

2024 ANAIS



XI CIDESPOT

Congresso Internacional
de Desempenho Portuário

20, 21 e 22 de
novembro de 2024
Florianópolis – SC

ISSN 2447-4894



VNIVERSITAT
ID VALÈNCIA



Anais do XI Congresso Internacional de Desempenho Portuário

Florianópolis
2024

Coordenação Científica

Profa. Sandra Rolim Ensslin, Dra. – Programa de Pós-Graduação em Contabilidade e Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil

Comissão Organizadora

Profa. Sandra Rolim Ensslin, Dra. – Programa de Pós-Graduação em Contabilidade e Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Brasil

Prof. Ademar Dutra, Dr. – Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL, Brasil

Prof. Vicente Mateo Ripoll-Feliu, Dr. – Programa de Pós-Graduação em Contabilidade da Universidade de Valencia – UV, Espanha

Publicação com periodicidade anual

NOTA:

1. A revisão ortográfica, gramatical, ABNT ou APA é de responsabilidade dos autores.

INSTITUIÇÕES ORGANIZADORAS:



Programa de Mestrado em Administração da Universidade do Sul de Santa Catarina

R. Antônio Dib Mussi, 366 - Centro, Florianópolis - SC

(48- 3621-3969)

E-mail: ppga.unisul@animaeducacao.com.br



Programa de Pós-Graduação em Contabilidade e Programa de Pós-Graduação em

Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina - Campus

Universitário - Trindade - 88040-970 - Florianópolis - SC

(48-3721-6608)

E-mail: ppgc@contato.ufsc.br; ppgep@ufsc.br

E-mail: sensslin@gmail.com



UNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

Programa de Doutorado em Contabilidade da Universidade de Valência . Avenida.

Tarongers s/n - 46022 Valencia - Espanha

E-mail: vicente.ripoll@uv.es

Sumário

Artigos científicos	8
APRIMORANDO A LOGÍSTICA POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DA INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA: O PAPEL DO ESTACIONAMENTO DE CAMINHÕES E DA OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE CONTÊINERES NO PORTO ITAPOÁ.....	9
CONTRIBUIÇÕES DO MÉTODO LEAN PARA A EFICIÊNCIA PORTUÁRIA	33
A RELAÇÃO PORTO-CIDADE E OS PROJETOS SOCIAIS DO PORTO DO ITAQUI NA REGIÃO ITAQUI-BACANGA	46
ANÁLISE DO DEGRADAÇÃO DA ESPESSURA DE CORREIAS TRANSPORTADORAS DE MINÉRIO DE LANÇA DE EMPILHADEIRAS NO PORTO DE PONTA DA MADEIRA: UM ESTUDO DE CASO NA EP-313K-02 COM UTILIZAÇÃO DE MODELAGEM DE MARCHINE LEARNING.....	68
ANÁLISE DOS PLANOS DE DESENVOLVIMENTO E ZONEAMENTO DOS PORTOS PÚBLICOS DO NORTE E NORDESTE, COM ÊNFASE NOS PORTOS: BELÉM/PA, ITAQUI/MA E SUAPE/PE	82
APLICAÇÃO DE ANÁLISE DE ENVOLTÓRIA DE DADOS PARA AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE PORTOS BRASILEIROS SOB A PERSPECTIVA DOS CANAIS DE ACESSO.....	108
APLICAÇÃO DE <i>MACHINE LEARNING</i> PARA PREVISÃO DO TEMPO DE CHEGADA DE NAVIOS NOS PORTOS DE SANTA CATARINA.....	123
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE GREEN PORTS: UMA PROPOSTA DE ANÁLISE DA LITERATURA	141
AVALIAÇÃO DE MATURIDADE DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA MINERAÇÃO – TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA.....	152
BOAS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE E GOVERNANÇA: O CASO DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE GESTÃO PDCA PELO VOLUNTARIADO CORPORATIVO NA AÇÃO SOCIAL DO TERMINAL DE PASSAGEIROS DE CUJUPE PELO PORTO DO ITAQUI	165
DE QUEM É ESSE PORTO? UM ESTUDO DE IMAGEM COM REFERÊNCIA NO PROCESSO DE PRIVATIZAÇÃO DA AUTORIDADE PORTUÁRIA PÚBLICA DO PORTO DE ITAJAÍ (SC)	185
DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE AUTOMÁTICO PARA ACEITE TÉCNICO DE NAVIO - SAATN	209
ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO DE NAVIOS ATRACADOS: ESTUDO DE CASO NO PORTO DO ITAQUI	228
ESTRATÉGIAS DE ELETRIFICAÇÃO E CONFIABILIDADE PARA ALCANÇAR OS OBJETIVOS DE DESCARBONIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES NO PORTO DO PECÉM.....	241

ESTRUTURAÇÃO DOS PROCESSOS DE DIRETRIZES BÁSICAS DE MANUTENÇÃO NO TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA ...	261
GARGALOS NOS PROCESSOS PORTUÁRIOS: UMA REFLEXÃO SOBRE CENÁRIOS GLOBAIS QUE IMPACTAM NO TEMPO OPERACIONAL E ESPAÇO FÍSICO PARA TERMINAIS DE CONTÊINERES.....	269
GEOECONOMIA INTERNACIONAL E RELAÇÕES COMERCIAIS DE DEPENDÊNCIA: UMA ANÁLISE DE RISCO DE DEMANDA PORTUÁRIA NO BRASIL A PARTIR DO INDICADOR HERFINDAHL–HIRSCHMAN INDEX (HHI)	280
IMPLANTAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE AUMENTO DE VOLUME DAS PILHAS DE MINÉRIO PARA REDUÇÃO DOS TEMPOS DE PARADAS OPERACIONAIS NO TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA EM SÃO LUÍS DO MARANHÃO	301
IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO DE EMISSÃO DE CO ₂ PELOS NAVIOS ENQUANTO ATRACADOS NO PORTO DE PONTA DA MADEIRA	311
LOGÍSTICA DE CONTÊINERES VAZIOS: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DAS CAUSAS DA DIFICULDADE NA DEVOLUÇÃO NOS COMPLEXOS PORTUÁRIOS DE SC	324
MELHORIA ERGONOMICA NA TROCA DE TAMBOR EM TRANSPORTADOR DE CORREIA: IMPLEMENTAÇÃO DE DISPOSITIVO TIPO CARRO DE TRANSLADO – PORTO NORTE VALE S/A.....	349
METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO PRÉVIA DA VIABILIDADE DE USO BENÉFICO DE MATERIAL DRAGADO EM OBRAS DE ALARGAMENTO DE PRAIA.	362
MITIGAÇÃO DOS RISCOS DE LIQUEFAÇÃO E EMISSÃO DE PARTÍCULAS NO TRANSPORTE MULTIMODAL DE MINÉRIO DE FERRO POR MEIO DO USO DE REVESTIMENTOS POLIMÉRICOS	393
MODELAGEM TRIDIMENSIONAL: O CASO DA APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE ESCANEAMENTO A LASER, MAPEAMENTO POR GEORADAR E FOTOGRAMETRIA COM MODELAGEM BIM PARA OTIMIZAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES E OPERAÇÕES NO PORTO DO ITAQUI	407
MODELOS DE <i>MACHINE LEARNING</i> PARA PREVISÃO DE CHEGADA DE NAVIOS NOS PORTOS DO CEARÁ	423
O MERCADO DE TRANSPORTE MARÍTIMO E AS REFORMAS NAS POLÍTICAS DE CABOTAGEM AUSTRIA E NO BRASIL.....	440
O PAPEL DOS PORTOS COMO HUBS DE ENERGIA NO CENÁRIO DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA	462
OTIMIZAÇÃO LOGÍSTICA PORTUÁRIA: REDUÇÃO DE DEMURRAGE E MELHORIA NA GESTÃO DE ESTOQUES	480
OTIMIZANDO A PUXADA DE CAMINHÕES PARA OPERAÇÕES DE DESCARGA NO PORTO DE ITAQUI: UMA ABORDAGEM DE EQUILÍBRIO E PRIORIZAÇÃO.....	496

IMPLEMENTAÇÃO DE METODOLOGIA PARA AVANÇO DE MATURIDADE EM PERCEPÇÃO DE RISCO DOS TRABALHADORES PORTUÁRIOS NA MOVIMENTAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO	519
PORTO INDÚSTRIA VERDE: UMA PERSPECTIVA DO ESCOAMENTO DE CARGAS NA REGIÃO PORTUÁRIA	527
PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE GESTÃO POR PROCESSOS EM UNIDADE DE SEGURANÇA SOB O ISPS-CODE	540
PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO PARNAÍBA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A NAVEGAÇÃO FLUVIAL E CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	568
PROPOSIÇÃO DE UM <i>FRAMEWORK</i> PARA AUTOMATIZAÇÃO DA ANÁLISE AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE) DE PORTOS UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	599
PROPOSTA DE <i>FREAMEWOK</i> DE AVALIAÇÃO DE OPERAÇÕES PORTUÁRIAS COM BASE NAS DIMENSÕES DO AMBIENTAL, SOCIAL E DE GOVERNANÇA	622
REDES DE TRANSPORTE MARÍTIMO NO BRASIL: UMA ANÁLISE DA CONECTIVIDADE DOS PORTOS	635
SABER COMO SE REINVENTAR DIANTE DAS ADVERSIDADES – UM ESTUDO DE CASO DO PORTO DE SÃO FRANCISCO DO SUL/SC/BRASIL	673
SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA PORTUÁRIO DE DESCARGA E EMBARQUE DE AÇÚCAR EM SANTOS	685
SUSTENTÁVEL AMBIENTAL PORTUÁRIA E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ÁREA PORTUÁRIA.....	694
Relatórios técnicos.....	701
A INFLUÊNCIA DA VAZÃO FLUVIAL DO RIO MEARIM NA MORFODINÂMICA DA BAIJA DE SÃO MARCOS – PORTO DO ITAQUI	702
ANÁLISE DE DESEMPENHO DE CAMA DE GRANULADO SOB PILHA DE PRODUTO DE MINÉRIO DE FERRO	710
APLICAÇÃO DO PDCA PARA REDUÇÃO DO RETRABALHO NAS MANUTENÇÕES DE PÁTIOS DE ESTOCAGEM DE UMA MINERADORA DURANTE O PERÍODO CHUVOSO	721
APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E VISÃO COMPUTACIONAL PARA EFICIÊNCIA E SEGURANÇA NO SETOR PORTUÁRIO.....	749
ARRAIÁ DO PORTO - FESTIVIDADE E FERRAMENTA DE APROXIMAÇÃO PORTO-CIDADE	759
BEBÊ A BORDO - SALA DE AMAMENTAÇÃO PARA RETORNO PÓS LICENÇA MATERNIDADE.....	772
CLUSTERS LOGÍSTICOS PORTUÁRIOS: ESTRUTURA, BENEFÍCIOS E IMPLICAÇÕES	781

CRESCIMENTO EM CONJUNTO: OS IMPACTOS DO PROGRAMA DE APOIO À PESQUISA APLICADA DO PORTO DO ITAQUI NO FORTALECIMENTO DA RELAÇÃO PORTO-CIDADE E NO DESENVOLVIMENTO DE PESSOAS	788
DINÂMICA DO MERCADO DE TRABALHO NO SETOR PORTUÁRIO E AQUAVIÁRIO: UMA ANÁLISE LONGITUDINAL (2010-2020)	799
ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO OPORTUNA PARA OTIMIZAR CAPACIDADE OCIOSA E REDUZIR FALHAS: UM ESTUDO DE CASO NO COMPLEXO PORTUÁRIO SUL	820
AÇÕES ESTRATÉGIAS COM FOCO NA SAÚDE FÍSICA E MENTAL PARA CONECTAR FAMILIARES, EMPRESAS CONTRATADAS E A COMUNIDADE	840
RESSIGNIFICANDO O AMBIENTE DE TRABALHO, TORNANDO INCLUSIVO VALORIZANDO E RESPEITANDO A DIVERSIDADE DE SUAS EQUIPES	852
GERENCIAMENTO E MANUTENÇÃO DE DEFENSAS PORTUÁRIAS	864
IMPACTO DA MANUTENÇÃO OPORTUNA NA PRODUTIVIDADE DE TERMINAIS PORTUÁRIOS	883
IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE REDUÇÃO DE UMIDADE EM PILHAS DE MINÉRIO DE FERRO NO PÁTIO DE ESTOCAGEM DO TERMINAL DA ILHA GUÍBA	902
INSTRUÇÕES BÁSICAS PARA LIBERAÇÃO DE ÁREA (RADAR) ENVOLVENDO ATIVIDADE/SERVIÇO NA ÁREA ALFANDEGADA (PORTO DO ITAQUI)	917
METODOLOGIAS DE PMO PARA PADRONIZAÇÃO DA JORNADA DE PRODUCT DISCOVERY EM PROJETOS DE INOVAÇÃO NO PORTO DO ITAQUI-MA	929
MONITORAMENTO E CONTROLE DA TAXA DE RECUPERAÇÃO NA OPERAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO NO TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA	943
OTIMIZAÇÃO NA GESTÃO DO TRANSPORTE DE FERRYBOAT NO MARANHÃO: IMPACTOS DAS PLATAFORMAS TERMINAL CHECK E NAVEGA MA...	954
PROJETANDO A CADEIA DE IMPORTAÇÃO DE TUBOS USADOS DA HOLANDA: UM GUIA DE DESENVOLVIMENTO	970
PROJETO CEV: CONEXÃO & EDUCAÇÃO & VULCANIZAÇÃO COM O IEMA (INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO) FORTALECENDO A PROMOÇÃO DE SAÚDE – DA GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO VULCANIZAÇÃO PORTO NORTE	988
TRANSFORMAÇÃO ÁGIL NO PORTO PÚBLICO DO ITAQUI: O PAPEL DA EDUCAÇÃO EM INOVAÇÃO	999
TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NO PORTO DO ITAQUI	1007
ESTRUTURAÇÃO DO PROCESSO DE MANUSEIO EM PÁTIOS DE ESTOCAGEM DE MINÉRIO DE FERRO NO PORTO DE PONTA DA MADEIRA – VALE	1019



ARTIGOS CIENTÍFICOS

APRIMORANDO A LOGÍSTICA POR MEIO DO DESENVOLVIMENTO DA INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA: O PAPEL DO ESTACIONAMENTO DE CAMINHÕES E DA OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE CONTÊINERES NO PORTO ITAPOÁ

Raíza Celeghin Benedecti

Universidade Federal de Santa Catarina

Vanina Macowski Durski Silva

Universidade Federal de Santa Catarina

Gustavo Adolfo Alves da Costa

Universidade de São Paulo

Resumo: O comércio internacional é fundamental para a economia brasileira, representando 32% do PIB em 2023. Nesse cenário, o Porto de Itapoá emerge como um ator-chave, movimentando cerca de 12% dos contêineres no Brasil no mesmo período. Com a previsão de dobrar sua capacidade anual de movimentação, surge uma pressão crescente sobre a infraestrutura da retroárea do porto, exigindo soluções para mitigar congestionamentos e melhorar a fluidez das operações. Este estudo examina a implantação de um bolsão de estacionamento localizado a 34 km do Porto de Itapoá como estratégia para aliviar a pressão da retroárea e otimizar o gerenciamento do tráfego. A proposta visa direcionar os veículos para áreas dedicadas à estacionamento, aprimorando o controle de fluxo e a eficiência operacional. Para validar essa abordagem, foi desenvolvido uma simulação baseada em agentes para comparação de cenários e avaliação do desempenho em termos de tempo de operação e tamanho de filas. Esse método permite observar o comportamento dinâmico dos veículos e os benefícios potenciais da intervenção. Os resultados sugerem que a implementação do bolsão de estacionamento pode reduzir significativamente o congestionamento nas áreas próximas ao porto, proporcionando mais fluidez nas operações. A medida se mostra promissora para o Porto de Itapoá, contribuindo tanto para a sustentabilidade da logística portuária quanto para o fortalecimento do comércio internacional brasileiro.

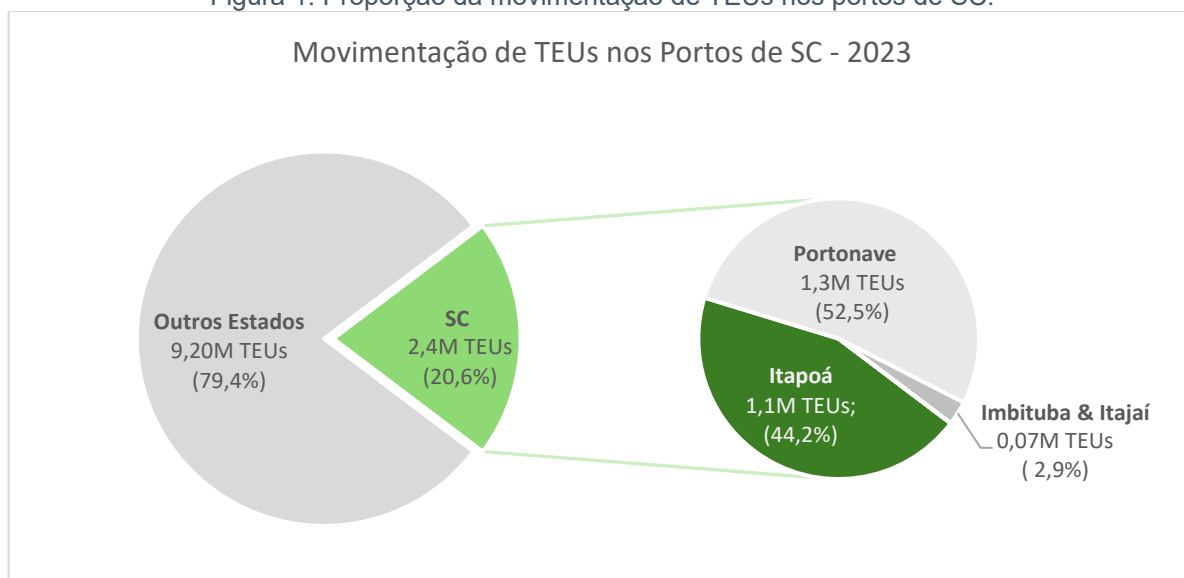
Palavras-chave: gerenciamento de congestionamento; bolsão de estacionamento; simulação baseada em agentes; logística portuária. retroárea.

1 INTRODUÇÃO

A relevância do comércio internacional está diretamente relacionada com o desenvolvimento dos países, permitindo integração econômica, cultural e social além do desenvolvimento socioeconômico (TAVARES, 2013) e na economia brasileira pode ser notado por sua participação no Produto Interno Bruto. Em 2023 o PIB do Brasil foi de R\$10,9 tri (IBGE, 2024) (ou US\$ 2,1 trilhões), sendo que no mesmo ano o comércio internacional movimentou aproximadamente US\$440 bilhões com exportações e US\$241 bilhões com importações já descontando taxas e fretes (MDIC, 2024). Esses valores representam aproximadamente 20,9% e 11,5% do PIB respectivamente, sendo o modal marítimo responsável por movimentar US\$300,5 bilhões em exportações e US\$181,3 bilhões em importações já excluindo taxas e fretes (MDIC, 2024). Portanto, os portos assumem um importante papel na economia local e global, orquestrando vários tipos de carga com operações complexas (DAYA; AUDY, 2024).

Em 2023, 11.6 milhões de TEUs (Twenty-Foot Equivalent Unit) foram movimentados por portos públicos e privados no Brasil, sendo o estado de Santa Catarina (SC) responsável por 2,4 milhões de TEUs (20,6%) (ANTAQ, 2024). Sua operação de contêineres conta com 4 portos: Porto Itapoá em Itapoá, Portonave em Navegantes, Porto de Imbituba em Imbituba e o Complexo Portuário de Itajaí em Itajaí, sendo o Porto Itapoá responsável pela movimentação de 44,2% dos contêineres movimentados pelo estado (ANTAQ, 2024). A Figura 1 ilustra os volumes e proporções da movimentação de contêineres no Brasil e SC por terminal.

Figura 1: Proporção da movimentação de TEUs nos portos de SC.

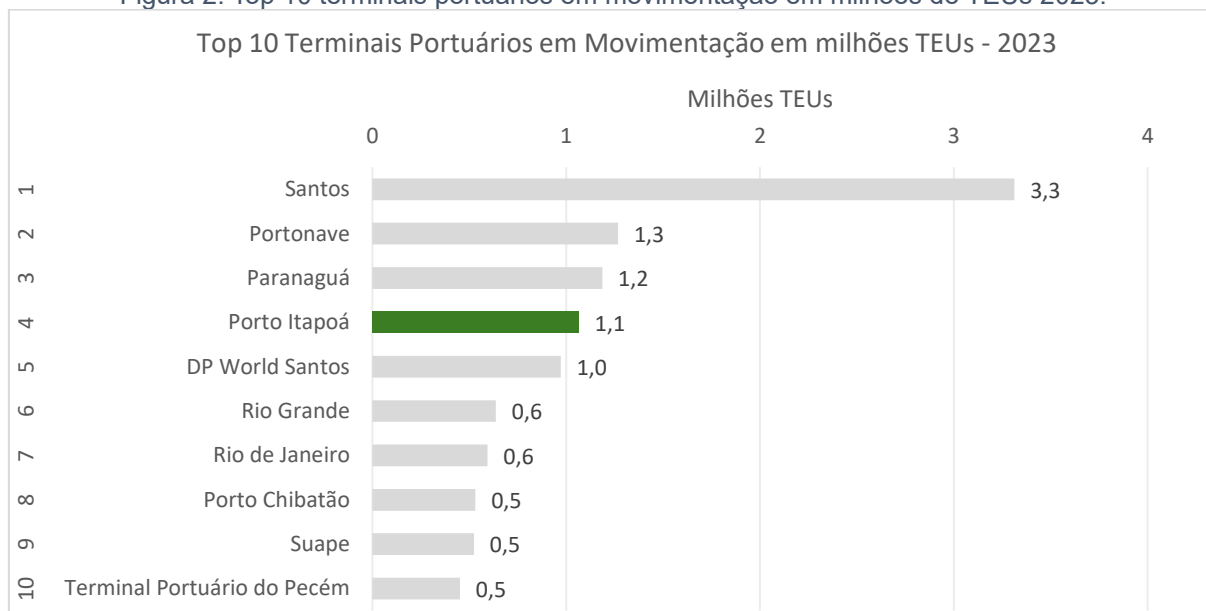


Fonte: Adaptado de ANTAQ (2024).

A expressiva movimentação de contêineres no Porto Itapoá fez com que ele atingisse a quarta posição no ranking nacional de movimentação de contêineres

(Figura 2), ficando atrás apenas do Complexo Portuário de Santos, Portonave e Porto de Paranaguá.

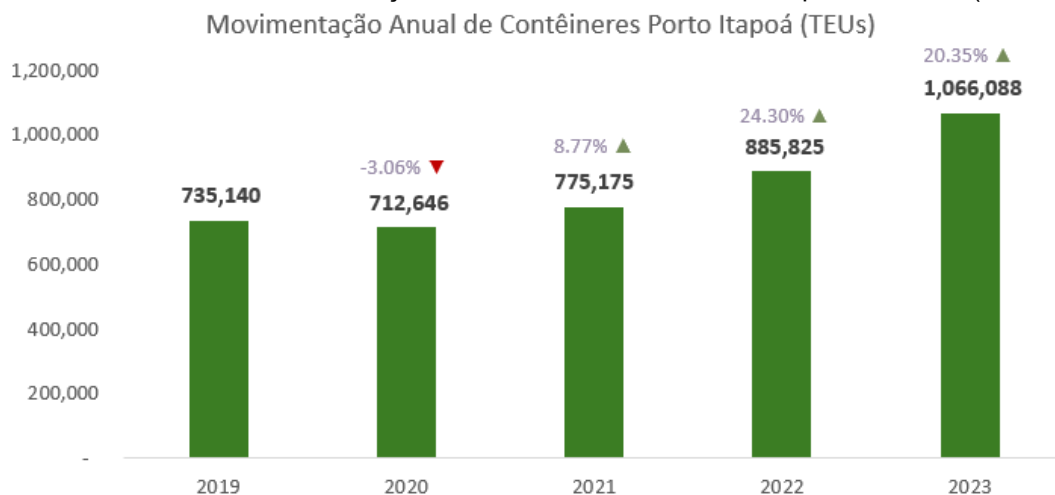
Figura 2: Top 10 terminais portuários em movimentação em milhões de TEUs 2023.



Fonte: Adaptado de ANTAQ (2024).

No período de 2019 a 2023 o Porto Itapoá apresentou consistente crescimento nas suas movimentações (Figura 3), tendo em 2022 e 2023 aumentos significantes em relação aos anos anteriores. Ainda, em 2023 o Porto Itapoá foi o terminal de contêineres de uso privado com maior crescimento de movimentações no Brasil em relação ao ano anterior, com este valor chegando a 20,3% (PORTO ITAPOÁ, 2024). Este aumento se dá principalmente devido ao projeto de expansão do porto. Tal projeto é composto por 3 fases e teve início em 2016, com a terceira fase iniciada no primeiro semestre de 2024 e com o investimento de R\$ 750 milhões somente nesta última etapa (ISTOÉ, 2024). Ao final de sua ampliação, o porto irá contar com um dos maiores pátios de contêineres do Brasil, com 455.000m² e capacidade de movimentar o dobro de contêineres que movimenta atualmente. O projeto conta não somente com a ampliação do pátio, mas também com a construção de um armazém de 8.000m², ampliação do píer e berços de atracação, além da aquisição de grandes equipamentos, como *rubber tyred gantry crane* (RTG) (PORTO ITAPOÁ, 2024; ISTOÉ, 2024).

Figura 3: Crescimento da movimentação anual de contêiner do Porto Itapoá em TEUs (2019-2023).



Fonte: Adaptado de ANTAQ (2024).

Ainda, Dantas (2023) e Pacheco (2023) revelaram que, em 2023, a empresa APM Terminals, pertencente ao grupo MAERSK, não renovou a concessão com o Porto de Itajaí devido à restrição de área física para expansão e que o Porto Itapoá tende a ser o principal terminal a absorver as movimentações, tornando-se um destino natural para novos investimentos em logística e armazéns.

Neste contexto, Silva et al. (2022a) identificaram a infraestrutura da retroárea do Porto Itapoá como um potencial limitador operacional, devido à escassez de empresas estabelecidas na região. Adicionalmente, a retroárea não dispõe de áreas de espera para caminhões, resultando no estacionamento destes ao longo das vias. Desta forma, a combinação do aumento no fluxo de contêineres, da dependência exclusiva do modal rodoviário, das vias simples de acesso ao terminal e da falta de infraestrutura na retroárea intensifica a pressão sobre a infraestrutura existente e nas vias de acesso ao porto. Diante deste cenário surge o seguinte questionamento: Como a expansão da infraestrutura portuária, particularmente no Porto Itapoá, impacta a eficiência das operações de movimentação de contêineres e a rede logística no Brasil?

Para responder ao questionamento, este estudo investiga o impacto da inserção de um bolsão de estacionamento, para caminhões próximos ao Porto Itapoá, na fluidez da operação de sua retroárea através da simulação baseada em agentes. Com complementação da infraestrutura existente, espera-se que o congestionamento seja melhor gerenciamento ao direcionar o fluxo dos caminhões para áreas específicas e melhorar a fluidez da operação da retroárea.

O artigo está organizado em 5 principais seções. A primeira seção conta com introdução e contextualização da relevância do comércio internacional e do Porto Itapoá para a economia nacional. A segunda seção inclui o referencial teórico, abordando a definição de cadeia logística portuária e a importância da adequação de

suas infraestruturas, além das definições de bolsões de estacionamento e simulação. A terceira seção inclui os procedimentos metodológicos utilizados no desenvolvimento do estudo, seguido pelos resultados (seção 4) e conclusões (seção 5).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

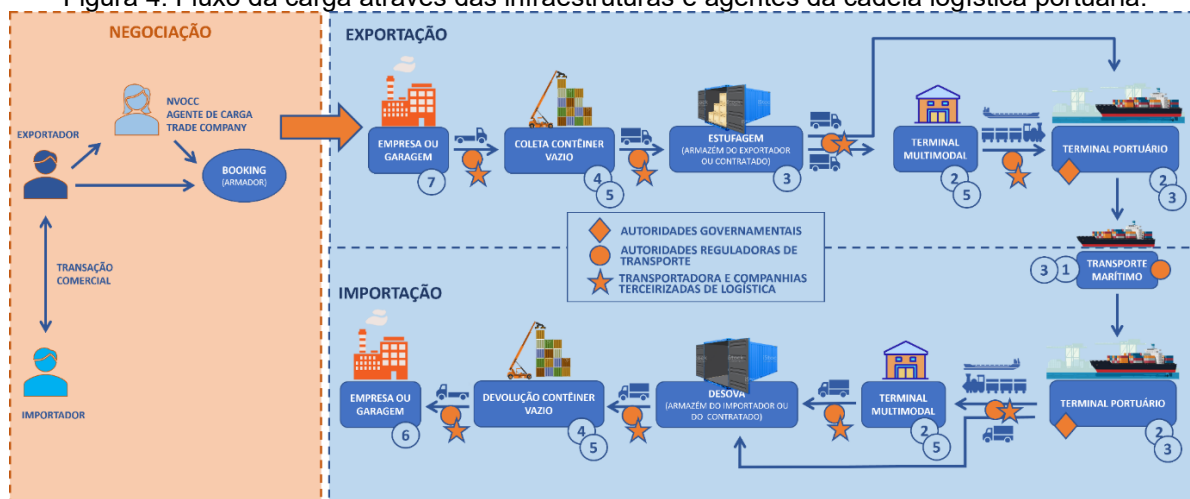
2.1 CADEIA LOGÍSTICA PORTUÁRIA E ADEQUAÇÃO DE SUA INFRAESTRUTURA

De acordo com Xu et al. (2023), a cadeia logística portuária é considerada parte indispensável do comércio internacional, podendo ser definida como uma cadeia de suprimentos orientada à serviços, tendo a logística de cargas como sua atividade central. Contando com a integração de diversas infraestruturas e agentes envolvidos em atividades de produção, logística e transporte, seu arranjo pode apresentar diversas formas, tornando-se significativamente mais complexa do que uma cadeia de suprimentos da indústria manufatureira, por exemplo (XU et al. 2023, DÉMARE, 2017; HERZ et al., 2014; BAALEN; ZUIDWIJK; NUNEN, 2008).

Entre os agentes envolvidos na cadeia logística portuária, podem ser citados: exportador, agente de carga, *Non Vessel Operating Common Carrier* (NVOCC), *trade company*, empresas de transporte (ferroviário, rodoviário e aquaviário), autoridades portuárias, prestadores de serviços logísticos, autoridades reguladoras, armador e importadores. A infraestrutura, no entanto, depende da estrutura existente na região, mas podem ser citados: armazém, centro de distribuição, terminal multimodal, centros logísticos, *depot*, terminal portuário e a rede de transporte existente (DÉMARE, 2017, BENEDECTI et al., 2024; XU et al., 2023; BAALEN et al., 2008).

A Figura 4 ilustra como cada agente coordena o fluxo de carga entre as infraestruturas da cadeia logística portuária presentes na retroárea dos portos. Os números presentes na Figura 4 representam: companhias de navegação (1), operadores de terminais (2), companhias prestadoras de serviços logísticos (3), *depot* (4), *inland container terminal* (ICT) (5), importadores (6) e exportadores (7) (BENEDECTI, 2022).

Figura 4: Fluxo da carga através das infraestruturas e agentes da cadeia logística portuária.



Fonte: Benedecti (2022).

O processo inicia nos trâmites legais com um contrato internacional entre o importador e o exportador (negociação), podendo este ocorrer diretamente entre as duas partes ou com intermediários (NVOCC, agentes de carga ou por uma *trade company*) (BENEDECTI et al., 2024). Os prestadores de serviços logísticos fornecem soluções logísticas como transporte, gerenciamento da carga (consolidação e desconsolidação), estufagem e desova de contêineres através de uma rede de empresas que compõem a infraestrutura retroportuária, cada uma desempenhando atividades específicas. Essa rede atua como suporte físico da cadeia logística portuária na retroárea dos portos e inclui armazéns, centros de distribuição, *depots*, e centros logísticos (DÉMARE, 2017; BENEDECTI et al., 2024).

Os terminais portuários possuem um importante papel no comércio internacional ao promover a conexão entre o transporte do lado terrestre e marítimo (XU et al., 2021). O transporte terrestre, responsável por integrar as atividades logísticas, conecta o porto à sua retroárea (DÉMARE, 2017) e pode ocorrer por diferentes modais a depender da infraestrutura presente na região, podendo contar ainda com intermodalidade (JANOTTI et al., 2012).

As autoridades regulatórias de transporte estão presente em todas as etapas de transporte da carga, sendo uma específica para cada modal. As autoridades portuárias e governamentais por outro lado, atuam na fiscalização das atividades desempenhadas nos terminais portuários (SILVA, 2021). A ausência, no entanto, de uma autoridade central responsável pelo controle total do processo resulta em uma organização descentralizada, exigindo, que os agentes envolvidos colaborarem e estejam fortemente conectados para construir um fluxo consistente e coordenado baseado nas restrições impostas de produto e território através das diversas infraestruturas para atender as demandas dos clientes (DÉMARE, 2017). Devido à essa necessidade de sincronicidade e sinergia, Herz e Flämig (2014) destacam que a competição não ocorre entre os terminais portuários isoladamente, mas entre as cadeias logísticas às quais esses portos pertencem e com base em suas capacidades de atender aos requisitos dos clientes importadores e exportadores.

Nadi et al. (2022) destacam que a ausência de planejamento e alinhamento das atividades desempenhadas na retroárea, bem como da falta conectividade desta com o porto, podem resultar em ineficiências operacionais que comprometem as operações dos terminais portuários. Silva et al. (2022a) explicam que falta ou escassez de infraestrutura na retroárea portuária inviabiliza a movimentação de cargas, representando uma ameaça para a eficiência operacional e desenvolvimento do terminal portuário (XU et al., 2021; XU et al., 2019). Além disso, outras implicações podem ser mencionadas, como maiores custos logísticos aos clientes, congestionamento e tempos elevados de espera e de resposta (NADI et al., 2022; SOUSA JR et al., 2013).

Dantas (2023) e Gracia et al. (2017) afirmam que o consequente congestionamento, por exemplo, além de implicar em custos adicionais significativos para a logística, pode acabar por direcionar o tráfego para rotas e portos alternativos,

agravando os desafios logísticos e econômicos. Além disso, dos efeitos negativos causados pelo congestionamento em portos, pode significar mais retenção de contêineres, atrasos, desordem nas operações, gestão complicada da cadeia de suprimentos e contribui substancialmente para problemas sérios de poluição do ar (ZHOU e GE, 2018; XU et al., 2019; XU et al. 2021).

Neste sentido, Yildirim (2022) afirma que a expansão de um terminal não deve abranger apenas o planejamento de redimensionamento das áreas de armazenagem e de atracação, mas também a capacidade de transporte da rede de infraestrutura presente em sua retroárea e o acesso aos portões do terminal. Sob a mesma ótica, Nadi et al. (2022) alegam que uma das maneiras de estabelecer uma conexão eficiente entre a retroárea e o terminal portuário é através da expansão da infraestrutura física da retroárea. Além do mais, Ben e Daya (2024) afirmam que a eficiência operacional da cadeia logística portuária é frequentemente limitada pelo elo menos eficiente, seja pela insuficiência de capacidade necessária em função do aumento do fluxo de caminhões e volume de carga, ou por ineficiências operacionais.

2.2. BOLSÃO DE ESTACIONAMENTO

O gerenciamento eficaz do fluxo de caminhões é crucial para minimizar o congestionamento nas redes rodoviárias (RAJU *et al.*, 2022). Neste sentido, os autores recomendam a criação de áreas centralizadas de estacionamento para caminhões, conhecidas como bolsões de estacionamento. Essas áreas funcionam como zonas de *buffer* entre o porto e a cidade, com o potencial de mitigar os impactos do tráfego de caminhões induzido pelos portos, uma vez que reduzem a quantidade de caminhões acumulados nos portões do terminal e a necessidade de viagens adicionais entre o porto e as instalações periféricas (YILDIRIM *et al.*, 2022). Além disso, essas áreas dedicadas ao estacionamento de caminhões podem diminuir o fluxo de veículos pesados nas cidades vizinhas ao terminal (YILDIRIM *et al.*, 2022).

Raju *et al.* (2022) ressaltam que é imprescindível que os bolsões de estacionamento sejam planejados de maneira estratégica, contemplando análises tanto da demanda atual quanto futura, padrões de chegada dos caminhões, características dos veículos e tempo de permanência nas vagas. Esse planejamento visa garantir que o dimensionamento dessas áreas esteja alinhado com a eficiência operacional do terminal portuário.

Ainda, os bolsões de estacionamento têm grande impacto na segurança do transporte rodoviário. O relatório especial de investigação de áreas de estacionamento de caminhões do Painel de Segurança Nacional de Transporte dos Estados Unidos – NTBS (2000) evidenciou que a fadiga dos motoristas está diretamente ligada à ocorrência de acidentes, reforçando a importância de infraestruturas que ofereçam áreas de repouso adequadas.

Bolsões de estacionamento são comumente encontrados nos principais portos do mundo como estratégia de melhorar a eficiência operacional do transporte de carga (YILDIRIM *et al.*, 2022). No Brasil, entre os 10 terminais portuários que mais movimentaram contêineres em 2023 (Figura 2) os portos de Santos, Paranaguá, Rio

Grande, Suape e Pecém contam com bolsões de estacionamento. Sendo que os bolsões de Santos-SP, Paranaguá-PR e Rio Grande (RS) são os de maior capacidade (BRASIL, 2023; PORTO DE SANTOS, 2021; PORTOS DO PARANÁ, 2024). A nível internacional, podem ser citados os terminais portuários de Rotterdam (Holanda) e Hamburgo (Alemanha) (PORT OF ROTTERDAM, 2024; YILDIRIM et al., 2022).

2.3 SIMULAÇÃO

Simulação é uma ferramenta computacional que auxilia na representação de sistemas reais através de abstrações e modelos (GRIGORYEV, 2015). No processo de modelagem, torna-se possível explorar e entender o comportamento do sistema em questão, testar diversos cenários e seus comportamentos sob diversas condições, fornecendo insights valiosos para tomada de decisões (GRIGORYEV, 2015).

Os métodos de simulação são classificados em eventos discretos, dinâmica de sistemas e simulação baseada em agentes. Essas classificações são fundamentadas na estrutura utilizada para a construção do modelo e em seu nível de abstração. A simulação baseada em agentes é capaz de representar sistemas através de modelos altamente detalhados, significativamente abstratos, ou ainda incluir elementos com diferentes níveis de abstração em um único modelo (BORSHCHEV, 2013; GRIGORYEV, 2015). A técnica é extensamente empregada na resolução de problemas complexos e de amplo escopo, dada à flexibilidade, escalabilidade e dinamicidade que o método oferece (Garro et al., 2015; Yildirim et al., 2022).

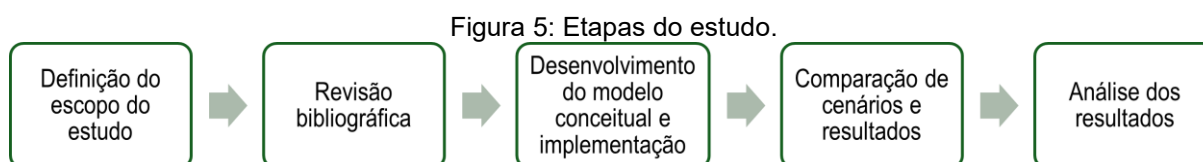
No contexto de cadeia logística portuária, no intuito de avaliar a fluidez de operações e gerenciamento de congestionamento, Ben e Daya (2024) aplicaram teoria de filas e eventos discretos para simular cenários operacionais com diferentes números de *gates*. Raju et al. (2022) e Yildirim (2022) fizeram uso de micro simulação e simulação baseada em agentes para estabelecer o dimensionamento correto para portos da Índia e Turquia respectivamente. De maneira similar, Preston et al. (2020) e Xu et al. (2019) simulam e avaliam o impacto de áreas de *buffer* no tráfego local.

Uma das abordagens mais comuns para o gerenciamento eficaz do congestionamento no acesso a portos são os sistemas de agendamento de caminhões. Wang et al. (2022), Da Silva et al. (2023), Da Silva et al. (2024), Nadi et al. (2022) e Xu et al. (2022) fazem uso de simulação para avaliar o impacto desta tecnologia. Outra proposta popular é a inclusão de terminais interiores para aliviar o fluxo de acesso aos terminais portuários. Dias et al. (2019), Abourraja et al. (2018) Alias (2023), Horvat (2010), Göbel et al. (2007) e Kawasaki et al. (2023) usam diferentes métodos de simulação para avaliarem cenários com terminais internos. Em um trabalho anterior, os autores já discutiram os benefícios da inclusão de um terminal interior multimodal para acomodar o fluxo de importação e exportação entre o Porto Itapoá e Joinville (SILVA et al., 2022b).

Assim, diferente dos trabalhos já realizados, o estudo a ser realizado utiliza a simulação baseada em agentes para avaliar a inserção de um bolsão de estacionamento na retroárea de Itapoá para gerenciamento do congestionamento local de caminhões. A abordagem foi escolhida devido a possibilidade de decompor um sistema complexo em sistemas menores integrados e coordenados, compostos estes por múltiplos agentes, proporcionando o gerenciamento da complexidade da cadeia logística portuária.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção são descritas as três primeiras etapas da metodologia utilizada para o desenvolvimento do estudo (Figura 5). As subseções abordarão o escopo do estudo, uma revisão bibliográfica dos principais trabalhos que fazem uso de simulação para avaliação e/ou otimização de processos da cadeia logística portuária e o desenvolvimento do modelo conceitual e implementação do modelo no Anylogic. As etapas de comparação dos resultados dos cenários e análise dos resultados são abordadas nas seções 4 e 5 respectivamente.



Fonte: Autores (2024).

3.1 ESCOPO DE ESTUDO

O estudo busca investigar como a inclusão de um bolsão de estacionamento para caminhões na retroárea do Porto Itapoá pode impactar na eficiência de suas operações. Para isso avalia a possibilidade de desenvolvimento de um modelo de simulação baseada em agentes para modelar os fluxos de operações na retroárea e realizar análises comparativas de indicadores tamanho de fila e tempo total de ciclo dos cenários atual e proposto.

O Porto Itapoá, com operação focada em movimentação de contêineres, passa pela terceira fase de seu projeto de expansão, a qual visa duplicar sua capacidade operacional, suportando até 2 milhões de TEUs por ano (PORTO ITAPOÁ, 2024). Com a primeira e segunda fase do projeto de expansão já concluídas, já é notável o aumento no volume de contêineres movimentados pelo terminal. Em 2023, o Porto Itapoá foi o terminal de uso privado com maior crescimento no Brasil em relação ao ano anterior, com aumento de 20,3% em suas movimentações (PORTO ITAPOÁ, 2024; ANTAQ, 2024).

Por sua operação depender exclusivamente do modal rodoviário, já é notável consequentemente aumento no fluxo de caminhões na retroárea portuária, gerando longas filas e congestionamento na região. De acordo com empresas da retroárea, em dias de operação com maior demanda, esse fenômeno pode se estender até o início da Estrada José Alves, resultando em filas que alcançam aproximadamente 10 km. Ainda, o acesso à retroárea, que é estabelecida ao longo da Estrada José Alves, é caracterizada por ser uma via simples de mão dupla e por não dispor de estacionamentos ou áreas de apoio para caminhões, resultando no estacionamento destes ao longo da via Figura 6.

Figura 6: Caminhões estacionados ao longo da Estrada José Alves.



Fonte: Google Maps (2024).

Dada a atual pressão na infraestrutura existente, é fundamental avaliar e aprimorar a infraestrutura da retroárea para suportar a futura demanda decorrente do aumento previsto na movimentação de contêineres sem causar disrupções nas operações do terminal. A falta de fluidez nessas áreas pode se transformar em um gargalo significativo para as operações do porto, comprometendo sua eficiência e competitividade a longo prazo. Assim, investimentos em melhorias na infraestrutura da retroárea são essenciais para garantir que o Porto Itapoá continue a crescer de forma sustentável e eficiente.

Neste contexto, o presente trabalho descreve o desenvolvimento de dois cenários: atual e proposto. O primeiro representa os atuais fluxos e operações da retroárea com a infraestrutura existente no Porto Itapoá. O segundo aborda a inclusão de um bolsão de estacionamento em Garuva na junção das rodovias estaduais SC-416 e SC-417 (34 km de distância do terminal) para avaliar os impactos de sua inclusão na operação da retroárea. Ambos os cenários são descritos em detalhes na próxima subseção.

3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A base de dados da Scopus foi utilizada para a revisão bibliográfica, utilizando os seguintes conjuntos de palavras como busca de artigos científicos que contivessem tais termos em seus títulos, resumos ou palavras-chave:

- *Port* ou *port terminal* ou *seaport* ou *container terminal*; e
- *Congestion* ou *parking* ou *truck congestion* ou *truck queue*; e
- *Layout* ou *design* ou *parking design* ou *logistic park* ou *logistic area* ou *hinterland*; e
- *Simulation*.

A pesquisa identificou 272 trabalhos que passaram pela triagem através da metodologia PRISMA, auxiliando na seleção de 62 artigos para leitura dos resumos e 35 para leitura completa.

3.3 MODELO CONCEITUAL E IMPLEMENTAÇÃO

Para a abordagem do estudo e melhor compreensão do cenário de estudo, optou-se pelo método de simulação baseada em agentes devido a sua capacidade de representar componentes de um sistema como entidades individuais (DÉMARE, 2017). Esta abordagem é conhecida por ser capaz de representar sistemas grandes e complexos decompostos em subsistemas menores, garantindo flexibilidade e coordenação entre eles (DÉMARE, 2017). O desenvolvimento da simulação inicia pela estruturação do modelo conceitual, sendo este preliminar à implementação do modelo em *software*. Esta etapa inclui também a coleta de dados, que será descrita na subseção seguinte.

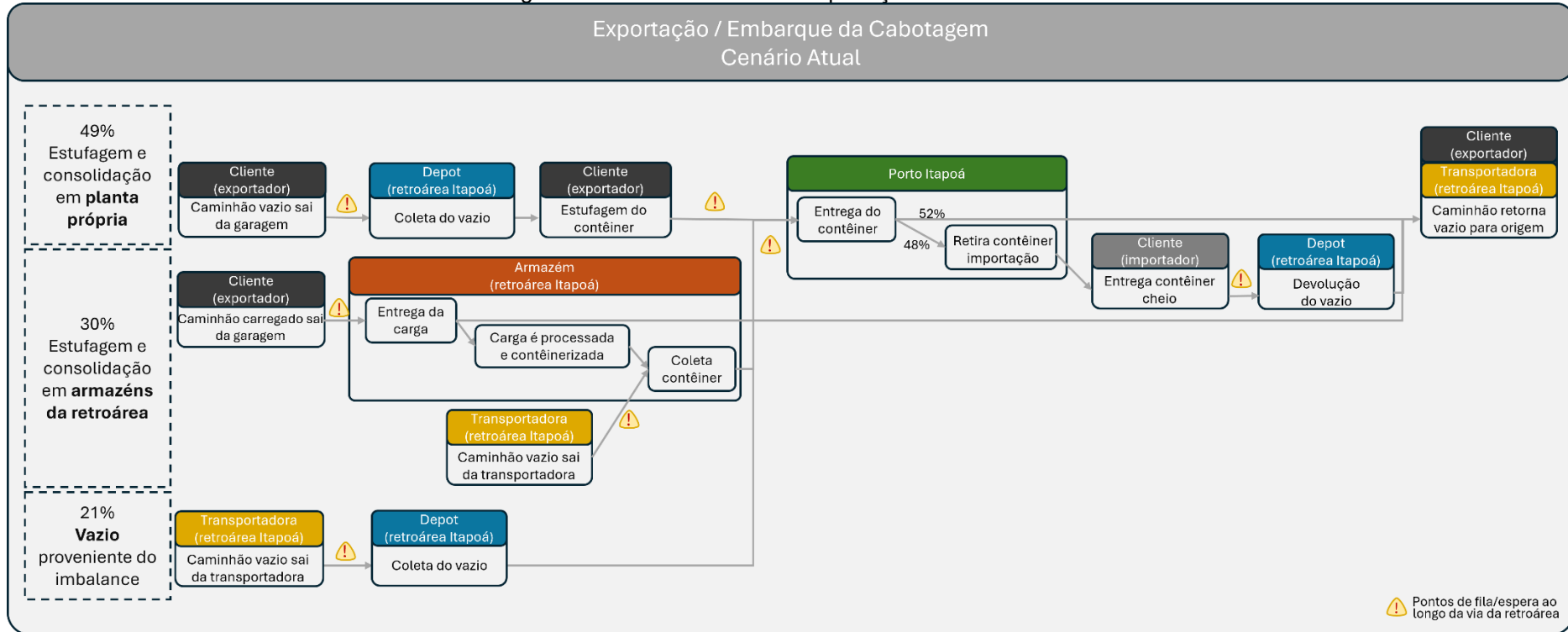
Para o presente trabalho, é apresentado quatro modelos conceituais, sendo dois cenários (atual e proposto) e cada um composto por dois sentidos de fluxo de movimentação de contêiner (importação e exportação). Quadro 1 detalha os cenários e modelos conceituais. A Figura 7 ilustra o modelo conceitual desenvolvido para o cenário atual para o fluxo de exportação e embarque da cabotagem, enquanto a Figura 8 ilustra o fluxo de importação e desembarque da cabotagem.

Quadro 1: Cenários e modelos conceituais

Cenário	Modelo conceitual
Atual	Exportação / embarque da cabotagem
	Importação / desembarque da cabotagem
Proposto	Exportação / embarque da cabotagem
	Importação / desembarque da cabotagem

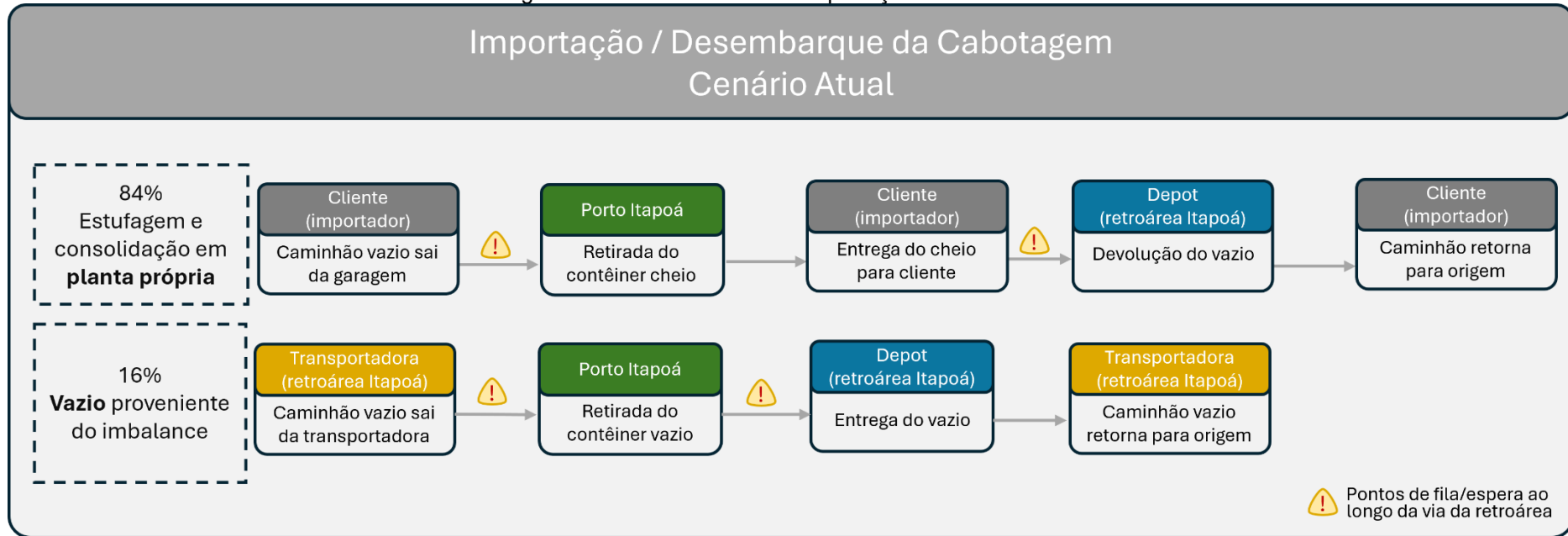
Fonte: Autores (2024)

Figura 7: Modelo conceitual – Exportação – Cenário atual.



Fonte: Autores (2024).

Figura 8: Modelo conceitual – Importação – Cenário atual.



Fonte: Autores (2024).

Na Figura 7, três principais fluxos de exportação são representados: do contêiner cheio que é estufado na planta própria do exportador (49%), daqueles que são estufados na retroárea (20%) e os vazios provenientes do *imbalance* (21%). No primeiro fluxo, os caminhões saem da garagem do exportador, fazem a coleta do contêiner vazio em um *depot* retroárea de Itapoá, retornam para a planta do exportador para realizar a estufagem do contêiner e, então se direcionam para o porto para entregar o contêiner cheio. Neste ponto, 52% dos caminhões finalizam a operação e retornam para a garagem. O restante reaproveita a rota para retirar um contêiner proveniente da importação, transportando este até seu destino (importador) para desova, depois retorna o contêiner vazio na retroárea para então finalizar a operação na garagem.

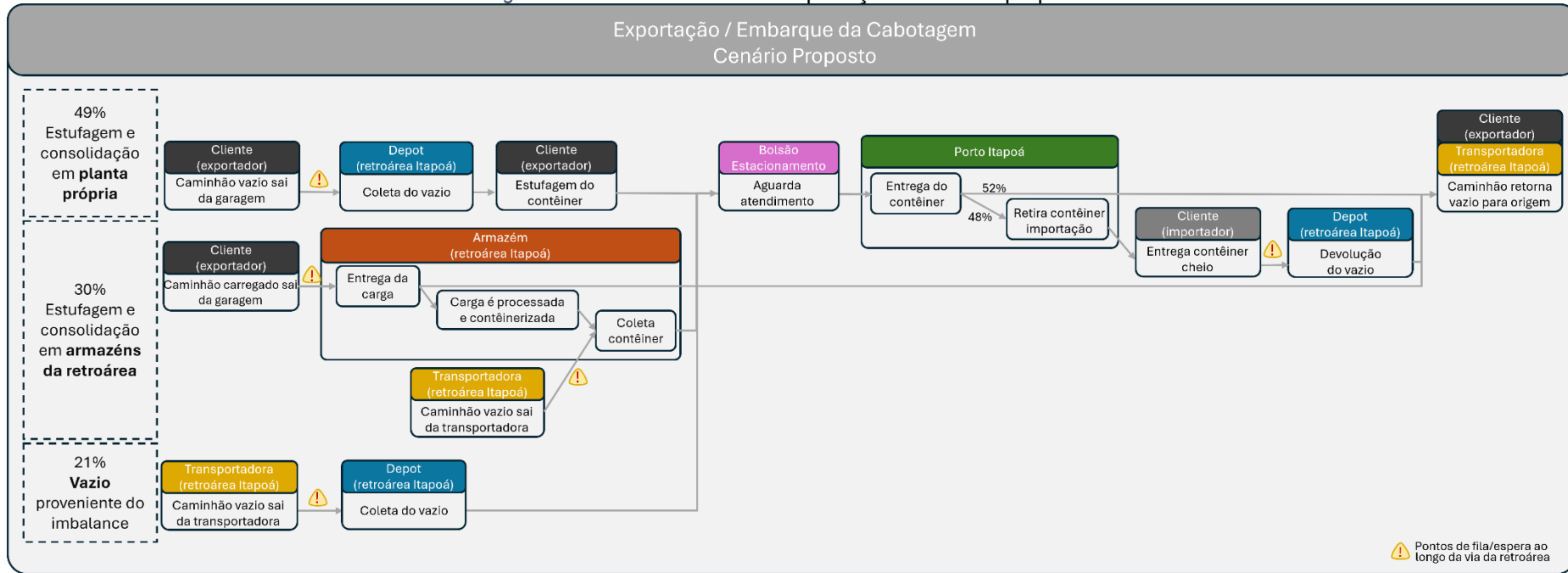
No segundo fluxo, o caminhão sai da planta do exportador com a carga solta e a entrega no armazém da retroárea, onde é unitizada e containerizada. Quando pronta, um caminhão da transportadora da retroárea faz a coleta do contêiner cheio no armazém e o transporta para o porto. Assim como no fluxo anterior, 48% da rota é reaproveitada, mas ao final o caminhão retorna para a transportadora.

Já no terceiro fluxo, os caminhões saem da transportadora da retroárea, coletam o contêiner vazio no *depot* e o transporta até o porto a fim de realizar a exportação. Ao final, o caminhão retorna para sua origem (transportadora).

No sentido oposto, a Figura 8 ilustra o fluxo de contêineres movimentados provenientes da importação dividido em dois: desova dos contêineres em planta própria (84%) e movimentação de contêineres vazios do *imbalance* (16%). Ainda, nos modelos conceituais apresentados, os símbolos amarelos com exclamação indicam os pontos possíveis de formação de fila e parada dos caminhões ao longo da retroárea, seja para espera de atendimento no porto, armazém ou *depot*.

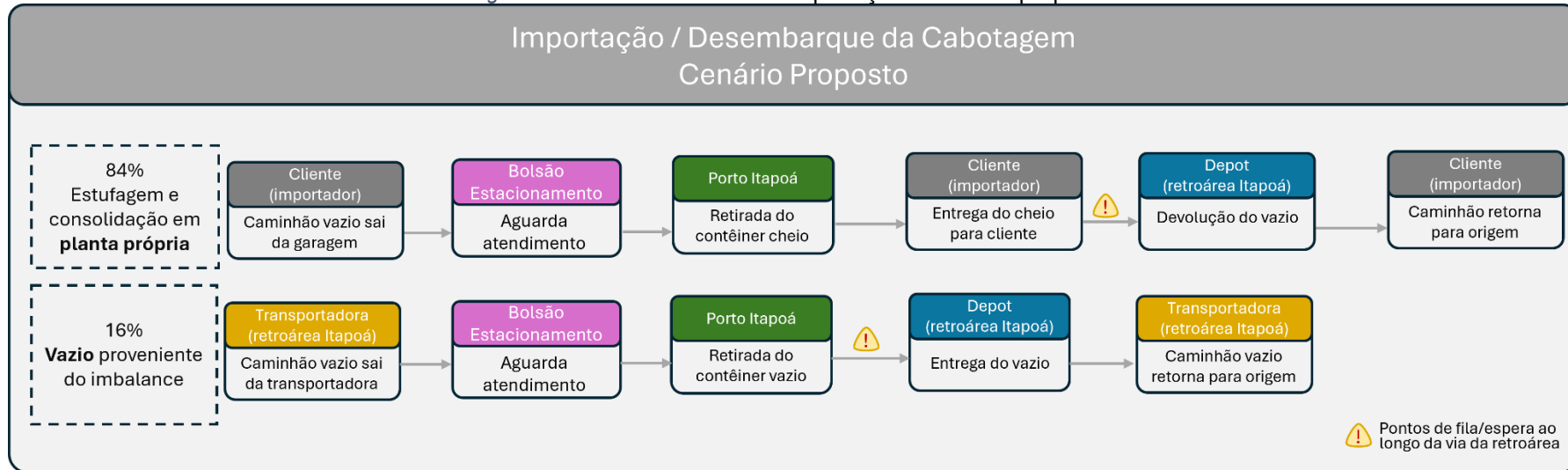
O cenário proposto considera os mesmos fluxos de operação de importação e exportação ilustrados nas Figuras 7 e 8, no entanto inclui um bolsão de estacionamento, posicionado fora do terminal portuário, para onde os caminhões podem se direcionar para aguardar pelo atendimento do porto e evitar formação de *gate*. As Figuras 9 e 10 ilustram os cenários propostos.

Figura 9: Modelo conceitual – Exportação – Cenário proposto.



Fonte: Autores (2024).

Figura 10: Modelo conceitual – Exportação – Cenário proposto.



Fonte: Autores (2024).

Elaborado o modelo conceitual, desenvolveu-se o modelo de simulação utilizando as informações e dados coletados descrito na subseção seguinte. A construção do modelo ocorreu de forma gradativa conforme foi sendo testado e validado, até alcançar maior complexidade. A plataforma utilizada para implementação é o Anylogic devido à flexibilidade e bibliotecas disponibilizadas, possibilitando a modelagem customizável para cada tipo de agente/elemento da cadeia logística portuária. O modelo inclui elementos da biblioteca *Process Modeling Library* e de georreferenciamento, a qual utiliza as localizações reais das infraestruturas.

O modelo proposto delimita o foco de estudo no fluxo e rota rodoviária das cargas, generalizando as operações internas do *depot*, armazém e terminal portuário à filas e tempos de atendimento. Além do mais, o fluxo de contêineres foi reduzido àqueles totalmente carregados (FCL) ou vazios, não representando aqueles com carga fracionada (LCL). Tais abstrações são necessárias para tornar o modelo viável ao mesmo tempo que garante a representação próxima à realidade. Quadro 2 inclui as premissas implementadas.

Os cenários foram rodados em um período de 2 semanas de simulação devido às limitações de quantidade de agentes permitidas na versão estudantil do *software*.

Quadro 2: Tabela de premissas adotadas no modelo.

Item	Premissa	Descrição	Valor	Fonte
1	Taxa de reaproveitamento de rota	Percentagem dos caminhões de exportação que ao entregarem o cheio no porto, retiram outro contêiner de importação para entregar ao cliente.	48%	Banco de dados do Porto Itapoá
2	Quantidade de bitrem diária por direção de fluxo	N/A	Importação cheio: 85 Exportação cheio: 32	Banco de dados do Porto Itapoá
3	Percentagem carga processada na retroárea para exportação	Percentagem das cargas (como madeira e celulose) que requerem preparo, unitização, ou estufagem na retroárea antes de serem direcionadas para a exportação	30%	Stakeholders e especialistas
4	Velocidade média caminhões	N/A	50km/h	Visita <i>in loco</i>
5	Redução de velocidade dos caminhões	Quando a fila de caminhões da retroárea atinge 2km, a velocidade dos caminhões é reduzida em 60%	30km/h	Visita <i>in loco</i>
6	Quantidade média movimentada por direção de fluxo e contêiner cheio ou vazio	N/A	Importação cheio: 713 Importação vazio: 137 Exportação cheio: 496 Exportação vazio: 131	Banco de dados do Porto Itapoá
7	Tempo de atendimento médio no porto por direção de fluxo e contêiner cheio ou vazio	N/A	Importação cheio: 20min Importação vazio: 13min Exportação cheio: 20min Exportação vazio: 20,22min	Banco de dados do Porto Itapoá
8	Atendimento dos vazios no porto	N/A	5 reach stackers	Stakeholders e especialistas
9	Atendimento dos cheios no porto	Schedule programado alinhado com atracação dos navios, programando 11, 15, ou 17 RTGs para a operação.	11, 15 ou 17 RTGs	Stakeholders e especialistas
20	Número de <i>gates</i> para entrada	N/A	7	Stakeholders e especialistas
12	Representação do <i>depot</i>	O modelo inclui apenas um elemento de <i>depot</i> , mas que atende com capacidade equivalente de 13 <i>depots</i> , representando assim a realidade com certo grau de abstração.	N/A	Abstração
12	Representação do armazém	O modelo inclui apenas um elemento de armazém, mas que atende com capacidade de 9 armazéns, representando assim a realidade com certo grau de abstração.	N/A	Abstração
13	Fluxo de importação com clientes que desovam os contêineres em planta própria apenas			Abstração
14	Chegada agendada dos caminhões	Caminhões se direcionam ao porto com agendamento prévio	N/A	Stakeholders e especialistas

Fonte: Autores (2024).

3.3.1 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada de três diferentes maneiras, incluindo coleta *in loco*, recebimento de banco de dados do Porto Itapoá e reuniões com *stakeholders* e especialistas da área.

A visita *in loco* proporcionou um melhor entendimento da dinâmica da operação da retroárea, como identificação da via onde os caminhões tendem estacionar para esperar por atendimento, verificação da velocidade média dos caminhões, além terem sido mapeados 13 *depots*, 9 armazéns.

Do banco de dados do porto, obteve-se uma estimativa diária média do fluxo de contêineres cheios movimentados pelo modal rodoviário na importação e exportação, volume de contêineres vazios provenientes do *imbalance* por direção de fluxo (importação/exportação), taxa de reaproveitamento de rotas, quantidade de veículos bitrem por dia e direção de fluxo, além dos tempos de atendimento por direção de fluxo.

Das conversas com *stakeholders* e especialistas, informações como quantidade média de navios atracados por dia no porto e janelas de atendimento, quantidade de RTGs e *reach stackers* disponíveis e detalhes da operação de atendimento a caminhões externos foram coletados. Tempos de atendimento em *depots* e armazéns e tempo médio de permanência das cargas no armazém foram também obtidos em conversas.

As informações coletadas foram utilizadas como parâmetros ou como direcionamento para a modelagem se aproximar ao máximo da realidade.

4 RESULTADOS

A análise dos resultados foi realizada a partir da comparação de desempenho dos dois cenários modelados, avaliando tempo total de ciclo e tamanho das filas para cada direção de fluxo. O resumo dos resultados do último dia de simulação, após 2 semanas, é apresentado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Comparação dos indicadores de tempo total de ciclo por direção de fluxo e cenário (horas).

Tempo total de ciclo (horas)			
		Cenário Atual	Cenário Proposto
Importação	Cheio	14,78 h	11,38 h
	Vazio	0,96 h	2,11 h
Exportação	Cheio	15,14 h	13,4 h
	Vazio	1,08 h	2,22 h

Fonte: Autores (2024).

Tabela 2: Comparação dos indicadores de tamanho de fila por direção de fluxo e cenário (caminhões).

Tamanho da fila (caminhões)		
	Cenário Atual	Cenário Proposto
Importação	92	23
Exportação	128	168

Fonte: Autores (2024).

Os resultados mostram que a inclusão do bolsão na retroárea do Porto Itapoá tem o potencial de reduzir o tempo de ciclo dos contêineres cheios em ambas as direções de fluxo. Em contrapartida, o tempo de ciclo dos contêineres vazios sofre um aumento. Este aumento é devido ao fato de que os caminhões que transportam os contêineres vazios não formam fila no cenário atual modelado e no cenário proposto estes são obrigados a passarem pelo bolsão.

A redução geral do tamanho das filas também é notável. O cenário atual apresenta fila total de 220 caminhões ao longo da Estrada José Alves, enquanto o cenário proposto contém 191 caminhões em fila, sendo 80% destes localizados no bolsão. Desta forma, o cenário proposto é capaz de redirecionar 153 caminhões que estariam estacionados ao longo da Estrada José Alves e, conseqüentemente, atrapalhando o fluxo de operações, para uma área dedicada em receber os estes veículos.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento da simulação baseada em eventos discretos e agentes se mostrou ser eficiente para avaliação do impacto da inclusão de um bolsão de estacionamento na retroárea do Porto Itapoá. Os resultados indicam que o bolsão de estacionamento tem o potencial de reduzir não só o tempo de ciclo total dos contêineres cheios de importação e exportação, mas também reduzir o tamanho das filas. Esta infraestrutura alivia a circulação nas vias da retroárea (Estrada José Alves) ao direcionar os caminhões para uma área dedicada à espera de atendimento do Porto, auxiliando no gerenciamento eficaz do congestionamento local.

Os resultados sugerem que a implementação do bolsão de estacionamento pode reduzir significativamente o congestionamento nas áreas próximas ao porto, proporcionando mais fluidez nas operações. Ainda, com o crescimento da movimentação de contêineres esperado para os próximos anos no Porto Itapoá, a medida se mostra promissora para o terminal, contribuindo tanto para a sustentabilidade da logística portuária quanto para o fortalecimento do comércio internacional brasileiro.

Para trabalhos futuros, sugere-se: (a) simular o modelo com taxas de crescimento da movimentação de contêineres de importação e exportação prevista pelo Porto Itapoá; (b) implementar *gates* dinâmicos para os fluxos de importação e exportação; (C) incluir mais detalhes modelar com mais detalhes o bolsão; (d) modelar os terminais de cargas e depots na retroárea individualmente com suas capacidades

e georreferenciamento; (e) incluir indicadores de velocidade média e emissão de poluentes.

REFERÊNCIAS

ABOURRAJA, M.N., OUDANI, M., SAMIRI, M.Y., BOUKACHOUR, J., ELFAZZIKI, A., BOUAIN, A., NAJIB, M. An improving agent-based engineering strategy for minimizing unproductive situations of cranes in a rail–rail transshipment yard. *Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International*, v.94, 2018. 10.1177/0037549717733050

ALIAS C.; FELDE J.Z.; SEVERIN S. Examining the Logistics Performance of a Decentralized Waterborne Container Transportation Service in the West German Canal Network with the Help of Discrete-Event Simulation. In Proceedings of: Smart Rivers Conference, Smart Rivers 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Brasília: ANTAQ, 2024. Painel Estatístico Aquaviário 1.0.1. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Anuario/>. Acesso em: 31 maio. 2024.

BAALEN, P.J.V.; V.; ZUIDWIJK, R.; NUNEN, J.V. Port inter-organizational information systems: capabilities to service global supply chains. *Technology, Information and Operations Management*, v. 2, n.2, 2008.

BENEDECTI, R.C. Avaliação operacional e econômica de um serviço hidroviário na cadeia logística do Porto Itapoá. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Transportes e Logística) – Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2022.

BENEDECTI, R.C., SILVA, V.M.D., COSTA, G.A.A. Integrated simulation of an inland container terminal and waterway service for enhancing the maritime supply chain connectivity between Joinville and Itapoá Port. *Latin American Transport Studies*, v.2, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.latran.2024.100019>.

BORSHCHEV, A. **The big book of simulation modeling**: Multimethod Modeling with Anylogic 6. Anylogic North America, 2015.

BRASIL. Ministério de Portos e Aeroportos, Governo no Estado do Rio Grande do Sul. Plano de desenvolvimento e zoneamento do porto do Rio Grande do Sul. Rio Grande, nov., 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Rio de Janeiro: MDIC, 2024. Exportações e importações geral. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 31 mai. 2024.

DANTAS, R. Por que Itajaí cometeu um erro estratégico na licitação do porto, condenando a cidade ao desemprego e queda de arrecadação? *Portos e Navios*, Rio de Janeiro, 14 jul. 2023, artigo. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/artigos/artigos-de-opiniao/artigo-por-que-itajai-cometeu-um-erro-estrategico-na-licitacao-do-porto-condenando-a-cidade-ao-desemprego-e-queda-de-arrecadacao>. Acesso em: 22 jun. 2024

DA SILVA, M.R.F., FRAZZON, E.M., SILVA, V. M. D. Design of flexible truck appointment system based on machine learning approach. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 48, n.2, 2024.

DAYA, B., AUDY, J.F. Port Access Fluidity Management during a Major Extension Project: A Simulation-Based Case Study. **Sustainability Journal**, v. 6, pp. 2834, 2024. <https://doi.org/10.3390/su16072834>.

DÉMARE, T., BERTELLE, C., DUTOT, A., LÉVÊQUE, L. Modeling logistic systems with an agent-based model and dynamic graphs. **Journal of Transport Geography**, v.62, p.51-65, 2017. 10.1016/j.jtrangeo.2017.04.007

DIAS U.G.M.D.; THARAKA V.K.; NANAYAKKARA J.N. A simulation model to analyse Sri Lankan Megacity logistics behaviour: Megapolis logistics of Sri Lanka. In Proceedings of: IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, 2019.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. National transportation safety board (NTBS). Highway Special Investigation: Truck parking areas (report NTSB/SIR-00/01). Washington, DC, 2000.

GARRO, A., MONACO, M.F., RUSSO, W., SORRENTINO, G., SAMMARRA, M. Agent-based simulation for the evaluation of a new dispatching model for the straddle carrier pooling problem. **Simulation Journal**, v.91, p.181-202, 2015. 10.1177/0037549714566699

GÖBEL J.; WITTMANN J.; MÖLLER D.; SCHROER B. Modeling a generalized intermodal node for mesoscopic traffic simulation. In Proceedings of: Huntsville Simulation Conference, 2007.

GRACIA, M.D., GONZÁLEZ-RAMÍREZ, R.G., MAR-ORTIZ, J. The impact of lanes segmentation and booking levels on a container terminal gate congestion. **Flexible Services and Manufacturing Journal**, v.29, 2017.

GRIGORYEV, I. **Anylogic em três dias**: Um curso rápido de modelagem de simulação, 2015. Acesso exclusivo de inscritos no Curso de Anylogic em 3 dias.

HERZ, Nico; FLÄMIG, Heike. Understanding supply chain management concepts in the context of port logistics: an explanatory framework. **Transport**, Lituânia v.29, n.4, p.376-385, dez. 2014.

HORVAT U. Possibility of increasing container traffic in the port of koper due to introducing the sea motorway. **Promet - Traffic and Transportation**, v.22, n.5, p.333-339, 2010. 10.7307/ptt.v22i5.198

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasília: IBGE, 2024. Produto interno bruto. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 31 maio. 2024.

ISTOÉ. Expansão I do Porto Itapoá. Disponível em: <https://revistaoe.com.br/expansao-i-do-porto-itapoa/>. Acesso em: 31 mai.2024.

JANOTTI, P.R.; RODRIGUES, I.C.; RODRIGUES, A.M.; REBELATO, M.G. A logística do açúcar e do etanol entre usinas paulistas e o porto de Santos: um estudo comparativo entre agentes comerciais. **Revista de Administração da UNIMEP**, v.10, n.2, p.101-126, mai. 2012.

KAWASAKI T.; LOH Z.T.; HANAOKA S. Geospatial transition of port hinterland considering intermodal service frequency: A case study in Bangladesh. **Journal of Transport Geography**, v.108, 2023. 10.1016/j.jtrangeo.2023.103549

NADI, A., NUGTEREN, A., SNELDER, M., LINT, J.W.C.V., REZAEI, J. Advisory-Based Time Slot Management System to Mitigate Waiting Time at Container Terminal Gates. **Transportation Research Record**, v. 2676, 2022.

PACHECO, A. APM Terminals, pertencente à Maersk, não renovará seu contrato para operar no porto de Itajaí. A empresa prevê investir R\$ 5,2 bilhões em terminais no Brasil até 2026. **RN + Esportes**, 31 mai. 2023, Porto. Disponível em: <https://rnmaisesportes.com.br/apm-terminals-pertencente-a-maersk-nao-renovara-seu-contrato-para-operar-no-porto-de-itajai-a-empresa-preve-investir-r-52-bilhoes-em-terminais-no-brasil-ate-2026/>. Acesso em: 22 jun. 2024.

PORTO DE SANTOS. **Porto de Santos conta com mais um pátio regulador para caminhões.** Santos, 2021. Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/2021/01/11/porto-de-santos-Conta-com-mais-um-patio-regulador-para-caminhoes/>. Acesso em 22 set. 2024.

PORTO ITAPOÁ. Obras de expansão do Porto Itapoá seguem cronograma planejado. Disponível em: <https://www.portoitapoa.com/obras-de-expansao-do-porto-itapoa-seguem-cronograma-planejado/>. Acesso em: 31 mai.2024.

PORTOS DO PARANÁ. **Pátio de triagem.** Disponível em: <https://www.portosdoparana.pr.gov.br/Pagina/Patio-de-Triagem>. Acesso em: 22 set. 2024.

PORT OF ROTTERDAM. **Truck parks.** Disponível em: <https://www.portofrotterdam.com/en/logistics/connections/intermodal-transportation/road-transport/truck-parks#:~:text=There%20are%20five%20Truck%20Parks,parking%20spaces%20for%20truck%20drivers>. Acesso em: 22 set. 2024

PRESTON, G.C., HORNE, P., SCAPARRA, M.P., O'HANLEY, J.R. Masterplanning at the Port of Dover: The use of discrete-event simulation in managing road traffic. **Sustainability**, Suíça. v.12, 2022. doi:10.3390/su12031067.

RAJU, N., ARKATKAR, S., EASA, S., JOSHI, G. Experimental Design for Measuring Operational Performance of Truck Parking Terminal Using Simulation Technique. **ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems**, Part A: Civil Engineering, v. 8, 2022. 10.1061/AJRUA6.0001275

SILVA, G.L. Logística portuária: gestão dos portos brasileiros e a importância da marinha do Brasil. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v.9, 2021.

SILVA, V.M.D., MICHALAK, L.E., VENCESLAU, G.A., COSTA, G. A. A. Mapeamento da infraestrutura retroportuária do norte catarinense. In Proceedings of: IX Congresso Internacional de Desempenho Portuário (Cidesport), Florianópolis, 2022a.

SILVA, V.M.D., BENEDECTI, R.C., COSTA, G. A. A. Avaliação operacional e econômica de um serviço hidroviário na cadeia logística do Porto Itapoá. In Proceedings of: Cidesport, 2022b.

SOUSA JR, J. N. C.; NOBRE JR, E. F.; PRATA, B. de A.; MELLO, J. C. C. B. S. Avaliação da eficiência dos portos utilizando análise envoltória de dados: estudo de caso dos portos da região nordeste do Brasil. **Journal of transport literature**, Colorado, v. 7, n. 4, out. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jtl/a/xb3FYGbYc34r3JQgmnGhWMx/?lang=pt#>. Acesso em: 10 ago. 2024.

TAVARES, A.C.O.K. O porto de Natal: sua importância para o comércio exterior do RN. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

WANG, J., HUYNH, N.N., PENA, E. Land side truck traffic modeling at container terminals by a stationary two-class queuing strategy with switching. **Journal of International Logistics and Trade**, v. 20, n.3, 2022. 10.1108/JILT-05-2022-0003.

XU, B., LIU, X., LI, J., WU J., SHEN, Y., ZHOU, Y. Dynamic Appointment Rescheduling of Trucks under Uncertainty of Arrival Time. **Marine Science and Engineering**, v.10, 2022. doi.org/10.3390/jmse10050695.

XU, B., LIU, W., LI, J., YANG, Y., WEN, F., SONG, H. Resilience measurement and dynamic optimization of container logistics supply chain under adverse events. **Computers and Industrial Engineering**, 2023. 10.1016/j.cie.2023.109202

XU, B., LI, J., LIU, X., YANG, Y. System Dynamics Analysis for the Governance Measures against Container Port Congestion. **IEEE Access**, v.9, pp. 13612-13623, 2021. 10.1109/ACCESS.2021.3049967.

XU, X., WANG, W., PENG, Y., ZHENG, T., LI, X. A simulation modeling approach for deciding the scale of buffer areas and gate lanes in container ports. In Proceedings of: International Conference on Transportation and Development, 2019.

YILDIRIM, M.S., AYDIN, M.M., GÖKKUŞ, Ü. Multimethod simulation approach for capacity design of a truck parking area in city ports. **Acta Scientiarum – Technology**, v. 44,2022. 10.4025/actascitechnol.v44i1.58110.

ZHOU, Y., GE, Y. Managing Reversible Lanes with Truck Arrival Information to Alleviate Gate Congestion at Smart Container Terminals. International Conference on Transportation and Development, 2018.

CONTRIBUIÇÕES DO MÉTODO LEAN PARA A EFICIÊNCIA PORTUÁRIA

Líria Baptista de Rezende
Fatec Jahu/SP

Antonio Eduardo Assis Amorim
Fatec Jahu/SP

Rosa Maria Padroni

Resumo: Os portos estão em constante desenvolvimento, com a globalização que impulsiona o crescimento das importações/exportações através do transporte marítimo. Para lidar com esse intenso fluxo de cargas faz-se necessário investimentos para melhoria da eficiência portuária. Os portos estão diretamente ligados a cadeia de comércio e transportes e são a principal estrutura responsável pela movimentação de cargas e embarcações. É comum os portos sofrerem com falta de espaço, infraestrutura e mão de obra. Outro problema significativo é o congestionamento portuário, que leva a atrasos e aumento dos custos operacionais. Essa pesquisa busca soluções e ou melhorias através do método Lean. A aplicação dos princípios LEAN em operações portuárias oferece várias vantagens, principalmente por meio da otimização de processos e utilização de recursos. Com isso, os portos podem agilizar suas atividades, concentrando-se em processos de criação de valor e minimizando o desperdício, o que aumenta a eficiência geral.

Palavras-chave: porto; eficiência portuária; LEAN.

1 INTRODUÇÃO

Os portos desempenham um papel crucial na sustentação do crescimento econômico de um país, servindo como plataformas intermodais que facilitam a movimentação de mercadorias e recursos. Eles são essenciais para conectar rotas comerciais internacionais, permitindo o transporte eficiente de cargas e reduzindo os custos de transporte por meio de economias de escala, particularmente em portos centrais que concentram mercadorias para embarcações maiores (Omar Moeis et al., 2022; Pamadi & Sari, 2022).

O desenvolvimento da infraestrutura portuária está alinhado aos requisitos do comércio exterior, impactando a eficiência geral dos sistemas logísticos e a relação custo-benefício das operações marítimas (Caldeira Dos Santos & Hilsdorf, 2019). Além disso, os portos contribuem para as economias locais, promovendo o comércio entre os portos regionais e melhorando a conectividade, o que é vital para os mercados desenvolvidos e emergentes (Caldeira Dos Santos & Hilsdorf, 2019; Eldin Youssef Abdel Raouf et al., 2023). Assim, a importância econômica de um porto é multifacetada, abrangendo eficiência operacional, facilitação do comércio e desenvolvimento regional.

As operações da indústria portuária abrangem uma ampla gama de atividades essenciais para o manuseio, armazenamento e transporte eficientes de mercadorias. As principais operações incluem:

- a) Manuseio de carga: envolve o carregamento e descarregamento de cargas de navios, que podem incluir contêineres, carga a granel e carga fracionada. O manuseio eficiente da carga é crucial para minimizar os tempos de resposta das embarcações.
- b) Armazenamento e armazenagem: Os portos oferecem instalações para o armazenamento temporário de mercadorias antes de serem transportadas para seus destinos finais. Isso inclui pátios de contêineres, armazéns e instalações de armazenamento a granel.
- c) Desembarço aduaneiro: Os portos facilitam o processo alfandegário para mercadorias importadas e exportadas, garantindo o cumprimento das regulamentações e a cobrança de taxas e impostos.
- d) Coordenação de transporte: Os portos servem como nós críticos na cadeia de suprimentos, coordenando a movimentação de mercadorias de e para vários modos de transporte, incluindo caminhões, trens e barcaças.
- e) Manutenção e reparo: Os portos geralmente têm instalações para manutenção e reparo de embarcações, garantindo que os navios estejam em condições de navegação e operacionais.
- f) Operações de proteção e segurança: Garantir a segurança do pessoal e da carga é fundamental. Os portos implementam vários protocolos e medidas de segurança para proteção contra roubo, terrorismo e acidentes.
- g) Gestão ambiental: Os portos estão cada vez mais focados em minimizar seu impacto ambiental, implementando práticas para reduzir a poluição, gerenciar resíduos e proteger os ecossistemas locais.
- h) Tecnologia da Informação e Gerenciamento de Dados: Os portos modernos utilizam tecnologias avançadas para rastrear cargas, gerenciar a logística e otimizar as operações por meio da análise de dados.
- i) Desenvolvimento de infraestrutura: Os portos investem continuamente no desenvolvimento e na atualização de sua infraestrutura, incluindo docas,

guindastes e conexões de transporte, para acomodar embarcações maiores e aumentar os volumes de carga.

- j) Colaboração com as partes interessadas: Os portos trabalham em estreita colaboração com companhias marítimas, agentes de carga, autoridades alfandegárias e outras partes interessadas para agilizar as operações e aprimorar a prestação de serviços.

A aplicação dos princípios LEAN em operações portuárias oferece várias vantagens, principalmente por meio da otimização de processos e utilização de recursos. Ao adotar a teoria de produção LEAN, os portos podem agilizar suas atividades, concentrando-se em processos de criação de valor e minimizando o desperdício, o que aumenta a eficiência geral (Casaca, 2005).

As ferramentas de simulação desempenham um papel crucial nesse contexto, permitindo a análise de vários cenários operacionais e a avaliação de indicadores de desempenho específicos para ambientes portuários enxutos. A integração de sistemas de transporte multimodal em portos enxutos facilita a consolidação de cargas, garantindo melhor compatibilidade e interconectividade dos sistemas de transporte, o que, em última análise, atende aos requisitos do cliente de forma mais eficaz. Além disso, a implementação de tecnologias avançadas e sistemas automatizados pode reduzir significativamente os tempos de resposta e melhorar a produtividade, reduzindo assim os custos e melhorando a qualidade do serviço (James et al., Inglês).

Os princípios LEAN se concentram em maximizar o valor minimizando o desperdício em um processo. Aplicado na logística portuária, essa abordagem visa simplificar as operações, reduzir custos e aumentar a eficiência geral. Ao identificar e eliminar atividades sem valor agregado, os portos podem melhorar a prestação de serviços e a capacidade de resposta às necessidades dos clientes.

Ao promover uma cultura de melhoria contínua, as autoridades portuárias podem engajar funcionários em todos os níveis, incentivando soluções inovadoras que melhoram ainda mais o desempenho operacional.

Ao implementar ferramentas como mapeamento de fluxo de valor e 5S, os portos podem criar um ambiente de trabalho mais organizado e eficiente, resultando em maior produtividade e satisfação do cliente.

Ao aproveitar tecnologias como automação e análise de dados, os portos podem aprimorar ainda mais suas capacidades operacionais, levando a uma tomada de decisão mais inteligente e a uma alocação otimizada de recursos.

Ao promover a colaboração entre as partes interessadas e investir no treinamento de funcionários, os portos podem garantir que sua força de trabalho esteja equipada com as habilidades necessárias para se adaptar às crescentes demandas do setor.

Ao promover uma cultura de melhoria contínua e inovação, os portos podem não apenas aumentar sua eficiência operacional, mas também se posicionar como líderes na cadeia de suprimentos global.

Ao alavancar tecnologias avançadas e promover uma abordagem proativa à mudança, os portos podem aumentar sua resiliência contra interrupções e atender melhor às crescentes necessidades do comércio global.

Esse foco estratégico na adaptabilidade permitirá que os portos não apenas respondam aos desafios atuais, mas também antecipem tendências futuras, garantindo crescimento sustentável e competitividade em um mercado em constante evolução.

Ao investir no desenvolvimento da força de trabalho e promover parcerias com as principais partes interessadas, os portos podem criar um ecossistema robusto que apóia a inovação e impulsiona o crescimento econômico.

Essa abordagem colaborativa promoverá uma cultura de melhoria contínua, permitindo que os portos implementem as melhores práticas e alavanquem o conhecimento compartilhado em todo o setor.

Em última análise, isso aumentará sua eficiência operacional e resiliência, posicionando-os como líderes na cadeia de suprimentos global.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão da literatura foi conduzida das formas estruturada e convencional.

A pesquisa estruturada foi realizada na plataforma *Scopus Elsevier*, segundo método exposto por Fiorini e Jabbour (2017) e teve como objetivos encontrar e sistematizar artigos acadêmicos sobre a metodologia *Lean* em terminais/portos e identificar lacunas para futuras pesquisas. Foram encontradas contribuições internacionais e brasileiras.

Na pesquisa convencional investigou-se o material nacional como teses, dissertações e artigos apresentados em congressos nacionais e artigos de periódicos.

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ESTRUTURADA

Esse modelo de revisão bibliográfica baseada no artigo de Fiorini e Jabbour (2017), é indicado como método complementar de pesquisa bibliográfica devido à grande quantidade de material existente. É possível, através desse método, identificar e sistematizar artigos acadêmicos sobre o assunto estudado e sugerir futuras oportunidades de pesquisa.

Apresenta-se nos sub-itens 2.1.1 a 2.1.4 os passos realizados para a revisão estruturada.

2.1.1 Artigos encontrados por palavras-chave

O primeiro passo foi procurar artigos pelas palavras chave – *port efficiency*; *Lean*; e *agile port*;

Tabela 3 - Resultados preliminares da pesquisa junto ao banco de dados

Artigos Selecionados	Autor(a/es)	Resumo	Palavras-Chave
1. <u>Eficiência portuária: análise das principais metodologias para o caso dos portos brasileiros</u>	Viviane Adriano Falcão*, Anderson R. Correia	Nesse trabalho os autores tiveram como foco avaliar o desempenho portuário, analisado dois métodos em especial, a fronteira estocástica e	portos; eficiência portuária; análise envoltória de dados; fronteira estocástica.

		análise envoltória de dados	
<u>2. Avaliação da eficiência dos portos utilizando análise envoltória de dados: estudo de caso dos portos da região nordeste do Brasil</u>	José Nauri C. Sousa Júnior, Ernesto F. Nobre Júnior, Bruno de Athayde Prata*, João Carlos C. B. Soares de Mello	Neste trabalho os autores realizaram a pesquisa sobre a avaliação da eficiência dos portos dos portos através do estudo de caso dos portos da região nordeste do Brasil, estudando os métodos de Análise Envoltória de Dados, com foco em operações de contêineres e granéis sólidos.	planejamento portuário, análise envoltória de dados, avaliação de desempenho.
<u>3. El gran desafío para los puertos: la hora de pensar una nueva gobernanza portuaria ha llegado (O grande desafio para portos: hora de pensar uma nova governança o porto chegou).</u>	Os autores do documento são Ricardo J. SÁNCHEZ, Oficial Encarregado da Divisão de Recursos Naturais e Infraestrutura da CEPAL, e Francisca PINTO, consultora da Unidade Serviços de infraestrutura da CEPAL.	Neste artigo, há vários estudos sobre portos e transporte marítimos, com ênfase em analisar as novas reformas no sistema portuário e suas governanças.	
<u>4. Elaboración de un modelo analítico que Permita relacionar el transporte marítimo, La globalización y el desarrollo</u>	Rosana Salama Benazar	Neste artigo, a autora analisa a globalização do transporte marítimo e o desenvolvimento portuário nos portos da América	Globalização; Transporte marítimo; Desenvolvimento portuário; Modelos de gerenciamento portuário; Portos da América do Sul;

<p><u>económico. Casos de estudo: Venezuela, Colombia, Perú Y Brasil</u> (Preparação de um modelo analítico que permite relacionar o transporte marítimo, globalização e desenvolvimento económico. Estudos de caso: Venezuela, Colômbia, Peru e Brasil).</p>		<p>do Sul, com foco em alguns portos principais do continente.</p>	<p>Globalização; Transporte marítimo; Desenvolvimento portuário; Modelos de gestão portuária; Portos sul-americanos.</p>
<p><u>5. Assessment of port governance model: evidence from the Brazilian ports</u> (Avaliação da governança portuária modelo: evidências do Portos brasileiros)</p>	<p>Claudio de Jesus Marques Soares; Ana Cristina Paixão Casaca.</p>	<p>Neste artigo é analisado os modelos de gestão das Autoridades Portuárias brasileiras entre 1993 e 2020, utilizando como referências os modelos de governança portuária da Austrália, do Reino Unido e de Antuérpia.</p>	<p>Port management models, Port authority, Brazil (Modelos de gestão portuária, autoridade portuária, Brasil).</p>
<p><u>6. Análise da relação entre modelo de gestão portuária e eficiência em portos de contêineres</u></p>	<p>Priscila Milani; Guilherme Bergmann Borges Vieira; Arturo Monfort Mulinas; Fábio Verruck; Roberto Birch Gonçalves</p>	<p>Neste artigo é apresentado um estudo sobre a comparação de gestão portuária e a eficiência de portos de contêineres, analisando os dois tipos de gestão.</p>	<p>Portos de Contêineres; Gestão; Modelo; Eficiência; Análise Envoltória de dados.</p>
<p><u>7. Um estudo do desempenho operacional em portos organizados brasileiros que operam com contêineres de 2012 a 2014.</u></p>	<p>Andreia Coutinho e Silva ; Flavia Nico Vasconcelos.</p>	<p>Neste artigo, foi realizada a comparação entre 16 portos brasileiros que operaram cargas containerizadas, sobre sua</p>	<p>Eficiência Portuária; Portos Organizados Brasileiros; Análise Envoltória de Dados (DEA); Desempenho</p>

		eficiência operacional.	Operacional Portuário.
<u>8. Eficiência e governança portuária: Evidência do sistema portuário brasileiro.</u>	Erivelto Fioresi de Sousa; Adolpho Olimpio dos Santos Filho; Flavia Bonella Ribeiro Ramos; Ricardo Augusto Gomes e Souza; Valdir Cardoso Junior.	Neste artigo avalia a eficiência portuária através da sua gestão governamental portuária. Utilizaram para o estudo a Análise Envoltória de Dados (DEA).	Portos. Eficiência portuária. Governança portuária. Gestão portuária.
<u>9. Resilience strategies as a parameter of competitiveness in maritime transport</u> (Estratégias de resiliência como parâmetro de competitividade no transporte marítimo).	George Vaggelas K.	O foco de estudo desse trabalho é o transporte marítimo, com ênfase nas companhias marítimas e nos portos, analisando a superação das instabilidades e impreviões através da estratégia de resiliência.	Resilience, Shipping, Ports, COVID-19, Efficiency (Resiliência, Transporte Marítimo, Portos, COVID-19, Eficiência).
<u>10. Enhancing Sustainable Maritime Business through Lean, Agile, Resilience and Green (LARG) Performance Model in Indian Seaport Supply Chain Operations</u> (Aprimorando negócios marítimos sustentáveis por meio de Lean, Modelo de Desempenho Ágil, Resiliência e Verde (LARG) em Operações da cadeia de suprimentos do	Prathvi Thumbe Narasimha ; Pradyot Ranjan Jena; Ritanjali Majhi.	Neste artigo foi analisado o estudo do método LARG sendo aplicado no gerenciamento dos portos marítimos indianos, devido a sua ineficiência problemática. Através do estudo, constaram que método LANG, atingiu o objetivo proposto pela pesquisa.	Sustainable, Seaports, India, LARG performance model, Analytical Hierarchy Process (Sustentável, Portos Marítimos, Índia, LARG, modelo de desempenho, Processo de Hierarquia Analítica).

porto marítimo indiano).			
<u>11. Bringing Design Science Research to Service Design</u> (Trazendo a Pesquisa em Ciência do Design para o Design de Serviço).	Jorge Grenha Teixeira; Lia Patrício; Tuure Tuunanen.	Neste artigo os autores abordam o assunto de DSR, em como este método utiliza de outras ferramentas (gestão de serviços, marketing, entre outros) para suas elaborações, que em conjunto, traz melhores benefícios e desempenhos em áreas como design de serviços.	Service Design, Service Research, Design Science Research (Design de serviços, pesquisa de serviços, pesquisa científica de design).
<u>12. Lean, agile, resilience and green (LARG) paradigm in supply chain operations: a trial in a seaport system</u> (Paradigma enxuto, Ágil, Resiliente e Verde (LARG) nas operações da cadeia de suprimentos: um teste em um porto marítimo sistema).	Nurul Haqimin Mohd Salleh; Nur Ain Solehah Abd Rasidi; Jagan Jeevan	Neste artigo é abordado o estudo usando o método LANG para conter os problemas causados pelas ineficiências portuárias e melhorar a competitividade dos portos marítimos.	
<u>13. Introduction to Design Science Research</u> (Introdução à pesquisa em ciência do design)	Jan vom Brocke; Alan Hevner; Alexander Maedche.	Este artigo é sobre o conceito de DSR, explicando o método, seus paradigmas e formas de abordar em diferentes aspectos de trabalho e resultados esperados do método aplicado.	
<u>14. Challenges in the Maritime-Land Interface: Maritime Freight and</u>	Theo Notteboom; Jean-Paul Rodrigue.	Neste artigo é apresentada uma visão geral sobre os	Maritime Transportation, Seaport, Logistics,

<p><u>Logistics</u> (Desafios na Interface Marítimo-Terra: Frete Marítimo e Logística)</p>		<p>desenvolvimentos do mercado econômico e logístico que afetam os portos marítimos.</p>	<p>Maritime-Land Interface, Development Zones (Transporte Marítimo, Porto Marítimo, Logística, Interface Marítimo-Terra, Zonas de Desenvolvimento.)</p>
<p><u>15. Design Science Research Evaluation</u> (Avaliação de pesquisa em ciência de design)</p>	<p>Ken Peffers; Marcus Rothenberger; Tuure Tuunanen; Reza Vaezi.</p>	<p>Neste artigo, aborda diferentes maneiras de trabalhar-se com o DSR; como realizar as avaliações e quais métodos encaixam-se.</p>	
<p><u>16. Dry Port as a Lean and green strategy in a container terminal hub: a Mathematical Programming Model</u> (Porto Seco como estratégia Lean e verde em um terminal de contêineres: um modelo de programação matemática)</p>	<p>Salvatore Digiesi; Francesco Facchini; Giovanni Mummolo.</p>	<p>Este artigo trata do assunto sobre o transporte marítimo de cargas, especificamente de contêineres. Ademais, retrata a importância dos portos e sua logística. Com isso, elaboram um método matemático para auxiliar na tomada de decisão da melhor estratégia a ser utilizada, tudo com bases no conceito de “lean logistic”.</p>	<p>lean logistic, container terminal, material handling, container relocation problem, dry port (logística enxuta, terminal de contêineres, movimentação de materiais, problema de realocação de contêineres, porto seco).</p>
<p><u>17. Lean organization: a new direction for ports in global logistics</u> (Organização enxuta: um novo rumo para os portos na logística global).</p>	<p>Eon-Seong Lee; Dong-Wook Song.</p>	<p>Este artigo aborda a importância dos portos e sua logística em conjunto com a organização.</p>	<p>lean organization, port, global logistics, organizational learning, conceptual application (organização enxuta, porto, logística global, aprendizagem organizacional,</p>

			aplicação conceitual).
<u>18. Design Science: Estudo de um campo teórico</u>	Luciana Emirena dos Santos Carneiro; Mauricio Barcellos Almeida.	Este artigo aborda os avanços do método Desing Science Research, através do estudo de trabalhos brasileiros como base bibliográfica.	Design Science; Design Science Research; Ciência do Artificial.

3 ESTADO DA ARTE

Os principais problemas logísticos que ocorrem nos portos incluem congestionamento, manuseio ineficiente de cargas e infraestrutura inadequada, o que pode levar a atrasos e aumento de custos. Os problemas ambientais geralmente envolvem poluição, interrupção do habitat e aumento das emissões de carbono devido às atividades marítimas e às operações portuárias.

O congestionamento portuário é um problema significativo que leva a atrasos e aumento dos custos operacionais. Um estudo de Notteboom e Rodrigue (2014) discute as causas e consequências do congestionamento portuário, enfatizando a necessidade de melhores práticas de gestão para aumentar a eficiência.

2. Manuseio de carga ineficiente: O manuseio ineficiente de cargas pode levar ao aumento do tempo de resposta das embarcações, o que destaca a importância da adoção de tecnologias avançadas e estratégias operacionais.

3. Infraestrutura inadequada: A infraestrutura deficiente pode dificultar as operações portuárias e levar a ineficiências. Instalações inadequadas e equipamentos desatualizados podem impactar significativamente a capacidade dos portos de lidar com volumes crescentes de carga.

4. Problemas ambientais: Os portos enfrentam desafios ambientais, como poluição e interrupção do habitat.

5. Emissões de carbono: O setor marítimo contribui significativamente para as emissões de gases de efeito estufa. Um estudo de (Karas, 2023) discute o impacto ambiental das atividades marítimas e portuárias, enfatizando a necessidade de tecnologias e práticas mais ecológicas.

A abordagem LEAN pode reduzir significativamente os problemas logísticos nas operações portuárias, concentrando-se na maximização do valor e minimizando o desperdício. Aqui está uma análise de como os princípios LEAN podem abordar questões logísticas específicas, apoiada por artigos científicos:

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A revisão da literatura foi conduzida das formas estruturada e convencional.

A pesquisa estruturada foi usado o aplicativo Publish or Perish para coletar artigos científicos publicados na plataforma Google Scholar usando a palavra-chave Lean port. e teve como objetivos encontrar e sistematizar artigos acadêmicos sobre a metodologia *Lean* em terminais/portos.

5 RESULTADOS

Com base na primeira busca foram obtidos 200 artigos.

Pode -se traçar a estratégia da seleção, primeiro pelas palavras-chave, depois pelo título e depois pelo resumo.

A simulação e avaliação do impacto da simulação no desenvolvimento de portas enxutas e redes portuárias enxutas envolvem o uso de técnicas de modelagem para analisar e otimizar as operações portuárias, com o objetivo de aumentar a eficiência, reduzir o desperdício e melhorar o desempenho geral. Aqui estão alguns aspectos importantes a serem considerados:

a. **Técnicas de simulação:** Vários métodos de simulação, como simulação de eventos discretos e dinâmica do sistema, podem ser empregados para modelar operações portuárias complexas. Essas técnicas permitem que as partes interessadas visualizem processos, identifiquem gargalos e avaliem os efeitos de diferentes estratégias operacionais.

b. **Avaliação de impacto:** A avaliação dos resultados da simulação pode fornecer informações valiosas sobre como os princípios enxutos podem ser aplicados nas operações portuárias. Ao simular diferentes cenários, os portos podem avaliar o impacto potencial da implementação de práticas enxutas, como entrega just-in-time, redução de desperdício e melhoria contínua.

c. **Métricas de desempenho:** Os principais indicadores de desempenho (KPIs), como tempo de resposta, eficiência no manuseio de cargas e utilização de recursos, podem ser analisados por meio de simulações. Isso ajuda a entender como as estratégias enxutas podem levar a melhorias nessas métricas.

d. **Suporte à decisão:** A simulação serve como uma ferramenta de apoio à decisão, permitindo que as autoridades portuárias testem várias estratégias sem incorrer nos custos e riscos associados à implementação no mundo real. Isso é particularmente útil para avaliar o impacto de novas tecnologias, mudanças na infraestrutura ou ajustes operacionais.

e. **Colaboração e engajamento das partes interessadas:** Ao envolver várias partes interessadas no processo de simulação, os portos podem promover a colaboração e reunir diversas perspectivas sobre os desafios operacionais. Essa

abordagem colaborativa pode levar a soluções enxutas mais eficazes, adaptadas às necessidades específicas da rede portuária.

f. **Estudos de caso:** Pesquisas e estudos de caso, como os de Notteboom e Rodrigue (2009) e Wang et al. (2016), demonstram como a simulação tem sido aplicada com sucesso em contextos de porto enxuto. Esses estudos destacam os benefícios da melhoria da eficiência e da redução de custos por meio da aplicação de princípios enxutos informados por insights de simulação.

g. **Melhoria contínua:** A natureza iterativa da simulação permite que as portas refinem continuamente suas operações. Ao avaliar regularmente o impacto das mudanças implementadas por meio de simulação, os portos podem adaptar e desenvolver suas estratégias enxutas para atender às demandas e desafios em constante mudança.

7 CONCLUSÕES

Percebe-se a necessidade de implementação de um sistema Lean no cenário atual do Brasil, e analisar a infraestrutura, tecnologia e mão de obra necessária, é justificado a viabilidade e os benefícios de utilizar esse método, ao utilizar a ideia base e estudo de implementação desse sistema, é visto a viabilidade de se implementar no Brasil, por questões econômicas como redução de custos com movimentação, armazenamento e economia de tempo, e também pela possibilidade de realizar as modificações necessárias nas estruturas presentes.

REFERÊNCIAS

- Caldeira Dos Santos, M., & Hilsdorf, W. D. C. (2019). Planning and organization of road port access: The case of the Port of Santos. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 75, 236–248. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.08.030>
- Casaca, A. C. P. (2005). Simulation and the Lean Port Environment. *Maritime Economics & Logistics*, 7(3), 262–280. <https://doi.org/10.1057/palgrave.mel.9100137>
- Eldin Youssef Abdel Raouf, E., Al-Saeed Abdul-Qader, M., Abdul-Hafez, M., & Ismail Ahmed Hafez, A. (2023). Analyzing the efficiency criteria of the hub ports in the Mediterranean (The current state of the hub ports in the vicinity of East Port Said port). *المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية*, 14(1), 300–326. <https://doi.org/10.21608/jces.2023.297398>
- James, A. P., Howard, J. M., Basilotto, J. P., & Harbottle, H. (Inglês). *Megaports and load centers of the future with*. Southwest Region University TRansportation Center.
- Karas, A. (2023). An Analysis Of The Carbon Footprint In Maritime Transport: Challenges And Opportunities For Reducing Greenhouse Gas Emissions. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 17(1), 199–203. <https://doi.org/10.12716/1001.17.01.22>

- Notteboom, T. E., & Rodrigue, J.-P. (2014). *Regionalização Portuária: Rumo a uma Nova Fase no Desenvolvimento Portuário*. 5.
- Omar Moeis, A., Wirawan, N. F., Destyanto, A. R., D. Setiawan, A., Hartoyo Putra, B. H., Yuri Zagloel, T., & Hidayatno, A. (2022). Locating a Hub Port in Eastern Indonesia Using Network Analytics. *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*, 23(2), 49–54. <https://doi.org/10.25104/transla.v23i2.1695>
- Pamadi, M., & Sari, Y. A. (2022). Challenges of Developing a Logistics Hub Case Study: Batu Ampar Port. *TATALOKA*, 24(3), 249–256. <https://doi.org/10.14710/tataloka.24.3.249-256>

A RELAÇÃO PORTO-CIDADE E OS PROJETOS SOCIAIS DO PORTO DO ITAQUI NA REGIÃO ITAQUI-BACANGA

Wilton Rodrigues da Silva
EMAP Porto do Itaqui / MA

Resumo: Este estudo investiga a relação entre as atividades portuárias do Porto do Itaqui e os impactos socioeconômicos na região Itaqui-Bacanga, em São Luís, Maranhão. A análise se baseia em uma abordagem multifacetada que inclui revisão de literatura, trabalhos de campo e análise de dados. Os resultados destacam que os programas e projetos implementados pelo porto têm gerado benefícios significativos, como a geração de empregos, aumento da renda familiar e desenvolvimento de fornecedores locais. Projetos como o Programa Manguará e o Projeto Valoriza Mulher mostraram-se eficazes em promover a coesão social e melhorar a qualidade de vida das comunidades. Recomenda-se fortalecer parcerias com as comunidades locais, expandir programas de desenvolvimento econômico, promover a sustentabilidade ambiental, aprimorar programas educacionais e de capacitação, investir em infraestrutura comunitária, fortalecer a transparência e a governança e fomentar a inovação e a tecnologia para maximizar os benefícios das atividades portuárias e promover um desenvolvimento sustentável e inclusivo.

Palavras-chave: Porto do Itaqui; impactos socioeconômicos; responsabilidade social corporativa; desenvolvimento sustentável.

Abstract: This study investigates the relationship between the port activities of Porto do Itaqui and the socioeconomic impacts in the Itaqui-Bacanga region, in São Luís, Maranhão. The analysis is based on a multifaceted approach that includes literature review, fieldwork, and data analysis. The results highlight that the programs and projects implemented by the port have generated significant benefits, such as job creation, increased household income, and the development of local suppliers. Projects like the Manguará Program and the Valoriza Mulher Project have proven effective in promoting social cohesion and improving the quality of life in communities. It is recommended to strengthen partnerships with local communities, expand economic development programs, promote environmental sustainability, enhance educational and training programs, invest in community infrastructure, strengthen transparency and governance, and foster innovation and technology to maximize the benefits of port activities and promote sustainable and inclusive development.

Keywords: Port of Itaqui; socioeconomic impacts; corporate social responsibility; sustainable development.

1 INTRODUÇÃO

O transporte marítimo é uma das modalidades mais antigas e importantes de transporte de cargas no mundo, desempenhando um papel crucial no comércio global. Sua importância se deve à capacidade de transportar grandes volumes de mercadorias de maneira eficiente e econômica, conectando continentes e permitindo a circulação de bens de consumo, matérias-primas e produtos industriais. A infraestrutura portuária, portanto, é essencial para a logística internacional, facilitando a exportação e importação de produtos e contribuindo significativamente para o desenvolvimento econômico dos países.

No Brasil, um país com uma extensa costa de aproximadamente 7.400 km, os portos são fundamentais para a economia nacional. Eles movimentam a maior parte das exportações e importações, sendo vitais para a competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional. Dentre os diversos portos brasileiros, o Porto do Itaqui, localizado em São Luís, Maranhão, se destaca pela sua posição estratégica na Baía de São Marcos, próxima aos mercados norte-americano e europeu. Administrado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), o Porto do Itaqui é um dos mais importantes do país, movimentando milhões de toneladas de carga anualmente, incluindo graneis sólidos, líquidos e cargas gerais.

O contexto específico do Porto do Itaqui envolve uma interação complexa entre as atividades portuárias e as comunidades circundantes, especialmente na região Itaqui-Bacanga. Esta área, que abriga cerca de 20% da população de São Luís, enfrenta diversos desafios socioeconômicos. A presença do porto traz tanto benefícios econômicos quanto impactos sociais e ambientais que precisam ser cuidadosamente gerenciados. A integração do porto com a cidade, através de projetos sociais e ambientais, é essencial para minimizar os impactos negativos e maximizar os benefícios para a população local.

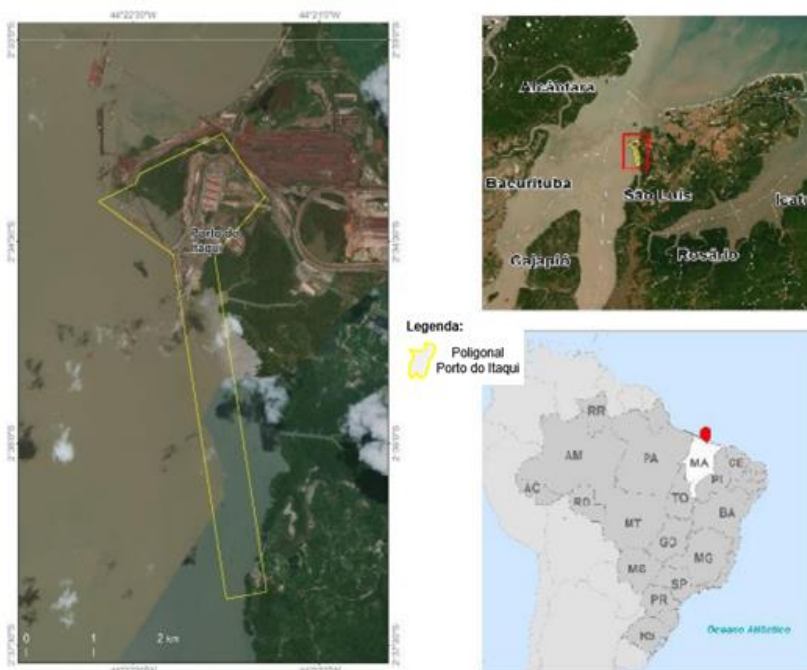


Figura 01 – Localização do Porto do Itaqui.
Fonte: Google Earth (2015), adaptado pelo autor.

Diante da relevância do Porto do Itaqui para a economia do Maranhão e do Brasil, surge a necessidade de entender os impactos socioeconômicos das suas atividades nas comunidades circundantes. A região Itaqui-Bacanga, em particular, é diretamente afetada pelas operações do porto. Embora o desenvolvimento portuário traga oportunidades de emprego e crescimento econômico, também pode resultar em desafios como a degradação ambiental, deslocamento de comunidades e pressões sobre a infraestrutura urbana. Assim, o problema central deste estudo é investigar como as atividades do Porto do Itaqui impactam socioeconomicamente a região Itaqui-Bacanga. É fundamental compreender de que maneira os projetos sociais e ambientais promovidos pelo porto contribuem para a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais. Além disso, é necessário avaliar se esses projetos são eficazes em mitigar os impactos negativos das operações portuárias e em promover um desenvolvimento sustentável e inclusivo.

O objetivo geral deste estudo é analisar a relação do Porto do Itaqui com a região Itaqui-Bacanga, com foco na inserção de projetos sociais e ambientais, e avaliar seus impactos socioeconômicos nas comunidades locais. Para alcançar este objetivo, foram definidos alguns objetivos específicos. O primeiro é levantar informações sobre os projetos sociais e ambientais do Porto do Itaqui que beneficiam a região Itaqui-Bacanga. Em seguida, é necessário identificar a existência de beneficiamento direto da comunidade por meio desses projetos e traçar o perfil dos públicos atendidos. Outro objetivo é espacializar os projetos sociais e ambientais do Porto do Itaqui através de imagens e mapas descritivos, apresentando a distribuição dos benefícios na região. Por fim, o estudo busca indicar novas oportunidades e sugerir ações para a implantação de novos projetos sociais e ambientais que possam beneficiar diretamente a população da região Itaqui-Bacanga.

Com esses objetivos, este estudo busca oferecer uma visão abrangente e detalhada da dinâmica entre o Porto do Itaqui e a comunidade Itaqui-Bacanga, contribuindo para uma gestão portuária mais responsável e para o desenvolvimento sustentável da região. Entender essa relação é essencial para criar políticas e estratégias que não só promovam o crescimento econômico, mas também garantam o bem-estar das comunidades envolvidas, assegurando que os benefícios do desenvolvimento portuário sejam amplamente compartilhados.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 Introdução ao Transporte Marítimo

O transporte marítimo desempenha um papel fundamental no comércio global, sendo uma das modalidades de transporte mais antigas e amplamente utilizadas na história da humanidade. Desde os tempos antigos, a navegação marítima tem sido crucial para a expansão das civilizações, facilitando o comércio entre diferentes regiões do mundo e promovendo o intercâmbio cultural, econômico e tecnológico. Atualmente, o transporte marítimo continua a ser um pilar essencial da economia global, movendo a maior parte das mercadorias que circulam internacionalmente (CULLINANE; CANÇÃO; WANG, 2005).

O transporte marítimo é responsável por cerca de 80% do comércio mundial em termos de volume e mais de 70% em termos de valor. Esse meio de transporte é vital para a economia global porque permite o movimento eficiente de grandes

quantidades de mercadorias entre países e continentes. A capacidade de transportar enormes volumes de carga em uma única viagem torna o transporte marítimo altamente eficiente em termos de custo-benefício, especialmente para produtos de baixo valor agregado que são volumosos ou pesados, como grãos, petróleo, minerais e produtos químicos (CULLINANE; CANÇÃO; WANG, 2005).

Os portos marítimos, como hubs logísticos, desempenham um papel crucial na facilitação do comércio internacional. Eles servem como pontos de entrada e saída para mercadorias, conectando o comércio global através de complexas redes de transporte. Portos eficientes contribuem significativamente para a redução de custos de transporte e tempos de entrega, aumentando a competitividade das economias nacionais no mercado global. Além disso, a indústria de transporte marítimo gera milhões de empregos diretos e indiretos em todo o mundo, desde a construção naval e operações portuárias até serviços de logística e comércio (GEERTZ, 2008).

O transporte aquaviário possui várias características distintivas que o tornam vantajoso para o comércio global. Primeiramente, a capacidade de carga dos navios é significativamente maior do que a de outros modos de transporte, como rodoviário ou ferroviário. Um único navio de grande porte pode transportar milhares de contêineres ou centenas de milhares de toneladas de granel, o que resulta em economias de escala substanciais. Esse fator é particularmente importante para a movimentação de commodities em grandes volumes, onde os custos por unidade de carga são reduzidos (MADEIRA; KRYGIER, 2011).

Outra característica importante do transporte aquaviário é a sua eficiência energética. Em comparação com o transporte rodoviário e aéreo, o transporte marítimo consome menos combustível por tonelada-quilômetro, tornando-se uma opção mais sustentável e ambientalmente amigável. A eficiência do transporte marítimo contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, alinhando-se com as metas globais de sustentabilidade e mitigação das mudanças climáticas (MENDONÇA; CUNHA; LUIZ, 2016).

A flexibilidade é outra vantagem do transporte aquaviário. Navios de diferentes tipos e tamanhos podem ser utilizados para transportar uma vasta gama de mercadorias, desde cargas secas a líquidos, produtos refrigerados e cargas perigosas. Além disso, os navios podem operar em diversas rotas marítimas, conectando praticamente todos os pontos do globo que possuem acesso a corpos d'água navegáveis. Isso proporciona uma ampla rede de distribuição que é essencial para o comércio internacional (KEEDI; MENDONÇA, 2000).

Além das características operacionais, o transporte marítimo é suportado por uma infraestrutura robusta de portos e terminais que facilita a carga, descarga e armazenamento de mercadorias. Os portos modernos são equipados com tecnologias avançadas para manuseio de carga, segurança e logística, otimizando o fluxo de mercadorias e minimizando o tempo de espera. Essa infraestrutura é crítica para a eficiência do comércio global, pois permite a movimentação rápida e segura de mercadorias entre diferentes regiões (CRESWELL; CRESWELL, 2021).

Em termos econômicos, o transporte marítimo oferece custos operacionais mais baixos em comparação com outros modos de transporte, especialmente para longas distâncias. As tarifas de frete marítimo são geralmente mais competitivas devido às economias de escala e à alta capacidade de carga dos navios. Isso torna o transporte marítimo a escolha preferida para empresas que buscam reduzir seus custos logísticos e aumentar suas margens de lucro (DUTRA et al., 2015).

O transporte marítimo é uma espinha dorsal do comércio global devido à sua capacidade de movimentar grandes volumes de mercadorias de forma eficiente e

econômica. Suas características, como alta capacidade de carga, eficiência energética, flexibilidade e infraestrutura robusta, oferecem vantagens significativas que o tornam indispensável para a economia mundial. A continuidade do desenvolvimento e modernização do transporte marítimo é essencial para sustentar o crescimento do comércio internacional e para enfrentar os desafios ambientais e econômicos do futuro (GUIMARÃES et al., 2014).

2.1.2 Infraestrutura Portuária

A infraestrutura portuária é um componente crucial para o desenvolvimento econômico e a facilitação do comércio internacional. O desenvolvimento e a modernização dos portos têm sido fundamentais para melhorar a eficiência logística, reduzir custos de transporte e aumentar a competitividade das economias regionais e nacionais. Os portos modernos são centros logísticos avançados que não apenas servem como pontos de transferência de mercadorias entre diferentes modos de transporte, mas também oferecem uma gama de serviços de valor agregado que impulsionam o comércio e o desenvolvimento econômico (DUTRA et al., 2015).

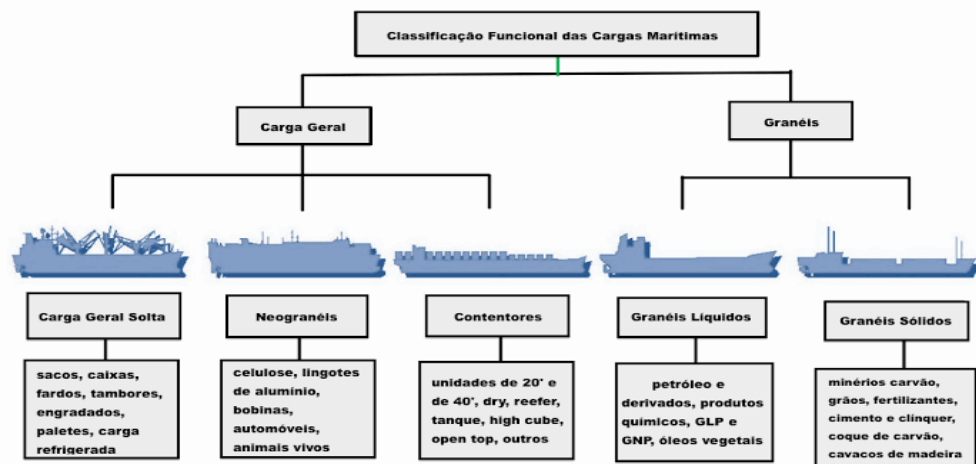


Figura 02 – Estrutura funcional das cargas marítimas.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

O desenvolvimento de portos envolve a construção e expansão de instalações físicas, como cais, terminais de contêineres, armazéns e áreas de armazenamento a céu aberto. Essas infraestruturas são projetadas para acomodar navios de diferentes tamanhos e tipos, desde pequenos barcos de pesca até grandes navios porta-contêineres e petroleiros. A modernização de portos, por sua vez, envolve a atualização de equipamentos e sistemas de manuseio de carga, como guindastes, correias transportadoras e sistemas automatizados de movimentação de contêineres. Esses avanços tecnológicos são essenciais para aumentar a eficiência operacional, reduzir tempos de espera e melhorar a segurança das operações portuárias (CULLINANE; CANÇÃO; WANG, 2005).

Além das infraestruturas físicas, o desenvolvimento de portos modernos também requer investimentos em tecnologia da informação e comunicação. Sistemas de gestão portuária, como o Port Community System (PCS) e o Terminal Operating System (TOS), são fundamentais para coordenar as operações logísticas, desde a chegada dos navios até a distribuição final das mercadorias. Esses sistemas permitem

uma gestão integrada e em tempo real das operações, melhorando a eficiência e a transparência dos processos logísticos (CRESWELL; CRESWELL, 2021).

A sustentabilidade é outro aspecto importante do desenvolvimento e modernização de portos. Portos modernos estão cada vez mais adotando práticas e tecnologias sustentáveis para minimizar os impactos ambientais de suas operações. Isso inclui o uso de fontes de energia renovável, como painéis solares e turbinas eólicas, a implementação de sistemas de gestão de resíduos e a adoção de tecnologias de redução de emissões de carbono. A sustentabilidade não é apenas uma exigência regulatória, mas também uma necessidade estratégica para atrair investimentos e ganhar a confiança da comunidade e das partes interessadas (MENDONÇA; CUNHA; LUIZ, 2016).

Os portos desempenham um papel vital na economia regional e nacional, atuando como motores de crescimento econômico e desenvolvimento. Eles são pontos de entrada e saída para mercadorias, conectando economias locais aos mercados globais e facilitando o fluxo de bens, serviços e capital. A localização estratégica dos portos permite o acesso a redes de transporte multimodal, incluindo rodovias, ferrovias e vias navegáveis interiores, o que é essencial para a eficiência logística e a competitividade econômica (GUIMARÃES et al., 2014).

Na economia regional, os portos são centros de emprego e desenvolvimento industrial. Eles criam empregos diretos em operações portuárias, como carga e descarga de navios, manutenção de infraestruturas e serviços de segurança. Além disso, geram empregos indiretos em setores relacionados, como transporte, logística, comércio e manufatura. As atividades portuárias também estimulam o desenvolvimento de parques industriais e zonas de processamento de exportação nas proximidades dos portos, atraindo investimentos e promovendo a diversificação econômica (GEERTZ, 2008).

Os portos contribuem significativamente para a arrecadação de receitas fiscais e para a balança comercial dos países. As taxas portuárias, tarifas de manuseio de carga e outros serviços geram receitas importantes para os governos locais e nacionais. Além disso, ao facilitar a exportação de produtos agrícolas, minerais, manufaturados e outros bens, os portos ajudam a melhorar a balança comercial e a aumentar as reservas de moeda estrangeira (KEEDI; MENDONÇA, 2000).

No contexto nacional, os portos são fundamentais para a segurança energética e alimentar. Muitos portos são pontos de entrada para importações de petróleo, gás natural, grãos e outros produtos essenciais. A eficiência e a capacidade dos portos de manusear essas importações são cruciais para garantir o abastecimento constante de energia e alimentos, que são vitais para a estabilidade econômica e social do país (MADEIRA; KRYGIER, 2011).

Os portos também desempenham um papel crucial na atração de investimentos estrangeiros diretos (IED). A presença de infraestruturas portuárias modernas e eficientes é um fator decisivo para empresas multinacionais que buscam estabelecer operações em novos mercados. Portos eficientes reduzem os custos logísticos e melhoram a confiabilidade das cadeias de suprimentos, tornando as regiões portuárias mais atraentes para investimentos industriais e comerciais (GUIMARÃES et al., 2014).

Em termos de política econômica, os portos são instrumentos estratégicos para a promoção do comércio exterior e a integração econômica regional. Eles facilitam a participação dos países em acordos comerciais internacionais e blocos econômicos, promovendo o acesso a novos mercados e oportunidades de negócios. A integração regional através de redes de transporte eficientes fortalece as relações econômicas

entre os países e contribui para o desenvolvimento econômico sustentável (CULLINANE; CANÇÃO; WANG, 2005).

O desenvolvimento e a modernização dos portos são essenciais para melhorar a eficiência logística, reduzir custos de transporte e aumentar a competitividade econômica. Os portos desempenham um papel central na economia regional e nacional, criando empregos, gerando receitas fiscais, facilitando o comércio exterior e atraindo investimentos. A sustentabilidade e a adoção de tecnologias avançadas são fundamentais para o desenvolvimento de portos modernos, que são motores de crescimento econômico e desenvolvimento sustentável (DUTRA et al., 2015).

2.1.3 Relação Porto-Cidade

A relação porto-cidade tem sido objeto de estudo em diversas áreas, incluindo geografia urbana, economia, planejamento urbano e ambiental. As teorias sobre a integração porto-cidade buscam compreender como as atividades portuárias e urbanas podem coexistir e se complementar de maneira que promovam o desenvolvimento sustentável e o bem-estar das comunidades locais (JACOBS; DUCRUET; DE LANGEN, 2010).

Uma das principais teorias nesse campo é a teoria da "Interface Porto-Cidade", que sugere que os portos e as cidades devem ser vistos como sistemas interligados e interdependentes. Segundo essa teoria, o desenvolvimento portuário deve ser integrado ao planejamento urbano para maximizar os benefícios econômicos e minimizar os impactos negativos. A interface porto-cidade envolve a criação de zonas de transição, onde atividades portuárias e urbanas podem coexistir de forma harmoniosa. Essas zonas de transição incluem áreas comerciais, parques industriais, zonas de desenvolvimento logístico e espaços públicos que promovem a interação entre a cidade e o porto (NOTTEBOOM; RODRIGUE, 2005).

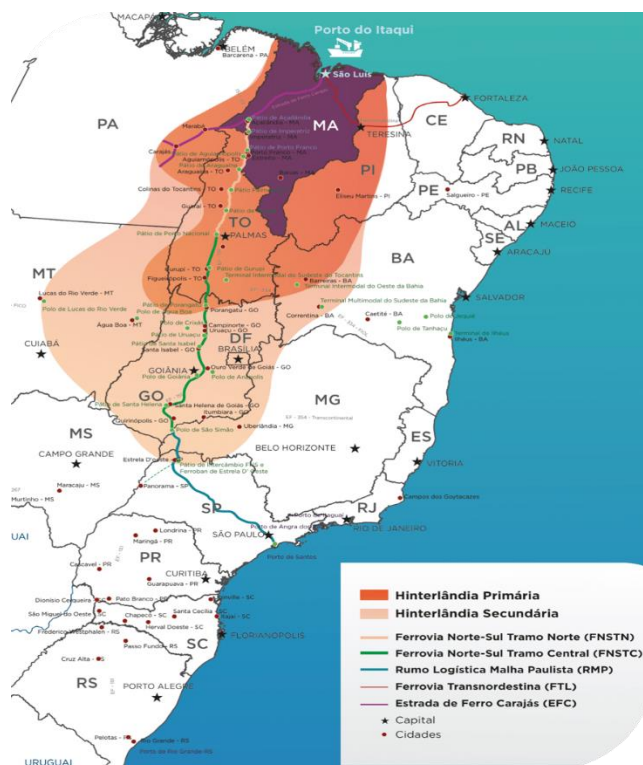


Figura 03 – Hinterlândia do Porto do Itaqui.
Fonte: Apresentação Institucional da EMAP, 2023.

Outra teoria relevante é a teoria da "Ecologia Urbana", que examina como os portos influenciam e são influenciados pelo ambiente urbano. De acordo com essa abordagem, os portos são considerados como ecossistemas urbanos que interagem com outros componentes da cidade, como infraestrutura de transporte, economia local, meio ambiente e comunidade. A ecologia urbana enfatiza a importância de considerar os impactos ambientais das atividades portuárias e a necessidade de adotar práticas sustentáveis para preservar a qualidade de vida nas áreas urbanas adjacentes (BROLLO; CARRIERI, 2011).

A teoria do "Ciclo de Vida dos Portos" também oferece uma perspectiva útil sobre a relação porto-cidade. Esta teoria sugere que os portos passam por diferentes fases de desenvolvimento ao longo do tempo, desde a fase de crescimento inicial até a maturidade e, eventualmente, a possível decadência. Durante cada fase, a relação entre o porto e a cidade evolui, com diferentes desafios e oportunidades surgindo em cada etapa. Na fase de crescimento, a expansão portuária pode trazer desenvolvimento econômico rápido, mas também pode causar tensões com as comunidades locais devido a questões como poluição e congestionamento. Na fase de maturidade, a integração porto-cidade pode ser mais estável, mas requer esforços contínuos para manter a competitividade e a sustentabilidade (BENITO et al., 2020).

As atividades portuárias têm uma gama de impactos econômicos, sociais e ambientais nas cidades que as abrigam. Esses impactos podem ser tanto positivos quanto negativos, e a gestão eficaz desses impactos é crucial para assegurar que os benefícios do desenvolvimento portuário sejam amplamente compartilhados pela comunidade local (HERMES; LENSINK, 2003).

Os portos são motores de crescimento econômico, gerando empregos diretos e indiretos, estimulando o desenvolvimento industrial e promovendo o comércio. As operações portuárias criam empregos em diversas áreas, incluindo carga e descarga, manutenção, segurança e serviços logísticos. Além disso, os portos atraem investimentos industriais e comerciais, contribuindo para o desenvolvimento de parques industriais e zonas econômicas especiais nas áreas adjacentes. A presença de um porto eficiente pode aumentar a competitividade econômica de uma cidade, facilitando o acesso aos mercados globais e reduzindo os custos logísticos para as empresas locais (ESTACHE; GONZÁLEZ; TRUJILLO, 2007).

No entanto, a expansão portuária também pode levar a desafios econômicos, como a gentrificação e o aumento dos preços imobiliários nas áreas próximas ao porto. A demanda por terrenos industriais e comerciais pode elevar os preços, tornando-os inacessíveis para os residentes e pequenas empresas locais. Além disso, a concentração de atividades portuárias pode levar à dependência econômica de um único setor, aumentando a vulnerabilidade da economia local a flutuações no comércio global (HOPE; KLEIN; NEUFELD, 2018).

As atividades portuárias têm impactos significativos nas comunidades locais, afetando a qualidade de vida e o bem-estar social. A criação de empregos e a geração de renda são benefícios sociais importantes, proporcionando oportunidades econômicas para os residentes locais. Além disso, os portos podem contribuir para o desenvolvimento de infraestrutura urbana, como estradas, pontes e instalações públicas, que beneficiam a comunidade em geral (LAMBERT; COOPER, 2000).

Por outro lado, as atividades portuárias podem causar desafios sociais, como o deslocamento de comunidades e a degradação de áreas residenciais próximas ao porto. A expansão portuária pode exigir a remoção de bairros e a realocação de residentes, gerando tensões sociais e perda de coesão comunitária. A poluição do ar

e do ruído gerada pelas operações portuárias também pode afetar negativamente a saúde pública, causando problemas respiratórios e outros problemas de saúde entre os residentes locais (PAROLA; VIGNALE; SCIOMACHIA, 2013).

A integração porto-cidade também deve considerar a necessidade de fortalecer o capital social e cultural das comunidades locais. Projetos sociais e culturais que promovem a inclusão e a participação comunitária são essenciais para construir relações positivas entre o porto e a cidade. Esses projetos podem incluir programas educacionais, atividades culturais, e iniciativas de responsabilidade social corporativa que beneficiam diretamente os residentes locais (OECD, 2011).

Os impactos ambientais das atividades portuárias são uma preocupação crescente, especialmente em um contexto de crescente consciência sobre as mudanças climáticas e a sustentabilidade ambiental. As operações portuárias contribuem para a poluição do ar, emitindo gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos que afetam a qualidade do ar nas áreas urbanas adjacentes. A poluição da água é outro impacto ambiental significativo, resultante do descarte de resíduos e derramamentos de óleo que contaminam os corpos d'água locais (VIGNALE; SCIOMACHIA, 2015).

A expansão portuária também pode levar à degradação dos habitats naturais e à perda de biodiversidade. A construção de novas infraestruturas portuárias pode destruir áreas de manguezais, recifes de coral e outros ecossistemas costeiros que são vitais para a saúde ambiental e a proteção contra desastres naturais. Além disso, o aumento do tráfego marítimo pode introduzir espécies invasoras que ameaçam os ecossistemas locais (RODRIGUE; NOTTEBOOM, 2013).

Para mitigar esses impactos, é essencial que os portos adotem práticas sustentáveis e implementem medidas de gestão ambiental. Isso pode incluir a utilização de tecnologias de redução de emissões, sistemas de tratamento de água, e práticas de manejo sustentável de resíduos. A adoção de políticas de sustentabilidade e a certificação em normas ambientais, como a ISO 14001, também são passos importantes para assegurar que as operações portuárias sejam ambientalmente responsáveis (BICHOU, 2011).

A relação porto-cidade é complexa e multifacetada, envolvendo uma interação dinâmica entre desenvolvimento econômico, bem-estar social e sustentabilidade ambiental. As teorias sobre a integração porto-cidade oferecem valiosas perspectivas para compreender e gerenciar essa relação, enquanto os impactos econômicos, sociais e ambientais das atividades portuárias destacam a necessidade de abordagens integradas e equilibradas para promover o desenvolvimento sustentável (WANG; OLIVEIRA; NOTTEBOOM, 2021).

2.1.4 Impactos Socioeconômicos das Atividades Portuárias

As atividades portuárias desempenham um papel crucial no desenvolvimento socioeconômico das regiões em que estão localizadas. Elas geram uma série de benefícios econômicos significativos, como a criação de empregos, o aumento da renda e o desenvolvimento de fornecedores locais. Ao mesmo tempo, essas atividades têm um impacto profundo na qualidade de vida das comunidades vizinhas, afetando seu acesso a serviços e infraestrutura. A análise dos impactos socioeconômicos das atividades portuárias é essencial para entender como essas operações podem contribuir para o desenvolvimento sustentável e o bem-estar das populações locais.

Um dos principais benefícios econômicos das atividades portuárias é a geração de empregos. Portos são grandes empregadores diretos, oferecendo uma ampla gama de oportunidades de trabalho em operações de carga e descarga, manutenção de infraestrutura, segurança, administração portuária e serviços logísticos. Além dos empregos diretos, as atividades portuárias também criam um grande número de empregos indiretos em setores relacionados, como transporte rodoviário e ferroviário, armazenamento, distribuição, e serviços de apoio, incluindo alimentação e hospedagem para trabalhadores portuários.

A presença de um porto ativo pode transformar a economia local, criando uma demanda constante por mão de obra qualificada e não qualificada. Isso não apenas reduz as taxas de desemprego, mas também oferece oportunidades de treinamento e desenvolvimento profissional para a população local. Programas de capacitação e educação promovidos pelos portos e empresas associadas podem melhorar as habilidades da força de trabalho local, aumentando sua empregabilidade e potencial de ganho.

A geração de empregos nas atividades portuárias e setores relacionados contribui diretamente para o aumento da renda das famílias na região. Os salários pagos aos trabalhadores portuários e àqueles empregados em setores indiretos podem ser significativamente superiores aos rendimentos médios de outras ocupações locais, especialmente em áreas com poucas alternativas de emprego. Esse aumento da renda familiar pode ter efeitos multiplicadores na economia local, impulsionando o consumo de bens e serviços e estimulando o crescimento de pequenos negócios.

Além disso, as atividades portuárias podem atrair investimentos estrangeiros e nacionais, levando ao desenvolvimento de novas indústrias e serviços na região. Empresas de logística, manufatura, comércio e tecnologia podem estabelecer operações nas proximidades do porto, criando um ambiente de negócios dinâmico e diversificado. Esses investimentos podem gerar uma série de oportunidades econômicas adicionais, contribuindo para um ciclo de crescimento econômico sustentável.

Os portos desempenham um papel vital no desenvolvimento de fornecedores locais, promovendo a integração de pequenas e médias empresas (PMEs) na cadeia de suprimentos global. Programas de desenvolvimento de fornecedores podem ajudar as PMEs locais a melhorar suas capacidades produtivas, padrões de qualidade e práticas de gestão, tornando-as competitivas para fornecer produtos e serviços para grandes empresas portuárias e internacionais. Esses programas frequentemente incluem suporte técnico, acesso a financiamento, oportunidades de networking e treinamento especializado.

A integração de fornecedores locais nas cadeias de suprimentos portuárias pode gerar um efeito cascata positivo na economia local. As PMEs beneficiadas podem expandir suas operações, contratar mais funcionários e investir em novas tecnologias e processos produtivos. Esse desenvolvimento empresarial contribui para a diversificação econômica da região, reduzindo a dependência de setores específicos e aumentando a resiliência econômica contra choques externos.

As atividades portuárias têm um impacto significativo na qualidade de vida das comunidades vizinhas. A criação de empregos e o aumento da renda familiar podem melhorar o padrão de vida dos residentes, proporcionando-lhes melhores condições de moradia, educação e saúde. No entanto, é essencial que o desenvolvimento portuário seja gerido de maneira a minimizar os impactos negativos que podem surgir, como poluição, congestionamento e deslocamento de comunidades.

A presença de um porto bem administrado pode melhorar a infraestrutura urbana e os serviços públicos na região. Investimentos em infraestrutura rodoviária, ferroviária e de transporte público podem facilitar a mobilidade dos residentes e melhorar o acesso a mercados e serviços. Além disso, muitos portos implementam programas sociais e comunitários, como iniciativas de saúde, educação e desenvolvimento comunitário, que beneficiam diretamente a população local.

Os portos podem melhorar significativamente o acesso a serviços e infraestrutura nas comunidades adjacentes. A construção e manutenção de infraestruturas portuárias, como estradas, pontes e redes de transporte público, não só facilitam as operações portuárias, mas também beneficiam a mobilidade dos residentes locais. Além disso, os portos frequentemente investem em projetos de desenvolvimento urbano que melhoram as instalações públicas, como parques, centros comunitários e espaços recreativos.

A implementação de programas de responsabilidade social corporativa (RSC) pelos portos e empresas associadas também pode melhorar o acesso a serviços essenciais. Esses programas podem incluir iniciativas de saúde pública, como clínicas móveis e campanhas de vacinação, bem como programas educacionais que oferecem bolsas de estudo, treinamento vocacional e suporte escolar. Esses serviços são particularmente importantes em áreas que podem ter sido historicamente negligenciadas pelo investimento público.

Além disso, a colaboração entre portos e autoridades locais pode resultar em projetos de infraestrutura que atendem tanto às necessidades portuárias quanto às necessidades da comunidade. Por exemplo, projetos de infraestrutura verde, como a construção de áreas de conservação e espaços verdes urbanos, podem proporcionar benefícios ambientais e sociais, melhorando a qualidade do ar e oferecendo espaços de lazer para os residentes.

As atividades portuárias têm um impacto socioeconômico profundo nas regiões em que estão localizadas. Elas geram uma série de benefícios econômicos, incluindo a criação de empregos, aumento da renda e desenvolvimento de fornecedores locais. Ao mesmo tempo, essas atividades têm o potencial de melhorar a qualidade de vida das comunidades vizinhas e aumentar o acesso a serviços e infraestrutura. No entanto, é crucial que esses impactos sejam geridos de maneira equilibrada e sustentável, garantindo que os benefícios econômicos não sejam acompanhados de custos sociais e ambientais desproporcionais. A integração efetiva das atividades portuárias com o desenvolvimento urbano e comunitário é essencial para promover um desenvolvimento sustentável e inclusivo.

2.1.5 Responsabilidade Social Corporativa (RSC)

A Responsabilidade Social Corporativa (RSC) é um conceito que se refere ao compromisso das empresas em contribuir para o desenvolvimento sustentável, assumindo responsabilidades além das exigências legais e econômicas. Esse compromisso envolve práticas que beneficiam a sociedade, o meio ambiente e a economia, promovendo o bem-estar das comunidades e preservando os recursos naturais para as futuras gerações. A RSC é baseada na premissa de que as empresas não operam isoladamente, mas sim como parte integrante da sociedade, e, portanto, têm a obrigação moral de atuar de maneira ética e responsável.

A importância da RSC no contexto empresarial contemporâneo não pode ser subestimada. Primeiro, a RSC ajuda a construir uma reputação positiva para as empresas, o que pode resultar em uma vantagem competitiva significativa.

Consumidores e investidores estão cada vez mais atentos às práticas de sustentabilidade e responsabilidade social das empresas com as quais se associam. Uma forte reputação em RSC pode atrair e reter clientes, investidores e talentos, além de fortalecer as relações com as partes interessadas.

Além disso, a RSC pode contribuir para a melhoria do ambiente de trabalho, aumentando o engajamento e a satisfação dos funcionários. Programas de responsabilidade social que promovem a saúde, segurança, diversidade e inclusão no local de trabalho criam um ambiente mais positivo e produtivo. Funcionários que percebem sua empresa como ética e responsável são mais propensos a serem leais e dedicados, resultando em menor rotatividade e maior produtividade.

A RSC também desempenha um papel crucial na gestão de riscos. Empresas que adotam práticas de responsabilidade social são mais capazes de identificar e mitigar riscos ambientais, sociais e de governança (ESG). Isso inclui a gestão de impactos ambientais, como a redução de emissões de carbono e a gestão de resíduos, bem como a promoção de práticas laborais justas e seguras. Ao abordar esses riscos proativamente, as empresas podem evitar multas, sanções e danos à reputação.

Finalmente, a RSC contribui para o desenvolvimento sustentável das comunidades onde as empresas operam. Investimentos em projetos sociais, educacionais e ambientais podem melhorar a qualidade de vida das populações locais, promovendo a inclusão social e o desenvolvimento econômico. Ao apoiar as comunidades, as empresas não apenas cumprem suas responsabilidades éticas, mas também fortalecem suas licenças sociais para operar, garantindo a continuidade de suas operações no longo prazo.

A aplicação de práticas de RSC em contextos portuários é particularmente importante devido aos impactos significativos que as operações portuárias podem ter sobre as comunidades locais e o meio ambiente. Portos modernos estão cada vez mais conscientes de suas responsabilidades sociais e ambientais, implementando uma série de iniciativas para promover a sustentabilidade e o bem-estar das comunidades.

A gestão ambiental é um componente central das práticas de RSC em portos. As operações portuárias podem causar poluição do ar e da água, ruído e degradação do solo. Para mitigar esses impactos, muitos portos adotam tecnologias e práticas sustentáveis. Isso inclui a instalação de sistemas de controle de emissões para reduzir a poluição do ar, a implementação de programas de gestão de resíduos para reciclar e reduzir a geração de resíduos e a utilização de fontes de energia renovável, como painéis solares e turbinas eólicas.

Portos também investem em iniciativas de conservação e restauração ambiental. Projetos de restauração de manguezais, áreas de proteção de recifes de coral e programas de monitoramento da biodiversidade são exemplos de ações que ajudam a preservar os ecossistemas costeiros. Essas iniciativas não só protegem o meio ambiente, mas também contribuem para a resiliência das comunidades locais contra os efeitos das mudanças climáticas.

O engajamento comunitário é outra prática essencial de RSC nos contextos portuários. Portos frequentemente interagem com uma ampla gama de partes interessadas, incluindo residentes locais, autoridades governamentais, organizações não governamentais (ONGs) e empresas. A construção de relações positivas com essas partes interessadas é crucial para a aceitação social das operações portuárias.

Programas de engajamento comunitário podem incluir consultas públicas, reuniões comunitárias e parcerias com organizações locais. Esses programas

permitem que os portos compreendam as preocupações e necessidades das comunidades e desenvolvam respostas adequadas. Além disso, o engajamento comunitário pode incluir iniciativas de desenvolvimento social, como programas educacionais, apoio a pequenas empresas locais e projetos de infraestrutura comunitária.

Portos também desempenham um papel significativo no desenvolvimento social e econômico das regiões onde estão localizados. Programas de desenvolvimento de fornecedores locais, como o mencionado anteriormente, ajudam pequenas e médias empresas a se tornarem parte da cadeia de suprimentos portuária, promovendo o crescimento econômico local. Além disso, portos frequentemente investem em programas de capacitação e treinamento para aumentar a empregabilidade da população local.

Outro aspecto importante do desenvolvimento social é a promoção da inclusão e diversidade. Portos podem implementar políticas e programas que promovam a igualdade de oportunidades para todos os grupos sociais, incluindo mulheres, minorias étnicas e pessoas com deficiência. Programas de inclusão podem incluir desde iniciativas de recrutamento diversificado até o apoio a empreendimentos sociais que beneficiem grupos vulneráveis.

A promoção da saúde e segurança é uma prática fundamental de RSC nos portos. As operações portuárias envolvem riscos significativos, tanto para os trabalhadores quanto para as comunidades locais. Programas de segurança ocupacional são essenciais para garantir que os trabalhadores estejam protegidos contra acidentes e doenças relacionadas ao trabalho. Isso inclui treinamento em segurança, equipamentos de proteção individual (EPIs) e a implementação de protocolos de segurança rigorosos.

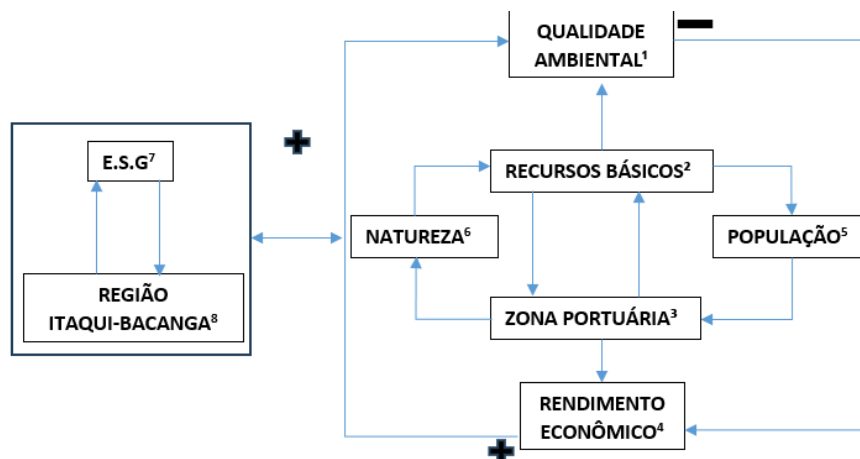


Figura 04 – Processo de retroalimentação positiva da região Itaqui-Bacanga e o porto cidade.
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

- Qualidade Ambiental¹: As características do ambiente em relação a capacidade de sustentar a vida e dispor condições adequadas para o bem-estar humano;
- Recursos Básicos²: Trata-se de insumos disponíveis na natureza, exemplo: água, terra e petróleo;
- Zona Portuária³: É uma área abrigada das ondas e correntes frente a um oceano, mar ou rio, visando a atracação de navios para carregamento/descarregamento;
- Rendimento Econômico⁴: Representa o valor total de todos os bens e serviços produzidos em um determinado período;
- População⁵: O conjunto de indivíduos/pessoas que vivem em um espaço dentro

de um determinado período.

➤ **Natureza⁶:** *Mundo natural que envolvem elementos e fenômenos no espaço geográfico.*

✚ **E.S.G⁷:** *A governança ambiental, social e corporativa que envolvem diversas tomadas de decisão frente as boas práticas e padrões aplicados nas áreas do entorno.*

✚ **Região Itaqui-Bacanga⁸:** *Tipicamente portuária, localizada na maior reentrância do litoral do Estado, o GOLFÃO Maranhense, na parte oeste da capital, entre o Rio Bacanga (leste), oceano Atlântico (norte) e a baía de São Marcos (oeste).*

Além da segurança ocupacional, portos também podem implementar programas de saúde pública para beneficiar as comunidades locais. Isso pode incluir clínicas móveis, campanhas de vacinação e programas de saúde mental. A promoção da saúde e segurança não só melhora o bem-estar dos trabalhadores e residentes, mas também contribui para a construção de um ambiente de trabalho mais produtivo e resiliente.

Finalmente, a transparência e a governança são aspectos críticos das práticas de RSC nos portos. A adoção de políticas de governança corporativa que promovam a transparência, a responsabilidade e a ética é essencial para ganhar a confiança das partes interessadas e evitar práticas corruptas. Isso inclui a divulgação de informações sobre o desempenho ambiental e social, a implementação de códigos de conduta e a promoção de uma cultura de integridade dentro da organização.

Portos que adotam práticas robustas de governança são mais capazes de gerenciar riscos, atrair investimentos e manter boas relações com as comunidades locais e outras partes interessadas. A transparência também permite que as partes interessadas monitorem e avaliem as práticas de RSC do porto, promovendo uma cultura de responsabilidade e melhoria contínua.

A Responsabilidade Social Corporativa (RSC) é um conceito fundamental que abrange as responsabilidades das empresas em relação ao desenvolvimento sustentável, beneficiando a sociedade, o meio ambiente e a economia. Nos contextos portuários, as práticas de RSC incluem a gestão ambiental, o engajamento comunitário, o desenvolvimento social e econômico, a promoção da saúde e segurança, e a transparência e governança. Essas práticas são essenciais para assegurar que as operações portuárias não só contribuam para o crescimento econômico, mas também promovam o bem-estar das comunidades locais e a sustentabilidade ambiental.

2.2 METODOLOGIA

A área de estudo deste trabalho concentra-se na região Itaqui-Bacanga, localizada no município de São Luís, capital do Estado do Maranhão. Esta região é conhecida por sua proximidade com o Porto do Itaqui, um dos mais importantes portos do Brasil, que desempenha um papel crucial na economia local e nacional. Geograficamente, a região Itaqui-Bacanga está situada no oeste da Ilha de São Luís, limitando-se ao norte pela Baía de São Marcos e ao leste pelo Rio Bacanga. A área é caracterizada por sua topografia variada, incluindo áreas planas e regiões mais elevadas, além de uma costa recortada com manguezais e áreas de preservação ambiental.

Demograficamente, a região Itaquí-Bacanga é densamente povoada, abrigando aproximadamente 20% da população de São Luís. A área é composta por vários bairros, cada um com suas características socioeconômicas e culturais. Muitos dos residentes são trabalhadores ligados direta ou indiretamente às atividades portuárias e industriais da região. A comunidade enfrenta desafios como falta de infraestrutura adequada, serviços públicos limitados e problemas ambientais decorrentes das atividades industriais e portuárias.

A coleta de dados para este estudo envolveu uma abordagem multifacetada, incluindo revisão de literatura, trabalho de campo e análise de dados. Cada um desses métodos foi cuidadosamente selecionado para fornecer uma compreensão abrangente e detalhada dos impactos socioeconômicos das atividades portuárias na região Itaquí-Bacanga.

A revisão de literatura foi uma etapa fundamental do estudo, envolvendo a exploração de diversas fontes acadêmicas e científicas. Foram consultados livros, artigos científicos, periódicos, dissertações e teses que abordam temas relacionados à integração porto-cidade, impactos socioeconômicos de atividades portuárias, responsabilidade social corporativa e desenvolvimento sustentável. A pesquisa bibliográfica foi realizada utilizando bases de dados acadêmicas como Scielo, Science Direct e periódicos CAPES, além de homepages de universidades e programas de pós-graduação.

Essa revisão permitiu a construção de uma base teórica sólida, contextualizando o estudo no campo das pesquisas existentes e identificando lacunas de conhecimento que este trabalho se propôs a preencher. A revisão de literatura também forneceu insights sobre metodologias e abordagens utilizadas em estudos semelhantes, orientando a coleta e análise de dados subsequentes.

Os trabalhos de campo foram conduzidos com o objetivo de obter informações detalhadas sobre os projetos sociais implementados na região Itaquí-Bacanga pelo Porto do Itaquí e suas empresas associadas. Esta etapa envolveu visitas aos locais dos projetos, observação direta e entrevistas com os responsáveis e beneficiários dos programas.

Durante as visitas, foram observadas as condições das infraestruturas e a dinâmica das atividades desenvolvidas. A observação direta permitiu a coleta de dados qualitativos sobre o impacto dos projetos na comunidade, incluindo relatos de moradores e trabalhadores. As entrevistas com os responsáveis pelos projetos forneceram informações valiosas sobre os objetivos, estratégias e desafios enfrentados na implementação das iniciativas.

A análise de dados envolveu a sistematização e interpretação das informações coletadas durante a revisão de literatura e os trabalhos de campo. A análise quantitativa e qualitativa foi utilizada para examinar os dados e identificar padrões, tendências e correlações relevantes.

Os dados quantitativos foram tabulados e analisados utilizando ferramentas estatísticas, permitindo a elaboração de gráficos e tabelas que ilustram os resultados dos projetos sociais em termos de alcance, eficácia e impacto econômico. A análise qualitativa, por sua vez, envolveu a interpretação dos relatos e observações feitas durante os trabalhos de campo, proporcionando uma compreensão mais profunda dos impactos sociais e ambientais das atividades portuárias.

A elaboração de mapas detalhados foi uma parte crucial da análise de dados.

Utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como ArcGIS e QGIS, foram criados mapas que representam a distribuição espacial dos projetos sociais na região Itaquí-Bacanga. Esses mapas ajudaram a visualizar a extensão e a localização

dos impactos dos projetos, facilitando a identificação de áreas beneficiadas e aquelas que ainda necessitam de intervenções.

A metodologia deste estudo combinou a revisão de literatura, trabalhos de campo e análise de dados para fornecer uma visão abrangente dos impactos socioeconômicos das atividades portuárias na região Itaqui-Bacanga. A abordagem multifacetada permitiu uma compreensão profunda e detalhada dos desafios e oportunidades associados à integração porto-cidade, destacando a importância das práticas de responsabilidade social corporativa para promover o desenvolvimento sustentável e o bem-estar das comunidades locais.

3 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO

Os programas e projetos desenvolvidos pelo Porto do Itaqui têm desempenhado um papel significativo na integração dos negócios portuários com a economia local. Um dos principais programas é o Programa de Desenvolvimento de Fornecedores, cujo objetivo é fortalecer a capacidade competitiva das empresas maranhenses, permitindo que elas forneçam produtos e serviços para os grandes empreendimentos instalados ou em fase de instalação no Maranhão.

Esse programa tem como público-alvo empresas locais e oferece uma série de serviços, incluindo a consulta a uma lista de empresas maranhenses cadastradas para cotações diversas, reuniões de alinhamento para prospectar oportunidades de melhorias, e a definição de benchmarking com foco em responsabilidade social. Em 2023, o programa contribuiu para a contratação de várias empresas locais, elevando o número de contratos e o valor total contratado, o que demonstra um impacto econômico direto na região.

Além disso, o programa promove a inovação e valorização dos fornecedores locais, gerando empregos e renda. A integração econômica através desse programa tem potencializado o crescimento das empresas locais, aumentou a geração de empregos diretos e indiretos, e estimulou o desenvolvimento de uma economia mais robusta e diversificada na região.

A integração social do Porto do Itaqui com a comunidade é promovida por meio de diversos projetos voltados para melhorar a qualidade de vida dos moradores da região Itaqui-Bacanga. Entre os projetos destacados está o Programa Manguará, que visa promover a interação cidade-porto através do fortalecimento dos negócios da Associação de Vendedores do Terminal do Cujupe (AVTEC) e das famílias de povoados próximos. Este programa contribui para o aumento da renda das famílias envolvidas e transforma o Terminal em um espaço de cidadania e cultura, beneficiando diretamente a população local.

Outro projeto de destaque é o Projeto Valoriza Mulher, que desenvolve ações de enfrentamento à violência doméstica e familiar contra a mulher e de garantia de seus direitos humanos. Este projeto promove rodas de conversa, campanhas de sensibilização e eventos educativos que fortalecem a autoestima das mulheres e incentivam a construção de vínculos no ambiente de trabalho e na comunidade. Em 2023, o projeto alcançou um público significativo, sensibilizando tanto homens quanto mulheres sobre a importância da equidade de gênero e do combate à violência doméstica. Esses projetos são fundamentais para criar um ambiente social mais inclusivo e seguro, onde a comunidade pode prosperar. A integração social promovida pelo Porto do Itaqui não apenas melhora a qualidade de vida dos moradores, mas também fortalece a coesão social e a participação comunitária.

O Porto do Itaqui tem investido significativamente em educação e capacitação, reconhecendo a importância de desenvolver uma força de trabalho qualificada e promover o crescimento intelectual da comunidade. Um exemplo notável é o Projeto Sementes, que se concentra em ações de responsabilidade social com foco em educação socioambiental, contribuindo para a redução da destinação indevida de resíduos sólidos na área Itaqui-Bacanga.

Esse projeto envolve parcerias com instituições de ensino como a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e o Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA). As atividades incluem oficinas de Design Thinking, rodas de diálogo sobre sustentabilidade, visitas ao Porto do Itaqui e ao Centro Ambiental da Ribeira, e sessões de cinema educativo. Em 2023, o Projeto Sementes impactou diretamente 1153 pessoas, entre estudantes, professores e outros profissionais, e indiretamente cerca de 4500 pessoas.

Além disso, o porto tem promovido programas de capacitação para jovens e adultos, fornecendo treinamentos técnicos e vocacionais que aumentam a empregabilidade e melhoram as perspectivas de carreira dos participantes. Esses programas não apenas beneficiam os indivíduos, mas também contribuem para o desenvolvimento econômico e social da região.

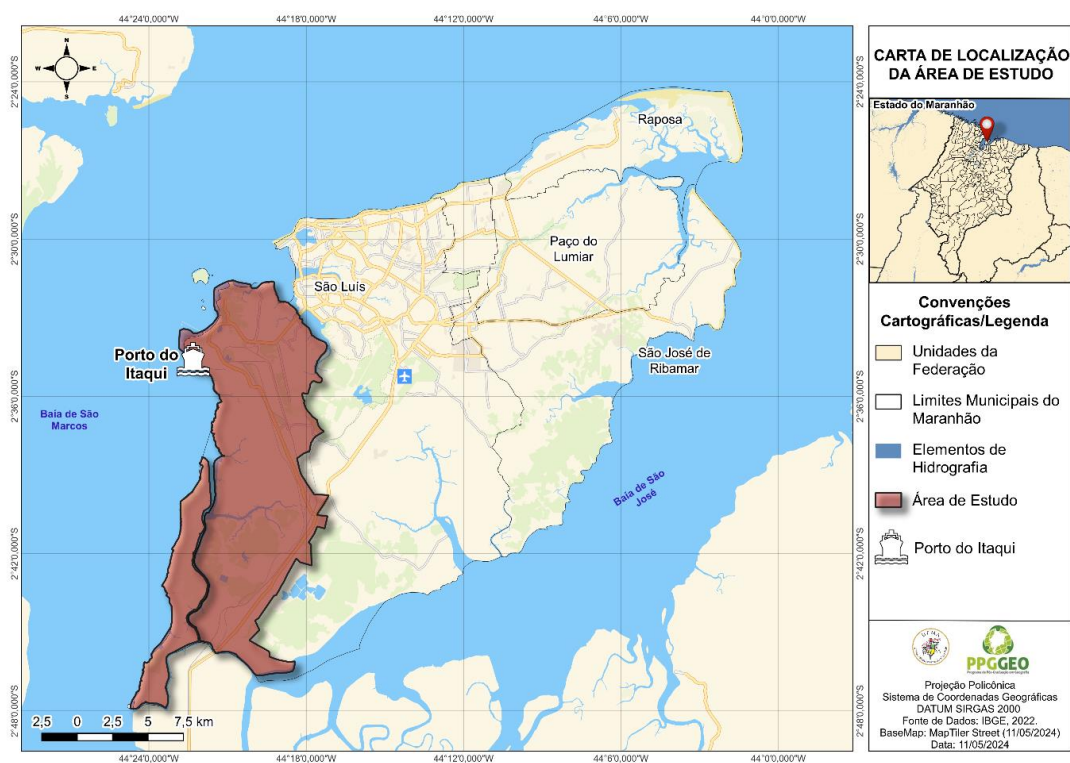


Figura 05 – Região do Itaqui-Bacanga.

Fonte: IBGE, 2022. BaseMap: MapTiler Street, 2024, adaptado pelo autor.

Os resultados obtidos com os programas e projetos implementados pelo Porto do Itaqui demonstram um impacto positivo significativo na região Itaqui-Bacanga. A integração econômica, por meio do Programa de Desenvolvimento de Fornecedores, mostrou-se eficaz na criação de empregos e no fortalecimento da economia local, enquanto a integração social, promovida pelo Programa Manguará e o Projeto Valoriza Mulher, melhorou a qualidade de vida e a coesão social na comunidade.

As iniciativas de educação e capacitação, como o Projeto Sementes, não apenas proporcionaram conhecimentos valiosos sobre sustentabilidade e práticas ambientais, mas também criaram oportunidades educacionais e profissionais para os residentes locais. Esses esforços têm contribuído para um desenvolvimento mais equilibrado e sustentável na região.

No entanto, é importante reconhecer que esses projetos também enfrentam desafios. A expansão portuária pode causar tensões sociais e ambientais, como a poluição e o deslocamento de comunidades. Embora os programas de RSC do Porto do Itaqui tenham abordado muitas dessas questões, é necessário um monitoramento contínuo e uma adaptação das estratégias para garantir que os impactos negativos sejam minimizados.

Comparando os resultados com as expectativas e objetivos estabelecidos no início do estudo, podemos observar que muitos dos objetivos foram alcançados ou superados. Os programas implementados têm demonstrado eficácia na promoção do desenvolvimento econômico e social, bem como na melhoria da sustentabilidade ambiental. No entanto, a continuidade e a expansão dessas iniciativas são cruciais para manter o progresso e abordar novas questões à medida que surgem.

A análise dos dados revela que os esforços do Porto do Itaqui em integrar suas operações com a economia local, promover a integração social e investir em educação e capacitação têm gerado resultados positivos significativos. Esses programas exemplificam como a responsabilidade social corporativa pode ser uma força poderosa para o desenvolvimento sustentável e o bem-estar das comunidades locais. A continuidade desses esforços e a adaptação às mudanças são essenciais para assegurar um impacto duradouro e positivo.

4 CONCLUSÃO

Este estudo investigou a relação entre as atividades portuárias do Porto do Itaqui e os impactos socioeconômicos na região Itaqui-Bacanga. A análise dos dados revelou que os programas e projetos implementados pelo porto têm gerado uma série de benefícios significativos para a economia local, a sociedade e o meio ambiente. Os principais achados do estudo destacam que a integração econômica promovida pelo Programa de Desenvolvimento de Fornecedores resultou em um aumento notável na geração de empregos, na renda familiar e no desenvolvimento de fornecedores locais. Este programa demonstrou ser um motor importante para o fortalecimento da economia regional, promovendo a competitividade das empresas maranhenses e criando um ciclo de crescimento econômico sustentável.

Na esfera social, projetos como o Programa Manguará e o Projeto Valoriza Mulher mostraram-se eficazes em promover a coesão social e melhorar a qualidade de vida das comunidades vizinhas ao porto. O Programa Manguará, ao fortalecer os negócios locais e transformar o Terminal do Cujupe em um espaço de cidadania e cultura, contribuiu para o desenvolvimento econômico e social das famílias envolvidas. O Projeto Valoriza Mulher, por sua vez, desempenhou um papel crucial no combate à violência doméstica e na promoção da equidade de gênero, sensibilizando a comunidade e fortalecendo o papel das mulheres na sociedade.

As iniciativas de educação e capacitação, como o Projeto Sementes, foram fundamentais para o desenvolvimento intelectual e profissional da população local. Essas iniciativas não apenas aumentaram a conscientização sobre a sustentabilidade e práticas ambientais, mas também proporcionaram oportunidades educacionais e vocacionais que melhoraram as perspectivas de carreira dos participantes. As

implicações desses achados para a gestão portuária e o desenvolvimento comunitário são profundas. Os resultados indicam que uma abordagem integrada e holística para a gestão portuária, que inclui considerações econômicas, sociais e ambientais, pode gerar benefícios significativos para todas as partes envolvidas. A adoção de práticas de responsabilidade social corporativa (RSC) é essencial para assegurar que o desenvolvimento portuário seja sustentável e inclusivo, promovendo o bem-estar das comunidades locais e preservando o meio ambiente.

Com base nos achados do estudo, várias recomendações podem ser feitas para melhorar ainda mais a relação porto-cidade e maximizar os benefícios socioeconômicos para a comunidade. Primeiramente, é crucial fortalecer a parceria com as comunidades locais, continuando e expandindo os programas de engajamento comunitário para garantir que as vozes das comunidades sejam ouvidas e consideradas no planejamento e desenvolvimento de novos projetos. Estabelecer conselhos consultivos comunitários pode promover a participação ativa dos residentes locais nas decisões relacionadas ao porto.

Além disso, é importante expandir os programas de desenvolvimento econômico, ampliando o Programa de Desenvolvimento de Fornecedores para incluir mais empresas locais e diversificar os setores beneficiados. Criar incentivos fiscais e financeiros para atrair novos investimentos industriais e comerciais nas áreas adjacentes ao porto pode promover uma economia local mais diversificada e resiliente.

Promover a sustentabilidade ambiental é outra recomendação essencial. Os portos devem implementar tecnologias avançadas para reduzir as emissões de poluentes e melhorar a gestão de resíduos nas operações portuárias. Desenvolver programas de conservação ambiental, incluindo a restauração de habitats naturais e a proteção da biodiversidade local, é fundamental para preservar o meio ambiente e promover a resiliência das comunidades contra os efeitos das mudanças climáticas.

Aprimorar os programas educacionais e de capacitação é igualmente importante. Fortalecer as parcerias com instituições de ensino para oferecer programas de capacitação técnica e vocacional que atendam às necessidades do mercado de trabalho local pode aumentar a empregabilidade da população. Expandir iniciativas educacionais que promovam a conscientização sobre sustentabilidade, incluindo programas para crianças e jovens nas escolas locais, é crucial para formar uma geração consciente e engajada com a preservação do meio ambiente.

Investir em infraestrutura comunitária é outra recomendação-chave. Projetos de infraestrutura urbana que beneficiem diretamente as comunidades locais, como melhorias em transporte público, construção de espaços recreativos e desenvolvimento de serviços de saúde e educação, são essenciais para melhorar a qualidade de vida dos residentes. Garantir que esses projetos sejam desenvolvidos de maneira inclusiva e sustentável, considerando os impactos ambientais e sociais, é fundamental para o sucesso dessas iniciativas.

Fortalecer a transparência e a governança é também uma prioridade. A adoção de práticas robustas de transparência e governança, incluindo a divulgação regular de relatórios de impacto social e ambiental das operações portuárias, pode promover a confiança das partes interessadas e evitar práticas corruptas. Implementar mecanismos de monitoramento e avaliação contínuos é essencial para garantir que os programas de RSC estejam cumprindo seus objetivos e promovendo melhorias contínuas.

Por fim, fomentar a inovação e a tecnologia é crucial para o desenvolvimento sustentável. Investir em pesquisa e desenvolvimento para explorar novas tecnologias

que possam melhorar a eficiência das operações portuárias e reduzir impactos ambientais é fundamental. Promover a inovação colaborativa com startups e empresas tecnológicas locais pode desenvolver soluções inovadoras que atendam às necessidades da comunidade e do porto.

Este estudo demonstrou que o Porto do Itaquí tem o potencial de ser um agente significativo de desenvolvimento socioeconômico na região Itaquí-Bacanga. Os programas de responsabilidade social corporativa e as iniciativas de integração econômica, social e educacional são fundamentais para maximizar os benefícios das atividades portuárias e promover um desenvolvimento sustentável e inclusivo. A implementação das recomendações propostas pode fortalecer ainda mais a relação porto-cidade, garantindo que os benefícios do desenvolvimento portuário sejam amplamente compartilhados e que os impactos negativos sejam minimizados. Ao adotar uma abordagem holística e integrada para a gestão portuária, o Porto do Itaquí pode continuar a ser um motor de crescimento e desenvolvimento para a região e para o Brasil.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 11 abr. 2024.

BRASIL. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 maio 2012.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

CULLINANE, Kevin; CANÇÃO, Danilo; WANG, Teng-Fei. **A aplicação de abordagens de programação matemática para estimar a eficiência da produção portuária de contêineres**. *Journal of Productivity Analysis*, v. 24, p. 73-92, 2005.

DUTRA, Antônio; RIPOLL-FELIU, Víctor M.; FILLOL, Ana G.; ENSSLIN, Leonardo. **A construção do conhecimento a partir da literatura científica sobre a avaliação de desempenho do porto marítimo**. *Revista Internacional de Gestão Produtiva e de Desempenho*, v. 2, p. 243-269, 2015.

GEERTZ, Clifford. **A Interpretação das Culturas**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

GUIMARÃES, Victor A.; LEAL JUNIOR, Isaias C.; D'AGOSTO, Márcio A.; FERREIRA, Alex F.; OLIVEIRA, Carlos M. **Desempenho ambiental de polos geradores de viagem de carga**. *Journal of Transport Literature*, v. 8, n. 3, p. 250-269, 2014.

KEEDI, Samir; MENDONÇA, Paulo C. **Transportes e Seguros no Comércio Exterior**. São Paulo: Aduaneiras, 2000.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Dados Geográficos 2019**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 29 de julho de 2024.

MADEIRA, Denis; KRYGIER, John. **Fazendo Mapas: Um Guia Visual para Design de Mapas para GIS**. Nova York: The Guilford Press, 2011.

MENDONÇA, Francisco; CUNHA, Flavio C. A.; LUIZ, Gustavo. **Problemática socioambiental urbana**. *Revista da ANPEGE*, v. 18, p. 325-346, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ. **Anuário 2021** [site institucional]. Disponível em: <http://ea.antaq.gov.br/>. Acesso em: 12 abr. 2024.

BENITO, Gabriel R. G.; BERGEN, Mark; DUMAS, Alexandre; MUGGERIDGE, David. Governance Costs in Franchising. *Journal of Marketing Channels*, v. 27, n. 3, p. 143-162, 2020.

BICHOU, Khalid. **An empirical study of the impacts of operating and market conditions on container-port efficiency and benchmarking**. *Research in Transportation Economics*, v. 32, n. 1, p. 3-19, 2011.

BROLLO, Marcos José; CARRIERI, Alexandre de Pádua. **Disputas sociais por um ambiente sustentável e justo: o caso da disputa em torno da instalação de um terminal portuário no sul do Brasil**. *Revista de Administração de Empresas*, v. 51, n. 1, p. 24-34, 2011.

ESTACHE, Antonio; GONZÁLEZ, María A.; TRUJILLO, Lourdes. **Government expenditures on education, health, and infrastructure: A naive look at levels, outcomes, and efficiency**. *World Development*, v. 35, n. 7, p. 1040-1056, 2007.

HERMES, Niels; LENSINK, Robert. **Foreign direct investment, financial development and economic growth**. *Journal of Development Studies*, v. 40, n. 1, p. 142-163, 2003.

HOPE, Ashleigh; KLEIN, Antonia; NEUFELD, Sarah. **The impact of social programs on the quality of life in port communities: A comparative analysis**. *International Journal of Community Development*, v. 9, n. 2, p. 78-95, 2018.

JACOBS, Wouter; DUCRUET, César; DE LANGEN, Peter W. **Integrating world cities into production networks: the case of port cities**. *Global Networks*, v. 10, n. 1, p. 92-113, 2010.

LAMBERT, Douglas M.; COOPER, Martha C. **Issues in supply chain management**. *Industrial Marketing Management*, v. 29, n. 1, p. 65-83, 2000.

NOTTEBOOM, Theo E.; RODRIGUE, Jean-Paul. **Port regionalization: towards a new phase in port development**. *Maritime Policy & Management*, v. 32, n. 3, p. 297-313, 2005.

OECD. **OECD Guidelines for Multinational Enterprises**. Paris: OECD Publishing, 2011. Disponível em: <http://www.oecd.org/daf/inv/mne/48004323.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2024.

PAROLA, Francesco; VIGNALE, Carmelo; SCIOMACHIA, Gabriele. Port cooperation: **A comparative analysis of strategic alliances in Europe**. *Maritime Economics & Logistics*, v. 15, n. 2, p. 254-276, 2013.

RODRIGUE, Jean-Paul; NOTTEBOOM, Theo. **The Geography of Transport Systems**. 3. ed. New York: Routledge, 2013.

VIGNALE, Carmelo; SCIOMACHIA, Gabriele. **Environmental sustainability in port operations: A case study analysis**. *Journal of Environmental Management*, v. 154, p. 126-138, 2015.

WANG, J. J.; OLIVEIRA, S. R.; NOTTEBOOM, T. **The impact of COVID-19 on the world's shipping networks**. *Transport Reviews*, v. 41, n. 3, p. 391-409, 2021.

**ANÁLISE DO DEGRADAÇÃO DA ESPESSURA DE CORREIAS
TRANSPORTADORAS DE MINÉRIO DE LANÇA DE EMPILHADEIRAS NO
PORTO DE PONTA DA MADEIRA: UM ESTUDO DE CASO NA EP-313K-02 COM
UTILIZAÇÃO DE MODELAGEM DE MARCHINE LEARNING**

Lucyano Henrique Teixeira Soares
Vale S.A

Wilson Charles Silva da Silva
Vale S.A

Resumo: O Terminal Marítimo Ponta da Madeira, localizado em São Luís – MA, possui uma capacidade instalada de aproximadamente 128 km de correias transportadoras que movimentaram cerca de 168,4 milhões de toneladas de minério entre os anos de 2020 e 2023. Diante desses números expressivos, fica evidente que o processo de manutenção das correias desempenha um papel crucial no funcionamento eficiente do terminal marítimo. Nesse contexto, foi observado que era necessário realizar mudanças substanciais no processo de gerenciamento das correias transportadoras. O objetivo é otimizar o uso de recursos, tanto materiais quanto humanos, e maximizar os resultados. Para atingir esse fim, propõe-se a adoção de um modelo de análise preditiva para determinar quais e quando as correias devem passar por manutenção, alinhando-se com a estratégia adotada no Porto de Ponta da Madeira. Dessa forma, utilizando-se do modelo, os resultados foram eficazes gerando redução de manutenções, aumento do intervalo entre as trocas de correias, pois o método empregado consistia em planos sistemáticos de troca que faziam com que, em alguns casos, as correias fossem trocadas ainda com cobertura superior de borracha acima do limite técnico de troca.

Palavras-chave: predição; porto; manutenção; correias transportadoras; machine learning.

1 INTRODUÇÃO

O Sistema Norte da Vale (Figura I), constituído pela Mina, Estrada de Ferro Carajás e o Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, é responsável por aproximadamente 60% da produção global de minério de ferro da companhia. Mesmo com o aumento de produção previsto no planejamento de longo prazo em função dos projetos de expansão, um dos grandes desafios do Terminal nos próximos anos passa pelo aumento de performance operacional, em especial na manutenção, que tem papel estratégico para a garantia da disponibilidade, confiabilidade dos ativos portuários e consequentemente otimização de recursos.

Estrategicamente localizado, conforme Figura I, o Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) é um porto privado pertencente à Vale. Sua construção iniciou em 1981 e sua inauguração no ano de 1986. Está localizado no Complexo Portuário do Itaqui, à margem leste da Baía de São Marcos, na Ilha de São Luís, no Maranhão.

Figura I: Corredor Norte VALE



Fonte: VALE S/A

O TMPM, está situado em São Luís – MA e tem capacidade instalada de, aproximadamente, 128km de correias transportadoras que movimentaram em 2021 cerca de 200 Milhões de toneladas de minério. O custo médio/ano orçado neste mesmo ano foi de 89 milhões de Reais para manutenção e troca de correias, o que representou 23% de todo o orçamento da manutenção do terminal portuário.

Destina-se principalmente à exportação de todo minério de ferro (onde os principais tipos manuseados são: Sinter Feed, Pellet Feed e Pelotas) e manganês oriundo do projeto Serra dos Carajás, no estado do Pará, além de concentrado de cobre.

Com expansões no Complexo de Carajás, como o projeto Corredor Logístico Norte (CLN S11D), a Ferrovia e o Porto também possuem expansões realizadas em 2018, onde o TMPM tende a ser o maior porto de exportação de minério de ferro do mundo com capacidade de exportar mais de duzentos milhões de toneladas de minério de ferro.

1.1 MOTIVAÇÃO

O processo de manutenção de correias transportadoras de minério mostra-se um dos mais importantes do terminal marítimo, pois toda movimentação de minério é realizada por meio de correias transportadoras, e qualquer mudança na estratégia de trocas causará um grande impacto nos custos com manutenções e redução de indicadores de disponibilidade de ativos.

A pesquisa proporcionará padronizações de atividades, previsibilidade de manutenções e confiabilidade no gerenciamento de dados para tomadas de decisões assertivas quanto à estratégia de gestão de ativos.

O motivo da escolha do equipamento empilhadeira conforme Figura II para estudo ocorre pelo fato de ser um ativo de extrema relevância para a planta, um ativos mais utilizados na movimentação de minérios e o componente foco ter alto índice de desgaste da camada superior de borracha da correia transportadora, logo, a não execução de uma estratégia assertiva ensejará risco a integridade do ativo, perda de capacidade produtiva, disponibilidade física e intrínseca, além de paralização duas rotas importantes escoamento de produto, gerando perdas financeiras.

Figura II: Empilhadeira de Minério



Fonte: VALE S/A

A aplicação de inteligência artificial (IA) através da modelagem preditiva no trabalho se deu por diversos fatores, dentre eles destacam-se: a precisão, pois os modelos podem ser treinados para elencar melhores padrões e realizar análises, principalmente quando se tem um grande banco de dados com análises minuciosas. Outro fator é a continuidade do monitoramento dos dados, contribuindo para redução de falhas corretivas, como rasgos ou desgaste prematuro. Entretanto, vale ressaltar que o uso da IA não substitui plenamente o papel humano na inspeção sensível, o conhecimento humano aliado a capacidade de análise da IA resultam em tomadas de decisões assertivas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver o protótipo de um modelo de análise avançada preditiva para auxiliar na tomada de decisão de troca de correias transportadoras do TMPM, com base na degradação da cobertura superior de borracha das correias em função do tempo. O modelo pretende calcular o índice de degradação da correia para posterior estimativa de data ótima de troca do componente.

1.2.2 Objetivos específicos

- Estudar publicações sobre modelos desenvolvidos para resolver problemas similares;
- Ter uma experiência prática de aplicação do modelo de processo CRISP-DM, até a etapa de validação, para resolver um problema real de análise avançada preditiva;
- Analisar a viabilidade de utilização do protótipo desenvolvido para uma correia para melhorar a assertividade no tempo de troca de correias transportadoras.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em 4 capítulos. O primeiro tem um foco mais abrangente, em que são apresentados o contexto do trabalho (empresa, área e realidade encontrada), a motivação e objetivo do estudo de otimização.

No tópico de objetivo, ainda no primeiro capítulo, é abordado o que se pretende trabalho. No segundo capítulo, ainda na visão mais abrangente, é efetuada a revisão bibliográfica. São listados os trabalhos já desenvolvidos e que podem ser usados como referência para o desenvolvimento deste documento.

No capítulo 3 o problema é caracterizado e a metodologia a ser adotada é proposta.

Por fim, o último capítulo aborda as conclusões do estudo.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho foi desenvolvido nas instalações do Porto Norte em São Luís – Ma. Teve como início um estudo teórico sobre transportadores de correia e seus principais componentes. Em seguida, uma abordagem sobre correias transportadoras e suas características construtivas. Em um outro tópico foi apresentado os conceitos de manutenção com foco em manutenção preditiva, finalizando com o tema da degradação em correias.

Como delimitações tem-se que nesse trabalho foi abordado dos estudos de casos, um para a empilhadeira de identificação EP-313K-02 tendo em vista a grande quantidade de ativos na planta do Porto Norte (198 ativos) e suas inúmeras variáveis. Este ativo é o principal equipamento do descarregamento de materiais respectivamente do TMPM localizado em São Luis.

O trabalho focou na degradação da cobertura superior da correia, sem levar em consideração desgastes na emenda, por desalinhamento, excesso de tensão ou rupturas. Esses modos de falhas são denominados de condicionais e não tem relação com o desgaste natural da cobertura superior. Nesses casos, dependendo da criticidade do dano, a correia é trocada ainda com cobertura suficiente para operar. O trabalho, delimita-se a usar os dados coletados pelo método de ultrassom a fim de se conhecer o perfil e o índice de desgaste, permitindo, assim, aumentar a previsibilidade

de troca da correia transportadora por degradação da cobertura suportando a tomada de decisão na estratégia de manutenção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico está dividido em quatro tópicos: manutenção de ativos, transportadores de correia, correia transportadora e modelo de processo CRISP-DM.

2.1 MANUTENÇÃO DE ATIVOS

A manutenção preventiva é de suma significância para empresas há décadas, pois devido a ela é possível identificar problemas com precedência, buscar formas de corrigi-los com qualidade e baixo custo, evitando paradas no funcionamento dos seus ativos com alto impacto, além de gerar retornos significativos para a organização.

2.1.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é um tipo de manutenção que visa corrigir problemas ou falhas em equipamentos, máquinas, sistemas ou instalações após sua ocorrência. Ela é realizada em resposta a um mau funcionamento, quebra, defeito ou falha que afeta o desempenho normal do ativo em questão, podendo ser dividida em dois tipos: planejada e não planejada.

Manutenção corretiva não planejada: esta é a forma mais comum de manutenção corretiva, em que a intervenção ocorre de forma imprevista, geralmente quando algo quebra ou deixa de funcionar. Ela é realizada com urgência para restaurar o ativo à sua operação normal sendo realizada com pressa, podendo contribuir com o aparecimento de condições inadequadas e exposição do executante ao risco de acidentes.

Manutenção corretiva planejada: Neste caso, a manutenção corretiva é planejada de antemão, geralmente em momentos em que a paralisação do equipamento ou sistema é menos prejudicial para a produção ou operação. Isso pode envolver a substituição de componentes que estão prestes a falhar, mas ainda não apresentaram problemas graves. Um dos fundamentos dessa abordagem é a sistematização das atividades de manutenção e a criticidade do equipamento. O equipamento para de operar apenas durante o período previamente especificado para a manutenção, resultando na redução das perdas de produção e custos (SILVA, 2020).

2.1.2 Manutenção Preventiva

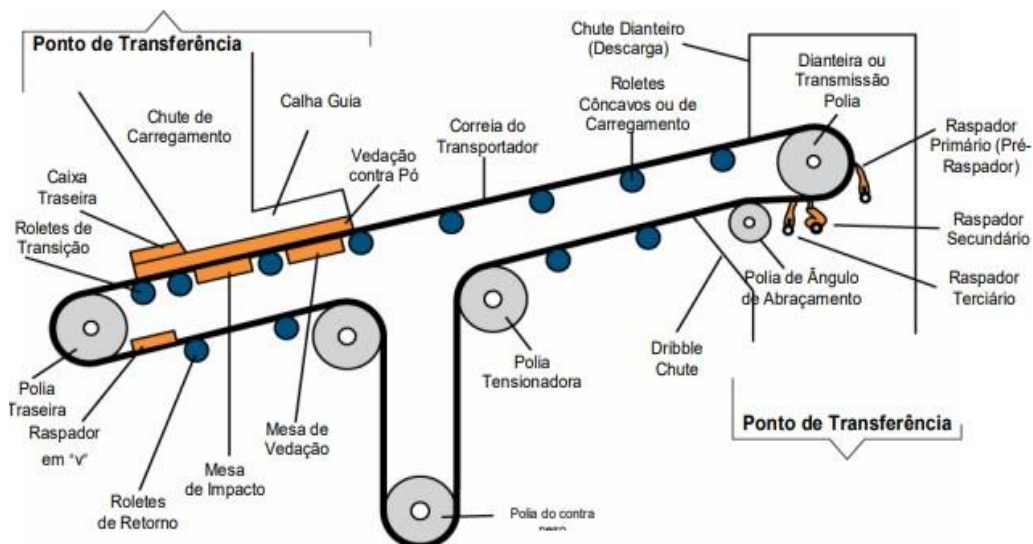
A manutenção preventiva é um tipo de estratégia de manutenção realizada de forma planejada e regular para evitar a ocorrência de falhas, defeitos ou quebras em equipamentos, máquinas, sistemas ou instalações. Ela é realizada com base em um plano de manutenção que define periodicamente as atividades necessárias para inspecionar, limpar, lubrificar, ajustar e substituir peças, a fim de manter os ativos em condições ideais de funcionamento (JESUS, & SILVA, 2022).

Em comparação com a manutenção corretiva (que é realizada apenas após a ocorrência de problemas), a manutenção preventiva é considerada uma abordagem mais eficaz e econômica para a gestão de ativos. Ela é complementada pela manutenção preditiva, que usa monitoramento contínuo e previsões com base em dados para otimizar ainda mais a programação das atividades de manutenção.

2.2 TRANSPORTADOR DE CORREIAS

O transportador de correia (TC) é um dispositivo horizontal ou inclinado (ativo ou declive) ou uma combinação destes modelos, destinados ao transporte de materiais. O transportador é feito por uma correia contínua com movimento reversível ou não que se desloca sobre rolos e tambores, o equipamento é utilizado para manuseio de diversos tipos de materiais a granel e dentre eles o minério de ferro, podendo fazer parte de um sistema automatizado de beneficiamento ou movimentação de material. Na mineração, os transportadores podem ser utilizados em diversas fases de produção dentre elas no manuseio portuário até o carregamento dos navios (CHOU, 2011; ZHAO, 2011). A Figura III apresenta a forma esquemática de um TC.

Figura III: Representação básica de um transportador de correias



Fonte: CHOU, 2011; ZHAO, 2011.

Grande parte dos transportadores são constituídos de seis principais componentes:

- Correia Transportadora: principal componente de um TC que é destinada a formar a superfície de sustentação sobre a qual está o material transportado, a sua movimentação resulta no transporte propriamente dito;
- Tambores (polias): tem a função de mover, controlar, guiar e tensionar a correia. Podem ser divididos em movidos ou motrizes;
- Motores elétricos (transmissão): conjunto de máquinas que convertem a energia, geralmente elétrica, em mecânica, fornecendo a capacidade necessária para a movimentação da correia;
- Estrutura: suporta e alinha os componentes rodantes (*decks*).
- Sistema de suporte de correia: denominados de cavaletes, é a estrutura que apoia os rolos e a correia;
- Pontos de transferência: locais de carregamento e descarregamento de material no transportador.

Os transportadores de minério convencionais são constituídos de estruturas metálicas, acionamentos, tambores roletes e da correia transportadora, seu principal componente, onde o desgaste prematuro da cobertura superior é, portanto, um

importante referencial para se maximizar a vida da correia e minimizar os custos de manutenção.

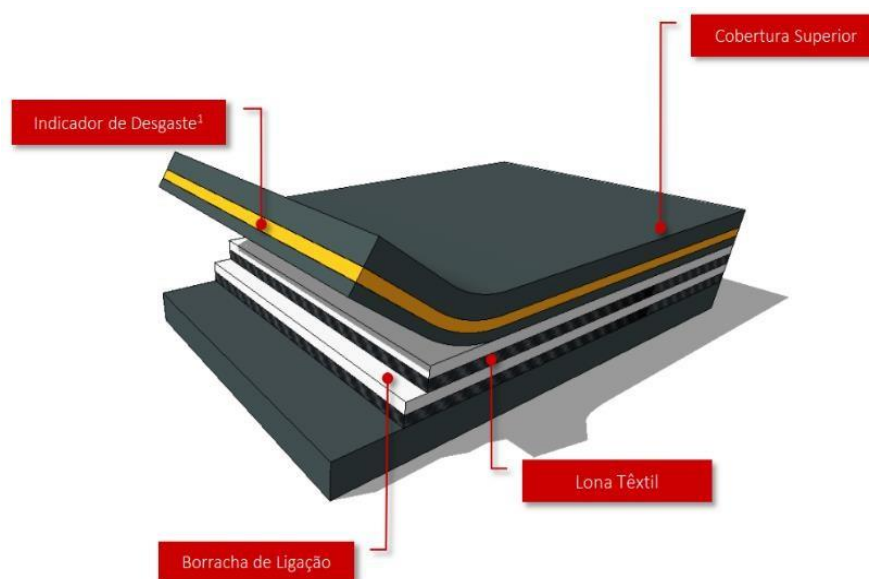
2.3 CORREIA TRANSPORTADORA

De todos os componentes de um transportador a correia é o mais importante, pois representa como o item com o custo mais elevado e sua operação bem-sucedida pode ser fator chave para a produtividade geral de uma planta na qual faz parte. A correia representa a maior parte do custo do TC e a sua gestão e operação de forma bem-sucedida é um fator primordial para o atingimento da produção de toda planta e a redução de custos com esse componente é o cerne da manutenção.

Em termos de construção, a correia transportadora é composta de cobertura superior e inferior que tem o objetivo de fornecer proteção suficiente para a carcaça chegar ao limite vida útil. Sendo que o objetivo da cobertura superior é proteger a carcaça dos danos causados pelo impacto e desgaste do material, já a cobertura inferior tem a função de fornecer uma superfície adequada de fricção para a transmissão de energia e alinhamento da correia. Geralmente a cobertura superior é maior que a inferior (OLIVEIRA, 2019).

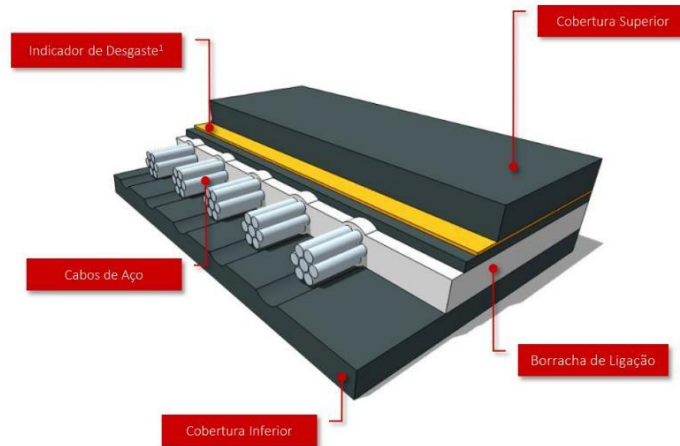
Em termos da carcaça, as correias são comumente divididas em dois tipos, sendo: carcaça com cabos de aço e carcaça de lona ou têxtil. As correias com carcaça de cabo de aço são usadas para aplicações que exijam elevadas tensões operacionais, geralmente maiores que o alcance das correias com carcaça têxtil. A carcaça tem a função primordial de transmitir a tensão necessária para realizar a movimentação da correia e absorção do impacto da carga do material em transporte, além de fornecer a estabilidade necessária para o suporte apropriado entre os rolos e manter o alinhamento. Abaixo, tem-se as Figuras IV e V que apresentam as composições de correia com carcaças têxtil e cabo de aço.

Figura IV: Componentes básicos de uma correia de lona



Fonte: Catálogo Técnico: correias transportadoras.

Figura V: Componentes Básicos de cabo de aço



Fonte: Catálogo Técnico: correias transportadoras.

2.3.1 Tipos de manutenções em correias transportadoras

A manutenção preventiva, conforme Seleme (2015), busca diminuir as chances de falhas por manutenção, relacionando com correias transportadoras, as ações preventivas podem ser: troca total de correias ou intercalações (inserir um trecho novo).

Bambirra (2019), diz que a manutenção corretiva ou emergencial ocorre quando após a ocorrência de uma ou mais falhas e é focada em recolocar o equipamento em condições de operação. Para correias transportadoras o grampeamento, realizar reparos e refazer emendas são ações que permitem o recolocar o equipamento em funcionamento até a intervenção definitiva.

A manutenção preditiva ou controlada, segundo Al-Najjar *et al.* (2020), possibilita assegurar a qualidade do serviço com a utilização sistemática de técnicas de análise afim de reduzir a manutenção preventiva e eliminar a corretiva. Nesse tipo de manutenção o papel do inspetor é categórico, pois é ele quem vai analisar as condições de funcionamento da correia e a necessidade da manutenção preventiva, assim, durante as inspeções ao longo dos transportadores, ele tem que verificar uma série de fatores para garantir o perfeito funcionamento da correia evitando e prevenindo possíveis anormalidades, dentre estes fatores tem se:

- Verificar bolhas ao longo da correia;
- Alinhamento da correia com material e sem material;
- Verificar o aparecimento de trincas nas coberturas;
- Verificar marcas longitudinais e transversais na correia;
- Verificar o desgaste excessivo na correia;
- Verificar o desgaste do revestimento do tambor.

Para Oliveira (2019), a inspeção é uma atividade que utiliza diferentes abordagens e testes preventivos ou preditivos para prever falhas em que os procedimentos de inspeção permitem uma avaliação da criticidade das falhas.

Por meio de um aparelho que realiza a ultrassom convencional com energia suficiente para penetração em borracha com transdutor convencional com frequência compatível variando entre 1MHz e 2,25MHz. Através de uma frequência estabelecida de medição de espessura por correias transportadoras que varia conforme o comprimento (m) e velocidade da correia (m/s).

As medições devem ser coletadas conforme frequência e procedimento

estabelecidos para em seguida seguir com o tratamento e análise de dados para a tomada de decisão de intervenção na correia, ou seja, sua troca completa ou parcial.

De acordo com o tempo de instalação, ocorre a degradação da cobertura superior da correia, sendo que a degradação é a diminuição da vida útil, confiabilidade e desempenho da correia que ocorre devido envelhecimento (fator natural) ou por desgaste prematuro devido acúmulo de material ou contato com estrutura do transportador, trincas ou corrosão (fatores condicionais). As falhas são o resultado do conjunto de degradações sofridas por um componente. O uso dos dados de degradação permite a captura de informações sobre a confiabilidade de um componente se comparada a falhas de tempo até falhas tradicionais. Logo, a modelagem desses dados possibilita uma análise de confiabilidade mais detalhada, predizendo o tempo de falha de um item no decorrer do tempo (POHL, RIBEIRO, CALCAGNOTO, SILVA, 1998 e HAGHIGHI, NOORAE, RAD, 2010).

3 CARACTERIZAÇÃO DO MODELO PREDITIVO

As correias transportadoras são componentes de elevado custo de manutenção de devem ser trocadas de forma periódica de acordo com o desgaste e apontado em inspeção com ultrassom e diante desta premissa faz necessário a assertividade na estratégia de trocas deste item, portanto, este projeto visa modelar a previsão de manutenção de correias transportadores com base no desgaste da cobertura superior do componente em função do tempo de horas operadas. O aprendizado desde modelo será supervisionado de regressão pois são valores contínuos e o target determinado.

3.1 PARÂMETROS DE ENTRADA

O projeto almeja utilizar as seguintes entradas de dados para modelagem de ML para previsão de degradação da cobertura superior da correia transportadora:

- E.1. Horas de operação dos ativos;
- E.2. Espessura em milímetros da camada superior de borracha da correia transportadora de minério

3.1.1 Variáveis de decisão

- D.1. Índice de desgaste

3.1.2 Objetivo da predição

Estimar o índice de desgaste para obter o tempo médio para trocas sistemáticas de correia de empilhadeiras e carregadores de navio utilizando como protótipo a correia transportadora do sistema da lança da EP-313K-02.

3.1.3 Coleta dos dados

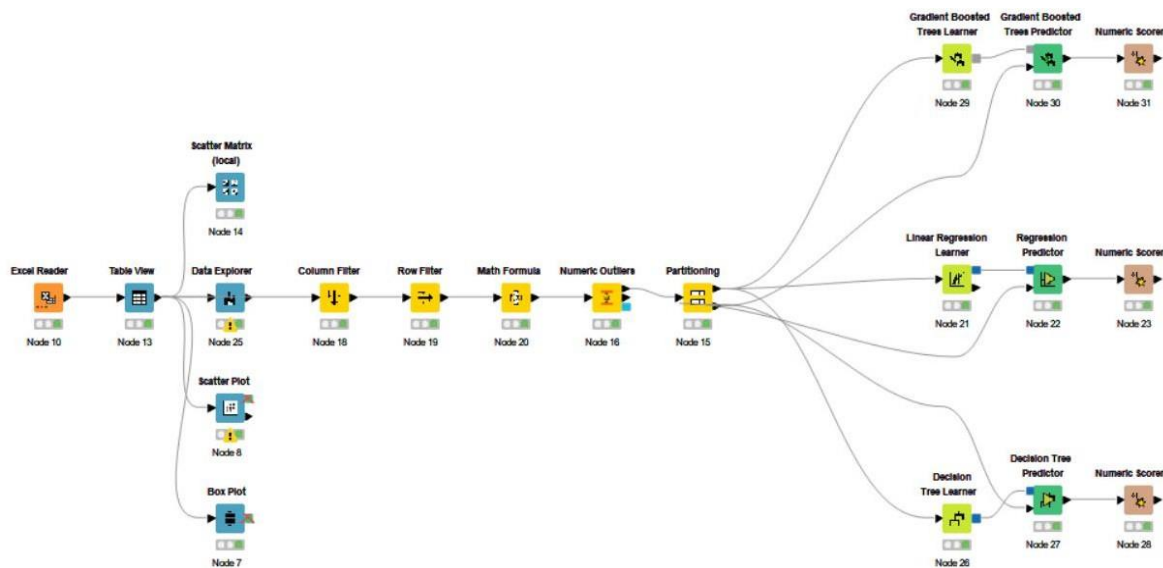
- C1: GPV Portos
- C2: Inspeção Sensitiva de Vulcanização (Valeforms)

3.2 MODELAGEM

A regressão foi modelada no software KMINE, software de análise avançada que disponibiliza protoboard de simulação e aprendizado, em equipamento de

processamento com as seguintes configurações: Dell Mobile Precision 7680, Intel Core i7-13850HX, 30MB Cache, 28 Threads, 20 Cores (8P+12E) up to 5.3GHz, 55w, vPro, 16" FHD+ 1920x1200 WLED, WVA, 60Hz, anti-glare, non-touch, 100% DCI-P3, 500 nits, IR Camera with Mic, 64GB, 2x32GB 5200MT/s SODIMM, non-ECC, 1 TB, M.2 2280, NVMe PCIe de 4ª geração, SSD, NVIDIA® RTX 2000 Ada, GDDR6 de 8 GB, Intel® Wi-Fi 6E AX211, 2x2, 802.11ax, Bluetooth® wireless card, as imagens abaixo ilustram os modelos de ML desenvolvidos com metodologia CRISP-DM, ver figura VI.

Figura VI: Modelo preditivo regressão Linear (EP-313K-02)



Fonte: Próprio autor

Para adoção do modelo preditivo de regressão linear, foram criados também outras modelagens e com base nos resultados de MAPE. O modelo escolhido foi o de *Linear Regression Learner* que demonstrou melhor resultado conforme Tabela 3, destacando a obtenção do MAPE de 0.97.

Tabela I: Estatísticas do modelo preditivo

INDICADORES	EP-313k-02
R ²	-5,474
adjusted R ²	-5,474
mean absolute error	8,922
mean absolute percentage error	0,974
mean signed difference	-8,922
mean squared error	94,896
root mean squared error	9,741

Fonte: Próprio autor

Conforme demonstrado na tabela II, o aprendizado obteve os seguintes coeficientes:

Tabela II: Coeficientes de aprendizagem do modelo preditivo

Equipamento	Variable	Coeff.	Std. Err.	t-value	P> t
EP-313k-02	<u>Espessura</u>	<u>-0,021</u>	<u>0,012</u>	<u>-1,794</u>	<u>0,09</u>
	Intercept	0,262	0,127	2,059	0,054

Fonte: Próprio autor

Com base nestes valores temos a seguinte fórmula para aplicação dos coeficientes:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * X + e$$

Diante da aplicação desta função, temos a previsão para o recall dos equipamentos do objeto do estudo.

4 RESULTADOS

Os modelos apresentaram resultados satisfatórios quanto a melhor execução de estratégia de trocas de correias, pois o atual modelo prevê trocas sistemáticas de correias não considerando as medições de espessura coletadas pelos inspetores de vulcanização, o que levou a tomada de decisão de ciclo de trocas em 4 meses. Com o modelo proposto desenvolvido com regressão linear no sistemas KNIME, mostrou que para a EP-313K-02 a vida útil pode ser estendida em 2 meses, passando para um ciclo de 6 meses sem riscos de rasgo prematuro da correia, resultando em economia de 1 ciclo de trocas com possíveis ganhos listadas na tabela abaixo representada. O modelo está sendo executado em ambiente local.

4.1 GANHOS FINANCEIROS

Conforme a Tabela III demonstra, existe uma previsão de ganhos financeiros para a adoção da estratégia de trocas, seguinte os novos parâmetros de ciclos mais longos reduzindo assim um ciclo por ano, gerando previsão de economia de mais de 6,7 Milhões de reais por ano.

Tabela III: Ganhos financeiros

COMPARATIVO	QTD ATIVOS	CICLOS	CUSTOS MATERIAL	CUSTO SERVIÇOS	CUSTO QLP	CUSTO TT MANUT.
ANTERIOR	13	3	R\$ 13.520.000	R\$ 4.095.000	R\$ 2.730.000	R\$ 20.345.000
MODELO ML	13	2	R\$ 9.100.000	R\$ 2.730.000	R\$ 1.820.000	R\$ 13.650.000
GANHO / PERDA			R\$ 4.420.000	R\$ 1.365.000	R\$ 910.000	R\$ 6.695.000

Fonte: Próprio autor

4.2 GANHOS DE DISPONIBILIDADE FÍSICA

A Tabela 6 compara os resultados de disponibilidade física executando a

estratégia de troca de correias seguindo o modelo anterior versus o novo modelo com base no ML, pode-se notar que os ganhos tanto em disponibilidade quanto em redução de HMP (Horas de manutenção preventiva), são representativas com a redução de ciclos geradas, com isso teremos redução de 1.196 horas em manutenções preventivas e 3,4% de ganhos de disponibilidade dos ativos para operar, gerando um possível ganho direto em movimentação de minério na planta conforme representa a tabela de ganhos de produtividades.

Tabela IV: Ganhos em disponibilidade física

COMPARATIVO	QTD ATIVOS	CICLOS	HMP	DF
ANTERIOR	13	3	3588	96,8%
MODELO ML	13	2	2392	97,9%
GANHO / PERDA			-1196	3,42%

Fonte: Próprio autor

4.3 GANHOS DE PRODUÇÃO E FINANCEIRO

Por fim, a Tabela V nos mostra a capacidade de ganhos previstos em volume e faturamento com a adoção da nova estratégia de trocas de correias, em volume por conta de uma maior disponibilidade dos ativos tende se a ter ganhos de 8,6 milhões de toneladas em um ano e transformando esta movimentação extra em faturamento com valores de competência da fase porto calcula-se ganhos previstos de 128,7 milhões de dólares.

Tabela V: Ganho volume e faturamento

COMPARATIVO	QTD ATIVOS	CICLOS	TAXA EFETIVA	VOLUME MOV. (kton)
ANTERIOR	5	3	7000	25,2
MODELO ML	5	2	7000	16,6
GANHO / PERDA - VOLUME (kton)				8,6
GANHO / PERDA - FATURAMENTO (US\$)				128,7

Fonte: Próprio autor

Logo o modelo desenvolvido mostrou-se com alto potencial de retorno em várias esferas conforme detalhas nas Tabelas III, IV e V. Totalizando um ganho de 137,3 milhões ao ano. Com possibilidades de replicação no demais ativos do Porto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto teve o como objetivo principal o desenvolvimento de um protótipo de um modelo de análise avançada por meio de *machine learning* para auxílio nas tomadas de decisão de troca de correias, reduzindo a frequência de trocas e custos com respectivos com manutenção.

Como demonstrado, pode-se evidenciar a construção deste modelo de ML com base histórica de inspeção sensitiva de vulcanização com intermédio de medidor de espessura, em que inspetor reporta a espessura mínima da cobertura superior de borracha das correias transportadoras de minério, estes dados coletados por meio de um instrumento de ultrassom, migram para um banco de dados em nuvem para ser conectado ao modelo de regressão no modelador KNIME.

Como resultante do modelo de regressão linear, tem-se MAPE de 0,97 para o ativo analisado, este resultado foi satisfatório em relação a meta estabelecida de 0,9.

Diante dos resultados captados, e com adoção dos parâmetros em fórmula específica e regressão linear múltipla pode-se afirmar que os ciclos de trocas de correias têm duração de seis meses em sua degradação linear de camada superior de borracha, logo gerando possibilidade de melhorias nos atuais ciclos de trocas, que estão parametrizados em ciclos de 4 meses, com esta concepção o modelo pode gerar ganhos em diversos aspectos, sendo eles: financeiros, disponibilidade do ativo e produtivos, somando uma monta que gira em torno de 50 milhões de real ao ano, de forma direta e indireta.

Portanto conclui-se que o modelo logrou êxito, por demonstrar uma nova visão para tomada de decisão de forma mais assertiva a respeito do grupo de ativo modelado. Mas o modelo possui potencial de expansão para demais ativos similares e existe a possibilidade de retreino com adoção de novas variáveis como tipo de minério movimentado pelo ativo e grau de elasticidade do componente.

REFERÊNCIAS

AL-NAJJAR, B. et al. **An overview of predictive maintenance: Key challenges and solutions.** IEEE Access, IEEE, v. 8, p. 36238–36261, 2020.

BAMBIRRA, Felipe. **Análise de Normas Técnicas e a Elaboração de Programa de Manutenção Predial.** Belo Horizonte, 2019.

Conveybelts. **Catálogo Técnico: correias transportadoras,** 2020. São Paulo.

CHOU, C. – S.; LIU, C. -L. TSENG, C. -S. **Optimum conditions of field vulcanizing a fabric conveyor belt with a better capability of elongation.** *Materials & Design*, vol. 34, p. 279-284, ago 2011.

HAGHIGHI, F.; NOORAEI, N.; RAD, N. N. On the general degradation path model: review and simulation. **Advanced in Degradation Modeling**, p. 147-

155. 2010.

JESUS, R., & Silva, R. (2022). **Gestão da Manutenção de Equipamentos em uma Mineradora.** Laurenti, R., Villari, B. D., & Rozenfeld, H.

OLIVEIRA, M. A. D. (2017). **Sistema de gestão da manutenção baseada no grau de maturidade da organização no âmbito da manutenção.**

OLIVEIRA, Regina Tatiana. **Automação em Inspeções de Correias Transportadoras Aplicadas à Mineração.** Ouro Preto, 2019.

POHL, L.; RIBEIRO, JOSÉ LUÍS DUARTE. CALCAGNOTO, J.; SILVA, M. H. M.

Modelos de degradação aplicados a melhoria da confiabilidade de produtos.

XVIII ENEGEP. Anais..., 1998.

SELEME, Robson. **Manutenção Industrial: manutenção a fábrica em funcionamento**. Curitiba: Intersaberes, 2015.

SILVA, F. **Manutenção Industrial: Conceitos, Métodos e Procedimentos**. [S.l.]: Editora Ciência Moderna, 2020.

ZHAO, L.; LIN, Y. **Typical Failure Analysis and Processing of Belt Conveyor**. Procedia Engineering, v. 26, p. 942-946, jan 2011.

ANÁLISE DOS PLANOS DE DESENVOLVIMENTO E ZONEAMENTO DOS PORTOS PÚBLICOS DO NORTE E NORDESTE, COM ÊNFASE NOS PORTOS: BELÉM/PA, ITAQUI/MA E SUAPE/PE

Luis Fernando de Sousa Araujo

Empresa Maranhense de Administração Portuária

Myrna Flávia Abreu Rezende

Empresa Maranhense de Administração Portuária

O Um sistema portuário planejado, implementado, mantido, evolutivo e gerido no melhor das suas capacidades atuais e futuras é o resultado de uma cadeia de valor que se manifesta em uma logística que leva os países a se destacarem no mercado internacional. Atender as demandas de fornecimento de insumos, produção e comercialização de produtos gera resultados que coloca países em destaque no mercado mundial. O Brasil tem se destacado nesse grupo de países que colocam a logística como parte fundamental do seu crescimento e desenvolvimento. Nesse cenário globalizado, destacam-se os portos, como pontos estratégicos para as relações comerciais internas e externas, pelo volume de mercadorias movimentadas e pelos benefícios econômicos, de crescimento e desenvolvimento que fomentam. Este trabalho tem por objetivo estudar e analisar os Planos de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZs) dos portos públicos de Belém/PA, Itaqui/MA e Suape/PE, por se configurarem como alguns dos principais portos na movimentação de volume de mercadorias no Norte e Nordeste do Brasil, a fim de avaliar as atividades demandas para a implementação de melhorias das infraestruturas logísticas vigentes. A partir de uma revisão bibliográfica, centrada em documentos públicos publicados pelas gestões portuárias abrangidas, assim como pelo Plano Nacional de Logística (PNL) e pelo Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP), foi realizada uma revisão dos conceitos logísticos, destacando a logística portuária, com ênfase nos PDZs dos portos analisados. Conclui-se que os portos centralizam recursos tecnológicos, infraestrutura técnica, acesso ao conhecimento e recursos humanos qualificados, ativos essenciais e fontes de competitividade dentro das novas demandas de produção e consumo, destacando a necessidade de integração competitiva de territórios e regiões nos circuitos portuários nacionais e internacionais, destacando a importância dos PDZs.

Palavras-chave: Portos; Plano Nacional de Logística Portuária; planos de desenvolvimento e zoneamento.

1 INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP) antecipou necessidades do setor portuário brasileiro, assumindo que a organização, planejamento, melhor alocação de recursos e uso de análises das situações atuais para elaboração de projetos de curto, médio e longo prazo eram ações necessárias para permitir ao país aproveitar plenamente a vasta gama de oportunidades de crescimento e desenvolvimento intimamente relacionadas ao seu enorme mercado interno, grande capacidade produtiva e aumento das relações comerciais com outros países.

O comércio mundial sofreu grandes mudanças desde o início de século XXI, principalmente devido à globalização e internacional do comércio mundial. Esta globalização afetou todos setores produtivos e comerciais, incluindo o setor portuário que, em virtude de sua qualidade econômica, estratégica e por ser um ativo de transição, uma interface entre os diferentes modais de transporte e se tornou um verdadeiro centro de comércio, trânsito, distribuição, consumo de mercadorias e serviços (NOVAES, 2016).

A logística assumiu importância mundial, por ser o fator que possibilita a concretização do atendimento das necessidades dos clientes pelas empresas, pois entrega o produto ou serviço desejado à estes. A logística pode ser comparada, empiricamente, ao gênio de uma lâmpada que leva para as mãos de seu amo seus objetos de desejos que se encontrem em qualquer lugar do mundo.

Os sistemas logísticos também formam o alicerce do comércio e da manutenção do padrão de vida na maioria dos países, especialmente daqueles que produzem algum produto especial e que por isso já têm algum tipo de vantagem sobre os demais e que se complementa com um sistema logístico eficaz (GOULART; CAMPOS, 2018).

Hoje, os portos comerciais desempenham um papel fundamental na globalização, uma vez que, graças a uma massificação cada vez mais intensa, os preços dos fretes do transporte marítimo são particularmente de baixo custo, de modo que cerca de 90% do comércio internacional de mercadorias passa por esse tipo de modal, com embarcações cujas cargas podem chegar a 450 mil toneladas para os navios tanques ou 23 mil contêineres para os porta-contêineres. Ao mesmo tempo, as economias mais regionais se beneficiam da cabotagem ao longo da costa e alguns roteiros são muito favoráveis aos movimentos intensos de passageiros (CANDEMIL, 2019).

A globalização econômica colocou em evidência a função dos portos, pois estes são os acessos primordiais das importações e exportações comerciais em diversos países. O serviço portuário tem lugar estratégico no crescimento econômico global, visto que seus custos de transportes são inferiores à de outros modais, como o aéreo e o rodoviário. A questão de escala de volume de movimentação é outra vantagem competitiva, especialmente com a crescente containerização das cargas, pois ao usar estruturas modulares unitizando cargas gerais, trazem como benefícios ainda maior redução de custos, maior segurança e padronização da movimentação das cargas.

O Brasil segue a estratégia mundial e seus portos são lugares de passagem de suas maiores divisas econômicas, apresentando ainda localizações geográficas que favorecem grandes vantagens comerciais para exportação, além de uma zona costeira extensa, com 8,5 mil quilômetros águas navegáveis, ainda pouco explorada diante das potencialidades.

Atualmente, o setor portuário nacional apresenta um aquecimento e movimentação por ano cerca de 1,010 bilhão de toneladas de produtos diversos, correspondendo a

mais de 90% do montante do peso bruto de tudo que é negociado pelo Brasil no comércio exterior. E, embora o setor portuário brasileiro tenha passado por período de falta de investimentos governamentais em modernização e infraestrutura, hoje esse cenário tem uma nova configuração, na qual os investimentos em expansão, tanto tecnológica quanto estrutural, estão sendo efetivados com o intuito de aumentar a competitividade e a produtividade do país diante de seus enormes mercados interno e externo, além da busca pela redução dos custos operacionais de suas atividades (MIQUILINI, 2021).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho é estudar e analisar os Planos de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZs) dos portos públicos de Belém/PA, Itaqui/MA e Suape/PE, por se configurarem como alguns dos principais portos na movimentação de volume de mercadorias no Norte e Nordeste do Brasil, a fim de avaliar as atividades demandas para a implementação de melhorias das infraestruturas logísticas vigentes, conforme a Lei de Portos (Lei n. 12.815/2013) e a micro reforma da Lei de Portos pela Lei n. 14.047/2020.

Estudar esses PDZs se justifica pelos impactos que esses planos têm no Plano Nacional de Logística brasileiro, mas também por sua influência na economia nacional (exportação e importação), com a melhoria da contratação e uso dos portos em âmbito do transporte aquaviário regional, nacional e internacional. Assim, do ponto de vista teórico, a principal contribuição do artigo está relacionada ao avanço do conhecimento sobre os PDZs de alguns dos principais portos do Norte e Nordeste do país, bem como sua influência nos processos logísticos desses modais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LOGÍSTICA PORTUÁRIA E PDZ

A adoção do Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP) surgiu a partir da Portaria da Secretaria de Portos da Presidência da República (SEP/PR) nº 03/2014 com o objetivo detectar capacidades dos diversos portos, analisando áreas de influência, elaborando perspectivas de demandas e crescimento à curto, médio e longo prazo, para definir possibilidades interventivas que abrangem aspectos estruturais, gerenciais, buscando assegurar que os recursos disponíveis sejam aplicados de forma eficiente.

Assim, Portaria da Secretaria de Portos da Presidência da República (SEP/PR) nº 03/2014, ao definir tais objetivos, visa melhorar a competitividade do sistema portuário e logístico, facilitar o crescimento do tráfego de mercadorias e pessoas e a promoção da intermodalidade no tráfego de mercadorias, também em relação à racionalização, a reorganização e desenvolvimento da estrutura portuária brasileira.

Nesse sentido, o Plano, considerando a situação atual dos portos e da logística marítima, bem como as análises prospectivas da evolução da demanda, visa atingir objetivos estratégicos, que devem ser alcançados por meio da implementação de ações estratégicas, implementação de que deve ser realizado por meio de ações regulatórias e/ou administrativas direcionadas de acordo com as diretrizes previstas.

Enquanto os portos e a logística portuária evoluem muito rapidamente no mundo, com base em estruturas organizacionais e industriais cada vez mais complexas, o país vem desenvolvendo uma estratégia logística integrada. Por isso, a Portaria nº 61, de 10 de junho de 2020 do Ministério da Infraestrutura, inclui os Planos Mestres como ferramenta de planejamento direcionado aos complexos portuários,

incluindo os portos organizados, apreciando as perspectivas do planejamento de transportes em nível estratégico. Os planos Mestres são definidos como:

II - O Plano Mestre - instrumento de planejamento de Estado voltado à unidade portuária, considerando as perspectivas do planejamento estratégico do setor portuário nacional constante do Plano Nacional de Logística Portuária - PNLN, que visa direcionar as ações, melhorias e investimentos de curto, médio e longo prazo no porto e em seus acessos.

Os Planos Mestres consideram a situação atual dos portos e de sua logística, bem como a análise prospectiva da evolução da demanda, propõe-se a concretização dos objetivos estratégicos, indica as ações mais adequadas cujas implementações se efetivam através de atividades administrativas consistentes com as diretrizes do PNLN.

Cada porto deve planejar, implementar, desenvolver e atualizar seus Planos Mestres, porém, a elaboração desses documentos é um processo que requer o comprometimento de toda a comunidade portuária, além de agentes públicos e privados que têm relações com as atividades portuárias.

De acordo com o Art. 3 da Lei 12.815/2013, o novo marco regulatório portuário tem como objetivo aumentar a competitividade e o desenvolvimento do país, seguindo as diretrizes de:

- A) Ampliação, modernização e otimização da infraestrutura e superestrutura portuária brasileira, tanto em portos públicos quanto em terminais privados;
- B). Garantir acessibilidade e publicidade de tarifas e preços, alta qualidade de serviços e efetividade dos direitos dos usuários;
- C). Incentivar a modernização e melhoria da gestão dos portos organizados e instalações portuárias, recuperação e qualificação da mão de obra portuária e aumento da eficiência das atividades prestadas;
- D). Promover a segurança da navegação na entrada e saída das embarcações nos portos; e,
- E). Estimular a concorrência, incentivar a participação do setor privado e garantir o pleno acesso aos portos organizados, instalações e atividades portuárias.

As autoridades portuárias públicas, devem então desenvolver os denominados PDZ – Plano de Desenvolvimento e Zoneamento. Cada autoridade responsável por um Porto Público elabora seu próprio PDZ. Assim, segundo a Portaria nº 61, de 10 de junho de 2020, do Ministério da Infraestrutura (BRASIL, 2020, s/p), que prevê os documentos necessários ao planejamento portuário previstos pelo governo federal e suas diretrizes, em seu Art. 2º, que:

II - Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) - instrumento de planejamento da Autoridade Portuária, que contempla as estratégias e ações para a expansão e o desenvolvimento integrado, ordenado e sustentável das áreas e instalações do porto organizado;

O PDZ é uma ferramenta de planejamento da autoridade portuária que define as estratégias e ações para a ampliação e o desenvolvimento integrado, sistemático

e sustentável das áreas e instalações de um porto organizado. Este importante documento de planejamento, visa ainda constituir-se no principal demarcador dos projetos e programa de execução de melhorias qualitativas e quantitativas do estado das instalações portuárias brasileiras, tendo como preceito basilar o exercício específico da Autoridade Portuária competente em cada localidade.

Mais especificamente, o Plano parte da análise dos múltiplos aspectos que afetam o desempenho dos portos, desde os acordos e perspectivas mercadológicas, à análise de cenários geoeconômicos globais, à procura de tráfego nos vários segmentos, à análise de infraestrutura e oferta de serviços, bem como procedimentos de controle administrativo.

Deve-se considerar que todos esses documentos estão relacionados com a capacidade de transporte e movimentação das cargas dos portos. O transporte é um dos elementos essenciais da logística. Possibilita o envio e recebimento de produtos de todos os tipos. Escolher o meio certo de transporte para um tipo específico de mercadoria é crucial para a continuidade e prosperidade de um negócio. É necessário avaliar todos os fatores que podem impactar a entrega de mercadorias, consequentemente os mercados locais, regionais e global.

2.2 LOGÍSTICA DE TRANSPORTES

Transporte de carga refere-se à movimentação de elementos de negócios de uma área para outra usando vários meios de transporte e estruturas. Este setor muito dinâmico faz parte de um complexo conjunto de infraestruturas, pois só pode se efetivar de forma eficiente se houver meios de interligação entre os meios de transporte (estradas, ferrovias, etc.), arranjos para transferir mercadorias de um meio de transporte para outro, armazenar veículos e acomodar motoristas (porto, aeroporto, estacionamentos, etc.) e finalmente as estruturas de engenharia necessárias para superar os obstáculos naturais (pontes, túneis, etc.) (MOREIRA; SANTOS, 2015).

Existem muitos modos de transporte de carga. Assim, o frete pode ser marítimo, aéreo, rodoviário, fluvial ou ferroviário. O modo de transporte escolhido pode atender aos diferentes requisitos de transporte. Pode ser um prazo a respeitar, uma distância a percorrer ou um limite de emissão de gás carbônico (CO₂) a não ultrapassar. Este último ponto em particular é um elemento fundamental, porque para o transporte internacional o desenvolvimento sustentável é um problema real. Portanto, a escolha de um determinado meio de transporte é, acima de tudo, uma resposta a um problema específico (GOULART; CAMPOS, 2018).

Os constantes avanços tecnológicos, a globalização e o maior interesse pela preservação ambiental têm modificado o cenário econômico mundial, causando o acirramento da competitividade entre as empresas e obrigando-as a buscarem na inovação as soluções para manterem e ampliarem seu mercado consumidor.

A logística então tem sido de fundamental importância, especialmente para a distribuição dos produtos produzidos pelas indústrias para mercados locais e internacionais. Neste aspecto, a busca pelos menores custos, maiores lucros e melhor qualidade dos produtos e serviços de distribuição são determinantes para que um sistema produtivo seja considerado eficaz e competitivo (GOULART; CAMPOS, 2018).

As atividades logísticas fazem parte de um sistema de gerenciamento de uma cadeia de abastecimento, ou simplesmente sistema logístico, tendo como finalidade o planejamento, implementação e controle do fluxo e armazenamento eficaz e economicamente viável de insumos, produtos semiacabados e acabados, além de

registrar e fornecer informações sobre estes, desde o ponto de origem até o destino final, atendendo às requisições dos compradores. Esse sistema executa o transporte, a estocagem, processamento de pedidos e o manuseio desses insumos (BUSTAMANTE, 2017).

Ballou (2017) expressa que um sistema logístico eficiente possibilita que uma determinada região geográfica explore suas vantagens intrínsecas de produção em algum produto em que seja especializada e exporte esses produtos para as demais regiões. Assim, a associação da produção especializada de qualidade com a logística mais adequada fará com que esta região seja mais competitiva que as demais, por oferecer vantagens mercadológicas que as outras não conseguem atingir.

Os sistemas logísticos constituem vários elementos essenciais que impulsionam o comércio, seja entre regiões de um mesmo país, entre países ou mesmo continentes. Mas, essas transações comerciais só se tornam vantajosas se os saldos dos custos de produção integrados a um eficiente sistema logístico sejam maiores e mais vantajosos que os custos necessários para armazenar, transportar e arcar com os impostos gerados para que a empresa possa disponibilizar o produto para outras regiões (CHOPRA; MEINDL, 2011).

Quanto mais uma empresa, ou mesmo país, desenvolve sua capacidade de produção, movimentação e armazenagem de seus produtos e serviços, melhor será sua atuação comercial no mercado. Na perspectiva de Ballou (2017, p. 24)

A logística trata de todas as atividades de movimentação e armazenagem, que facilitam o fluxo de produtos desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o consumidor final, assim como dos fluxos de informação que colocam os produtos em movimento, com o propósito de providenciar níveis de serviço adequados aos clientes a um custo razoável.

Diante desta perspectiva, entende-se que a função da logística em uma empresa é garantir ao menor custo a coordenação da oferta e da procura, tanto ao nível estratégico e tático como da manutenção à qualidade de longo prazo do relacionamento com o cliente que o preocupa.

Logística é definida como um conjunto de meios de abastecimento, produção e distribuição de produtos, mas quando se trata da logística de um porto, outros conceitos são necessários, o que exige maior distinção no estudo dos diferentes polos ou facetas deste último. Para o efeito, integram-se as várias operações presentes no porto de forma a otimizar os prazos (carga, descarga, movimentação, armazenagem, etc.), custos e atender às necessidades dos diversos agentes portuários (GOULART et al., 2019).

O escopo de uma cadeia logística é definido de acordo com a natureza do seu contexto. As empresas podem estar localizadas em uma ou mais regiões geográficas. Os portos são as portas de entrada de mercadorias para exportação e importação, por isso estes modais estão se esforçando para aumentar e manter a eficiência e a competitividade, ao mesmo tempo que minimizam os custos de transação para obter uma maior participação no mercado. Para atingir esses objetivos, os portos em todo o mundo estão olhando para suas operações do ponto de vista da logística portuária e da gestão da cadeia de suprimentos (CHING, 2009).

O transporte pode ser definido como a movimentação de mercadorias ou pessoas de um ponto a outro, sendo tecnicamente, mais um serviço do que um bem,

porque é mais intangível do que material, por isso tem características próprias (BALLOU, 2017).

Em primeiro lugar, o transporte é um bem de consumo intermediário que raramente é exigido por si só, auxiliando nas atividades produtivas. Em segundo lugar, é uma atividade de capital intensivo. A produção do transporte, ou mais exatamente do transporte motorizado, envolve capital (estradas, ferrovias, caminhões, locomotivas, aviões, etc.), insumos (combustíveis, eletricidade), mão de obra (caminhoneiros, ferroviários, motoristas) e tempo, sendo de fato demandado para todos os bens, em graus variáveis (NOVAES, 2016).

Uma terceira característica do transporte é a longa vida útil de suas infraestruturas. As decisões nesta área dão frutos por décadas, senão séculos. O período de construção dessas infraestruturas também pode ser longo. Por razões técnicas (leva vários anos para construir uma estrutura complexa) e acima de todas as razões sociopolíticas (leva ainda mais tempo para que o princípio e o layout de uma estrada ou ferrovia sejam aceitos), podem ocorrer décadas entre a decisão de construir e a realização, sendo assim o PDZ justifica o investimento e a construção dessas infraestruturas, sendo um catalisador para o desenvolvimento dos portos e das áreas de suas abrangências (SANTOS; ROBLES, 2015).

A logística e o transporte são duas atividades econômicas inter-relacionadas. As principais funções do transporte na logística estão ligadas basicamente às dimensões de tempo e utilidade de lugar. O transporte de mercadorias é utilizado para disponibilizar produtos onde existe demanda potencial, dentro do prazo adequado às necessidades do comprador. Para a maioria das empresas, a chave para o transporte e a logística é encontrar o equilíbrio certo entre eficiência e custo. A maneira mais fácil de minimizar os custos de transporte é eliminar o transporte desnecessário (BALLOU, 2017).

A logística de transporte é a área da logística que estuda e aplica todos os princípios necessários para determinação do melhor tipo de transporte que será capaz de transportar o maior número de mercadorias no menor tempo possível e com o menor custo, assegurando ainda a integridade da carga.

2.3 LOGÍSTICA PORTUÁRIA

A principal via de transporte de cargas brasileira durante todo período de colonização e imperial foi o mar, desde a fundação da unidade nacional. Fruto das empreitadas das Grandes Navegações, o Brasil ainda mantém uma forte relação comercial e tráfego marítimo de mercadorias com a Ásia, Europa, Américas e África.

A necessidade de desenvolver uma reflexão global sobre a gestão dos fluxos nas empresas comerciais e industriais, especialmente nos portos, deu origem a uma nova função na era do século XX, a da logística com uma abordagem cujo principal objetivo é garantir a qualidade, agilidade, flexibilidade e menor custo do processo de circulação física visando a satisfação de um conjunto de clientes (CRISTINA; CUNHA; VAZ, 2019).

Um modal aquaviário é um corpo de água navegável que pode incluir rios, lagos, mares, oceanos e canais. Para que o requisito de navegabilidade seja um diferencial, características diferentes devem ser atendidas. As vias navegáveis devem: ser profundas o suficiente para permitir a passagem e transporte de mercadorias por barcos, navios ou balsas de calado definido; largas o suficiente para permitir a passagem de barcos, navios ou balsas de largura máxima definida; estar livre de obstáculos à navegação, como cachoeiras e corredeiras, ou ter meios de

contornar esses obstáculos por meio de eclusas ou elevadores; tem uma corrente que permite a navegação (CAMPOS; GOULART, 2018).

As vantagens do transporte aquaviário são múltiplas. Por um lado, é o transporte mais confiável por ser uma rede não saturada e uma das mais eficientes, pois um único navio transporta em média 10 a 15 vezes mais mercadorias do que um caminhão, por exemplo. Então, é o mais competitivo porque tem um custo mais baixo entre 2 a 4 vezes se comparado ao transporte rodoviário. É o meio de carga mais sustentável, podendo ser adequado para transportes em curtas e grandes distâncias, embora não seja o mais rápido, sendo particularmente adequado para mercadorias pesadas e densas, assim como matérias-primas a granel (ANTAQ, 2020a).

Os portos constituem os espaços em que minimamente os meios de transporte aquaviários podem atracar para realizar suas atividades de carga e descarga, assim fazem a ligação entre os transportes aquático e os terrestres. São elos importantes do sistema de transporte, pois através destes que se realiza praticamente todo o comércio internacional, então são considerados estratégicos para o comércio globalizado e movimentação de cargas entre regiões de um mesmo país, especialmente aquelas de baixo valor agregado, como por exemplo: petróleo e derivados, carvão, minério de ferro, cereais, bauxita, alumínio e fosfatos, etc (GOULART; CAMPOS, 2018).

Muitas vezes descritos como pulmões da economia de um país, os portos desempenham uma importante função regulatória na economia dos transportes por meio da sua função principal de trânsito de mercadorias nas melhores condições de custo, tempo e segurança. Consequentemente, a eficiência do funcionamento dos portos constitui fator determinante para o desenvolvimento econômico portuário (GOMES, 2018).

Esta posição confere aos portos uma relevância real para o posicionamento das atividades logísticas, nomeadamente no que se refere ao tráfego de contêineres. Ao mesmo tempo, os grandes portos marítimos são os gestores de um vasto domínio, definem e implementam uma visão de longo prazo para o desenvolvimento sustentável de seus espaços costeiros (GOULART et al., 2019).

Os investimentos em infraestrutura de grandes portos costeiros visam melhorar a competitividade desses modais e de seus terminais, diante da concorrência estrangeira cada vez mais acirrada. Os principais investimentos realizados são destinados a: ampliar ou otimizar as capacidades de recepção de navios e tipos de cargas, adaptação e modernização das infraestruturas (diques e cais) e dos acessos (marítimo, fluvial e terrestre); e fortalecimento da segurança portuária por meio de vários reparos importantes e operações de restauração, essenciais em muitos portos.

Os portos são interfaces entre vários modos e centros de transportes combinados. São também zonas comerciais e industriais multifuncionais nas quais as mercadorias não estão apenas em trânsito, mas também são manuseadas, armazenadas, processadas e distribuídas. Na verdade, baseiam-se em sistemas multidimensionais que, para funcionar de forma eficiente, devem ser integrados nas cadeias logísticas locais, regionais e, muitas vezes, globais (BUSTAMANTE, 2017).

A missão do porto é acolher os navios e dar-lhes um abrigo no qual possam realizar as suas operações comerciais ou técnicas: garantindo o trânsito das mercadorias nas melhores condições de custo, qualidade, prazos e segurança e oferecendo facilidades reais através da disponibilização de meios eficientes de trânsito e movimentação de navios, além do armazenamento de mercadorias.

Se for aceito que o porto é antes de tudo um ponto de passagem onde as mercadorias são transferidas entre a embarcação e os diversos meios de transportes

terrestres, trata-se de um elo que garante a continuidade da cadeia de transporte aquaviário e, portanto, um fator de estímulo ao desenvolvimento das redes rodoviárias e ferroviárias locais/regionais/nacionais (SANTOS et al., 2019).

Portanto, cada modo tem seus pontos fortes e fracos. O transporte rodoviário é flexível, mas a distância de viagem economicamente vantajosa é limitada. O transporte ferroviário é rápido e confiável, porém é mais lento do que o transporte aéreo e não chega a certos destinos. O transporte aéreo, embora seja o mais rápido, é de maior custo e tem alta emissão de CO₂.

Nenhum meio de transporte tem, portanto, apenas vantagens. Por isso a eficiência e viabilidade econômica muitas vezes só é alcançada com o transporte multimodal, que é a combinação dessas diferentes soluções. Em todo caso, o transporte rodoviário de mercadorias continua sendo um dos alicerces da logística. Com efeito, para levar a mercadoria a um avião ou a um porto, é necessário transportá-la previamente por estrada (GOULART; CAMPOS, 2018).

Destarte, os critérios de escolha dos expedidores influenciam as respectivas ofertas de serviços e conduzem a uma mobilização desigual da infraestrutura disponível. Diferentes critérios afetam a competitividade relativa de um modo de transporte em relação a outro: busca do menor custo, confiabilidade dos serviços e infraestrutura (atrasos, disponibilidade de traçados, etc.), flexibilidade de rota, capacidade ou não de transporte de mercadorias ampla variedade de tipos, adaptação a contingências, segurança, rastreabilidade, etc (MIQUILINI, 2021).

O transporte marítimo é amplamente utilizado porque os custos são reduzidos. Com uma costa de mais de 8mil quilômetros navegáveis, os portos brasileiros transportaram em 2020 1,151 bilhão de toneladas de diversos produtos importados e exportados, um crescimento de 4,2% em relação a 2019 (ANTAQ, 2021).

As principais vantagens do modal aquaviário são o menor consumo de combustível em relação à quantidade de carga transportada, a longa vida útil da infraestrutura, dos equipamentos e dos meios, a flexibilidade e capacidade no transporte de cargas, além da Segurança no transporte e controle sobre a distribuição (ANTAQ, 2020b).

A infraestrutura de transporte do Brasil enfrenta muitos desafios, pois estradas e portos necessitam de investimentos em infraestrutura, tecnologia e ampliação. Mas, nos últimos vinte anos, o setor de transportes no Brasil tem sido um dos setores caracterizados pelo maior crescimento entre os setores econômicos nacionais (GOULART; CAMPOS, 2018).

Os diferenciais competitivos que os portos brasileiros procuram colocar a seu favor são a qualidade da situação de navegação, mas que difere de um porto marítimo a um porto estuarino, a qualidade e a manobrabilidade dos acessos, o número de linhas de transporte regulares que atendem a um destino geográfico específico, bem como aos corredores fluviais, rodoviários ou ferroviários regulares para o interior do país/continente (SANTOS, 2019).

Na verdade, a competitividade é baseada na satisfação do cliente, a qual deve ser obtida a custo compatível com a qualidade de serviço ofertada e em todos os momentos demandados. Daí a necessidade de os portos, como outras empresas, desenvolverem sua função logística de forma a organizar a um custo conveniente o fluxo de mercadorias ou materiais que conduza a entregar ao cliente o bem que este pretende e no tempo desejado. Esta função deve assumir a gestão de fluxos físicos: transporte, manuseio, armazenamento, etc; e de fluxos de informação, incluindo, mas não se limitando à previsão, antecipação e acompanhamento administrativo de

encomendas, anúncios de chegadas de navios, desembarques de cargas, dentre outros (GUIMARÃES; LEAL JÚNIOR; PEREIRA, 2020).

Nos últimos anos as administrações e os terminais portuários brasileiros tiveram que se adaptar rapidamente para atender a uma demanda crescente, impulsionada pelos altos níveis de comércio mundial e nacional. A globalização está colocando estes modelos portuários sob pressão cada vez maior para se manterem competitivos em mercados de carga inconstante. Aumentar a produtividade, através da expansão ou melhor utilização dos ativos existentes, é uma obrigação para a sobrevivência econômica (GOULART; CAMPOS, 2018).

A logística portuária pode assim ser definida como todos os meios estratégicos e operacionais que permitem otimizar as funções intermodais na cadeia portuária. É também uma abordagem que permite tornar as várias operações de um porto mais rápidas e eficientes do que rápidas.

Mudanças recentes na produção global levaram ao aumento da complexidade das cadeias de abastecimento e destacaram a importância crítica da eficiência logística para a competitividade portuária. A competição crescente tem motivado as empresas de manufatura não apenas a expandir suas operações internas, mas também a se concentrar na integração de seus fornecedores em toda a prática da cadeia de valor (PORTO, 2019).

A logística portuária, com a antiguidade de milhares de anos, evoluiu acompanhando o desenvolvimento do comércio internacional. Cerca de 90% do comércio de mercadorias do mundo é transportado por navios. Inclui 40% de graneis sólidos, 38% de graneis líquidos, 14% de contêineres e 8% de carga geral. Essa porcentagem e o volume do comércio de commodities estão mudando ao longo do século XXI (PORTELA, 2016).

A globalização permitiu que os produtores realocassem suas fábricas de produção e montagem para locais mais eficientes em termos de custos nas economias em desenvolvimento, por sua vez, gerando uma nova divisão espacial do trabalho e aumentando a demanda por transporte marítimo. Do ponto de vista da cadeia de abastecimento, o papel dos portos pode ser definido como parte de um conjunto de entidades nas quais diferentes operadores de transporte e logísticos estão envolvidos na entrega de valor aos consumidores finais (GOULART; CAMPOS, 2018).

Os portos tornaram-se um ponto de ligação na maior cadeia logística em um canal de distribuição global. O transporte marítimo é organizado em torno das principais cadeias de *commodities*: graneis sólidos (carvão, minérios de ferro, manganês, cereais, ração animal), graneis líquidos (petróleo, gás natural liquefeito, produtos químicos) e mercadorias em geral, que incluem vários produtos industriais manufaturados ou produtos agrícolas (produtos frescos). Os graneleiros, petroleiros, transportadores de químicos, cargueiros e navios porta-contêineres asseguram o transporte correspondente (CANDEMIL, 2019).

Um nível mais alto de colaboração e coordenação é necessário para que esses canais de distribuição tenham sucesso. A conjunção de logística e transporte portuário pode ser atribuída principalmente à integração física dos modos de transporte facilitada pela containerização e à evolução das demandas dos clientes finais que requerem a aplicação de práticas logísticas. No centro da logística portuária está o conceito de integração, seja ela física (intermodal), econômica / estratégica (integração vertical, estrutura de governança) ou organizacional (integração relacional, de pessoas e processos na organização).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a realização deste estudo o método utilizado foi a revisão de literatura, com abordagem qualitativa e narrativa, utilizando para embasamento teórico os PDZs dos portos públicos de Belém/PA, Itaqui/MA e Suape/PE, bem como os Anuários Estatístico de Transportes do Ministério da Infraestrutura, além de trabalhos acadêmicos e artigos publicados em revistas especializadas.

O estudo segue como estrutura, no tópico inicial é feita a introdução ao tema do artigo, em seguida no desenvolvimento, é apresentado o referencial teórico onde aborda-se a definição da logística e da logística de transportes, com ênfase na logística portuária. Nos resultados são apresentados sequencialmente aspectos históricos e territoriais (instalações, armazenagem, capacidade, pátios, tancagem, terminais especializados, equipamentos e terminais de uso privativo) dos portos públicos de Belém/PA, Itaqui/MA e Suape/PB. Por fim, são apresentados e comparados os PDZs dos citados portos, abrangendo infraestruturas aquaviária e terrestre, meio ambiente, planos de zoneamento e projetos de expansão.

4 RESULTADOS

4.1 O PORTO DO ITAQUI/MA

Em 1939, os estudos desenvolvidos pelo Ministério da Aviação e Obras Públicas através do Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais (DNPRC) apontaram a Região do Itaqui como um excelente lugar para um novo porto no Maranhão devido às suas águas abrigadas e excelente profundidade do canal perto da costa. No entanto, a edificação da estrutura portuária começou a ser construída em 1966, a cargo do Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis (DNPVN). Em 28 de dezembro de 1973, foi criada a Companhia Docas do Maranhão (CODOMAR) para gerenciar as novas instalações portuárias, que começaram a funcionar em julho de 1974 sob controle do Governo Federal (COSTA JÚNIOR, 2018).

A administração do Porto era exercida pela CODOMAR, subordinada ao Governo Federal, desde de sua inauguração em 1973 até 2000, quando Convênio de Delegação n° 016/00 foi estabelecido entre o Governo do Estado do Maranhão e o Ministério dos Transportes, delegando sua administração à Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP) a partir de 1° de janeiro de 2001.

A EMAP (2019, p. 1) é uma “[...] empresa pública, com personalidade jurídica de direito privado, autonomia administrativa, técnica, patrimonial e financeira [...] instituída pelo Governo do Estado do Maranhão para desempenhar a função de Autoridade Portuária no Porto de Itaqui, sendo responsável pela administração e privilégio exclusivo comercial dos demais Portos e instalações portuárias maranhenses, o organograma da empresa pode ser observado no Anexo A.

Segundo a EMAP (2021a, s/p), a visão da empresa é “Ser, até 2022, a empresa referência em gestão portuária no Brasil” e como valores:

Pessoas: Valorizamos a contribuição, respeitamos a diversidade e estimulamos o desenvolvimento das pessoas.

Transparência: Adotamos uma conduta transparente, mantendo canais de acesso à informação e diálogo permanente com a sociedade

Integridade: Agimos de maneira ética, resguardando a conformidade legal.

Segurança: Zelamos pela vida, mitigando os riscos e perigos para a saúde e segurança das pessoas.

Sustentabilidade: Somos comprometidos com o equilíbrio entre o meio ambiente, a sociedade e a economia.

Excelência: Buscamos eficiência e melhoria contínua em tudo que fazemos. (EMAP, 2021, s/p).

Desde que assumiu a administração do Porto do Itaqui, a EMAP se definiu como missão de adaptar a gestão do porto para apoiar o crescimento do Estado e das regiões sob sua influência, especialmente porque a EMAP tem o projeto colocar o Porto de Itaqui entre os 10 mais importantes do mundo. Com uma gestão empresarial e sustentável a EMAP está focada no potencial humano e no valor das práticas de desenvolvimento econômico, ambiental e social (EMAP, 2019).

A Administração da EMAP considera todos os aspectos operacionais das funções portuárias, respeitando normas e legislações, seguindo os determinantes legais e planejando seu modelo de gestão de forma a se manter competitivo e com alto crescimento e desempenho.

Esta empresa tem adequado a gestão do Porto do Itaqui as novas demandas ocasionadas pelo crescimento econômico do Maranhão e demais regiões sobre a qual exerce influência, incluindo Maranhão, Piauí, Tocantins, sudoeste do Pará, norte de Goiás, nordeste do Mato Grosso e no oeste da Bahia (ASSIS, 2019).

As principais incumbências da EMAP são administrar e explorar o cais de São José de Ribamar, os terminais de balsas de Ponta da Espera e Cajupe, além do Porto de Itaqui (EMAP, 2019). Quanto a movimentação de cargas, o Itaqui faz grande movimentação de graneis sólidos, graneis líquidos e carga geral solta (BRASIL, 2017), conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1: Principais cargas e serviços movimentados no Porto do Itaqui.

Cargas gerais unitizada	Alumínio, fluoreto, cimento, celulose
Granéis sólidos minerais	Fertilizantes, manganês, calcário, antracito/betionna, carvão, cobre, clínquer/escória, ferro gusa e minério de ferro
Granéis sólidos vegetais	Soja, milho, arroz, trigo, farelo de soja e malte
Granéis líquidos derivados de petróleo	Diesel, gasolina, querosene para aviação (QAV), Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e Oxido de magnésio (MgO)
Granéis líquidos petroquímicos	Soda cáustica
Granéis líquidos vegetais e biocombustíveis	Óleo de soja, álcool e etanol

Fonte: Adaptado de EMAP (2019).

Para atender a demanda de armazenamento dos produtos que devem ser carregados e descarregados dos navios que recebe, o Porto dispõe de instalações de armazenagem constituídas por: armazéns para carga geral, para granéis sólidos, farelo de trigo e lubrificantes; pátios para armazenagem desabrigada; silos verticais e horizontais para grãos; pátio de contêineres, carga geral e para granéis sólidos; tanques para depósito de granéis líquidos de diesel, biodiesel, gasolina e etanol; e esferas para armazenagem de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP).

Em 2011, o Itaqui começou a receber cargas containerizadas em transporte 17 regular com uma movimentação de 10 mil contêineres/ano. Os ancoradouros 101 e 102 tiveram suas estruturas ampliadas e melhoradas. Refletindo maior eficiência e produtividade nas operações portuárias (EMAP, 2021b). Contudo, a rota que foi perdida em julho de 2016, principalmente pela crise econômica internacional, a alta do dólar e redução do consumo de produtos importados, afetou também o mercado nacional causando redução das importações (CUNHA, 2016).

Atualmente está sendo implantado um sistema para que o Porto possa movimentar, a partir do quarto semestre de 2017, novamente grandes volumes de cargas containerizadas, inclusive refrigeradas, em um pátio com capacidade de armazenamento de 30 a 40 mil Twenty Foot Equivalent Unit (TEU) (HADADE, 2017).

Em 2012, continuando a expansão das ações de infraestrutura portuária, o EMAP inaugurou o ancoradouro 100 e a estrutura do cais 100, que é o Terminal de Grãos do Maranhão (TEGRAM) com capacidade para operar até 10 milhões de toneladas/ano quando totalmente operacional. Em 2012, foi iniciada a construção do ancoradouro 108 dedicado ao movimento de produtos petrolíferos, que representam mais de metade dos 14 milhões de toneladas/ano operados em Itaqui, no ancoradouro 106 (EMAP, 2021b).

O Porto de Itaqui, juntamente com os terminais privados Vale e Alumar, é o segundo maior complexo portuário do manuseio de carga do país. O Itaqui é o principal motor do desenvolvimento econômico e social do Maranhão, que tem investimentos importantes planejados para os próximos anos em áreas como refinação de petróleo, agronegócios, celulose e pellets, cimento, geração de energia, entre outros (EMAP, 2019).

Em relação a outros portos brasileiros, o Porto de Itaqui é aquele com o melhor valor para investimento interno e internacional, dispondo integração direta com estradas de ferro e rodovias, apresentando vantagens econômicas únicas para os produtores no eixo Centro-Norte, que podem gastar menos e ganhar mais, usando Itaqui como corredor de fluxo (EMAP, 2019).

Em comparação com portos do sudeste brasileiro, são economizados até sete dias de viagem para os maiores portos do mundo, por exemplo, a rota Itaqui-Roterdã, coberta em apenas 10 dias. A expansão do Canal do Panamá também colocará o Porto de Itaqui como um excelente ponto de partida e chegada aos mercados asiáticos (EMAP, 2019).

4.2 O PORTO DE BELÉM/PA

O Porto de Belém (BR, código do porto: BRBEL), Empresa Pública, vinculada ao Ministério da Infraestrutura, é a maior cidade portuária do Norte do Brasil, localizado na capital do estado do Pará, na confluência do Rio Pará, no Delta do Rio Amazonas, a 145 quilômetros do Oceano Atlântico, sendo a porta de entrada para a Bacia Amazônica (GOMES, 2018).

A construção inicial no Porto de Belém foi realizada por Portugal, então metrópole do Brasil colônia. A cidade de Belém foi fundada em 1616 pelo Capitão Francisco Caldeiras de Castelo Branco chamada inicialmente de Feliz Lusitânia e mais tarde denominada Nossa Senhora de Belém do Grão-Pará, através da construção de uma povoação fortificada com objetivo de defender a área dos adversários europeus de Portugal (França, Bélgica e Grã-Bretanha). Este foi o primeiro núcleo de povoamento colonial europeu estabelecido na Amazônia (GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ, 2021).

Foi somente no final do século XVII que a indústria açucareira fez do Porto de Belém um importante polo da região. No século XVIII, o gado, o arroz, o café, o algodão e outras culturas sustentavam a economia local. No final do século XIX, o Porto de Belém tornou-se um importante polo da indústria da borracha amazônica e, posteriormente, quando os rios Amazonas, Tocantins e Tapajós se abriram para o transporte marítimo, tornou-se um importante destino de navegação. Apesar do fim do ciclo da borracha no início do século XX, o Porto de Belém permaneceu um importante centro comercial no Norte do Brasil (ARRUDA; LUCAS; DOEBELI, 2021).

A Companhia Docas de Pará (CDP) administra atualmente as instalações do Porto de Belém. A CDP (2021a, s/p) assume como visão:

Prover infraestrutura portuária de qualidade, moderna, eficiente e segura, que promova a realização de negócios, com responsabilidade socioambiental, plena observância às políticas nacionais, garantindo assim, a criação de valor para clientes e sociedade.

Além de suas atividades estatutárias, a CDP exerce ainda o controle sobre as hidrovias da Amazônia Oriental: a Hidrovia Teles Pires-Tapajós e a Hidrovia Tocantins-Araguaia. O porto está localizado na cidade de Belém, capital do Estado do Pará, na margem direita do Rio Pará, 70 m a montante de sua barra.

A área do Porto Organizado de Belém é compreendida, conforme Decreto nº 5.230 de 5 de outubro de 2004, das instalações portuárias terrestres existentes na cidade de Belém, composto por fundeadouros, portos, cais e cais de atracação e amarração, terrenos, armazéns, prédios e vias de circulação interna na margem direita da baía do Guajará, do extremo sul do Mercado Ver-o-Peso até o extremo sudoeste da ilha de Caratateua, na foz do rio Pará, bem como instalações na área poligonal do Porto Organizado, abrangendo todos os cais, portos, pontes, cais de atracação e amarração, armazéns, silos, pátios e edificações, vias de circulação rodoviária e também terrenos ao longo desses trechos marginais e em suas imediações, pertencentes à União, incorporados ou não ao patrimônio do Porto de Belém ou sob sua custódia e responsabilidade (CDP, 2021a).

A extensão territorial do Porto de Belém é de 333.297,22 m², abrangendo os terminais de Miramar e Outeiro, além de vias de tráfego asfaltadas que ligam os dois terminais e são usados para movimentação de cargas. O Canal Leste do Porto de Belém tem seis quilômetros de extensão e seis a nove metros de profundidade (GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ, 2021).

O cais principal tem 300 metros de comprimento. A faixa de cais entre os armazéns 4 ao 8 é constituído pelos berços 100, 200 e 300, onde são movimentados carga geral e contêineres. Já a faixa de cais entre os armazéns 9 ao 10 é constituída pelo berço 600, onde operam apenas embarcações de navegação interior, movimentando carga geral e passageiros. Quanto a faixa de cais entre os armazéns 11 ao 12 e silos, sob contrato do Grupo Ocrim S.A. Produtos Alimentícios, é constituída pelos berços 400 e 500, onde são movimentados contêineres e cereais a granel, possui ainda instalada uma câmara frigorífica, utilizada para inspeção e vistoria de cargas refrigeradas que permite duas operações simultâneas de carregamento, descarga e inspeção (CDP, 2021b).

O pátio de contêineres tem disponibilizado 56 tomadas "refeers" para ligação de contêineres frigorificados, sendo distribuídas em sete cabines fixas com quatro tomadas cada uma e em dois carrinhos móveis com quatorze tomadas cada um. Quase todos os órgãos intervenientes no trabalho portuário estão instalados nos altos

do armazém 10 do Porto, como Alfândega, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Ministério do Trabalho, Vigilância Sanitária e em outras áreas do porto a Secretária de Estado da Fazenda e Órgão Gestor de Mão-de-Obra (OGMO) (ARRUDA; LUCAS; DOEBELI, 2021).

De acordo com as regras e procedimentos da Capitania dos Portos da Amazônia, o calado máximo recomendado no Terminal de Miramar será limitado, bem como no Porto de Belém, pela profundidade da Barra do Tapanã, de 7,92 m (26,0 pés) em ambos os píeres. No cais 1 só podem atracar navios com tamanho máximo de 15.000 DWT e 140 m de comprimento, e no píer 2 somente navios com tamanho máximo de 45.000 DWT e 210 m de comprimento podem atracar (CDP, 2021b).

4.3 O PORTO DE SUAPE/PE

O Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros (BR, código do porto: BRSUA), mais conhecido como Porto de Suape é um porto marítimo do Nordeste brasileiro, é um dos principais portos do país e da América Latina. Localiza-se entre os municípios de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho, no estado de Pernambuco. O sistema de acesso terrestre ao porto é composto pelas BR-101 e BR-232. É o maior porto público da região Nordeste e ocupa a quinta posição no ranking nacional (PIRES; DIAS, 2015).

Suape é o porto mais importante de Pernambuco, estrategicamente localizado na intersecção das principais rotas comerciais de longo curso que ligam a costa leste da América do Sul a outros continentes, bem como as rotas que ligam as regiões norte e sul do Brasil. O porto foi estabelecido em 1978 como parte integrante de uma zona de desenvolvimento industrial (PORTO DE SUAPE, 2021a).

Este complexo portuário tem uma profundidade de 15,5m no porto interno e até 20m no porto externo. Com 13.500 hectares, está localizado 40 km ao sul de Recife, capital do estado. Em 1997, os governos estadual e federal financiaram um importante programa de investimento em infraestrutura para atender a demanda necessária para um centro regional de grande profundidade. Em 2000, Suape decidiu lançar uma licitação internacional para outorgar uma concessão para desenvolver um terminal de contêineres (PORTO DE SUAPE, 2019).

A Lei de Modernização Portuária do Brasil de 1993 iniciou grandes reformas para aumentar a competitividade e a eficiência dos portos brasileiros. O governo de Pernambuco buscou fazer de Suape um hub de contêineres que atrairia cargas de 21 transbordo. Durante anos, o Nordeste do Brasil teve um crescimento econômico acima da média. Os transbordos ofereceram a Suape uma oportunidade de alavancar esse desenvolvimento econômico e capturar uma parcela maior do comércio containerizado que se origina ou se destina a localidades da região (MIQUILINI, 2021).

Considerando os dados de 2014, os produtos exportados de Suape são produzidos principalmente no estado de Pernambuco (70,41%), os produtos da Paraíba na segunda posição (9, 1%) e os do Rio Grande do Norte na terceira posição com 6,32%. Por outro lado, os produtos importados chegam principalmente ao Porto e são distribuídos nos estados de Pernambuco (88,37%), e o restante principalmente para Paraíba (3,95%) e Ceará (2,56%) (PORTO DE SUAPE, 2021a).

Em 2016, os granéis líquidos tiveram o aumento de movimentação em 21,8% em relação ao ano anterior, chegando ao volume de 17,28 milhões de toneladas, de modo que esse tipo de carga foi responsável por 76% de toda movimentação no Porto

de Suape. Outros produtos de destaque do porto de Suape são as exportações de automóveis, minério de ferro, soja e açúcar, e a exportação de contêineres (PORTO DE SUAPE, 2021b).

Em 2018, Suape apresentou um total de 23,6 milhões de toneladas de produtos transportados, sendo responsável pela maior movimentação nacional de grânéis líquidos (17,5 milhões de toneladas) e cabotagem (15,3 milhões de toneladas). Os derivados de petróleo são as mercadorias movimentadas que tiveram maior impacto na gestão do porto, devido à Refinaria Abreu e Lima (Rnest), que movimenta grânéis líquidos (óleo diesel, gasolina, querosene de aviação, óleo bruto de petróleo, etc.) e conservou a liderança nacional na movimentação desse tipo de carga (PORTO DE SUAPE, 2020).

O Complexo Industrial Portuário de Suape completou 40 anos em 2018. Em 2015, Suape registrou 19,72 milhões de toneladas de carga. Em 2016, houve um aumento de 15% nas exportações, a melhor taxa entre os dez maiores portos públicos do país. O porto também é especializado no transporte de veículos e na implantação de centros logísticos de distribuição, que foi ampliado com o Armazém da Zona Franca de Manaus (EZFM) em Suape (PORTO DE SUAPE, 2021c).

Embora o projeto de Suape siga basicamente o modelo de um porto integrado a uma área industrial, os moradores locais não foram esquecidos. Em outubro de 2008, a Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM) apresentou seu plano de desenvolvimento do território estratégico de Suape, ponto de partida para o planejamento do complexo portuário e das cidades circunvizinhas (SANTOS, 2016).

Dentre os diversos pontos contemplados no Plano, os que mais chamam a atenção são a ampliação das vias de acesso ao porto, o aumento do número de terminais integrados no estado, a necessidade de construção de 85 mil moradias populares para abrigar trabalhadores portuários e industriais, e a inclusão dos municípios de Sirinhaém e Ribeirão no território estratégico de Suape, pois áreas industriais estão sendo desenvolvidas ao longo do porto e atraíram cerca de 150 empresas, considerando os empreendimentos em operação, em fase de implantação e os condomínios logísticos, distribuídos em diversos polos como petroquímico, geração de energia, farmacêutico, grânéis líquidos e gases, naval e automotivo (MIQUILINI, 2021).

4.4 ANÁLISE COMPARATIVA DOS PDZS DOS PORTOS DO ITAQUI/MA, SUAPE/PE E BELÉM/PA

A nova perspectiva quanto ao papel dos portos no mercado internacional não apenas destacou a necessidade de modernizar as instalações portuárias para acomodar navios maiores e novas atividades, como movimentação de contêineres, mas também sublinhou a necessidade de planejar, ampliar e renovar os espaços portuários e seus entornos, incluindo todas as áreas que albergam as atividades relacionadas com o porto.

É necessário destacar que nessa análise são inclusos três tipos de Governança dos portos: a) Belém administrado pelo governo federal; b) Itaqui administrado através do instituto de delegação e; c) Suape onde é um porto federal, delegado ao estado do PE com a poligonal do governo do estado PE, ou seja, o complexo industrial portuário é em terras do estado. Destaca-se ainda o papel do Plano Mestre de cada porto, pois como ferramenta de planejamento, deve conter um diagnóstico da situação atual do complexo portuário, tendo como finalidade de orientar a realização de ações visando

melhorias e direcionamento quanto à melhor aplicação de recursos e investimentos públicos e privados de curto, médio e longo prazos, tendo como base as projeções das demandas crescentes das operações logísticas, além daquelas definidas pelo PNL.

Todas as ferramentas de planejamento previstas no PNL devem ser integradas. Dessa forma, as atividades envolvidas no PDZ devem ser dinâmicas e não estáticas, devem ser capazes de integrar toda a complexidade das relações econômicas, que estão sujeitas as mudanças e impactos na oscilação do mercado e também as decisões das empresas instaladas no complexo. Sendo assim, o PDZ não deve se limitar à planejar as atividades logísticas portuárias, devendo ser uma ferramenta para promover o desenvolvimento econômico, social e local, além da preservação ambiental, considerando as dinâmicas que envolvem o sistema portuário.

Os PDZs podem e devem ser pedras angulares de coesão entre as ferramentas de planejamento portuário, do desenvolvimento e efetivação do PNL e do crescimento local, além de garantir a promoção da sustentabilidade. Face ao exposto, na transformação dos elementos da visão estratégica dos PDZs em objetivos específicos, deve ser considerada toda a programação do sistema nacional de transportes, com particular atenção e prioridade a todos os segmentos do tráfego portuário pela sua capacidade de contribuir ao crescimento econômico e social; atenção e prioridade à reconfiguração, manutenção e segurança de um patrimônio de infraestrutura, que deve se utilizar de inovação e ao desenvolvimento tecnológico.

O PDZ identifica assim objetivos estratégicos para cada porto, as ações estratégicas que correspondem a cada um deles e as atividades operacionais a implementar, com diferentes prazos, durante o processo de implementação, além da constante atualização do Plano.

Então, visando atender os objetivos dessa pesquisa, este sub tópico traz a análise comparativa dos PDZs dos Portos do Itaqui/MA, Belém/PA e Suape/PB. Em se tratando da infraestrutura aquaviária e terrestre, foi utilizada a descrição da situação atual de cada PDZ, cujas informações estão distribuídas no Quadro 2.

CARACTERÍSTICAS	ITAQUI/MA	SUAPE/PE	BELÉM/PA
Governança	Administrado pelo governo estadual através do instituto de delegação	Administrado pelo governo estadual através do instituto de delegação com o complexo industrial portuário em terras do estado	Administrado pelo governo federal
Terminais de passageiros	03 terminais: Ponta da Espera (790 m ²) Cajupe (2.400 m ²) e Cais de São José de Ribamar (fora de operação)	Não possui terminal de passageiros, e nem prevê essa atividade para o futuro	01 terminal hidroviário: Luiz Rebelo Neto (4.800 m ²)

Instalações de armazenagem	15 armazéns com capacidades entre 100m ² e 17.000m ² 08 pátios somando 44.705 m ² (2 para contêineres e 6 para carga geral) 22 silos somando capacidade para 120.900t 08 tanques e 03 esferas de armazenament o de GLP (total de 84.439 m ³ de volume nominal) 16 tanques para armazenament o de granéis líquidos combustíveis e químicos e um para apoio ao sistema de combate a incêndio	14 Pátios (m ² e capacidades não informadas) 4 áreas de Tancagem (total de 450.000m ³) 4 envasadoras de gás (total 1.028 t) 2 silos (total 55.250 t) 5 armazéns, total de 40.400 m ² 11 pátios somando 797.567m ² 09 silos com 45.000 toneladas de capacidade total 658.597 m ³ de capacidade de armazenagem de granéis líquidos, incluso navio cisterna utilizado como tancagem flutuante de GLP	14 armazéns: 12 de 2.000 m ² e 2 de 4.800 m ² 01 Pátio de 10.412 m ² 47 silos totalizando 19.564 t Não possui tanques para armazenagem de granéis líquidos
----------------------------	--	--	--

Fonte: Adaptado de EMAP (2019), CDP (2021b) e Porto de Suape (2020)

A EMAP vem desenvolvendo um trabalho de investimento na planta da Porto do Itaqui, obtendo resultado de crescimento contínuo na movimentação de cargas, o que demonstra que uma gestão eficiente e voltada para o desenvolvimento do setor, o que pode contribuir de forma salutar para o crescimento das divisas econômicas do Estado do Maranhão.

Embora com decréscimo em 2016, devido à crise que atingiu o mercado internacional e se refletiu no mercado de importações e exportações, o Porto do Itaqui manteve um elevado índice de movimentação de cargas. Importante salientar que este trabalho analisou somente a movimentação no referido porto, sem computar o complexo portuário maranhense, que inclui os terminais de uso privado da Vale, atualmente gerenciado pela empresa VLI, e da Alumar.

Vale ressaltar que a posição geográfica privilegiada do Porto do Itaquí, como mencionado nesse artigo, favorece a ampliação das transações comerciais transatlânticas, garantindo que as mais diversas empresas interessadas tanto em importações quanto exportações se beneficiem da utilização deste modal aquaviários e mantenha, dessa forma, o Porto do Itaquí como um dos principais modais nacionais no escoamento da produção agrícola e mineral da região de influência do porto.

A localização particular da infraestrutura portuária possui características que determinam a atividade do porto, tanto no que diz respeito ao trânsito como no que diz respeito à implementação de estratégias competitivas e a eficiência e a eficácia da infraestrutura dependem dos sistemas de governança que regulam os portos. Da mesma forma, o desenvolvimento da atividade portuária ecoa também na economia regional, portanto, a governança torna-se parte integrante da maximização do impacto dos portos no desenvolvimento econômico da região (AIROLDI, 2014).

No entanto, a atividade de um porto transcende as fronteiras domésticas/regionais, enquanto o porto pretende participar de uma cadeia de abastecimento global. Alcançar este objetivo representa um desafio para as autoridades que gerem a atividade portuária, e esse desafio precisa ser superado quando se trata de ajustar a gestão aos objetivos externos e internos (ASSIS, 2014).

Em termos gerais, um modelo de gestão é derivado de uma sequência de circunstâncias. Portanto, é capaz de evoluir no tempo e enfrentar novos desafios, reformando-se. Cada reforma configura um novo modelo de gestão, o que permite explicar muitas das mudanças que ocorreram nos portos brasileiros, incluindo o Porto do Itaquí, e dos investimentos em infraestrutura realizados pelo Governo Federal nos últimos anos (ASSIS, 2014).

Os grandes portos precisam lidar com uma série de atividades diferentes: o movimento de navios, contêineres e outras cargas, o carregamento e descarregamento de navios e contêineres, atividades aduaneiras. Além dos recursos humanos, ancoragens, canais, rebocadores, espaços e locais de armazenagem devem ser alocados e liberados. A gestão eficiente de um porto envolve o gerenciamento dessas atividades e recursos, dos fluxos de dinheiro envolvidos entre os agentes que fornecem e usam esses recursos e fornecendo informações de gerenciamento (PEREIRA, 2017).

A gestão de portos é uma atividade indispensável para manter os portos organizados, supervisionados e funcionando. Existem vários tipos de interações comerciais que ocorrem em portos ativos, sendo este negócio altamente competitivo e que demanda de grandes investimentos para manutenção de suas atividades (PEREIRA, 2017).

Em algumas situações, apenas um porto pode logicamente fornecer acesso aos mercados de interesse com custos e logística que favoreçam sua escolha pelas empresas que se instalam ao seu entorno e mercados que estas querem alcançar, seja para exportação ou importação. Isso pode resultar de características geográficas, infraestrutura portuária e de transporte pós-transbordo adequada, além de questões de vantagens econômicas ou outros fatores.

A capacidade de segmentar as operações no porto para criar competição entre os provedores de serviços muitas vezes determina se a competitividade pode existir dentro do próprio porto. Às vezes é difícil ou impossível dividir as instalações de uma forma que permita que mais de um contratado forneça certos tipos de serviços dentro do porto, particularmente serviços de manuseio de terminais de contêineres, dando ao contratado o status de monopólio. Muito depende da localização geográfica de

cada porto, do tráfego disponível e das adições mínimas de capacidade (levando em conta o volume dos investimentos portuários).

Assim, por exemplo, observa-se que no Porto do Itaqui/MA as cargas gerais unitizada, granéis sólidos minerais e granéis sólidos vegetais apontam como principais mercadorias movimentadas, que dispõem de instalações de armazenagem adequadas e onde diversas empresas podem operar. A profundidade do porto também é uma grande vantagem, já que pode receber navios de grandes calados.

Por sua vez, o Porto Organizado de Belém movimenta principalmente carga geral e contêineres, os "refeers" para ligação de contêineres frigorificados são uma vantagem para cargas perecíveis que devem manter sua qualidade dentro de contêineres frigorificados. Além disso, por ter uma área portuária histórica e que interliga a grande região amazônica, tem como diferencial competitivo receber muitos passageiros, sejam aqueles que se movimentam por necessidade de trabalho, movimentos pendulares ou seja pelo turismo. Porém, a limitação de profundidade da Barra do Tapanã (7,92 m) e de tamanho de navios que podem atracar (tamanho máximo de 15.000 DWT e 140 m de comprimento, e no píer 2 somente navios com tamanho máximo de 45.000 DWT e 210 m de comprimento podem atracar) pode trazer limitação em seu uso.

Quanto ao Porto de Suape/PE, por ser maior porto público da região Nordeste e sua posição de destaque no ranking nacional, além de sua localização que favorece o uso pelas principais rotas comerciais de longo curso nacionais e internacionais (América do Sul a outros continentes), além de movimentar principalmente granéis líquidos (combustíveis) que abastecem outros três grandes estados da região nordeste (Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará) sendo produtos de grande valor econômico e agregados, além de um forte investimento em cabotagem favorecem sua competitividade. Outro ponto de destaque é que o planejamento da zona portuária incluiu a necessidade de construção de moradias populares para abrigar trabalhadores portuários e industriais, o que faz uma integração ainda mais eficiente no sistema porto-cidade.

Alguns dos encargos da gestão portuária podem incluir a cooperação com outros portos, a coordenação das entregas com os navios, a supervisão do desenvolvimento portuário, a publicidade e a promoção do porto, além da implementação de iniciativas de segurança e proteção ambiental. A maioria dos portos possui sistemas de dados informatizados, que controlam todo o sistema produtivo e organiza todas as informações (AIROLDI, 2014).

Nos últimos anos as administrações e os terminais portuários tiveram que se adaptar rapidamente para atender a uma demanda crescente, impulsionada pelos altos níveis de comércio mundial. A globalização está colocando modelos portuários sob pressão cada vez maior para se manterem competitivos em mercados de carga inconstante. Aumentar a produtividade, através da expansão ou melhor utilização dos ativos existentes, é uma obrigação para a sobrevivência econômica (GOMES, 2018).

5 CONCLUSÕES

A tendência crescente do fluxo de mercadorias em todo o mundo, e em particular no setor marítimo, tem posto em causa a estrutura e organização da maioria dos portos brasileiros. O setor portuário nacional vê-se assim confrontado com a necessidade de responder eficazmente ao crescente comércio internacional que lhe confere o papel de uma verdadeira espinha dorsal do comércio das mercadorias produzidas e consumidas transportadas por via marítima.

É através da crescente internacionalização da produção de bens e da sua terceirização, com a explosão do setor dos serviços, que o setor dos transportes marítimos brasileiro vai reforçando cada vez mais o seu papel central na organização dos fluxos e redes internacionais de carácter tangível e bens intangíveis. Estes, tornando-se mais complexos, demandam serviços cada vez mais especializados, dentre os quais a logística ocupa lugar de destaque. É também e sobretudo através dos portos que se organizam estas redes globais de intercâmbio.

De fato, os portos centralizam recursos tecnológicos, infraestrutura técnica, acesso ao conhecimento e recursos humanos qualificados, ativos essenciais e fontes de competitividade dentro das novas demandas de produção e consumo, destacando a necessidade de integração competitiva de territórios e regiões nos circuitos portuários nacionais e internacionais, destacando a importância dos PDZs.

REFERÊNCIAS

AIROLDI, G. F. **A Utilização do Transporte Multimodal como Meio de Reduzir Custos Logísticos:** Estudo de caso em uma Empresa Alimentícia. Marília, SP: [s.n.], 2014. Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, Marília, 2014. Disponível em: <
https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Faberto.univem.edu.br%2Fbitstream%2Fhandle%2F11077%2F1112%2Fguilherme_furlan_airoldi.pdf%3Fsequence%3D1>. Acesso em 01 jan. 2021.

ANTAQ. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Anuário 2019.** Brasília: ANTAQ, 2020b. Disponível em: http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/20180112_Anu%C3%A1rio_2017_v4-4-vers%C3%A3o-final.pdf. Acesso em: 09 dez. 2021.

ANTAQ. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Panorama Aquaviário.** Brasília – DF: ANTAQ, 2020a. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/portalv3/pdf/PanoramaAquaviario6.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

ANTAQ. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Movimentação portuária cresce 4,2% em 2020.** Portos organizados e terminais privados movimentaram juntos 1,151 bilhão de toneladas. Disponível em: <https://www.gov.br/antaq/pt-br/noticias/2021/movimentacao-portuaria-cresce-4-2-em-2020>. Acesso em: 03 fev. 2022.

ARRUDA, Maria Eduarda lesbich; LUCAS, Aleph Tonera; DOEBELI, Luísa Siqueira. Integração global e dissociação local: uma análise temporal do planejamento de GPDUS por meio dos projetos Estação das Docas e Belém Porto Futuro. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v.23, e202113, 2021. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/6397/5368>. Acesso em: 18 dez. 2021.

ASSIS, K. M. M. de. **Relação Porto Cidade:** modelo institucional de relacionamento entre instituições públicas e privadas no Complexo Portuário do Itaqui. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Maranhão, Curso de Administração, 2014. Disponível em:

https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fmonografias.ufma.br%2Fjspui%2Fbitstream%2F123456789%2F143%2F1%2FMonografia_Katherine%2520Marjorie%2520Mendon%25C3%25A7a%2520Assis.pdf . Acesso em: 01 dez. 2021.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Bookman, 2017.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **Portaria nº 61, de 10 de junho de 2020**. Estabelece as diretrizes para a elaboração e revisão dos instrumentos de planejamento do setor portuário - Planos Mestres (PM), Planos de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) e Plano Geral de Outorgas (PGO). Diário Oficial Da União. Edição: 112, Seção: 1, Página: 121, 15/06/2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-61-de-10-de-junho-de-2020-261494737>. Acesso em: 18 dez. 2021.

BRASIL. Secretaria de Portos. **Portaria nº 3, de 7 de janeiro de 2014**. Estabelece as diretrizes para a elaboração e revisão dos instrumentos de planejamento do setor portuário - Plano Nacional de Logística Portuária – PNLP e respectivos Planos Mestres, Planos de Desenvolvimento e Zoneamento - PDZ e Plano Geral de Outorgas - PGO. Diário Oficial Da União. Brasília - DF, quarta-feira, 8 de janeiro de 2014.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013**. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; altera as Leis nºs 5.025, de 10 de junho de 1966, 10.233, de 5 de junho de 2001, 10.683, de 28 de maio de 2003, 9.719, de 27 de novembro de 1998, e 8.213, de 24 de julho de 1991; revoga as Leis nºs 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, e 11.610, de 12 de dezembro de 2007, e dispositivos das Leis nºs 11.314, de 3 de julho de 2006, e 11.518, de 5 de setembro de 2007; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12815.htm. Acesso em: 01 dez. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013**. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; (...); e dá outras providências. Brasília, 2013.

BUSTAMANTE, J. de C. **Logística e Transportes**: terminais de transporte de carga. Apostila UFES – NULT. 2017.

CAMPOS, A. de; GOULART, V. D. G. **Logística de transporte**: Gestão estratégica no transporte de cargas. São Paulo: Érica, 2018.

CANDEMIL, J. Da Roda Ao Trilho - A reorganização da logística portuária como processo de requalificação urbana na cidade de Imbituba – SC. In: **Anais XVIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ENANPUR**, Natal/RN, 2019.

CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia logística integrada**. Supply Chain. São Paulo: Atlas, 2009.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações.** São Paulo: Pearson, 2016.

COMPANHIA DOCAS DO PARÁ (CDP). Autoridade Portuária. **Porto de Belém/PA.** Portos e terminais. Belém: CDP, 2021a. Disponível em: <http://www.cdp.com.br/porto-de-belem>. Acesso em: 18 dez. 2021.

COMPANHIA DOCAS DO PARÁ (CDP). **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – Porto de Belém.** Belém-PA: CDP, 2021b.

COSTA JÚNIOR, N. de J. **Relação Porto-cidade: Enfoque Ambiental no Porto do Itaqui.** Monografia (Bacharel em Administração) – Curso de Administração, Universidade Federal do Maranhão, 2013. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fmonografias.ufma.br%2Fjspui%2Fbitstream%2F123456789%2F492%2F1%2FTCC%2520Nelson%2520de%2520Jesus%2520Costa%2520Junior.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2021.

CPD. Companhia Docas de Pará. **MISSÃO, VISÃO E VALORES.** CPD *online*. 2021. Disponível em: <http://www.cdp.com.br/missao-visao-e-valores> Acesso em: 13 dez. 2021.

CRISTINA, T.; CUNHA, D.; VAZ, L. Cabotagem e o meio ambiente: um estudo no complexo portuário de São Luís. In: **VI CIDESPORT/2019 Congresso Internacional de Desempenho Portuário,** Florianópolis, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337062784_CABOTAGEM_E_O_MEIO_AMBIENTE_UM_ESTUDO_NO_COMPLEXO_PORTUARIO_DE_SAO_LUIS_Lays_Vaz_Universidade_Federal_do_Maranhao/link/5dc2fcbc299bf1a47b1bf0b3/download. Acesso em: 07 dez. 2021.

CUNHA, R. Porto do Itaqui perde linha de contêiner. **O Estado do Maranhão.** Caderno Economia. São Luís, 22 de julho de 2016. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fimirante.com%2Foestadoma%2Fonline%2F22072016%2Fpdf%2FP06.PDF> . Acesso em: 01 dez. 2021.

EMAP. Empresa Maranhense de Administração Portuária. **Missão, Visão e Valores.** 2021a. Disponível em: <http://www.emap.ma.gov.br/emap/missao-visao-valores>. Acesso em: 01 dez. 2021.

EMAP. Empresa Maranhense de Administração Portuária. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) do Porto do Itaqui.** São Luís, EMAP. São Luís/MA. 2019. Disponível em: <https://www.portodoitaqui.ma.gov.br/pdf/pdz-itaqui.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2021.

EMAP. Empresa Maranhense de Administração Portuária. **RELATÓRIO DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS. 2001 A 2020.** São Luís: EMAP, 2021b. Disponível em: https://www.portodoitaqui.ma.gov.br/public/_files/arquivos/HIST%C3%93RICO%20DE%20MOVIMENTA%C3%87%C3%83O%20-%202001%20A%202020_602d6979f059a.pdf. Acesso em: 01 dez. 2021.

EMAP. Empresa Maranhense de Administração Portuária. **RELATÓRIO DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS**. 2021. São Luís: EMAP, 2022. Disponível em: https://www.portodoitaqui.ma.gov.br/public/_files/arquivos/AN%C3%81LISE%20MOVI.%20DE%20CARGAS%20%202021.12_61d58e6f7d69b.pdf. Acesso em: 01 dez. 2021.

GOMES, O. A. P. **Gestão Ambiental portuária**: O estudo de caso da Companhia Docas do Pará – Porto de Belém. 2018. 82 f. Monografia (Curso de Especialização em Engenharia e Gestão Portuária). Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fwww.portosdobrasil.gov.br%2Fhome-1%2Festudos-e-pesquisas%2Ftcc%2Folivio-antonio-palheta-gomes.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2021.

GOULART, F. P. et al. Análise de indicadores de desempenho em um porto de Santa Catarina. In: VI Congresso Internacional de Desempenho Portuário, 2019, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Campinas/SP, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/cidesport-2019/papers/analise-de-indicadores-de-desempenho-em-um-porto-de-santa-catarina>. Acesso em: 20 jan. 2021.

GOULART, V. D. G.; CAMPOS, A. de. **Logística de Transporte** - Gestão Estratégica no Transporte de Cargas. São Paulo: Érica, 2018.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Governo do Pará avança na execução do projeto Porto Futuro II. Espaço será voltado para atividades econômicas ligadas à cultura e ao turismo paraense. **AGÊNCIA PARÁ** [online]. 26/07/2021. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/30125/>. Acesso em: 18 dez. 2021.

GUIMARÃES, V. A.; LEAL JÚNIOR, I. C.; PEREIRA, N. N. Conjunto de Indicadores para Avaliação do Desempenho Sustentável em Portos. IN: **I Prêmio ANTAQ de sustentabilidade aquaviária**: edição 2017 / Agência Nacional de Transportes Aquaviários. --Brasília: ANTAQ, 2020. 213 p.

MIQUILINI, Lucas Chaves. **A formação de polos como política de desenvolvimento**: O caso do Complexo Industrial e Portuário de Suape. 2021. 213f. Dissertação (Mestrado – Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/226936/PGCN0772-D.pdf?sequence=-1>. Acesso em: 08 dez. 2021.

MOREIRA, O.; SANTOS, C. A. M. **Gestão Avançada da Cadeia de Suprimentos**: Em busca de uma vantagem competitiva e sustentável. São Paulo: Nelpa, 2015.

NOVAES, A. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. São Paulo: GEN Atlas, 2016.

PEREIRA, A. **Os Recentes Avanços da Multimodalidade no Brasil**. Rio de Janeiro, 2017.

PIRES, Luana Yasmin Pereira; DIAS, Marcos de Carvalho. Análise do plano de desenvolvimento e zoneamento do porto de Santos. **Revista Tec. Fatec Americana**. Americana/SP, v.3 n.1 p.15-31 mar. / set. 2015.

PORTELA, M. **O Sistema Portuário Nacional e o Desenvolvimento da Navegação de Cabotagem**. 2016. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso de MBA Executivo em Administração: Gestão Portuária. Fundação Getúlio Vargas. 2016.

PORTO DE SUAPE. Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros. **Histórico**: 1970. 2021b. Disponível em: <http://www.suape.pe.gov.br/pt/institucional/historico-de-suape/117-1970>. Acesso em: 01 dez. 2021.

PORTO DE SUAPE. Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros. **Infraestrutura Portuária**: Terminais. 2021a. Disponível em: <http://www.suape.pe.gov.br/pt/porto/infraestrutura-portuaria/terminais>. Acesso em: 01 dez. 2021.

PORTO DE SUAPE. Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros. **Plano Diretor Suape 2030**. Mapa da Faixa Territorial de Suape. 2021c. Disponível em: http://www.suape.pe.gov.br/images/institucional/plano_diretor/P14-Plano_Diretor.pdf. Acesso em: 29 dez. 2021.

PORTO DE SUAPE. Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros. **Plano Mestre De Suape**. Plano Mestre Complexo Portuário de Suape e de Recife. 2019. Disponível em: http://www.infraestrutura.gov.br/images/2019/Documentos/REC-SUA-Vers%C3%A3o_Final_V1.pdf. Acesso em: 05 jan. 2021.

PORTO DE SUAPE. Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento - PDZ Suape, 2020**. Disponível em: http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/Portaria/PDZ_do_Porto_Organizado_de_SUAPE_-_2020.pdf. Acesso em: 18 dez. 2021.

PORTO, S. L. Z. Avaliação da eficiência portuária – Sistema de Medição de Desempenho (SMD). **Rev. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p.832-847, jan/mar. 2019.

SANTOS, A. S.; ROBLES, L. T. Análise do Perfil das Cargas Gerais Movimentadas no Porto do Itaqui. In: CUTRIM, S. S.; ROBLES, L. T.; PEREIRA, N. N. (Org). **Tópicos estratégicos portuários**. São Luís: EDUFMA, 2015.

SANTOS, C. C. R.; PEREIRA, H. B. de B.; PALMEIRA, A. da S.; CUNHA, M. do V. Aplicação da teoria de redes para análise logística dos hubports da cabotagem brasileira. In: SANTOS, Cleberton Correia (org.). **Estudos interdisciplinares nas ciências exatas, da terra e engenharias 5** [recurso eletrônico]. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 5).

SANTOS, Mariana Olívia Santana dos et al. Suape: desenvolvimento para quem? Documentário como estratégia para vigilância e promoção da saúde. **Vigil. sanit. Debate**, v. 4, p. 60-70, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311446527_Suape_desenvolvimento_para_quem_-_Documentario_como_estrategia_para_vigilancia_e_promocao_da_saude. Acesso em: 18 dez. 2021.



SANTOS, N. T. S. R. dos. **Indicadores de desempenho de portos públicos e privados:** estudo de caso de terminais de contêineres brasileiros. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

APLICAÇÃO DE ANÁLISE DE ENVOLTÓRIA DE DADOS PARA AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE PORTOS BRASILEIROS SOB A PERSPECTIVA DOS CANAIS DE ACESSO

Arthur Lottenberg
Universidade de São Paulo

Daniel de Oliveira Mota

Rui Botter

Resumo: Portos são infraestruturas essenciais para o comércio global, interligando modos de transporte terrestres e aquaviários e facilitando a movimentação de cargas e pessoas. No contexto brasileiro, o setor portuário passou por transformações significativas nas últimas três décadas, com sucessivas melhorias na legislação e discussões contínuas visando fomentar investimentos. Com projetos públicos recentemente anunciados para a concessão de canais de acesso, este estudo inova ao focar na avaliação da eficiência de 24 portos brasileiros sob a perspectiva do acesso aquaviário. A pesquisa visa mensurar indicadores baseados em parâmetros físicos e operacionais utilizando a Análise de Envoltória de Dados (DEA), um método não paramétrico desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) usado para análise comparativa de empresas e ativos de infraestrutura. Adotando a profundidade do canal de acesso e o comprimento do cais como inputs, e o volume de carga movimentada e a consignação média (volume movimentado por atracação) como outputs, os portos de Santos e Itaguaí foram identificados como eficientes no modelo de retornos constantes de escala (CRS). No modelo de retornos variáveis de escala (VRS), os portos de Porto Velho, Pelotas e Porto Alegre também alcançaram a fronteira de eficiência. A análise identificou folgas (slacks) na profundidade dos canais de acesso e instâncias de ociosidade com potencial para aumento de produtividade. O estudo identifica que, sob a perspectiva do acesso aquaviário e sob o conjunto de variáveis avaliadas, o Brasil possui poucos portos na fronteira de eficiência, indicando oportunidades para pesquisas futuras dedicadas à otimização da infraestrutura portuária brasileira.

Palavras-chave: portos; canais de acesso; análise de envoltória de dados; Brasil; eficiência

1 INTRODUÇÃO

O setor portuário brasileiro passou por transformações significativas nos últimos anos, iniciadas principalmente na última década do século XX. De 1975 até a década de 1990, as operações portuárias em portos públicos eram responsabilidade da Empresa de Portos do Brasil S.A. (Portobrás), uma empresa totalmente estatal. A promulgação da Lei 8.630/1993, conhecida como "Lei dos Portos", delegou as operações de terminais dentro das áreas de portos organizados à iniciativa privada por meio de contratos de arrendamento (Goldberg, 2009).

Desde então, numerosos terminais portuários foram arrendados, inaugurando uma nova era de investimentos substanciais no setor, com modernização e expansão da infraestrutura aquaviária e terrestre. Como resultado desses investimentos, a movimentação de cargas nos portos brasileiros mudou para um novo patamar, como ilustrado na Figura 1. A movimentação anual aumentou de aproximadamente 350 milhões de toneladas em 1993 para mais de 1,2 bilhão de toneladas em 2022, equivalente a uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 4,4% na movimentação total.

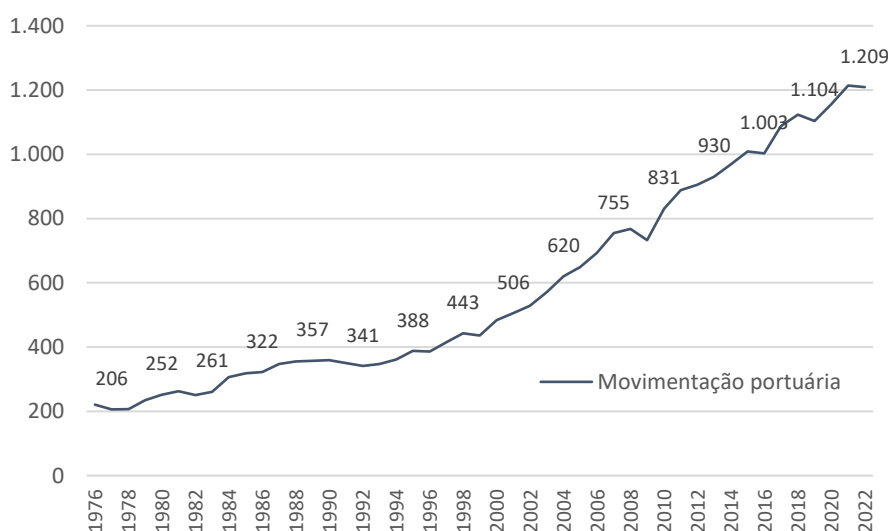


Figura 1. Movimentação portuária brasileira, em milhões de toneladas, entre 1976 e 2022. Fonte: ANTAQ. Elaboração: Autor.

Em anos mais recentes, desde 2017, surgiram discussões sobre a possibilidade de privatização de autoridades portuárias responsáveis pela gestão de portos organizados. Isso implicaria na concessão de todas as funções desempenhadas por essas entidades a entidades privadas (CPPI, 2017), impulsionada pela necessidade identificada pelo governo de um novo ciclo de investimentos nos portos brasileiros para estimular o desenvolvimento econômico e expandir a qualidade da infraestrutura.

O único caso de concessão de autoridade portuária no Brasil até o momento foi a privatização da Companhia Docas do Espírito Santo (CODESA) em 2022, responsável pela administração dos Portos de Vitória e Barra do Riacho. Esses portos representaram coletivamente a sétima maior movimentação de carga entre os portos públicos brasileiros em 2022 (ANTAQ, 2023).

Em 2023, os processos de privatização de outras autoridades portuárias foram revogados pelo CPPI, deixando apenas Vitória e Barra do Riacho como portos concedidos. No entanto, a necessidade de investimentos na infraestrutura portuária brasileira permaneceu como prioridade para o CPPI, embora em um formato diferente. Em vez de recomendar a privatização total das autoridades portuárias, iniciaram-se estudos sobre a concessão parcial de atividades desempenhadas por essas entidades, como concessões de canais de acesso aquaviário, acesso terrestre e gestão patrimonial dos portos brasileiros (CPPI, 2023).

Também em 2023, foi desenvolvido um estudo para a concessão do canal de acesso aos Portos de Paranaguá e Antonina, que juntos representaram a segunda maior movimentação de carga entre os portos públicos em 2022 (ANTAQ, 2023). Esse processo já passou por consulta pública e, de maneira similar ao caso da CODESA, pretende servir como piloto para uma série de concessões de canais de acesso em discussão, como o caso do Porto de Santos e portos do Rio Grande do Sul (Rio Grande, Porto Alegre e Pelotas).

Diante da iminência de um novo ciclo de investimentos nos portos brasileiros, este artigo se propõe a explorar análises, estudos e investigações sobre as condições atuais e a competitividade do setor. O objetivo é fornecer aos stakeholders e demais interessados conhecimentos fundamentais e parâmetros para auxiliar nos processos de tomada de decisão.

Este documento se insere no contexto de iminentes inovações significativas no setor, com a perspectiva de investimentos substanciais em dragagem para aprofundamento e manutenção de canais de acesso. Neste contexto, este artigo busca responder à seguinte questão de pesquisa: **como avaliar a competitividade de portos sob a ótica do acesso aquaviário?**

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 contém uma revisão da literatura e ilustra diversos casos e alternativas de aplicação da DEA. A Seção 3 apresenta a estrutura metodológica da DEA. A Seção 4 contém o estudo de caso dos portos públicos brasileiros, detalhando as fontes de dados e processos de coleta, os parâmetros e variáveis utilizados e os principais resultados obtidos com a aplicação da DEA aos portos brasileiros, enquanto a Seção 5 apresenta as conclusões, consolidando as principais descobertas da aplicação da DEA.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEPÇÃO DA METODOLOGIA DEA

A metodologia DEA foi inicialmente apresentada em 1978 por Charnes, Cooper e Rhodes. O objetivo da aplicação é definido como a avaliação da eficiência de cada Unidade Tomadora de Decisão (DMU) em problemas com múltiplos inputs e múltiplos outputs (Charnes et al., 1978). O método visa obter um parâmetro de eficiência para as DMUs. As unidades eficientes resultam em uma eficiência igual a 1 e estão localizadas na fronteira de eficiência. As demais unidades, com eficiência inferior a 1, estão localizadas a uma distância da fronteira equivalente à diferença entre seu fator de eficiência e o valor 1.

A metodologia DEA oferece diversos benefícios, incluindo a capacidade de usar múltiplas variáveis de input e output, que podem ter diferentes unidades de medida; utilizar dados quantitativos e qualitativos; e servir como ferramenta de tomada de decisão, orientando gestores para áreas/ativos que podem ser otimizados (Panwar, 2022).

Em 1984, Charnes, Cooper e Banks lançaram luz sobre a discussão das ineficiências, separando a discussão entre ineficiência técnica e ineficiência de escala. Essa separação levou à incorporação de se, para uma determinada DMU, as operações estavam sendo conduzidas em regiões de retornos crescentes, constantes ou decrescentes de escala (Banker et al., 1984).

De acordo com Belloni (2000), referenciando a atualização trazida por Banker et al., 1984, "ao permitir que a tecnologia exiba diferentes propriedades de retornos à escala ao longo de sua fronteira, esse modelo admite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção". Em outras palavras, torna-se possível analisar conjuntamente DMUs de diferentes tamanhos, adicionando convexidade às avaliações.

Dada a versatilidade do método, há um amplo espectro de aplicações de DEA para avaliação de ativos de infraestrutura de transporte. Especificamente para o setor portuário, Lozano, Villa e Canca (2011) apontaram que a DEA é um método útil para avaliar o desempenho portuário.

2.2 APLICAÇÕES DE DEA EM PORTOS BRASILEIROS

Conforme discutido por Agüero-Tobar et al. (2023), há um volume limitado de aplicações do modelo DEA para cálculo de eficiência em portos sul-americanos. Exemplos de trabalhos que incluem portos brasileiros como DMUs incluem Rios e Maçada (2006), Wanke et al. (2011), Cortez et al. (2013), Wanke (2013) e Beuren et al. (2018).

O primeiro documento com referências de aplicação de DEA no setor portuário brasileiro data de 2006, desenvolvido por Rios e Maçada. O trabalho foi desenvolvido sobre terminais portuários do Mercosul, analisando a eficiência de 23 terminais de contêineres nos anos de 2002, 2003 e 2004, utilizando o modelo BCC/VRS, indicando que "os terminais de contêiner operam sob retornos variáveis de escala". Como resultado, observaram que mais de 60% dos terminais eram eficientes em todos os anos no período analisado.

Em 2011, Wanke et al. discutiram abordagens para apurar a eficiência de 25 terminais portuários brasileiros com operação de diferentes cargas (contêineres, grãos sólidos e líquidos) a partir da aplicação de DEA e de SFA (*Stochastic Frontier Analysis*), visando uma verificação cruzada dos resultados. Os autores adotaram os modelos CCR/CRS e BCC/VRS, utilizando-se dados de 2008 e aplicaram a eliminação incremental de variáveis (*Stepwise DEA Analysis*), em que a cada rodada uma variável é eliminada, resultando em um modelo com apenas uma variável de input (quantidade de berços) e uma variável de output (atracações por ano). O modelo resultou com parâmetros de eficiência próximos aos obtidos na modelagem com cinco variáveis, reduzindo os ativos na fronteira da eficiência de catorze para dez terminais.

Em 2013, dois artigos lançaram luz à aplicação da DEA sobre portos brasileiros, para além dos terminais portuários. Cortez et al. (2013) analisaram 27 portos brasileiros, adotando o modelo com retornos variáveis à escala direcionado aos produtos, sob a justificativa de que a escolha teve por objetivo "aproveitar os recursos disponíveis, como, por exemplo, berços de atracação, profundidade do canal, equipamentos", com dados de 2005. Como resultados, observaram cinco portos na fronteira da eficiência (Santos/SP, Itaqui/MA, São Francisco do Sul/SC, Natal/RN e Areia Branca/RN).

Também em 2013, Wanke analisou 27 portos brasileiros a partir da aplicação de modelagem DEA de duas etapas, analisando inicialmente a eficiência da

infraestrutura física e posteriormente a eficiência da consignação média (*shipment consolidation*). Analisando um conjunto de variáveis com dados de 2011, tanto numéricas quanto contextuais/binárias (com respostas de perfil sim/não, recebendo parâmetros 1/0), o estudo resultou em uma classificação de 4 grupos de conjuntos de portos brasileiros, variando condições de infraestrutura física e consignação média entre elevadas/reduzidas.

Já em 2018, Beuren et al. analisaram 15 portos brasileiros e seus modelos de gestão a partir da aplicação da DEA, com dados de 2013. Os autores aplicaram os métodos CCR/CRS e BCC/VRS orientados aos outputs, e como principais resultados observaram que o porto de Paranaguá/PR recebeu maior grau de eficiência, ao passo que não notaram diferenças em termos de eficiência em relação aos diferentes modelos de gestão adotados e perfis de carga distintos entre portos.

A Tabela 4 apresenta um compilado de principais informações de cada artigo referenciado, contemplando a data de análise, as variáveis adotadas como input e output, os tipos de modelos adotados e a orientação da modelagem.

Tabela 4.

Compilado de Variáveis, Modelos e Orientação da Modelagem Adotados em Artigos com Aplicação de DEA em Portos Brasileiros

	Artigo	Rios e Maçada (2006)	Wanke et al. (2011)	Cortez et al. (2013)	Wanke (2013)	Beuren et al. (2018)	
	Objeto de análise	23 terminais contêineres	25 terminais brasileiros	27 portos brasileiros	27 portos brasileiros	15 portos brasileiros	
	Ano dados	2002-04	2008	2005	2011	2013	
Inputs	# equip. de berço	X					
	# berços	X	X		X		
	# funcionários	X					
	# equip. de pátio	X					
	Área de terminais	X	X		X		
	# vagas caminhão		X				
	Prof. de canal			X			
	Extensão de cais			X		X	
	Área de armazenagem			X	X		
	Calado máximo					X	
	Capacidade					X	
	Outputs	Volume movimentado	X	X	X	X	X
		# Contêineres/hora	X				
# Atracações			X			X	
Modelo	CCR / CRS		X		X	X	
	BCC/ VRS	X	X	X	X	X	

Orientação	Inputs	X		
	Outputs		X	X

Diferentemente dos artigos publicados anteriormente, este artigo inova ao focar a aplicação da DEA na perspectiva do acesso marítimo, analisando os efeitos de várias variáveis de input associadas à capacidade de atendimento de navios, bem como avaliando outputs diretamente relacionados à movimentação de volume em navios.

Neste aspecto, nota-se que alguns artigos adotaram o número de atracações como variável de output, enquanto nenhum considerou a consignação média (quantidade de carga movimentada por atracação) como variável. Considerando que a capacidade dos portos é finita e que eventuais ganhos de capacidade estão associados a um maior número de navios atendidos, também deve ser de interesse analisar comparativamente a quantidade de carga movimentada por atracação.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia selecionada foi a Análise de Envoltória de Dados (DEA), um método não paramétrico que visa medir e comparar o desempenho de empresas, empreendimentos e ativos dentro do mesmo setor. A DEA utiliza Unidades Tomadoras de Decisão (DMUs) como unidades produtivas e busca comparar e definir a eficiência das DMUs. As unidades eficientes estão localizadas na fronteira de eficiência, assumindo um valor de 1, também chamada de "envoltória". As unidades ineficientes são aquelas não localizadas na fronteira, assumindo valores entre 0 e 1, com a distância de cada DMU da linha de fronteira quantificando a ineficiência: quanto mais distante da fronteira, mais ineficiente.

A eficiência é calculada determinando o conjunto de pesos alocados a cada DMU, visando maximizar a relação entre inputs consumidos e outputs produzidos, característica de cada DMU. Neste contexto, cada DMU pode ter suas variáveis de decisão divididas entre inputs e outputs. Os inputs são os recursos necessários para a produção, enquanto os outputs são os próprios produtos. Esta definição é facilmente aplicável na esfera empresarial e pode ser extrapolada para diferentes setores. No caso em questão, os inputs estão associados à infraestrutura marítima, enquanto os outputs são a produção portuária, medida em termos de carga movimentada, navios atendidos e consignação média (carga movimentada por atracação).

Existem também possíveis direcionamentos para a modelagem. Ela pode ser orientada a inputs, visando minimizar os inputs (ou seja, usar o mínimo de recursos necessários para produzir um volume determinado de outputs), ou orientada a outputs, visando maximizar os outputs (ou seja, obter a maior quantidade de produtos a partir de certos parâmetros de inputs).

Quanto aos tipos de modelos, existem duas estruturas de modelagem estabelecidas: o modelo de Retornos Constantes de Escala (CRS), também identificado como CCR (Charnes, Cooper e Rhodes), e o modelo de Retornos Variáveis de Escala (VRS), ou BCC (Banker, Charnes e Cooper). Enquanto o CRS é geralmente aplicável em análises onde variações nos inputs geram variações proporcionais nos outputs, o VRS é mais recomendado para análises onde as variações não são diretamente proporcionais, incorporando convexidade à análise.

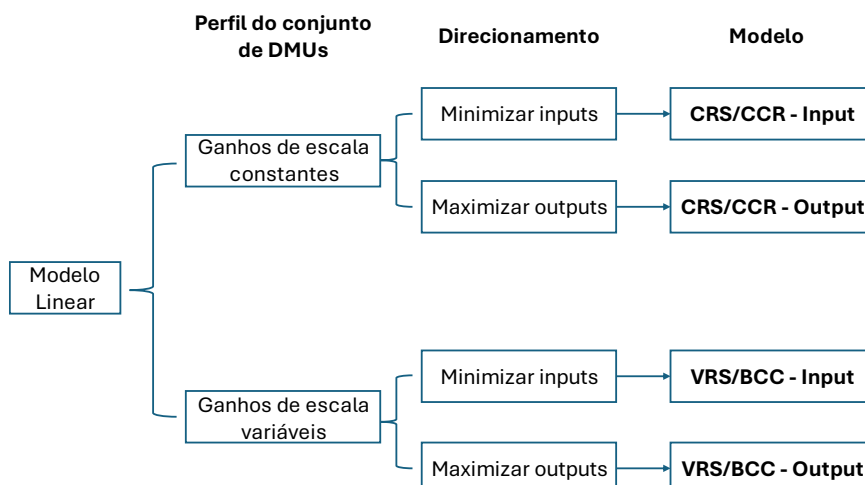


Figura 2. Modelos DEA e condições de adoção de cada modelo em termos de direcionamento e perfil das DMUs. Fonte: Adaptado de Casa Nova (2002).

4 RESULTADOS

Para obter parâmetros operacionais coerentes e condições de infraestrutura publicamente disponíveis para avaliar a eficiência dos portos brasileiros sob a perspectiva do acesso marítimo, propôs-se o foco em portos públicos. Esse foco se deve ao fato de que os portos públicos apresentam um conjunto considerável de informações nos Planos de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZs), documentos de acesso público disponibilizados pelo Ministério de Portos e Aeroportos (MPA). Entre as informações, é possível obter dados confiáveis sobre o acesso marítimo, como comprimento e profundidade de canais de acesso, condições de atracação como número de berços, comprimento de cais, profundidade e calados médios.

Por outro lado, os Terminais de Uso Privado não são obrigados a divulgar condições operacionais como dados de acesso marítimo e de atracação, o que aumentaria a complexidade da coleta de parâmetros, implicaria em uma série de suposições e, por fim, amplificaria os riscos associados à confiabilidade.

A amostra utilizada adotou os portos públicos brasileiros que movimentaram conjuntamente 418 milhões de toneladas em 2022, representando 99% do volume movimentado por portos públicos, totalizando 24 portos a ser analisados como DMUs, apresentados na Figura 3. Nota-se que as DMUs estão espalhadas por todo o território nacional, compondo todas as principais regiões do Brasil.



Figura 3. DMUs selecionadas para a análise de competitividade. Elaboração: Autor

Após diversos testes com 5 variáveis de inputs (quantidade de canais de acesso, profundidade dos canais de acesso, extensão de cais, quantidade de berços e calado mediano dos berços) e 3 variáveis de outputs (movimentação portuária, quantidade de atracções e consignação média), combinando inputs e outputs e analisando os resultados, definiu-se como melhor combinação de modo a analisar os portos brasileiros sob a ótica do acesso marítimo os inputs profundidade de canal (PROF CANAL) e extensão de cais (EXT CAIS) e os outputs movimentação portuária (MOV PORT) e consignação média (CONSIG MÉDIA).

Em análises de correlação realizadas, tais variáveis apresentaram correlações significativas nas relações input-output, ao passo que apresentam correlações pouco expressivas ao se comparar input-input e output-output.

Como inputs e outputs da análise, a Tabela 5 apresenta as variáveis, unidades de medida e fontes de referência, enquanto a

Tabela 6 contém os parâmetros de inputs e outputs da amostra selecionada.

Tabela 5.

Variáveis de Input e Output Selecionadas. Elaboração: Autor

Índice	Parâmetro	Variável	Unidade de medida	Fonte
1	Input	Profundidade dos canais de acesso	Metros	PDZs de portos públicos brasileiros
2		Extensão de cais	Metros	
3	Output	Movimentação portuária em 2022	Milhões de toneladas	Estatístico Aquaviário da ANTAQ
4		Consignação média	Ton/atracção	

Tabela 6.

Parâmetros de Inputs e Outputs da Amostra Selecionada. Fonte: PDZ dos Portos Brasileiros e Estatístico Aquaviário da ANTAQ. Elaboração: Autor

Porto	UF	PROF CANAL	EXT CAIS	MOV PORT	CONSIG MÉDIA
Unidade		[metros]	[metros]	[toneladas]	[toneladas/ atracação]
Santos	SP	15,0	12.515	126.216.637	26.295
Paranaguá e Antonina	PR	13,0	5.347	53.313.726	24.355
Itaguaí	RJ	20,0	1.840	50.706.584	97.139
Itaqui	MA	24,0	2.420	33.569.544	34.220
Rio Grande	RS	16,5	5.842	24.175.428	10.571
Suape	PE	20,0	4.298	24.726.350	16.419
Vila do Conde	PA	13,0	2.359	17.893.545	12.772
Santarém	PA	15,0	1.110	13.229.136	3.928
São Francisco do Sul	SC	14,0	1.512	12.650.992	26.634
Rio de Janeiro	RJ	17,0	6.700	11.231.014	10.717
Vitória	ES	12,5	2.680	7.176.264	8.773
Aratu	BA	18,0	2.351	6.993.405	11.754
Imbituba	SC	17,0	1.001	7.121.457	20.405
Itajaí	SC	14,0	1.047	4.048.687	16.130
Salvador	BA	18,0	2.477	4.936.568	9.567
Fortaleza	CE	14,0	2.060	4.254.797	9.455
Areia Branca	RN	13,0	540	4.350.863	3.073
Belém	PA	13,0	2.375	3.072.409	2.743
Santana	AP	15,0	350	2.438.293	7.968
Maceió	AL	11,0	1.794	2.350.207	13.744
Porto Velho	RO	7,3	175	1.624.751	1.408
Pelotas	RS	5,7	500	926.816	2.288
Porto Alegre	RS	6,0	3.393	785.763	5.613
Ilhéus	BA	10,0	432	403.900	14.425
Média		14,3	2.713	17.424.881	16.626

De modo a realizar a aplicação da DEA sobre o conjunto de portos públicos brasileiros, procedeu-se à avaliação do problema em planilha de cálculo utilizando-se o software Excel®, na qual se programou os modelos CRS e VRS direcionados aos outputs, com resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 7.

Resultados da Aplicação de DEA com Abordagens CRS e VRS Sobre Portos Brasileiros, com Dados de 2022. Elaboração: Autor.

2022				
Porto	UF	CRS	VRS	Eficiência de Escala
Santos	SP	1,00	1,00	100%
Paranaguá e Antonina	PR	0,81	0,87	93%
Itaguaí	RJ	1,00	1,00	100%
Itaqui	MA	0,54	0,61	88%
Rio Grande	RS	0,32	0,32	98%
Suape	PE	0,35	0,36	97%
Vila do Conde	PA	0,42	0,50	86%
Santarém	PA	0,43	0,45	95%

São Francisco do Sul	SC	0,39	0,46	84%
Rio de Janeiro	RJ	0,16	0,16	97%
Vitória	ES	0,16	0,20	81%
Aratu	BA	0,14	0,14	96%
Imbituba	SC	0,39	0,42	93%
Itajaí	SC	0,29	0,31	93%
Salvador	BA	0,11	0,11	96%
Fortaleza	CE	0,14	0,16	85%
Areia Branca	RN	0,29	0,35	83%
Belém	PA	0,07	0,08	86%
Santana	AP	0,43	0,69	62%
Maceió	AL	0,26	0,36	71%
Porto Velho	RO	0,34	1,00	34%
Pelotas	RS	0,09	1,00	9%
Porto Alegre	RS	0,19	1,00	19%
Ilhéus	BA	0,63	0,89	71%

A análise dos resultados revela que apenas dois portos atingiram a fronteira da eficiência tanto na abordagem de retornos constantes (CRS) quanto na de retornos variáveis (VRS): Santos e Itaguaí. Considerando exclusivamente a abordagem VRS, outros três portos alcançaram a fronteira de eficiência: Porto Velho, Pelotas e Porto Alegre.

Para uma visualização mais intuitiva da fronteira de eficiência sob a perspectiva do modelo VRS, propôs-se uma representação gráfica (Figura 4) correlacionando o input "extensão de cais" e o output "movimentação portuária". Dada a significativa diferença entre as ordens de grandeza desses parâmetros, optou-se por uma representação em escala logarítmica.

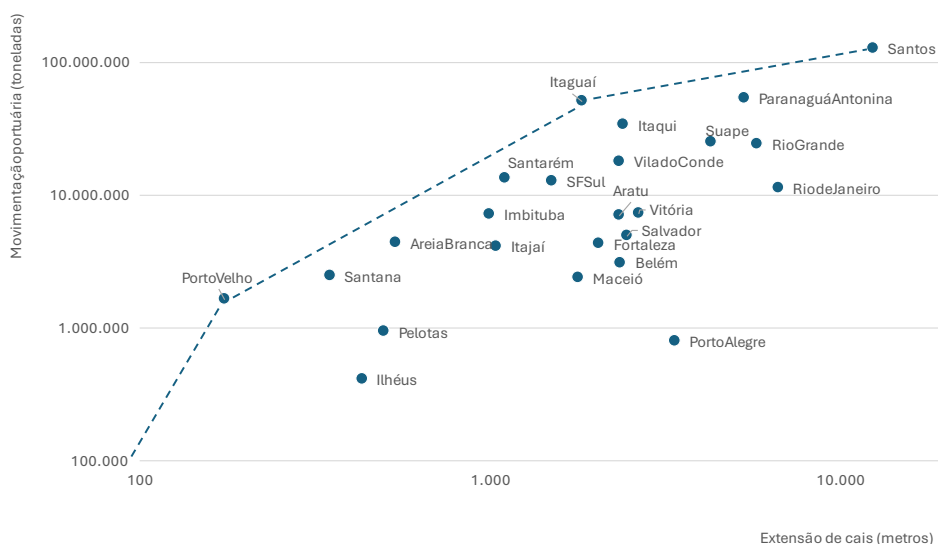


Figura 4. Representação da fronteira de eficiência de portos brasileiros em relação à movimentação portuária e à extensão de cais. Elaboração: Autor.

Em termos dos portos localizados na fronteira, pode-se tecer as seguintes conclusões:

- **Santos:** destaca-se como o porto público de maior movimentação, superando em mais de duas vezes o segundo colocado (Paranaguá e Antonina). Sua

eficiência é atribuída à diversidade de cargas operadas (granéis vegetais, líquidos e contêineres) e à extensa infraestrutura de cais, 4,6 vezes superior à média nacional.

- **Itaguaí:** notabiliza-se pela maior consignação média entre os portos públicos brasileiros, aproximadamente três vezes superior ao segundo colocado (Itaqui). Sua eficiência está intrinsecamente ligada ao perfil de carga movimentada, com predominância de minério de ferro, sendo o único porto público com volumes expressivos deste tipo de carga.

- **Porto Velho, Pelotas e Porto Alegre:** estes portos, eficientes apenas na abordagem VRS, caracterizam-se por movimentação e consignação média inferiores à média nacional. Sua eficiência está associada ao perfil específico de embarcações atendidas, predominantemente barcaças, adequadas a portos de calado restrito e berços de menor extensão.

A análise de folgas (slacks) nos inputs e outputs, apresentada na Tabela 5, oferece insights adicionais sobre potenciais melhorias de eficiência. Os portos indicados em negrito são aqueles eficientes, não apresentando folgas.

Tabela 8.

Avaliação de Folgas De Portos Brasileiros no Modelo VRS, com Dados de 2022

2022					
Porto	UF	PROF CANAL	EXT CAIS	MOV PORT	CONSIG MÉDIA
Santos	SP	-	-	-	-
Paranaguá e Antonina	PR	-	-	-	8.743
Itaguaí	RJ	-	-	-	-
Itaqui	MA	4,3	-	-	37.419
Rio Grande	RS	-	-	-	26.652
Suape	PE	1,2	-	-	35.611
Vila do Conde	PA	-	-	-	20.943
Santarém	PA	-	-	2.434.384	-
São Francisco do Sul	SC	0,6	-	-	46.501
Rio de Janeiro	RJ	-	1.397	-	-
Vitória	ES	-	-	-	-
Aratu	BA	-	-	-	-
Imbituba	SC	3,4	-	8.907.767	-
Itajaí	SC	-	-	14.392.196	-
Salvador	BA	-	415	198.123	-
Fortaleza	CE	-	-	3.528.355	-
Areia Branca	RN	2,9	-	-	13.647
Belém	PA	-	-	-	14.301
Santana	AP	6,4	-	3.273.616	-
Maceió	AL	-	-	12.580.570	-
Porto Velho	RO	-	-	-	-
Pelotas	RS	-	-	-	-
Porto Alegre	RS	-	-	-	-
Ilhéus	BA	0,7	-	8.747.580	-

Tecem-se algumas observações sobre as folgas identificadas:

- **Outputs:** a principal folga identificada nos outputs é a consignação média para os portos de maior porte, enquanto nos de menor porte há potencial para aumento da movimentação portuária.

- **Inputs:** os principais excessos concentram-se na profundidade dos canais de acesso, independentemente do porte do porto. Casos notáveis incluem Itaqui e Suape, com folgas de 4,3 e 1,2 metros, respectivamente.

- **Casos particulares:** alguns portos, como Vitória e Aratu, embora não estejam na fronteira de eficiência, não apresentam folgas em nenhum parâmetro analisado.

Com o objetivo de analisar a evolução das profundidades dos canais de acesso dos portos brasileiros, frequentemente relacionada ao aumento do porte médio dos navios, foi realizada uma comparação entre as profundidades atuais dos canais de acesso, conforme levantadas nos Planos de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZs), e as profundidades descritas no artigo “Caracterização de canais de acesso externos a áreas portuárias brasileiras segundo as recomendações da PIANC - análise de larguras” (Alfredini, P. e Martins, R.G.), publicado em 2000 (Tabela 6).

Tabela 9.

Comparação entre Profundidade de Canais de Acesso em 2000 e 2022. Fonte: Alfredini e Martins (2000) E PDZ de Portos Brasileiros. Elaboração: Autor

Porto	UF	PROF CANAL 2000	PROF CANAL 2022	Δ PROF CANAL (2000-2022)
Unidade		[metros]	[metros]	[metros]
Santos	SP	13,0	15,0	2,0
Paranaguá e Antonina	PR	12,0	13,0	1,0
Itaguaí	RJ	13,5	20,0	6,5
Itaqui	MA	24,0	24,0	-
Rio Grande	RS	13,0	16,5	3,5
Suape	PE	-	20,0	-
Vila do Conde	PA	-	13,0	-
Santarém	PA	-	15,0	-
São Francisco do Sul	SC	10,0	14,0	4,0
Rio de Janeiro	RJ	17,0	17,0	-
Vitória	ES	11,0	12,5	1,5
Aratu	BA	18,0	18,0	-
Imbituba	SC	-	17,0	-
Itajaí	SC	8,0	14,0	6,0
Salvador	BA	13,0	18,0	5,0
Fortaleza	CE	10,0	14,0	4,0
Areia Branca	RN	11,0	13,0	2,0
Belém	PA	6,0	13,0	7,0
Santana	AP	-	15,0	-
Maceió	AL	10,0	11,0	1,0
Porto Velho	RO	-	7,3	-
Pelotas	RS	-	5,7	-
Porto Alegre	RS	-	6,0	-
Ilhéus	BA	10,0	10,0	-
Média (apenas portos com dados levantados em 2000)		12,5	15,5	3,0

Inicialmente, é importante destacar que um conjunto significativo de portos que se mostram relevantes em termos de movimentação portuária não foi contemplado no levantamento realizado por Alfredini e Martins (2000). Exemplos disso incluem os portos de Suape, Vila do Conde, Santarém e Imbituba. Ao considerar exclusivamente

os portos incluídos na análise de 2000, observa-se um aumento médio de profundidade de 3,0 metros nos canais de acesso, o que representa um aprofundamento de 24% entre os anos de 2000 e 2022, resultando em uma profundidade média de 15,5 metros.

5 CONCLUSÕES

A aplicação da Análise de Envoltória de Dados (DEA) revelou-se uma ferramenta valiosa para avaliar a competitividade dos portos brasileiros sob a perspectiva do acesso aquaviário. Embora o método não capture todas as nuances e complexidades da infraestrutura portuária, ele fornece insights significativos sobre a eficiência relativa dos portos analisados. Dentre as principais conclusões derivadas da análise, destaca-se:

- **Eficiência portuária:** uma minoria dos portos analisados se encontra na fronteira de eficiência, fenômeno parcialmente atribuído ao desempenho excepcional do porto de Itaguaí, cuja movimentação de minério de ferro resulta em uma consignação média significativamente superior à dos demais portos.

- **Ociosidade de infraestrutura:** a análise de folgas sugere que alguns dos principais portos apresentam ociosidade em termos de extensão de cais e profundidade de canal. Teoricamente, isso poderia indicar a possibilidade de otimização desses parâmetros para alcançar maior eficiência.

- **Profundidade de canais:** apesar da aparente folga na profundidade de alguns canais, é importante ressaltar que a tendência global é de aumento no calado das embarcações. Portanto, a manutenção ou até mesmo o aprofundamento dos canais de acesso continua sendo uma prioridade para garantir a competitividade futura dos portos. Como observado em comparação a um levantamento realizado em 2012, os canais de acesso foram aprofundados em 3,0 metros em média nos últimos 22 anos.

- **Extensão de cais:** a ociosidade observada na extensão de cais pode ser interpretada de duas formas: como uma oportunidade de otimização operacional ou como uma vantagem estratégica, proporcionando maior flexibilidade no atendimento aos navios e respeitando os diversos acordos de arrendamento existentes.

- **Planejamento de longo prazo:** é crucial considerar que as obras de expansão portuária são planejadas em ciclos longos, normalmente visando atender à demanda projetada para os próximos 10 anos. Assim, a aparente ociosidade atual pode, na verdade, representar uma capacidade planejada para acomodar o crescimento futuro da movimentação de cargas.

- **Perspectivas futuras:** com o crescimento esperado da demanda nos próximos anos, é provável que se observe um aumento natural na eficiência dos portos públicos brasileiros, à medida que a infraestrutura existente seja mais intensamente utilizada.

Em suma, esta análise DEA oferece uma perspectiva valiosa sobre a eficiência dos portos brasileiros, mas deve ser interpretada no contexto mais amplo do planejamento portuário de longo prazo e das complexidades operacionais do setor. Futuros estudos poderiam explorar a inclusão de variáveis adicionais, como investimentos em tecnologia e automação, para fornecer uma visão ainda mais abrangente da eficiência portuária no Brasil.

Esta abordagem não apenas destaca as oportunidades de otimização da infraestrutura existente, mas também ressalta a importância de um planejamento

estratégico que equilibre a eficiência atual com a capacidade de atender às demandas futuras do comércio marítimo internacional. A compreensão destes fatores é fundamental para o desenvolvimento sustentável e competitivo do sistema portuário brasileiro.

REFERÊNCIAS

- Agüero-Tobar M.A., Gonzalez-Araya M.C, González-Ramírez, R.G. (2023). Assessment of maritime operations efficiency and its economic impact based on data envelopment analysis: A case study of Chilean ports. *Research in Transportation Business & Management* 46.
- Alfredini, P., Martins, R.G. (2000). Caracterização de canais de acesso externos a áreas portuárias brasileiras segundo as recomendações da PIANC - análise de larguras. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 45, 57-65.
- ANTAQ - Agência Nacional de Transporte Aquaviário. Estatístico Aquaviário, disponível em <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/index.html>. Acesso em 05/03/23.
- APS - Autoridade Portuária de Santos. Relatório Anual 2022, disponível em <https://www.portodesantos.com.br/wp-content/uploads/spa-relatorio-anual-2022.pdf>. Acesso em 26/03/23.
- Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30, 1078–1092.
- Belloni, J.A. (2000). Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Beuren, M., Andriotti, R., Vieira, G. et al. (2018). On measuring the efficiency of Brazilian ports and their management models. *Maritime Economics & Logistics* 20, 149-168.
- Casa Nova, S. P. C. (2002). Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na análise das demonstrações contábeis. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research* 2, 429–444.
- Cortez, L. C. S., Oliveira, L. R., Martins, E. F., Jesus, I. R. D., Mello, J. C. C. B. S. (2013). Análise de eficiência na gestão de portos públicos brasileiros em relação ao papel das autoridades portuárias. *Journal of Transport Literature* 7, n. 2, 78–96.
- CPPI – Conselho do Programa de Parcerias e Investimentos. Resolução nº 14, de 23/08/17.
- CPPI – Conselho do Programa de Parcerias e Investimentos. Resolução nº 291, de 22/11/23.

- Goldberg D. J. (2009). Regulação do setor portuário no Brasil: análise do novo modelo de concessão de portos organizados. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.
- Lozano, S., Villa, G., Canca, D. (2011). Application of centralised DEA approach to capital budgeting in Spanish ports. *Computers & Industrial Engineering* 60, 455-465.
- Panwar, A., Olfati, M., Pant, M., Snase, V. A (2022). Review on the 40 Years of Existence of Data Envelopment Analysis Models: Historic Development and Current Trends. *Archives of Computational Methods in Engineering* 29, 5397–5426.
- PDZ - Planos de Desenvolvimento e Zoneamento de portos públicos brasileiros, disponível em <https://www.gov.br/portos-e-aeropostos/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/planejamento-portuario/plano-de-desenvolvimento-e-zoneamento-pdz>. Acesso em 05/03/23.
- Rios, L. R., Maçada, A. C. G. (2006). Analysing the relative efficiency of container terminals of Mercosur using DEA. *International Journal of Maritime Economics*, 8(4), 331–346.
- Wanke, P.F., Barbastefano, R.G., Hijjar, M.F. (2011). Determinants of Efficiency at Major Brazilian Port Terminals. *Transports Reviews* 31, 653-677.
- Wanke, P.F. (2013). Physical infrastructure and shipment consolidation efficiency drivers in Brazilian ports: A two-stage network-DEA approach. *Transport Policy* 29, 145–153.

APLICAÇÃO DE *MACHINE LEARNING* PARA PREVISÃO DO TEMPO DE CHEGADA DE NAVIOS NOS PORTOS DE SANTA CATARINA

João Vitor Vargas dos Santos

Universidade Federal de Santa Catarina

José Augusto Florentino Dela Vedova

Universidade Federal de Santa Catarina

Letícia Silva Feitosa

Universidade de São Paulo

Gabrielli Harumi Yamashita

Universidade Federal do Ceará

Adriano Matos de Oliveira

Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo: O transporte marítimo é amplamente utilizado para o transporte de cargas em grandes distâncias e volumes. Esse modal logístico é fundamental para o comércio global, tendo os portos como pontos estratégicos de conexão entre rotas. Entretanto, a logística portuária enfrenta desafios relacionados à incerteza, seja devido a condições climáticas adversas ou atrasos na chegada dos navios. Sabendo disso, o presente estudo tem como objetivo desenvolver um algoritmo de aprendizado de máquina para prever a chegada de embarcações nos portos de Santa Catarina, visando apoiar a tomada de decisões na gestão logística portuária, o que pode resultar em uma melhoria dos serviços e na redução de custos. Este artigo explora a aplicação de diversos modelos de *machine learning* (*Dummy Classifier*, *Linear Support Vector Classification*, *Support Vector Classification* e *Decision Tree Classifier*), implementados no *software Python*, para prever a chegada de navios. A previsão é baseada em dados geográficos e de viagem obtidos por meio do Sistema de Identificação Automática de Embarcações. Os resultados indicaram que o modelo de *Decision Tree Classifier* apresentou o melhor desempenho, com acurácia e precisão superiores a 90%, destacando-se como uma solução promissora para otimizar a logística portuária. Este estudo demonstrou que o uso do *Decision Tree Classifier* aprimora significativamente a precisão na previsão de chegada de navios, beneficiando a logística portuária. Essas descobertas reforçam o potencial dos modelos de *machine learning* na otimização das operações portuárias, apesar das limitações observadas.

Palavras-chave: *Decision Tree*; *Estimated Time of Arrival*; Logística Portuária.

1 INTRODUÇÃO

O setor marítimo evoluiu como um elo crucial no desenvolvimento econômico dos países (Kishore *et al.*, 2023). O transporte marítimo desempenha um papel importante no sistema de comércio global, já que 90% do volume de transporte global é realizado por via marítima (Gan *et al.*, 2023). Nesse contexto, os portos são infraestruturas essenciais para o transporte marítimo, permitindo a movimentação de mercadorias e passageiros entre navios e o território terrestre (Reggiani *et al.*, 2015). Eles desempenham um papel vital na economia global, funcionando como pontos de conexão entre cadeias logísticas internacionais e locais. E sua eficiência influencia diretamente o fluxo de comércio e a competitividade econômica das regiões que atendem (Jung, 2011).

Com o avanço dos portos e do comércio marítimo internacional, a ligação entre portos, economias locais e redes logísticas globais se estreitou, destacando a importância econômica da conectividade portuária (Li *et al.*, 2023). Nesse contexto, o transporte marítimo se torna um setor essencial da economia global, representando cerca de 90% do comércio global de carga (Longarela-Ares *et al.*, 2020). Esse modal é fundamental, pois consome menos combustível por tonelada transportada e por distância em relação a outras opções (Wei *et al.*, 2023).

Assim como em escala global, os portos no Brasil desempenham um papel fundamental na cadeia logística (Brito *et al.*, 2023), com aproximadamente 380 terminais portuários. Eles são responsáveis por 95% das exportações brasileiras, totalizando US\$220 bilhões em 2019. Segundo a Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ) no ano de 2023, a atividade portuária movimentou cerca de 1,3 bilhão de toneladas de cargas, sendo 790, 325, 127 e 60 (em milhões de toneladas) granel sólido, granel líquido, carga geral e contêineres respectivamente (ANTAQ, 2023).

No cenário brasileiro, os portos catarinenses têm uma presença significativa na movimentação de contêineres (Rodrigues *et al.*, 2021). Segundo a Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC), em 2019, Santa Catarina foi responsável por 6,5% do total de mercadorias movimentadas pelos portos brasileiros, o que corresponde a mais de US\$ 25 bilhões em valor *Free On Board* (FOB), posicionando o estado na 6ª colocação em volume de mercadorias (FIESC, 2019).

Contudo, o significativo crescimento do Brasil colocou o sistema de transportes sob grande pressão, ocasionando um aumento das ineficiências e o agravamento das condições deficientes da infraestrutura (Bottasso *et al.*, 2018). Dado que a modernização de um porto requer investimentos na casa de centenas de milhares de dólares, uma solução viável para melhorar as operações portuárias é otimizar o processo de tomada de decisões, reduzindo erros, desperdícios e custos.

Os investimentos em automação e digitalização dos portos têm aumentado significativamente com o objetivo de possibilitar decisões mais confiáveis e apropriadas em todos os níveis de gestão (Inkinen *et al.*, 2021). A onda mais recente de transformação resultou na Indústria 4.0, fundamentada em sistemas ciberfísicos que englobam novas tecnologias, como *Data Science* e Inteligência Artificial (IA) (Liagkou *et al.*, 2021). As aplicações de *Machine Learning* nos terminais portuários operacionais abrangem diversas áreas de pesquisa aplicadas à gestão operacional, visando agilizar e automatizar as operações diárias (Barua *et al.*, 2020).

Com o passar do tempo, o tema de *Data Science*, oriundo dos Sistemas de Informação (SI), tem ganhado cada vez mais notoriedade e destaque (Nosratabadi *et al.*, 2020). Trata-se de um conjunto de métodos e técnicas projetados para auxiliar as

organizações no processo de tomada de decisão, através da transformação e análise de dados (Waller, 2013). A relevância da *Data Science* no ambiente empresarial tem se tornado cada vez mais evidente, uma vez que possibilita a aquisição, análise e interpretação de dados operacionais, bem como de dados de performance e estratégia. Através dos resultados obtidos por meio dessas análises, as empresas podem promover melhorias significativas em suas tomadas de decisões (Wang *et al.*, 2016).

Sendo uma subárea da *Data Science*, o objetivo do *Machine Learning* é desenvolver métodos que possam detectar automaticamente padrões nos dados e, posteriormente, utilizar esses padrões para prever dados futuros ou outros resultados de interesse (Witten *et al.*, 2005). A aprendizagem automática está, assim, intimamente associada aos campos da estatística e da prospecção de dados. Ademais, recentemente, tem se estabelecido uma forte correlação com o campo das inteligências artificiais (IAs) (Nguyen *et al.*, 2019). Inteligências artificiais estão no campo da ciência da computação que se preocupa em criar sistemas que podem executar tarefas que normalmente requerem inteligência humana, como identificar padrões e correlações (Xu *et al.*, 2021).

Na década de 1990, o Sistema Automático de Identificação de Embarcações (AIS) foi desenvolvido com o intuito de aprimorar a segurança marítima. Através deste sistema, as embarcações transmitem informações fixas (como identificação e dimensões do navio), informações dinâmicas (como posição e velocidade) e informações relacionadas às viagens (como destino e previsão de chegada). Essas informações podem ser trocadas entre portos e estações a bordo de navios por meio de satélites ao longo das zonas costeiras (Yang, 2019).

A justificativa desse trabalho se dá pelo fato que, como destacado em diversos trechos, os portos possuem uma importância crucial para a logística, especialmente quando se considera que, dentre os custos logísticos, o transporte é o mais elevado. Em relação aos custos de um porto, a maior parte é composta por custos fixos de estrutura. No entanto, com o uso dessas tecnologias, é possível tomar decisões mais assertivas, diminuindo os erros e por tanto os custos variáveis, que, embora menores, ainda representam uma parcela significativa.

A pesquisa possui um caráter estratégico, já que seus resultados têm o objetivo de fundamentar e orientar decisões de longo prazo relacionadas à gestão e planejamento portuário. Assim, o trabalho será um elemento significativo no desenvolvimento de estratégias para otimização das operações portuárias. Portanto, a pergunta-problema da pesquisa é: “é possível aplicar inteligência artificial para melhorar a previsão de chegada de navios nos portos de Itajaí e São Francisco do Sul?”.

O objetivo deste trabalho é criar um algoritmo de *Machine Learning* capaz de prever a chegada de navios nos portos de Santa Catarina, contribuindo para a tomada de decisões na logística portuária, impactando em uma melhoria nos serviços além de uma redução de custos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PREVISÃO DE EVENTOS MARÍTIMOS E LOGÍSTICA PORTUÁRIA

A estimativa precisa do tempo de chegada dos navios aos portos é uma informação fundamental para assegurar a gestão eficiente das operações portuárias. (Mekkaoui *et al.*, 2023). A incerteza em relação ao tempo de chegada dos navios,

aliada aos custos decorrentes da subestimação de recursos, torna-se ainda mais complexa devido às diversas restrições e variáveis que impactam as operações portuárias (Fancello *et al.*, 2011). Antecipar a previsão de atrasos nas chegadas possibilita uma estimativa mais precisa da demanda, facilitando a alocação adequada dos recursos essenciais para atendê-la (*Ibid*).

Os registros convencionais de *estimated time of arrival* (ETA) de navios, utilizados para planejamento de atracação de terminais, não têm precisão suficiente, atualmente os terminais dependem de atualizações do agente do navio por telefone ou e-mail, mas essas atualizações não são em tempo real e geralmente são recebidas com apenas 24 a 48 horas de antecedência, contribuindo para a natureza não confiável dos ETAs. Portanto, há uma necessidade urgente de métodos de previsão de ETA aprimorados (Yoon *et al.*, 2023). A previsão de ETA é um desafio amplamente reconhecido em sistemas de transporte modernos, que tem sido abordado por meio de modelos de ML, especialmente em sistemas de transporte terrestre, mas também em terminais de contêineres. (Mekkaoui *et al.*, 2023).

2.2 DESAFIOS NOS PORTOS BRASILEIROS

De acordo com o Instituto Brasil Logística (IBL), os portos brasileiros enfrentam diversos desafios operacionais, como problemas de acesso terrestre, restrições para a navegação devido à baixa profundidade dos canais, entraves burocráticos e dificuldades na execução de obras (IBL, 2024).

Além disso, a chegada de navios impõe desafios que geram diversos problemas de decisão operacional no porto, especialmente no que se refere à otimização da alocação e programação de berços e cais, ao armazenamento nos pátios, ao gerenciamento dos portões do terminal e às operações de transporte terrestre. (Mekkaoui *et al.*, 2023).

Essas limitações citadas anteriormente impactam diretamente a eficiência das operações portuárias e aumentam a complexidade da gestão logística. A necessidade de superar essas barreiras tem incentivado a adoção de novas tecnologias no setor marítimo, visando aprimorar a capacidade de previsão e planejamento operacional (Tijan *et al.*, 2021).

3 PROCEDIMENTOS METODÓLOGICOS

Primeiramente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre a aplicação de ML no setor marítimo, com foco específico na previsão de chegada de navios aos portos. Foram identificados diversos estudos relacionados ao tema, que serviram como inspiração e base para o desenvolvimento deste trabalho. Nessa fase inicial de busca por dados históricos para a criação da base de dados, foi identificado um trabalho que utilizava os dados históricos de AIS para a formação da base de dados (Mazzarella *et al.*, 2015). A partir dele, foi determinada a procedência dos dados a serem utilizados para o modelo.

Em seguida, foram selecionadas as variáveis e os dados relevantes para o modelo de aprendizado, com o objetivo de prever a chegada de navios nos portos de Itajaí e São Francisco do Sul. Inicialmente, foram coletados dados estáticos, como os nomes dos navios, portos de origem e destino, *Deadweight* (DWT) e tipo de embarcação, além de dados dinâmicos, como velocidade em tempo real, distância percorrida e a percorrer, e as estimativas de chegada ao porto, tanto calculadas pelo *Marine Traffic* quanto reportadas pelos próprios navios. No entanto, constatou-se que

os dados dinâmicos, especialmente os de velocidade em tempo real, distância a percorrer e estimativas de chegada, eram muito escassos e frequentemente atualizados, o que dificultou a criação de uma base de dados robusta, com diversidade e volume suficientes. Diante disso, essas informações dinâmicas foram descartadas, e optou-se por buscar novos dados para compor a base do modelo.

Após analisar a disponibilidade de dados em termos de quantidade e período, decidiu-se manter estáticos os dados referentes aos nomes dos navios, portos de origem e destino, DWT e tipos de embarcações. Além disso, foram incluídas apenas duas variáveis de viagem: a distância percorrida e o tempo de viagem.

Assim, foram coletados 460 registros de dados para o porto de Itajaí e 858 para o porto de São Francisco do Sul, correspondentes às escalas de navios realizadas em ambos os portos ao longo de um ano.

Posteriormente, os tempos de viagem foram classificados em três categorias: curto, médio e longo. Com base na análise dos dados, viagens com duração inferior a dois dias foram classificadas como de tempo curto, aquelas entre dois e sete dias como de tempo médio, e viagens com mais de sete dias foram categorizadas como de tempo longo.

Em seguida, para determinar o modelo mais eficiente na previsão de chegada aos portos, foram aplicados quatro métodos de Machine Learning: *Dummy Classifier*, *Linear Support Vector Classification*, *Support Vector Classification (SVC)* e *Decision Tree*.

De um ponto de vista gerencial os portos são entidades altamente complexas dentro das cadeias de suprimentos que exigem uma grande quantidade de dados detalhados (Carbone & Martino, 2010).

Portanto, torna-se essencial adotar estratégias para minimizar essas inconstâncias. Com isso, o objetivo deste trabalho é prever o tempo de viagem de navios nos portos de Itajaí e São Francisco do Sul, utilizando dados históricos de viagens como base.

A estrutura do processo de previsão do tempo de viagem seguiu os seguintes passos: aquisição dos dados, pré-processamento, aplicação nos modelos de previsão e avaliação de métricas como precisão, acurácia, *recall* e *Brier*.

3.1 DADOS HISTÓRICOS

Para a uma maior chance de precisão/acurácia dos métodos de previsão é necessário que a confiabilidade e a qualidade dos dados sejam garantidas (Kobayashi *et al.*, 2012). Dessa forma, os dados foram coletados ao longo de um período de um ano nos portos de Itajaí e São Francisco do Sul, utilizando a plataforma Marine Traffic ©. As variáveis extraídas para esta etapa incluem: capacidade do navio, tipo de embarcação, distância percorrida (em milhas náuticas) e tempo de viagem (em minutos).

3.2 PRÉ-PROCESSAMENTO DOS DADOS

O processamento inicial de dados é crucial na construção de modelos de previsão, pois a eficácia dos resultados depende diretamente da qualidade dos dados fornecidos ao modelo (Bourdeau *et al.*, 2019). Esse processo envolve a limpeza e padronização dos dados de entrada, bem como a sua divisão em conjuntos de treinamento, validação e teste (Garcia *et al.*, 2016). Ignorar essa etapa compromete o

processo de aprendizado e retarda sua convergência para os mínimos, resultando em distorções nos resultados de desempenho (Bourdeau *et al.*, 2019).

Para o pré-processamento foram realizadas etapas para implementar nos modelos. Portanto, a etapa inicial é a filtragem de variáveis, que envolve medir a correlação linear entre a variável alvo e cada uma das variáveis que exercem influência sobre ela. Esse processo é realizado por meio da Correlação de Pearson, apresentada em forma de matriz.

Os valores de correlação encontrados variam entre 1 e -1. Quanto mais próximo de 1, maior é a proporcionalidade direta entre os dados; da mesma forma, quanto mais próximo de -1, maior é a proporcionalidade inversa. É importante destacar que, quanto mais próximo de 0, menor é a evidência de uma relação linear entre as variáveis. Analogamente, quanto maior a correlação entre as variáveis, menor será a dificuldade do modelo em fazer previsões precisas. Assim, ao conhecer os valores de correlação, é possível filtrar as variáveis que mais impactam na variável alvo.

Em seguida, o tratamento de dados faltantes torna-se essencial, pois seu objetivo é identificar valores nulos, que podem comprometer o treinamento do modelo. Por fim, os dados são divididos aleatoriamente utilizando o método *seed*, garantindo tanto a integridade do treino quanto a replicação dos resultados.

3.3 MODELOS DE PREVISÃO

Para os modelos, os dados já pré-processados são utilizados para treino dos modelos *Dummy Classifier*, *Linear Support Vector Classification*, *Support Vector Classification* e *Decision Tree Classifier* utilizando o software *Python*®. Os dados coletados são divididos em: 75% serão utilizados para treinamento do modelo e os 25% restantes para teste e validação.

Foi aplicada uma modelagem para cada cenário de tempo de viagem e, em seguida, foram avaliados parâmetros de acurácia e precisão para verificar o desempenho em cada caso, a fim de prever resultados para ambas as cidades. Os modelos foram treinados e validados com dados específicos de cada tipo de tempo de viagem, utilizando variáveis que apresentaram correlações adequadas conforme o coeficiente de Pearson.

3.3.1 *Dummy classifier*

DummyClassifier trata-se de um modelo que realiza previsões sem considerar as variáveis de entrada. Ele é utilizado como um ponto de partida básico para comparação com modelos de previsão mais complexos.

3.3.2 *Support vector machine*

Os modelos de Support Vector Machine (SVM) constroem um hiperplano, ou um conjunto de hiperplanos, em um espaço de alta ou infinita dimensão, que pode ser utilizado para tarefas de classificação, regressão ou outras. Intuitivamente, a melhor separação é obtida pelo hiperplano que maximiza a distância entre os pontos de dados de treinamento mais próximos de cada classe, chamada de margem funcional. Em geral, quanto maior a margem, menor será o erro de generalização do classificador (Widodo *et al.*, 2007).

O modelo utiliza o método kernel, que mapeia implicitamente os dados originais de maneira não linear para um espaço de alta dimensão, denominado espaço de

características $\vartheta(\cdot): \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{F}$. Esse espaço pode, na verdade, ter dimensão infinita, o que, à primeira vista, pareceria inviabilizar qualquer cálculo. No entanto, o "truque do kernel" consiste exatamente em evitar tais cálculos. O foco, em vez disso, está nas similaridades entre quaisquer dois pontos de dados $\vartheta(x_j)$ e $\vartheta(x_i)$ no espaço de características, medida por $\vartheta(x_i)' \vartheta(x_j)$. O cálculo dessa medida, à primeira vista, exigiria o conhecimento da forma da função $\vartheta(\cdot)$. A solução consiste em utilizar uma função $k(\cdot, \cdot): \mathcal{X} \times \mathcal{X} \rightarrow \mathbb{R}$, que gera o produto interno no espaço de características sem da forma funcional explícita da função kernel. Além disso, uma função de kernel válida assegura a existência e de uma transformação de características, mesmo que sua forma analítica seja desconhecida.

Esta função de kernel forma uma matriz K de Gram, também chamada de matriz de kernel, cujos elementos são produtos internos entre exemplos de treinamento transformados, ou seja, $\{K\}_{ij} = k(x_i, x_j) = \vartheta(x_i)' \vartheta(x_j)$. O que torna o truque do kernel valioso é o fato de que muitos modelos podem ser expressos em termos de produtos internos entre pontos de dados.

A principal vantagem do método do kernel é que ele possibilita o uso eficiente de um modelo linear em um espaço não linear de alta dimensão, o que equivale a aplicar uma técnica não linear no espaço original (Pérez-Cruz *et al.*, 2004).

3.3.3 SVC

Dado vetores de treinamento $x_i \in \mathbb{R}^n, i = 1, \dots, l$, em duas classes, e um vetor indicador $y \in \mathbb{R}^l$ o qual $y_i \in \{1, -1\}$ (Boser *et al.*, 1992), SVC resolve o problema de otimização primal abaixo:

$$\min_{w, b, \xi} \quad \frac{1}{2} w^T w + C \sum_{i=1}^l \xi_i$$

$$y_i (w_i^T \phi(x_i) + b) \geq 1 - \xi_i$$

$$\xi_i \geq 0, i = 1, \dots, l,$$

Onde $\phi(x_i)$ mapeia x_i para um espaço de alta dimensionalidade e $C > 0$ é o parâmetro de regularização. Devido à possível alta dimensionalidade do vetor w , geralmente resolve-se o problema dual abaixo:

$$\min_{\alpha} \quad \frac{1}{2} \alpha^T Q \alpha - e^T \alpha$$

$$y^T \alpha = 0,$$

$$0 \leq \alpha_i \leq C, i = 1, \dots, l,$$

Onde $e = [1, \dots, 1]^T$ é o vetor de uns, Q é uma matriz positiva semidefinida l por l , $Q_{ij} = y_i y_j K(x_i x_j)$, e $K(x_i x_j) \equiv \phi(x_i)^T \phi(x_j)$ é a função kernel.

Após resolver o problema utilizando a relação primal-dual, o vetor (w) ótimo satisfaz:

$$w = \sum_{i=1}^l y_i \alpha_i \phi(x_i)$$

E a função de decisão é:

$$\text{sgn}(w^T \phi(x) + b) = \left(\text{sgn} \sum_{i=1}^l y_i \alpha_i K(x_i, x) + b \right)$$

Extraímos $y_i \alpha_i \forall i, b$, os rótulos, e outras informações como parâmetros do núcleo no modelo para previsão.

3.3.5 Linear SVC

Esse modelo é um classificador binário, utilizado para resolver o problema primal abaixo:

$$\min_{w, b} \frac{1}{2} w^T w + C \sum_{i=1}^n \max(0, 1 - y_i (w^T \phi(x_i) + b))$$

Utilizamos a perda de dobradiça, que é a forma otimizada diretamente pelo *LinearSVC*. Diferentemente da forma dual, essa abordagem não envolve produtos internos entre as amostras, o que impossibilita a aplicação do conhecido truque do kernel. Em suma, esse modelo é bastante semelhante ao SVC, mas sua modelagem se limita exclusivamente a uma abordagem de estimativa linear.

3.3.6 Decision tree classifier

As Árvores de Decisão são um método de aprendizado supervisionado não paramétrico utilizado para classificação e regressão. O objetivo é construir um modelo que preveja o valor de uma variável-alvo, aprendendo regras de decisão simples a partir das características dos dados. Uma árvore pode ser entendida como uma aproximação constante em partes. Isso significa que a árvore segmenta o espaço das características em regiões distintas e atribui um valor constante a cada uma dessas regiões, representando a previsão para os pontos de dados que pertencem a cada área específica.

Uma árvore de decisão é um modelo preditivo, $h: X \rightarrow Y$, que prevê o rótulo associado a uma instância x ao percorrer desde o nó raiz até uma folha da árvore. Para simplificar, focamos na configuração de classificação binária, onde, $Y = \{0, 1\}$, embora as árvores de decisão também possam ser aplicadas a outros tipos de problemas de previsão. Em cada nó ao longo do caminho da raiz até a folha, o filho sucessor é selecionado com base em uma divisão do espaço de entrada. Geralmente, essa divisão é determinada por uma das características de x ou em um conjunto predefinido de regras de divisão.

Considerando que temos que com uma probabilidade de pelo menos $1 - \delta$ (sendo δ o intervalo de confiança), em uma amostra de tamanho m , com d rótulos, para cada n e para cada árvore de decisão $h \in \mathcal{H}$ com n nós, a seguinte condição se aplica:

$$L_D(h) \leq L_S(h) + \sqrt{\frac{(n+1) \log_2(d+3) + \log\left(\frac{2}{\delta}\right)}{2m}}$$

Esta condição estabelece um *tradeoff*: de um lado, aguardamo que árvores de decisão maiores e mais complexas tenham um risco de treinamento menor, $L_S(h)$, mas o valor correspondente de n será maior. Por outro lado, árvores de decisão menores terão um valor de n reduzido, mas $L_S(h)$ pode ser maior. O objetivo é encontrar uma árvore de decisão com baixo risco empírico, $L_S(h)$, e um número de nós n que não seja excessivamente alto.

3.4 MÉTRICAS DE DESEMPENHO

3.4.1 Acurácia

A acurácia é uma das métricas mais utilizadas para avaliar o desempenho de um classificador e é definida como a razão entre o número de amostras classificadas corretamente e o total de amostras, conforme segue (Sokolova et al., 2009).

$$\frac{\textit{Verdadeiro Positivo} + \textit{Verdadeiro Negativo}}{\textit{Verdadeiro Positivo} + \textit{Verdadeiro Negativo} + \textit{Falso Positivo} + \textit{Falso Negativo}}$$

3.4.2 Precisão

Os valores preditivos, tanto positivo quanto negativo, indicam o desempenho da previsão. O valor preditivo positivo [PPV] ou precisão representa a proporção de amostras positivas que foram corretamente classificadas em relação ao número total de amostras positivas previstas (Sokolova et al., 2009).

$$\frac{\textit{Verdadeiro Positivo}}{\textit{Verdadeiro Positivo} + \textit{Falso Positivo}}$$

3.4.3 Recall

O *recall* reflete, de forma intuitiva, a habilidade do classificador em identificar todas as amostras positivas. O valor ideal para o *recall* é 1, o que indica que o classificador consegue detectar todas as amostras positivas. Por outro lado, o pior valor é 0, indicando que o classificador não consegue identificar nenhuma amostra positiva. (Sokolova et al., 2009). Em resumo, a *recall* mede a capacidade do classificador em não deixar amostras positivas não detectadas.

$$\frac{\textit{Verdadeiro Positivo}}{\textit{Verdadeiro Positivo} + \textit{Falso Negativo}}$$

3.4.4 Brier

O *Brier Score* avalia o erro quadrático médio entre a probabilidade prevista e o resultado real. Ele é utilizado em tarefas que requerem a atribuição de probabilidades

a um conjunto de resultados discretos mutuamente exclusivos ou categorias. Esse conjunto de resultados pode ser binário ou categórico, e as probabilidades atribuídas devem somar 1 (uma), com cada probabilidade individual variando entre 0 e 1 (Brier, 1950).

$$Brier = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (f_t - o_t)^2$$

Neste contexto N representa o número de itens para os quais você está calculando um *Brier Score* é a probabilidade da previsão, o_t é o resultado (1 se aconteceu, 0 se não aconteceu), \sum é o símbolo de soma, significa todos os valores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados da aplicação dos quatro algoritmos de aprendizado de máquina às bases de dados contendo as informações descritas nos tópicos e anteriores. A disposição dos resultados foi organizada em subtópicos, correspondendo a cada categoria temporal (curto, médio, grande). Ao final foi realizada a interpretação do comportamento dos modelos na discussão.

4.1 TEMPO CURTO

Tabela 1. Resultados das métricas em Tempo Curto

Modelo	Itajaí				São Francisco do Sul			
	Acurácia	Precisão	Recall	f1	Acurácia	Precisão	Recall	f1
Dummy Classifier	0,707	0,353	0,500	0,414	0,547	0,273	0,500	0,353
LinearSVC	0,880	0,870	0,681	0,727	0,878	0,878	0,878	0,878
SVC	0,848	0,801	0,587	0,607	0,837	0,838	0,838	0,837
Decision Tree	0,978	0,987	0,938	0,960	0,948	0,948	0,948	0,948

Fonte: Autores (2024).

Tendo em vista a aplicação dos modelos as métricas indicaram que o *Dummy Classifier* é o modelo que é menos assertivo nos em ambos os portos, tendo seus valores abaixo da performance de todos os outros modelos fenômeno observado na Tabela 1.

Em seguida, o SVC obteve um desempenho razoável tendo todas as suas métricas ultrapassando 0,800 no contexto de São Francisco do Sul, porém em Itajaí os valores de *Recall* e f1 não alcançaram valores expressivos. O *LinearSVC* conseguiu atingir valores significativos, superando o SVC em ambos os portos em todas as suas métricas.

Por fim, o *Decision Tree* ultrapassou todos os modelos antes citados, tendo valores superiores à 0,900 em todas as suas.

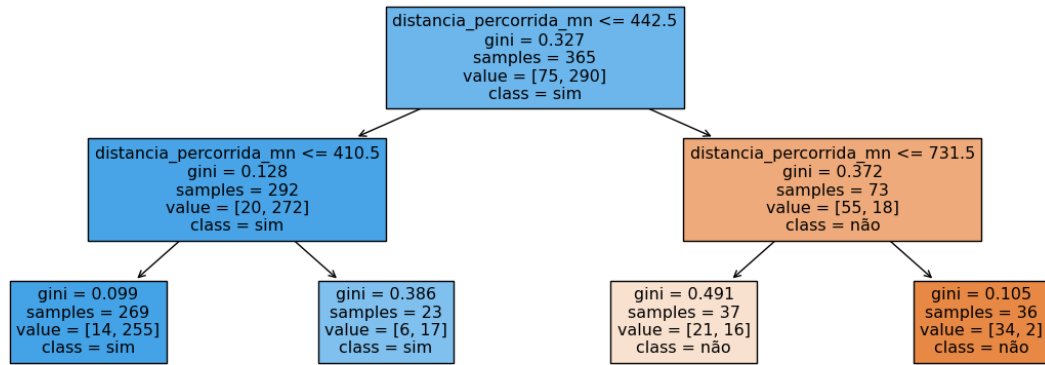


Figura 1. *Decision Tree Classifier* - Tempo Curto Itajaí
 Fonte: Autores (2024).

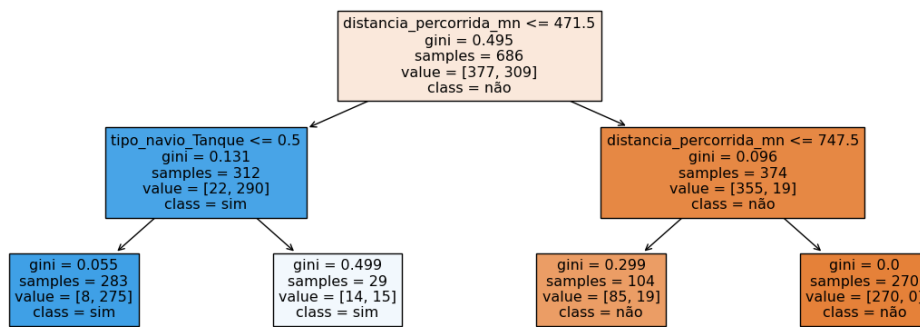


Figura 2. *Decision Tree Classifier* - Tempo Curto São Francisco do Sul
 Fonte: Autores (2024).

A figura 1 e 2, expressam uma visualização do resultado do modelo *Decision Tree* e evidencia quais as variáveis de decisão mais impactantes. O modelo aplicado à São Francisco do Sul possui na primeira decisão a definição através da variável “distância_percorrida_mn”, o mesmo vale para o porto de Itajaí.

Tanto em 1 quanto em 2 a decisão na primeira bipartição mostra o significativo peso da variável de “distância_percorrida_mn” que se mantém na maior parte das folhas das árvores de decisão.

4.2 TEMPO MÉDIO

Tabela 2. Resultados dos modelos no Tempo Médio

Modelo	Itajaí				São Francisco do Sul			
	Acurácia	Precisão	Recall	f1	Acurácia	Precisão	Recall	f1
Dummy Classifier	0,880	0,440	0,500	0,468	0,767	0,384	0,500	0,434
LinearSVC	0,880	0,440	0,500	0,468	0,808	0,404	0,500	0,447
SVC	0,880	0,440	0,500	0,468	0,820	0,715	0,738	0,725
Decision Tree	0,978	0,948	0,948	0,948	0,895	0,822	0,901	0,851

Fonte: Autores (2024).

Com base na aplicação dos modelos, as métricas na Tabela 2 revelaram que o *Dummy Classifier* foi o modelo com o pior desempenho em ambos os portos, apresentando valores inferiores aos dos demais modelos. O desempenho do *Dummy Classifier* resultou em uma acurácia de 0,880 para Itajaí e 0,767 para São Francisco do Sul, com precisões e valores de f1 substancialmente mais baixos, sugerindo uma limitada capacidade de previsão. O modelo *LinearSVC*, por sua vez, obteve resultados semelhantes ao *Dummy Classifier* em Itajaí, com acurácia de 0,880, precisão de 0,440, recall de 0,500 e f1 de 0,468. Contudo, em São Francisco do Sul, o desempenho foi superior, com acurácia de 0,808, precisão de 0,404, recall de 0,500 e f1 de 0,447, demonstrando uma ligeira melhora em relação ao *Dummy Classifier*.

Já o modelo SVC mostrou-se mais eficaz no contexto de São Francisco do Sul, com acurácia de 0,820, precisão de 0,715, recall de 0,738 e f1 de 0,725, superando tanto o *Dummy* quanto o *LinearSVC*. Em Itajaí, no entanto, o SVC obteve os mesmos valores das métricas apresentadas pelo *Dummy* e *LinearSVC*, o que indica um desempenho limitado nesse porto.

Por fim, o modelo *Decision Tree* destacou-se como o mais preciso em ambos os portos. Em Itajaí, alcançou uma acurácia de 0,978, com precisão, recall e f1 de 0,948, superando consideravelmente os demais modelos. Em São Francisco do Sul, o *Decision Tree* também obteve resultados superiores, com acurácia de 0,895, precisão de 0,822, recall de 0,901 e f1 de 0,851, evidenciando seu melhor desempenho global nas duas localidades.

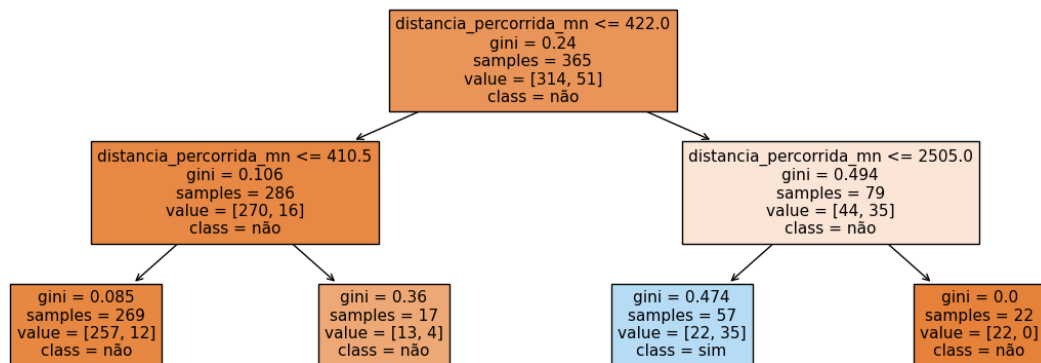


Figura 3. *Decision Tree Classifier* - Tempo Médio Itajaí
 Fonte: Autores (2024).

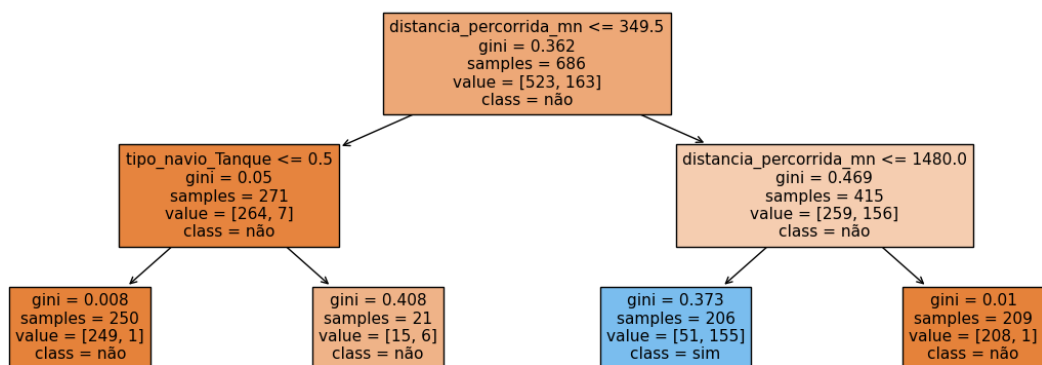


Figura 4. *Decision Tree Classifier* - Tempo Médio São Francisco do Sul
 Fonte: Autores (2024).

As figuras 3 e 4 evidenciaram o resultado do modelo *Decision Tree*, em que é nítida a influência da variável “distância_percorrida_mn” em ambos os portos sendo uma variável predominante. Além disso, para um Tempo Médio o modelo não foi capaz de identificar na primeira bipartição, apenas na segunda mostrando uma dificuldade do modelo identificar padrões para essa faixa temporal em ambos os portos.

4.3 TEMPO GRANDE

Tabela 3. Resultados dos modelos no Tempo Grande

Modelo	Itajaí				São Francisco do Sul			
	Acurácia	Precisão	Recall	f1	Acurácia	Precisão	Recall	f1
Dummy Classifier	0,935	0,467	0,500	0,483	0,669	0,334	0,500	0,401
LinearSVC	0,967	0,828	0,889	0,855	0,977	0,972	0,972	0,972
SVC	0,967	0,864	0,794	0,825	0,988	0,986	0,986	0,986
Decision Tree	0,978	0,989	0,800	0,869	0,916	0,933	0,909	0,918

Fonte: Autores (2024).

Com base na aplicação dos modelos aos portos de Itajaí e São Francisco do Sul, as métricas na Tabela 3 indicaram que o *Dummy Classifier* apresentou, mais uma vez, o desempenho mais baixo entre os modelos testados. Em Itajaí, a acurácia foi de 0,935, com precisão de 0,467, recall de 0,500 e f1 de 0,483. Em São Francisco do Sul, o desempenho foi ainda inferior, com acurácia de 0,669, precisão de 0,334, recall de 0,500 e f1 de 0,401.

O modelo *LinearSVC* apresentou um desempenho significativamente melhor em ambos os portos. Em Itajaí, obteve uma acurácia de 0,967, com precisão de 0,828, recall de 0,889 e f1 de 0,855. Em São Francisco do Sul, o desempenho foi ainda mais impressionante, com acurácia de 0,977, precisão, recall e f1 de 0,972, evidenciando um modelo altamente eficaz e consistente entre os dois portos.

O SVC também apresentou um desempenho elevado, com resultados similares ao *LinearSVC* em Itajaí: acurácia de 0,967, precisão de 0,864, recall de 0,794 e f1 de 0,825. Em São Francisco do Sul, o SVC superou o *LinearSVC*, alcançando uma acurácia de 0,988, com precisão, recall e f1 de 0,986, demonstrando ser o modelo mais eficiente nesta localidade.

Por fim, o *Decision Tree* apresentou o melhor desempenho global em Itajaí, com acurácia de 0,978, precisão de 0,989, recall de 0,800 e f1 de 0,869. Em São Francisco do Sul, obteve uma acurácia de 0,916, com precisão de 0,933, recall de 0,909 e f1 de 0,918, confirmando sua eficácia em ambos os portos, embora ligeiramente inferior ao SVC em São Francisco do Sul.

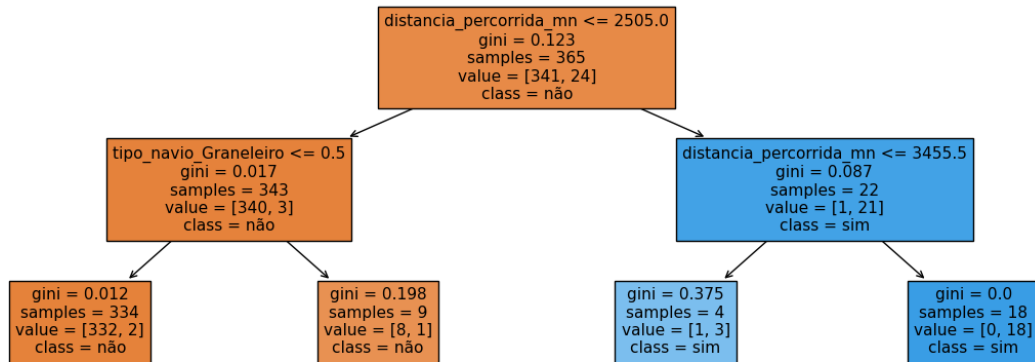


Figura 5. *Decision Tree Classifier* - Tempo Grande Itajaí
 Fonte: Autores (2024).

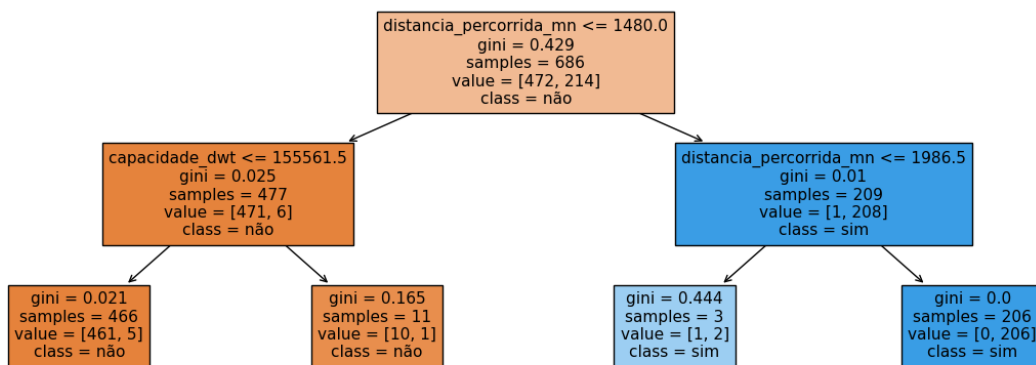


Figura 6. *Decision Tree Classifier* - Tempo Grande São Francisco do Sul
 Fonte: Autores (2024).

Em 5 e 6, mostraram as árvores de decisão para um Tempo Grande, em ambos os portos a distância, “distância_percorrida_mn” foi ponto chave para a decisão de previsão do tipo de tempo.

4.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Tendo em vista o contexto dos portos de Itajaí e São Francisco do Sul no recorte de tempo utilizado no presente artigo, pode-se inferir que o modelo *Decision Tree Classifier* é o que possui melhor performance em relação aos outros testados, fato esse evidenciado pelas métricas de desempenho. Além disso, a variável que apareceu na maioria das árvores de decisão, foi a de “distância_percorrida_mn” mostrando que ela possui um peso significativo em todos os ETAs e em ambos os portos, sendo decisiva para a previsão e consequentemente a performance do modelo.

Evmides *et al.*, (2024 p. 13) afirma que “a previsão precisa do ETA tem várias aplicações práticas, como suporte à decisão de gerenciamento, onde recursos como barcos-piloto, rebocadores, guindastes, berços, pessoal, etc., podem ser programados com antecedência usando decisões baseadas em dados”. No mesmo estudo foram usados diferentes modelos de *machine learning* para o ETA de navios, dentre eles o *Decision Tree*, e concluiu que a utilização desse tipo de artifício para tal objetivo possui robustez e acuracidade (*Ibid*).

Pani *et al.*, (2014) propuseram um modelo de árvore de regressão para a previsão do ETA, no terminal de containers de Cagliari. Utilizando os dados dos primeiros 6 meses de 2011 e os resultados apontaram que a metodologia usada foi que a possibilidade de determinar o turno de chegada é de cerca de 75%, conseqüentemente reduzindo as incertezas na esquematização de recursos como espaço, equipamento e colaboradores, requeridos para satisfazer a demanda.

Por fim, pode-se citar algumas limitações do presente artigo, apesar das métricas terem bons valores, explorar mais variáveis que possam também influenciar mais o ETA, sem que uma se sobressaia. A aplicação dos modelos se restringe em apenas um período específico, portanto extrair um maior número de pontos assim como aumentar o período analisado pode levar a análises mais profundas do tema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, foi investigada a viabilidade de aprimorar a precisão na previsão de chegada de navios nos portos, por meio da aplicação dos modelos *Dummy Classifier*, *Linear Support Vector Classification*, *Support Vector Classification* e *Decision Tree Classifier*, utilizando o *software Pytho*® e a biblioteca *Scikit-Learn*. A implementação desses modelos busca mitigar incertezas quanto à previsão de chegada das embarcações assim melhorando as tomadas de decisões dentro dos portos.

O modelo que apresentou os melhores resultados, *Decision Tree Classifier*, demonstrou uma qualidade satisfatória na previsão, revelando-se adequado para apoiar o processo de tomada de decisões. Além disso, a aplicação dessa estratégia gera um impacto positivo na logística interna e externa dos portos, ao prever potenciais atrasos na chegada de navios. Assim, a solução mostrou-se viável, uma vez que emprega inteligência orientada por dados, proporcionando decisões mais assertivas.

As principais limitações deste estudo foram a coleta de dados limitada a um período relativamente curto (apenas um ano) e a exclusão de dados geográficos, que não estavam disponíveis na base de dados utilizada. Embora os modelos de ML representem uma oportunidade significativa para a construção de previsões robustas de chegada, sua eficácia depende de grandes volumes de dados, o que demanda recursos consideráveis.

As limitações mais relevantes deste estudo incluem a coleta de dados restrita a um período de apenas um ano e a ausência de dados geográficos, que não estavam disponíveis na base de dados utilizada. Embora os modelos de ML ofereçam grande potencial para a criação de previsões robustas de chegada, sua aplicação eficaz requer grandes volumes de dados, o que demanda recursos significativos.

REFERÊNCIAS

- Barua, L., Zou, B., & Zhou, Y. (2020). Machine learning for international freight transportation management: A comprehensive review. *Research in Transportation Business & Management*, 34, 100453.
- Bottasso, A., Conti, M., de Sa Porto, P. C., Ferrari, C., & Tei, A. (2018). Port infrastructures and trade: Empirical evidence from Brazil. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 107, 126-139.

- Bourdeau, M., qiang Zhai, X., Nefzaoui, E., Guo, X., & Chatellier, P. (2019). Modeling and forecasting building energy consumption: A review of data-driven techniques. *Sustainable Cities and Society*, *48*, 101533.
- Brier, G. W. (1950). Verification of forecasts expressed in terms of probability. *Monthly weather review*, *78*(1), 1-3.
- Brito, D., da Silva, G. N., & da Silva Leão, A. P. (2023). ESTRATÉGIAS DE LOGÍSTICAS PARA O SETOR EXPORTADOR DE SOJA NO BRASIL. *RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218*, *4*(7), e473595-e473595.
- Carbone, V., & Martino, M. D. (2003). The changing role of ports in supply-chain management: an empirical analysis. *Maritime Policy & Management*, *30*(4), 305-320.
- El Mekkaoui, S., Benabbou, L., & Berrado, A. (2023). Deep learning models for vessel's ETA prediction: bulk ports perspective. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, *35*(1), 5-28.
- Evmides, N., Aslam, S., Ramez, T. T., Michaelides, M. P., & Herodotou, H. (2024). Enhancing Prediction Accuracy of Vessel Arrival Times Using Machine Learning. *Journal of Marine Science & Engineering*, *12*(8).
- Fancello, G., Pani, C., Pisano, M., Serra, P., Zuddas, P., & Fadda, P. (2011). Prediction of arrival times and human resources allocation for container terminal. *Maritime Economics & Logistics*, *13*, 142-173.
- Gan, L., Ye, B., Huang, Z., Xu, Y., Chen, Q., & Shu, Y. (2023). Construção de gráfico de conhecimento com base em relatórios de acidentes de colisão de navios para melhorar a segurança do tráfego marítimo. *Ocean & Coastal Management*, *240*, 106660.
- García, S., Ramírez-Gallego, S., Luengo, J., Benítez, J. M., & Herrera, F. (2016). Big data preprocessing: methods and prospects. *Big data analytics*, *1*, 1-22.
- Inkinen, T., Helminen, R., & Saarikoski, J. (2021). Technological trajectories and scenarios in seaport digitalization. *Research in Transportation Business & Management*, *41*, 100633.
- Jung, B. M. (2011). Economic contribution of ports to the local economies in Korea. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, *27*(1), 1-30.
- Kishore, L., Pai, Y. P., Ghosh, B. K., & Pakkan, S. (2024). Maritime shipping ports performance: a systematic literature review. *Discover Sustainability*, *5*(1), 108.
- Kobayashi, K., Kaito, K., & Lethanh, N. (2012). A statistical deterioration forecasting method using hidden Markov model for infrastructure management. *Transportation Research Part B: Methodological*, *46*(4), 544-561.
- Li, W., Bai, X., Yang, D., & Hou, Y. (2023). Maritime connectivity, transport infrastructure expansion and economic growth: A global perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *170*, 103609.

- Liagkou, V., Stylios, C., Pappa, L., & Petunin, A. (2021). Challenges and opportunities in industry 4.0 for mechatronics, artificial intelligence and cybernetics. *Electronics*, 10(16), 2001.
- Longarela-Ares, Á., Calvo-Silvosa, A., & Pérez-López, J. B. (2020). The influence of economic barriers and drivers on energy efficiency investments in maritime shipping, from the perspective of the principal-agent problem. *Sustainability*, 12(19), 7943.
- Mazzarella, F., Arguedas, V. F., & Vespe, M. (2015, October). Knowledge-based vessel position prediction using historical AIS data. In *2015 Sensor Data Fusion: Trends, Solutions, Applications (SDF)* (pp. 1-6). IEEE.
- Nguyen, G., Dlugolinsky, S., Bobák, M., Tran, V., López García, Á., Heredia, I., ... & Hluchý, L. (2019). Machine learning and deep learning frameworks and libraries for large-scale data mining: a survey. *Artificial Intelligence Review*, 52, 77-124.
- Nosratabadi, S., Mosavi, A., Duan, P., Ghamisi, P., Filip, F., Band, S. S., ... & Gandomi, A. H. (2020). Data science in economics: comprehensive review of advanced machine learning and deep learning methods. *Mathematics*, 8(10), 1799.
- Pani, C., Fadda, P., Fancello, G., Frigau, L., & Mola, F. (2014). A data mining approach to forecast late arrivals in a transshipment container terminal. *Transport*, 29(2), 175-184.
- Pérez-Cruz, F., & Bousquet, O. (2004). Kernel methods and their potential use in signal processing. *IEEE signal processing magazine*, 21(3), 57-65.
- Reggiani, A., Nijkamp, P., & Lanzi, D. (2015). Transport resilience and vulnerability: The role of connectivity. *Transportation research part A: policy and practice*, 81, 4-15.
- Rodriguez, C. M. T., Luz, E. M., Neto, J. C. S., & Sosa, O. M. (2021). THE MAIN GROUNDS OF THE MPH INDICATOR--MOVEMENTS PER HOUR. AN ANALYSIS BY THE SANTA CATARINA STATE PORTS/OS PRINCIPAIS FUNDAMENTOS DO INDICADOR MPH--MOVIMENTOS POR HORA. UMA ANALISE PELOS PORTOS CATARINENSES. *Revista Exacta*, 19(1), 1-17.
- Sokolova, M., & Lapalme, G. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information processing & management*, 45(4), 427-437.
- Tijan, E., Jović, M., Aksentijević, S., & Pucihar, A. (2021). Digital transformation in the maritime transport sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120879.
- Waller, M. A., & Fawcett, S. E. (2013). Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management. *Journal of Business logistics*, 34(2), 77-84.
- Wang, G., Gunasekaran, A., Ngai, E. W., & Papadopoulos, T. (2016). Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *International journal of production economics*, 176, 98-110.

- Wei, H., Müller-Casseres, E., Belchior, C. R., & Szklo, A. (2023). Evaluating the Readiness of Ships and Ports to Bunker and Use Alternative Fuels: A Case Study from Brazil. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(10), 1856.
- Widodo, A., & Yang, B. S. (2007). Support vector machine in machine condition monitoring and fault diagnosis. *Mechanical systems and signal processing*, 21(6), 2560-2574.
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2005). *Practical machine learning tools and techniques* (2^a ed.). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Xu, Y., Liu, X., Cao, X., Huang, C., Liu, E., Qian, S., ... & Zhang, J. (2021). Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. *The Innovation*, 2(4).
- Yang, D., Wu, L., Wang, S., Jia, H., & Li, K. X. (2019). How big data enriches maritime research—a critical review of Automatic Identification System (AIS) data applications. *Transport Reviews*, 39(6), 755-773.
- Yoon, J. H., Kim, D. H., Yun, S. W., Kim, H. J., & Kim, S. (2023). Enhancing container vessel arrival time prediction through past voyage route modeling: A Case Study of Busan New Port. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(6), 1234.

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE GREEN PORTS: UMA PROPOSTA DE ANÁLISE DA LITERATURA

Francine Borges

Universidade Federal do Rio Grande

André Andrade Longaray

Universidade Federal do Rio Grande

Resumo: As iniciativas de portos sustentáveis são crescentes para atender as demandas da sociedade diante do Acordo de Paris e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável- ODS. O presente estudo visa analisar o contexto de sustentabilidade do ponto de vista dos critérios e das ferramentas utilizadas na avaliação do desempenho dessas práticas de green ports nos terminais. Para tal, procedeu-se uma Revisão Sistemática de Literatura e uma metassíntese com a finalidade de mapear o cenário existente. A janela temporal dos dados coletados foi de 2010 até 2024. Foram identificados 129 artigos para composição do Portfólio Bruto e 11 artigos selecionados para compor o Portfólio de Análise. Os critérios encontrados pertencem aos eixos da sustentabilidade (econômico, social e ambiental) e as técnicas observadas distinguem-se em qualitativas e quantitativas (modelagem matemática).

Palavras-chave: Portos Verdes; Gestão portuária sustentável; Desempenho sustentável em portos.

1 INTRODUÇÃO

Os impactos do aquecimento global são sentidos pela sociedade no cotidiano. A partir da assinatura do Acordo de Paris, em 2015, o grupo de 196 países decidiu cooperar para a redução dos impactos ambientais (Nações Unidas, 2024a). Outra medida para essa mitigação dos impactos foi a orientação para efetivação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS até o ano de 2030 (Nações Unidas, 2024b).

Muito embora sejam necessárias as preocupações com o meio ambiente, as cadeias logísticas continuam em expansão, como é o caso brasileiro. De acordo com os dados da ANTAQ (2024), foi obtido um aumento de 5,2% nas movimentações dos terminais portuários no primeiro trimestre de 2024 em relação ao período anterior. Considerando a participação portuária como um elo principal da cadeia logística e sua importância econômica associada é percebida a dualidade existente quanto ao seu custo ambiental atribuído a manutenção das atividades.

Os governos e autoridades do setor portuário têm investido na ampliação do conceito de green ports nos terminais portuários. O conceito engloba três dimensões de monitoramento, que são: o aspecto social, o aspecto ambiental e o aspecto econômico (Antaq, 2011). Diante disso, deve-se equilibrar esses três fatores para obtenção da operação portuária e garantir a aplicabilidade das práticas de green ports.

Estudos como o de Wang et al. (2023) avaliaram o potencial de redução de emissões de carbono no cluster portuário chinês por meio da Análise Envoltória de Dados. Já Guo et al. (2023) utilizou um modelo econométrico com o objetivo de aumentar o desempenho sustentável monitorado entre porto e hinterlândia, em outro terminal chinês.

Com base no contexto de análise da pesquisa, o estudo visa verificar quais os critérios e ferramentas utilizadas na avaliação das práticas de green ports? Com o objetivo de responder a pergunta de pesquisa, a investigação se deu por meio de uma revisão sistemática de literatura e uma análise de metassíntese.

O estudo justifica-se quanto a sua importância, viabilidade e importância, conforme destaca Roesch (2015). A viabilidade da pesquisa pode ser percebida quanto ao crescente interesse no contexto das práticas sustentáveis, tanto no âmbito acadêmico como no técnico. Aliado a isso, tem-se a importância da temática no contexto global das preocupações em redução de impactos ambientais. Já quanto à oportunidade, aproveita-se a emergência do tema e busca-se identificar possíveis lacunas de pesquisa.

Descrita a introdução, o presente estudo está separado em quatro seções. A seção seguinte diz respeito sobre a metodologia desenvolvida. Após, tem-se as considerações finais a respeito da temática desenvolvida e as referências consultadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A dualidade existente entre o desenvolvimento dos portos na expansão da cadeia logística e da operação dos terminais de forma sustentável é uma grande preocupação dos gestores públicos e privados. Diante disso, tem-se o interesse de equilibrar essas práticas.

De acordo com a Antaq (2011) é necessário estabelecer o equilíbrio entre três dimensões, são elas: a econômica, a social e a ambiental. Dessa forma, pode-se

atingir um desenvolvimento sustentável. Alinhado a isso, tem-se que o transporte sustentável não envolve apenas navios, mas os portos e a sua hinterlândia (Zis, 2019).

Dentro desse conceito, pode-se atribuir o título de green ports aos terminais que estão alinhados às ações de sustentabilidade reconhecidas internacionalmente (Jesus, 2015). As principais demandas relacionadas ao tema são: a gestão eficiente dos recursos, além da conservação ambiental do entorno e monitoramento dos níveis de poluição (água, solo, ar) e gestão de resíduos.

Conforme menciona Parhamfar, Sadeghkhani e Adeli (2023), nos últimos anos houve um aumento da implantação de tecnologias de energias renováveis em portos de todo o mundo, refletindo o comprometimento das autoridades portuárias e dos operadores para atingir as metas de zero emissão de carbono.

Diante dessas preocupações, o presente artigo tem como objetivo obter os critérios necessários para a avaliação das práticas de green ports. Aliado a isso, busca-se revisar a literatura para verificar tanto os critérios relevantes quanto as ferramentas para a sua avaliação.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo desenvolvido pode ser considerado como uma pesquisa diagnóstica, pois visa mapear o desenvolvimento das práticas de green ports descritas na literatura. A sua abordagem é vista como quantitativa e qualitativa. A pesquisa foi conduzida por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura orientada pelo protocolo PRISMA. A coleta de dados ocorreu em 29 de julho de 2024, nas bases de dados (IEEE, ScienceDirect, Scopus e Web of Science), contidas no acervo dos Periódicos CAPES.

Para a realização das buscas, foram definidos dois eixos. O primeiro eixo relativo aos portos e a temática green. O segundo eixo relativo à mensuração e a avaliação da aplicação dessas práticas.

Como descritores, para realização das buscas, foram definidos, dois eixos: “green port”, “paperless port”, “digital transformation port”, “eco-friendly”, “sustainable port”, “low carbon port”, “esg port”. Para o segundo eixo, determinou-se “performance”, “assessment”, “analysis”, “evaluation”, “rating” e “measurement”.

Foram coletados nas bases de dados, publicações do tipo artigo científico, escritos em língua inglesa e de acesso aberto para consulta. A partir da coleta dos dados e remoção dos duplicados, foi possível estabelecer um portfólio bruto.

Desse portfólio foram realizadas análises de anos de publicação e identificação dos periódicos participantes. Diante disso, realizou-se a filtragem com a leitura dos títulos e resumos dos artigos e definiu-se a seleção do portfólio de análise, sobre o qual foram extraídas as informações referentes à questão de pesquisa e conduzida uma metassíntese.

4 RESULTADOS

A partir da determinação dos eixos da pesquisa e dos descritores para direcionamento das buscas nas bases de dados. Realizou-se a combinação entre os descritores a fim de obter mais documentos inseridos no tema de análise. Considerando os filtros do tipo de publicação no formato artigo e que seja escrito em língua inglesa, foram encontrados 415 artigos encontrados, manteve-se apenas os que tinham acesso aberto para consulta, resultando em 227 documentos. Destes: 3

na IEEE; 41 na ScienceDirect; 217 na Scopus e 154 na Web of Science, conforme visto no Quadro 1.

No Quadro 1 são apresentadas as combinações dos descritores com os quais foram realizadas as buscas na literatura. A primeira e a segunda coluna foram interligadas com o booleano AND, ou seja, utilizou-se a ocorrência de pelo menos duas das palavras-chaves combinadas para seleção dos documentos. Também são apresentados os totais de artigos coletados de acesso aberto para cada base de dados identificada. Totalizando assim, 227 ocorrências. Além disso, com a união das bases de dados foi necessário remover 98 artigos duplicados, restando 129 para composição do portfólio bruto.

Quadro 1 - Coleta de dados nas bases de dados.

Combinações entre os descritores		Bases	Totais
"green port" OR "paperless port" OR "digital transformation port" OR "eco- friendly port" OR "sustainable port" OR "low carbon port" OR "esg port"	"performance" OR "assessment" OR "analysis" OR "evaluation" OR "rating" OR "measurement"	IEEE	1
		ScienceDirect	41
		Scopus	102
		Web of Science	83
União das bases			227
Remoção duplicados			98

Com esses dados é possível identificar o início das publicações na área de gestão das práticas de green ports nos terminais. Com esse Portfólio Bruto é possível tecer algumas análises. Por exemplo, os artigos que compõem esse recorte foram publicados entre os anos de 2010 até julho de 2024. Conforme ilustra o Gráfico 1, pode-se compreender que as primeiras publicações sobre a temática de avaliação de práticas de green ports iniciaram na década passada, em 2010. Até 2017, foram registradas 15 publicações. Já a partir de 2018, foram registradas pelo menos 10 publicações, por ano, até 2020. Já em 2021 e 2022 foram registradas 24 e 21 publicações, respectivamente. Em 2023 foram publicados 30 documentos, o maior número de publicações desse recorte da literatura. E até a data de coleta dos dados, tinha-se registrado 7 publicações.

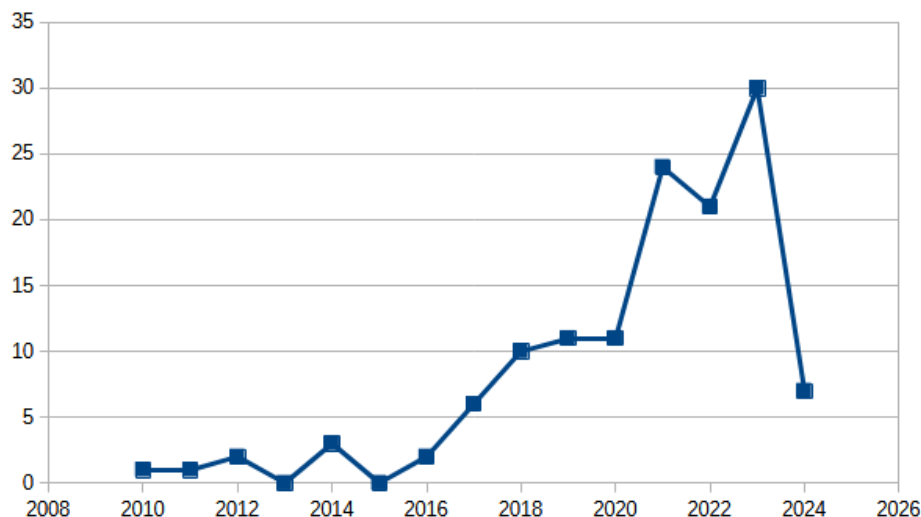


Gráfico 1 - Coleta de dados nas bases de dados.

Com a identificação dos periódicos em que as publicações foram realizadas, pode-se perceber que elas apresentam alinhamento com o tema da pesquisa. Visto que os títulos fazem referência a pelo menos um dos termos: sustentabilidade, portos, logística, transportes, engenharia entre outros. Como ressalva, pode-se identificar o periódico BioMed Research International que está relacionado a pesquisas na área de biomedicina, mas é compreensível visto que não foram utilizados filtros referentes às áreas de identificação da pesquisa.

Conforme apresentado no Quadro 2, foram identificados os títulos das publicações e a quantidade de publicação para cada um deles. Os periódicos de Sustainability (Switzerland) e Sustainability foram os que mais publicaram sobre a temática de gestão de green ports, com 19 e 15 artigos, respectivamente. O primeiro tem publicações durante o período de 2017 até 2024, o segundo tem registro no período de 2019 até 2023.

Já o Journal of Marine Science and Engineering teve 13 publicações ao longo do período de 2018 a 2024. O The Asian Journal of Shipping and Logistics publicou 7 relatórios de 2010 a 2019. Já o Pomorstvo-Scientific Journal of Maritime Research teve 4 publicações, nos anos de 2017, 2022 e 2023.

Quadro 2 - Identificação dos periódicos e do número de publicações.

Títulos dos periódicos	Nº publicações
Sustainability (Switzerland)	19
Sustainability	15
Journal of Marine Science and Engineering	13
The Asian Journal of Shipping and Logistics	7

Pomorstvo-Scientific Journal of Maritime Research	4
Journal of Cleaner Production; Ocean and Coastal Management; Systems; Thermal Science (3 publicações por revista).	12
Energies; Energy Reports; Engineering Proceedings; Environmental Challenges; Frontiers in Energy Research; International Journal of Technology; Marine Policy; Maritime Business Review; Mathematical Problems in Engineering; Transport and Telecommunication; Transportation Research Procedia (2 publicações por revista).	22
Advances in Production Engineering and Management; Applied Sciences-Basel; BioMed Research International; Case Studies on Transport Policy; Coastal Engineering Journal; Cogent Business and Management; Computers and Industrial Engineering; Ecological Indicators; Energy Policy; Environmental and Sustainability Indicators; Environmental Science and Pollution Research; Flexible Services and Manufacturing Journal; Humanities and Social Sciences Communications; IEEE Access; Independent Journal of Management and Production; International Journal of Operations and Production Management; International Journal of Shipping and Transport Logistics; International Journal of Transport Development and Integration; Journal of the Operational Research Society; Logistics; Maritime Economics and Logistics; Maritime Policy and Management; Maritime Transport Research; Naval Research Logistics; Open Transportation Journal; Polish Maritime Research; Promet - Traffic and Transportation; Renewable and Sustainable Energy Reviews; SAGE Open; Social Responsibility Journal; Transactions on Maritime Science; TransNav; Transport Policy; Transportation Research Interdisciplinary Perspectives; Transportation Research Part A: Policy and Practice; Transportation Research Part D: Transport and Environment; Nase More (1 publicação por revista).	37

Como pode ser observado no Quadro 2, as três últimas linhas identificam as revistas que tiveram 3 publicações, 2 publicações e 1 publicação, respectivamente. Foram publicados 12 artigos em 4 periódicos, seguido de 22 trabalhos e 11 periódicos, e com uma publicação por periódico, tem-se 37 periódicos.

Seguindo com as etapas de filtragens dos 129 artigos do Portfólio Bruto, realizou-se as leituras dos títulos, palavras-chaves e resumos. Destes foram excluídos 118 artigos por não estarem de acordo com a temática observada. Assim, restaram 11 artigos para composição do Portfólio de Análise, como ilustra o Quadro 3.

Como critérios, foram utilizadas a análise dos títulos como pertinente à temática e que tivesse relação com as palavras-chaves utilizadas nas buscas. Já quanto à leitura dos resumos, optou-se por incluir os artigos que mencionaram critérios e ferramentas de avaliação das práticas de green ports.

Quadro 3 - *Filtragens para obtenção do Portfólio de Análise.*

Portfólio Bruto	129 artigos
Excluídos pela filtragem pela leitura dos títulos e resumos	118 artigos
Portfólio de Análise	11 artigos

De posse do Portfólio de Análise, composto de 11 artigos, pode-se realizar a leitura dos trabalhos e identificar os principais critérios utilizados na avaliação das práticas de green ports. Os principais critérios identificados pelos autores estão dentro do eixo de green ports considerados pela ANTAQ (), que considera a economia, o social e o ambiental. Diante disso, tem-se um panorama geral desses estudos.

Hasan, Zhang e Shi (2023) identificaram o desenvolvimento de infraestrutura e desempenho, a eficiência operacional e a mudança modal como critérios e as técnicas de simulação como forma de análise. Já Le e Nguyen (2023) constataram por meio da análise de componentes principais e análise fatorial que a cooperação entre stakeholders, o capital estrangeiro, a regulamentação ambiental, o capital e o avanço tecnológico como requisitos para avaliar a gestão green nos terminais.

Por meio do método Fuzzy AHP (Analytic Hierarchy Process), foram avaliados a política, a regulamentação ambiental, a alavancagem econômica, humana e técnica como principais elementos nas práticas verdes nos portos de Taiwan (Tseng e Pilcher, 2019). Já Chiu, Lin e Ting (2014) também utilizaram o Fuzzy AHP, mas com critérios de manuseio de resíduos perigosos, poluição da água e do ar, vegetação do porto, manutenção da qualidade do habitat.

Por meio do DEA (Análise da Envoltória de Dados) foram identificados a eficiência ambiental e o desenvolvimento verde regional como principais critérios nos terminais chineses (Wang et al. 2023).

Com análise qualitativa, Castelló-Taliani, Giralti e Silva (2021) definiram como elementos principais o tipo de tráfego, ações ambientais, desempenho ambiental, gastos ambientais, eficiência nas operações e a eficiência econômica na avaliação nos portos espanhóis sobre as práticas verdes. Assim como, Lozano et al. (2019), por meio de análise qualitativa determinaram a sustentabilidade, stakeholders, abordagens legislativas, tecnológicas, financeiras, culturais/sociais, iniciativas voluntárias e gerenciamento de mudanças organizacionais como fatores de avaliação dos green ports. Outra abordagem qualitativa foi a de Barreiro et al. (2021) que considerou a segregação de gênero, as leis e regulamentações, a equidade de gênero e a sustentabilidade dos portos para o alcance das práticas verdes em terminais portuários.

Guo et al.(2023) utilizaram um modelo econométrico e a simulação de Monte Carlo para identificar a internalização de preços baseados em custos, construção de estradas, nível de serviço e subsídio ferroviário como itens relevantes na gestão verde de portos.

O estudo de caso desenvolvido por Zhuang, Li e Xu (2022) considerou, por meio de um modelo de previsão, os critérios de planejamento portuário, estruturas de cargas, governança e desenvolvimento eficaz para a gestão verde. Hossain, Adams e Walker (2021) consideraram a política e a gestão ambiental interna, o investimento em soluções ambientais proativas e os stakeholders como principais elementos na prática do green ports por meio da análise de estatística descritiva.

No que tange às dimensões de análise de um green port, são identificados os aspectos econômicos sociais e ambientais. Elaborou-se um quadro resumo, conforme visto no Quadro 4, dos principais critérios avaliados pelos autores dos artigos que compõem o portfólio de análise. Além dos critérios, também são apresentadas as principais técnicas de avaliação dos critérios observados.

Quadro 4 - *Resumo dos critérios e técnicas de avaliação.*

Critérios	Técnicas de avaliação
dimensões econômicas, sociais e ambientais (infraestrutura, desempenho, eficiência operacional, tipo de modal, stakeholders, capital, regulamentação, tecnologia, política, alavancagem humana e técnica, eficiência ambiental, desenvolvimento verde regional, ações ambientais, gastos ambientais, custos, planejamento, governança, desenvolvimento eficaz, sustentabilidade, cultura e mudança organizacional, gestão de resíduos, controle de poluição da água e do ar, vegetação do porto, qualidade do habitat, gestão ambiental, segregação e equidade de gênero)	Modelagem matemática (estatística, programação matemática, método multicritério combinado com fuzzy, técnicas de simulação) e análise qualitativa.

Outras observações a serem consideradas no portfólio de análise foram as sugestões de continuidade das pesquisas. De acordo com os artigos analisados, como visto no Quadro 5, destacam-se como possibilidades de pesquisa as seguintes temáticas: tecnologia, impactos econômicos, previsões e planejamento de operações, conhecimento do contexto portuário envolvido, análise modal e gênero.

Quadro 5 - *Resumo das sugestões de pesquisa.*

Lacunhas de pesquisa
<ul style="list-style-type: none"> *investigações primárias e coletas de dados para conhecimento do contexto do porto e da hinterlândia; *análise comparativa entre a aplicação das práticas de green ports em portos de diferentes capacidades; *identificação das políticas específicas de green ports para cada terminal; *avaliação abrangente dos fatores ambientais externos ao porto e da interferência aleatória; *fatores de impacto do rendimento portuário; *melhora de previsibilidade de indicadores e estimativas; *ampliação do uso da tecnologia para avaliar o desempenho sustentável; *avaliação de políticas para mudanças de modais; *melhoria na previsão de demanda e planejamento para aumento da competitividade e sustentabilidade; *avaliação econômica de custo-benefício para soluções de operação com menor impacto financeiro; *avaliação de características de gênero dos líderes na condução de portos mais sustentáveis.

Considerando os dados coletados e o contexto da pesquisa, percebe-se que os materiais estão alinhados ao tema da pesquisa. Com isso, pode-se inferir que conseguem retratar o recorte proposto. Os resultados coletados abrangem um intervalo de pesquisa de janeiro de 2010 até julho de 2024. Além disso, percebe-se que os descritores conseguiram capturar de forma coerência os artigos relacionados.

Quanto aos aspectos da metassíntese, pode-se diagnosticar o contexto de estudo através da observação dos periódicos que mais publicam sobre o tema relacionado. Além de evidenciar os principais critérios e as ferramentas utilizadas para avaliação dos terminais em relação às práticas de green ports.

Outro aspecto identificado, foram as possíveis lacunas de pesquisa observadas pelos autores e que pode possibilitar a continuidade das pesquisas na área portuária.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho objetivou a identificação dos critérios e das ferramentas utilizados na avaliação da práticas de green ports. Para isso, foi conduzida uma Revisão Sistemática de Literatura seguida de uma metassíntese para obtenção de dados referentes tanto para a pergunta de pesquisa quanto para conhecimento do contexto de análise.

Dessa forma, foram obtidos 129 artigos na composição do portfólio bruto e com as etapas de filtragem obteve-se 11 artigos para a composição do portfólio de análise. A partir disso foram identificados a janela temporal de publicações e os periódicos relacionados.

Ainda, identificou-se os assuntos relacionados a cada um dos artigos. Também foram observados o resumo dos principais critérios e as ferramentas utilizadas. Os critérios citados enquadram-se nos três eixos de sustentabilidade (social, ambiental e econômico). A técnicas de análise variam entre modelagem qualitativas e quantitativas (estatística, programação matemática, método multicritério combinado com fuzzy, técnicas de simulação).

Como limitações do estudo pode-se citar a abrangência dos descritores. Já quanto a pesquisas futuras, sugere-se a aplicação dos descritores a fim de abranger outras pesquisas que possam ter sido desconsideradas nesse escopo de análise.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Transportes Aquaviários. (2011). *O porto verde: Modelo ambiental portuário* (Edição atualizada). ANTAQ. Disponível em <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/210>. Acesso em outubro de 2024.

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários; Ministério da Economia - Biblioteca Digital. (2011). *O Porto Verde: modelo ambiental portuário*. Disponível em: <https://www.portosrs.com.br/site/public/uploads/site/resp-ambiental/36.pdf>. Acesso em julho de 2024.

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários; Ministério dos Transportes. (2024). *Movimentação portuária no primeiro trimestre de 2024 atinge 302,9 milhões de toneladas*. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt->

br/noticias/2024/movimentacao-portuaria-no-primeiro-trimestre-de-2024-atinge-302-9-milhoes-de-toneladas. Acesso em julho de 2024.

- Barreiro-Gen, M., Lozano, R., Temel, M., & Carpenter, A. (2021). Gender equality for sustainability in ports: Developing a framework. *Marine Policy*, 131, 104593. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104593>
- Castelló-Taliani, E., Giralt Escobar, S., & Silva Da Rosa, F. (2021). Environmental disclosure: Study on efficiency and alignment with environmental priorities of Spanish ports. *Sustainability*, 13(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su13041791>
- Chiu, R.-H., Lin, L.-H., & Ting, S.-C. (2014). Evaluation of green port factors and performance: A fuzzy AHP analysis. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014, Article ID 802976. <https://doi.org/10.1155/2014/802976>
- Guo, T., Liu, P., Wang, C., Xie, J., Du, J., & Lim, M. K. (2023). Toward sustainable port-hinterland transportation: A holistic approach to design modal shift policy mixes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 174, 103746. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103746>
- Hasan, K., Zhang, W., & Shi, W. (2023). A sustainable port-hinterland container transport system: The simulation-based scenarios for CO2 emission reduction. *Sustainability*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/su15129444>
- Hossain, T., Adams, M., & Walker, T. R. (2021). Role of sustainability in global seaports. *Ocean & Coastal Management*, 202, 105435. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105435>
- Jesus, R. D. de. (2015). *Porto e meio ambiente: Um estudo bibliográfico sobre os principais impactos ambientais produzidos pela atividade portuária* (Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Santa Cecília, Santos, SP).
- Le, S., & Nguyen, T. (2023). The development of green ports in emerging nations: A case study of Vietnam. *Sustainability*, 15(18). <https://doi.org/10.3390/su151813502>
- Lozano, R., Fobbe, L., Carpenter, A., & Sammalisto, K. (2019). Analysing sustainability changes in seaports: Experiences from the Gävle Port Authority. *Sustainable Development*, 27(3), 409–418. <https://doi.org/10.1002/sd.1913>
- NAÇÕES UNIDAS Brasil a. (2024). *Acordo de Paris sobre o clima*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/88191-acordo-de-paris-sobre-o-clima>. Acesso em julho de 2024.
- NAÇÕES UNIDAS Brasil b. (2024). *Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em julho de 2024.
- Parhamfar, M., Sadeghkhani, I., & Adeli, A. M. (2023). Towards the application of renewable energy technologies in green ports: Technical and economic perspectives. *IET Renewable Power Generation*, 17(12), 3120–3132. <https://doi.org/10.1049/rpg2.12811>

- Roesch, S. M. A. (2015). *Projeto de estágio e de pesquisa em administração*. São Paulo: Editora Atlas S.A.
- Tseng, P.-H., & Pilcher, N. (2019). Evaluating the key factors of green port policies in Taiwan through quantitative and qualitative approaches. *Transport Policy*, 82, 127–137. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.12.014>
- Wang, M., Li, H., Chiu, Y.-H., Deng, K., & Deng, M. (2023). Research on the carbon emission reduction potential of the ports in the Yangtze River Delta of China. *SAGE Open*, 13(4). <https://doi.org/10.1177/21582440231206937>
- Zis, T. P. V. (2019). Green ports. In H. Psaraftis (Ed.), *Sustainable shipping* (pp. 1–14). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04330-8_12
- Zhuang, X., Li, W., & Xu, Y. (2022). Port planning and sustainable development based on prediction modelling of port throughput: A case study of the deep-water Dongjiakou Port. *Sustainability*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/su14074276>

AVALIAÇÃO DE MATURIDADE DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA MINERAÇÃO – TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA

Maionary de Assis Silva Veras

Touberth Costa Rodrigues

Suelem Teixeira Marques

Resumo: Para atuar num cenário de economia globalizada e altamente competitiva, as empresas têm apostado, cada vez mais, na implantação de um sistema de gestão de ativos em seus negócios. Discute-se neste trabalho como as práticas de classe mundial como o Sistema de Produção Toyota, ciclo PDCA e a norma ISO 55000 podem contribuir no desenvolvimento da manutenção de ativos. Um dos principais requisitos da norma é a avaliação de desempenho do sistema de gestão, o qual monitora e analisa o atingimento de resultados. Este trabalho tem como objetivo apresentar a aplicação do método de avaliação do VPS, sistema de gestão da Vale, com o intuito de elevar a maturidade dos processos de manutenção no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM). Os principais desvios associados à baixa maturidade dos processos foram levantados e a partir disso, estruturou-se rotinas de reuniões, periodicidade de aplicação das avaliações e implantado plano de ação. Em sequência, foram discutidos os principais resultados com o novo gerenciamento da rotina. Diante disso, a utilização adequada e estruturada das políticas, diretrizes e avaliações, resultaram em avanços significativos na maturidade da manutenção do TMPM.

Palavras-chave: avaliação; manutenção; PDCA; gerenciamento.

1 INTRODUÇÃO

A Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT, 1994), através da NBR 5462, define o termo manutenção como a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”, ou seja, manter significa dar condições de operação a um determinado equipamento de modo a desempenhar as funções para o qual foi projetado.

A evolução da manutenção tem sido percebida desde meados do século XX. Durante a Segunda Guerra Mundial, os equipamentos industriais eram pouco mecanizados e não existia uma estratégia definida de manutenção que não fosse a manutenção corretiva após a quebra. Na década de 60, acontece a difusão do conceito de manutenção preventiva, baseado na ideia de evitar as falhas de equipamentos através de intervenções periódicas nos equipamentos. Com o surgimento do conceito just in time, na década de 70, no qual era necessário ter baixos estoques e produção constante, ter uma interrupção na linha de produção era inadmissível. Desta maneira, a intensificação da mecanização, automação e informatização dos sistemas se torna essencial para garantir a saúde dos equipamentos e empresas de diversos setores têm discutido, cada vez mais, qual o melhor modelo para os sistemas de gestão desses ativos (Kardec e Nascif, 2009).

A Manutenção de Classe Mundial (WCM) pode ser definida como o conjunto de melhores práticas em manutenção adotadas por diversas empresas a nível global. Dentre estas práticas estão a Manutenção Produtiva Total (TPM), a Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM), a Gestão da Qualidade Total (TQM), entre outras. Todas essas metodologias têm em comum a busca pela excelência na produção que é atingida aplicando-se melhoria contínua nos processos. Para Lima (2010) e Rosa (2020), são observadas características padrões aplicadas nestes métodos, citam-se o planejamento e controle da manutenção (PCM), gestão de recursos, controle de estoques, definição da estratégia de manutenção, capacitação das equipes, gestão dos custos, análise de falhas, garantia de segurança e qualidade, controle de indicadores e avaliação do desempenho.

Os sistemas de gestão de ativos se tornaram populares no Brasil com a tradução da norma ISO 55000 pela ABNT. Sua definição se baseia em um conjunto de ferramentas como políticas, planos, processos de negócios e sistemas de informação que são integrados para garantir a saúde dos ativos ao longo de todo seu ciclo de vida, desde a aquisição até o descarte. Entre seus principais benefícios estão a melhoria do desempenho financeiro, risco gerenciado, melhoria da eficiência e eficácia dos processos, melhoria no atendimento ao cliente e garantia da sustentabilidade organizacional. A NBR ISO 55001 define os principais requisitos de um sistema de gestão de ativos os quais são descritos abaixo:

Tabela 1. Contexto da organização: devem ser avaliados os ambientes social, cultural, econômico e regulatório que são externos à companhia assim como o ambiente interno e a cultura organizacional buscando atender os interesses de todos os envolvidos no negócio.

Tabela 2. Liderança: os líderes têm o papel de conduzir sua autoridade para apoiar e engajar os funcionários na aplicação do sistema de gestão de ativos e assegurar o alinhamento deste com a visão e os valores da empresa.

Tabela 3. Planejamento: plano estratégico de gestão de ativos é desenvolvido de forma a desdobrar o plano de negócios da organização.

Tabela 4. Apoio: o sistema de gestão de ativos exige colaboração entre várias áreas da empresa e envolve a coordenação dos recursos para atendimento do plano de gestão de ativos.

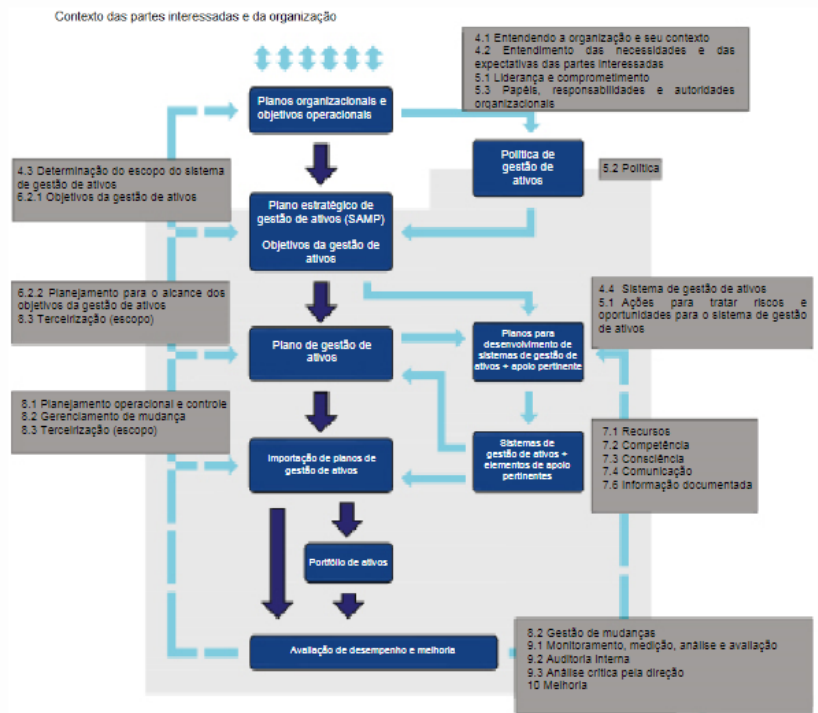
Tabela 5. Operação: trata-se da implementação do plano de gestão ativos, o qual pode sofrer mudanças ao longo caminho e que retroalimentam a fase de planejamento.

Tabela 6. Avaliação de desempenho: baseia-se no monitoramento e análise do atingimento de objetivos da gestão de ativos. São recomendadas auditorias periódicas para avaliar o desempenho do sistema de gestão.

Tabela 7. Melhoria: o sistema de gestão de ativos é complexo e demanda constantes evolução. As oportunidades de melhoria são identificadas na fase de avaliação e demandam plano de ação para correção.

Observa-se que os requisitos de um sistema de gestão implementam os passos do ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) e segue uma circularidade de processo (Figura I).

Figura I – Principais elementos de um sistema de gestão de ativos



Fonte: ABNT NBR ISO 55002 (2020)

Na etapa de avaliação de desempenho devem ser definidos os itens a serem monitorados, os métodos de monitoramento, medição, análise e avaliação, assim como, a periodicidade para condução de auditorias internas e autoavaliações. As auditorias são de extrema importância para avaliar se o sistema de gestão de ativos está implementado e mantido de forma eficaz. A alta liderança têm papel fundamental nesta fase pois deve analisar criticamente os resultados das avaliações de desempenho e tomar decisões sobre as oportunidades de melhoria contínua e a respeito de qualquer mudança necessária no sistema de gestão de ativos (ABNT, 2014).

Este artigo tem como objetivo apresentar a aplicação do método de avaliação do sistema de gestão da Vale no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM), com o intuito de elevar a maturidade dos processos de manutenção.

2 VALE PRODUCTION SYSTEM (VPS)

De acordo com Ferreira, (2015) para atuar num cenário de economia globalizada e altamente competitiva e garantir sua sobrevivência e crescimento, as empresas precisam buscar vantagens competitivas de longo prazo. Essas vantagens podem vir de algo que as diferenciem dos demais concorrentes, e uma das estratégias adotadas é a implantação de um sistema de gestão baseados em métodos referentes ao Sistema Toyota de Produção (STP).

Baseado nesse sistema a Vale criou o Sistema de Produção Vale, em inglês Vale Production System (VPS), de acordo com a política administrativa POL-0035- G o modelo de gestão Vale visa suportar o cumprimento da sua missão e objetivos estratégicos, fortalecer os seus valores, alavancar resultados, rumo à contínua excelência operacional. Tem como diretriz geral o fortalecimento da cultura organizacional por meio do desenvolvimento das pessoas, da padronização das melhores práticas, da disciplina operacional, do cumprimento da rotina e do atendimento aos requisitos regulamentares, melhorando continuamente os processos, produtos e serviços e considerando, ainda, as necessidades e expectativas dos clientes.

Além disso, prevê a implementação de políticas e práticas para viabilizar operações cada vez mais seguras, ambientalmente responsáveis que garantam a integridade dos ativos da Vale e o respeito à dignidade das pessoas.

O VPS é composto por 3 dimensões distintas: Liderança, Técnico e Gestão. As dimensões são divididas em 17 elementos os quais são detalhados em requisitos, que por sua vez se subdividem em itens (Figura II) (Vale, 2023).

Figura II – Arquitetura do VPS e seus 17 elementos



Fonte: Vale (2023)

O foco desse artigo será na dimensão técnica, especificamente no Elemento 8 que normatiza os conceitos e diretrizes para o processo de manutenção, ao qual é organizado por temas que são divididos em 12 requisitos do 8.1 ao 8.12 (Tabela I).

Tabela I – Detalhamento dos requisitos

8. Manutenção
8.1 Cadastro de Ativos e Estratégia de Manutenção
8.2 Gestão das Manutenções Não Rotineiras
8.3 Plano Plurianual
8.4 Funções e Processos da Manutenção
8.5 Gestão de Grandes Paradas
8.6 Manutenção Planejada e Padronizada
8.7 Indicadores de Manutenção
8.8 Implementação das Diretrizes Básicas de Manutenção

- 8.9 Gerenciamento de Recursos
- 8.10 Perfil de Perdas e Análise de Falhas
- 8.11 Análise de Confiabilidade
- 8.12 Custo do Ciclo de Vida dos Ativos

Fonte: Autor (2024)

3 CICLO PDCA

Para Ishikawa (1993), o ciclo PDCA teve suas origens no século XX, quando Frederick Taylor (pai do Taylorismo e escritor do livro “os princípios da administração científica”) já estudava e recomendava a metodologia Plan-Do-See (planeje, execute e veja) para aplicação no planejamento das etapas do processo produtivo.

Parafraseando Campos (2014), o ciclo PDCA é uma metodologia para solução de problemas baseada na melhoria contínua, possibilitando que as diretrizes traçadas pelo planejamento estratégico sejam viabilizadas na empresa, sendo de extrema importância o alinhamento de todos os colaboradores da organização com o método.

O ciclo PDCA precisa ser bem estabelecido em quatro etapas, denominadas de Plan (Planejar), Do (Implementar), Check (Verificar) e Action (Agir).

- Plan: Primeira fase do ciclo PDCA, que consiste em definir “o que se quer” com o objetivo de planejar “o que será feito” com clareza, estratégias e ações para que se tenha sucesso na segunda etapa.
- Do: Na segunda fase do ciclo PDCA se executa na sua totalidade o que foi planejado.
- Check: Essa fase consiste em checar e comparar as etapas anteriores, gerando indicadores que serão utilizados para mensurar a qualidade dos seus resultados.
- Action: Na última etapa do ciclo PDCA se aplica correções, padronizações e capacitação.

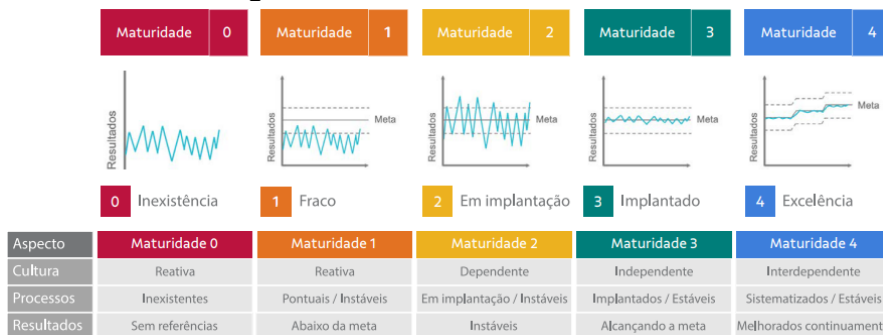
Ao se finalizar o ciclo PDCA de melhoria contínua se retorna a fase 1, assim tornando o mesmo um ciclo ininterrupto que sempre retorna ao primeiro passo buscando uma performance crescente no processo. Para Campos (2004) o PDCA é um “método para a prática de controle”, levando a empresa a atingir uma margem superior em qualidade, com baixos custos de produção e no melhor tempo de entrega.

4 METODOLOGIA

4.1 CURVA DE MATURIDADE

A curva de maturidade do VPS identifica estágios que auxiliam no entendimento sobre quais mudanças de atitude e ação devem ocorrer ao longo da evolução de implantação do Modelo de Gestão. Essa metodologia foi inspirada na Curva de Bradley, da DuPont, e demonstra que uma cultura de segurança bem-sucedida capacita as pessoas e, ao mesmo tempo, promove resultados sustentáveis em Saúde, Segurança, Meio Ambiente, Comunidades e Riscos, Qualidade, Produtividade e Custos (Figura III) (Vale, 2023).

Figura III – Curva de maturidade



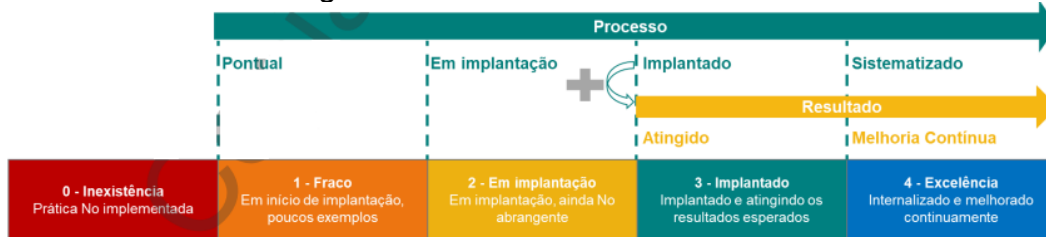
Fonte: Vale (2023)

Abaixo são especificados os 5 estágios que variam em uma escala de 0 a 4:

- **0 - Inexistência:** prática não implementada
 - **1 - Fraco:** Em início de implantação, poucos exemplos
 - **2 - Em Implantação:** Em implantação, ainda não abrangente
 - **3 - Implantado:** Implantado e atingindo os resultados esperados
 - **4 - Excelência:** Internalizado e melhorado continuamente

O nível 2 indicam que o processo está em implantação, já o nível 3 pressupõe que os resultados esperados estão sendo atingidos (Figura IV). Logo, o avanço no nível de maturidade está diretamente associado aos resultados da área.

Figura IV – Grau de maturidade do VPS



Fonte:

Procedimento Normativo Vale – 000054 (2023)

Para se alcançar um determinado nível de maturidade em um requisito, é preciso atendimento integral de seus itens, ao qual são classificados “sim” quando atendidos e “não” quando não atendidos. Para que esses itens recebam essa classificação, é utilizado uma ferramenta de avaliação do modelo de gestão chamada régua de maturidade. Abaixo tem-se a regra aplicada por meio da régua de maturidade em uma situação hipotética de avaliação do requisito 8.1 do Elemento 8 – Manutenção. Como dois itens do nível 3 não foram atendidos, a maturidade do requisito será nível 2 - Em implantação (Figura V).

Figura V – Regra de avaliação dos requisitos

08. Manutenção							
Requisito VPS	Palavras-chave	Aplicável?	0 - Inexistência Prática não implementada	1 - Fraco Em início de implantação, poucos exemplos	2 - Em implantação Em implantação, ainda não abrangente	3 - Implantado Implantado e atingindo os resultados esperados	4 - Excelência Internalizado e melhorado continuamente
B.1 Todos os ativos são cadastrados no sistema informatizado de manutenção de acordo com a hierarquia estabelecida. Eles são classificados por criticidade, baseada em critérios que incorporam fatores de risco, e possuem estratégia de manutenção definida e periodicamente revista.	1) Ativos; 1.1) Cadastro no sistema informatizado 1.2) Criticidade 1.3) Prioridade 1.4) Estratégia de Manutenção 1.5) Planos de Manutenção 2) Riscos		B.1.0 _____ Inexistência do Processo. (Ocorrerá quando algum dos requisitos da maturidade 1 não for atendido)	B.1.1 _____ Perfilado de ativos com criticidade e prioridade definida. B.1.2 _____ Ativos críticos e controles críticos cadastrados no sistema informatizado de manutenção. B.1.3 _____ Ativos críticos e controles críticos com "flag" no sistema informatizado de manutenção, associados com os riscos no sistema de gerenciamento de risco.	B.1.4 _____ Estratégia de manutenção definida para ativos críticos e controles críticos. B.1.5 _____ Ativos cadastrados no sistema informatizado de manutenção. B.1.6 _____ Estratégia de manutenção definida para ativos. B.1.7 _____ Planos de manutenção relacionados aos ativos críticos e controles críticos cadastrados no sistema informatizado de manutenção. B.1.8 _____ Indicador de APM (Adesão ao Plano de Manutenção) monitorado. B.1.9 _____ Indicador Relação Manutenção Sistemática X Total de Manutenção monitorado.	B.1.10 _____ Planos de manutenção cadastrados no sistema informatizado de manutenção de acordo com a estratégia definida e em conformidade com os parâmetros normativos de gestão de ativos. B.1.11 _____ Estratégia de manutenção adotada de acordo com as prioridades A, B e C, conforme PB000044. B.1.12 _____ Existe rotina de revisão da estratégia e planos de manutenção (ex.: estudo comparativo sistemático e condicional) para todos os ativos. B.1.13 _____ Ativos críticos e controles críticos com identificação física (TAG) na área operacional. B.1.14 _____ Indicador de APM (Adesão ao Plano de Manutenção) com resultado alcançado de 6 a 9 meses no período de um ano. B.1.15 _____ Indicador de Hh Sistemática (Relação Manutenção Sistemática X Total de Manutenção (%)) com resultado alcançado de 6 a 9 meses no período de um ano. *Meses sem medição serão considerados sem atingimento.	B.1.16 _____ Existe rotina de revisão do cadastro de ativos no sistema informatizado de manutenção. B.1.17 _____ Existe rotina de revisão da estratégia e planos de manutenção (ex.: estudo comparativo sistemático e condicional) para todos os ativos. B.1.18 _____ Todos os ativos com identificação física (TAG) na área operacional. B.1.19 _____ Indicador de APM (Adesão ao Plano de Manutenção) com resultado alcançado de 10 a 12 meses no período de um ano. B.1.20 _____ Indicador de Hh Sistemática (Relação Manutenção Sistemática X Total de Manutenção (%)) com resultado alcançado de 10 a 12 meses no período de um ano. *Meses sem medição serão considerados sem atingimento.

Fonte: Vale (2023)

Abaixo são apresentados a quantidade de itens contidos em cada requisito para seus níveis de maturidade, que se totaliza 258 itens a serem avaliados na régua do Elemento 8 (Tabela II).

Tabela II – Quantidade de itens por nível de maturidade e requisito

ITENS POR NÍVEL DE MATURIDADE						
Requisitos	0	1	2	3	4	Total de itens
8.1	1	4	8	9	8	30
8.2	1	3	4	4	6	18
8.3	1	3	3	4	3	14
8.4	1	4	7	8	3	23
8.5	1	3	5	5	5	19
8.6	1	6	14	13	9	43
8.7	1	2	3	4	3	13
8.8	1	2	7	6	8	24
8.9	1	3	8	16	7	35
8.10	1	2	5	4	3	15
8.11	1	1	4	3	3	12
8.12	1	1	3	4	3	12
Total de itens	12	34	71	80	61	258

Fonte: Autor (2024)

Por meio da aplicação da régua de maturidade pode-se calcular o índice de excelência técnico, abreviado como IET, que mede o nível de maturidade da dimensão técnica. O IET do Elemento 8 é calculado pela média das notas de maturidade dos seus 12 requisitos, como mostrado na fórmula:

$$IET_8 = \frac{\sum_{i=1}^{12} n_{8,i}}{12}$$

Sendo:

n: nota de maturidade do requisito

i: requisitos do elemento 8

4.2 AVALIAÇÕES

De acordo com o Procedimento Normativo 000054, existem dois tipos de avaliações do modelo de gestão, em que são realizadas para identificar oportunidades na implementação e utilização do VPS, com o objetivo de manter e/ou melhorar os resultados atingidos, são elas:

Figura 1. Autoavaliações: é uma autodeclaração da própria área da maturidade nos requisitos do modelo de gestão. As autoavaliações são obrigatórias para todas as áreas e seguem um cronograma com frequência estabelecida internamente para avaliar a evolução de implantação das ações para garantir a evolução da maturidade;

Figura 2. Avaliações formais: são avaliações lideradas pela área de auditoria, através de grupos internos multifuncionais de especialistas, que avaliam a conformidade e maturidade de processos e resultados em relação aos requisitos do VPS.

Para o Elemento 8 as avaliações são aplicáveis para as funções manter, que tem por definição: conjunto de áreas de manutenção responsável pelos processos de planejamento, confiabilidade, engenharia e execução de um determinado portfólio de ativos. Conforme listado a seguir são apresentadas as sete funções manter avaliada no TPM (Tabela III).

Tabela III – Funções manter

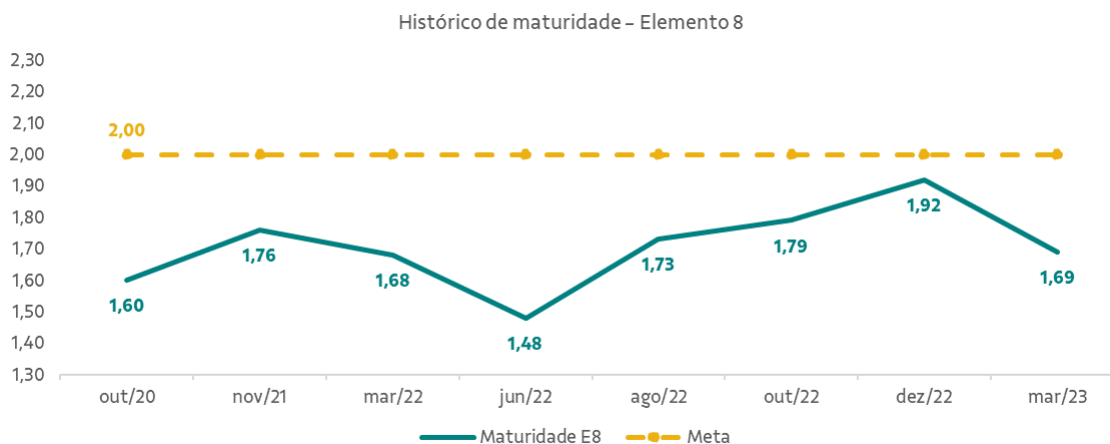
Função Manter
MANUTENÇÃO DESCARREGAMENTO DE MINÉRIO
MANUTENÇÃO DOS PÁTIOS DE ESTOCAGEM
MANUTENÇÃO EMBARQUE DE MINÉRIO
MANUTENÇÃO DE RECURSOS AMBIENTAIS
MANUTENÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS
MANUTENÇÃO DE OFICINAS
MANUTENÇÃO OFFSHORE E PÍERES

Fonte: Autor (2023)

4.3 PROBLEMÁTICA

O processo de implementação do modelo de padronização do VPS iniciou em meados de 2019 e foram selecionados alguns especialistas das áreas operacionais para conduzirem a implantação do método. Esse processo de implementação acabou não sendo difundido nas esferas de primeira linha de liderança (supervisores) o que acarretou uma centralização do conhecimento metodológico somente em algumas pessoas, não se estabelecendo uma cultura do VPS no chão de fábrica. Assim, a escassez na disseminação do modelo de gestão provocou uma falta de clareza dos critérios exigidos nas avaliações, gerando um resultado de maturidade que não representava o real cenário dos processos. Além disso a régua de avaliação sofreu modificações ao longo dos anos, ocasionando inserção e/ou retirada de itens. Tal contexto converge com o histórico de oscilação dos resultados (efeito serrote) com baixa aderência na maturidade da manutenção do Porto Norte. Nos anos de 2020 e 2021 as avaliações eram realizadas somente uma vez ao ano. Em junho/22 obteve-se o pior resultado da série histórica com 1,48 no IET (Gráfico I) (Tabela IV).

Gráfico I – Histórico de maturidade Elemento 8



Fonte: Autor (2023)

Tabela IV – IET do Elemento 8 em junho/22

Requisitos do Elemento 8	Maturida de Jun/22
8.01 Cadastro de Ativos e Estratégia da Manutenção	1,75
8.02 Gestão das Manutenções não Rotineiras	1,00
8.03 Plano Plurianual	2,00
8.04 Funções e Processo de Manutenção	0,88
8.05 Gestão de Grandes Paradas	1,00
8.06 Manutenção Planejada e Padronizada	0,38
8.07 Indicadores de Manutenção	1,88
8.08 Implementação de Diretrizes Básicas da Manutenção	2,13
8.09 Gerenciamento de Recursos	1,75
8.10 Perfil de Perdas e Análise de Falhas	2,00
8.11 Análise de Confiabilidade	2,00
8.12 Custo do Ciclo de Vida dos Ativos	1,00
IET Elemento 8	1,48

Fonte: Autor (2022)

Dentre as principais problemáticas levantadas nas quais os requisitos não atingem nível 2 de maturidade, estão:

- Ativos não cobertos pela estratégia de manutenção;
- Baixa implantação nos processos de gestão de mudança dos ativos;
- Não cumprimento dos parâmetros mínimos do procedimento para estruturação das grandes paradas;
- Funções e processos não estruturados;
- Processos de planejamento e programação despadronizados;
- Ausência de gerenciamento adequado para recursos como materiais, componentes e informações técnicas de projetos;
- Falta de iniciativas relacionados ao estudo do ciclo de vida das máquinas portuárias como pauta para direcionamento estratégico e tomada de decisões para aplicação de investimento.

Dessa forma, surgiu a necessidade de estruturar o gerenciamento da rotina com a participação da liderança e disseminar o modelo de avaliação da manutenção até o chão de fábrica.

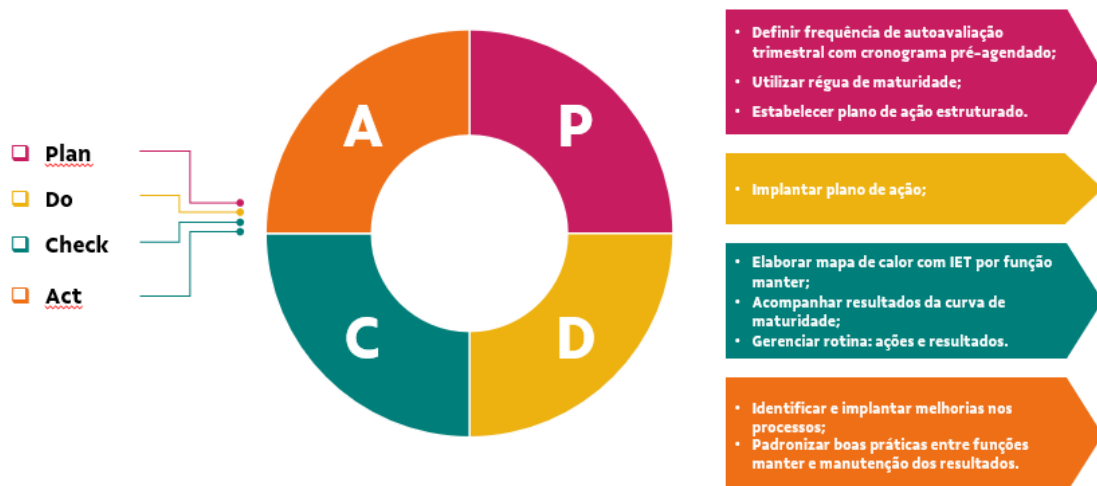
4.4 ESTRATÉGIA DE AVALIAÇÃO DO ELEMENTO 8

A partir das problemáticas levantadas seguiu-se com a elaboração de um plano estruturado com o objetivo de suportar as funções manter na implantação do modelo de gestão. As rotinas das avaliações foram realizadas por meio de reuniões presenciais ou online e com pessoas capacitadas designadas para representar cada uma das sete funções manter. A estratégia das autoavaliações seguiu as seguintes premissas e regras:

- Definição da frequência de autoavaliação trimestral com cronograma pré-agendado;
- Utilização da régua de maturidade;
- Estabelecimento de plano de ação estruturado;
- Implantação do plano de ação;
- Elaboração de mapa de calor com IET por função manter;
- Acompanhamento dos resultados da curva de maturidade;
- Gerenciamento da rotina: acompanhamento das ações e resultados;
- Identificação e implantação de melhorias no processo;
- Padronização de boas práticas entre as funções manter e manutenção dos resultados.

A estruturação das avaliações é baseada nas diretrizes da norma NBR ISO 55001 e na metodologia PDCA (Plan, Do, Check, Act), na qual tem-se a oportunidade de encontrar pontos de melhoria nos processos, buscando a estabilidade dos resultados (Figura VI).

Figura VI – Premissas adotadas no Elemento 8



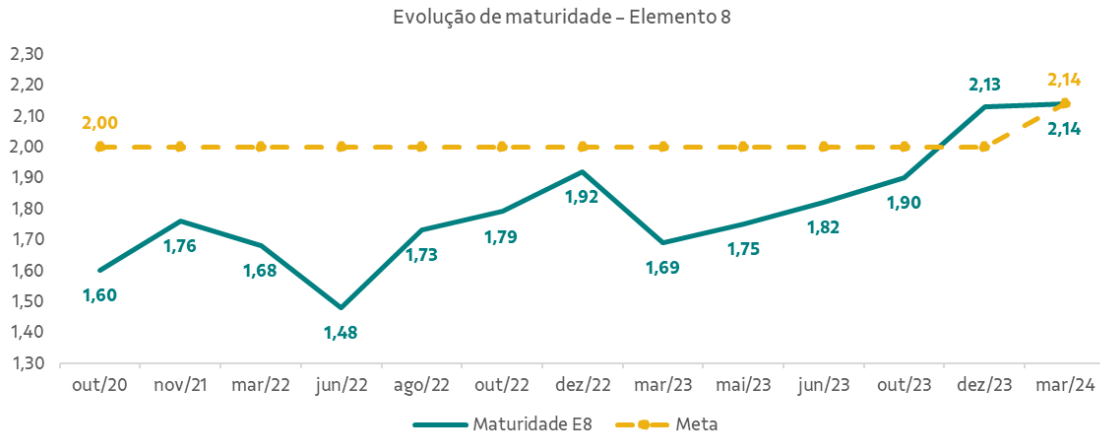
Fonte: Ciclo PDCA – Adaptado pelo Autor (2024)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a estruturação dos processos e a implementação da estratégia definida, foi possível comprovar o avanço no nível de maturidade do IET da manutenção.

Alcançamos o marco histórico de 2,14 em dezembro/23 no TPM, o que representou uma evolução de 44% no período de junho/22 a dezembro/23 (Gráfico II).

Gráfico II – Evolução de maturidade do Elemento 8



Fonte: Autor (2024)

A nota do TPM é composta pela média das notas das 7 funções manter. No mapa de calor representado abaixo é possível observar esses resultados, destacando-se a Manutenção de Descarregamento de Minério e Manutenção Offshore e Pieres com melhores resultados (Tabela V).

Tabela V – Mapa de calor Elemento 8

Requisitos	MAN. DESCARREGAMENTO DE MINÉRIO	MAN. DOS PÁTIOS DE ESTOCAGEM	MAN. EMBARQUE DE MINÉRIO	MAN. DE SISTEMAS ELÉTRICOS	MAN. DE OFICINAS	MAN. OFFSHORE E PIERES	MAN. DE RECURSOS AMBIENTAIS	TPM
8.1 Cadastro de Ativos e Estratégia da Manutenção	2	2	2	2	3	3	2	2,29
8.2 Gestão das Mudanças não Rotineiras	2	2	2	2	2	2	2	2,00
8.3 Plano Plurianual	2	2	2	2	2	2	2	2,00
8.4 Funções e Processo de Manutenção	2	2	2	2	2	2	2	2,00
8.5 Gestão de Grandes Paradas	2	2	2	2	N/A*	2	2	2,00
8.6 Manutenção Planejada e Padronizada	2	2	2	2	2	2	2	2,00
8.7 Indicadores de Manutenção	2	2	2	2	2	2	2	2,00
8.8 Implementação de DBMs	3	2	2	2	2	3	1	2,14
8.9 Gerenciamento de Recursos	2	2	2	2	2	2	2	2,00
8.10 Perfil de Perdas e Análise de Falhas	3	2	2	2	2	2	2	2,14
8.11 Análise de Confiabilidade	2	2	2	2	2	2	2	2,00
8.12 Custo do Ciclo de Vida dos Ativos	3	3	3	3	3	3	3	3,00
Mat. Elemento 8	2,25	2,08	2,08	2,08	2,18	2,25	2,00	2,13

* Para a manutenção de oficinas não se aplica o requisito 8.5.

Fonte: Autor (2023)

Destacam-se também alguns resultados obtidos com a tratativa das principais problemáticas nas rotinas de avaliações:

- Cadastrados 43 novos ativos e revisados planos de manutenção no sistema informatizado, além da revisão de 10.302 planos existentes;
- Criação do book de grandes paradas atendendo todos os parâmetros mínimos estabelecidos no procedimento;

- Papeis e responsabilidades definidos para os processos de inspeção, execução e confiabilidade;
- Padronização de procedimentos e análises de riscos para todas as atividades críticas, implementado planejamento para recursos no sistema informatizado de manutenção, consolidação do planejamento trimestral no mapa de manutenção;
- Realizada reclassificação de criticidade de materiais, com cadastro de 4.303 materiais no sistema informatizado de manutenção;
- Nos anos de 2022 e 2023 foram realizados estudos de ciclo de vida em cinco máquinas do pátio de estocagem do terminal e estabelecido os planos de revitalização desses equipamentos a fim de garantir sua performance.

6 CONCLUSÃO

As rotinas bem estruturadas, liderança engajada, cultura internalizada e disseminada até chão de fábrica, com foco na identificação e correção dos principais desvios, foi fundamental para impulsionar os resultados da maturidade de forma eficaz para o TPM nos últimos quatro anos.

A utilização adequada e estruturada das políticas, diretrizes e avaliações, resultaram em avanços significativos na maturidade da manutenção, indicando um avanço de 0,66 pontos, o que representa 44,59% de crescimento, refletindo em estabilização de processos e indicadores de gestão de ativos da manutenção, o que garante um porto mais confiável, seguro para seus operadores, performando e gerando rentabilidade positiva para seus acionistas.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

Kardec, A.; Nascif, J. Manutenção: função estratégica. 3. ed. Qualitymark: Petrobrás. Rio de Janeiro, 2009.

Lima, J.; Santos, A.; Sampaio, R. 2010. Sistemas de gestão da manutenção - uma revisão bibliográfica visando estabelecer critérios para avaliação de maturidade. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos, Brasil Disponível em: <<http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/bitstream/fieb/429/1/Sistemas%20de%20gest%20c3%a3o%20...pdf>>. Acesso em: 06. abr. 2024.

Rosa, L. 2020. Modelo de maturidade de manutenção de classe mundial em ambientes de manufatura de autopeças. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade de Caxias do Sul. Bento Gonçalves, Brasil. Disponível em: <<https://repositorio.uces.br/xmlui/bitstream/handle/11338/6695/Dissertacao%20Laerte%20Francisco%20da%20Rosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 07 abr. 2024.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 55000: Gestão de ativos — Visão geral, princípios e terminologia. Rio de Janeiro, 2014.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 55001: Gestão de ativos — Sistemas de Gestão — Requisitos. Rio de Janeiro, 2014.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 55002: Gestão de ativos — Sistemas de Gestão — Diretrizes para aplicação da ABNT NBR ISO 55001. Rio de Janeiro, 2020.

FERREIRA, Maryclea Mourão Furtado; BOTTER, Rui Carlos. Capítulo 3 Gerenciamento do Sistema de Produção do Terminal Portuário de Ponta da Madeira-TMPM. TÓPICOS ESTRATÉGICOS PORTUÁRIOS.

POL-0035- G / Versão: 01 - Modelo de Gestão Vale – Vale Production System – “VPS”

Vale. 2023. Manual de VPS – Vale Production System. Vale, Rio de Janeiro, Brasil.

ISHIKAWA, K. Controle da qualidade total: a maneira Japonesa. Rio de Janeiro: Ed. Campus. 1993.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC - Controle da Qualidade Total. 9. Ed. Nova Lima: Editora Falconi, 2014.

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia. 8. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

Vale. 2023. PNR-000054 - Avaliação do Modelo de Gestão e Resultados.

BOAS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE E GOVERNANÇA: O CASO DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE GESTÃO PDCA PELO VOLUNTARIADO CORPORATIVO NA AÇÃO SOCIAL DO TERMINAL DE PASSAGEIROS DE CUJUPE PELO PORTO DO ITAQUI

Marcio Danilo Bahia Nascimento
EMAP

Luciana Cotrim Figueiredo de Matos

Resumo: O objeto do estudo diz respeito a realização de atividades sociais do Voluntariado do Porto do Itaqui através da Metodologia de Gestão PDCA, que objetivam a otimização e viabilização do desenvolvimento sustentável de toda Hinterlândia do Porto do Itaqui, especialmente as áreas adjacentes a este, que apresentam grande pobreza e desigualdade social, especialmente na área do Itaqui-Bacanga e da Baixada Maranhense, promovendo desta forma o bem estar social e a inclusão de população de baixa renda a serviços essenciais de saúde, educação e segurança, alinhando desta forma a Política de Voluntariado da EMAP aos indicadores de Sustentabilidade da ONU, os chamados Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, fazendo parte assim das Boas Práticas de ESG, que são Meio Ambiente, Social e Governança, visto a Empresa Maranhense de Administração Portuária, a EMAP, que administra o Porto do Itaqui, ser uma empresa pública e como tal, tem o papel social relevante no desenvolvimento social, econômico e ambiental do Estado do Maranhão, sendo que a Metodologia de Gestão PDCA adotada no estudo auxiliou na organização e na estruturação do evento.

Palavras-chave: Porto do Itaqui; voluntariado; ODS; ESG; PDCA.

1 INTRODUÇÃO

1.1 HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, SEUS OBJETIVOS E ESG

No contexto atual, uma das questões mais desafiantes é encontrar um equilíbrio entre o desenvolvimento humano, sem provocar impacto na qualidade do meio ambiente, para possibilitar gerações futuras tenham um ambiente sadio. Este equilíbrio ambiental, deve ser obtido a favor da vida humana, com dignidade e benefício para a coletividade. (GOMES; FERREIRA, 2018).

Sendo assim, um novo modelo de desenvolvimento vem sendo fomentado, de forma a preservar o meio-ambiente e relações humanas no estágio atual, além de regenerar o imenso ônus ambiental presente devido ao desenvolvimento humano ao longo do tempo.

Conforme descrito por Barbieri (2020), “A preocupação com a degradação ambiental devida aos processos de crescimento econômico e desenvolvimento desenvolve-se lentamente e de modo muito diferenciado entre os diversos agentes, indivíduos, governos, organizações internacionais e entidades da sociedade civil. Inicialmente, ela é percebida como problemas localizados em áreas específicas, de curto alcance e atribuídos a ignorância, à negligência, ao dolo ou à indiferença dos seus causadores. As ações do poder público para evitar a ocorrência desses problemas são do tipo reativo, corretivo e punitivo, por exemplo, proibir e limitar uma atividade geradora de poluição.” (BARBIERI, 2020:46).

A partir de segunda metade do Século XX, muito devido ao intenso crescimento urbano que se apresentava, foram iniciadas as discussões acerca da demanda de crescimento econômico, industrial e desenvolvimento das nações, com as contrapartidas de problemas de equilíbrio ecológico, estabilidade econômica e segurança do planeta. Surge então a ideia elementar do desenvolvimento sustentável, como sendo um ponto de equilíbrio entre os limites de crescimento e a necessidade de desenvolvimento. (FEIL; SCHREIBER, 2017).

No Brasil, a questão ambiental ganhou enfoque mais acentuado na década de 1960, devido ao grande crescimento urbano observado neste período. A crise do Petróleo no final da década de 60 e início da década de 70 intensificou ainda mais a reflexão acerca da interação homem-planeta, especialmente devido a incerteza da continuidade da vida devido as intensas mudanças promovidas pelo crescimento econômico e desenvolvimento das sociedades, gerando inquietações no pensamento político, social e filosófico.

Ainda segundo Barbosa (2008), a origem do termo desenvolvimento sustentável se originou a partir de estudos da Organização das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas, como uma contraposição diante da crise social e ambiental que o mundo passava na segunda metade do século XX. O termo Desenvolvimento Sustentável foi mais amplamente discutido nas décadas de 1980 e 1990, sendo que sua primeira aplicação ocorreu em 1987, através do Relatório da Comissão de Brundtland, resultante de intensas pesquisas e análise acerca de questões sociais primordiais, como uso da terra, a sua ocupação, suprimento de água, abrigo e serviços sociais, educativos e sanitários, além da administração do crescimento urbano. (FEIL; SCHREIBER, 2017).

A partir deste marco, o conceito de desenvolvimento sustentável ganha maturidade e evolução no cenário internacional, se tornando relevantes nas discussões subsequentes, atingindo notoriedade e relevância de maior impacto na

Conferência Internacional das Nações Unidas de 1992 sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, mais conhecida como ECO/92, onde este avanço do termo Desenvolvimento Sustentável foi respaldado pela ONU. (GOMES; FERREIRA, 2018).

Durante o evento ECO/92, foi firmado o documento Agenda 21, consolidando o Conceito de Desenvolvimento Sustentável. Este documento, dentre outras atribuições, estabelecia abordagem de temas de relevância, como a agricultura sustentável, cidades sustentáveis, infraestrutura e integração regional, gestão de recursos naturais, redução de desigualdades sociais e a ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável. Este documento reconhece que o maior ônus de impacto ambiental são devidos aos países desenvolvidos, sendo que, porém, convoca todas as nações para de forma conjunta e solidária, participarem das ações de Desenvolvimento Sustentável, tendo que todos os povos da Teerra tem que se unir para o bem comum do planeta e seu consequente futuro sustentável. (CARVALHO, 2019).

Sendo assim, atualmente, o conceito de Desenvolvimento Sustentável se tornou o paradigma da sociedade moderna, ramificando para diversos setores, a necessidade de desenvolvimento de novos marcos e padrões para o crescimento e desenvolvimento econômico, compatíveis com a preservação de recursos naturais e igualdade social. (STOFFEL; COLOGNESE, 2015).

Com o amadurecimento do conceito de Desenvolvimento Sustentável e a partir das bases lançadas pelo documento Agenda 21, foi aprovada, em dezembro de 2015 pela Assembléia Geral das Nações Unidas, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. A Agenda 2030 funciona como um guia de ação estratégica para os 193 países que subscreveram o documento, estabelecendo bases para o desenvolvimento econômico, social e ambiental por parte dos países. (BRASIL, 2018).

Conforme descrito por Brasil (2018), “A Agenda 2030, que inclui os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas 169 metas, coloca a dignidade e a igualdade das pessoas no centro de desenvolvimento. O último objetivo trata dos mecanismos de implementação dos ODS, com ênfase nas parcerias multissetoriais que mobilizem e compartilhem conhecimento, expertise, tecnologia e recursos financeiro, sobretudo para os países em desenvolvimento”.

Ainda dentro da Agenda 2030, os temas dos 17 ODS são analisados a partir de 04 dimensões do desenvolvimento sustentável: Social, Econômico, Ambiental e Institucional. Todas estas perspectivas são inter-relacionados de maneira dinâmica e parte do princípio básico da indivisibilidade dos direitos humanos, que pressupõe que nenhum direito humano pode ser integralmente implementado sem que os outros direitos também o sejam. (BRASIL, 2018).



Figura 11 - 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
Fonte: Carvalho (2019).

Sendo assim, percebe-se que ao longo da evolução dos conceitos de Desenvolvimento Sustentável, o mesmo partiu de uma perspectiva inicialmente ambiental, mas que com o decorrer do tempo e das distorções provocadas pelo desenvolvimento, abrangeu as demais perspectivas citadas, sendo a Social, a Econômica e a Institucional.

Essas perspectivas discriminadas anteriormente passam também a ser adotadas pelas organizações, assumindo desta forma a responsabilidade e os impactos de seus negócios, incorporando desta forma as preocupações ambientais e sociais que refletem os anseios da sociedade pela continuidade e bem-estar das gerações futuras. Neste contexto, o termo Sustentabilidade Empresarial começa a ser delineado e evolui para o conceito de ESG – Environmental, Social and Governance (Ambiental, Social e Governança, em Português). (SILVA, 2021).

De acordo com Conto, Mecca e Pistorello (2023), “ O termo ESG – Environmental, Social and Governance (Ambiental, Social e Governança, em português) surgiu em 2004, no documento Who Cares Wins, publicado pelo Pacto Global da ONU em parceria com o Banco Mundial. O termo é sustentado pelos três pilares que tem direcionado a forma de atuação das empresas com a atual cobrança por ações de sustentabilidade. Não se restringindo apenas a controlar os impactos ambientais, o conceito está relacionado às relações firmadas com colaboradores, fornecedores e clientes, atuações para ajudar na melhoria da comunidade como um todo, além das medidas para combater fraude e corrupção na governança” (CONTO, MECCA, PISTORELLO, 2023:2).

O principal objetivo de uma organização é maximizar e otimizar ao máximo o retorno dos acionistas, sendo que durante muito tempo as questões de ESG eram negligenciadas pela maioria das empresas, pois estas não percebiam como o ESG refletia sobre seu desempenho financeiro, sendo considerado um aumento de custo desnecessário por estas. (NEDER, 2022). Ainda de acordo com Neder (2022), nas últimas duas décadas, com a crescente conscientização acerca das alterações climáticas e problemas ambientais, a mobilização da opinião pública e a sociedade forçou os governos e as empresas a implementarem os pilares do ESG nas suas decisões regulatórias e em suas estratégias empresariais. Logo os pilares do ESG passam a ser questão de sobrevivências das próprias empresas, tendo tornado-se estas práticas em vantagens competitivas no mercado, refletindo grau de confiança

nas organizações por parte dos diversos Stakeholders, como acionistas, trabalhadores, clientes e fornecedores. (CONTO; MECCA; PISTORELLO, 2023).

1.2 CONTEXTO LOCAL DO PORTO DO ITAQUI E SUA PERCEPÇÃO SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O Porto de Itaqui está localizado na cidade de São Luís, no estado do Maranhão. A Poligonal do Porto do Itaqui está compreendida na região circunvizinha no Distrito Industrial de São Luís, há aproximadamente 11 km do Centro da capital maranhense. O Porto de Itaqui, em conjunto com os Terminais Ponta da Madeira e Alumar, forma do Complexo Portuário São Luís (GOVERNO DO MARANHÃO, 2024).

Durante muitos anos, a demanda de transporte hidroviário da cidade de São Luís foi servida pelo Porto de São Luís, que foi viabilizado pelos franceses no seu estabelecimento no Maranhão no ano de 1612. Após uma tentativa frustrante de construções de instalações para adequação deste Porto, começou a ser desenvolvido um projeto para a construção do Porto do Itaqui, levando em consideração aspectos técnicos e logísticos, tendo sido viabilizado pelo Departamento Nacional de Portos e Navegação, do Ministério da Viação e Obras Públicas, sendo que este indicou que a melhor localização seria a que se situa atualmente. Posteriormente, em 28 de dezembro de 1973, foi criada a empresa Companhia de Docas do Maranhão, a CODOMAR, subordinada a administração federal, para administração do Porto do Itaqui. A CODOMAR administrou o Porto do Itaqui até o ano de 2001, quando, por meio do Contrato de Delegação nº 016/2000, a administração do Porto de Itaqui passou a ser responsabilidade da Empresa Maranhense de Administração Portuária, a EMAP. Desde então o Porto vem ocorrendo então diversas construções e adaptações na sua infraestrutura para atendimento a demanda atual (GOVERNO DO MARANHÃO, 2024).

Sendo assim, a EMAP, uma empresa estadual, criada pela Lei Estadual nº 7.225, de 31 de agosto de 1998, com personalidade jurídica de direito privado, autonomia administrativa, técnica, patrimonial e financeira, é responsável pela administração e exploração do Porto do Itaqui, além dos Terminais de Passageiros da Ponta da Espera e de Cajupe, e do Cais de São José do Ribamar (GOVERNO DO MARANHÃO, 2021).

As principais vantagens competitivas do Porto do Itaqui podem ser elencadas como a sua posição estratégica privilegiada devido a maior proximidade dos grandes centros mundiais e canal de acesso com dimensões adequadas para movimentação de Navios. Destacam-se também o calado e a vocação para transporte de grãos (MENDES, 2013:82).

Ainda segundo Mendes (2013:75), dentro desta vocação para transportes de grãos, o fato de deve ao fato do deslocamento da fronteira agrícola para o Norte e Nordeste do país, aliada a demanda crescente de grãos em escala mundial, especialmente nos países asiáticos, tomando o Porto de Itaqui peça fundamental para o escoamento da produção de grãos.

Na análise da interação Porto-Cidade, verifica-se intensos problemas socioambientais na área de entorno do Porto do Itaqui, que apresenta uma população com escassez de recursos e diversos impactos ambientais devido a transformação local.

Na área da Gleba Itaqui-Bacanga, a ocupação se deu na década de 1960, com a formação do primeiro bairro da região, denominado Anjo da Guarda. A ocupação,

adicionada ao represamento do Rio Bacanga, no mesmo período, complementada ainda com a construção do Porto do Itaqui, fomentaram o desenvolvimento urbano da região, culminando na formação da comunidade Itaqui-Bacanga. A ocupação populacional desordenada, devido ao do próprio aumento da população de São Luis, bem como a migração de população de outros municípios, potencializou os problemas ambientais e sociais da região, gerando ao longo dos anos e do crescimento urbano uma região atualmente carente em diversos aspectos. Destaca-se a região mais próxima do Porto do Itaqui, denominada Vila Itaqui, localizada na região denominada Fumacê, vizinha ao Bairro Anjo da Guarda, que não possuem infraestrutura urbana adequada e nem acesso da população a serviços básicos, sendo que as principais atividades econômicas a pesca e o trabalho no Porto em atividades de limpeza e estiva (GOVERNO DO MARANHÃO, 2021).

Ainda, devido ao EMAP ter a concessão para a administração e exploração do Terminal de Cujupe, o Porto do Itaqui também apresenta interface com a localidade de Cujupe, pertencente ao Município de Alcântara, na Baixada Maranhense. A Baixada Maranhense, em conjunto com o Litoral Maranhense, apresenta índices socioeconômicos preocupantes, com a maior taxa de pobreza do Brasil, estando na faixa de 72,59% (NERI, 2022). A região apresenta um número significativo de comunidades quilombolas, devido a sua formação histórica. A maioria das comunidades não tem acesso a luz elétrica, água e esgoto tratado, além da falta de serviços de saúde na região. As principais preocupações hoje da região são o saneamento das necessidades locais, desde necessidades básicas de educação, saúde e saneamento, até necessidades mais plenas como o exercício pleno da cidadania e o letramento racial (BARROS, 2019).

A EMAP, como uma empresa pública e consequentemente com responsabilidade pela coletividade e desenvolvimento regional, tem em sua Visão, haja visto Governo do Maranhão (2024), “Ser até 2026 agente de transformação e desenvolvimento do Maranhão”, adota nos seus Valores, conforme Governo do Maranhão (2024): “Sustentabilidade: Somos comprometidos com o equilíbrio entre o meio ambiente, a sociedade e a economia”. Assim, conforme prescrito em seus valores, a EMAP está alinhada com os valores de Desenvolvimento Sustentável ligados à sua área de atuação, sendo suas políticas alicerçadas sobre valores como respeito a vida, ao meio-ambiente e a diversidade.

A partir de estudos e Workshop realizado na EMAP, foram discutidos os principais conceitos de Sustentabilidade, sendo que no grupo de Trabalho foram discutidos e selecionadas os ODS que apresentam uma maior aderência ao Plano de Negócios da EMAP, sendo que as ODS selecionadas seguem na figura abaixo.



Figura 12 - ODS adotados pela EMAP
Fonte: Arquivos EMAP

As ODS selecionadas, respectivamente, foram: 4 – Educação de Qualidade; 8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico; 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura; 14 – Vida na Água. Após a seleção das respectivas ODS's, foram criados grupos de trabalho para discussão e fomentar ações relativas para cada ODS relacionado, bem como suas correspondentes metas.

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável selecionados, apresentam sua respectiva definição, conforme Brasil (2016):

- a. **Objetivo 4** - Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
- b. **Objetivo 8** - Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.
- c. **Objetivo 9** - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
- d. **Objetivo 14** - Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

Dentro dos objetivos estabelecidos, foram selecionadas as metas respectivas a cada objetivo, que tem uma maior representatividade e alcance pela EMAP, de acordo como seu plano de negócios e sua área de atuação.

Além das ODS's selecionadas, também foi selecionado um grupo para Integração das ODS's, denominado Mobilização Social, com grupo de trabalho próprio para a definição das atividades de coordenação das metas aplicáveis a EMAP. Sendo assim, tal item se refere a difusão dos princípios de ESG para toda a organização.

Assim, os Programas para ESG que são desenvolvidos pela EMAP foram integrados em cada ODS citado acima, de acordo com as características dos respectivos objetivos sustentáveis previstas por Brasil (2016).



Figura 13 - Descrição das atividades das ODS's
Fonte: Arquivos EMAP

No item relativo a Mobilização Social, são difundidos os princípios de ESG, onde se destaca o Comitê de Responsabilidade Social Itaqui Bacanga. Tal Comitê tem o objetivo de fomentar ações, planejando e coordenando projetos em favorecimento das comunidades da região. O Comitê foi firmado a partir de assinatura de Termo de Cooperação em Responsabilidade Social na Área Itaqui-Bacanga, assinado em outubro de 2015, por 15 empresas que atuam na região, destacando-se a EMAP, a Alumar, Vale S.A., Fertipar, Consórcio Tegram e Votorantim Cimentos (GOVERNO DO MARANHÃO, 2018).

Ainda dentro do item Mobilização Social, podemos verificar a presença do Programa de Voluntariado da EMAP. De acordo com Governo do Maranhão (2018), “No Programa de Voluntariado da EMAP as ações são, via de regra, idealizadas e executadas pelos próprios funcionários, tendo como foco preferencial as ações socioeducativas”. Dentre as atividades realizadas dentro do Programa de Voluntariado, destacam-se palestras e oficinas com variados temas que vão de prevenção ao uso de drogas, DST’s, empregabilidade, violência doméstica e planejamento orçamentário, além de atendimentos em saúde e reforma de equipamentos comunitários. Para tais ações são firmadas parcerias com diversos órgãos como Sistema Nacional de Emprego (SINE), Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC) e o Viva Cidadão, para emissão de Carteira de Identidade e Trabalho (GOVERNO DO MARANHÃO, 2018).

O Trabalho Voluntário é regulamentado pela Lei nº 9.608, de 18 de fevereiro de 1998 Lei do Voluntariado. De acordo com Brasil (1998), considera-se serviço voluntário:

Considera-se serviço voluntário, para fins desta Lei, a atividade não remunerada prestada por pessoa física a entidade pública de qualquer natureza ou a instituição privada de fins não lucrativos que tenham objetivos cívicos, culturais, educacionais, científicos, recreativos ou de assistência à pessoa (Brasil, 1998: Art. 1º).

O Voluntariado Corporativo, caso em que se enquadra o Voluntariado da EMAP, diz respeito a um conjunto de ações e atividades realizadas pela empresa para incentivar, apoiar e motivar seus funcionários na participação e colaboração de atividades voluntária na comunidade, doando, além de seu tempo, suas habilidades, talentos, ideias e trabalho físico para auxiliar e apoiar as causas locais (AZEVEDO,

2007). Ainda segundo Azevedo (2007), as motivações para o trabalho voluntário passam por: doação de tempo, trabalho e talento para causas sociais; ato de cidadania e transformação; dar oportunidade igualitária aos outros; ação afetiva; compartilhamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico utilizado no Artigo Técnico é a Pesquisa Aplicada, onde através de pesquisa bibliográfica foi traçado uma evolução dos conceitos de Desenvolvimento Sustentável, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, ESG e Voluntariado, partindo para a Pesquisa Aplicada relativo a Ação desenvolvida pelo Voluntariado Corporativo da EMAP no Terminal de Passageiros de Cuijue, na cidade de Alcântara – MA, onde foi utilizado a Metodologia do PDCA para a otimização da realização da Ação, fomentando desta forma Boas Práticas de Sustentabilidade e Governança, sendo o título do artigo Boas Práticas de Sustentabilidade e Governança: o caso da Aplicação da Metodologia de Gestão PDCA pelo Voluntariado Corporativo na Ação Social do Terminal de Passageiros de Cuijue pelo Porto do Itaqui.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 METODOLOGIA ADOTADA PARA ESTUDO DE CASO

Para o presente estudo de caso, que foi planejamento e execução de Ação Social no Terminal de Cuijue, foi utilizado a metodologia do PDCA. A fundamentação do Método de Melhorias, mais conhecido como PDCA, foi inicialmente elaborado na década de trinta, servindo como um ciclo de Controle estatístico de Processo, e foi desenvolvido pelo estatístico americano Walter A. Shewhart, na Bell Laboratories, no EUA. Porém, este método foi mais difundido na década de 1950, através do especialista de qualidade W. Edwards Deming, que aplicou o método descrito nos conceitos de qualidade em atividades desenvolvidas no Japão (ANDRADE, 2003).

Assim, conforme conceitua Werkema (2013), “O ciclo PDCA é um método de gestão, representando o caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas possam ser atingidas. Na utilização do método, poderá ser preciso empregar várias ferramentas analíticas para a coleta, o processamento e a disposição das informações necessárias à condução das etapas do PDCA”.

O ciclo PDCA é fundamentado em 04 fases elementares, que norteiam o Método, que são: Planejar, Executar, Verificar e Atuar Corretivamente (CAMPOS, 2004). Basicamente, os ciclos podem ser descritos conforme conceitua Campos (2004):

“ **Planejamento (P)** – Consiste em:

- Estabelecer metas sobre os itens de controle;
- Estabelecer a maneira (o caminho, o método) para atingir as metas propostas.

Execução (D) – Execução das tarefas exatamente como prevista no plano e coleta de dados para verificação do processo. Nesta etapa é essencial o treinamento no trabalho decorrente da fase de planejamento.

Verificação (C) – A partir dos dados coletados na execução, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada.

Atuação corretiva (A) – Esta é a etapa onde o usuário detectou desvios e atuará no sentido de fazer correções definitivas, de tal modo que o problema nunca volte a ocorrer” (CAMPOS, 2004:46)

Sendo assim, o PDCA como modelo de gestão de processos, foi utilizado para nortear a execução da ação social descrita neste artigo, de forma a obter resultados mais assertivos na gestão do processo de desenvolvimento sustentável fomentado pela EMAP através do Voluntariado.



Figura 14 - Ciclo PDCA de Controle de Processos
Fonte: Campos (2004)

4 RESULTADOS

Estudo de Caso: Boas Práticas de Sustentabilidade e Governança: o caso do Voluntariado Corporativo na Ação Social do Terminal de Passageiros de Cujupe do Porto do Itaquí.

4.1. 1º PASSO – PLANEJAMENTO

A primeira etapa para a realização da Ação foi o Planejamento, no sentido de estabelecer as metas e a maneira para atingir as metas propostas, visando otimizar as ações de forma a ter uma maior aderência as expectativas da localidade onde foi realizada a ação (CAMPOS, 2004).

Primeiramente foi realizada uma reunião de alinhamento e brainstorming do voluntariado para a ação proposta, reunião esta que foi realizada na data de 20/06/2024, onde foi apresentada o objetivo da ação e levantada alguns temas relevantes por parte da equipe de voluntariado, sendo sugerida algumas atividades para a ação.

Dentro da equipe do voluntariado, foram formados grupos para visita prévia das comunidades localizadas no entorno do Terminal de Cajupe, onde foram formados grupos de voluntários para visita e diálogo com os seguintes stakeholders: Associação de Vendedores do Terminal de Cajupe; Comunidade do Cajual; Comunidade de Aranhengaua; Comunidade de Boa Vista; Comunidade de Cajupe Velho.

Tal diretriz teve como objetivo principal alinhar as expectativas das ações levantadas com os moradores da comunidade local, haja visto que as ações do voluntariado devem agregar um valor que os próprios moradores identifiquem como críticos e demandas na região, criando um sentimento de pertencimento e integração da comunidade dentro do processo da ação.

Dentro da reunião, foram levantadas as seguintes ações para discussão posterior com a comunidade:

SAÚDE:	testes rápidos, vacinação, distribuição de preservativos, atendimentos odontológicos com aplicação de flúor; atendimento oftalmológico; campanha contra a dengue
	Consultas médicas – oftalmológicas necessidade? Sem serviço na região
	Exames - quais possuem mais necessidade? Acuidade visual
RECREAÇÃO/ EDUCAÇÃO FÍSICA	Apresentação Institucional, Teatro de Fantoches, prêmios, Jogos e brincadeiras para crianças e adolescentes
	dança, zumba, fitdance, jogos e alongamento para jovens, adultos e idosos
RODAS DE CONVERSA SOBRE:	Educação Sexual/ Métodos Anticoncepcionais/ Controle de natalidade Desafios do uso de drogas Prevenção de doenças violência contra a mulher
	Preconceito racial/ Letramento Racial
	Combate e prevenção à violência contra a mulher
SEGURANÇA	Prevenção a acidentes domésticos: primeiros socorros
BELEZA	massagem, corte de cabelo, manicure/ Oficina de beleza
OFICINAS	pintura, artesanato, tranças
FEIRA E EXPOSIÇÕES	Livros e artesanato Brechó de roupas e calçados;
	Atendimento veterinário, vacinação
TRABALHO E RENDA	Empreendedorismo Como realizar melhorias nos negócios: financeira, atendimento ao cliente Cultivo de hortaliças (uso dos quintais) Pesca artesanal
	Rodas de conversa e oficinas para estudantes do nono ano
	Doação de livros Montagem de biblioteca no terminal do Cajupe
MEIO AMBIENTE	Treinamento sobre descarte de resíduos – Projeto conscientização e treinamento
ENERGIA	Tarifa social – palestra da Equatorial

*Figura 5 – Atividades Levantadas para a Ação Social de Cujupe
Fonte: Arquivos EMAP*

Em tal reunião foram definidas as devidas metas e realizado, conseqüentemente, a análise do fenômeno, neste caso a ação que foi proposta. Esta análise nos fornece uma visão ampla e sob vários pontos de vista, sendo estabelecido um plano de ação para a execução do evento, sendo direcionado algumas definições sobre o que será feito, quando será feito, quem fará, onde será feito, por que será feito e como será feito (WERKEMA, 2013).

Assim foram realizadas as devidas visitas pelos colaboradores do Voluntariado para verificar a aderência das ações propostas com a necessidade local da comunidade. Dentro deste levantamento, foram verificadas que as ações mais aderentes são realizadas para a saúde, visto que a localidade, apesar de contar com posto de saúde no Terminal de Cujupe, necessitar de serviços de saúde que não são ofertados. Também foi identificado que a recreação para as crianças foi uma atividade com grande aderência para a comunidade, visto a carência de espaços específicos para a integração destes, desenvolvendo atividade lúdicas essenciais a infância.

Ainda na fase de levantamento de necessidades, verificamos a aderência do esclarecimento sobre tarifa social, serviço ofertado pela concessionária de energia local, para os moradores da comunidade, visto que há lugares na região que a energia elétrica foi instalada a pouco tempo, a exemplo da comunidade do Cajual, que só foi possível e viável através de unidades autônomas de energia solar. Além destas atividades já relatadas, foram também selecionadas atividades relativas a Pertencimento Cultural e Conversando sobre Emoções, além de Oficina para primeiros socorros. Ainda foi viabilizando programação de rodas de conversa e palestras na Escola Dom Pedro II, com Valoriza Mulher, Fortalecimento Étnico Racial e Diálogo com a Juventude.

Algumas atividades propostas não tiveram uma percepção de viabilidade por parte da própria comunidade. Um exemplo disso foi a ação de Incentivo a Leitura, pois, conforme relatado pela própria comunidade, a população local não tem hábito e interesse em leitura. Outra ação pensada que não teve a devida aderência por parte da comunidade foi justamente o atendimento veterinário e vacinação de animais domésticos, devido principalmente a dificuldade de traslado destes animais das comunidades adjacentes até o Terminal de Passageiros de Cujupe.

Ainda, dentro das ações propostas, foram verificadas ações que precisariam de um prazo mais estendido para a concretização, não tendo sido verificado tempo hábil para a viabilização para o dia da ação. Uma destas ações foi sobre o Descarte de Resíduos, sendo que para este processo deve-se ser pensado num Projeto de Treinamento e Conscientização, que são ações a longo prazo e demandariam maior tempo hábil, visto que envolve a conscientização dos moradores. Outra ação na mesma condição foi justamente o Treinamento sobre Trabalho e Renda, com oficinas de empreendedorismo e educação financeira, sendo que estes também envolvem conscientização e treinamento que não conseguiriam ser programadas para a data do evento.

Assim, foram selecionadas a seguintes ações, conforme portfólio da ação, que segue abaixo:

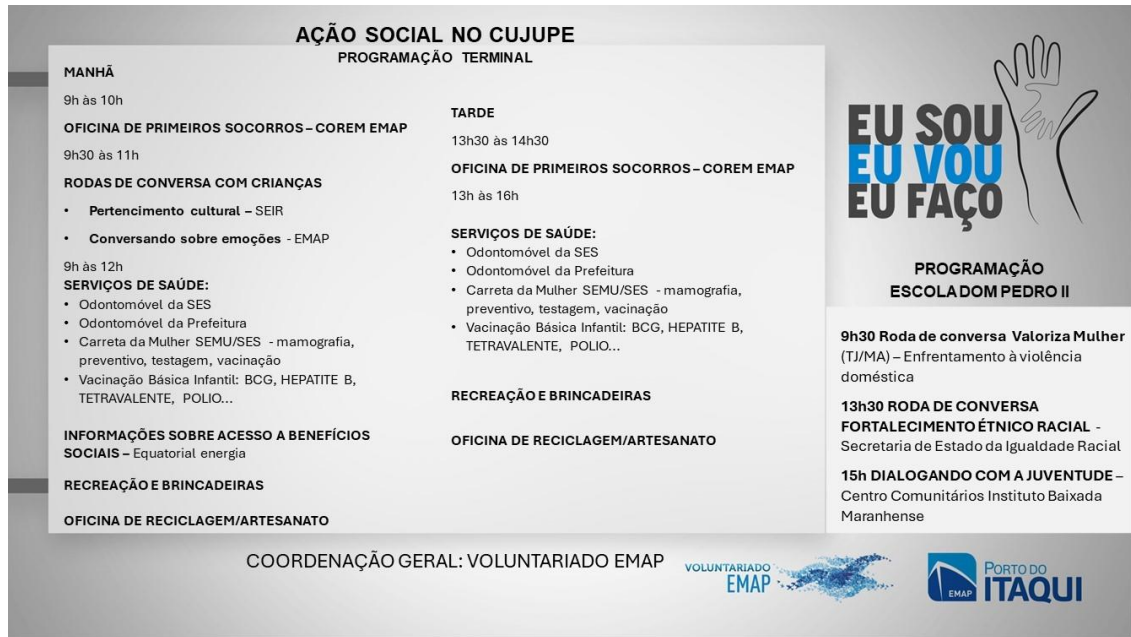


Figura 6 – Programação para a Ação Social de Cujupe
Fonte: Arquivos EMAP

Em conformidade com as ações selecionadas, foi disponibilizado o devido Layout do Terminal, com divisão de espaços previstos para a atividade, conforme segue:



Figura 7 – Programação para a Ação Social de Cujupe
Fonte: Arquivos EMAP

4.2 2º PASSO – EXECUÇÃO

Conforme conceitua Werkema (2013), a execução é: “A etapa da execução do PDCA de melhorias consiste no treinamento nas tarefas estabelecidas no plano de ação, na execução dessas tarefas e na coleta de dados que serão utilizados na etapa seguinte, de confirmação da efetividade da ação adotada” (WERKEMA, 2013:31).

Assim, esta etapa consiste especificamente na execução propriamente dita das atividades programadas durante o Planejamento. Tais atividades executadas envolveram parcerias com demais órgãos do estado, como o Tribunal de Justiça do Maranhão, Secretária do Estado da Igualdade Racial, que foram fundamentais para a viabilização da execução da atividade. Destaque especial para a Secretária de Estado de Saúde, que foi de suma importância devido a disponibilização de Odonto Móvel e Carreta da Mulher para serviços de saúde que não são ofertados no posto local, tais como mamografia, testagem e vacinação.

Conforme idealizado no Planejamento, a atividade foi realizada na data de 12 de julho de 2024, sendo que o horário das atividades das ações foi do período de 09:00hs as 16:00hs.

Apesar de alguns imprevistos, a ação transcorreu normalmente, com destaque especial para os serviços de saúde, que foram os mais procurados e requisitados. Houve um imprevisto devido à quebra do ônibus que levaria as crianças e adolescentes de uma comunidade remota para o Terminal, com intuito de participação destas nas atividades de brincadeiras/recreação e Oficina de Primeiros Socorros. Tal evento impactou na quantidade de pessoas que participaram das atividades, sendo que as atividades foram ofertadas a crianças e adolescentes que estavam de passagem pelo terminal, cumprindo assim sua função, ainda que em um número reduzido ao inicialmente proposto.



Figura 8 – Atividades de Saúde na Ação Social de Cujupe
Fonte: Arquivos EMAP



Figura 9 –Benefício Social Tarifa de Energia na Ação Social de Cujupe
Fonte: Arquivos EMAP



Figura 10 –Roda de Conversa com Crianças na Ação Social de Cujupe
Fonte: Arquivos EMAP



Figura 11 –Roda de Conversa com Crianças na Ação Social de Cujupe
Fonte: Arquivos EMAP

4.3 3º PASSO – VERIFICAÇÃO

Tal etapa, se configura na fase de verificação das ações que foram realizadas na fase de Execução. Esta avaliação será referenciada no resultado das ações procedentes da fase de planejamento, sendo todas as ações monitoradas e formalizadas na fase de Execução, para verificação dos resultados de forma mais eficaz possível (ANDRADE, 2003). Ainda segundo Andrade (2003), é considerada como a fase mais importante do ciclo, devendo ser destacada pela organização a fim de obter os resultados esperados ao final de cada ciclo.

Dentro da Ação planejada, houve imprevisto devido ao atraso do traslado para o Terminal de Passageiros de Cujupe, sendo que o traslado é realizado partindo do Terminal da Ponta da Espera, através das embarcações de Ferryboat. Tal atraso no traslado impactou a horário de início previsto para as atividades programadas, pois houve atraso na chegada dos voluntários responsáveis pelas ações. Os veículos móveis de saúde foram trasladados no dia anterior, sendo que no dia do evento os mesmos já se encontravam no local.

Outro ponto de impacto nas atividades, como já comentado na execução, foi a quebra do transporte que levariam as crianças de escolas da comunidade para as atividades de palestra e recreação, sendo que ficou inviável de a transferência das atividades previstas no terminal para a escola. Assim as atividades de recreação, palestras e oficina de primeiros socorros foram impactadas pela escassez de transporte local que pudesse levar a comunidade para o terminal, de modo a participar das atividades programadas. Este ponto do transporte local para as comunidades também impactou no traslado da comunidade das adjacências até o local do evento, no Terminal de Passageiros, visto muitas comunidades terem dificuldade de acesso e de transporte.

Com relação ao atendimento das expectativas da população participante, o evento foi considerado satisfatório, visto que atendeu algumas demandas básicas de saúde, com vacinação e treinamento odontológico, promoveu conscientização através de palestras e oficina de primeiros socorros, esclarecimento sobre a tarifa social de energia e promoveu interação e atividades lúdicas para as crianças presentes no terminal, com brincadeira, atividades de pintura e artesanato.

4.4 4º PASSO - ATUAR

O último passo da Metodologia do PDCA, consiste justamente na etapa do Atuar, que, conforme Júnior (2021), consiste em “Atuar no processo em razão dos resultados obtidos. Existem duas formas de atuações possíveis: adotar como padrão o plano proposto, caso a meta tenha sido alcançada; reagir sobre as causas do não atendimento da meta, caso o plano não tenha sido efetivo” (JUNIOR, 2021:06).

Assim, é nesta fase que ocorre um dos processos mais importantes para as organizações, sendo justamente a melhoria contínua, onde os padrões de excelência das empresas são aprimorados visando a excelência dos processos, através de nova rodada do ciclo PDCA. Nesta fase são consolidadas as lições aprendidas do processo de forma a se tornarem ativos organizacionais das empresas. Tal etapa ainda tem um tópico específico nas normas ISO, que utilizam o PDCA com ferramenta, sendo verificado na ISO 9.001.

Dentro desta etapa, como ação corretiva para os próximos eventos, detectamos a necessidade de uma forma de comunicação da ação mais eficiente, de modo que a divulgação do evento tivesse uma maior aderência das comunidades locais, visto que a localidade, por ter uma pobreza considerável, não dispõe de acesso total a redes sociais e internet, sendo que a comunicação poderia ser otimizada para a realidade atual da comunidade, através de cartazes e faixas e até carro de som.

Ainda dentro deste processo, detectamos algumas ações que não tiveram tempo hábil para a execução até a data do evento, mas que se mostraram aderentes a expectativa da comunidade local para que sejam viabilizadas num futuro próximo. Se enquadram como tais a ação de Letramento Racial, para conscientização étnica da população local, a ação de Feira das Profissões, para orientar estudantes locais acerca das profissões existentes e do mercado de trabalho, como também a ação de Treinamento sobre Descarte de Resíduos, que envolve treinamento sobre conscientização sobre as questões ambientais no lixo no local. Uma ação que também foi considerada para um futuro próximo é o atendimento oftalmológico, que não tem oferta na região e geram necessidade de deslocamento de moradores locais para outras localidades para o atendimento.

Outro ponto de atenção para as próximas atividades reside na dificuldade de transporte, sendo que nas próximas ações deve-se ser mapeado uma forma para que os moradores da comunidade local consigam se deslocar para as ações, podendo ser através de veículos disponibilizados com parcerias de outros órgãos ou da própria EMAP, que modo que a ação seja mais abrangente, e, conseqüentemente, efetiva.

5 CONCLUSÕES

Como conclusão e resultado da pesquisa aplicada, podemos afirmar que o estudo trouxe resultados satisfatórios, pois a Metodologia PDCA serviu de balizamento para as ações de ESG realizadas pelo Voluntariado da EMAP, funcionando como uma sistematização do processo por esta técnica e que servirá de

base para a realização de novas ações, através de correção e melhoria de pontos que não atingiram a sua meta neste evento, como também ações mapeadas para ações futuras, que se mostraram interessantes para a comunidade local, mas, devido a impossibilidade de viabilização em tempo hábil para a realização na data do evento, se mostraram aplicáveis para futuros eventos que serão programados.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Fábio Felipe de. **O Método de Melhorias PDCA**. 2003. 169f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-04092003-150859/publico/dissertacao_FABIOFA.pdf>. Acesso em: 05 set. 2024.

AZEVEDO, Debora Costa de. **Voluntariado Corporativo – motivações para o trabalho voluntário**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, 2007.

BARBIERI, José Carlos. **Desenvolvimento Sustentável: das origens à Agenda 2030**. Ed. Digital. Petrópolis: Editora Vozes, 2020.

BARBOSA, Gisele Silva. **O Desafio do Desenvolvimento Sustentável**. Revista Visões, 4ª Edição, n. 4, v.1. Jan./Jun, 2008.

BARROS, Larissa Andréa Amaral. **As comunidades quilombolas do município de Alcântara – MA diante à implantação do centro de lançamento de foguetes: desafios e perspectivas**. IX Jornada Internacional de Políticas Públicas. Universidade Federal do Maranhão. Ago, 2019.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Desafios da Nação**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate a Fome. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Traduzido do Inglês pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil – UNIC-Rio. 2016.

BRASIL. Lei Nº 9.608, de 18 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre o serviço voluntário e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1998.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade Total no Estilo Japonês**. 8 ed. Nova Lima: MG INDG Tecnologia e serviços LTDA, 2004.

CARVALHO, Gláucia Oliveira de. **Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável: uma visão contemporânea**. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, 4ª Edição, n. 4, v.8. Jan./Mar, 2019.

CONTO, Suzana Maria de; MECCA, Marlei Salete; PISTORELLO, Bruna Stallivieri. **Sustentabilidade nas organizações: reflexões sobre ESG**. Congresso Internacional de Tecnologias para Meio Ambiente: Bento Gonçalves, 2023.

FEIL, Alexandre André; SCHREIBER, Dusan. **Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados.** Caderno EBAPE, n. 3, v.14. Jul./set. 2017.

JUNIOR, Edílio Nunes Duarte. **Aplicação do Ciclo PDCA para melhoria do processo produtivo no setor de corte em uma indústria têxtil verticalizada.** 2021. 92f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Graduação em Engenharia Têxtil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana. Disponível em: <
<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/31347/1/aplicacaopdcaindustriatextil.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2024.

MENDES, Jorge Maicoll Abreu. **Planejamento estratégico do setor portuário: estudo de caso do Porto do Itaqui.** 2013. 92f. Monografia (Graduação) – Curso de Graduação em Administração, Universidade Federal do Maranhão, São Luis. Disponível em: <
<https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1031/1/JorgeMaicoll.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2024.

NEDER, Juliana Finageiv. **Estudo dos pilares de ESG - Environmental, Social and Governance – no contexto das empresas brasileiras.** 2022. 100f. Projeto de Graduação – Faculdade de Tecnologia, Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Brasília. Disponível em: <
https://bdm.unb.br/bitstream/10483/35089/1/2022_JulianaFinageivNeder_tcc.pdf>. Acesso em: 03 set. 2024.

NERI, Marcelo C. **Mapa da Pobreza.** 40. Pág. Rio de Janeiro: FGV, 2022.

GOMES, Magno Federeci; FERREIRA, Leandro José. **Direito Desenvolvimento – Mestrado em Direito e Desenvolvimento Sustentável.** 9. Vol. João Pessoa: Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito, 2018.

GOVERNO DO MARANHÃO. Porto do Itaqui, c2024. **PORTO DO ITAQUI.** Disponível em < <https://www.portodoitaqui.com/porto-do-itaqui/localizacao>>. Acesso em: 03 de setembro de 2024.

GOVERNO DO MARANHÃO. Porto do Itaqui, c2024. **PORTO DO ITAQUI.** Disponível em < <https://www.portodoitaqui.com/emap/missao-visao-valores>>. Acesso em: 04 de setembro de 2024.

GOVERNO DO MARANHÃO. Porto do Itaqui, c2021. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto do Itaqui.** Disponível em <https://www.portodoitaqui.com/_files/arquivos/pdf/pdz-itaqui.pdf>. Acesso em: 03 de setembro de 2024.

GOVERNO DO MARANHÃO. Porto do Itaqui, c2018. **PORTO DO ITAQUI. Plano Mestre do Complexo Portuário do Itaqui.** Disponível em <https://www.portodoitaqui.com/_files/arquivos/plano-mestre.pdf>. Acesso em: 03 de setembro de 2024.

SILVA, Fábio Coelho Netto Santos e. **Sustentabilidade Empresarial e ESG: uma distinção imperativa**. Congresso Internacional de Administração ADM 2021: Ponta Grossa, 2021.

STOFFEL, Jaime Antônio; COLOGNESE, Silvio Antônio. **O Desenvolvimento Sustentável sob a ótica de sustentabilidade multidimensional**. Revista FAE, n. 2, v.18. Jul./Dez, 2015.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

DE QUEM É ESSE PORTO? UM ESTUDO DE IMAGEM COM REFERÊNCIA NO PROCESSO DE PRIVATIZAÇÃO DA AUTORIDADE PORTUÁRIA PÚBLICA DO PORTO DE ITAJAÍ (SC)

Marilia Cristina da Silva Tavares
Univali

Hans Peder Behling

Resumo: Nas últimas décadas, os governantes brasileiros consideraram a privatização de portos como uma medida de grande relevância para o país, com implicações diretas na economia, emprego, infraestrutura, e isso frequentemente envolve decisões políticas complexas, e negociações com diversos atores. Portanto, é crucial compreender como essa decisão é percebida pela opinião pública, e o que isso representa. Este estudo, trata-se de uma pesquisa de imagem que permite avaliar como o processo de privatização é visto e compreendido por um público em específico, atuando como uma ferramenta valiosa para analisar e gerenciar a percepção pública e política, neste caso, analisar a imagem percebida pela população da cidade de Itajaí (SC), em relação a possibilidade de privatização da autoridade portuária pública do porto, por meio do MCI – Método de Configuração de Imagem proposta por Schuler (2000) e adaptada posteriormente por De Toni (2005) e De Toni e Milan (2008). O MCI adota uma abordagem dupla em relação à amostra científica, iniciando com uma fase qualitativa, seguida por uma fase quantitativa. Na fase qualitativa, são realizadas investigações exploratórias, enquanto na fase quantitativa são aplicados questionários para a coleta e análise de dados. Esse processo resulta em uma compreensão detalhada, que, por meio das análises realizadas, oferece soluções para ações futuras. Essas soluções visam aprimorar o progresso e o desenvolvimento do Porto, enfrentando desafios e aproveitando oportunidades.

Palavras-chave: imagem; método para configuração de imagem; privatização; terminal portuário.

1 INTRODUÇÃO

Um processo de privatização deveria em sua concepção levar em conta aspectos importantes da sociedade (Helm, 2020), como a questão de que forma a população é impactada por essa decisão de Estado e, também se o arcabouço regulatório existente precisará ser alterado para a realização deste processo de privatização (Kikeri; Nellis, 2004). Já a satisfação dos usuários dos portos pode ser indiretamente traduzida no nível de serviço dos portos entregues aos seus clientes. Para manter um alto nível de qualidade de serviço, portanto, os usuários do porto, como as companhias marítimas, desejam um alto padrão nos serviços portuários (Kaliszewski; Kozjowski; Dýbrowski; Klimek, 2020).

O objetivo geral deste estudo, consiste em analisar qual a configuração da imagem perante a possibilidade de privatização da autoridade portuária pública do Porto de Itajaí/SC na percepção da população local, avaliando o contexto político e econômico relacionado às privatizações em geral, e em específico mensurar a satisfação e importância percebida pela população de Itajaí diante da possibilidade de privatização da autoridade portuária pública do Porto municipal de Itajaí.

Para atingir esse objetivo, o estudo será conduzido através da aplicação do MCI - Método de Configuração de Imagem, metodologia desenvolvida e validada por Schuler e De Toni (2015), que constitui uma ferramenta adequada e inovadora, baseada em um estudo multidisciplinar, testado e validado em diferentes pesquisas anteriores (Abric, 1984; Moscovici, 1978, 2000; SÁ, 1996; De Toni, 2005; Schuler; De Toni; Milão, 2009).

Importa saber quanto a produção científica, muitos estudos investigaram questões de privatização de infraestrutura, como decisões de preço, capacidade e qualidade (Feng; Zhang; Gao, 2015; 2016; Lu; Meng, 2017; Zhang; Zhang; Song, 2018; Li; Cai, 2017; Li *et al.*, 2019), determinação do pagamento de royalties (Chiang, 2012; Kang; Feng; Kuo, 2012), bem-estar social e análise de rentabilidade (Yang *et al.*, 2002; Hu; Zhu, 2014; Rouhani *et al.*, 2016) e risco e mecanismos de repartição de benefícios (Carbonara; Costantino; Pellegrino, 2014; Wang; Liu, 2015; Li *et al.*, 2017). Esses estudos se concentraram na análise de parcerias público-privadas (PPP), onde todo o ativo ou serviço de infraestrutura é transferido para o setor privado, deixando a privatização parcial da infraestrutura inexplorada.

No âmbito das pesquisas científicas validadas, os autores deste artigo não obtiveram êxito na busca por estudos de imagem, através do Método para Configuração de Imagem relacionados a processos de privatização em terminais portuários, não localizando também estudos que sejam amplamente reconhecidos ou dominantes na literatura acadêmica.

Em uma leitura geral, este artigo está dividido em uma estrutura com cinco etapas, iniciando com esta introdução que oferece um resumo conciso do escopo da pesquisa, seguida por quatro seções distintas. A segunda seção apresenta a abordagem teórica necessária para fundamentar o contexto do estudo. A terceira seção descreve a delimitação metodológica adotada durante a pesquisa. Na quarta seção, são detalhados os resultados obtidos, enquanto a quinta seção traz as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Imagem é a ideia que uma pessoa obtém sobre algo, uma projeção da mente a respeito de objetos, pessoas e situações, ou seja, uma representação subjetiva

sobre alguma coisa. A imagem conduz a vários significados que pode ser associada a um conjunto de percepções a respeito de algo, a uma representação do objeto ou ser, uma projeção futura, uma lembrança ou recordação passada. Nesse sentido a imagem refere-se à soma de crenças, ideias e impressões que uma pessoa ou de um grupo em relação a um objeto que pode ser uma empresa, produto, marca, local ou pessoa (Clemes; Mohi; Li; Hu, 2018), ou seja, a imagem é a variável vital que desempenha uma função essencial na formação da intenção e satisfação do cliente.

Para Schuler e De Toni (2015), o estudo da imagem pode ser realizado a partir de quatro enfoques: imagem como holograma, imagem como modelo mental, imagem como representação social e imagem dentro da perspectiva mercadológica. No primeiro enfoque, a imagem como holograma, parte-se do princípio de que a imagem é um todo indivisível, que reúne elementos (atributos) de diferentes naturezas (categorias) (Schuler; De Toni, 2015), os quais se deve compreender seus diferentes componentes formadores dentro do processo de interação e influência do ser com o ambiente.

Aquilo que Schuler e De Toni (2015) denominam de percepção é equivalente ao termo “impressão” empregado por Lukosevicius *et al.* (2019). Para esses autores, a imagem é intrinsecamente influenciada pelos sentidos, tornando-se suscetível a interpretações e rendimentos subjetivos (Lukosevicius *et al.*, 2019). Isso ocorre devido à existência de um distanciamento entre a aparência e a essência, entre a imagem e a substância. Nesse processo complexo, inúmeras lacunas são preenchidas por símbolos que evocam significados intrínsecos à percepção individual de cada pessoa. Esse entendimento deve ser aplicado de modo a moldar e manter uma imagem positiva. A organização deve se dedicar a uma abordagem abrangente de todas essas dimensões e, ao mesmo tempo, monitorar constantemente a percepção do público-alvo por meio de pesquisas de imagem. Isso implica cuidadosa administração das percepções, conforme destacado por Silva (2015), levando em consideração os indicadores de atributos associados a cada um dos níveis. Os atributos que se relacionam com esses níveis estão detalhadamente listados no Quadro 1, e se referem às características identificadas nas organizações (ressalta-se que os indicadores de marcas e produtos não são contemplados).

Quadro 1 – Sinalizadores de atributos de organizações

ATRIBUTOS SENSORIAIS	
SENTIDOS	CARACTERÍSTICAS
Visão, Audição, Tato, Olfato, Paladar e Sinestesia	Aspecto visual citado com as características sensoriais que influenciam a percepção do ambiente. Ele menciona aspectos visuais da arquitetura e das pessoas, sons do ambiente, temperatura e conforto, odores, memórias gustativas e sensações físicas.
ATRIBUTOS EMOCIONAIS	
EMOÇÃO	CARACTERÍSTICA
Apreciação, Ataque, Fuga, Medo, Percepção de masculinidade ou de feminilidade	Envolve o desejo de pertencimento e posse, com sentimentos de alegria, prazer e autovalorização. Raiva, tristeza e mau humor. Autodepreciação, desprezo e abandono. Inseguranças e temores diversos, como de ansiedade e fracasso. Enfatiza exigência, agressividade, poder e competitividade. Foco em acolhimento, calma, cooperação e sabedoria. Rituais e experiências emocionais intensas.

ATRIBUTOS RACIONAIS	
SINALIZADOR	CARACTERÍSTICA
Benefícios, Funcionalidade, Características, Relações Causais, Estrutura e Ordem	A interação com uma organização pode satisfazer necessidades individuais e oferecer vantagens práticas. Destaca a importância da eficiência, eficácia, estratégia e inteligência para gerar benefícios, além de mencionar características como precisão e rapidez que contribuem para isso. Aborda o impacto desse relacionamento na vida pessoal, considerando aspectos como hierarquia, status, relações de poder e normas de conduta associadas ao objeto.
ATRIBUTOS AFETIVOS	
SENTIMENTO	CARACTERÍSTICA
Reconhecimento, Respeito e Valorização	Diferentes sentimentos e suas características associadas. O reconhecimento envolve aspectos como acolhimento ou rejeição, proteção ou descaso, e a criação de um sentido de pertencimento ou inadequação, refletindo no clima organizacional. O respeito é caracterizado pela admiração ou desconsideração e pelo cuidado ou descaso. Já a valorização refere-se ao reconhecimento do valor do objeto em relação aos grupos sociais, destacando a colaboração, solidariedade e a capacidade de promover trocas justas.
ATRIBUTOS SIMBÓLICOS	
ATRIBUTO	CARACTERÍSTICA
Capacidade de autorrepresentação para o mundo, Autorrepresentação para Si Mesmo, Analogias e Metáforas	O relacionamento com a organização influencia a construção da imagem pessoal do indivíduo, gerando sentimentos de orgulho ou vergonha em relação à sua pertença. Ele explora o significado dessa relação para a auto percepção do indivíduo. O objeto como é...
ATRIBUTOS VISIONÁRIOS	
ATRIBUTO	CARACTERÍSTICA
Distorções criativas, Ilusões, visão Ideal	Projeções sobre o desenvolvimento futuro do objeto, expectativas mal atendidas, no contato com o objeto, projeções sobre como gostaria que o objeto fosse.
ATRIBUTOS AXIOMÁTICOS	
ATRIBUTO	CARACTERÍSTICA
Conexões com a missão de vida, Princípios e Valores	O texto discute como o contato com a instituição pode apoiar ou obstruir a missão de vida do indivíduo, refletindo se os valores e propósitos da organização estão alinhados ou desalinhados com os seus princípios pessoais.

Fonte: Adaptado de Schuler e De Toni (2015, p. 152-156).

Noronha (2017) afirma que, durante a percepção de algum atributo de um objeto, o indivíduo testa rapidamente várias hipóteses relativas aos preceptores, baseados no que se sente (percepção sensorial e emocional), no que se sabe (percepção mental e axiomática) e no que se infere (representação mental). As percepções são neste contexto, um conjunto de processos psicológicos e mentais,

que permitem a pessoa organizar, sintetizar, reconhecer e fornecer significado às sensações e estímulos ambientais.

Abordando a relevância da gestão da imagem, além do que já foi exposto, é crucial destacar a perspicácia de Schuler e De Toni (2015). Eles ressaltam que as imagens representam um dos recursos intelectuais mais substanciais à disposição da humanidade e que, por meio da imagem, é possível influenciar e orientar o comportamento de compra das pessoas. Este ponto de vista encontra respaldo nas palavras de Rodrigues *et al.* (2017), que concordam com os autores e enfatizam a importância para qualquer organização de compreender a formação de sua imagem, com a finalidade de moldá-la através de estratégias planejadas, renovadas, criadas e mantidas, com o objetivo de consolidar uma imagem positiva e confortável.

2.1 PRIVATIZAÇÕES NO BRASIL

Para Mânica (2019), a privatização conceitua-se em abranger toda e qualquer forma por meio da qual se elimina ou mitiga a intervenção estatal na gestão de tarefas e bens necessários à satisfação de necessidades sociais. Teles e Dias (2022) mencionam que durante o processo de privatização, o Estado passou a controlar as empresas estatais vendidas ao setor privado por meio de reguladores.

Para Pinheiro e Giambiagi (1992), a privatização tornou-se, um meio de sinalizar estabilidade, ainda que precária, a um mercado muito preocupado com a situação fiscal e as possibilidades de sustentação da política cambial. Dessa forma, a privatização atraiu muito capital estrangeiro, atendendo as expectativas dos analistas de mercado. Conclui-se, portanto, com base no pensamento de Noronha Junior (2017), que o amplo apoio às privatizações ocorreu não apenas pela necessidade de arrecadar recursos para a estabilização das contas públicas, mas para liberar o Estado para uma atuação mais eficiente em atividades consideradas tipicamente estatais, por exemplo, saúde, educação e segurança.

2.2 OPERAÇÕES PORTUÁRIAS E O PORTO DE ITAJAÍ

A atividade portuária é, além de essencial para o desenvolvimento econômico, uma estrutura logística que está dependente das flutuações do comércio exterior e sua constante demanda por tecnologia, sendo que a área da inovação, tecnologia e sustentabilidade são o tripé de assuntos importantes e tendências para o setor há muitos anos (Logweb, 2019).

O transporte marítimo desempenha um papel fundamental no comércio internacional, abrangendo, em volume, mais de 80% do total de cargas trocadas entre os países. Para as nações em desenvolvimento, esse domínio tende a ser ainda maior (UNCTAD, 2020). Para Davydenko e Fransen (2019), os portos se empenham na melhoria do desempenho com relação ao manuseio do navio, o que torna a operação difícil devido ao número de partes envolvidas no processo de manuseio e a complexidade dos processos de embarque e descarga, compartilhamento de informações, e a necessidade de sincronizar atividades de diferentes prestadores de serviços. Acciaro *et al.* (2014) completam ainda, mencionando que o crescimento contínuo do comércio internacional tornou a logística portuária cada vez mais importante na cadeia produtiva global, pois mais de 85% da carga mundial é transportada por via marítima.

No Brasil, existem 36 Portos Públicos organizados. Nessa categoria, encontram-se os portos com administração exercida pela União, no caso das Companhias Docas, ou delegada a municípios, estados ou consórcios públicos. A área destes portos é delimitada por ato do Poder Executivo segundo art. 2º da Lei nº 12.815 de 5 de junho de 2013. Na esfera de competências do Ministério da Infraestrutura, segundo as atribuições definidas no art. 65 da Lei nº 12.815/2013, encontram-se outros quatro portos fluviais delegados a estados e municípios. É importante frisar que a Secretaria Nacional de Portos e Transportes Aquaviários (SNPTA) usa como classificação de porto marítimo ou fluvial o tipo de navegação longo curso ou interior, e não por localização geográfica. Por exemplo, o Porto de Manaus é geograficamente fluvial/rio, entretanto na classificação da SNPTA é considerado marítimo por receber embarcações de linhas oceânicas (Brasil, 2020).

De acordo com Schmitt (2018), o Porto de Itajaí, localizado na foz do rio Itajaí-Açu, no litoral norte do estado de Santa Catarina, está estrategicamente localizado próximo a um dos mais importantes entroncamentos rodoviários do sul do Brasil, representado pelas rodovias BR101 e BR470. Na verdade, liga o complexo portuário formado pelo porto de Navegantes e o cais turístico de Guilherme Asseburg. Sua posição geográfica a coloca quase no meio do litoral da região sul, distante, cerca de 600 quilômetros das capitais de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo, além de outras importantes cidades, nesses quatro estados, que respondem por cerca de 50% do PIB do país.

O interesse pelo porto de Itajaí está relacionado à sua importância no contexto socioeconômico catarinense, bem como às recentes mudanças no espaço portuário da cidade, que visam atender às novas demandas, principalmente relacionadas às atividades decorrentes da movimentação de mercadorias, mas também atividades ligadas ao turismo, como o cais turístico Guilherme Asseburg inaugurado em setembro de 2000 e a maior regata de volta ao mundo "Volvo Ocean Race", que escolheu Itajaí como uma das dez paradas realizadas por ele (Schmitt, 2018). A Superintendência do Porto de Itajaí, na condição de Autoridade Portuária, é uma organização que integra a Administração Pública indireta do Poder Executivo Municipal de Itajaí e atua no modal aquaviário, como Autoridade Portuária sendo responsável pela gestão do Porto de Itajaí desde 16 de junho de 1995 (Porto de Itajaí, 2022).

O Decreto de 24/08/1990, dispõe sobre a descentralização da administração dos portos, hidrovias e eclusas que menciona, e através dele o Ministério da Infraestrutura, por intermédio do Departamento Nacional de Transportes Aquaviários, foi autorizado a descentralizar às sociedades de economia mista subsidiárias da Portobrás, mediante convênio e pelo prazo de um ano, a administração do Porto de Itajaí. Posteriormente, comprovada a importância econômica e social do Porto de Itajaí para a comunidade, Estado e região, o município de Itajaí, com amplo apoio dos itajaienses, sindicatos, trabalhadores portuários, entidades de classe, Vereadores, Deputados Estaduais e Federais, Senadores, entre outras lideranças, no ano de 1995 buscou-se junto à União a outorga de descentralização do Porto em favor do município (Porto de Itajaí, 2022). Em resposta ao pleito, através do Convênio de Descentralização Administrativa celebrado entre a UNIÃO, por intermédio do Ministério dos Transportes, com interveniência da CODESP, e o Município de Itajaí, homologado pela Lei Municipal de 16/06/1995, o Porto de Itajaí passou a ser administrado provisoriamente, pelo município de Itajaí.

Essa descentralização provisória, acrescidas de prorrogações de prazos por aditivos, vigorou até 31/12/1997, quando a União consentiu em desvincular o Porto de Itajaí da CODESP e delegar sua gestão diretamente ao município de Itajaí, com início de vigência em 01 de janeiro de 1998, pelo prazo de 25 anos, prorrogável por igual período, para exercer as atribuições e jurisdição de Autoridade Portuária, por meio da Administradora Hidroviária Docas Catarinense (ADHOC), atualmente denominada Superintendência do Porto de Itajaí (Porto de Itajaí, 2022).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considerando o interesse de analisar a configuração da imagem sobre o processo de privatização da autoridade portuária pública do Porto de Itajaí/SC na percepção da população local, o estudo assume caráter exploratório e descritivo. No caso deste estudo, o delineamento exploratório se justifica uma vez que não há registros de pesquisas que analisam a configuração da imagem sobre o processo de privatização no setor portuário na percepção da população local, optando pela utilização de técnicas exploratórias para obter dados.

No que tange ao referencial teórico, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, ou seja, baseada principalmente em fontes bibliográficas, com resultados relevantes na área. A pesquisa também foi realizada com auxílio de materiais disponibilizados na internet, artigos científicos, como também a contribuição de obras de alguns autores nas bases de pesquisa como o Google Acadêmico, *Scielo*, *Spell*, Periódicos Capes, bem como, artigos publicados em periódicos eletrônicos e textos encontrados em bancos de teses e dissertações.

Quanto a população da pesquisa, em se tratando de um processo de privatização da autoridade portuária pública do Porto de Itajaí no estado de Santa Catarina, no qual envolve direta e indiretamente de alguma forma a população local, ou seja, a comunidade em geral, constituída por toda a população de habitantes da cidade de Itajaí, segundo os dados do Censo 2022, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município contabilizou 264.054 habitantes.

A população da pesquisa engloba os habitantes da cidade de Itajaí em Santa Catarina, já mencionado acima, que entraram tanto na primeira fase (fase qualitativa – configuração de conteúdo), quanto na configuração de agrupamento. Entretanto, para a primeira fase (fase qualitativa – configuração de conteúdo) foi utilizada amostra probabilística aleatória simples, que corresponde a uma amostra de elementos retirados ao acaso da população, isto é, cada indivíduo é escolhido completamente ao acaso e cada membro da população tem a mesma probabilidade de ser incluído na amostra (Castanheira; Pereira, 2013).

Já para a segunda fase (fase quantitativa – configuração de conteúdo), foi necessário utilizar a amostragem não probabilística aleatória simples, com a seleção dos indivíduos por conveniência, visando a facilidade de acesso e disponibilidade, em vez de uma seleção aleatória, especialmente no caso desta pesquisa, onde o tempo e os recursos são limitados. A participação neste estudo foi mediante aprovação, por meio de questionário online, desenvolvido em formato eletrônico (*Google Forms*) e foi disponibilizado através de *links* para auto preenchimento por parte dos participantes.

Com o intuito de atingir os objetivos previamente delineados, esta pesquisa também se válida por meio do Método de Configuração de Imagem (MCI). O MCI adota uma abordagem dual da população estudada, começando com uma análise qualitativa inicial e seguida por uma abordagem quantitativa subsequente.

Optou-se pela utilização do MCI, de Schuler e De Toni (2015). O MCI encaixa-se neste objetivo e apresenta a abordagem mista, qualitativa em sua primeira fase, chamada configuração de conteúdo, e quantitativa em sua segunda fase, chamada configuração de agrupamento. Vale lembrar que o desenvolvimento do MCI foi iniciado por Schuler, em 2000, aperfeiçoado por De Toni, em 2005, e publicado por Schuler e De Toni (2015). Para cumprir o MCI, esta pesquisa seguiu os seguintes procedimentos: identificação dos públicos de interesse; escolha do público a ser estudado; seleção de amostra do público; realização da fase qualitativa (configuração de conteúdo): levantamento dos atributos salientes da imagem; identificação dos atributos da imagem; atribuição de valores de ordem e frequência aos atributos levantados; realização da fase quantitativa (configuração de agrupamentos).

Para cumprir o primeiro objetivo específico deste artigo, que busca compreender o contexto político e econômico relacionado às privatizações em geral, e em específico à possibilidade de privatização da Autoridade Portuária pública do Porto municipal de Itajaí, ao optar-se pela aplicação do MCI, a análise se dá início pela primeira etapa em sua fase qualitativa, que é a configuração de conteúdo, através de entrevista individual com 30 munícipes da cidade de Itajaí/SC. Nesta primeira etapa da abordagem qualitativa, os participantes da pesquisa puderam “[...] revelar espontaneamente o conteúdo das imagens mentais relacionadas com o objeto da pesquisa [...]” (Schuler; De Toni, 2015, p. 148). Assim, garantiu-se uma configuração do real conteúdo da imagem expresso e tratado na forma de atributos salientes da imagem do objeto estudado.

A fórmula para a geração da amostra probabilística utilizada foi a sugerida por Schuler e De Toni (2015, p. 204). Para calcular o tamanho da amostra probabilística aleatória, é necessário definir a margem de erro, o nível de confiança e a variância da população. Como essas informações não foram fornecidas, vamos utilizar valores padrão, conforme dados abaixo:

$$n = (Z^2 * p * q) / E^2$$

Onde:

n = tamanho da amostra

Z = valor crítico da distribuição normal padrão para o nível de confiança desejado (1,96 para um nível de confiança de 95%)

p = expectativa esperada da característica em estudo na população (valor desconhecido)

q = 1 - p E = erro amostral desejado em porcentagem (5% = 0,05)

Substituindo os valores na fórmula, temos:

$$n = (1,96^2 * 0,5 * 0,5) / 0,05^2 \quad n = 384,16$$

Para evitar a utilização de um número decimal como resultado, arredondamos para cima, obtendo assim:

$$n = 385$$

Portanto, para uma população de tamanho de 264.054 habitantes e, considerando uma margem de erro de 5% e um nível de confiança de 95%, sendo necessário coletar de pelo menos 385 indivíduos para estimar as proporções de Schuler e De Toni na população com uma margem de erro desejada.

Schuler e De Toni (2015) estabelecem que a realização da fase de Configuração de Conteúdo, na aplicação do MCI, seguindo três passos principais.

O primeiro trata da identificação dos atributos salientes da imagem de uma organização, marca ou produto, na mente dos respondentes. O segundo é a classificação dos atributos identificados em categorias de atributos sensoriais, emocionais, racionais, afetivos, simbólicos, visionários e axiomáticos.

Sendo assim, seguindo MCI (Schuler; De Toni, 2015), na primeira fase da pesquisa, para a amostra foi utilizado entrevista estruturada, com perguntas projetadas a fim de oferecer ao respondente estímulo para revelar atributos de todos os níveis de realidade conhecidos. Os respondentes foram instruídos a responder às questões de forma livre e espontânea, revelando a primeira ideia que lhes vem à mente, através da livre associação de ideias. Os entrevistadores, realizaram inicialmente uma introdução, com o objetivo de esclarecer dúvidas e explanar sobre o método ao entrevistado. Foi realizada entrevista, com roteiro de entrevista estruturada, para estimular os respondentes e assim se obter o maior número de atributos sobre o 'termo indutor', neste caso: a privatização da autoridade portuária pública do Porto de Itajaí no estado de Santa Catarina com 30 moradores da cidade de Itajaí, conforme apresentado na metodologia. Optou-se por realizar esta fase por escrito (dispensando a entrevista oral), e tomou-se o cuidado de, no momento da interpretação, condensar da melhor forma possível as respostas.

A partir da análise de conteúdo das respostas, foi realizado o primeiro tratamento, que categorizou as informações dadas pelos entrevistados, utilizando recursos da semântica, condensando as respostas em atributos e identificando padrões linguísticos latentes.

O terceiro passo é a atribuição de valores de ordem (VO) e valores de frequência (VF) aos atributos citados, visando à determinação de suas distâncias em relação ao termo empregado para estimular os respondentes a se manifestarem sobre o objeto pesquisado (Termo Indutor).

Para a realização da segunda etapa do MCI, partindo para a fase quantitativa (configuração de agrupamento), a fim de cumprir com o segundo objetivo específico desta pesquisa, onde: – mensurar a satisfação e a importância percebida pela população da cidade diante da possibilidade de privatização da autoridade portuária pública do Porto e; – busca-se: (1) selecionar a amostra para esta fase da pesquisa; (2) confeccionar e pré-testar os questionários com os atributos apurados na configuração de conteúdo (primeira fase); (3) mensurar o grau de importância dos atributos levantados na fase configuração de conteúdo; (4) medir o grau de satisfação dos atributos levantados na fase configuração de conteúdo.

A partir do levantamento dos atributos da configuração de conteúdo (fase 1), foi elaborado um questionário de importância e satisfação, no qual, foram apresentados em forma de lista, os atributos levantados, seguidos de uma escala (de 0 a 10) sobre a qual o respondente manifestou-se. Importa saber que o questionário foi desenvolvido *on-line*, de maneira que já contribua na construção do banco de dados, e principalmente fornecendo um melhor meio de acesso ao público alvo.

A próxima etapa é a classificação e categorização dos atributos latentes nas entrevistas, no MCI, esta fase se deu pela categorização e agrupamento dos atributos ligados à imagem da organização. Foi imputado, a cada atributo, um valor total (VT),

que é a soma do valor de ordem (VO) e do valor de frequência (VF) e elaborado o gráfico de proximidade com o termo indutor (processo de privatização da autoridade portuária pública), que revelou a imagem central, primeira periferia, segunda periferia e margem.

Na configuração de conteúdo (fase um), foram atribuídos valores de ordem e de frequência aos atributos levantados, com relação ao termo indutor, proposta pelo MCI, de Schuler e De Toni (2015), onde são atribuídos: o valor de frequência (VF) – número de vezes que o tributo foi citado; o valor de ordem (VO) – atribui-se uma nota de 1 a 5, conforme ordem de citação, onde, a partir do sexto atributo, não recebe mais o VO, recebe apenas o VF; e o valor total (VT) – soma dos valores de ordem e de frequência. Estes dados foram expostos em forma de tabelas e gráficos, no qual os dados coletados foram digitados, tratados, categorizados e processados em planilhas do Programa *Microsoft Excel*®.

Quanto à análise quantitativa, na configuração de agrupamento (fase dois), foi utilizada a Análise Fatorial Exploratória (AFE), que resultou na apresentação do Gráfico de Configuração de Imagem (GCI). Após a aplicação do questionário ao público estudado, os dados obtidos foram dispostos em um banco de dados para aferição das médias gerais de importância e satisfação dos atributos e da geração dos fatores de importância e satisfação. A AFE foi realizada através do *software Factor Analysis, versão 12.04.05*, com o objetivo de definir as relações mais fortes encontradas entre os atributos da imagem pesquisada.

A última etapa do MCI, é a construção do mapa mental, por meio do GCI. O GCI é, segundo Schuler e De Toni (2015, p. 173), um mapa conceitual, “[...] onde os atributos serão dispostos de acordo com os valores que lhes forem atribuídos no tratamento dos dados”. No tratamento dos resultados, foram validados os resultados brutos, e mensuradas a importância e satisfação dos atributos da imagem, que resultou na elaboração de um mapa conceitual por meio do CGI.

4 RESULTADOS

4.2 RESULTADOS DA FASE QUALITATIVA – ANÁLISE DA CONFIGURAÇÃO DE CONTEÚDO

A primeira fase do MCI, de abordagem qualitativa, denominada configuração de conteúdo, seguiu os seguintes procedimentos: selecionou-se a amostra para essa fase da pesquisa: neste caso, a amostra contou com 30 (trinta) respondentes munícipes da cidade de Itajaí/SC; fez-se um pré-teste da entrevista estruturada junto ao público específico; identificaram-se os atributos salientes da imagem da organização estudada na mente dos respondentes; classificaram-se os atributos identificados em categorias (sensoriais, emocionais, racionais, afetivos, simbólicos, visionários e axiomáticos; e, por fim, realizou-se a atribuição de valores de ordem (VO), de frequência (VF) e total (VT) aos atributos citados e determinou-se a distância em relação ao termo indutor.

4.2.1 Identificação dos atributos salientes da imagem referente a possibilidade de privatização da Autoridade Portuária pública do Porto municipal

Para a fase qualitativa (configuração de conteúdo) foi realizada entrevista, com roteiro de entrevista estruturada, com 30 moradores da cidade de Itajaí/SC, conforme já apresentado na seção anterior. Optou-se por realizar esta fase por escrito

(dispensando a entrevista oral), durante a fase de interpretação, foram cautelosamente sintetizadas as respostas da maneira mais eficaz. A partir da análise de conteúdo das respostas, foi realizado o primeiro tratamento, que categorizou as informações dadas pelos entrevistados, onde os atributos identificados foram separados em categorias, segundo nível de percepção, ou seja, atributos sensoriais, emocionais, racionais, afetivos, simbólicos, visionários e axiomáticos. O Quadro 2 apresenta, portanto, um registro de todos os atributos citados pelos respondentes a cada uma das respostas do instrumento de pesquisa utilizado, listando as ideias mencionadas, já categorizadas.

Quadro 2 – Atributos da imagem da possibilidade de privatização da Autoridade Portuária Pública Municipal

DIMENSÃO	ATRIBUTOS DA IMAGEM DA POSSIBILIDADE DE PRIVATIZAÇÃO DA AUTORIDADE PORTUÁRIA PÚBLICA DO PORTO DE ITAJAÍ
Top of Mind	Melhorias (19) Investimento (17) Eficiência (14) Administração (12) Competitividade (12) Empregabilidade (12) Arrecadação (10) Despolitização (10) Crescimento (09) Economia (09) Qualidade (07) Renda (07) Lucro (05) Corrupção (04) Desburocratização (04) Perda (03) Desvalorização (02) Retrocesso (01)
Afetiva	Tristeza (04) Medo (03) Perda do símbolo da cidade (06) Esperança (02) Felicidade (02) Ansiedade (01) Curiosidade (01) Desprezo (01) Frustração (01) Injustiça (01) Perfeição (01) Preocupação (01) Tranquilidade (01) Felicidade (01)
Emocional	Eficiência (14) Administração (12) Despolitização (10) Organização (07) Qualidade (07) Burocracia (04) Perdas (03) Injustiça (01)
Racional	Empregabilidade (12) Despolitização (10) Crescimento (09) Economia (09) Renda (07) Transparência (03) Esperança (02) Ética (01) Moralidade (01)
Sensorial	Visual (15) Sons (07) Fumaça (01) Movimentação de pessoas (01)
Simbólica	Economia (09) Satisfação (02) Bem estar (01) Confiança (01) Prosperidade (01) Stress (01) Orgulho (01) Desenvolvimento (01) Finanças (01)
Visionária	Competitividade (12) Crescimento (09) Modernização (06) Decepção (01) Oportunidade (01) Prejuízo (01) Longevidade (01)
Axiológica	Corrupção (04) Transparência (03) Descrença (01) Empreendedorismo (01) Ética (01) Honestidade (01) Inteligência (01) Justiça (01) Moralidade (01) Paciência (01) Social (01) Responsabilidade (01)
Pontos de comparação	Portonave (04) APM (01) WEG (01) Correios (01) Eletrobras (01) Vale (01) Telesc (01) Magazine Luiza (01) Máfia Italiana (01) Dolly (01)
Projeção	Leão (08) Urubu (03) Fênix (02) Ave (02) Cachorro (01) Gato (01) Gnu (01) Tigre (01) Onça (01) Cavalo (01) Raposa (01) Águia (01) Bicho Preguiça (01)

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Identificou-se os atributos que fazem parte da configuração da imagem coletiva, devido a alta frequência de aparição deste atributo, no grupo de respondentes composto pelos munícipes da cidade de Itajaí/SC, são eles: Arrecadação, no qual foram agrupados termos encontrados nas entrevistas, tais como: renda, receita, recursos e lucro; Investimentos: melhorias, desenvolvimento, crescimento, valorização, entre outros; Perda do símbolo principal da cidade: medo, frustração,

orgulho e *stress*; Eficiência: qualidade, agilidade, inteligência e potencial; Empregabilidade: esperança, felicidade, satisfação; Aparência do porto cheio: movimentação, contêineres, máquinas, caminhões, entre outros; Economia: prosperidade, riqueza, finanças; Competitividade: modernização, desburocratização; atratividade; Transparência: corrupção, monopólio, despolitização, confiança, entre outros.

Após analisar os atributos encontrados, realizou-se a sua distribuição em categorias, considerando os sinalizadores de atributos apresentados no Quadro 3 e análise de conteúdo realizada. Desta forma, as distintas categorias dos atributos foram representadas graficamente considerando as diferentes dimensões humanas, nas quais, “[...] pelas tradições e abordagens holísticas do ser humano, adotou-se como padrão de cores o mesmo que normalmente é utilizado pela abordagem holística para representar as diferentes dimensões que compõem a consciência do homem.” (Schuler; De Toni, 2015, p. 163).

Quadro 3 – Categorização dos atributos da imagem

DIMENSÃO	ATRIBUTOS DA IMAGEM DA POSSIBILIDADE DE PRIVATIZAÇÃO DA AUTORIDADE PORTUÁRIA PÚBLICA DO PORTO DE ITAJAÍ
Afetiva	Perda do símbolo principal da cidade
Emocional	Arrecadação – Investimento – Eficiência
Racional	Empregabilidade
Sensorial	Aparência do porto cheio
Simbólica	Economia
Visionária	Competitividade
Axiológica	Transparência

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Após esta categorização, passou-se à atribuição do Valor de Ordem, Valor de Frequência e Valor Total – segunda etapa da fase qualitativa (configuração de conteúdo) a seguir.

4.2.2 Atribuição de valores de ordem e de frequência aos atributos levantados

A segunda etapa da primeira fase do MCI – fase qualitativa (configuração de conteúdo) – tem como objetivo atribuir o Valor de Ordem, o Valor de Frequência e o Valor Total dos atributos latentes encontrados na primeira operação. O valor de ordem (VO) está relacionado ao momento em que o termo foi citado e o valor de frequência (VF) está relacionado a quantas vezes o termo foi citado, visando a determinação de suas distâncias em relação ao termo possibilidade de privatização da Autoridade Portuária Pública do Porto de Itajaí. O VO é obtido pela atribuição de um peso de acordo com a ordem de citação: quando citado em primeiro lugar, recebe o valor 5; quando citado em segundo lugar, utiliza-se o valor 4 e assim sucessivamente, até a quinta citação tendo-se a partir do sexto, o VO igual a 0. Para Schuler e De Toni (2015), o VO elevado indica que o atributo foi lembrado em primeiro lugar, significando que várias pessoas lembraram dele prontamente. Em seguida, o VT é dado pela soma do VF e do VO, conforme pode-se observar no quadro 4.

Quadro 4 – Atribuição

ATRIBUTOS / ENTREVISTADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Valor de Ordem (VO)	Frequência de Citação (VF)	Valor Total (VT) VO + VF
Investimento	5	5	6	1	-	4	3	-	-	-	5	4	4	4	-	4	5	3	3	-	5	4	3	3	4	4	2	2	1	5	89	17	106
Arrecadação	4	3	3	5	2	2	2	1	4	-	4	3	10	5	5	2	2	6	5	-	5	-	4	1	2	5	2	2	1	2	92	10	102
Empregabilidade	2	4	4	4	-	2	2	2	3	5	5	2	2	-	7	3	-	1	1	2	1	2	2	3	-	3	-	2	3	1	68	12	80
Competitividade	4	4	2	2	4	-	1	2	2	1	-	2	4	4	-	5	4	4	-	2	1	5	-	2	2	-	1	-	-	1	59	12	71
Economia	3	2	2	2	-	1	1	1	-	2	2	5	3	3	-	5	-	2	4	4	2	2	1	3	3	-	1	1	2	4	61	9	70
Transparência	5	2	1	4	-	1	5	1	2	-	2	2	4	3	3	5	1	5	-	4	1	3	1	2	-	1	2	1	-	5	66	3	69
Eficiência	2	2	1	-	2	1	1	1	-	5	-	6	1	-	-	2	3	4	-	2	2	1	1	2	2	-	5	-	4	-	50	14	64
Perda do Símbolo principal da cidade	1	-	1	1	2	4	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	4	2	1	3	3	5	2	2	1	-	4	2	56	3	59
Aparência do Porto Cheio	1	-	2	-	1	1	2	-	1	1	4	-	2	2	2	2	2	-	4	2	2	3	1	1	-	1	1	2	2	2	44	1	45

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Após esse primeiro tratamento de classificação dos atributos, foi efetuada a divisão por quartis, determinando assim a localização dos atributos em relação ao termo indutor. Schuler e De Toni (2015) atestam que o quarto quartil representa a imagem central, o terceiro quartil representa a primeira periferia da imagem, o segundo quartil, a segunda periferia e o primeiro quartil a margem – para atribuir a zona de proximidade dos atributos com o termo indutor, é utilizado o valor total (VT).

Em síntese, o MCI pressupõe que os atributos pertencentes à Imagem Central de determinado objeto “são os que apresentam a maior prontidão e frequência de aparição, quando é evocada a ideia da organização, marca ou produto” (Schuler; De Toni, 2015, p. 172), inserindo-se também neste contexto a ideia da prestação de serviço.

Após realizar a fase da configuração de conteúdo, apresentar e analisar os resultados obtidos na fase qualitativa, passa-se à preparação da fase quantitativa (configuração de agrupamento), apresentada a seguir.

4.2.3 Resultados da fase quantitativa – Análise da configuração de agrupamento

Nesta etapa, de abordagem quantitativa, que é executada com uma amostra do mesmo universo da etapa configuração de conteúdo, porém com um número maior de respondentes. Schuler e De Toni (2015) recomendam a utilização de amostras aleatórias para a realização desta etapa.

De acordo com as orientações do MCI de Schuler e De Toni (2015), nesta segunda etapa: (1) selecionou-se uma amostra representativa – 400 questionários respondidos por munícipes da cidade de Itajaí, que também fizeram parte do mesmo universo de pesquisa da primeira etapa; (2) produziu-se e pré-testou-se, com três professores do programa de mestrado e com três servidores portuários municipais, os questionários com os atributos apurados na configuração de conteúdo (apurados na primeira fase); (3) mensurou-se o grau de importância dos atributos levantados na fase de configuração de conteúdo; (4) constatou-se o agrupamento dos atributos em fatores de satisfação. O questionário foi disponibilizado de forma online.

Nesta etapa de configuração de agrupamento, o objetivo consistiu em medir a satisfação percebida e medir o grau de importância nos atributos da imagem identificados na etapa configuração de conteúdo, bem como em agrupar os atributos em fatores de satisfação e importância. Para tanto, foi aplicado um questionário eletrônico concebido com esses atributos definidos na etapa anterior. Tal instrumento foi acompanhado de escala de intervalo do tipo *Likert* de 10 pontos, sendo 1 o grau

de menor satisfação e 10 o grau de satisfação extrema. As perguntas que guiaram esta fase foram: Dê uma nota de 0 a 10 para a IMPORTÂNCIA que tem para você TAL ATRIBUTO; Dê uma nota de 0 a 10 para a sua SATISFAÇÃO com esse mesmo aspecto da possível privatização da Autoridade Portuária pública do Porto de Itajaí/SC, sendo repetida para os nove atributos (investimento, arrecadação, empregabilidade, competitividade, economia, transparência, eficiência, perda do símbolo principal da cidade, aparência do porto cheio).

Para a fase quantitativa (configuração de agrupamento) foi realizada pesquisa do tipo *survey* utilizando-se um formulário do *Google Forms* para toda a população, avaliando-se os fatores de importância e satisfação relativos a cada uma das afirmativas em dezoito questões relativas aos atributos levantados na fase qualitativa (configuração de conteúdo). Foram obtidos 402 questionários respondidos, sendo 02 desconsiderados, pois foram omissos em suas respostas em todas as perguntas. Por fim, com o tempo médio gasto pelos respondentes do pré-teste foi em torno de seis a oito minutos, assim, avaliou-se se o layout de maneira agradável aos respondentes, onde o tempo gasto no preenchimento do questionário não era excessivo a ponto de desanimar os participantes.

Inicialmente, nesta etapa foi realizada a média simples, quando foram somadas todas as respostas e dividido pela quantidade de respondentes. Os valores no quadro 5 correspondem às médias.

Quadro 5 – Média dos atributos (satisfação x importância)

	ATRIBUTOS	IMPORTÂNCIA	SATISFAÇÃO	DIFERENÇA NA MÉDIA
1	Investimento	8,87	7,87	1
2	Arrecadação	8,58	7,6	0,98
3	Empregabilidade	8,71	7,75	0,96
4	Competitividade	8,62	7,82	0,8
5	Economia	8,93	7,68	1,25
6	Transparência	8,32	7,36	0,96
7	Eficiência	8,89	7,89	1
8	Perda do símbolo principal da cidade	6,41	6,36	0,05
9	Aparência do porto cheio	8,67	7,24	1,43

Elaborado pelos autores (2024).

Em primeira análise, observa-se no quadro 8 que em nenhum dos atributos, a média de satisfação é maior que a média de importância em todas as questões aplicadas, podendo-se inferir que os respondentes se importam mais com os atributos avaliados do que estão satisfeitos com os mesmos atributos pertinentes a possibilidade de privatização da Autoridade Portuária pública do Porto de Itajaí/SC. Segundo Schuler e De Toni (2015, p. 209), uma média de importância maior do que a média de satisfação indica que o objeto testado não está correspondendo às expectativas do público pesquisado, ou seja, a população respondente percebe de forma altamente importante que a privatização da autoridade portuária pública gere investimentos, arrecadação, empregabilidade, competitividade, economia, transparência, eficiência, perda do símbolo principal da cidade e aparência do porto cheio, mas estão insatisfeitos com a situação atual, pois a mesma não está entregando isto no ponto de vista da população.

O atributo que mais se destacou negativamente, tendo a maior diferença de média entre importância e satisfação ($\neq 1,43$), foi o referente à “aparência do porto cheio”, onde a satisfação teve uma nota efetivamente inferior à importância (8,67 e 7,24 respectivamente). Porém, é importante destacar que este não foi o atributo com menor importância segundo o público pesquisado, comparado aos demais atributos. A “aparência do porto cheio”, conforme Schuler e De Toni (2015, p. 152) sinalizam que está ligado ao atributo saliente da imagem sensorial, onde tem-se o aspecto visual citado, podendo ser da arquitetura, das instalações, do tamanho (quando se refere à aparência), da frota, do aspecto físico das pessoas, das comunicações (das formas de representação) e da estética, isso evidencia que a população demonstra pouco interesse ou preocupação por esse atributo.

Ainda dentro desta perspectiva de análise dos atributos com parecer negativo, considerando a menor média recebida tanto no grau de importância, quanto na média recebida por satisfação, tem-se a “perda do símbolo principal da cidade” (6,41 e 6,36 respectivamente), com atenção também na menor diferença entre as médias apresentadas de 0,05 que está relacionado aos sinalizadores de atributos afetivos.

O quadro 6, apresenta os atributos relacionados à imagem referente a possibilidade da privatização da Autoridade Portuária pública do Porto de Itajaí/SC. Destacam-se na primeira coluna com o número que o atributo recebeu e que irá acompanhá-lo no Gráfico de Configuração de Imagem (GCI), na segunda coluna consta o nome do atributo, seguindo da terceira coluna com a categoria à qual o atributo pertence, na quarta coluna o VT, e na quinta e sexta colunas, a média de importância e a média de satisfação.

Quadro 6 – Listagem geral dos atributos encontrados

	ATRIBUTOS	CATEGORIA	VT	IMPORTÂNCIA	SATISFAÇÃO	DIFERENÇA NA MÉDIA
1	Investimento	Emocional	106	8,87	7,87	1
2	Arrecadação	Emocional	102	8,58	7,6	0,98
3	Empregabilidade	Racional	80	8,71	7,75	0,96
4	Competitividade	Visionária	71	8,62	7,82	0,8
5	Economia	Simbólica	70	8,93	7,68	1,25
6	Transparência	Axiológica	69	8,32	7,36	0,96
7	Eficiência	Emocional	64	8,89	7,89	1
8	Perda do símbolo principal da cidade	Afetiva	59	6,41	6,36	0,05
9	Aparência do porto cheio	Sensorial	45	8,67	7,24	1,43

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Os atributos listados pertencem às categorias: emocional, racional, visionária, simbólica, sensorial e axiológica.

A análise de proporcionalidades das categorias dos atributos sugere que, de modo geral, os envolvidos na pesquisa mantêm uma imagem emocional (33,34%) da possibilidade de privatização da Autoridade Portuária pública do Porto de Itajaí. E além disso, em menor porcentagem, 11,11% dos munícipes que participaram da pesquisa, demonstram manter uma imagem racional, visionária, simbólica, axiológica, afetiva e sensorial com o objeto pesquisado.

Após a análises das médias, realizou-se a Análise Fatorial exploratória (AFE), que, segundo Schuler e De Toni (2015), além de ser um dos objetivos da fase de configuração de agrupamento, permite traçar as relações encontradas entre os atributos da imagem da possibilidade de privatização da Autoridade Portuária pública do Porto de Itajaí.

Em outras palavras, a AFE é uma técnica estatística que estuda correlações entre um grande número de variáveis, agrupando-as em fatores. Com a realização da AFE é possível que se tenha uma redução nos dados, criando-se um conjunto menor de variáveis. No que tange ao processo de tratamento e análise dos dados coletados por meio da aplicação do questionário eletrônico à população da cidade de Itajaí/SC, utilizou-se o *software Factor Analysis*, versão 12.04.05.

Na análise fatorial, não foi necessário apresentar a solução rotacionada ou suprimir da análise os valores de coeficiente absolutos abaixo de 0,4 pois a análise retornou apenas um agrupamento. Na análise inicial, a Medida *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) de adequação de amostragem está em 0,915 (acima de 0,8 que é o mínimo exigido), e a significância do teste de esfericidade de *Bartlett* é 0. Todas as variáveis latentes estão acima de 0,5.

O resultado das análises dos índices de importância e de satisfação, apresentados na tabela 1, também demonstraram confiabilidade dos resultados com valores alfa de *Cronbach* em 0,91. O Alfa de *Cronbach* é uma medida de confiabilidade, que varia de 0 a 1, onde quanto mais próximos de 1, maior a confiabilidade entre os indicadores. Field (2009) afirma que o uso de análise fatorial com a prerrogativa de apurar a confiabilidade da escala é realizada por meio de alfa de *Cronbach*, sendo que um valor de 0,7 até 0,8 é aceitável para o alfa de *Cronbach*, e valores substancialmente baixos indicam uma escala não confiável.

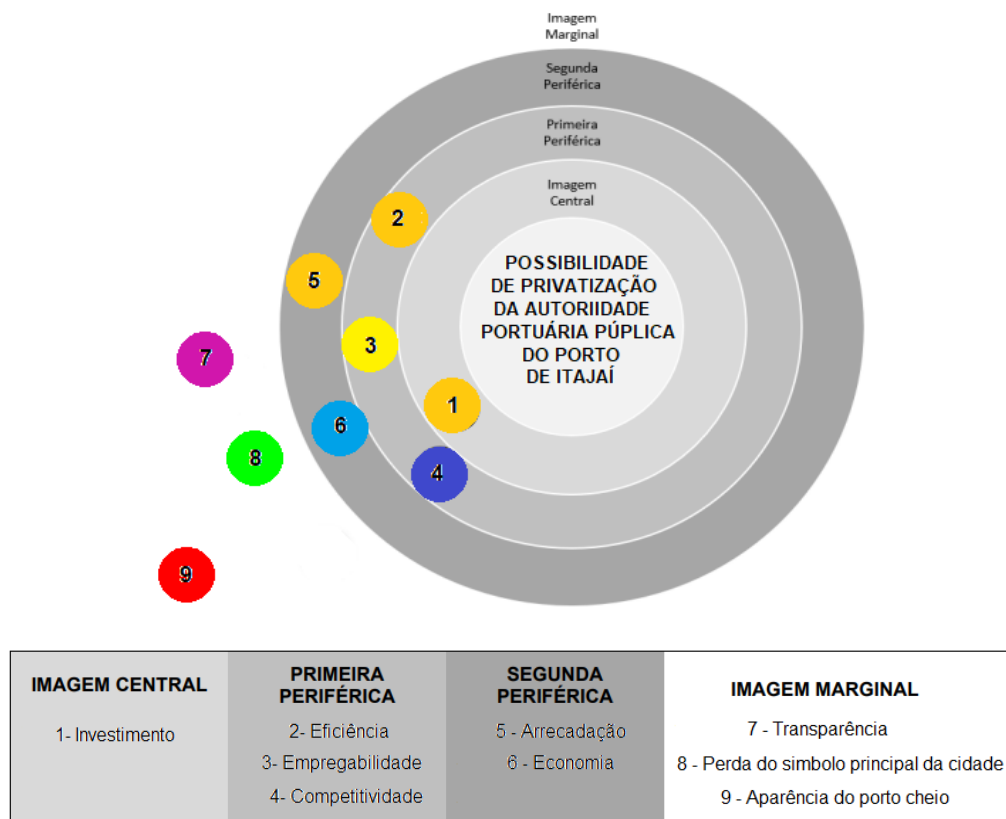
Com a realização da AFE foi possível obter a carga de cada atributo e, desta forma, identificar se eles possuem correlação entre si, sendo que atributos com carga menor que 0,6 demonstram baixa correlação. Na análise fatorial, tenta-se reduzir a matriz-R à sua dimensão subjacente, investigando quais variáveis parecem se agrupar de maneira significativa (Field, 2009). A AFE identifica variáveis que “caminham juntas” (covariância), ou seja, variáveis que apresentam a mesma estrutura subjacente (Tabachnick; Fidell, 2007).

Feita a análise fatorial exploratória, o próximo passo foi construir o Gráfico de Configuração de Imagem (GCI) da possibilidade de privatização da Autoridade Portuária publicado do Porto municipal perante a população da cidade de Itajaí.

O GCI apresenta atributos com os mais altos valores totais, que se localizam na área de Imagem Central (atributos prontamente lembrados e, que foram recordados por maior número de pessoas), seguidos dos atributos um pouco menos citados, posicionados nas Primeiras e Segundas Periféricas. Já a Imagem Marginal reúnem atributos relativamente menos citados, o que induz a interpretação de que foram um pouco menos lembrados. Schuler e De Toni (2015) destacam que a organização do GCI acolhe os atributos citados pelos respondentes.

Neste modelo de GCI, é possível identificar o conjunto de atributos que compõem a imagem do objeto estudado e sua proximidade com relação ao Termo Indutor. Com base nos critérios adotados para delimitar as imagens, central e periférica, do objeto da pesquisa – a divisão em quartis –, dispõem-se os círculos concêntricos nas diferentes áreas de proximidade. Cada círculo corresponde a um atributo. Eles são dispostos de acordo com sua proximidade em relação ao Termo Indutor. Neste, também se verifica a que tipo de categoria cada atributo pertence, assim como a indicação de satisfação percebida de cada atributo em relação aos respondentes. Os atributos considerados mais satisfatórios são aqueles que apresentaram um valor de satisfação acima da média na mensuração desse quesito. A Figura 1 mostra uma legenda explicativa para o GCI.

Figura 1 – Gráfico de Configuração de Imagem (GCI) da possibilidade de privatização da Autoridade Portuária pública do Porto municipal percebida pela população da cidade de Itajaí



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Apurou-se que, a população da cidade de Itajaí/SC percebe a possibilidade da privatização da Autoridade Portuária pública do Porto municipal, fortemente ligada aos investimentos.

Considerando as avaliações sobre os atributos encontrados na primeira fase do MCI – configuração de conteúdo – obteve-se espontaneamente revelado o conteúdo das imagens mentais relacionadas pela população local, com a possibilidade da privatização da Autoridade Portuária pública do Porto de Itajaí. Os atributos salientes da imagem, após a atribuição do VO e VF, foram: investimento > arrecadação > empregabilidade > competitividade > economia > transparência > eficiência > perda do símbolo principal da cidade > aparência do porto cheio, em ordem que determinou suas distâncias em relação ao termo indutor (possibilidade de privatização da Autoridade Portuária pública do Porto de Itajaí – termo empregado para estimular os respondentes a se manifestarem sobre o objeto pesquisado).

Os atributos acima mencionados, que formam a imagem mental da população local, frente à possibilidade de privatização da Autoridade Portuária pública do Porto de Itajaí, pertencem às categorias: emocional, racional, visionária, simbólica, axiológica, afetiva e sensorial, sendo que três dos nove atributos levantados, foram reconhecidos com sinalizadores emocionais. O investimento no qual se referem os entrevistados, está relacionado às melhorias, qualificação, tecnologia e obras, que podem gerar consequentemente economia, competitividade, arrecadação e empregabilidade, que também são os atributos destacados na pesquisa. A

transparência, por sua vez, está relacionada às ações desempenhadas no cotidiano, no qual exigem maior clareza nos objetivos e nos serviços prestados. Por fim, os atributos perda do símbolo principal da cidade e aparência do porto cheio, estão ligados aos sentimentos criados em relação a forma em que o porto se encontrava na ocasião da pesquisa, e que vieram a tona em suas mentes quando questionados dentro das dimensões afetiva e sensorial, durante o levantamento dos atributos da pesquisa.

Pode-se, portanto, concluir que a categorização dos atributos da configuração de conteúdos, revela que o nível de realidade que se dá a relação do entrevistado com a população local é a categoria emocional.

Ao compor as considerações avaliativas sobre os valores e média de importância e de satisfação para cada atributo, realizada na segunda fase do MCI – configuração de agrupamento – apurou-se, em primeira análise, que em nenhum dos atributos a média de satisfação é maior que a média de importância.

Segundo Schuler e De Toni (2015, p. 209), uma média de importância maior do que a média de satisfação indica que o objeto testado não está correspondendo às expectativas do público pesquisado. A maior média de satisfação foi o atributo eficiência, que, quanto à importância, classificou-se em segundo na média, e investimento em primeiro, o que aponta para análise é que estes dois atributos são esperados e classificados como de suma importância na possibilidade de privatização da Autoridade Portuária pública do Porto de Itajaí, assim satisfazendo as expectativas do público pesquisado.

A segunda maior média de satisfação diz respeito a investimentos, onde este atributo ficou, quanto a importância, em terceiro lugar, o que denota que, este atributo merece também, uma atenção especial.

A terceira maior média de satisfação está relacionada à competitividade, que em relação a sua importância, ficou em sexto lugar, demonstrando não ser um atributo com muita importância, porém um atributo que gera satisfação em seus usuários.

O atributo empregabilidade, ficou na quarta posição no grau de satisfação e também no grau de importância, em ambas as avaliações, estes atributos demonstram uma linha de medida em igual preocupação da população de Itajaí.

Os atributos transparência, perda do símbolo principal da cidade e aparência do porto cheio, foram os que obtiveram menor média de satisfação e de importância, onde ambos ficaram abaixo do sexto lugar.

Por meio da visualização dos atributos no GCI, Schuler e De Toni (2015) apontam que, partindo da observação de um Gráfico de Configuração da Imagem (GCI) permite identificar aspectos importantes sobre o estado atual da imagem de uma organização, marca ou produto para um público específico. O Método de Configuração da Imagem propõe uma forma um tanto quanto padronizada por dispor dessas conclusões, de modo a facilitar a discussão da Direção e dos Gerentes interessados. O objetivo do Gráfico da Configuração da Imagem (GCI) é fornecer insights para a gestão da imagem de uma organização, marca ou produto. Assim sendo, a partir da posição relativa de cada atributo no gráfico, é possível direcionar as estratégias de comunicação de acordo com os objetivos da organização. Essas estratégias são propostas em um relatório tipo tabela, em que os principais atributos são analisados de acordo com suas posições, os valores e as relações encontradas, gerando direções possíveis para a melhor gestão daquela imagem específica.

No caso desta pesquisa, foram elaborados apenas apontamentos pertinentes a imagem percebida pela população da cidade de Itajaí sobre a possibilidade da privatização da Autoridade Portuária pública do Porto municipal, um modelo de

Sugestões de Ações Estratégicas para a Gestão da Imagem (SAEGIs). A análise do GCI e a da SAEGIs permitem revelar alguns aspectos importantes, segundo De Toni (2005):

a) Quanto mais próximo um atributo estiver do Termo Indutor e quanto maior for sua importância relativa (quando medida) para os respondentes ou a satisfação percebida, possivelmente, maior será a força deste atributo para exercer algum tipo de influência.

b) Os atributos que estão localizados próximos ao Termo Indutor são aqueles mais estáveis e resistentes a mudanças, dependendo dessa aproximação da frequência e vivacidade com que determinado público percebe o atributo vinculado à imagem do objeto pesquisado. Logo, os atributos que estão no centro da imagem são aqueles que se conectam a ela de forma mais frequente, mais permanente e com maior impacto.

Ao finalizar as considerações avaliativas, é importante refletir perante os atributos economia, eficiência, investimento e aparência do porto cheio, que apresentaram diferença entre as médias de importância e as médias de satisfação, gerando uma pontuação acima de 1 de diferença em relação às médias dos demais atributos (Investimento 1,00; Arrecadação 0,98; Empregabilidade 0,96; Competitividade 0,80; Economia 1,25; Transparência 0,96; Eficiência 1,00; Perda do símbolo principal da cidade 0,05; Aparência do porto cheio 1,43). Pode-se afirmar que a imagem percebida pela população da cidade de Itajaí, frente à possibilidade da privatização da autoridade portuária pública do porto municipal, encontra-se parcialmente negativa, ficando exposto através destas análises, onde o maior percentual se mostra insatisfeito diante do atual cenário em que vive o Porto de Itajaí.

A explicação sobre os procedimentos de tratamento e análise dos dados e em face das informações apresentadas, é válido e necessário reiterar que a escolha do MCI para esta pesquisa, se mostrou pertinente por se tratar de um método que prioriza a percepção de determinado público acerca dos atributos do objeto analisado. O MCI empenha-se em evitar que se deposite na configuração da imagem de determinado objeto o viés de percepção dos gestores que podem destacar os atributos do objeto de modo diferente daqueles percebidos pelos usuários ou clientes – no caso desta pesquisa, a população da cidade de Itajaí/SC.

5 CONCLUSÕES

A pesquisa se propôs a analisar a imagem percebida pela população da cidade de Itajaí/SC frente a possibilidade de privatização da autoridade portuária pública do porto. A resposta para a questão problema desta pesquisa, que buscou analisar qual a configuração da imagem sobre a possibilidade de privatização da autoridade portuária pública do Porto de Itajaí/SC na percepção da população local, se deu inicialmente com a utilização do MCI, possibilitando encontrar os atributos que estão ligados a imagem percebida pelos munícipes da cidade de Itajaí, frente à possibilidade de privatização da autoridade portuária pública do Porto, e avaliar qual a importância e nível de satisfação de cada um destes atributos. Assim, considera-se que o objetivo proposto foi alcançado com sucesso.

Importante destacar que foi a primeira pesquisa de imagem realizada tendo a possibilidade de privatização da Autoridade Portuária pública no Porto de Itajaí/SC como objeto de estudo, considerando a ausência de estudos de imagem realizados no Brasil com a aplicação do Método de Configuração de imagem, que tratam de privatizações portuárias e também em eventos que ainda não ocorreram.

O primeiro objetivo específico foi avaliar o contexto político e econômico relacionado à possibilidade de privatização da autoridade portuária pública do Porto municipal de Itajaí, e o segundo objetivo específico foi mensurar a satisfação e a importância, apresentadas pela população de Itajaí diante da possibilidade de privatização da autoridade portuária pública do Porto municipal de Itajaí. Durante as análises, foi importante entender as características e todo o contexto do cenário atual no período em que a pesquisa foi realizada, perante a possibilidade da privatização da autoridade portuária pública do Porto de Itajaí e, mediante tais características, entender a imagem percebida pela população, bem como, mensurar o grau de satisfação e de importância sob o objeto de estudo.

Os dados coletados na pesquisa, foram apresentados e analisados no capítulo anterior, onde tecem-se algumas considerações avaliativas. Foram encontrados 09 atributos da imagem que a população da cidade de Itajaí formou sobre a possibilidade da privatização da autoridade portuária pública do Porto municipal, no qual sua disposição específica foi exposta no GCI – onde sugere que, os munícipes mantêm principalmente, uma relação emocional frente a possibilidade de privatização da autoridade portuária pública do Porto. O porto da cidade de Itajaí sempre manteve uma conexão sólida com seus habitantes, não apenas por contribuições para a economia local, mas também por ocupar uma posição central no coração da cidade, contribuindo para a geração de renda, empregos, arrecadação de recursos e o estabelecimento de novas empresas, além de promover a união entre as pessoas.

Ao tecer tal análise, considera-se que a imagem da instituição, expressa de forma conjunta pela participação efetiva da comunidade, está ligada principalmente à responsabilidade social, mais especificamente à identidade regional e à busca por proporcionar o desenvolvimento da região, por meio de políticas que objetivam melhorar as condições de vida para a população (em seus vieses público e privado), observando as necessidades da própria localidade.

A satisfação do público pesquisado está mais baixa do que a percepção de importância em todos os atributos, o que leva à consideração de que a expectativa do público não está sendo concretizada pela realidade apresentada/oferecida pela possibilidade de privatização da Autoridade Portuária pública do Porto de Itajaí, ou seja, o resultado permite a inferência de que os respondentes se importam mais com os atributos avaliados do que estão satisfeitos com os mesmos atributos oferecidos em prol da possibilidade de se privatizar a Autoridade Portuária do Porto. A maior diferença média entre importância e satisfação foi registrada no atributo aparência do porto cheio ($\neq 1,43$), seguida dos atributos economia ($\neq 1,25$), eficiência ($\neq 1,00$), investimento ($\neq 1,00$), arrecadação ($\neq 0,98$), empregabilidade ($\neq 0,96$), transparência ($\neq 0,96$), competitividade ($\neq 0,80$) e perda do símbolo principal da cidade ($\neq 0,05$).

Em cumprimento do primeiro objetivo específico desta pesquisa, que é compreender o contexto político e econômico relacionado às privatizações, incluindo a possibilidade de privatização da autoridade portuária pública do Porto Municipal de Itajaí, conclui-se que existe sim um impacto perante o público avaliado, no qual está insatisfeito com o atual cenário, e que por diversos motivos, sendo um dos principais motivos, levam a preocupação com a geração de emprego e renda, onde as privatizações têm o potencial de afetar significativamente a economia local, e até mesmo, nacional. O Porto de Itajaí é o segundo maior do país em movimentação de [contêineres](#), atuando como porto de exportação, escoando quase toda a produção do Estado, e desempenha um papel importante na economia da região, gerando empregos, arrecadando impostos e impulsionando o comércio. A privatização pode afetar a economia local, o que é um assunto de grande interesse para a comunidade.

Quanto à eficiência operacional, a gestão privada muitas vezes está associada a uma maior eficiência operacional. Compreender o contexto econômico ajuda a avaliar se a privatização pode levar a melhorias na operação do porto, o que é importante para o fluxo de mercadorias e a competitividade. Existe ainda, o impacto no setor empresarial, no qual a privatização do porto pode afetar empresas que dependem das operações portuárias, sejam exportadoras, importadoras ou prestadoras de serviços. Compreender o contexto econômico é fundamental para que essas empresas possam se adaptar às mudanças e tomar decisões informadas.

Políticas e estratégias governamentais, onde o contexto político é fundamental, uma vez que as privatizações são frequentemente guiadas por políticas governamentais. Compreender as motivações políticas por trás da privatização ajuda a prever possíveis mudanças nas políticas econômicas e de comércio.

Dentro do atributo transparência, tem-se também a prestação de contas, que se faz necessário a compreensão do contexto político, e é essencial para avaliar a transparência e a prestação de contas na gestão do porto. Isso é importante para garantir que os interesses públicos sejam protegidos durante e após o processo de privatização. Quanto à regulação e fiscalização, as privatizações geralmente envolvem a criação de regulamentações e mecanismos de fiscalização. Compreender o contexto político e econômico é fundamental para avaliar a eficácia desses mecanismos.

E o motivo fundamental, no qual foi a população de estudo desta pesquisa, que se fundamenta na participação pública. A privatização de uma entidade pública, como a autoridade portuária, envolve interesses públicos. Compreender o contexto político e econômico permite que a comunidade participe de debates e tome decisões informadas sobre a privatização. Ainda neste contexto, sobre o impacto social, a privatização também pode afetar a comunidade local, não apenas em termos econômicos, mas também socialmente. Compreender o contexto político e econômico ajuda a prever como a privatização pode afetar o bem-estar da população local.

Ao serem observados os fatores científicos e as contribuições para a sociedade, a pesquisa de recorte temporal limitado e de amostragem, que apesar de satisfatória, deixa a possibilidade de aplicabilidade e replicabilidade. Este projeto é amplamente reaplicável e pode servir de modelo para outras regiões e instituições.

Ressalta-se que a aplicabilidade do MCI de Schuler e De Toni (2015) proposta nesta pesquisa é garantida sempre que se queira entender como a imagem age sobre um determinado contexto. Além disso, uma pesquisa sugerida pode e deve ser reexaminada periodicamente, a fim de acompanhar as evoluções e complementar as diferentes estratégias de gestão de imagem, com o objetivo contínuo de aprimoramento. É importante ressaltar que todo conhecimento deve inspirar a reflexão, e essa reflexão, quando aplicada, deve resultar em melhorias substanciais.

Tendo em vista a identificação dos atributos e como se configura a imagem da possível privatização da Autoridade Portuária pública do Porto municipal, segundo a percepção da população da cidade de Itajaí/SC, os resultados obtidos com a pesquisa podem auxiliar no posicionamento do Porto, em ações de marketing para melhorar e firmar sua imagem em relação à percepção da comunidade geral tornando assim uma instituição mais competitiva e forte no mercado. É importante retomar o entendimento de Costa Vieira e Couto (2015) sobre a imagem corporativa ser a representação das impressões e opiniões recentes acerca de uma corporação, sintetizando um conjunto de significados complexos, que devem ser considerados pela gestão nos comportamentos e na tomada de decisão. A gestão da imagem capacita a intervenção e o aprimoramento das relações com outros indivíduos. É fundamental compreender

que as decisões de colaborar (ou não) com alguém estão intrinsecamente ligadas à percepção de que as pessoas têm essa pessoa.

O estudo apresentado neste artigo, fornece uma ferramenta para a gestão da imagem de portos e outras instituições, que pode ser usada para manter um posicionamento positivo, diferenciar da concorrência e aumentar a procura e a fidelidade dos clientes. Assim, essa inovatividade – o produto desta pesquisa – deve ser reaplicado futuramente. Seja do ponto de vista acadêmico quanto gerencial, é importante entender a expectativa, percepção e comportamento do público.

REFERÊNCIAS

ACCIARO, M. GHIARA, H., and CUSANO, M. I., (2014), [Energy management in seaports: A new role for port authorities](#), *Energy Policy*. 71, (C), 4-12.

CARBONARA, N., COSTANTINO, N., PELLEGRINO, R. **Período de concessão das PPPs: O modelo ganha-ganha para um compartilhamento de risco justo**. *Int. J. Proj. Gerenciar* 32 (7), 1223-1232, 2014.

CHIANG, YM. **Um esquema de taxa de franquia flexível em um projeto BOT**. *Int. Rev. Imobiliária* 15 (1), 127-139, 2012.

CLEMES, M. D., ZU, M., LI, X., HU, B., (2018) "**Sintetizando moderado experiências gastronômicas de clientes de restaurantes de luxo**", *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, Vol. 30 Edição: 3, pp.627-651

DAVYDENKO, I.Y., FRNSEN, R.W., **Conceptual Agent Based Model Simulation for the Port Nautical Services**, *IFAC-PapersOnLine*, Volume 52, Issue 3, 2019, Pages 19-24.

FENG, Z., ZHANG, SB, GAO, Y. **Modelagem do impacto das garantias governamentais na cobrança de pedágio, qualidade das estradas e capacidade para projetos rodoviários de construção-operação-transferência (BOT)**: *Transp. Res. Uma Prática Política*. 78, 54-67, 2015.

FENG, Z., ZHANG, SB, GAO, Y., ZHANG, SJ. **Subsidiar e precificar rodovias privadas com qualidade de serviço não contratável: uma abordagem de contrato relacional**. *Transp. Res. Parte B Método*. 91, 466-491, 2016.

HELM, Dieter. Thirty years after water privatization— is the English model the envy of the world? *Oxford Review of Economic Policy*, [s.l.], v. 36, n. 1, p. 69-85, primavera 2020.

HU, H., ZHU, Y. **Modelo de concessão baseado no bem-estar social para contratos de construção/operação/ transferência**. *J. Constr. Eng. Gerenciar* 141 (1), 04014064, 2014.

KALISZEWSKI, A., KOZYŃOWSKI, A., DŹBROWSKI, J., KLIMEK, H. **Fatores-chave da competitividade do porto de contêineres: uma perspectiva global das linhas de navegação**. *Política Marinha* 117, 103896. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103896>, 2020.

KANG, CC, FENG, CM, KUO, CY. **Comparação de métodos de royalties para build–oexecutar-transferir projetos de uma perspectiva de negociação.** Transp. Res. E Logista. Transp. Rev. 48 (4), 830-842, 2012.

KIKERI, Sunita; NELLIS, John. An assessment of privatization. In: The world bank research observer, Oxford, RU, v. 19, ed. 1, p. 87-118, mar. 2004.

LI, S., CAI, H. **Impactos de incentivos governamentais sobre comportamentos de investimento privado sob incerteza de demanda.** Transp. Res. E Logíst. Transp. Rev. 101, 115-12, 2017.

LI, S., CAI, J., FENG, Z., XU, Y., CAI, H. **Contratação governamental com monopólio na provisão de infraestrutura: regulação ou desregulamentação?** Transp. Res. E Logíst. Transp. Rev. 122, 506-523, 2019.

LIMA, Anderson Antônio de; RIBEIRO, Thiago de Luca Sant'ana; COSTA, Benny Kramer. **Análise da evolução conceitual de stakeholders e competitividade em ciências sociais aplicadas e Turismo.** Future Studies Research Journal-Future, v. 14, n. 1, p. 1-25, 2022.

LOGWEB. **Cinco tendências para o setor de despacho aduaneiro em 2019, segundo a Panalpina.** Disponível em: <http://www.logweb.com.br/cinco-tendenciaspara-o-setor-de-despacho-aduaneiro-em-2019-segundo-panalpina/>. Acesso em: 14 abril 2023.

LU, Z., MENG, Q. **Análise da capacidade ótima da rodovia BOT e provisões de ajuste econômico de pedágio sob incerteza de demanda de tráfego.** Transp. Res. E Logística. Transp. Rev. 100, 17-37, 2017.

LUKOSEVICIUS, A.P. et al. 2019. Aceitar ou Rejeitar? Eis a Questão dos Tipos de Argumentos para a Justificativa de Artigos em Administração. *Administração: Ensino e Pesquisa*. 20, 1 (jan. 2019), 50–89. DOI:<https://doi.org/10.13058/raep.2019.v20n1.1222>.

MÂNICA, F. B. **Sete formas possíveis de privatização no Brasil (e como podem ser implementadas).** Consultor jurídico, São Paulo, 24 fev. 2019. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/fernando-manica-sete-formas-possiveis-privatização-brasil#sdfootnote1sym>. Acesso em: 22 abr. 2023.

NORONHA JUNIOR. J. C. Z. **BNDES: O papel do agente de desenvolvimento no controle das privatizações.** 2017. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/703/1/MONOGRRAFIA_BNDES_DesenvolvimentoPrivatiza%C3%A7%C3%B5es.pdf . Acesso em: 26 abr. 2023.

PINHEIRO, Armando C.; GIAMBIAGI, Fábio. **As Empresas Estatais e o Programa de Privatização do Governo Collor.** Rio de Janeiro, 1992. (Texto para Discussão nº 261) PINHEIRO, Armando C.; LANDAU, Elena. Privatização e dívida pública. BNDES, Rio de Janeiro, 1995.

PORTO DE ITAJAÍ. **Governo Federal apresenta proposta de privatização de administração e operacionalização do porto de Itajaí.** Itajaí, 26 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.portoitajai.com.br/noticia/1533/governo-federal-apresenta-proposta-de-privatizacao-de-administracao-e-operacionalizacao-do-porto-de-itajai>. Acesso em: 17 nov. 2023.

RODRIGUES, Carlos Henrique L. **Imperialismo e Empresa Estatal no Capitalismo Dependente Brasileiro (1956-1998).** 2017. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) – Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2017.

ROUHANI, OM, GEDDES, RR, GAO, HO, BEL, G. **Análise do bem-estar social em investimento abordagens de parceria público-privada para projetos de transporte.** Transp. Res. Uma Prática Política. 88, 86-103, 2016.

TELES, André; DIAS, Murillo de Oliveira. **A evolução da privatização no Brasil.** International Journal of Development Research – IJDR, v. 12, n. 6, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/361650552_A_EVOLUCAO_DA_PRIVATIZACAO_NO_BRASIL. Acesso em: 17 nov. 2022.

ZHANG, Y., FENG, Z., ZHANG, S., SONG, J. **Os efeitos do nível de serviço no contrato do projeto de transporte BOT.** Transp. Res. E Logíst. Transp. Rev. 118, 184-206, 2018.

YANG, H., TANG, WH, CHEUNG, WM, MENG, Q. **Rentabilidade e ganho de bem-estar de rodovias privadas em uma rede com usuários heterogêneos.** Transp. Res. Uma Prática Política. 36 (6), 537-554, 2002

WANG, Y., LIU, J. **Avaliação do índice de compartilhamento de receita excedente em projetos de PPP usando modelos de agente-principal.** Int. J. Proj. Gerenciar 33 (6), 1317-1324, 2015.

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE AUTOMÁTICO PARA ACEITE TÉCNICO DE NAVIO - SAATN

Antonio Phillipi Maciel Silva
Universidade Estadual do Piauí

Ewaldo Eder Carvalho Santana
Universidade Estadual do Maranhão

Paulo Alex Carvalho Barata
Universidade Estadual do Maranhão

Renan de Jesus Montenegro da Silva
Universidade Estadual do Maranhão

Lúcio Flávio de Albuquerque Campos
Universidade Estadual do Maranhão

Resumo: O comércio global depende intensamente do transporte marítimo, e o Porto do Itaqui, no Maranhão, tem uma função estratégica na conexão da economia regional com mercados internacionais. Assim, o transporte marítimo é uma peça-chave para a integração econômica e o desenvolvimento da região. Contudo, o processo manual de aceite técnico de navios, baseado em troca e-mails, apresentou sérios desafios operacionais, como dificuldades no gerenciamento de informações, afetando a eficiência e transparência das operações. Diante dos riscos operacionais desse processo manual, foi desenvolvido o Software Automático para Aceite Técnico de Navio - SAATN, visando aumentar a eficiência, segurança e organização das operações de aceite técnico, otimizando assim, seu tempo de processamento. Além disso, o sistema facilita a gestão do histórico de aceites e a verificação dos berços disponíveis para atracamento, promovendo um serviço mais ágil e confiável. Portanto, a solução alinha-se às exigências globais por inovação e reforça a competitividade do Porto do Itaqui no cenário internacional.

Palavras-chave: Aceite Técnico de Navios; Desenvolvimento de Software; Inovação.

1 INTRODUÇÃO

O transporte marítimo se classifica entre os principais agentes dinâmicos na promoção da globalização, representando mais de 80% de todo o comércio global, configurando-se como a espinha dorsal da economia mundial, contribuindo para o desenvolvimento e conexão em nível regional e global (Aguiar et al., 2023).

Frente a esse cenário, a proposta de um porto no estado do Maranhão ganhou destaque a partir de estudos realizados em 1939 pelo Departamento Nacional de Portos e Navegação (DNPN), que identificaram a região do Itaqui como ideal para sua construção. A obra teve início em 1960 e o porto começou a operar em 1972 (EMAP, 2020). Desde então, o porto tem desempenhado um papel fundamental na promoção da logística portuária, integrando o complexo industrial da região aos mercados internacionais e contribuindo para o desenvolvimento econômico do Maranhão e do Brasil.

Com atuação no Porto do Itaqui, a Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP) desempenha um papel crucial na gestão e desenvolvimento do Porto. A EMAP é responsável pela administração eficiente das operações portuárias, que inclui a coordenação de atividades logísticas, manutenção da infraestrutura e implementação de projetos de expansão.

Vale destacar o papel decisivo da EMAP na promoção da qualidade logístico-administrativa que caracteriza atualmente o porto do Itaqui. Isso se justifica pela atuação da Autoridade Portuária, instituída pela Lei Federal nº 12.815, de 5 de junho de 2013 (Brasil, 2013), e pelas atribuições destacadas no seu Artigo 16. Neste Artigo, é estabelecido as competências do poder concedente no setor portuário. Cabendo a ele planejar o setor conforme diretrizes de logística integrada, definir os procedimentos licitatórios e celebrar contratos de concessão e arrendamento, com fiscalização da Antaq conforme a Lei nº 10.233/2001 (Brasil, 2001). Sendo também responsável por estabelecer normas para pré-qualificação de operadores portuários. Além de firmar convênios com entidades públicas para cooperação técnica e administrativa.

Neste sentido, as organizações portuárias, de maneira geral, estão passando por mudanças que visam aprimorar seus processos relacionados ao atendimento ao cliente e à inovação nos procedimentos, em decorrência da crescente competitividade promovida pelo mercado (Nascimento & da Silva, 2023). A busca por soluções que promovam produtividade e qualidade do serviço torna-se cada vez mais presente. Dentre esses procedimentos, destaca-se o *aceite técnico* de navios.

O aceite técnico refere-se ao processo de verificação e aprovação das condições técnicas de um navio antes de sua operação em um porto. No caso de embarcações que não se enquadram nas normas estabelecidas, o aceite técnico envolve uma análise detalhada por parte da autoridade portuária para garantir que a embarcação esteja apta a operar com segurança (EMAP, 2023).

Esse processo inclui a avaliação de documentos técnicos, como o *Ship Particulars* ou o formulário Q88, até então enviados por meio de um serviço de e-mail, bem como a vistoria de condição realizada pelos responsáveis, *in loco*. O *aceite técnico* é essencial para a segurança das operações portuárias, especialmente em casos excepcionais, nos quais são necessárias inspeções adicionais e a apresentação de documentos específicos, como certificados de seguro e vistorias realizadas por órgãos competentes, como o *Port State Control*.

Com o objetivo de aprimorar o atendimento ao cliente, aumentar a eficiência e organizar o processo mencionado anteriormente, este artigo apresenta uma moderna solução para o aceite técnico de navios, no complexo portuário do Itaqui. Nesse

contexto, foi desenvolvida uma aplicação web que visa substituir o sistema de e-mail, atualmente utilizado para a solicitação do aceite, proporcionando um processo mais ágil e eficaz. A solução permite a verificação automática dos berços disponíveis para atracação de navios, além de disponibilizar um histórico de *aceites* solicitados, incluindo uma listagem dos navios aprovados e negados e suas respectivas características.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A atracação de um navio é o processo pelo qual uma embarcação se aproxima e se fixa a um cais ou berço no porto, permitindo o embarque e desembarque de passageiros e cargas. Esse procedimento envolve diversas etapas, incluindo a manobra da embarcação, a utilização de cabos e âncoras para estabilização, e o monitoramento das condições de maré e vento. A atracação é uma operação crítica, que requer coordenação entre a tripulação do navio, os práticos (profissionais que auxiliam na navegação) e a equipe portuária, garantindo a segurança e eficiência durante todo o processo (ROJAS, 2014). Neste sentido, o Porto do Itaqui faz uso da Lei nº 12.815/2013 de 05 de junho de 2013 (Brasil, 2013), no Decreto nº 8.033/2013 de 27 de junho de 2013, nas Resoluções da ANTAQ, e no Regulamento de Exploração do Porto do Itaqui – REPOIDT, aprovado na DIREX de 23 de junho de 2022 para disciplinar e regular o tráfego de navios, os procedimentos de atracação e demais critérios operacionais a serem observados áreas administradas pela EMAP (EMAP, 2023).

2.1 CARACTERÍSTICAS DOS BERÇOS

O Porto do Itaqui possui em operação um total de 9 berços de atracação, com comprimento total de cais contínuo (berços 108 a 99) de 2.420m, conforme mostrado na Figura 15 – Berços do Porto do Itaqui.. Estes berços foram projetados para atender a diferentes tipos de embarcações e cargas, possuindo características variáveis, são adaptados para operações de carga e descarga de contêineres, grãos, produtos siderúrgicos e combustíveis. Além disso, o Porto do Itaqui é conhecido por receber navios de grande porte, devido sua profundidade que varia de 12 a 19 metros. Possui ligações diretas com a ferrovia Transnordestina (FTL) e a Estrada de Ferro Carajás (EFC) (Penha Vaz et al., 2019).

Figura 15 – Berços do Porto do Itaqui.



Fonte: Porto do Itaqui, 2023.

2.2 ORDEM DE ATRACAÇÃO

A ordem de atracação é um procedimento que estabelece a sequência em que os navios devem atracar em um porto. Essa ordem é determinada com base em

diversos fatores, como a prioridade de cargas, o tamanho das embarcações, as condições de maré e clima, e a disponibilidade de berços. A gestão eficiente da ordem de atracação é fundamental para otimizar as operações portuárias, reduzir o tempo de espera dos navios e garantir a segurança durante as manobras (EMAP, 2023).

Buscando atender à esta necessidade, a EMAP, no uso de suas atribuições, desenvolveu em 2023 a Norma para Atracação e Desatracação de Navios no Porto Organizado do Itaquí (EMAP, 2023), que estabelece as regras e procedimentos a serem seguidos dentro da administração portuária, com o intuito de promover adequadamente sua função como propagador da globalização e do desenvolvimento. Essa norma promove a classificação de três tipos de atracações:

- a) Imediata: Deve ser realizada imediatamente após a chegada do navio ao porto, antes de qualquer outro navio que tenha preferência de atracação.
- b) Preferencial: Quando uma embarcação tem preferência sobre outras embarcações por atracar em berços com aparelhos espaciais de cais, navios que tenham desatracado por caso fortuito, força maior ou a pedido da autoridade portuária, desde que devidamente justificado e aprovado.
- c) Sequencial: A atracação em que a ordem cronológica de chegada das embarcações deve ser respeitada.

2.3 ACEITE DE NAVIO

O aceite de navio estabelece a autorização formal para que uma embarcação atraque e realize operações no porto. Este procedimento inclui a verificação de documentação, a conformidade com regulamentos de segurança e ambientais, e a disponibilidade de espaço nos berços. A eficiência do aceite é crucial para garantir a fluidez das operações e a segurança de todos os envolvidos (Machado & Raymundo, 2018).

Segundo Machado & Raymundo (2018), o aceite de navio além de organizar o fluxo de embarcações no porto, também assegura que todos os requisitos normativos sejam atendidos, contribuindo para a eficiência das operações portuárias. Sendo assim, o pedido de atracação, no Porto do Itaquí, ocorre mediante solicitação formal promovida por um agente marítimo credenciado, com o auxílio da Autoridade Portuária. Nesse contexto, a solicitação apresenta informações relacionadas aos dados da embarcação e à sua data de chegada ao complexo portuário do Itaquí. Para que a autorização da atracação ocorra, devem ser atendidas as exigências das Autoridades Portuária, Marítima, Aduaneira e da Polícia Federal (EMAP, 2023).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

A implementação de tecnologias avançadas nos portos tem se mostrado fundamental para otimizar a eficiência operacional e a sustentabilidade das operações. Sendo assim, diversas pesquisas têm sido elaboradas com o objetivo de desenvolver aplicações tecnológicas que visem automatizar e auxiliar processos portuários complexos.

No trabalho de Petean (2024), foi proposto um algoritmo genético de chaves aleatórias viciadas, baseado no Problema de Roteamento de Veículos com Janela de Tempo (PRVJT), adaptado para também considerar o tempo de ociosidade dos berços. Testes realizados neste estudo mostraram que estratégias combinadas, como múltiplas execuções e clusterização, oferecem o melhor equilíbrio entre tempo

computacional e qualidade das soluções.

Ferreira (2023) explora o Problema da Alocação de Berços com Restrições de Maré (PABRM). O autor desenvolve um modelo de Programação Linear Inteiro Misto (PLIM) e, posteriormente, um algoritmo genético para solucionar instâncias maiores do problema. O trabalho apresentou como resultado a redução significativa do tempo computacional, além da eficácia da meta-heurística desenvolvida, promovendo a obtenção de soluções ótimas.

No trabalho de Aslam et al. (2024), foi proposta uma solução para otimização da alocação de berços e guindastes em terminais marítimos de contêineres. O estudo promove uma revisão das abordagens de inteligência computacional aplicadas, como algoritmos evolutivos e inteligência de enxame. Os resultados indicam que essas abordagens são eficazes para melhorar o tempo de espera dos navios e reduzir custos operacionais em terminais portuários, com ênfase em desafios futuros e uso de novos conjuntos de dados.

Esses avanços na automação e otimização dos processos portuários, além de melhorarem a eficiência operacional, também têm o potencial de transformar a dinâmica do transporte marítimo. À medida que as tecnologias se desenvolvem, a integração de algoritmos avançados e modelos matemáticos no gerenciamento portuário pode proporcionar uma resposta mais ágil às demandas do mercado global. As aplicações de soluções inovadoras, como as abordagens propostas por Peteam (2024), Ferreira (2023), e Aslam et al. (2024), evidenciam a importância de pesquisas multidisciplinares para enfrentar os desafios contemporâneos da logística portuária. Assim, o contínuo investimento em pesquisa e desenvolvimento nessa área contribuirá para a competitividade dos portos e estabelecerá novos padrões de eficiência, que beneficiem toda a cadeia de suprimentos.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos realizados neste trabalho foram: Levantamento de Requisitos, Modelagem do Software, Definição da Arquitetura da Aplicação, Planejamento, Prototipagem e Desenvolvimento do Software.

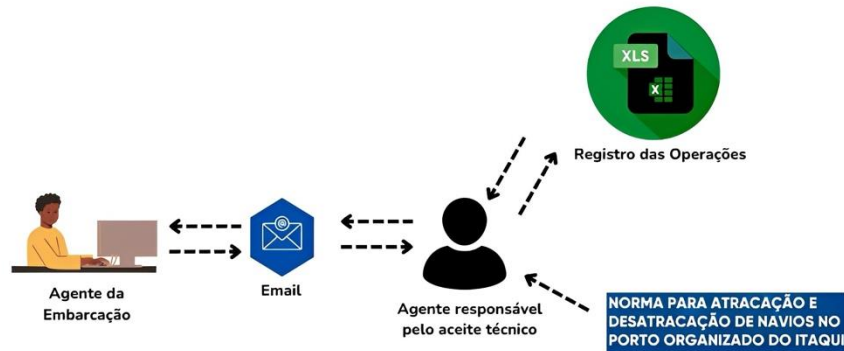
4.1 CONTEXTO PRÉ-IMPLANTAÇÃO

Em um primeiro momento, observou-se que o processo de aceite técnico de navios realizado pela EMAP, era um processo completamente manual, operacional e custoso, visto que, era realizado a partir da troca de mensagens por e-mails entre Agentes Marítimos e a Autoridade Portuária, a Figura 16 ilustra o fluxo deste processo.

Esse procedimento envolvia diversas etapas sequenciais, que incluíam a solicitação formal de atracação, verificação de documentos como o *Ship Particulars* ou o formulário Q88, além da avaliação do plano de amarração e da compatibilidade dos navios com os berços disponíveis, conforme especificado Norma para Atracação e Desatracação de Navios no Porto do Itaquí (EMAP, 2023).

O aceite técnico, envolvia a análise de critérios específicos, como o comprimento máximo (LOA) e o peso (DWT). Navios que não atendiam a essas características precisavam passar por uma análise adicional da Autoridade Portuária, incluindo a apresentação de certificados e vistoria de condição (EMAP, 2023).

Figura 16 – Fluxo do Aceite Técnico pré-implantação



Fonte: Autores (2024)

Constatou-se que esse processo manual apresentava algumas dificuldades:

1. Demora no tempo de resposta: Devido à necessidade de trocas frequentes de e-mails e revisões manuais dos documentos, o tempo de aprovação para a atracação muitas vezes se prolongava, atrasando as operações.
2. Falta de centralização de informações: O sistema baseado em e-mails dificultava o rastreamento eficiente das solicitações de atracação e da disponibilidade de berços. Não havia um histórico consolidado de operações para referência futura, o que aumentava o risco de erros e duplicações.
3. Riscos operacionais: A ausência de automação no processo de verificação de compatibilidade entre os navios e os berços disponíveis poderia resultar em falhas na segurança da operação, no qual exige o cumprimento rigoroso dos critérios técnicos para garantir a integridade das manobras de atracação e desatracação.

Observou-se que após a identificação das dificuldades listadas acima houve a necessidade de desenvolvimento de um sistema que centralizasse todas as etapas do aceite técnico, permitindo o maior controle sobre as solicitações de atracação e a verificação automática dos critérios exigidos pela legislação vigente. Dessa forma, o novo sistema, intitulado **Software Automatizado para Aceite de Navio – SAATN**, eliminará os gargalos de comunicação e reduzirá significativamente o tempo de processamento das solicitações, além de garantir maior segurança e eficiência operacional no Porto do Itaquí.

4.2 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

O desenvolvimento do software seguiu uma abordagem estruturada que abrangeu a análise dos requisitos funcionais e não funcionais. Esse processo foi essencial para garantir que o sistema atendesse de maneira eficiente e segura às necessidades dos usuários, alinhando-se às exigências operacionais e legais do Porto do Itaquí.

A coleta de informações in loco, relacionadas à operação de aceite técnico, juntamente com o embasamento jurídico e teórico serviram como guia para a implementação das funcionalidades do sistema, garantindo que as normas e melhores práticas fossem rigorosamente seguidas. Além disso, a análise de projetos voltados para a mesma temática nos ofereceram insights valiosos para otimizar o

desenvolvimento e a eficiência do sistema, permitindo que este atenda de forma eficaz às necessidades operacionais do Porto do Itaquí.

4.2.1. Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais referem-se às funcionalidades específicas que o sistema deve desempenhar para cumprir seu objetivo. Segundo Sommerville (2011), requisitos funcionais são descrições detalhadas dos serviços que o sistema deve fornecer, incluindo suas entradas, processamento e saídas. No caso do software de aceite técnico de navios, os requisitos funcionais incluem:

- a) **Solicitação automatizada de atracação:** O sistema deve permitir que agentes marítimos façam solicitações de atracação, substituindo o método manual baseado em e-mails.
- b) **Verificação automática de compatibilidade com os berços:** O sistema deve analisar as características do navio (LOA, DWT, etc.) e comparar com a capacidade dos berços disponíveis, conforme o plano de amarração detalhado na **Norma de Atracação** (EMAP, 2023).
- c) **Histórico de aceites técnicos:** O software deve armazenar todas as solicitações anteriores, aprovadas e negadas, facilitando o controle e a consulta futura.

4.2.2. Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais tratam de aspectos como o desempenho e a qualidade do sistema. De acordo com (Pressman & Maxim, 2021), esses requisitos especificam restrições sobre o desenvolvimento ou o funcionamento do sistema. Para este software, os requisitos não funcionais incluem:

- a) **Segurança da Informação:** O sistema deve proteger os dados sensíveis, como informações sobre embarcações e documentos técnicos, contra acessos não autorizados.
- b) **Escalabilidade:** O sistema deve ser capaz de lidar com um grande volume de solicitações simultâneas, conforme a demanda aumenta.
- c) **Conformidade Legal:** O software deve seguir as regulamentações estabelecidas pela legislação portuária, garantindo que as operações estejam em conformidade com a legislação vigente Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013 (Brasil, 2013).

Nesse sentido, o sistema promoveu a segurança por meio do protocolo HTTPS com criptografia SSL/TLS, garantindo que todas as comunicações entre os usuários e o servidor fossem protegidas contra interceptações e acessos não autorizados. Além disso, políticas de controle de acesso baseadas em níveis de permissão foram implementadas, assegurando que apenas usuários autorizados pudessem acessar informações sensíveis.

A escalabilidade foi promovida pela arquitetura separada, que permite a independência no crescimento de cada componente do sistema. Caso o número de usuários ou de solicitações aumente, a API pode ser dimensionada horizontalmente sem a necessidade de modificar o front-end. Garantindo que o sistema acompanhe o crescimento da demanda de forma eficaz.

No que se refere à Conformidade Legal, o sistema foi desenhado para seguir as regulamentações do setor portuário. As funcionalidades relacionadas à verificação de compatibilidade com os berços e o armazenamento do histórico de aceites foram

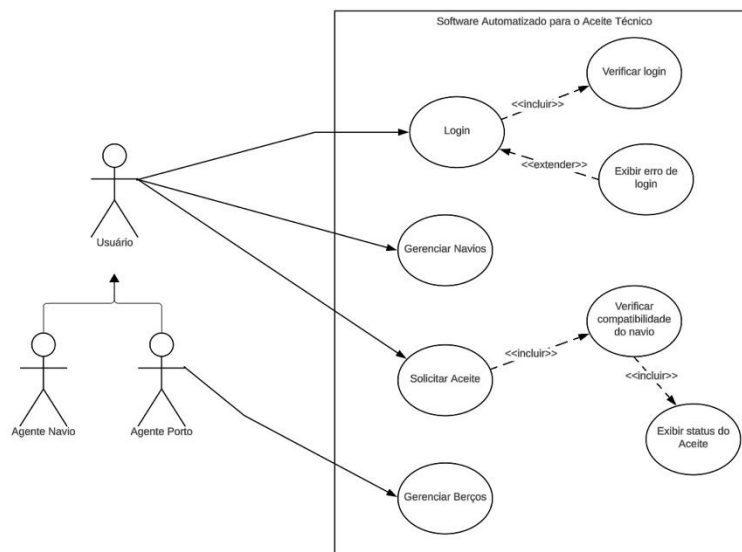
implementadas para garantir que todas as operações estivessem em conformidade com as normas estabelecidas, permitindo que o processo de atracação fosse conduzido de maneira segura e dentro dos parâmetros legais (Brasil, Lei nº 12.815, 2013) (Brasil, 2013).

4.3 MODELAGEM DO SOFTWARE SAATN

O diagrama de caso de uso representa a interação entre o sistema e os web services externos utilizados. A principal tarefa deste trabalho foi a integração entre o sistema de software automatizado para o aceite técnico de navios e os atores envolvidos.

Neste trabalho, foram definidos os papéis que demonstram as interações entre os usuários (atores) e o sistema. O principal ator é o Usuário, que pode ser qualquer pessoa responsável por gerenciar os processos envolvidos no aceite técnico dos navios. Esse usuário está diretamente associado a dois outros atores: o Agente do Navio, responsável pela solicitação do aceite técnico de um navio, e o Agente Porto, responsável pelo gerenciamento das atividades portuárias, como alocação de berços e processamento das solicitações de aceite. Esses atores interagem com o sistema em diferentes níveis para garantir a correta gestão das operações de atracamento e o cumprimento das normas portuárias. A Figura 17 apresenta os casos de uso do **SAATN** e seus relacionamentos.

Figura 17 – Caso de uso aceite técnico de navios.



Fonte: Autores (2024)

No caso uso Login, o usuário necessita autenticar-se no sistema. Após o login, o sistema verifica a autenticidade das credenciais ou exibe um erro, caso a verificação falhe. O caso de uso de **Gerenciar Navios** permite que o usuário registre, edite e consulte informações dos navios, enquanto o caso de uso de **Solicitar Aceite** possibilita a solicitação do aceite técnico, com a verificação da compatibilidade do navio com as normas portuárias e a exibição do status da solicitação. Além disso, o usuário pode **Gerenciar Berços**, o que envolve a alocação e verificação da disponibilidade de espaço para atracamento dos navios.

Essas funcionalidades dependem de interações com web services externos,

como APIs que verificam a conformidade dos navios e serviços de gestão portuária para monitorar a disponibilidade de berços. Essas integrações garantem que o sistema esteja sempre atualizado com informações precisas e em tempo real, assegurando que todas as regras e normas de segurança portuária sejam respeitadas e o processo de aceite técnico ocorra de forma eficiente.

4.4 ARQUITETURA DA APLICAÇÃO

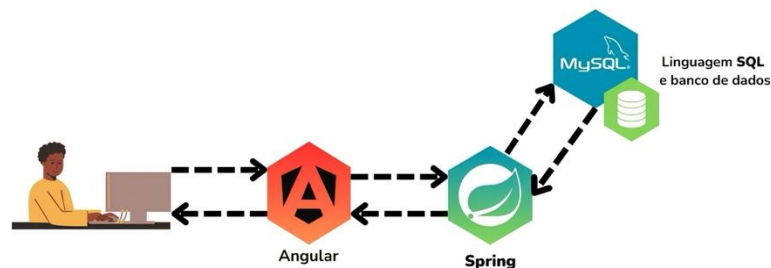
Os recursos tecnológicos utilizados foram selecionados para garantir uma infraestrutura robusta, escalável e de fácil manutenção, conforme definido pela equipe de TI do Porto do Itaquí. A Figura ilustra a arquitetura da aplicação desenvolvida.

Para interface com o cliente, foi utilizado o TypeScript, um superconjunto do JavaScript que adiciona tipagem estática, garantindo segurança no código (Goldberg, 2022). Para as requisições backend, foi escolhida a linguagem Java pela sua robustez e flexibilidade na criação de sistemas escaláveis e eficientes (Deitel & Deitel, 2016).

O Spring Boot foi escolhido como framework para a linguagem Java devido à sua facilidade de uso, suporte robusto a segurança e capacidade de integração com arquiteturas em nuvem (Walls & Breidenbach, 2006). Já o Angular foi selecionado para o desenvolvimento em TypeScript, graças à sua escalabilidade e às ferramentas avançadas que oferece, como o Angular CLI, que facilita a automação e gestão do projeto (Murray et al., 2024).

Como banco de dados, o MySQL foi adotado por sua confiabilidade, alta performance e capacidade de lidar com grandes volumes de dados, sendo amplamente utilizado por diversas empresas (Grippa & Kuzmichev, 2021).

Figura 18 - Arquitetura da Aplicação.



Fonte: Autores (2024)

4.5 PLANEJAMENTO E METODOLOGIA ÁGIL SCRUM

O desenvolvimento do software foi organizado utilizando a metodologia ágil Scrum, que é amplamente adotada para promover flexibilidade e entregas contínuas. De acordo com (Sutherland & Sutherland, 2016), o Scrum divide o desenvolvimento em ciclos chamados sprints, cada um com duração de duas a quatro semanas, permitindo revisões e ajustes frequentes.

O processo de Scrum usado neste projeto incluiu as seguintes etapas:

- 1) **Reuniões de planejamento de sprint:** Nestas reuniões, a equipe de desenvolvimento definia as funcionalidades a serem desenvolvidas no próximo sprint, com base nas prioridades dos stakeholders.

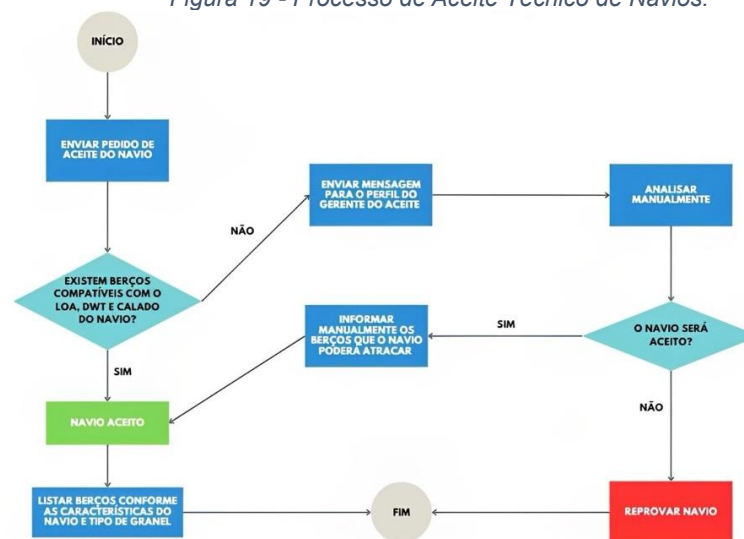
- 2) **Daily Scrum:** Breves reuniões semanais de 30 minutos para discutir o progresso, identificar impedimentos e alinhar as tarefas do dia.
- 3) **Revisão de sprint:** Ao final de cada sprint, a equipe apresentava as funcionalidades desenvolvidas aos stakeholders, recolhendo feedback para ajustes futuros.
- 4) **Retrospectiva de sprint:** Reuniões para refletir sobre o processo de trabalho, identificar pontos de melhoria e planejar ajustes para o próximo sprint.

Esse ciclo de desenvolvimento incremental permitiu revisões contínuas e melhorias ao longo do projeto, garantindo que o software se mantivesse alinhado às expectativas dos usuários e às exigências operacionais do porto.

4.6. PROTOTIPAGEM DA SOFTWARE

O Software pôde ser dividido em diferentes módulos interligados. O primeiro módulo é o **Módulo Aceite de Navio**, onde o sistema recebe o pedido de aceite do navio, inserido pelo usuário ou pelo agente navio. Nesse ponto, são informados dados como o LOA (comprimento total), DWT (peso total), calado e o tipo de granel transportado. A Figura apresenta o fluxo dessa solicitação.

Figura 19 - Processo de Aceite Técnico de Navios.



Fonte: Autores (2024)

A partir dessa entrada, o sistema realiza uma verificação automática, analisando se há berços disponíveis compatíveis com as características do navio. Caso a compatibilidade seja encontrada, o sistema aceita o navio automaticamente e lista os berços disponíveis para a atracação, de acordo com o tipo de granel transportado.

Por outro lado, se o sistema não identificar berços automaticamente compatíveis, o processo segue para o **Gerenciamento Manual de Aceite**, onde o Gerente de Aceite é notificado por meio de uma mensagem. Esse subsistema de notificações garante que o gerente seja informado rapidamente sobre qualquer solicitação que exija sua intervenção. O gerente, então, analisa manualmente a solicitação e decide se o navio pode ser aceito. Caso o aceite seja confirmado, o gerente informa manualmente os berços onde o navio poderá atracar. Caso contrário, o navio é reprovado e o fluxo é encerrado, com os registros no sistema e possíveis

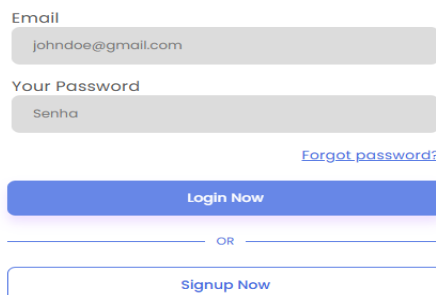
notificações para o responsável pela solicitação.

Outro aspecto fundamental do software é a **Interação com o Sistema de Berços**, que faz a gestão da ocupação e compatibilidade dos berços no porto em tempo real. Esse módulo verifica as especificações dos navios, como tamanho e tipo de carga, além de permitir a reserva de berços adequados. A integração desses módulos é complementada por um sistema de **Notificações e Relatórios**, que comunica o status das solicitações tanto para o gerente quanto para o usuário. O sistema também gera relatórios detalhados sobre a ocupação dos berços, histórico de atracações e navios rejeitados ou aceitos, facilitando a tomada de decisões e a eficiência operacional do porto.

5 RESULTADOS

O sistema é estruturado em cinco funcionalidades principais: Autenticação, Dashboard, Gerenciamento de Navios (Navios), Gerenciamento de Aceite (Aceite) e Gerenciamento de Berços (Berços). Para acessar essas funcionalidades, o usuário deve, primeiramente, realizar o login em uma tela de autenticação, de acordo com a Figura 6). Apenas usuários com as permissões adequadas poderão ter acesso às funcionalidades do sistema, garantindo a segurança e controle das operações realizadas.

Figura 20 - Tela de Autenticação do Usuário.
Login into your account



Fonte: Autores (2024)

5.1 DASHBOARD

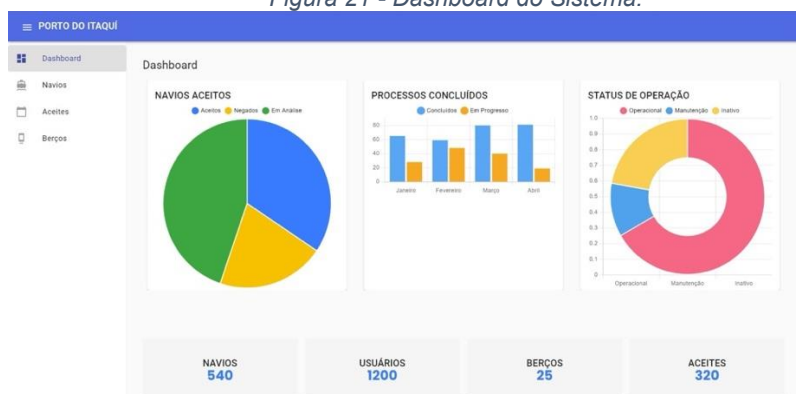
O módulo Dashboard foi desenvolvido para oferecer uma visão geral das operações em andamento e das solicitações de aceite técnico. Esse dashboard possibilita que os usuários monitorem, em tempo real, as verificações de berços, aprovações e notificações, centralizando as informações mais relevantes para garantir um gerenciamento eficiente das solicitações e atracações de navios. Além disso, ao permitir o monitoramento contínuo, o dashboard facilita a identificação imediata de anomalias e auxilia na tomada de decisões estratégicas. A visualização de dados em tempo real promove a colaboração entre as equipes, uma vez que todos os envolvidos têm acesso a uma visão integrada das operações.

A estrutura da tela desse módulo compreende várias seções interativas e informativas. A primeira seção exibe um gráfico de pizza, no qual é possível observar a distribuição dos navios aceitos entre os estados "Aguardando", "Negado" e "Aprovado", oferecendo uma visualização rápida do status das operações. Em seguida, encontra-se um gráfico de barras que destaca a quantidade de processos concluídos ao longo dos últimos meses, proporcionando uma análise temporal das

atividades finalizadas. É exibido também, um gráfico de rosca que representa a proporção de operações nos diferentes estágios, como "Em Operação", "Aguardando" e "Finalizado", facilitando a análise do fluxo operacional.

Na parte inferior da tela, há uma barra que apresenta indicadores resumidos com informações sobre o número total de navios, usuários, berços disponíveis e aceites processados, permitindo um acompanhamento rápido de dados essenciais, conforme ilustrado na Figura 21.

Figura 21 - Dashboard do Sistema.



Fonte: Autores (2024)

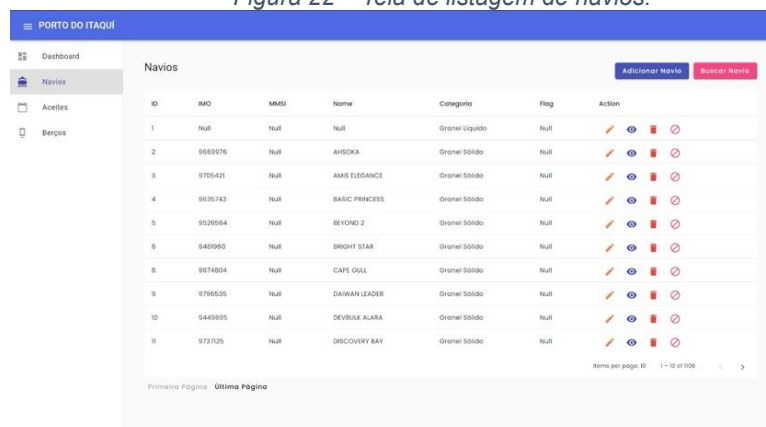
5.2 GERENCIAMENTO DE NAVIOS

O gerenciamento de navios é uma abordagem que visa disponibilizar informações pertinentes sobre as características das embarcações, utilizando soluções tecnológicas integradas. Este módulo inclui funcionalidades essenciais como a listagem de navios, que permite visualizar todos os navios cadastrados; a opção de adicionar navios, para inserir novas embarcações no sistema; e a função de buscar navios, que facilita a localização de navios específicos com base em diversos critérios. Essas funcionalidades garantem uma gestão eficiente e organizada das embarcações dentro do sistema.

5.2.1 Listagem de Navios

Nesse módulo de Listar Navios permite a exibição de uma tabela contendo informações detalhadas dos navios cadastrados no sistema. Cada coluna da tabela desempenha uma função específica no gerenciamento dos dados. O ID é um identificador único atribuído a cada embarcação, facilitando sua individualização no sistema. O número IMO (International Maritime Organization) é um código exclusivo utilizado globalmente para identificar os navios, garantindo padronização internacional. O MMSI (Maritime Mobile Service Identity) é um identificador adicional que permite o rastreamento preciso das embarcações. A coluna Nome refere-se à denominação da embarcação, enquanto a Categoria classifica o tipo de navio, como "Granel Sólido" ou "Granel Líquido". Por fim, a coluna Bandeira (Flag) indica o país de registro da embarcação, conforme observado na Figura 22.

Figura 22 – Tela de listagem de navios.



ID	IMO	MMSI	Nome	Categoria	Flag	Action
1	Null	Null	Null	Granel Líquido	Null	[edit] [view] [delete] [refresh]
2	9669976	Null	AHSOKA	Granel Sólido	Null	[edit] [view] [delete] [refresh]
3	9705421	Null	AMS ELEGANCE	Granel Sólido	Null	[edit] [view] [delete] [refresh]
4	9635743	Null	BASIC PRINCESS	Granel Sólido	Null	[edit] [view] [delete] [refresh]
5	9529564	Null	BEYOND 2	Granel Sólido	Null	[edit] [view] [delete] [refresh]
6	9489960	Null	BRIGHT STAR	Granel Sólido	Null	[edit] [view] [delete] [refresh]
8	9674804	Null	CAPE GULL	Granel Sólido	Null	[edit] [view] [delete] [refresh]
9	9796535	Null	DAIWAN LEADER	Granel Sólido	Null	[edit] [view] [delete] [refresh]
10	9449895	Null	DEVOLVE ALABA	Granel Sólido	Null	[edit] [view] [delete] [refresh]
11	9737125	Null	DISCOVERY BAY	Granel Sólido	Null	[edit] [view] [delete] [refresh]

Fonte: Autores (2024)

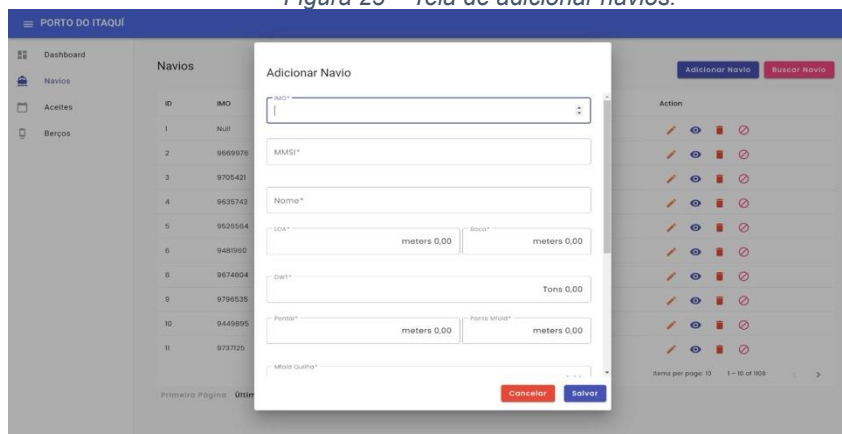
5.2.2 Adicionar Navios

O módulo de Adicionar Navios permite o cadastro de novas embarcações no sistema, oferecendo uma interface simples e eficiente. O formulário de cadastro inclui campos para a inserção de informações cruciais sobre o navio, como o IMO (International Maritime Organization), que é um campo obrigatório para identificação internacional da embarcação, e o MMSI (Maritime Mobile Service Identity), outro identificador essencial para o rastreamento global. Além disso, o usuário deve inserir o Nome da embarcação, a Categoria, como "Granel Sólido" ou "Granel Líquido", e a Bandeira, que representa o país sob o qual o navio está registrado.

O formulário também possui campos para informações técnicas, como o Comprimento Total (LOA), a Boca (largura máxima do navio), o Peso Total (DWT), que indica a capacidade de carga da embarcação, e o Pontal, que é a altura total da embarcação. Outras medidas técnicas, como a Ponte Mfold e a Mfold Quilha, também fazem parte do cadastro.

Além disso, há um campo para o upload de Documentos do navio, como certificados e registros, permitindo que os arquivos importantes sejam anexados diretamente no sistema. Isso facilita a centralização de todas as informações e documentos necessários para o gerenciamento completo das embarcações. O processo de cadastro garante que tanto os dados quanto a documentação do navio estejam organizados e acessíveis. Figura 23 abaixo ilustra a interface dessa funcionalidade.

Figura 23 – Tela de adicionar navios.



Adicionar Navio

IMO*

MMSI*

Nome*

LOA* meters 0,00 Boca* meters 0,00

DWT* Tons 0,00

Pontal* meters 0,00 Mfold Quilha* meters 0,00

MMSI Quilha*

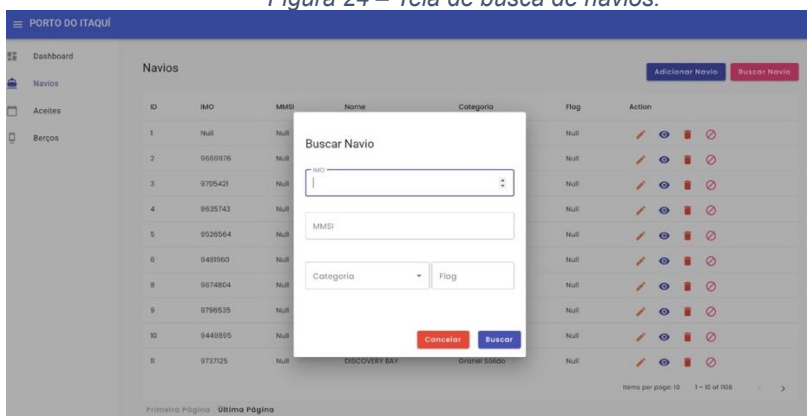
Cancelar Salvar

Fonte: Autores (2024)

5.2.3 Buscar Navios

O módulo de Buscar Navios permite que o usuário informe dados específicos de uma embarcação para realizar uma busca no sistema. A interface de busca oferece campos como o IMO, MMSI, Categoria e Bandeira, proporcionando diferentes critérios para localizar navios de forma eficiente. Esses filtros facilitam a busca por embarcações específicas, agilizando o processo de gestão e visualização de informações relevantes. A busca é realizada através de um formulário simples e objetivo, como ilustrado na Figura 24.

Figura 24 – Tela de busca de navios.



Fonte: Autores (2024)

5.3 GERENCIAMENTO DE ACEITE

O módulo de Gerenciamento de Aceite foi desenvolvido para monitorar e gerenciar as solicitações de aceite técnico de navios. Esse módulo oferece ao usuário a possibilidade de visualizar uma listagem detalhada das solicitações, enviar novas solicitações para análise e aprovação, além de permitir editar ou excluir solicitações já existentes, garantindo que os dados sejam sempre atualizados e que os processos inativos ou incorretos possam ser removidos do sistema. Essas funcionalidades proporcionam um controle mais eficiente das operações de aceite técnico, mantendo todas as informações organizadas e acessíveis.

5.3.1 Listagem de Aceites

A listagem de aceites apresenta uma tabela com as solicitações de aceite técnico que foram registradas no sistema. Cada linha da tabela contém informações como o Código da solicitação, o Usuário Responsável, o número IMO, a Data de Criação, a Data de Edição, o Status atual e as opções de Ações para editar, visualizar ou remover a solicitação. Essa listagem facilita o acompanhamento do histórico de solicitações, permitindo uma visão organizada e prática do processo de aceitação de navios. A Figura 25 ilustra essa funcionalidade.

Figura 25 – Tela de listagem de aceites.



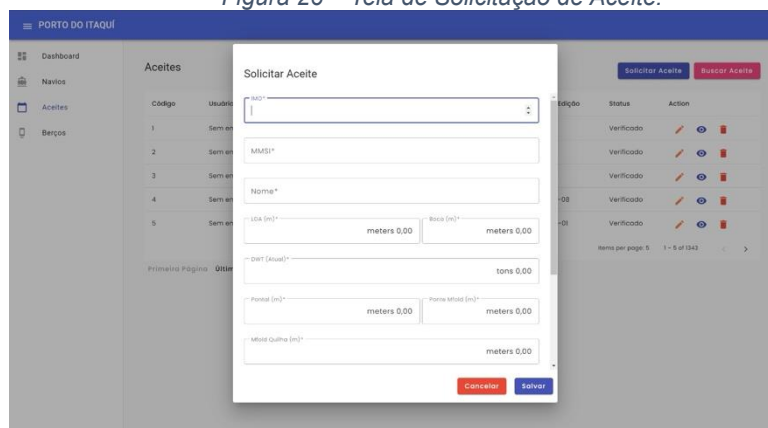
Código	Usuário Responsável	IMO	Data de Criação	Data de Edição	Status	Action	
1	Sern-emp01	Null	Null	Null	Verificado	[Edit] [View] [Delete]	
2	Sern-emp01	Null	Null	Null	Verificado	[Edit] [View] [Delete]	
3	Sern-emp01	Null	Null	Null	Verificado	[Edit] [View] [Delete]	
4	Sern-emp01	Null	2024-04-28 12:48:09	2024-05-08	2024-02-08	Verificado	[Edit] [View] [Delete]
5	Sern-emp01	1234	2024-04-28 12:48:09	2024-05-08	2024-04-05	Verificado	[Edit] [View] [Delete]

Fonte: Autores (2024)

5.3.2 Solicitar Aceite

A funcionalidade de Solicitar Aceite permite que o usuário registre uma nova solicitação de aceite técnico no sistema. O formulário de solicitação exige o preenchimento de campos obrigatórios, que contêm as mesmas informações do cadastro de navios, como o IMO, MMSI, o Nome da embarcação, além de dados técnicos como o Comprimento Total (LOA), Boca, DWT (peso total), Pontal, Ponte Mfold e Mfold Quilha. Após o preenchimento, o usuário pode salvar a solicitação, que será processada e exibida na listagem de aceites. A Figura 26 mostra a interface do formulário de solicitação.

Figura 26 – Tela de Solicitação de Aceite.

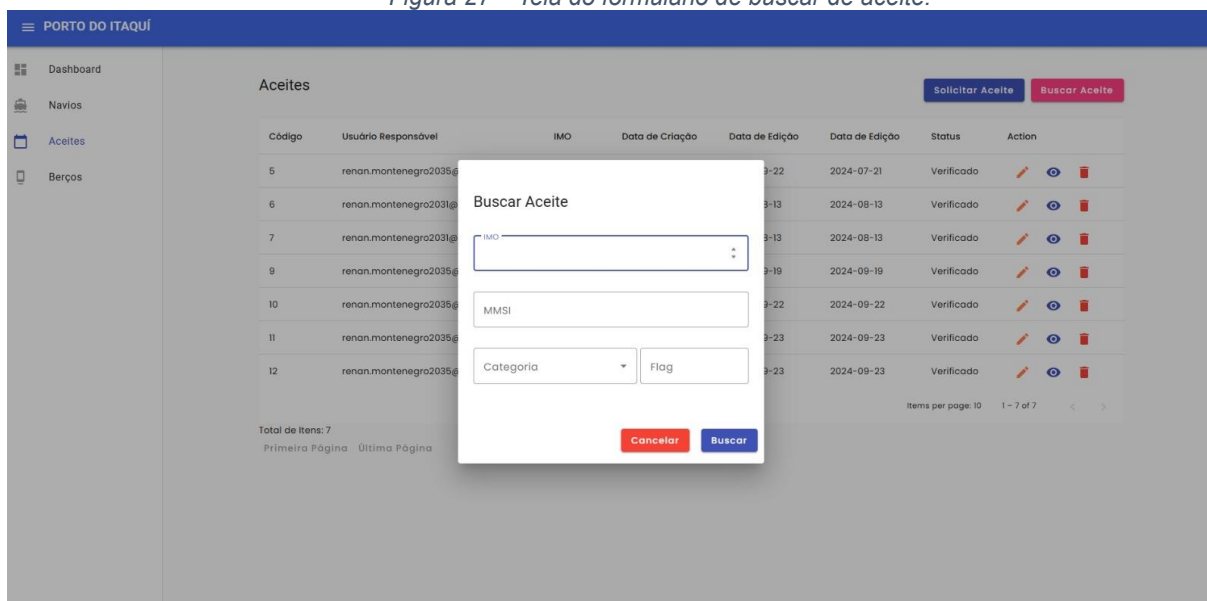


Fonte: Autores (2024)

5.3.3 Buscar Aceite

O módulo de Buscar Aceite permite que o usuário filtre e localize rapidamente uma solicitação de aceite técnico específica com base em informações relevantes. Os critérios de busca incluem campos como o IMO, MMSI, Categoria, e Bandeira, permitindo uma pesquisa mais refinada e eficiente. Após inserir os dados desejados, o usuário pode clicar no botão "Buscar" para visualizar os resultados correspondentes ou cancelar a operação. Essa funcionalidade é essencial para facilitar a navegação quando houver muitas solicitações cadastradas, como ilustrado na figura acima, onde o usuário tem acesso às ações de edição, visualização e exclusão das solicitações listadas. A Figura 27 mostra a interface do formulário de buscar aceite.

Figura 27 – Tela do formulário de buscar de aceite.



Fonte: Autores (2024)

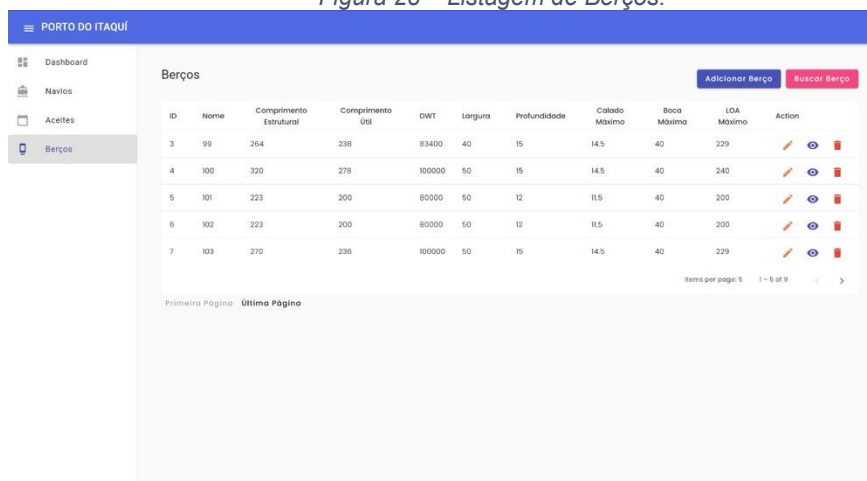
5.4 GERENCIAMENTO DE BERÇOS

O módulo de Gerenciamento de Berços permite que os usuários gerenciem as informações relacionadas aos berços disponíveis no porto. Através deste módulo, é possível visualizar a lista de berços cadastrados, adicionar novos berços, buscar informações específicas conforme a necessidade, além de editar e excluir os dados dos berços já existentes. Essas funcionalidades garantem que as informações estejam sempre atualizadas e que os berços não mais utilizados possam ser removidos, facilitando o controle eficiente das operações portuárias.

5.4.1 Listagem de Berços

A listagem de berços exibe uma tabela com os dados estruturais e operacionais de cada berço registrado no sistema. As informações incluem o ID, o Nome do berço, o Comprimento Estrutural, o Calado Máximo, a Boca Máxima, e o LOA Máximo. Além disso, o usuário pode realizar ações como editar, visualizar ou remover um berço através dos ícones de ação disponíveis. Essa funcionalidade facilita o acompanhamento dos dados de cada berço de forma organizada e acessível. A Figura 28 ilustra a tela de listagem de berços

Figura 28 – Listagem de Berços.



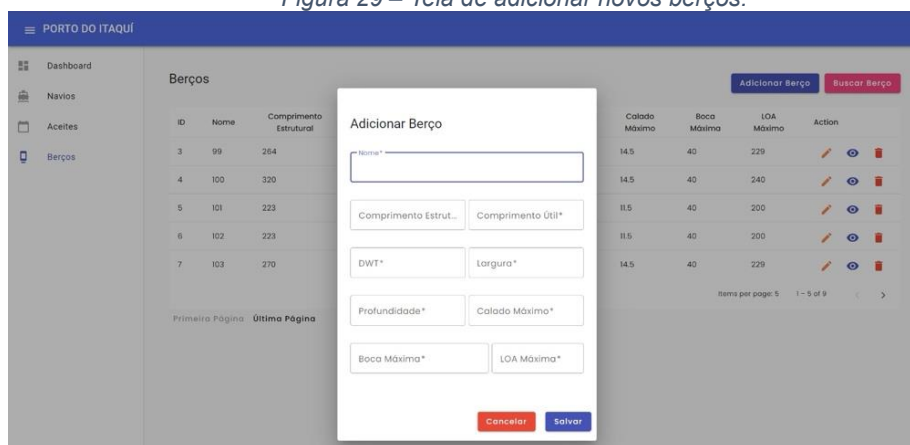
ID	Nome	Comprimento Estrutural	Comprimento Útil	DWT	largura	Profundidade	Calado Máximo	Boca Máxima	LOA Máximo	Action
3	99	264	238	83400	40	15	14,5	40	229	[edit] [eye] [delete]
4	100	320	278	100000	50	15	14,5	40	240	[edit] [eye] [delete]
5	101	223	200	80000	50	12	11,5	40	200	[edit] [eye] [delete]
6	102	223	200	80000	50	12	11,5	40	200	[edit] [eye] [delete]
7	103	270	238	100000	50	15	14,5	40	229	[edit] [eye] [delete]

Fonte: Autores (2024)

5.4.2 Adicionar Berço

O sistema oferece a funcionalidade de Adicionar Berço, permitindo o cadastro de novos berços no porto. O formulário de cadastro exige o preenchimento de campos como o Nome do berço, o Comprimento Estrutural, o Comprimento Útil, o DWT, a Largura, a Profundidade, o Calado Máximo, a Boca Máxima, e o LOA Máximo. Após o preenchimento, o usuário pode salvar os dados e o novo berço será adicionado ao sistema, facilitando a atualização contínua das informações dos berços disponíveis. A Figura 29 ilustra a interface de adição de berço.

Figura 29 – Tela de adicionar novos berços.

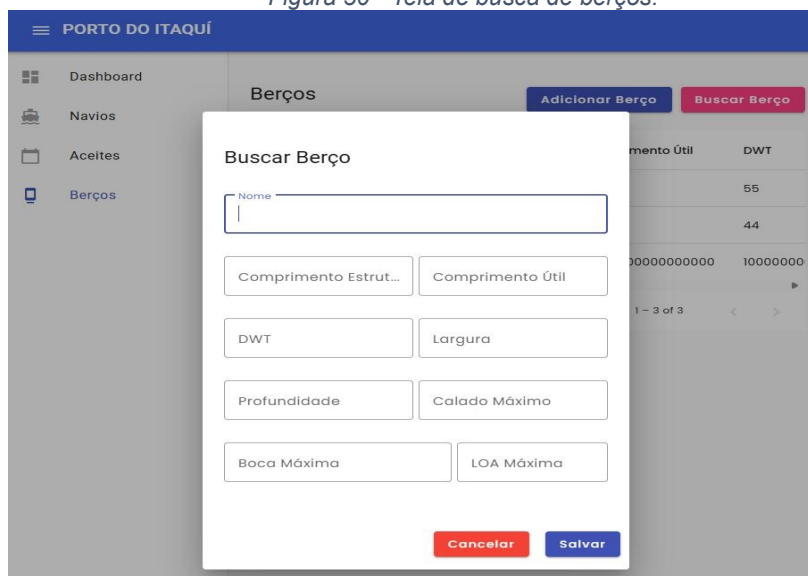


Fonte: Autores (2024)

5.4.3 Buscar Berço

A função de Buscar Berço permite que o usuário filtre os berços cadastrados no sistema por critérios como nome, comprimento ou capacidade. Isso facilita a localização rápida de um berço específico dentro da base de dados, otimizando o processo de gerenciamento. A Figura 30 ilustra a tela de busca de berços.

Figura 30 - Tela de busca de berços.



Fonte: Autores (2024)

6 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do software SAATN, com o objetivo de aprimorar o atendimento ao cliente, aumentar a eficiência e organizar o processo de aceite técnico de navios no complexo portuário do Itaqui. A substituição do processo manual baseado em e-mails por uma aplicação web propicia uma significativa melhoria ao processo de atracação, permitindo a verificação automática da compatibilidade dos navios com os berços disponíveis, o que otimiza o tempo de resposta e reduz erros operacionais.

Os resultados alcançados, na fase de teste, demonstram que o sistema é capaz de realizar o aceite técnico de maneira automática e eficaz, cumprindo seu objetivo de transformar um processo tradicional e burocrático em uma solução eficiente, escalável e segura.

Além disso, a centralização das informações e o histórico de solicitações facilitam o controle e o acompanhamento dos pedidos, garantindo maior segurança, transparência e eficiência no gerenciamento portuário. A integração com sistemas externos e o uso de notificações em tempo real permitem uma resposta rápida a situações onde a intervenção manual é necessária, mantendo o processo ágil e confiável.

Por fim, as perspectivas futuras incluem o uso de inteligência artificial para prever padrões de alocação e a otimização logística interna, garantindo o uso eficiente dos recursos e destacando o porto no cenário logístico global.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, A. B., Victor, J., Cardoso, M., & Guitarrari, L. (2023). *Transição Energética no Transporte Marítimo*. FGV Energia - Caderno Opinião. <https://hdl.handle.net/10438/33773>
- Aslam, S., Michaelides, M. P., & Herodotou, H. (2024). A survey on computational intelligence approaches for intelligent marine terminal operations. *IET Intelligent Transport Systems*, 18(5), 755–793. <https://doi.org/10.1049/itr2.12469>
- Brasil. (2001). *Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001*.

- Brasil. (2013). *Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013*.
- Deitel, H. M., & Deitel, P. J. (2016). *Java Como programar* (10ª). Bookman.
- EMAP. (2020). *Histórico - Porto do Itaqui*. <https://www.portodoitaqui.com/porto-do-itaqui/historico>
- EMAP. (2023). *Norma para Atracação e Desatracação de Navios no Porto do Itaqui*. https://www.portodoitaqui.com/_files/arquivos/NORMA%20PARA%20ATRACA%C3%87%C3%83O%20E%20DESATRACA%C3%87%C3%83O%20DE%20NAVIOS%20N O%20PORTO%20ORGANIZADO%20DO%20ITAQUI_6515d675a489f.pdf
- Ferreira, R. G. (2023). *Modelo Matemático para Otimização do Planejamento de Atracação de Navios em Cais Contínuo com Restrições de Maré — Portal IFFluminense* [Dissertação de Mestrado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.]. <https://portal1.iff.edu.br/o-iffuminense/pesquisa/pos-graduacao-stricto-sensu/mestrado-profissional-em-sistemas-aplicados-a-engenharia-e-a-gestao/dissertacoes-defendidas/dissertacoes-defendidas-em-2023-1/modelo-matematico-para-otimizacao-do-planejamento-de-atracacao-de-navios-em-cais-continuo-com-restricoes-de-mare>
- Goldberg, Josh. (2022). *Learning TypeScript: Enhance Your Web Development Skills Using Type-Safe JavaScript*. O'Reilly Media.
- Grippa, V. M., & Kuzmichev, Sergey. (2021). *Learning MySQL: Get a Handle on Your Data*.
- Machado, A. R., & Raymundo, J. C. (2018). *Logística e Gestão da Cadeia de Suprimentos na Área Portuária*. Paison.
- Murray, Nathan., Coury, Felipe., Lerner, Ari., & Taborda, Carlos. (2024). *ng-book: The Complete Guide to Angular* (5ª). FullStack.
- Nascimento, M. D. Bahia., & da Silva, M. J. Batista. (2023). *Elaboração de plano de manutenção de balança rodoviária digital com enfoque na manutenção centrada na confiabilidade: o caso do Porto do Itaqui*. *X CIDESPORT Congresso Internacional de Desempenho Portuário*.
- Penha Vaz, L., Pereira, T. C., & Ribeiro Cunha, D. (2019). *Cabotagem e o Meio Ambiente: Um Estudo no Complexo Portuário de São Luís*. <https://doi.org/10.17648/CIDESPORT-2019-114787>
- Peteam, F. B. (2024). *Abordagens do Algoritmo Genético de Chaves Aleatórias Viciadas para o Problema de Alocação em Berços*. Universidade Estadual de Campinas.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2021). *Engenharia de software* (9ª). Bookman|AMGH.
- ROJAS, Pablo. (2014). *Introdução à Logística Portuária e Noções de Comércio*. Bookman.
- Sommerville, Ian. (2011). *Engenharia de Software* (9ª). Pearson.
- Sutherland, Jeff., & Sutherland, J. J. (2016). *Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time* (10ª). Random House Business Books.
- Walls, C., & Breidenbach, R. (2006). *Spring em Ação*. Ciência Moderna.

ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO DE NAVIOS ATRACADOS: ESTUDO DE CASO NO PORTO DO ITAQUI

Vitor Renato Pereira Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão / VALE

Clovis Bosco Mendonça Oliveira

Universidade Federal do Maranhão

Darliane Ribeiro Cunha

Universidade Federal do Maranhão

Resumo: A projeção de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) até 2050, conforme estudos recentes, sugere um aumento preocupante que requer ações mitigadoras urgentes. O setor marítimo, consciente das crescentes demandas por práticas sustentáveis, busca adaptar-se a essas novas diretrizes. Diante desse panorama, o objetivo deste estudo é avaliar a potência demandada por embarcações durante o período de atracação e quantificar o volume de dióxido de carbono emitido no Porto do Itaqui no ano de 2023. As informações coletadas são cruciais para o planejamento e implementação de instalações de Onshore Power Supply (OPS), uma tecnologia emergente que promove a substituição do uso de combustíveis fósseis por eletricidade, reduzindo assim as emissões de GEE em portos. Utilizando uma abordagem de estudo de caso na Empresa Maranhense de Administração Portuária, a análise identificou que os berços destinados à movimentação de granel líquido são responsáveis pelas maiores emissões de CO₂, uma constatação alinhada com as peculiaridades operacionais dessa categoria de carga. Este achado evidencia a necessidade de estratégias focadas em energias renováveis, eficiência energética e gestão ambiental nos portos para mitigar o impacto climático do setor marítimo. É fundamental a instalação de sistemas OPS nos portos para que se consiga reduzir a pegada de CO₂ pelo modal aquaviário e caminhar em direção ao desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Gases de Efeito Estufa; Dióxido de Carbono; Porto do Itaqui.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente cerca de 3% das emissões antropogênicas de CO₂ correspondem a transporte marítimo. Esse percentual parece pequeno, no entanto ao se aprofundar nesses valores os pesquisadores dessa área já constataram a possibilidade de causarem impactos irreversíveis. Segundo o estudo de gases de efeito estufa da *International Maritime Organization* (IMO), ao analisar seis cenários diferentes, foi estipulada a liberação de CO₂ na atmosfera até 2050, constatando, assim, que haverá o acréscimo entre 90% e 130% em comparação aos valores de 2008 (Gráfico 1).

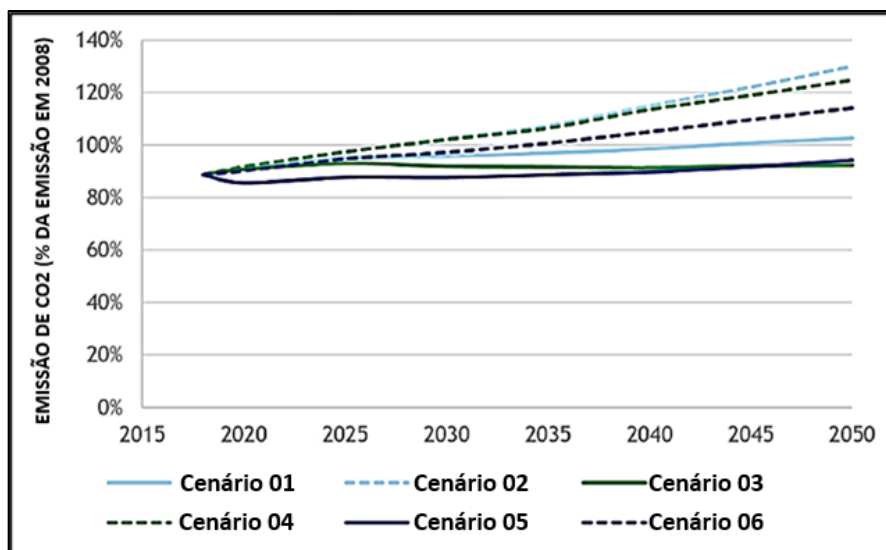


Gráfico 1 - Projeção da Emissão de Carbono pelo transporte marítimo de 2008 até 2050 (Fonte: 4ª GHG Study)

Observa-se que a preocupação com esse tema no setor marítimo é relativamente recente, uma vez que as regulamentações se intensificaram a partir do Anexo VI da Marine Pollution (MARPOL), último tema a ser anexado na Convenção Internacional para Prevenção da Poluição por Navios, que entrou em vigor a partir de 2005. Desde então foram proibidas instalações que contivessem hidrofluorcarbonetos, estipulou-se o teor de enxofre nos óleos combustíveis, foram estabelecidas as áreas de controle de emissão, entre outras ações. (MARPOL 73/78).

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) endossou a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, uma iniciativa estratégica que estabelece 17 objetivos e 169 metas voltados para a promoção de práticas sustentáveis em diversos setores da sociedade. A adoção desta agenda marcou um ponto de inflexão, resultando em um crescimento notável no número de corporações que passaram a divulgar proativamente dados sobre suas iniciativas de Responsabilidade Social Corporativa (Cunha, 2022; Robles, 2022).

Este fenômeno observado em múltiplos setores econômicos também se manifesta no âmbito portuário. As discussões acerca da interação entre portos e o contexto urbano circundante têm evidenciado a influência substancial que os portos exercem sobre o desenvolvimento econômico, social e ambiental local.

Para o levantamento de dados e construção de soluções sustentáveis e inovadoras, a indústria vem estreitando as relações com a comunidade acadêmica, nessa perspectiva, o Porto do Itaquí tem realizado programas como “Porto do Futuro”, “Residência Portuária”, e encabeça a Aliança Brasileira para a Descarbonização do Portos.

Como parte de um dos programas citados anteriormente, este artigo debruça-se sobre a estipulação do quantitativo de dióxido de carbono que é emitido pelos motores auxiliares dos navios enquanto atracados. Para alcançar os resultados expostos foram feitas pesquisas de campo e levantamento de dados com a EMAP. A partir das informações coletadas, utiliza-se metodologia bibliográfica com fundamentação teórica baseada nos autores utilizados pela IMO e outras bibliografias conceituadas acerca do tema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Uma das alternativas para mitigar os problemas das emissões atmosféricas em portos e terminais é o uso do *Onshore Power Supply* (OPS), Figura 1. Ao atracar nos portos para realizar as operações de carga e descarga, os navios desligam o motor principal e ativam os motores auxiliares para gerar energia elétrica e suprir as necessidades da embarcação. Apesar desses motores utilizarem combustível menos poluente que o óleo pesado, ainda assim emitem significativa quantidade de dióxido de carbono na atmosfera. Como alternativa para esse problema tem-se o OPS, este sistema se caracteriza pelo fornecimento de energia de terra para o navio, no momento em que o mesmo após sua atracação desliga suas máquinas auxiliares (MCA) e passa receber a energia elétrica de terra. Os portos adaptados com esta tecnologia em geral possuem a seguinte configuração: uma subestação que capta energia da rede, estação para transformar a frequência em 50Hz ou 60Hz e cabos de alimentação para o navio (Ericsson, 2008; Bakar, 2023).

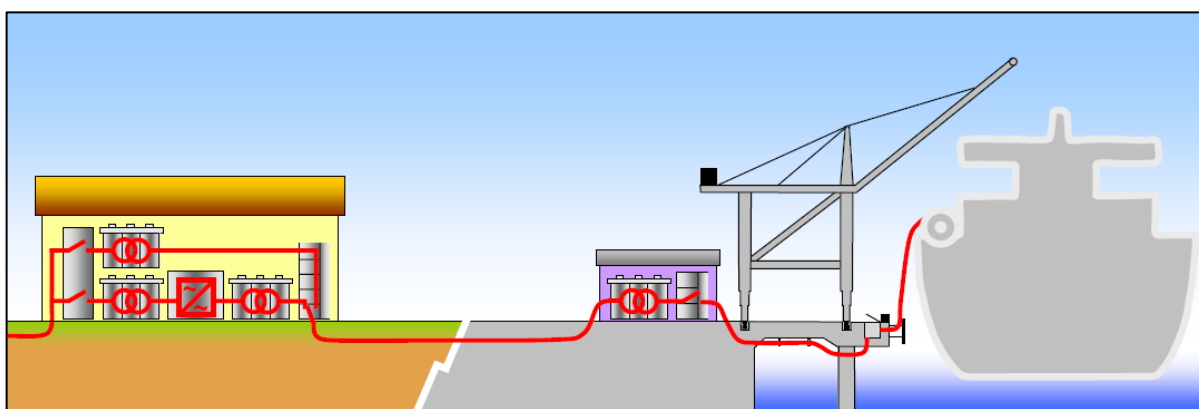


Figura 31 - Ilustração de um modelo de OPS (Fonte: Ericsson, 2008)

Bakar (2023) destacou algumas perspectivas relacionadas a viabilidade para a instalação de sistemas de OPS nos terminais portuários, comparando financeiramente o quanto o terminal e o navio gastam para gerar energia, mais o quantitativo de gases de efeito estufa que são emitidos enquanto atracado.

Vidal (2022) realizou o levantamento da energia elétrica consumida pelos navios no Porto do Itaquí entre 2010 e 2020, através da base de dados da Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ), tal trabalho serviu como norte para avaliar a estimativa de demanda calculada no presente artigo.

A robusta pesquisa apresentada por Chen (2021), no Porto de Dalian na China, relacionou a categoria do navio com o quantitativo de CO₂ liberado enquanto atracado.

Gutiérrez (2015) e o *UK Ship Emission Inventory* (2010), por meio da base de dados do Lloyd's MIU, compilaram informações referentes à demanda de potência dos motores auxiliares e o fator de carga das embarcações por classe, que permitiram

avançar nos cálculos para estimar a quantidade de energia consumida pelos navios enquanto atracados.

Um fator importante para a instalação portuária é estimar as emissões de GEE nas suas operações oriundas das embarcações atracadas. Neste contexto, o 3º e 4º *GHG Study* da IMO foram fundamentais para estabelecer a relação entre a demanda de potência e o consumo específico de combustível (SFOC). Também trazem a compreensão de que consumo específico do motor auxiliar está ligado a carga, pois os gráficos de SFOC apresentam o formato de “U”, ou seja, em baixa rotação tendem a consumir mais, conforme a rotação aumenta o consumo tende a diminuir, atinge seu ponto ótimo e ao aumentar ainda mais a rotação o consumo volta a crescer.

Ainda como alternativa para mitigação de reduções, é possível utilizar combustíveis com menor teor de enxofre. A PETROBRAS (2021), por meio do manual técnico apresentou instruções sobre a utilização dos combustíveis marítimos a bordo e suas respectivas diferenças. Gutiérrez (2021) e o 4º *GHG Study*, trazem informações relacionadas ao fator de emissão do *Marine Diesel Oil* (MDO) e *Marine Gasoil* (MGO) que permitem estimar o potencial de emissão de carbono através da quantidade de combustível marítimo queimado durante a atracação.

3 METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho foram utilizados dados obtidos em pesquisas de campo, que envolveram conversas com imediatos, chefes de máquinas e analistas de operações portuárias da Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP). Algumas informações a nível operacional também partem da vivência do pesquisador no setor portuário. Os dados referentes à estadia dos navios no Porto do Itaqui de 2023 foram obtidos através do Sistema Eletrônico do Serviço de Informações ao Cidadão (e-SIC).

A estivagem e desestivagem de cargas em navios é um processo logístico que ocorre por meio do somatório de atividades interligadas que passam por atividades manuais, içamento de carga, arqueação, arrumação da carga nos porões e elaboração das documentações (Rojas, 2014). As operações portuárias variam conforme o tipo de carga, tipo de navio e superestrutura oferecida pelo terminal, logo, estas características tornam as operações únicas. Ainda que o mesmo navio descarregue sempre a mesma mercadoria e quantidade, haverá fatores que diferenciarão cada operação, inclusive caso sejam recorrentes no mesmo porto, pois além de questões estruturais, há os fatores ambientais como chuva, vento e amplitude de maré que fogem do controle humano.

Questões como necessidade de agilidade nas operações e a diminuição dos custos são pontos que aproximam tanto os portos públicos quanto os privados. Acrescente-se ainda que indicadores de disponibilidade, ocupação e principalmente os relacionados à produtividade são cruciais para ajudar o porto a alcançar estes objetivos. Na Figura 2 busca-se retratar a realidade de duas operações de carregamento de granel sólido por meio de correia transportadora, cuja imagem enfatiza a necessidade de controles e estratégias, pois dificilmente as operações acontecem sem paradas operacionais, a secção verde representa a operação em andamento e a parte vermelha significa interrupções. Paradas estas que podem ser fruto de manutenções corretivas no sistema de movimentação de carga, chuva ou problemas de bordo, mas o fato é que prolongam a estadia da embarcação no cais.

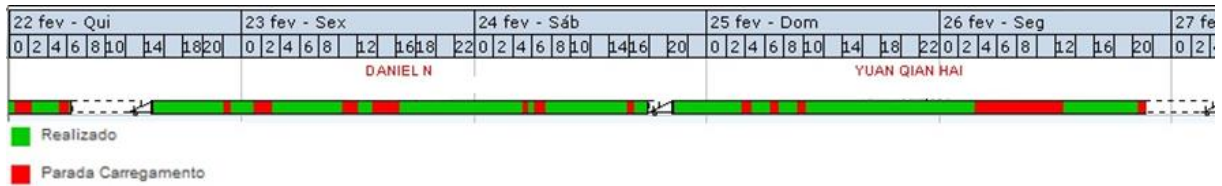


Figura 32- Linha do tempo de uma Operação Portuária (Fonte: Terminal de Ponta da Madeira)

Enquanto, ocorre a operação portuária para carga e descarga do navio, em paralelo a embarcação necessita manter suas funções internas que são tanto industriais como de hospedagem para a tripulação e consistem em: controle do lastro, controle das bombas hidráulicas, deixar ativos os equipamentos de emergência, manter em operação os guindastes, bem como a movimentação das tampas dos porões e a tensão nos cabos de amarração, deve-se garantir o funcionamento dos computadores, sistema de comunicação, a refrigeração do ambiente, iluminação, etc. Existe, portanto, uma sistemática que deve ser preservada, uma vez que para entrar em funcionamento, necessita de energia elétrica que é gerada pelo próprio navio.

3.1 MOTOR DE COMBUSTÃO AUXILIAR

Conforme Casseres (2018), normalmente a potência elétrica consumida a bordo dos navios é fruto de geradores conectados a motores de combustão interna, que são chamados de motores de combustão auxiliar, o motor relacionado à propulsão atribui-se o nome de motor principal (MP). Enquanto, o navio está atracado a energia elétrica é suprida pelos MCA, durante a navegação a geração é dividida com o MP.

Ainda que exista uma gama de registros pela *Lloyd's PC Register of Ships* e outros institutos, a maioria ainda não tem publicamente informação sobre os MCA, desta forma a comunidade científica considera a sua potência como uma parcela da potência do motor principal, essa porcentagem irá variar de acordo com o *deadweight* e a classe do navio em relação a carga, Vidal (2022).

No Gráfico 2 é ilustrada a demanda de potência de um navio em uma operação de carregamento de granel sólido entre a atracação e desatracação. Observa-se um pico por volta das 11:00 horas, momento esse em que inicia o carregamento e o imediato precisa começar o deslastre do navio, assim, conforme o carregamento foi progredindo e o lastro finalizando, menos foi exigido das bombas, até que entre 16:00h e 17:00 horas do dia seguinte o deslastre já havia sido praticamente finalizado, nesse intervalo, acontece o processo de *stripping*, momento em que as bombas principais não conseguem mais extrair a água e o residual é retirado por uma bomba menor, a mesma que é usada no sistema de refrigeração. Visualiza-se, então, que a demanda de potência é relativa à evolução da operação.



Gráfico 2 - Potência demandada

Em geral, para suprirem suas necessidades as embarcações possuem entre 2 e 4 motores auxiliares. Os MCA são do ciclo diesel, a maioria é de quatro tempos, sendo alimentados por *marine gasoil* (MGO) ou *marine diesel oil* (MDO).

3.2 COMBUSTÍVEIS MARÍTIMOS

Baseados nas projeções de emissão de GEE apontadas pela comunidade científica, a Organização Marítima Internacional (IMO), determinou que a partir de 1º de janeiro de 2020 os combustíveis utilizados em navegação de longo curso contivessem até 0,5% de teor de enxofre. Considerando o novo direcionamento da IMO, os navios são obrigados a adotar combustíveis como o *Marine Gasoil* (MGO), *Marine Diesel Oil* (MDO) ou o *Low-sulfur Fuel Oil* (LSFO), porém caso a embarcação ainda persista em utilizar o *High-sulfur Fuel Oil* (HSFO), que contém alto teor de enxofre, deve haver a bordo o sistema de tratamento dos gases (*scrubber*), para conter os poluentes gerados, Sousa (2020).

Segundo o informe técnico de combustíveis marítimos da PETROBRAS (2021), o HSFO e LSFO são utilizados nos motores voltados para a propulsão enquanto o MGO e MDO são principalmente utilizados nos sistemas auxiliares, direcionados para a geração de energia, por serem motores de quatro tempos com alta velocidade de rotação.

Conforme Casseres (2018), é necessário diferenciar o MGO do MDO, pois o *marine gasoil*, é um combustível oriundo exclusivamente de frações destiladas, em contrapartida o *marine diesel oil*, tem uma qualidade menor por ser uma mistura do MGO e HSFO. Porém salienta-se que para fins de cálculos estimativos o 4º *GHG Study* da IMO consideram ambos com o mesmo coeficiente de emissão e mesma relação no consumo específico do motor auxiliar, tabela 2.

3.3 CÁLCULO DE EMISSÃO

Conforme o quarto relatório de gases do efeito estufa produzido pela IMO, para estimar o potencial de emissão de CO₂ por parte dos motores auxiliares dos navios enquanto atracados, quando não se tem a informação exata da quantidade de combustível consumido, utiliza-se três equações principais, para estimar o consumo de energia dessa embarcação (eq.1), que permitirá supor a quantidade de combustível utilizado para a geração dessa energia (eq. 2), por fim, será possível deduzir a quantidade de dióxido de carbono (eq. 3).

$$P_{C_i} = P_{aux_i} \times LF_i \times t_i^{berth} \quad (eq.1)$$

$$FC_i^{berth} = P_{C_i} \times SFOC_i^{aux} \quad (eq.2)$$

$$TE_{\epsilon_i} = \sum FC_i^{berth} \times EC_n^{diesel} \quad (eq.3)$$

i – categoria do navio

PC – Consumo de energia (kWh)

LF – Fator de carga (%)

t^{berth} – Tempo atracado (h)

FC – Consumo de combustível (g)

P_{aux} – Potência Auxiliar (kW)

SFOC^{aux} – Consumo específico do motor auxiliar (g/kWh)

TE_ε - Emissões Liberadas (g)

EC^{diesel} – Coeficiente de emissão do óleo diesel (gCO₂/gcombustível)

Compreende-se que durante a operação portuária o navio não necessita utilizar 100% da capacidade dos motores auxiliares, assim o fator de carga vai variar conforme o tipo de produto transportado, tipo de operação, se está em viagem, manobra ou atracado. É atribuído o fator de 1.0 para o navio que utilizar o máximo de sua capacidade, Bakar (2023). Foram analisadas centenas de embarcações, DEFRA Report (2010), através do qual foi possível levantar a demanda dos motores auxiliares por categoria de embarcação, que por sua vez utilizaram a base de dados da Lloyd's MIU, que abrange cerca de 36% da frota marítima.

Tabela 10 - Fator de carga e demanda por categoria de navio (adaptado de DEFRA Report 2010 e Gutiérrez 2015)

Categoria	Nº de navios	LF	P_{aux}
Bulk Carrier	846	0,22	1.627,555
Container	521	0,17	2.822,373
General Cargo	1.811	0,22	1.777,232
Tanker	1.118	0,67	2.736,512

O consumo específico é obtido através da relação da massa do combustível consumida por hora e a potência desempenhada no mesmo período de tempo. Segundo o terceiro estudo GHG da IMO o SFOC varia com a carga de trabalho do motor, tanto que o gráfico é no formato de “U”, ou seja, em cargas mais baixas o consumo é elevado, decresce até atingir o mínimo consumo e tende a subir em cargas muito elevadas.

Tabela 11 - Fatores de Emissão e Consumo Específico (adaptado de Gutierrez 2021 e Fourth GHG Study 2020)

COMBUSTÍVEL	SFOC	Fator de Emissão (g CO₂/ g combustível)
HFO	195	3,114
MGO / MDO	185	3,206
LNG	156	2,750

O valor do fator de emissão é um indicativo que relaciona a quantidade de poluente gerado para uma determinada quantidade de combustível consumido na mesma unidade, Gutiérrez (2021).

Os dados expostos são baseados nas operações portuárias do Porto do Itaquí no ano de 2023, foi disponibilizado por meio do e-SIC informações como: nome do navio, deadweight, tipo de carga movimentada, berço de operação e horários de atracação e desatracação. Através destes dados foi possível calcular em horas a permanência de cada navio nos berços e saber qual a respectiva classe. Obteve-se, assim, insumos para alimentar as equações 01, 02 e 03 que são apresentadas nos resultados.

4 RESULTADOS

Conforme proposto por Vidal (2022), para a estipulação das emissões de dióxido de carbono foi considerado que todos os navios utilizaram MDO em seus

motores auxiliares, o primeiro fator que levou a essa decisão é que essa informação do combustível consumido por cada embarcação ainda não é coletada pela EMAP e o segundo fator é que a IMO indica a utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre, então, subentende-se que os armadores estão caminhando dessa direção.

Após o tratamento dos dados, foi gerado um dashboard (Figura 3), no qual se pode observar que em 2023, atracaram em São Luís 1.042 navios, movimentando principalmente graneis sólidos e líquidos, somando o total de 70,84 mil horas de operação.

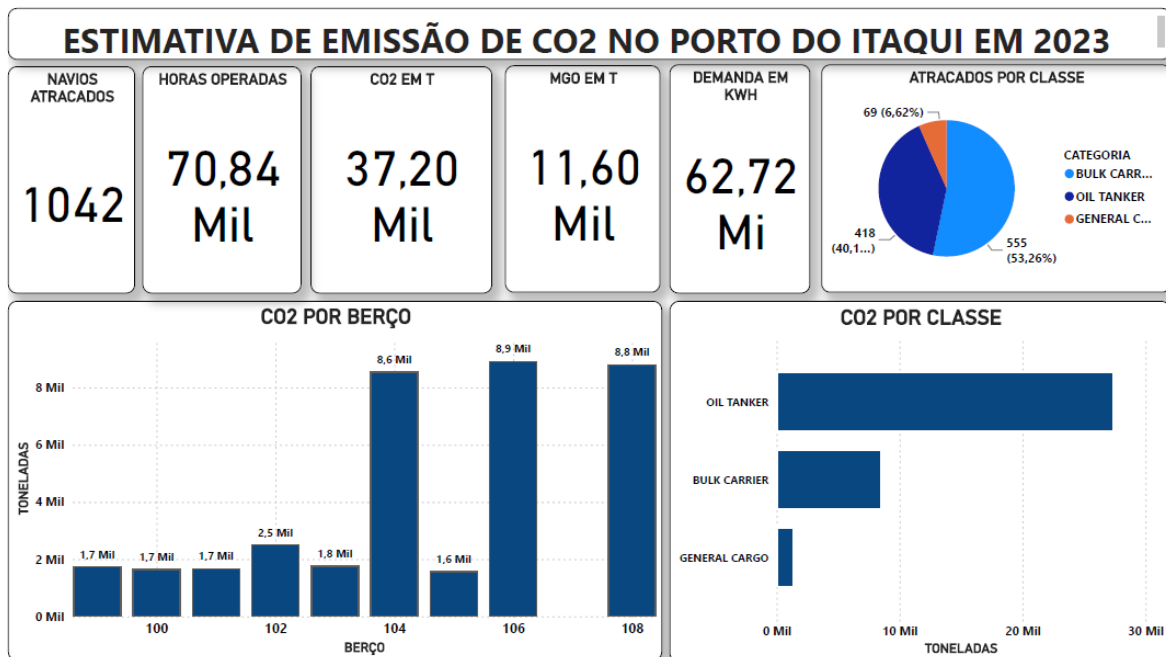


Figura 33 - Dashboard Emissão de CO₂ em 2023 no Porto do Itaqui

Na Figura 3 é possível identificar que no Porto do Itaqui em 2023 predominaram os navios de granel sólido, contabilizando o total de 555 atracações, aproximadamente 53% do total. Tais navios movimentaram cargas como: milho, soja, fertilizante, cobre e manganês. Em seguida com aproximadamente 40% das atracações há os navios tanque, transportando diesel, gasolina, álcool etc. E em quantidade mais discretas tem-se os navios de carga geral o qual condizem à 6,62% das operações, transportando cargas como celulose, trilho, fertilizante em *big bag*, cargas de projeto dentre outras. Durante estas operações estima-se que foram queimados pelos motores auxiliares cerca de 11 mil toneladas de MGO, que resultaram em aproximadamente 37 mil toneladas de dióxido de carbono.

4.1 ESTIMATIVA DE POTÊNCIA DEMANDADA NO PORTO DO ITAQUI

Conforme a metodologia de cálculo utilizada para estimar a demanda de potência dos navios, encontrou-se em 2023 o total de 62,72 milhões de kWh. O valor calculado vai ao encontro do estudo de Vidal (2022) que estimou a demanda do Porto do Itaqui entre 2010 e 2020 (Gráfico 3), no qual em 2020 o autor chegou ao valor de 39,1 milhões de kWh. O resultado encontrado para 2023 está coerente com os cálculos que realizados neste trabalho, pois conforme o Relatório de Movimentação de Carga de 2001 a 2023 da EMAP, houve sucessivo recorde de movimentação de

carga a cada ano, sendo 2023 aproximadamente 46% mais produtivo que 2020, significa que houve mais navios atracados, portanto, a demanda foi maior.

Outro fator que contribui para o aumento da demanda no Itaqui, é que com o passar dos anos o porto tem se especializado mais na movimentação de grânéis líquidos, de forma que se notabilizou com um *Hub* de Combustível no nordeste brasileiro, pois nele movimenta-se diesel, álcool, querosene de aviação, gás de cozinha, MGO, etc. Parte do combustível que chega ao porto é consumida na região e outra parte é remanejada para navios menores, trens ou caminhões que partem para o resto do Brasil.

Conforme o *DEFRA Report (2010)* esses navios têm o fator de carga de aproximadamente 0,67, significa que demandam mais de seus motores auxiliares, pois além de gerar energia para alimentar as instalações do navio e controlar o lastro, os MCA são usados para alimentar o conjunto de bombas responsáveis pelo deslocamento do líquido, no qual iniciam carregamento com aproximadamente 3 bar de pressão, podendo chegar até 7 bar.

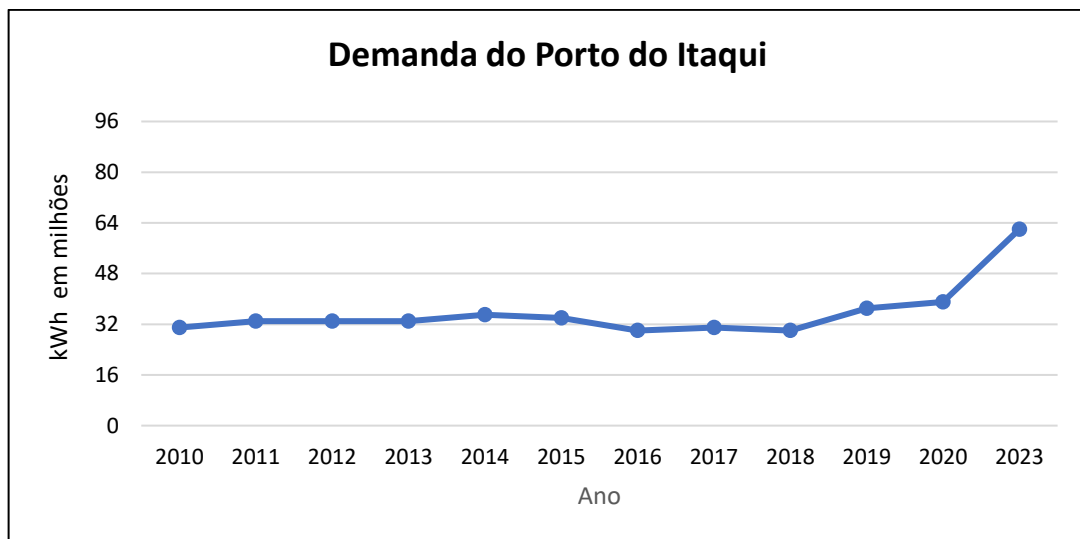


Gráfico 3 - Demanda do Porto do Itaqui (Adaptado de Vidal 2022)

4.2 ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE CO₂ NO PORTO DO ITAQUI

De acordo com a metodologia citada no tópico anterior, obteve-se a estimativa de que os navios que operaram no Porto do Itaqui emitiram no ano de 2023 aproximadamente 37 mil toneladas de dióxido de carbono na atmosfera ludovicense.

Como o fator de emissão é diretamente proporcional à quantidade de MGO queimado, que por sua vez é determinado pela demanda de potência vezes o consumo específico, já era de se esperar que os berços destinados para a movimentação de granel líquido seriam os com maiores estimativas de emissão de CO₂.

Chen (2021) realizou um robusto estudo no Porto de Dalian, localizado no nordeste da China, no qual estipulou a emissão de CO₂ durante o fundeio, manobra de atracação e o tempo atracado. O autor utilizou o *Automatic Identification System* (AIS) como fonte de dados e, semelhante ao Porto do Itaqui, em Dalian a emissão predominou dentre os navios tanque.

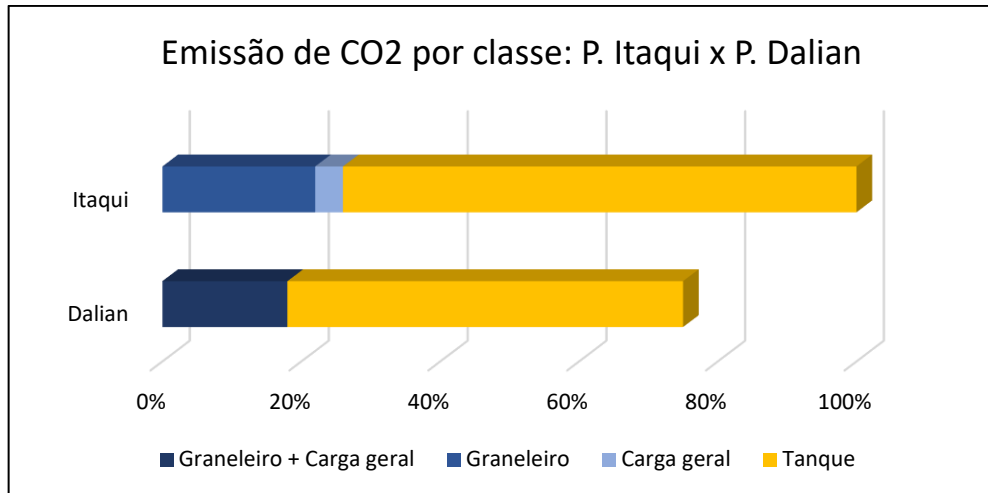


Gráfico 4- Emissão de CO₂ por classe: P. Itaqui x P. Dalian

Ao comparar a emissão de CO₂ por classe de navio entre os portos de Dalian e Itaqui, observa-se também que os navios de carga geral e graneleiro possuem proporção semelhante. O restante das emissões em Dalian distribuiu-se entre os navios de passageiros, contêineres e rebocadores, Gráfico 4.

Analisando o Porto do Itaqui por berço, o 106 foi campeão, teve 122 navios atracados, e durante as 8,21 mil horas de operação, emitiu aproximadamente 8,92 mil toneladas de CO₂. Seguindo o rank tem-se os berços 108, 104, 103, 102, 99, 101, 100 e por último o berço 105, vide o Gráfico 5.

O último colocado é equipado com uma superestrutura voltada para a movimentação de ferro gusa, soja, milho e cobre. No berço, atracam navios de granel sólido, cujo fator de carga é de aproximadamente 0,22. Entre janeiro e dezembro de 2023 estima-se que foram consumidas cerca de 489 toneladas de MGO, que acarretou na emitidos, em 6,81 mil horas de operação.

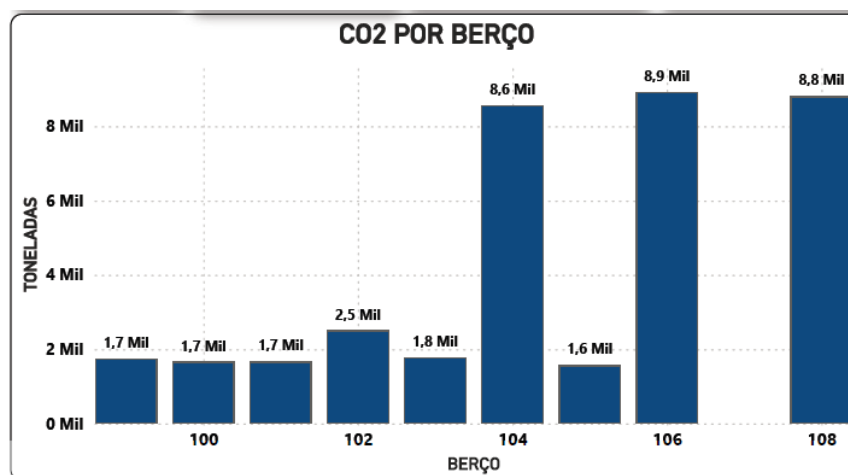


Gráfico 5 - Emissão no Porto do Itaqui por berço

Ressalta-se que tais estimativas apresentadas são baseadas somente nos motores de combustão auxiliar, pois no cenário local somente estes podem ter as suas funções substituídas pelo sistema de OPS. A emissão por parte das caldeiras, responsáveis pelo aquecimento dos combustíveis, serão incluídas nas próximas etapas do trabalho para que a estimativa de CO₂ se aproxime ainda mais da realidade. Conforme a literatura menciona, a melhor maneira para obtenção dessas respostas

se dá através da coleta de informação com todos os navios, porém nem todas as companhias estão dispostas a equipar os navios já existentes com tecnologias para coletar tais dados.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho propôs-se a estipular o potencial de emissão de dióxido de carbono oriundo dos motores de combustão auxiliar dos navios, enquanto atracados nos berços do Porto do Itaquí. Para tanto, como ponto de partida observou-se o cenário global que é o responsável pelo direcionamento que as empresas do setor marítimo e portuário estão tomando. Em seguida, com base nas publicações da comunidade acadêmica foi determinada a metodologia de cálculo mais adequada à realidade local e, por último, obteve-se os resultados.

Conforme apresentado, constatou-se o total de navios atracados, o total de horas operadas, a demanda de potência relacionada a esse tempo e a quantidade de *Marine Gasoil* necessário para suprir essa demanda, enfim por meio do fator de emissão foi possível ranquear as emissões do Porto do Itaquí por classe de navio e por píer.

Mediante o exposto observou-se que o granel líquido é o produto que disparou na estimativa, devido esse material necessitar das bombas do navio para ser deslocada entre o berço e os terminais.

Contudo, é importante acentuar o estudo da transição energética pois, quando se observa o granel líquido, ele é um produto que emite CO₂ na sua extração, no processamento e no deslocamento, ou seja, é o que mais emite dióxido de carbono nas operações portuárias do porto do Itaquí e emitirá no seu destino final.

Pontua-se que os resultados apresentados são baseados em estimativas, sendo esta uma das limitações do estudo, no qual seria mais indicado utilizar nos cálculos o valor exato de combustível consumido por cada embarcação, assim não haveria a necessidade das equações 01 e 02. Como um dos próximos passos está mapeado a elaboração de um método para a obtenção deste quantitativo.

Ainda assim, este achado evidencia a necessidade de estratégias focadas em energias renováveis, eficiência energética e gestão ambiental nos portos para mitigar o impacto climático do setor marítimo.

Conclui-se, portanto, que é fundamental a instalação de sistemas OPS nos portos para que se consiga reduzir a pegada de CO₂ pelo modal aquaviário e caminhar em direção ao desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ABU BAKAR, N. N. et al. Electrification of onshore power systems in maritime transportation towards decarbonization of ports: A review of the cold ironing technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 178, p. 113243, maio 2023.

CASSERES, E. M. Potencial de Mitigação das emissões de CO₂ do transporte marítimo internacional: uma análise baseada em cenários para o caso dos navios-tanque de petróleo bruto. Dissertação (mestrado em planejamento energético) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.

CHEN, S. et al. An operational-mode-based method for estimating ship emissions in port waters. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 101, p. 103080, dez. 2021.

CUNHA, D. R. A evidencição da informação de sustentabilidade nos portos brasileiros. In: *Manifesto: ESG Portuário*. EDUFMA. São Luís. 2022. Cap. 5, p. 79-88. Disponível em: < <https://observatorioportuario.com.br/wp-content/uploads/2022/11/Manifesto-ESG-Portuario.pdf>> Acesso em: 05 de abr. de 2024.

ERICSSON, P.; FAZLAGIC I. Shore-side power supply: A feasibility study and a technical solution for na on-shore electrical infrastructure to supply vessels with electric power while in port. Master of science thesis. Chalmers University of Technology, Sweden, 2008.

GORE, K.; RIGOT-MÜLLER, P.; COUGHLAN, J. Cost-benefit assessment of shore side electricity: An Irish perspective. *Journal of environmental management*, v. 326, p. 116755–116755, 1 jan. 2023.

IMO. Fourth IMO Greenhouse Gas Study. 2020.

IMO. Third IMO Greenhouse Gas Study. 2014.

MORENO-GUTIÉRREZ, J. et al. Methodologies for estimating shipping emissions and energy consumption: A comparative analysis of current methods. *Energy*, v. 86, p. 603–616, jun. 2015.

MORENO-GUTIÉRREZ, J.; DURÁN-GRADOS, V. Calculating ships' real emissions of pollutants and greenhouse gases: Towards zero uncertainties. *Science of The Total Environment*, v. 750, p. 141471, jan. 2021.

NGUYEN, P.-N.; WOO, S.-H.; KIM, H. Ship emissions in hotelling phase and loading/unloading in Southeast Asia ports. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 105, p. 103223, abr. 2022.

PETROBRAS. Combustíveis Marítimos: Informações Técnicas. Jan. 2021.

ROBLES, L. T. Os caminhos da sustentabilidade e a estratégia ESG. In: *Manifesto: ESG Portuário*. EDUFMA. São Luís. 2022. Cap. 1, p. 18-34. Disponível em: < <https://observatorioportuario.com.br/wp-content/uploads/2022/11/Manifesto-ESG-Portuario.pdf>> Acesso em: 05 de abr. de 2024.

SÁENZ, J. G. Energy analysis and costs estimation of an On-shore Power Supply system in the Port of Gävle. Master in snergy systems thesis. University of Galve, Sweden, 2019.

SOUSA C.; DELGADO F.; MAIA F.; TIMERMAN G.; DUARTE M.; MEDEIROS S. Distribuição de combustíveis marítimos no brasil, em conformidade com o imo 2020: oportunidades e desafios para o brasil. FGV, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em <<https://repositorio.fgv.br/bitstreams/b59393f7-5388-4e72-a168-9c36defe5055/download>>. Acessado em: 10 de abr. de 2024.

VIDAL, L. Análise de viabilidade econômica e ambiental da utilização de energia elétrica com sistema Shore Power em um contexto para instalações portuárias Brasileiras. Tese (doutorado em ciências em engenharia elétrica) – UNIFEI, Itajubá, 2021.

Whall C, Scarbrough T, Stavrakaki A. Defra UK ship emissions inventory. Final report. London: Entec UK Limited; 2010.

ESTRATÉGIAS DE ELETRIFICAÇÃO E CONFIABILIDADE PARA ALCANÇAR OS OBJETIVOS DE DESCARBONIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES NO PORTO DO PECÉM

Açucena Gois
Complexo Portuário do Pecém

Marco Antônio Ximenes

José Carneiro Fernandes Junior

Luis Eduardo Ferreira Tavares

João Guilherme Lima Neto

Resumo: O Porto do Pecém, além de se destacar pela sua posição geográfica traz consigo um elevado potencial para a eletrificação de suas operações. Detentor de uma conceituada infraestrutura elétrica, aliada a uma gestão eficiente da energia, o posiciona como um dos portos mais avançados do Brasil nesse quesito. A análise detalhada do sistema elétrico do porto demonstra a existência de uma rede de distribuição capaz de suportar um terminal totalmente eletrificado. Essa capacidade é resultado de um projeto amplo vislumbrando os adventos industriais da região conjugado ao planejamento operacional que priorizou a instalação de equipamentos elétricos desde as primeiras etapas de operação. O seu potencial de eletrificação é sustentado por uma infraestrutura elétrica dimensionada para atender a demanda crescente, dispendo de tecnologia para o monitoramento em tempo real. A busca por fontes de energia renovável e certificada, alinhada com as metas globais de sustentabilidade, e a participação no mercado de energia livre, com a consequente redução de custos operacionais, reforça a visão definida na sua identidade organizacional de tornar-se um protagonista logístico mundial no processo de transição energética até 2028. As iniciativas já implementadas e em planejamento tais como a adoção e substituição de equipamentos a combustão por elétricos em diversas operações portuárias, o desenvolvimento de estudos e projetos para o fornecimento de energia aos navios atracados e a gestão inteligente do seu sistema elétrico de potência demonstram o fortalecimento e o seu compromisso com a redução de emissões de gases do efeito estufa. Em resumo, o Porto do Pecém possui todos os elementos necessários para se tornar um porto totalmente eletrificado, contribuindo para a descarbonização do setor portuário no Brasil.

Palavras-chave: Porto do Pecém; Eletrificação; Infraestrutura Elétrica, Transição Energética; Descarbonização.

1 INTRODUÇÃO

Inaugurado em 2002, o Porto do Pecém é um ponto estratégico para a logística e o setor industrial no Ceará. Com uma localização privilegiada e infraestrutura moderna, o porto tem se destacado como um *hub* para operações de importação e exportação, impulsionando o desenvolvimento econômico da região. Desde sua abertura, o porto passou por diversas etapas de evolução, especialmente no que tange à eletrificação e à modernização de seus sistemas.

No início de suas operações, as instalações elétricas do Porto do Pecém possuíam capacidade limitada, adequada às demandas operacionais da época. No entanto, com o crescimento da movimentação portuária, alavancado por grandes projetos em seu complexo industrial, tornou-se necessária a expansão e o planejamento do sistema elétrico do terminal, visando aumentar a capacidade de fornecimento para atender aos novos equipamentos operacionais.

A crescente preocupação com sustentabilidade e eficiência energética levou o Porto do Pecém a adotar estratégias inovadoras ao longo dos anos, visando reduzir sua pegada de carbono. A modernização dos sistemas elétricos, incluindo a introdução de tecnologias avançadas de monitoramento e controle de energia, desempenharam um papel fundamental nesse processo.

Este artigo explora as estratégias do Porto do Pecém diante dos novos desafios de eletrificação no setor portuário, examinando o histórico de sua transição energética, o potencial de sua infraestrutura para atender às crescentes demandas, e os aspectos técnicos e econômicos que consolidam o Pecém como um dos terminais portuários mais bem preparados do Brasil para o avanço da eletrificação, em linha com as metas globais de descarbonização do setor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A eletrificação é um processo no qual a energia proveniente de combustíveis fósseis é substituída por eletricidade oriunda de fontes renováveis, diminuindo assim a emissão de gás carbônico na atmosfera. Ela vem sendo apontada como o melhor vetor de energia para a descarbonização das operações (ZAMBONI, 2021).

Um exemplo brasileiro que comprova a eficácia da eletrificação para a descarbonização é o Porto de Itapoá, em Santa Catarina, que adquiriu uma frota de 20 novos caminhões elétricos, chamados Terminal *Tractors* - TTs para a movimentação interna de contêineres. De acordo com a Autoridade Portuária de Itapoá, essa iniciativa deve gerar uma economia de 858 mil litros de combustível por ano o que reduz em 2 mil toneladas as emissões de carbono na atmosfera (PORTO ITAPOÁ, 2024).

Com a implementação de um Plano de Transição Energética, que tem como meta alcançar a neutralidade carbônica até 2035, o Porto de Leixões, em Portugal, se destaca como um exemplo de compromisso com a descarbonização. O plano prevê uma redução anual de aproximadamente 59.000 toneladas de CO₂. Para além de

medidas destinadas a abandonar progressivamente os combustíveis fósseis como principal fonte de energia na atividade portuária, o plano prevê a procura de fórmulas inovadoras para gerar energia utilizando os recursos naturais do porto, a procura de propostas alternativas para uso da telemetria ser mais eficiente e garantir o monitoramento completo dos circuitos, a eletrificação, e a utilização de todos os recursos que a digitalização disponibiliza (BETTERNCOURT, 2023).

Os terminais de contêineres Hutchison Ports ECT Rotterdam, no porto de Rotterdam, estão se preparando para disponibilizar instalações de conexão de navios à energia de terra, conhecidos como *shore power*, até 2028. O serviço será fornecido pela Rotterdam Shore Power, uma joint venture entre a empresa de energia holandesa Eneco e a Autoridade Portuária de Rotterdam. A expectativa é que a iniciativa reduza as emissões de CO₂ em aproximadamente 35.000 toneladas por ano (JONES, 2024).

O documento "Diagnóstico de Descarbonização, Infraestrutura e Aplicações do Hidrogênio nos Portos", elaborado pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários - Antaq em 2023, aponta que a descarbonização eficaz do setor portuário requer uma combinação de ações adaptadas às características de cada instalação, considerando fatores como: eficiência energética e operacional, fornecimento de energia e combustíveis menos poluentes e na atuação na cadeia de valor do hidrogênio de baixo carbono e seus derivados (ANTAQ, 2023). O estudo destaca o planejamento do Porto do Pecém para tornar-se um hub de produção e distribuição de H₂V, enaltecendo o protagonismo e avanços nesta frente.

Nesse contexto, o Brasil tem o potencial de se consolidar como uma referência global, aproveitando sua posição já estabelecida como destaque em energias limpas e de baixa emissão de gases poluentes. A participação das fontes renováveis na capacidade instalada de geração do país é de 83,0%, enquanto a média mundial alcança 33% (REN21, 2019).

Outro aspecto importante no contexto nacional, diz respeito as possibilidades de contratação de energia. Tem-se no Setor Elétrico Brasileiro dois ambientes de contratação:

- O ambiente de contratação regulado – ACR, que é definido pela compra de energia (TE) e o pagamento do serviço de transporte e distribuição (TUSD) para a distribuidora, que por sua vez compra a energia em leilões regulados;
- O ambiente de contratação livre - ACL, onde o consumidor pode adquirir sua energia livremente através de contratos bilaterais.

A maioria dos grandes consumidores, já se encontram no ambiente de contratação livre, que segundo a Associação Brasileira de Comercializadores de Energia Elétrica - ABRACEEL cresceu 46 % desde setembro de 2023 (ABRACEEL, 2024). Toda a energia produzida é injetada no Sistema Interligado Nacional- SIN, chamado Grid, e viaja por uma rede de transmissão até o local em que ela será consumida (ANDRADE, 2018).

Sabendo que o fator de emissão de gases de efeito estufa - GEE é publicado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações - MCTIC com todas as fontes conectadas a ele, mesmo que a empresa compre energia limpa, essa ação

não pode ser tangibilizada em termos de redução de emissão, já que, até então, todos tinham que utilizar o fator de emissão do *Grid*. Dessa forma, ao receber a energia da rede local é impossível rastrear fisicamente a sua fonte. Porém, é possível adquirir os Certificados de Energia Renovável – REC's na mesma quantidade da energia consumida, comprovando, assim, a sua origem renovável (ANDRADE, 2018).

Atualmente, por meio do *International REC Standard* – I-REC, que é um sistema global de rastreamento de atributos ambientais de energia, os consumidores de eletricidade podem comprovar a rastreabilidade da energia renovável (RAADAL e GHORBANI MOOSELU, 2023).

A Lei nº 13.203 de 8 de dezembro de 2015, que estabelece incentivos fiscais na redução da demanda de energia elétrica em determinados setores, surge como um outro ponto convidativo para entrada no mercado livre de energia. Esta Lei representa um avanço em políticas públicas de incentivo ao uso de energia proveniente de energia, oferecendo descontos de 50%, 80% ou até 100% na demanda de energia para consumidores que adotam práticas sustentáveis. Ao proporcionar esses benefícios financeiros, a lei alivia a carga sobre os usuários e contribui para a descarbonização da matriz energética, incentivando um uso mais consciente e responsável dos recursos (BRASIL, 2015).

À medida que as demandas por eletrificação nos portos aumentam em resposta à agenda global de descarbonização, surge com um dos principais desafios: garantir a qualidade, disponibilidade e confiabilidade da energia elétrica para os equipamentos operacionais. Nesse cenário, a adoção de soluções modernas de digitalização torna-se uma alternativa essencial para atender às novas exigências.

O Porto do Pecém já emprega sistemas de telemetria para o monitoramento contínuo da rede elétrica, desde sua implantação, permitindo a coleta e análise de dados em tempo real sobre o consumo e a qualidade da energia.

Essa implementação facilita a identificação de falhas e anomalias operacionais e otimiza a gestão dos recursos energéticos, promovendo uma operação mais eficiente e confiável (OLIVEIRA, 2023). A análise em tempo real dos dados coletados permite minimizar o tempo de inatividade e aprimorar a confiabilidade dos serviços (LIMA, 2023).

Com a telemetria, é possível monitorar os fluxos de energia de maneira precisa, permitindo ajustes dinâmicos nas operações e uma maior resiliência da rede em resposta a variações na demanda e na geração (SOUZA, 2023).

Dessa forma, o Porto do Pecém busca se posicionar como um modelo de excelência na adoção de tecnologias que contribuem para operações de baixo carbono, alinhando-se às melhores práticas globais em gestão energética e consolidando a visão do Porto do Pecém que é tornar-se um protagonista logístico mundial no processo de transição energética até 2028.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 INFRAESTRUTURA E CAPACIDADE INSTALADA

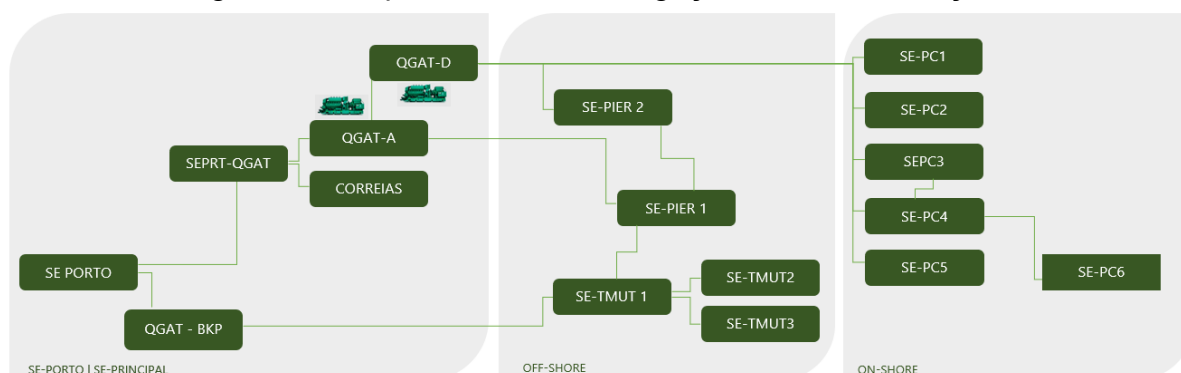
Desde a sua concepção, o Porto do Pecém foi planejado com uma forte vocação para o uso de equipamentos eletrificados, graças às suas infraestruturas elétricas modernas e confiáveis, que abrangem desde a transmissão e distribuição até a geração de energia de backup.

O Sistema Elétrico do Terminal Portuário do Pecém é alimentado a uma tensão de 69 kV, proveniente da Subestação SE-PCM II, por meio de duas Linhas de Transmissão, ambas com capacidade de 43 MVA cada, fornecendo energia à subestação SE-Porto I.

A SE-Porto I possui uma potência instalada de 40/45 MVA, distribuída em três transformadores de 69-13,8kV. Após o rebaixamento à tensão de 13,8 kV, a energia é transmitida para subestações interligadas conforme Figura 1 e divididas em:

- 06 Subestações de Pátio
- 05 Subestações da Correia Transportadora
- 01 Subestação de distribuição em 13,8kV
- 05 Subestações *Offshore*

Figura 1 – Esquemático de Interligação entre Subestações



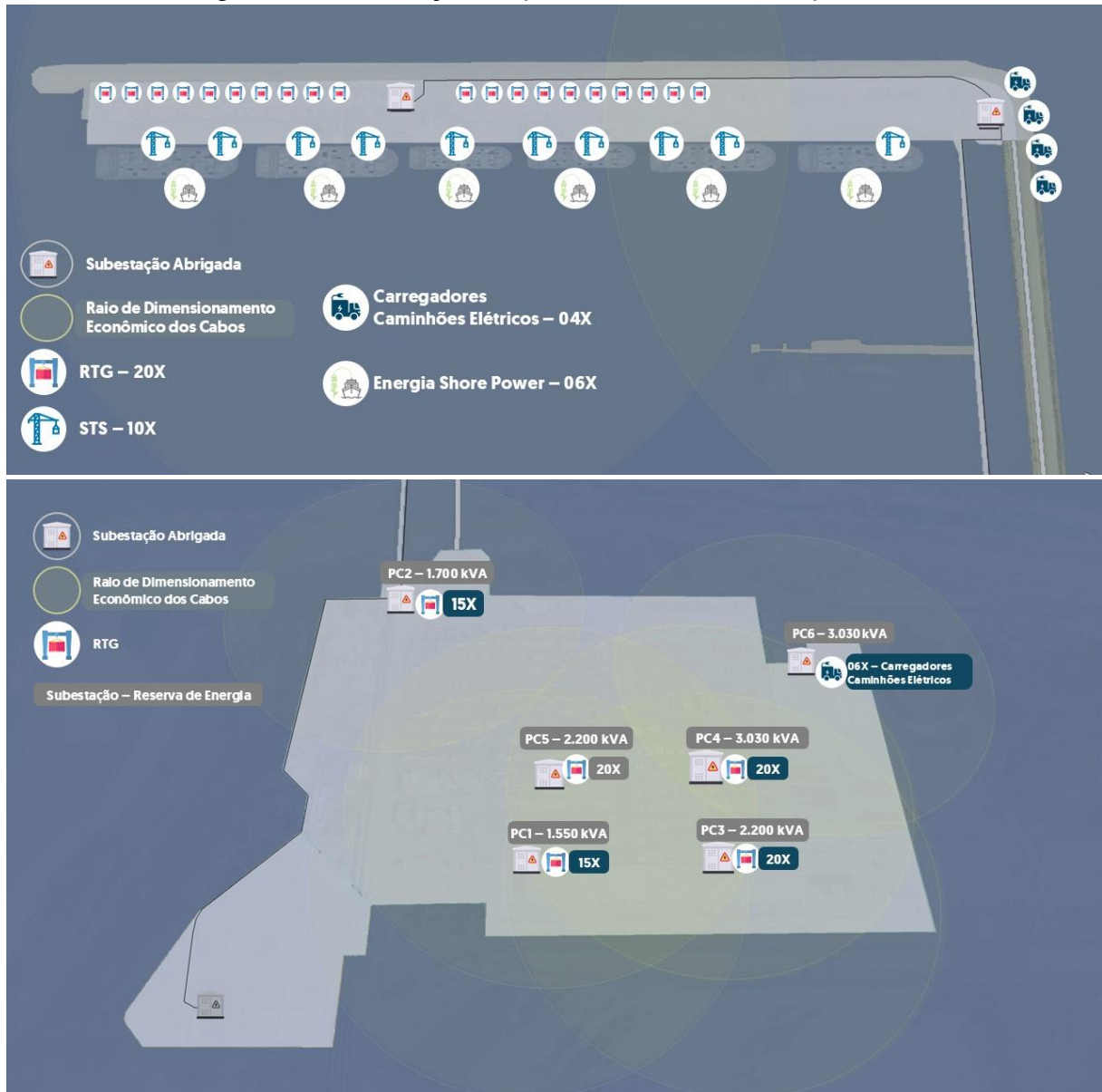
Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Dados do Porto do Pecém

Nos portos *offshore*, a distribuição de energia elétrica é vista como um desafio, devido a extensão das estruturas físicas, especialmente nas distâncias entre os pontos de carregamento e descarregamentos de navios, que demandam energia elétrica, e os pontos de entrega em terra (parte *onshore*). Além dos custos relacionados à extensão da rede (cabearamento), sabe-se que quanto maior a distância entre a fonte e a carga, maior deve ser a seção dos cabos, o que eleva consideravelmente os custos, principalmente no caso de redes subterrâneas, que demandam maiores investimentos tanto em infraestrutura elétrica como civil.

Nesse aspecto, o Porto do Pecém se posiciona de forma vantajosa, pois já possui uma rede de distribuição implantada que fornece energia a pontos estratégicos, com capacidade de reserva para expansões em toda a planta. Isso elimina a necessidade de custos adicionais para a expansão ou reforço da rede, facilitando o processo de eletrificação de forma mais ágil e econômica.

A Figura 2 ilustra o potencial de crescimento do Porto, destacando a capacidade de reserva em cada subestação. A partir de medições reais dos equipamentos atualmente em operação, foi possível simular as possibilidades de acréscimo de futuras cargas, expansões e modernizações das operações portuárias.

Figura 2 - Subestações e potências reservas disponíveis



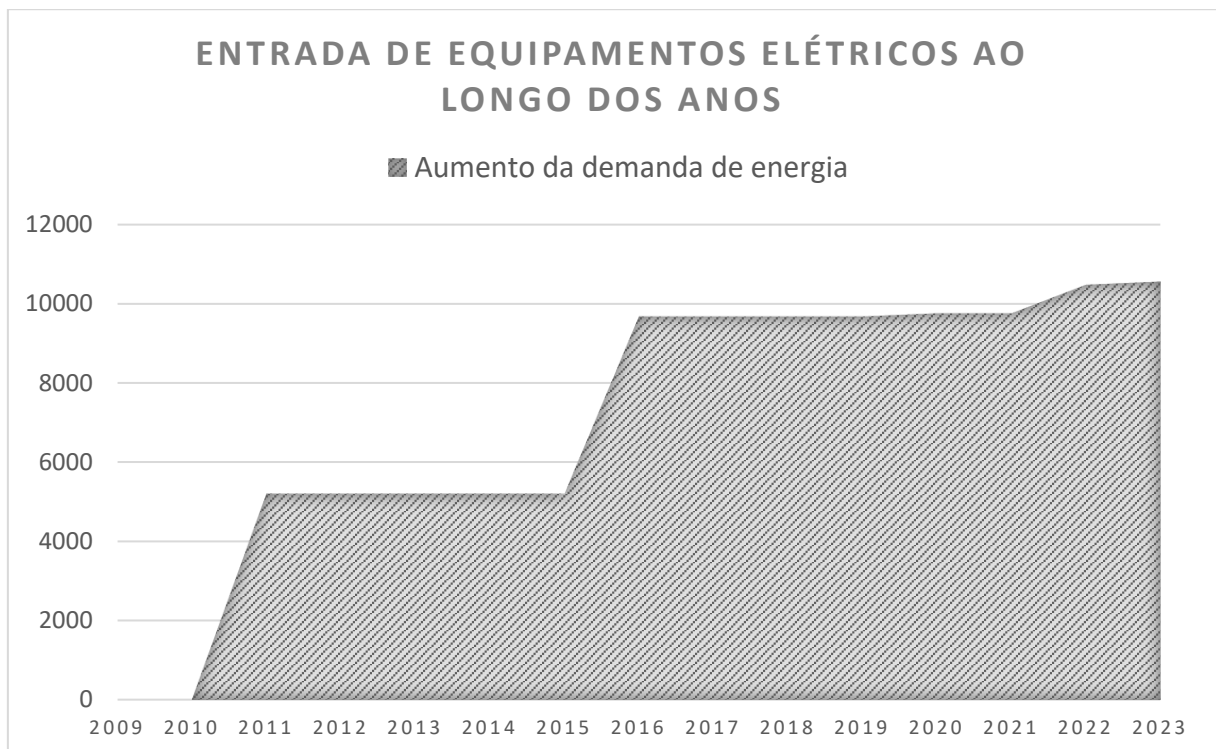
Fonte: Dados do Porto do Pecém

Embora a adição dessas novas cargas exija um estudo mais detalhado do fluxo de potência para definir as configurações operacionais ideais do sistema elétrico do terminal, além da análise de outros aspectos técnicos, como os níveis de curto-circuito, a projeção gráfica apresentada permite concluir que o Porto já possui uma rede de distribuição robusta, capaz de suportar um terminal 100% eletrificado para as demandas das operações atuais.

Esse potencial de eletrificação presente no Porto é fruto de uma concepção de projeto idealista, e se deve, em grande parte, ao legado das eletrificações realizadas ao longo do tempo, impulsionadas pela introdução de equipamentos elétricos nas diversas operações. O Gráfico 1 mostra um histórico do aumento de demanda elétrica com a inclusão dos equipamentos:

- 2011: Descarregador Contínuo de Carvão – Capacidade: 2.400ton/h – e Transportador Tubular de Correia de Longa Distância – Capacidade: 2.400ton/h.
- 2016: Descarregador Contínuo de Minério – Capacidade: 2.400ton/h; Transportador Tubular de Correia de Longa Distância – Capacidade: 2.400ton/h e 1 Guindaste *Ship-to-Shore* – Capacidade: 65ton.
- 2020: 1 Guindaste *Ship-to-Shore* – Capacidade: 65ton e 3 Pórtico RTG
- 2020 a 2023: Guindastes para carregamento de placas de aço – Capacidade: 55ton

Gráfico 1 – Aumento da demanda elétrica de 2009 a 2023



Fonte: Dados do Complexo do Pecém

Em 2023, o Pecém teve uma movimentação total de 17.389.922 de toneladas, das quais 64,29% foram realizadas utilizando equipamentos elétricos, conforme detalhado na tabela 1.

Contudo, como já abordado, não basta apenas contar com uma infraestrutura apta à eletrificação, é fundamental garantir a confiabilidade e a disponibilidade da energia. Isso envolve a criação de redundâncias, renovação de ativos, modernização das instalações e a escolha de equipamentos que reduzam a necessidade de manutenção. Sendo ainda essencial implementar um sistema inteligente de gestão

operacional, que inclua controle, monitoramento e o desenvolvimento de uma base de dados sólida para suportar modelos preditivos e futuras aplicações de inteligência artificial.

Tabela 1 – Movimentação X Equipamentos Elétricos em 2023

EQUIPAMENTO	MOVIMENTAÇÃO	ENERGIA CONSUMIDA
Descarregador Contínuo e Correia Transportadora de Carvão	2.245.298 Ton	12.609.885,47 kWh
Descarregador Contínuo e Correia Transportadora de Minério	4.311.621 Ton	13.427.044,73 kWh
Guindastes <i>Ship-to-ship</i> e RTGs*	3.136.013 Ton	3.259.173,84 kWh
Guindastes para placas de aço*	1.487.126 Ton	409.746,15 kWh
Movimentação Total Eletrificada	11.180.058 Ton	29.705.850,19 kWh

Fonte: Dados do Complexo do Pecém

3.2 CONFIABILIDADE ELÉTRICA

Conforme a norma ABNT NBR 5462, a confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo. Ao longo dos últimos 20 anos, a Porto do Pecém realizou uma série de investimentos, a fim de maximizar a confiabilidade de seus ativos elétricos, tais como:

- Redundância de linhas de transmissão
A entrega de energia no terminal ocorre utilizando duas linhas de transmissão, com critério de confiabilidade N-1, o mesmo que é amplamente utilizado na rede básica do sistema elétrico brasileiro, de forma que o fornecimento de energia não é afetado pela perda de apenas um dos alimentadores.
- Redundância de circuitos
Existe também redundância N-1 em todos os transformadores que têm secundário em baixa tensão, ou seja, em caso de parada para manutenção ou defeito de um transformador, a carga pode ser transferida rapidamente para o equipamento redundante.
- Cubículos modernos e seguindo normas atuais
Ao longo dos anos, motivado pelo crescimento da eletrificação e pela necessidade de atualização tecnológica, o Pecém tem investido em painéis de média e baixa tensão, sob premissas de segurança, confiabilidade e máxima disponibilidade. A especificação adequada desses equipamentos inclui a apresentação dos resultados ensaios de tipo, de rotina e de arco elétrico. Os ensaios de tipo simulam as condições extremas que o painel pode enfrentar,

incluindo sobrecargas, curto-circuitos e variações térmicas e são realizados num painel padrão uma única vez, tendo seus resultados estendidos para todos os painéis idênticos fabricados. Também são fundamentais os ensaios de arco elétrico, que avaliam a capacidade do painel conter e mitigar os efeitos de um arco, minimizando os riscos de acidentes graves. Por fim, existem os ensaios de rotina, que são realizados em cada painel fabricado, sendo comum que o Pecém opte por acompanhá-los.

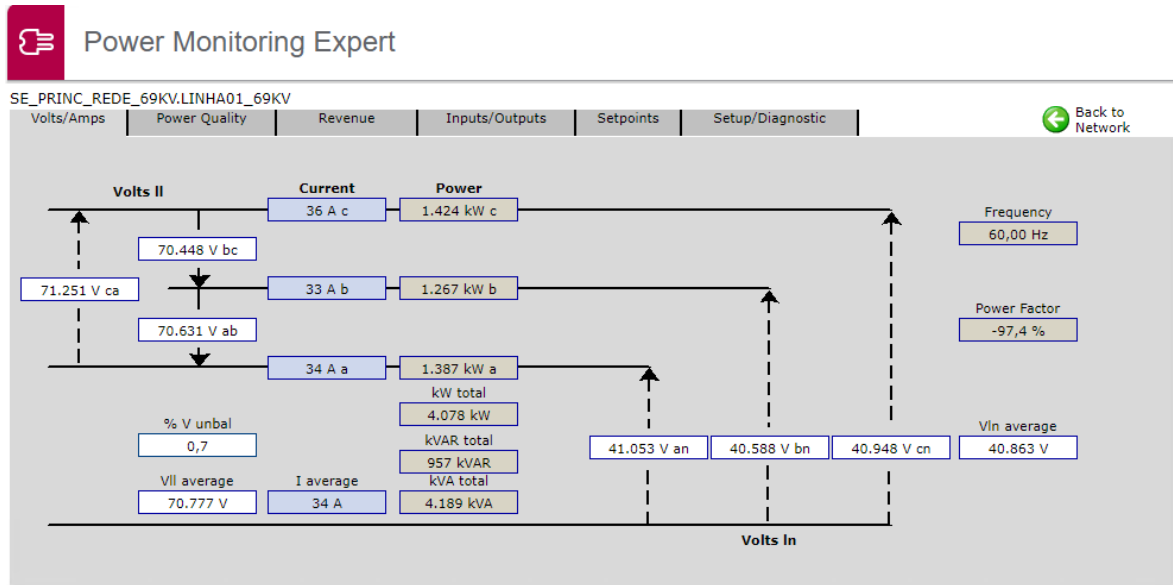
- Rede subterrânea

Embora o sistema subterrâneo de distribuição tenha complexidade e custo de implantação maior quando comparado a redes aéreas, ele apresenta uma série de vantagens do ponto de vista de manutenção, confiabilidade, segurança, estabilidade e continuidade de fornecimento (ARANGO e BONATTO, 2021). No contexto da operação do Porto do Pecém, a rede subterrânea radial implantada reduz a chance de ruptura dos condutores ou quebra acidental por maquinário pesado como caminhões, empilhadeiras ou *reach stackers*, acarretando numa redução do custo de manutenção, quando comparado com uma rede aérea.

3.3 MONITORAMENTO DA ENERGIA

As responsabilidades e os riscos no suprimento de energia ressaltam a importância de monitorar a qualidade da energia consumida como uma boa prática para assegurar a eficiência das operações. No contexto portuário, avalia-se como energia de baixa qualidade aquela que contém desvios de tensão e/ou corrente suficientes para danificar ou prejudicar as atividades de carga e descarga. Por essa razão, o Porto do Pecém investiu na implantação de um sistema de monitoramento em tempo real das grandezas elétricas, através do supervisório *Power Monitoring Expert*, que disponibiliza informações sobre: tensão, corrente, frequência, fator de potência, distorções etc. Um exemplo de uma das telas desse supervisório é mostrado na Figura 3.

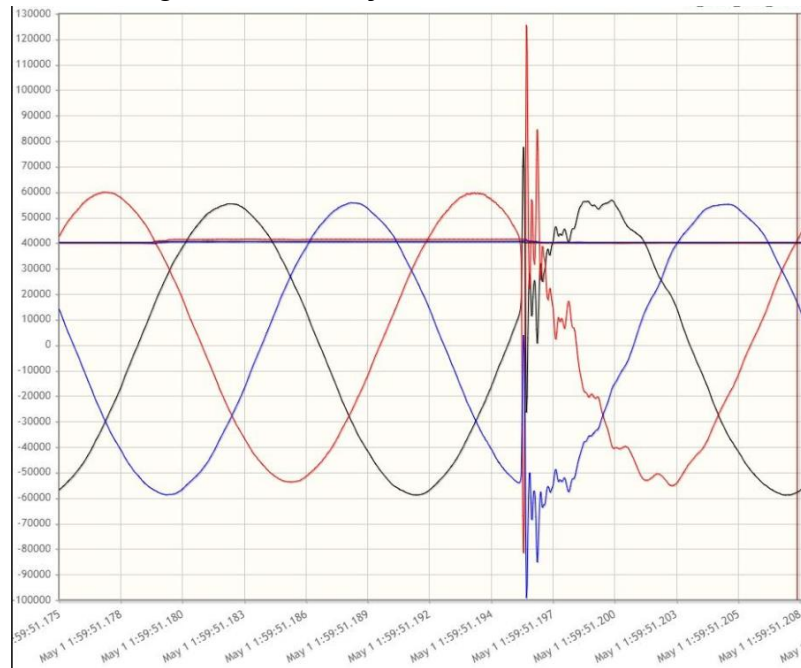
Figura 3 – Monitoramento em tempo real do Power Monitoring Expert



Fonte: *Software Power Monitoring Expert do Porto do Pecém*

O sistema também permite monitorar afundamentos ou elevações anormais de tensão, como a visualizada na Figura 4.

Figura 4 – Elevação anormal de tensão



Fonte: *Software Power Monitoring Expert do Porto do Pecém*

Utilizando as informações do sistema, podem ser tomadas decisões visando reduzir o impacto das oscilações anormais de energia nas operações, como transferência de carga para a geração ou para outro circuito alimentador. O registro das formas de onda também é uma maneira de documentar as ocorrências,

permitindo embasar abordagens mais robusta e eficaz com a distribuidora, que é a responsável pela qualidade da energia entregue.

Além do monitoramento em tempo real, o *software* também registra em seu banco de dados, a cada quinze minutos, para cada medidor da instalado, todos os dados de medição de grandezas elétricas, o que permite elaborar um balanço energético setorizado que é fundamental para a gestão elétrica do Porto do Pecém, mostrado resumidamente na Tabela AB.

Tabela 2 – Balanço Energético do Pecém em 2023

BALANÇO ENERGÉTICO 2023	TOTAL	
TOTAL CONSUMIDO (kWh)	43.515.580,00	% DO CONSUMO TOTAL
CONTÊINERES REFRIGERADOS	8.007.619,47	18,40%
CORREIA DE CARVÃO	12.609.885,47	28,98%
CORREIA DE MINÉRIO	13.427.044,73	30,86%
GUINDASTES STS e RTG	3.259.173,84	7,49%
CARREGADOR DE PLACAS DE AÇO 01	271.406,06	0,62%
CARREGADOR DE PLACAS DE AÇO 02	138.340,09	0,32%
SALA DE CONTROLE PIER	215.977,09	0,50%
CLIENTES BAIXA TENSÃO	818.372,53	1,88%
CONSUMO CORPORATIVO PECÉM	4.767.760,72	10,96%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do *software* Power Monitoring Expert do Porto do Pecém

A análise do balanço energético ao longo do tempo serve para aferir a eficiência e produtividade da operação portuária em termos de consumo de energia, permitindo ratear o custo energético em cada tipo de equipamento ou setor.

Além do *Power Monitoring Expert*, que é dedicado para a gestão energética, o Pecém conta também com um supervisor de utilidades, operado pelo Centro de Controle Operacional, em tempo integral, permitindo o acionamento de iluminação, tomadas para contêineres refrigerados, sistema de detecção e combate a incêndio e bombeamento de água.

3.4 ADESÃO AO MERCADO LIVRE DE ENERGIA

Inicialmente, para compreender o contexto e as motivações da migração para o ambiente de contratação livre de energia, é necessário recapitular o surgimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável. Em setembro de 2015, durante o evento

Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, ocorrido em Nova York, 193 países membros da ONU adotaram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, um compromisso global para erradicar a pobreza, proteger o planeta da degradação, promover uma sociedade pacífica, progresso econômico, social e tecnológico. A agenda 2030 é centrada em 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), que se desdobram em 169 metas associadas, dentre os quais está o ODS 7: Assegurar a todos o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia. Esse objetivo está diretamente relacionado ao combate ao aquecimento global, causado pela emissão de gases de efeito estufa, gerados através do uso massivo de combustíveis fósseis para gerar eletricidade. Assim, ficou estabelecida uma motivação ambiental para o estímulo de uma maior participação de energia renovável na matriz brasileira.

Do ponto de vista do planejamento energético, a participação cada vez maior de fontes alternativas de energia se justifica pela necessidade de reduzir a dependência da matriz elétrica brasileira do recurso hídrico. Embora seja uma fonte limpa e renovável, a geração hidrelétrica depende diretamente dos níveis de água nos reservatórios, que podem ser reduzidos drasticamente em períodos de seca, causando racionamento e elevação dos preços de energia.

Assim, a partir do viés ambiental e da necessidade de diversificar a matriz elétrica, ocorreu uma série de incentivos e ações para expandir a oferta de energia renovável, tais como: leilões de energia renovável, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFRA), o marco legal da geração distribuída Lei Nº 14.300/2022 e a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Especificamente sobre o mercado livre, ocorreu uma redução constante do requisito de demanda mínima necessária para migração ao ambiente de contratação livre definido pelo § 3º do art. 15 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995, até que, em janeiro de 2024, todos os consumidores do grupo A podem optar pela aquisição de energia elétrica no ACL, como mostra na tabela 3.

Tabela 3 – Demanda mínima para migração ao ACL

A partir de	Demanda Mínima
Janeiro/2019	2.500 kW
Janeiro/2020	2.000 kW
Janeiro/2021	1.500 kW
Janeiro/2022	1.000 kW
Janeiro/2023	500 kW
Janeiro/2024	Sem limite mínimo

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Lei Nº 9.074/95 e da Portaria Nº50/2022 do MME

Segundo a Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia – ABRACEEL, ocorreu o aumento das tarifas reguladas e queda dos preços no mercado livre, de forma que os agentes que optam por comprar energia no ACL obtêm descontos de, pelo menos 20%. Além disso, a migração também é uma forma de evitar

o custo com bandeiras tarifárias, que são cobradas apenas no mercado cativo, e, caso a energia comprada seja renovável, existe o incentivo do desconto de 50% do custo da demanda contratada com a distribuidora (ABRACEEL, 2024).

Dessa forma, os fatores financeiro e ambiental nortearam a tomada de decisão do Porto do Pecém, que contratou empresa especializada para estudar vinte cenários possíveis para migração, variando de acordo com o tipo de energia, flexibilidade ou precificação. A tabela 4 mostra o resumo dos vinte cenários, destacando cenário 2, que foi escolhido pelo Pecém para a aquisição de energia no ambiente de contratação livre.

Tabela 4 – Cenários de migração

	MODALIDADE	CENÁRIO	CUSTO CATIVO	CUSTO LIVRE	ECONOMIA BANDEIRA VERDE	%
1	ATACADISTA	Escalonado – Flex 50% - 150%	R\$ 1.512.863,68	R\$ 773.240,15	R\$ 739.623,53	48,89%
2	ATACADISTA	Escalonado – Flex 100% - 150%	R\$ 1.512.863,68	R\$ 789.473,59	R\$ 723.390,09	47,82%
3	ATACADISTA	Preço fixo – Flex 50% - 150%	R\$ 1.512.863,68	R\$ 838.173,91	R\$ 674.689,77	44,60%
4	ATACADISTA	Escalonado – Flex 50% - Convencional	R\$ 1.512.863,68	R\$ 842.899,58	R\$ 669.964,10	44,28%
5	ATACADISTA	Preço Fixo – Flex 100% - 150%	R\$ 1.512.863,68	R\$ 854.407,35	R\$ 658.456,33	43,52%
6	ATACADISTA	Escalonado – Flex 100% - Convencional	R\$ 1.512.863,68	R\$ 859.133,02	R\$ 653.730,66	43,21%
7	ATACADISTA	Preço fixo – Flex 50% - Convencional	R\$ 1.512.863,68	R\$ 907.833,34	R\$ 605.030,34	39,99%
8	ATACADISTA	Preço Fixo – Flex 100% - Convencional	R\$ 1.512.863,68	R\$ 924.066,78	R\$ 588.796,90	38,92%
9	ATACADISTA	Preço fixo sem reajuste – Flex 50% - 150%	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.026.481,82	R\$ 486.381,86	32,15%
10	ATACADISTA	Preço Fixo sem reajuste – Flex 100% - 150	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.052.455,32	R\$ 460.408,36	30,43%
11	ATACADISTA	Preço fixo sem reajuste – Flex 50% - Convencional	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.057.180,99	R\$ 455.682,69	30,12%
12	ATACADISTA	Preço Fixo sem reajuste – Flex 100% - Convencional	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.079.907,80	R\$ 432.955,88	28,62%
13	VAREJISTA	Flex 50% - 150%	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.104.402,33	R\$ 408.461,35	27,00%
14	ATACADISTA	Economia Garantida – Flex 50% - Convencional	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.134.647,76	R\$ 378.215,92	25,00%
15	ATACADISTA	Economia Garantida – Flex 50% - 150%	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.134.647,76	R\$ 378.215,92	25,00%
16	VAREJISTA	Flex 100% - 150%	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.136.869,21	R\$ 375.994,47	24,85%
17	ATACADISTA	Economia Garantida – Flex 100% - Convencional	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.210.290,94	R\$ 302.572,74	20,00%
18	ATACADISTA	Economia Garantida – Flex 100% - 150%	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.210.290,94	R\$ 302.572,74	20,00%
19	VAREJISTA	Economia Garantida Flex 50% - 150%	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.210.290,94	R\$ 302.572,74	20,00%
20	VAREJISTA	Economia Garantida Flex 100% - 150%	R\$ 1.512.863,68	R\$ 1.285.934,13	R\$ 226.929,55	15,00%

Fonte: Estudo de viabilidade de migração contratado pelo Porto do Pecém em 2023

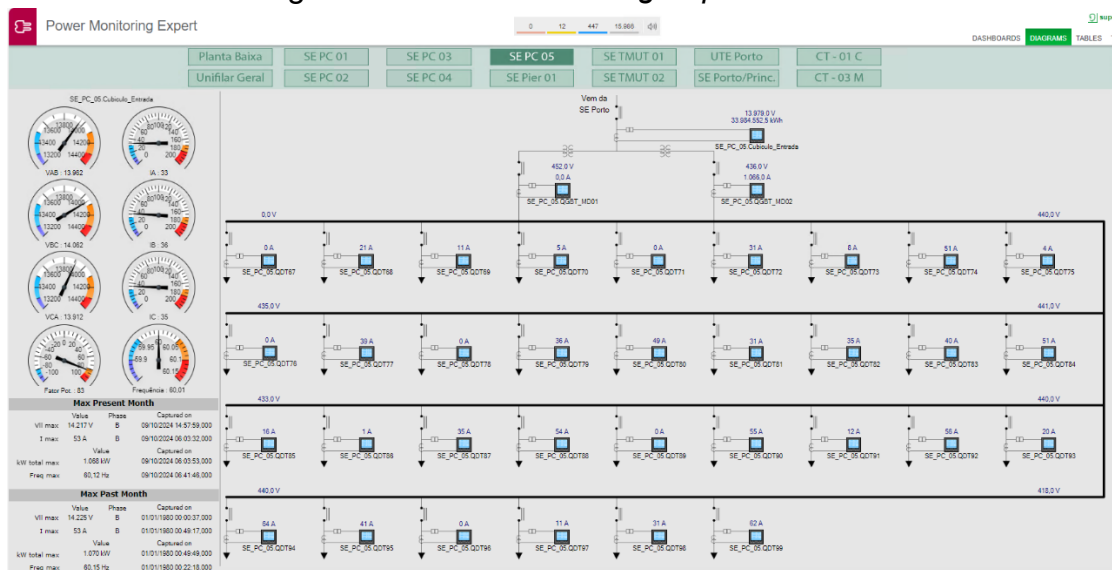
Assim, a especificação sucinta da energia comprada pelo Pecém através do processo licitatório foi: energia renovável, flexibilidade 100%, incentivada com desconto de 50% da demanda, preço escalonado ano a ano e modulação flat com certificação internacional I-REC (*International Renewable Energy Certificate*).

A licitação resultou na contratação de energia renovável para o Porto do Pecém por cinco anos, iniciando em outubro de 2024, no valor de 41 milhões de reais e que, para o ano de 2025, tem uma previsão de economia de 31% em relação ao custo de energia do mercado cativo.

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos com a implementação do sistema de monitoramento da rede elétrica no Porto do Pecém evidenciam uma significativa evolução na gestão da infraestrutura energética. O sistema de telemetria já em operação permite a coleta de dados em tempo real de diversas variáveis, como consumo, tensão, qualidade da energia, dentre outros. Essa abordagem proporciona uma visão abrangente do desempenho da rede, facilitando a identificação de padrões de operação e possíveis anomalias que possam comprometer a eficiência energética. A Figura 5 mostra o sistema de monitoramento utilizado pelo Porto do Pecém, o *Power Monitoring Expert* - PME. É possível notar que há um monitoramento em tempo real da SE PC 05, desde a média tensão, incluindo todos os circuitos em baixa tensão atrelados a ela. Essa metodologia de análise se repete para todas as subestações, podendo alterar nas abas superiores.

Figura 5 - *Power Monitoring Expert* – PME



Fonte: *Software Power Monitoring Expert* do Porto do Pecém

A Figura 6 mostra três gráficos de monitoramento em tempo real, muito utilizados internamente. O primeiro, intitulado 'Entrada 02P3 e 02P4', mostra o comportamento da entrada de energia em cada uma das linhas de transmissão. Essa visualização é fundamental para uma tomada de decisão ágil e informada. Por exemplo, o gráfico revela um momento de falha na disponibilidade de energia por parte da concessionária, o que nos levou a desativar temporariamente essa linha e a garantir que o Porto continuasse totalmente suprido por meio da outra linha de transmissão. O segundo e o terceiro gráfico mostram a potência demandada pelas Correias Transportadoras de Minério e Carvão e pelos Carregadores de Placa, respectivamente.

Figura 6 – Curvas de monitoramento do software PME



Fonte: Software Power Monitoring Expert do Porto do Pecém

Os dispositivos de telemetria instalados para aquisição de dados da rede elétrica do Porto, unificam informações necessárias para embasar planejamentos anuais de demanda de energia, estudos internos para detecção de anomalias, respostas a emergências, Planejamento de expansão e o gerenciamento de energia. Essa sinergia entre a telemetria e a gestão energética não apenas eleva a eficiência operacional do Porto do Pecém, mas também fortalece sua posição no mercado de energia livre, alinhando-se às melhores práticas em sustentabilidade e inovação tecnológica.

No contexto das ações de descarbonização, os dados coletados têm se mostrado imperativos para a avaliação e monitoramento das iniciativas voltadas à redução das emissões de carbono. A adoção de sistemas elétricos para o transporte de carvão e minério e para os carregadores de Placa no Porto do Pecém representa um avanço significativo na redução da poluição ambiental associada ao uso de combustíveis fósseis, uma escolha que se alinha com as diretrizes de sustentabilidade e descarbonização operacional.

Para entender o impacto ambiental positivo dessa mudança, foi realizado uma conversão da energia elétrica consumida pela esteira em uma quantidade equivalente de diesel que deixou de ser utilizado, como exposto na tabela 5. Também foi calculado o peso equivalente de diesel para realizar a conversão em toneladas de emissão de CO₂, conforme o equacionamento a seguir:

$$\text{Peso do diesel} = \text{Volume} \times \text{Densidade}$$

$$\text{Emissão de CO}_2 = \text{Peso do diesel} \times \text{Fator de emissão}$$

$$\text{Emissão de CO2 em toneladas} = \frac{\text{Emissão de CO2}}{1000}$$

Tabela 5 – Análise da quantidade de diesel que não foi utilizado nos últimos cinco anos

CORREIA TRANSPORTADOR A	2019	2020	2021	2022	2023
Carvão Mineral (Ton)	4.380.968	3.244.187	4.981.093	2.465.299	2.245.298
Energia (KWh)	31.121.509	30.440.260	33.853.619	23.769.042	26.036.930
Cons. Diesel equiv. (litros)	3.993.070	2.956.941	4.540.059	2.247.017	2.046.496
CO2 (ton)	8.983	6.661	10.193	5.060	4.606

Fonte: Dados do Porto do Pecém

Assim, a operação da esteira transportadora, de um modo geral, no Porto do Pecém evitou a emissão de 35.503 toneladas de CO₂, equivalente ao uso de 15.783.583 litros de diesel em um período de cinco anos.

A mesma análise foi realizada para os Carregadores de Placa onde dois foram eletrificados a partir de 2021, trouxe uma redução significativa na quantidade do consumo de diesel utilizado, como detalha a tabela 6.

Tabela 6 – Análise da quantidade de diesel economizada

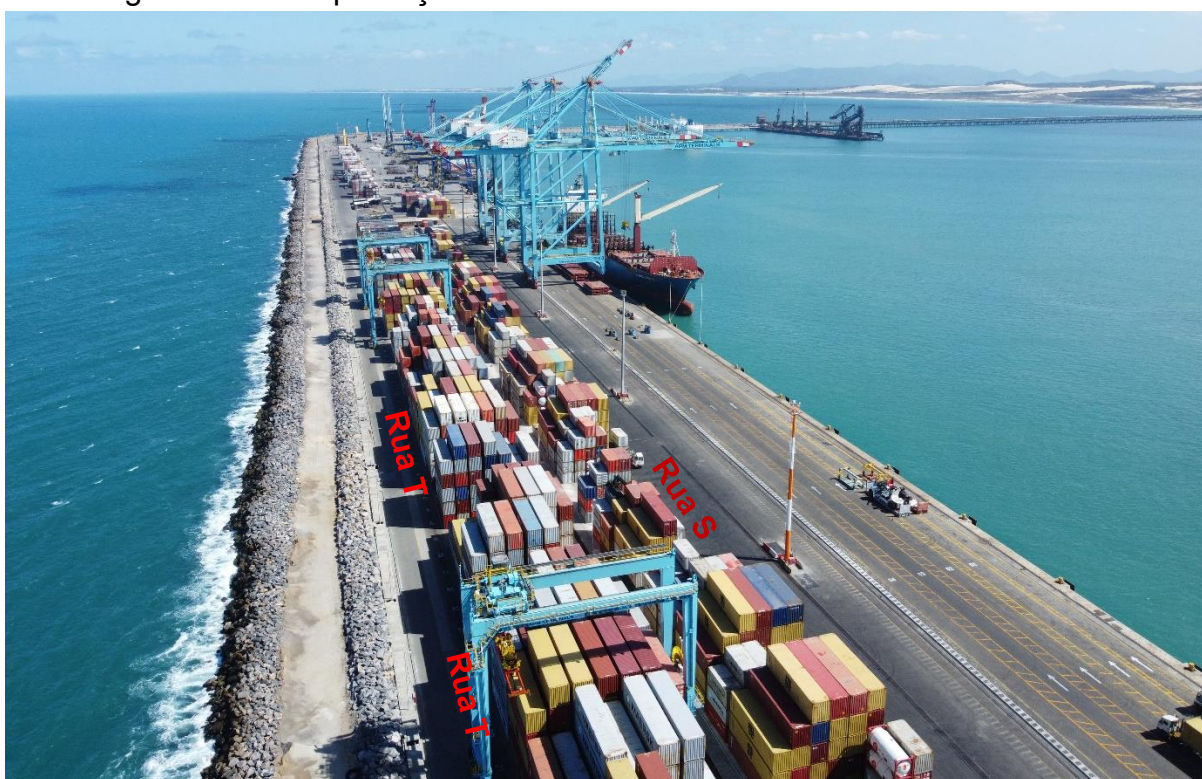
CARREGADORES DE PLACA	2019	2020	2021	2022	2023
Placas de Aço (Ton)	2.795.935	2.636.238	2.699.931	2.641.106	2.974.252
Energia (KWh)	*	*	139.428	191.250	409.746
Cons. Diesel (litros)	339.362	319.978	163.855	160.285	180.503
CO2 (ton)	759	718	369	361	406
* Carregadores de placa em montagem e comissionamento					

Fonte: Dados do Porto do Pecém

A adoção do transporte de carvão e minério diante da opção do transporte por caminhões movidos a diesel, pela correia transportadora e a eletrificação dos carregadores de placa, reduz a emissão direta de gases de efeito estufa e minimiza a liberação de poluentes locais, como óxidos de nitrogênio - NO_x e material particulado - PM. Este efeito é particularmente relevante em ambientes portuários, onde a concentração de tráfego e atividades industriais pode comprometer a qualidade do ar e a saúde pública.

A transição nas operações portuárias, substituindo equipamentos a combustão por elétricos, revela benefícios emergentes, importantes para a tomada de decisões. Um exemplo é a redução dos custos de manutenção de pavimentos. Desde 2022, no terminal de contêineres – Berços 9 e 10 do Porto do Pecém, observa-se um cenário comparativo interessante. Na Rua T, que opera com RTGs elétricos, praticamente não houve necessidade de reparos no piso. Já na Rua S, que utiliza *Reach Stackers* a combustão, o custo de manutenção nos últimos dois anos foi de R\$ 380 mil reais. Esses custos vão além do financeiro, incluindo impactos ambientais na perda de eficiência operacional, no transporte de materiais e no uso de maquinários a combustão durante os reparos.

Figura 7 – Exemplificação da Rua T e Rua S no terminal de Contêineres



Fonte: Comunicação do Porto do Pecém

As ações desenvolvidas pelo Porto do Pecém não se limitam aos itens macros já citados neste artigo, algumas vezes são pequenas iniciativas que tem resultados significativos. Alguns exemplos dessas ações são: utilização de baterias e conversores em alternativa ao uso de geradores a diesel em pequenos serviços de manutenção; o fornecimento de energia para rebocadores (protótipo de shore power) e moegas eliminando a utilização de geradores a diesel nesses equipamentos; e soluções criativas que já consumiram 237.552 kWh que representa uma redução de 118,78 em toneladas de CO₂.

Em resumo, a eletrificação contribui para uma maior eficiência energética, pois sistemas elétricos, especialmente quando alimentados por fontes renováveis, apresentam um desempenho ambiental superior em comparação com motores a

combustão. Este cenário demonstra como a modernização das operações portuárias pode alavancar não apenas a eficiência operacional, mas também promover práticas sustentáveis.

5 CONCLUSÕES

Com a proposta de discorrer sobre as estratégias do Porto do Pecém diante dos desafios da eletrificação no setor, examinando o histórico de sua transição energética e o potencial de sua infraestrutura, este artigo mostra que a eletrificação do Porto do Pecém não é apenas uma escolha técnica, mas uma estratégia integral que favorece a redução da poluição e a promoção de um ambiente mais saudável. O trabalho desenvolvido evidencia que, ao optar pela eletrificação, o porto dá um passo significativo rumo à descarbonização de suas operações, alinhando-se com as melhores práticas globais de sustentabilidade.

As constantes expansões do Porto do Pecém, bem como a necessidade de atualizar os equipamentos que distribuem a média e baixa tensão, trazem a necessidade de investimentos em equipamentos elétricos. No ano de 2025, serão instalados 24 novos cubículos de média tensão e dois quadros gerais de baixa tensão, em substituição a equipamentos cujos componentes foram descontinuados ou que sofreram atualização tecnológica ou normativa.

O Porto do Pecém segue comprometido com sua proposta de valor definida como sendo a integração logística-indústria incentivada, sustentável e competitiva, alinhado com as políticas de descarbonização assim como seus parceiros de logística, como MSC e Maersk.

A MSC, líder mundial em transporte e logística, publicou um Relatório de Sustentabilidade de 2023 detalhando um período de transição e progresso à medida que a empresa intensificou os esforços para reduzir suas emissões de gases de efeito estufa e atingir o zero líquido até 2050. A rede de terminais de contêineres da Maersk, de propriedade e operada pela APM *Terminals*, se comprometeu a reduzir em 70% as emissões totais até 2030 e zerar até 2040.

Dentre as ações planejadas pela Autoridade Portuária do Pecém na busca pela excelência na eletrificação de suas operações, está a implantação de um sistema de automação de subestações conforme IEC 61850, prevista para 2025, buscando maior confiabilidade dos sistemas elétricos, uma vez que ela estabelece padrões de comunicação e integração de dispositivos de proteção, controle e medição em subestações. O sistema de automação de subestações – SAS projetado inclui um supervisor que permite o monitoramento em tempo real e a operação remota do sistema elétrico, bem como a implementação de esquemas de proteção com seletividade lógica, que é viabilizado pela troca de mensagens *Goose* entre os equipamentos de proteção. Além disso, esse protocolo assegura a interoperabilidade entre equipamentos de fabricantes diversos, contribuindo diretamente para a redução dos tempos de interrupção e maior segurança e qualidade no fornecimento de energia.

Ainda nesse contexto, a participação no Mercado Livre de Energia promove uma economia revertida em ações de descarbonização do Porto do Pecém e em uma futura política de incentivo para uma maior eletrificação das operações portuárias, que pode estimular a implantação de um sistema *shore power* para o fornecimento de energia para navios promovendo a diminuição de emissões de gases de efeito estufa ao mesmo tempo que gera receita para o Pecém.

Em suma, a eletrificação do Porto do Pecém representa uma oportunidade única para modernizar suas operações e para se posicionar como um protagonista no processo de transição energética. Os investimentos planejados em infraestrutura elétrica demonstram um compromisso sólido com a redução das emissões e a promoção de práticas ambientais responsáveis.

REFERÊNCIAS

ABRACEEL. Boletim Anual de Mercado. Associação Brasileira de Comercializadores de Energia. Publicado em 17 de setembro de 2024. Acesso em 09 de outubro de 2024. Disponível em <https://abraceel.com.br/wp-content/uploads/post/2024/09/Boletim-Mensal-Abraceel-Setembro.pdf>

ABRACEEL. Cartilha do Mercado Livre de Energia. Edição 2. 2024. Disponível em: <https://abraceel.com.br/wp-content/uploads/post/2023/10/Cartilha-Mercado-Livre-de-Energia-Edicao-2-2024-1.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024.

ANDRADE, Vivian. I-REC: benefícios do certificado. Waycarbon. 2018. Disponível em: <https://blog.waycarbon.com/2018/04/irec-beneficios-certificado/>. Acesso em: 10 out. 2024.

ANTAQ - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Diagnóstico de Descarbonização, Infraestrutura e aplicações do Hidrogênio nos Portos**. Brasília: ANTAQ, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/antag/pt-br/central-de-conteudos/estudos-e-pesquisas-da-antag-1/GIZAL23A_240429_P6_Guia_de_Recomendacoes_V8.0.pdf. Acesso em: 08 out. 2024.

ARANGO, L.; BONATTO, B. D. **A infraestrutura subterrânea como uma alternativa para melhoria da qualidade das redes elétricas: estudo econômico das redes aéreas versus redes subterrâneas**. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA, 14, 2021, Foz do Iguaçu, Paraná. Anais... Foz do Iguaçu: Galoá, 2021.

BETTENCOURT, Emanuel Santos. **Logística e gestão portuária: o caso do Porto de Leixões**. 2023. Tese de Doutorado.

BRASIL. Lei nº 13.203, de 8 de dezembro de 2015. **Dispõe sobre a redução da demanda de energia elétrica e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 dez. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13203.htm. Acesso em: 10 out. 2024.

COMPLEXO DO PECÉM. **Complexo do Pecém firma contrato com Casa dos Ventos para fornecimento de energia limpa e certificada para o Porto.** Complexo do Pecém, 24 set. 2024. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/complexo-do-pecem-firma-contrato-com-casa-dos-ventos-para-fornecimento-de-energia-limpa-e-certificada-para-o-porto/>. Acesso em: 08 out. 2024.

JONES, Jonathan Spencer. **Port of Rotterdam container terminals to electrify shipping.** Smart Energy. Disponível em: <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/energy-efficiency/port-of-rotterdam-container-terminals-to-electrify-shipping/>. Acesso em: 10 out. 2024.

LIMA, C. **Avanços em telemetria para portos: uma análise crítica.** *Port Management Journal*, v. 6, n. 3, p. 100-115, 2023.

OLIVEIRA, R. **Telemetria aplicada na gestão energética.** *Journal of Energy Management*, v. 12, n. 1, p. 98-112, 2023.

PORTO ITAPOÁ. **Porto Itapóá terá a maior frota de caminhões elétricos do Brasil.** Porto Itapóá, 24 set. 2024. Disponível em: <https://www.portoitapoa.com/porto-itapoa-tera-a-maior-frota-de-caminhoes-eletricos-do-brasil/>. Acesso em: 08 out. 2024.

RAADAL, Hanne Lerche; GHORBANI MOOSELU, Mehrdad. Residual Mix Methodology. NORSUS. 2023. Disponível em: https://www.trackingstandard.org/wp-content/uploads/NORSUS-Residual-Mix-Methodology_OR15.23.pdf. Acesso em: 10 out. 2024.

REN21. Renewables 2019 – global status report. Paris: REN21, 2019. Disponível em: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf. Acesso em 9 de outubro de 2024

SOUZA, T. **Telemetria e eficiência energética: um estudo de caso.** *Energy Reports*, v. 8, p. 432-440, 2023.

ZAMBONI, Guilherme. **Análise de políticas públicas para a promoção da eficiência energética no setor elétrico brasileiro.** 2021.

ESTRUTURAÇÃO DOS PROCESSOS DE DIRETRIZES BÁSICAS DE MANUTENÇÃO NO TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA

Paulo de Brito Toubert Costa
Vale S.A.

Maionary Silva
Vale S.A.

Alexandre Figueiredo
Vale S.A.

Elton Russe
Vale S.A.

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo apresentar o avanço da ferramenta de diretrizes básicas de manutenção no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) através de uma linha do tempo entre 2020 e o primeiro trimestre de 2024, além de mensurar qualitativamente os ganhos na administração portuária. Partindo das problemáticas expostas, como a fragilidade na capacitação dos padrões operacionais específicos das suas funções, orientação inadequada para implementação, ausência de gerenciamento da rotina, liderança pouco engajada com a ferramenta e falta de definição clara de papéis e responsabilidades das funções de diretrizes. A ferramenta é fortificada com o intuito de solidificar os padrões das normas, regulamentos e regras do porto e alavancar a confiabilidade humana de seus empregados, trazendo melhorias contundentes nos quesitos de: Conformidade legal, segurança do trabalho, proteção ambiental, eficiência operacional, qualidade da manutenção, reputação da companhia, mapeamento de aperfeiçoamento de empregados e redução de riscos legais e financeiros.

Palavras-chave: Diretrizes; VPS; Manutenção; Melhoria

1 INTRODUÇÃO

A estruturação e implementação padronizada do método de verificação das diretrizes básicas na manutenção constitui-se em uma ferramenta de gestão organizacional voltado para a redução dos eventos de segurança de processos e à melhoria contínua na qualidade e desempenho das atividades operacionais. Além disso, visa verificar o conhecimento técnico, prover capacitação aos empregados e garantir o cumprimento da rotina, por meio da disciplina na execução dos padrões, dos requisitos legais e dos regulamentos.

Esse método é aplicado no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) que é responsável pelo escoamento de 86% de toda a carga movimentada no Maranhão; é considerado o melhor porto do país, de acordo com pesquisa realizada pela COPPEAD/UFRJ junto às empresas industriais exportadoras, agentes e armadores, terminais e administrações portuárias (VIEGAS, 2009). Pertencente a mineradora Vale S.A. e Localizado em São Luís do Maranhão, o TMPM é composto por três píeres, oito carregadores de navios que possuem capacidade para atracar cinco navios em simultâneo, dezessete pátios de estocagem, oito viradores de vagões e 126 quilômetros de correias transportadoras de minério de ferro e pelotas.

O objetivo principal desse estudo de caso é demonstrar a estruturação e evolução das diretrizes básicas por meio de dados históricos e quantitativos no período de 2020 aos dias atuais, demonstrando assim a eficácia da ferramenta de DB como direcionadora da gestão de confiabilidade humana e de ativos, trazendo como pilares a checagem e orientação quanto a normas, procedimentos e regulamentos institucionais que garantem a alta performance exigida nas grandes mineradoras do mundo.

De acordo com Lustosa et al. (2008), a melhoria contínua de desempenho das organizações nos indicadores de produtividade, qualidade e flexibilidade é a forma que as empresas têm encontrado para se manter competitivas.

A verificação de normas, regras e regulamentos é parte associada aos custos fixos e resultados financeiros da companhia, melhorando além do processo a disponibilidade dos equipamentos e diminuição de desperdícios, toda oportunidade encontrada na missão das diretrizes básicas diminuem consideravelmente tempo de trabalho, os retrabalhos e aumenta a confiabilidade dos ativos.

2 CARACTERIZAÇÃO DA NECESSIDADE DE DIRETRIZES BÁSICAS.:

A estruturação e implementação padronizada do método de verificação das diretrizes básicas na manutenção constitui-se em uma ferramenta de gestão organizacional voltado para a redução dos eventos de segurança de processos e à melhoria contínua na qualidade e desempenho das atividades operacionais. Além disso, visa verificar o conhecimento técnico, prover capacitação aos empregados e garantir o cumprimento da rotina, por meio da disciplina na execução dos padrões, dos requisitos legais e dos regulamentos.

O objetivo principal desse estudo de caso é demonstrar a estruturação e evolução das diretrizes básicas por meio de dados históricos e quantitativos no período de 2020 aos dias atuais, demonstrando assim a eficácia da ferramenta de DB como direcionadora da gestão de confiabilidade humana e de ativos, trazendo como pilares a checagem e orientação quanto a normas, procedimentos e regulamentos institucionais que garantem a alta performance exigida nas grandes mineradoras do mundo.

De acordo com Lustosa et al. (2008), a melhoria contínua de desempenho das organizações nos indicadores de produtividade, qualidade e flexibilidade é a forma que as empresas têm encontrado para se manter competitivas.

A verificação de normas, regras e regulamentos é parte associada aos custos fixos e resultados financeiros da companhia, melhorando além do processo a disponibilidade dos equipamentos e diminuição de desperdícios, toda oportunidade encontrada na missão das diretrizes básicas diminuem consideravelmente tempo de trabalho, os retrabalhos e aumenta a confiabilidade dos ativos.

3 ESTRUTURAÇÃO AO LONGO DO TEMPO DAS DIRETRIZES BÁSICAS DA MANUTENÇÃO NO TPM

Implementado há alguns anos, a prática das diretrizes básicas foi reintroduzida em meados de 2020 junto com a reestruturação do VPS. A partir desse período, foram criados os PNR (Padrões Normativos), que devem ser seguidos na implementação das diretrizes. Com o objetivo de normatizar essas práticas, foi desenvolvido o PNR000006 - Método de Verificação das Diretrizes Básicas de Operação e Manutenção. A partir das Diretrizes Básicas de Manutenção (DBM), são definidos os procedimentos operacionais e regulamentos que estabelecem de forma clara e detalhada o “como fazer” uma tarefa, atividade e/ou processo operacional.

A retomada do modelo de verificação das tarefas foi comprometida por várias questões como demonstrado nos tópicos abaixo:

- Falta de capacitação do padrão;
- Orientação inadequada para implementação;
- Ausência de gerenciamento da rotina;
- Liderança pouco engajada com a ferramenta;
- Falta de definição clara de papéis e responsabilidades;

Processo avaliado apenas por alguns indicadores básicos, como Índice de cobertura da equipe (ICE), Índice de Distribuição da Aplicação (IDA), Índice de Contribuição Individual (ICI) e Índice de Desenvolvimento do Contribuído (IDCO).

Isso resultou em baixa adesão ao aprendizado por parte das equipes e em uma cultura que desencorajava a exposição de oportunidades de melhoria nos processos, como consequência, o ambiente de trabalho tornou-se caracterizado por um estereótipo de punição e houve falta de foco no levantamento e tratamento das falhas humanas.

Entre 2021 e 2022 houve uma ampliação do conhecimento dos indicadores gerando engajamento da liderança com a ferramenta através do alcance dos primeiros resultados quantitativos, além de designação de pontos focais em todas as gerências do porto, com o objetivo de suportar as diretrizes básicas no gerenciamento da rotina.

No ano de 2023, sucedeu-se grandes mudanças na liderança de manutenção do porto, com essa mudança houve ganhos significativos nos seguintes tópicos:

- Alterou-se a perspectiva de foco em que anteriormente era somente em ganhos quantitativos, para qualitativos conjuntamente;
- Foco em disciplina operacional;
- Resultados quantitativos mais sólidos;
- Qualidade do uso da ferramenta;
- Capacitação de avaliadores e avaliados;
- Desenvolvimento do processo em relação a conhecimento de melhoria dos padrões já existentes;

- Desvinculação dos inspetores orientadores das estruturas das áreas de execução;
- Mudança de mentalidade das supervisões de execução, alterando a visão de caráter punitivo para uma perspectiva de melhoria dos processos.

Esses ganhos citados acima trouxeram um forte senso de propósito a ferramenta de diretrizes básicas, gerando solidez em suas ações, imparcialidade dos processos e resultados dos indicadores.

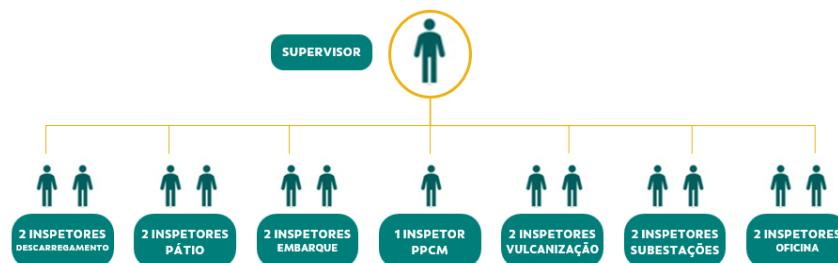
Com a influência de uma supervisão dedicada, ampliou-se a atuação das diretrizes básicas, elevando o patamar das análises do macroprocesso da manutenção, com o objetivo de reduzir número de falhas e perdas operacionais, além de promover melhorias no planejamento, programação e resultados da execução.

Também no ano de 2023 foi incorporado a essa supervisão uma equipe de especialistas técnicos, acarretando uma atuação mais robusta na identificação de oportunidades, efetividade no tratamento de desvios do conhecimento dos padrões específicos das funções e redução de eventos de segurança, garantindo uma melhor qualidade nas manutenções e reduzindo a instabilidade da confiabilidade humana e de ativos.

No primeiro trimestre de 2024, com o objetivo de adequação do modelo exigido pelo PGS 005908 – Métodos de verificação de diretrizes básicas em ferrosos, foram realizadas várias ações, conforme citados nos tópicos abaixo:

- Consolidação do organograma para atendimento de inspetores orientadores de diretrizes básicas em todo o porto (Descarregamento, Pátio de estocagem, Embarque, PPCM, Vulcanização, Subestações e Oficina de Subconjuntos), como demonstrado na figura I abaixo.

Figura I: Organograma de Inspetores Orientadores de DBU 2024.



Fonte: Autor 2023.

Para novos funcionários inspetores orientadores, foi aplicado o programa de mentoria e tutoria, seguindo o PGS 006213 – Programa de Tutoria VP operações, a fim de nivelar o conhecimento do local de atuação nos quais serão aplicados os testes de eficiência e diagnósticos técnicos, conhecer os riscos existentes que serão avaliados, o perfil de perdas e falhas, eventos operacionais já ocorridos na área de atividade e os padrões que regem as manutenções daquele local, estimulando uma rotina aderente aos comportamentos de obsessão por segurança e gestão de riscos, diálogo aberto e transparente, empoderamento com comprometimento, sentimento de dono e engajamento com a sociedade.

- Realização de um treinamento On The Job Training (OJT) entre a equipe de diretrizes básicas do TMPM com o mesmo setor da Estrada de Ferro Carajás (EFC), com o objetivo de replicar boas práticas já existentes em um ambiente já maturado.

- Estruturação de um sistema de gestão de diretrizes básicas, trazendo uma democratização da informação, um acompanhamento do histórico de indicadores, verificação de pontuação dos avaliados e perfil de perdas das oportunidades encontradas no regulamento e procedimentos.
- Capacitação de todos os colaboradores da supervisão de diretrizes básicas em confiabilidade humana através de um membro da equipe que possui formação acadêmica em Psicologia. Com o objetivo de melhorar a percepção deste aspecto em relação as análises dos desvios comportamentais.
- Realizada integração dos especialistas do porto junto aos inspetores orientadores, gerando análises com maior confiabilidade técnica e ações robustas no tratamento dos dados gerados.
- Estruturação de um modelo padrão para análises do macroprocesso da manutenção (Planejar, Programar, Preparar e Executar) criado com o objetivo de gerar ações estruturantes para melhor gerenciamento da rotina (ciclo SDCA). Na imagem I abaixo é possível observar uma análise realizada por um inspetor orientador de diretrizes básicas.

Imagem I: Análise qualitativa do macroprocesso da manutenção.



Fonte: Autor 2024.

Na figura II abaixo é possível observar uma linha do tempo com avanço da ferramenta de DB de 2020 a abril de 2024.

Figura II: Linha do tempo da estruturação da DBU.



Fonte: Autores 2024.

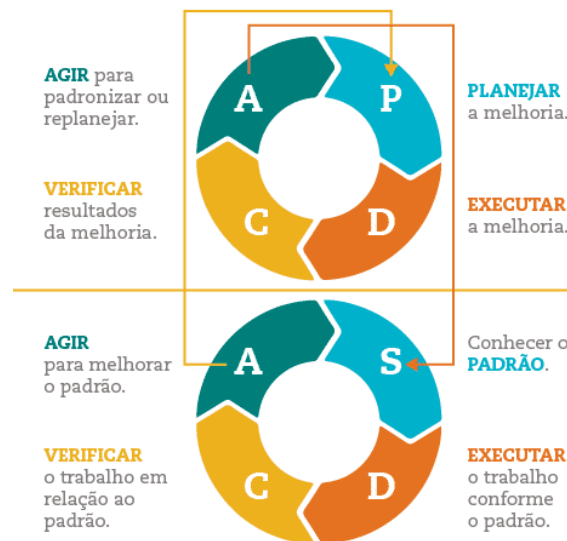
4 MÉTODO DE VERIFICAÇÃO (CHECK) DE DIRETRIZES BÁSICAS

O ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) é uma ferramenta da qualidade muito utilizada para realizar o processo de melhoria contínua e resolver problemas,

entretanto, mesmo executando o PDCA criteriosamente e obtendo os resultados esperados, o aprendizado permanente e o resultado sistêmico só é possível através da padronização dos processos e a verificação sistemática do cumprimento dos padrões.

O método de verificação das Diretrizes Básicas é baseado no ciclo do SDCA. Com a padronização (Standard) dos métodos e processos pelas Diretrizes Básicas, e procedimentos operacionais e regulamentos definidos a partir dessas, para o PNR 000006 da Vale S.A. “é necessário que seja verificado (Check) de forma sistêmica a execução (Do) do trabalho, monitorando o fiel cumprimento dos padrões estabelecidos e agindo (Act), quando necessário, para manter a estabilidade e disciplina operacional”. O gerenciamento da rotina (SDCA) e o gerenciamento da melhoria (PDCA) se relacionam conforme figura III a seguir.

Figura III: – Relação entre Gerenciamento da Rotina e Gerenciamento da Melhoria.



Fonte: Autores 2024

O PDCA é uma ação de gestão para melhoria de resultados de um processo renovando os padrões existentes ou criando padrões, já o SDCA é uma ação de gestão para manter resultados constantes, ou seja, com um mínimo de variação, para que se possa ter uma operação estável.

O método de checagem de Diretrizes Básicas é baseado na relação entre o gerenciamento da rotina (SDCA) e o gerenciamento da melhoria (PDCA) que verifica o cumprimento dos regulamentos e padrões técnicos, além de suportar a gestão de conhecimento técnico e disciplina operacional da equipe, proporcionando ganhos de previsibilidade, qualidade e segurança. Com objetivo de garantir a disciplina operacional que através de um sistema de checagem executa dois procedimentos: teste de eficiência (TE) e diagnóstico técnico (DT) resultando em melhores entregas.

Diagnóstico técnico: identifica qual parâmetro está sendo cumprido ou descumprido do procedimento operacional e verifica o conhecimento e habilidade do empregado para a execução da tarefa requerida.

Teste de eficiência: identifica qual regra de um determinado regulamento está sendo cumprida ou descumprida e verifica o aspecto comportamental e disciplinar do empregado na execução da regra requerida.

O Teste de Eficiência (TE) e o Diagnóstico Técnico (DT), são estruturados a partir dos princípios da confiabilidade humana. A confiabilidade humana é a qualidade ou estado de quem se pode confiar, para Pallerosi (2011) “é a probabilidade de que

uma pessoa não falhe no cumprimento de uma tarefa (ação) requerida, quando exigida, em um determinado período de tempo”.

Partindo então do princípio de que as falhas humanas podem ser quantificadas, qualificadas e previstas, torna-se possível minimizá-las com o objetivo de melhorar processos e resultados de uma instituição, pois o esperado é que, ao contrário dos equipamentos que se deterioram com o passar do tempo, o conhecimento, a habilidade e a atitude das pessoas melhoram com o passar do tempo, resultando na redução das falhas no processo.

Portanto, diante do compromisso de garantir que os regulamentos técnicos e procedimentos operacionais sejam cumpridos na íntegra para evitar a ocorrência de eventos e mitigar riscos, é necessário identificar por meio do check sistemático não somente o que foi descumprido desses documentos, mas também quais foram os erros humanos, não intencional (“lapso” / “ato falho”) ou intencional (“atalhos” / “violações”), que motivaram esses descumprimentos.

5 RESULTADOS

A estruturação das Diretrizes Básicas de 2020 até o primeiro trimestre de 2024 trouxe uma série de melhorias de processo e manutenção, como demonstrado nos tópicos abaixo:

Conformidade legal: Garante que todas as operações realizadas no porto estejam em conformidade com as leis, regulamentos e normas relevantes, tanto a nível de companhia, quanto legais.

Segurança: Ajuda a garantir um ambiente seguro para as operações portuárias, minimizando o risco de acidentes, danos à propriedade e lesões aos trabalhadores.

Proteção ambiental: Assegura que as atividades portuárias sejam realizadas de acordo com os padrões ambientais estabelecidos, minimizando o impacto negativo ao meio ambiente, como poluição do ar, da água e do solo.

Eficiência operacional: Ao garantir que os procedimentos estejam alinhados com as melhores práticas e regulamentos atualizados, a supervisão de diretrizes básicas ajuda a otimizar as operações portuárias, reduzindo atrasos, custos desnecessários e aumentando a disponibilidade dos ativos.

Qualidade da manutenção: Contribui para a prestação de um serviço de excelência aos clientes e usuários do porto, garantindo melhoria contínua nos processos e procedimentos.

Reputação: Manter a conformidade com normas e regulamentos fortalece a reputação do porto, demonstrando compromisso com a excelência operacional, segurança e responsabilidade ambiental.

Mapeamento de aperfeiçoamento de empregados: Esquematiza a necessidade de reciclagens e capacitações de colaboradores do porto, elevando o nível da excelência operacional.

Redução de riscos legais e financeiros: A conformidade com normas e regulamentos pode ajudar a evitar multas, litígios e penalidades associadas a violações regulatórias, protegendo assim os interesses financeiros do porto.

6 CONCLUSÃO

Ao garantir a checagem das execuções de manutenção e operação através de ferramentas como o Teste de Eficiência e Diagnóstico Técnico uma indústria estabiliza a qualidade dos processos e aumenta a confiança dos seus ativos que garantem uma produtividade requerida. Em conclusão, a inspeção regular de normas, regulamentos

e procedimentos é essencial para garantir a operação segura, eficiente e legal do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, além de promover a sustentabilidade ambiental, a segurança dos seus colaboradores, proteger a reputação e os interesses financeiros da companhia.

REFERÊNCIAS

BASTOS, R. M.; TURRIONI, J. B.; SANCHES, C. E. A implementação da padronização participativa sob a ótica do TQC: estudo de caso na CSN (Companhia Siderúrgica Nacional). In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto, 2003.

LUCENA R. L.; DE ARAUJO M. M. S.; SOUTO M. S. M. L. A padronização de processos operacionais como instrumento para a conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito: estudo de caso na indústria têxtil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 2006.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M. A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

PALLEROSI, Carlos Amadeu; MAZZOLINI, Beatriz Pinheiro Machado; MAZZOLINI, Luiz Ricardo. Confiabilidade Humana: conceitos, análises, avaliação e desafios. São Paulo: All Print Editora, 2011.

PNR 000006 - Método de Verificação das Diretrizes Básicas de Operação e de Manutenção, Rev.: 06 – 18/03/2024

PGS 005908 - Método de Verificação das Diretrizes Básicas em Ferrosos, Rev.: 03 – 19/01/2024

SANDOFF, M. Customization and standardization in hotels: a paradox or not? International Journal of Contemporary Hospitality Management, v. 17, n. 6, p. 529-535, 2005.

VIÉGAS, João Ricardo Rodrigues et al. A internacionalização privada na onda estatizante: as relações público-privadas na internacionalização das empreiteiras brasileiras entre 1974-1979. 2009.

GARGALOS NOS PROCESSOS PORTUÁRIOS: UMA REFLEXÃO SOBRE CENÁRIOS GLOBAIS QUE IMPACTAM NO TEMPO OPERACIONAL E ESPAÇO FÍSICO PARA TERMINAIS DE CONTÊINERES

Samanta Odilia Goncalves Reinert
Universidade Cesumar

Giovanna Gabriela Silva e Silva
Centro Universitário Mario Pontes Jucá

Resumo: A gestão operacional nos terminais portuários enfrenta desafios significativos, como o tempo de espera para atracação e a taxa de ocupação dos espaços. Este artigo oferece uma visão abrangente das operações em portos organizados, abordando etapas do processo de terminal e critérios essenciais, como o tempo de estadia dos navios e os impactos das condições climáticas e falhas de equipamentos na eficiência. Além disso, o estudo correlaciona o aumento na movimentação de contêineres com o tempo médio de operação, ressaltando a necessidade de otimização. É demonstrado a importância dos terminais portuários em implementar estratégias de gestão que integrem sistemas de monitoramento e comunicação eficaz com armadores, visando mitigar os impactos de variáveis externas e aprimorar a eficiência das operações. A adoção de tecnologias, como o TOS (Terminal Operating System), é crucial para otimizar a alocação de cargas e aprimorar a tomada de decisões operacionais, assegurando um desempenho mais eficiente e competitivo no setor.

Palavras chaves: terminais portuários; operações; movimentação; eficiência.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o volume de movimentações de cargas containerizadas nos portos brasileiros vêm aumentando significativamente, após a pandemia em 2021 tivemos um boom de movimentação, totalizando um aumento em 11% na movimentação de contêineres. Este crescimento acentuado intensificou a necessidade por aumento de capacidade e melhoria de eficiência operacional nos principais portos do país.

Eventos como a pandemia de COVID-19, que impulsionou o e-commerce e gerou mudanças duradouras no comportamento dos consumidores, contribuíram para a complexificação da cadeia de distribuição de mercadorias. Além disso, condições climáticas adversas como secas, a mais recente ocorrida em Manaus/AM em 2023, mau tempo que ocorre frequentemente no Sul do país durante o inverno, guerras como o conflito do mar vermelho, que em 2024 refletiu na rota de movimentação de cargas, fazem com que determinados portos tenham que absorver mais cargas do que projetado.

Diante deste cenário há uma crescente demanda por mais agilidade no tempo de atendimento na movimentação de cargas, os terminais portuários estão investindo cada vez mais em tecnologias e capacitação profissional de pessoas, para tornar as operações mais assertivas. Esses investimentos abrangem desde tecnologias para auxílio nas operações a estudo de melhor utilização da capacidade de armazenamento. A parte tecnológica inclui a adoção de equipamentos e processos automatizados, bem como a implementação de softwares avançados que auxiliam no gerenciamento das operações. Já a Inteligência Artificial (IA) atua em ferramentas que trazem informações preditivas, e tem se mostrado uma solução eficaz para apoiar as tomadas de decisões operacionais. Adicionalmente a reconfiguração dos layouts dos terminais para melhorar o aproveitamento do espaço físico por tipo de categoria de contêiner, sem onerar o tráfego de equipamentos é o cenário ideal a ser aplicado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO:

2.1 CONCEITOS GERAIS

Segundo Alfredini e Arasaki (2013), a Lei 8.630/93 classifica os portos em duas categorias principais: os portos organizados, que são geridos pela autoridade portuária, e as instalações portuárias de uso privativo, que são exploradas por pessoas jurídicas de direito público ou privado.

2.1.1 Porto organizado

Um porto organizado é essencial para a eficiência das operações logísticas e o desenvolvimento econômico das regiões que serve. Caracteriza-se por uma infraestrutura adequada, que inclui cais, armazéns e equipamentos de manuseio, permitindo a movimentação ágil de cargas e passageiros, sendo um bem público.

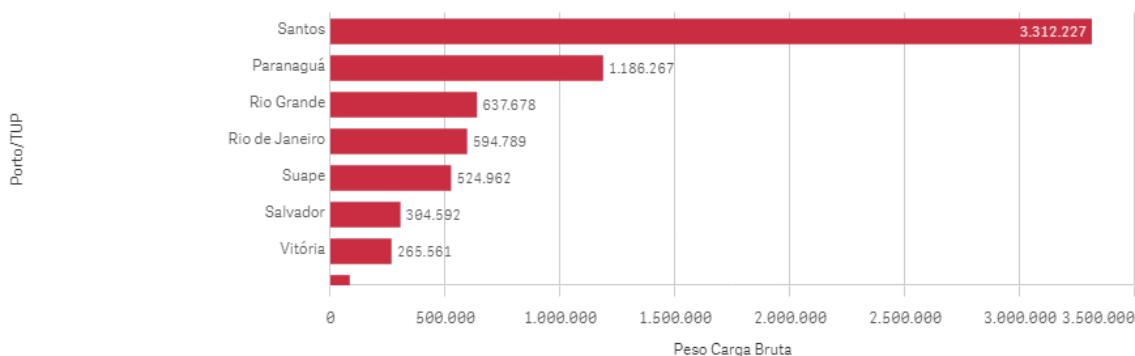
Segundo Fayol (1997), que enfatizou a importância da organização como uma das funções primordiais da administração, um porto organizado deve integrar processos logísticos, sistemas de segurança e gestão de pessoal de forma harmônica. Essa abordagem não apenas otimiza os recursos disponíveis, mas também melhora a competitividade do porto, assegurando que as demandas do mercado sejam atendidas com agilidade e eficácia.

Dessa forma, um porto organizado não apenas melhora a performance logística, mas também contribui para a inserção competitiva do país no comércio internacional.

Segundo dados da Antaq com os portos organizados com maior movimentação de cargas em contêineres no Brasil no primeiro semestre de 2024, se considerarmos o top 5, temos Santos/SP, Paranaguá/PR, Rio de Janeiro/RJ, Rio Grande/RS e Suape/PE. O gráfico abaixo demonstra esse cenário.

Imagem 1: Peso de carga bruta em instalações portuárias 2023

GR2.3 - Instalação Portuária
em TEUs (2023: Jan - Dez)



Fonte: Estatístico Aquaviário - ANTAQ

Fonte: Antaq

2.1.2 Terminal de contêineres

Nos portos organizados, destacam-se grandes players na movimentação de cargas no Brasil, com os terminais de contêineres assumindo um papel central devido ao alto volume de mercadorias transportadas, evidenciando a sua importância para a economia nacional.

Responsáveis por movimentar cais, pátio e gates, esses terminais são essenciais para movimentar e armazenar uma vasta gama de produtos, desde maquinários pesados até itens sensíveis como vacinas, por exemplo. Para cada tipo de commodity é utilizado um tipo de contêiner específico, em cargas refrigeradas existem os contêineres reefers (seu formato possibilita ligar o contêiner em plugs, para manter o refrigeramento da carga), cargas IMO - International Maritime Organization (produto perigoso) possuem regras de segregação e indicação por selos, cargas OOG - Out of Gauge (excedente) são movimentadas em um tipo diferente de contêiner, pois excedente sua dimensão e as cargas drys ou vazias que detêm o maior volume de movimentação.

Devido a estas características de cargas e volume, os terminais de contêineres são responsáveis por atender a movimentação de descarga e embarque em navios, recebimento e entrega de contêineres para os modais rodoviários e ferroviários. Através de equipamentos específicos, como:

- **Portêineres (STS - Ship to Shore):** movimentação entre navios e o pátio;
- **Reach Stackers:** empilhamento e desempilhamento de contêineres no pátio;
- **Empilhadeiras de Vazios (Empty Handlings):** empilhamento e desempilhamento de contêineres vazios;

- **ITVs (Internal Terminal Vehicles):** carretas internas, que efetuam movimentações entre navio e pátio ou pátio para pátio.

Essas operações são gerenciadas por sistemas sofisticados que controlam cada etapa, garantindo eficiência, segurança e rastreamento preciso dos contêineres em trânsito.

Dentre os portos mencionados acima, temos os terminais de maior movimentação, segundo dados da Antaq do primeiro semestre de 2023 e 2024:

Tabela 1: Total de movimentações (TEUs) em 2023 e 2024 (Janeiro a Julho)

Nome do Terminal	Total de Movimentação Contêineres (Bruto)(TEU) Twenty Feet Equivalent Unit	
	2023 - Jan a Jul	2024 - Jan a Jul
Santos Cais Da Santos Brasil (Ssz 16) - Privativo	959.630	1.206.829
Santos Cais Da Btp (Ssz 41) - Privativo	861.086	870.821
Paranaguá Tcsp	629.575	800.785
Rio Grande Cais Tecon Rio Grande S.A.	340.937	432.631
Rio De Janeiro Multi-Rio	213.629	362.951
Suaape Tecon Suaape	196.861	355.185
Rio De Janeiro Ictsi	97.466	155.801
Suaape Cais Público	97.324	51.903
Santos Cais Da Ecoporto (Ssz 35) - Privativo	16.822	33.300
Paranaguá Cais Público	8.503	11.975
Rio De Janeiro Multi-Car	4.923	1.768
Santos Cais Do Tev (Ssz 18) - Privativo	3.587	1.045

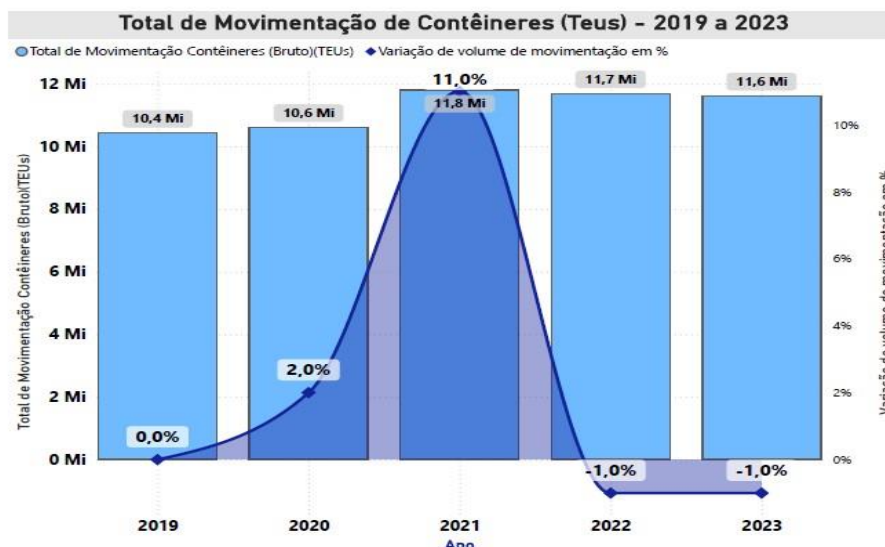
Fonte: ANTAQ - <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/Relatorio.html#pt>

2.1.3 Movimentação de contêineres

A atividade portuária envolve a movimentação de cargas nos cais e pátios dos terminais, realizada por equipamentos como os guindastes STS (Ship-to-Shore) e MHC (Mobile Harbour Crane), durante os ciclos de descarga e embarque de contêineres. Para esses ciclos são utilizadas algumas operações em pátio, que incluem as operações de gates e serviços ferroviários.

Como demonstrado na imagem 2 abaixo, analisando o volume total de contêineres movimentados nos últimos anos, observamos um crescimento significativo após a pandemia. Segundo o “Grupo de Trabalho de Monitoramento dos Impactos da Pandemia da Covid-19 no Transporte Marítimo e no Setor Portuário” da Antaq, esse aumento na movimentação de contêineres no Brasil foi impulsionado por fatores como o lockdown em 2020, a crescente demanda por contêineres vazios e problemas estruturais enfrentados na Ásia, Europa e África.

Imagem 2: Informação de movimentação nos terminais dos Portos Organizados e Terminais de Uso Privado (TUP), nos últimos 5 anos.

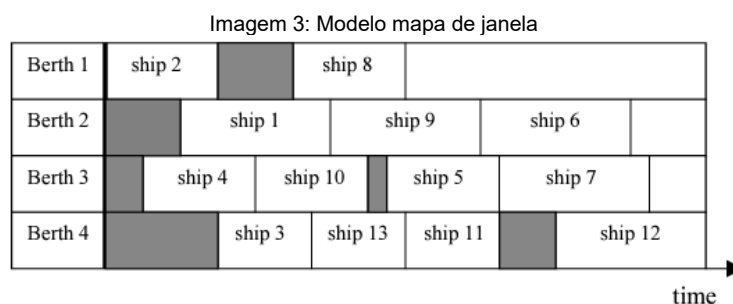


Fonte: ANTAQ - <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/Relatorio.html#pt>

2.1.4 Fatores críticos operacionais

2.1.4.1 Tempo de espera na barra

A gestão das atracações em terminais portuários é realizada por meio das janelas de atracação (Berth Window), gerenciadas pelos armadores portuários e terminais. Nesse modelo, os terminais coordenam as operações dos navios de acordo com regras de negócio específicas. Os intervalos entre uma atracação e outra correspondem aos períodos de espera entre as operações dos navios. Abaixo, a Imagem 3 demonstra o modelo de janela de atracação:



Fonte: KUMARA K.J.K.U. - ANALYSIS OF OPTIMISATION OF BERTH ALLOCATION

Quando há atrasos nas linhas em outros portos, o terminal enfrenta a necessidade de gerenciar essa situação, o que provoca um efeito cascata negativo. Um atraso de um navio em um porto resulta em atrasos nos portos subsequentes, causando filas e tempos de espera para os navios na barra.

2.1.5 Ocupação

A taxa de ocupação (%) de um terminal portuário refere-se à proporção do espaço utilizado no armazenamento e movimentação de cargas. Este fator é fundamental para a gestão operacional uma vez que está diretamente relacionado à eficiência operacional e tomada de decisões assertivas. O seu aumento de forma regular pode ser considerado como direcionamento de análise de necessidade de investimentos em infraestrutura e expansão.

Segundo o OECD (Organisations for Economic Co-operation and Development), a sugestão de ocupação de berço e pátio que mantém eficiência é de 65% para o berço de atracação e 70% para o pátio.

A gestão de recursos de forma efetiva, pode sinalizar que o terminal está operando de maneira eficiente, maximizando o uso do espaço e minimizando custos. Esse quesito está diretamente interligado com a receita do terminal, já que áreas subutilizadas podem significar perda de oportunidades financeiras. Portanto, para gestão eficaz desse indicador, deve-se analisar a quantidade de recebimento de mercadorias, via gate, ferrovia ou cais.

2.1.6 Tempo de estadia dos navios nos terminais

Segundo David J. Edwards (2010), a agilidade operacional do navio é vital para otimizar o fluxo logístico, com isso, enfatiza a importância de operações eficientes para maximizar a utilização de recursos. Um embarque e desembarque ágil garantem que o navio permaneça menos tempo no porto, minimizando custos operacionais e

aumentando a capacidade de movimentação de mercadorias, contribuindo para a competitividade no mercado global, como discutido por Ghiani et al. (2013). Além disso, essa eficiência impacta diretamente a cadeia de suprimentos, assegurando que os produtos cheguem aos consumidores com pontualidade, uma consideração crucial mencionada por Cooper (2009).

Por isso, o indicador de movimentos por hora (MPH) impacta diretamente no tempo de permanência dos navios. Ambos, são diretamente proporcionais pois quanto mais rápido há movimentações de contêineres por hora, mais rápido pode-se finalizar a operação do navio.

No entanto, fatores como maré, mau tempo e quebra de equipamentos podem influenciar nessa permanência. Impactando assim, no tempo acordado e planejado para a janela operacional.

3 RESULTADOS:

3.1 MOVIMENTAÇÃO POR CATEGORIA GERAL

Segundo ANTAQ, dentre as duas categorias portuárias, o porto autorizado é o mais expressivo em instalações portuárias. A imagem 4 abaixo demonstra a abrangência do território brasileiro.

Imagem 4: Instalações portuárias por categoria

Map2.1 - Mapa com as Instalações Portuárias - Contêineres

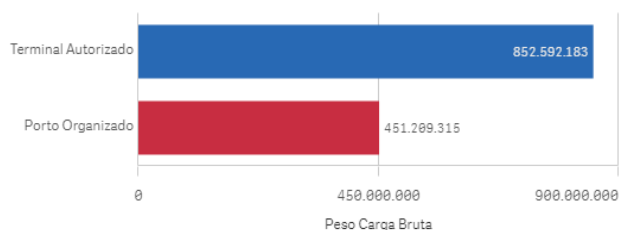


Fonte: Estatístico Aquaviário - ANTAQ.

Fonte: ANTAQ

Além disso, pode-se afirmar que em toneladas, o porto organizado se destaca. A imagem 4, demonstra a diferença de 88% comparado ao porto organizado.

Imagem 4: Movimentação por tipo de instalação portuária 2023:
GR1.1 - Tipo de Instalação Portuária
em toneladas (t) (2023: Jan - Dez)



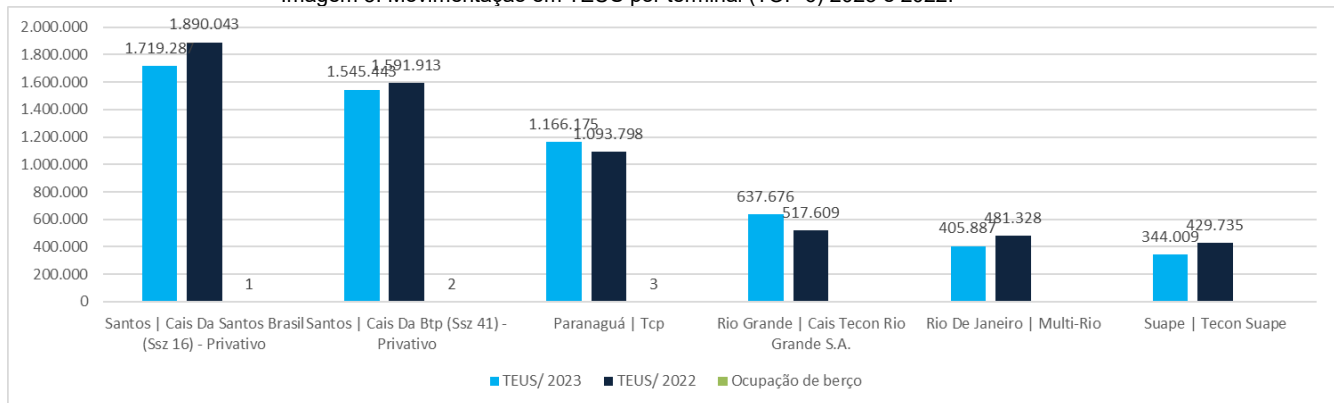
Fonte: Estatístico Aquaviário - ANTAQ.

Fonte: ANTAQ

3.2 MOVIMENTAÇÃO POR TERMINAL (PORTO ORGANIZADO) DE CONTAINER

Dentre os terminais com maiores movimentações em 2023 e 2024, com base na Imagem 5 abaixo, pode-se afirmar o aumento significativo geral de 22,26% de movimentação dos terminais. O terminal da Santos Brasil por exemplo, se destaca comparado ao ano de 2022, com 9,9% de aumento.

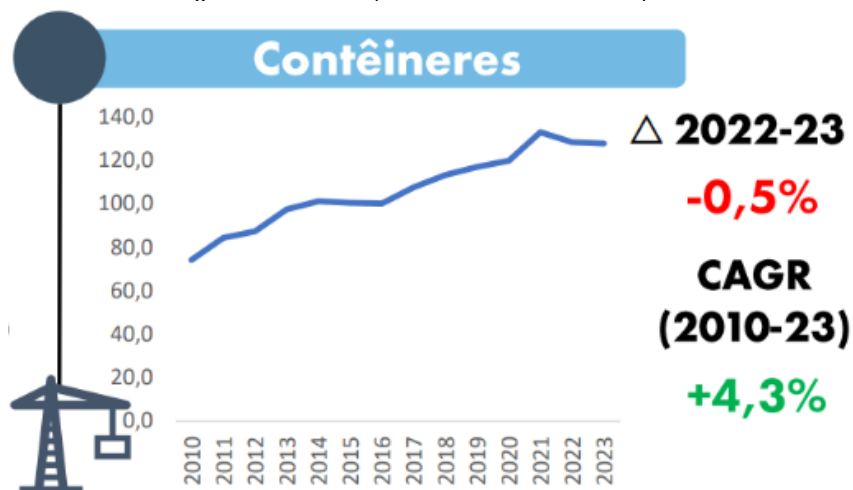
Imagem 5: Movimentação em TEUS por terminal (TOP 6) 2023 e 2022.



Fonte: ANTAQ

Correlacionando com o % de aumento de movimentação de container, a Imagem 6, demonstra redução de movimentação no Brasil em 2023, comparando ao ano de 2022 com -0,5%. Sendo assim, uma vez demonstrado que houve aumento nos principais terminais portuários, citados na Imagem 5, pode-se deduzir que há convergências das cargas entre os portos brasileiros.

Imagem 6: Movimentação histórica de contêineres por ano.



Fonte: ANTAQ

Esse resultado indica a necessidade de controle operacional entre os terminais para atender a demanda. Sendo assim, se há oportunidade no mercado, é necessário a análise de expansão e uma boa gestão operacional e de recebimento de mercadorias. Além disso, entender as etapas dos processos que podem gerar futuros gargalos.

3.3 TEMPO MÉDIO DE PROCESSO DE OPERAÇÃO DE NAVIOS NOS TERMINAIS

Para entender quais são os pontos críticos envolvidos no processo, é interessante mapear as etapas. A ANTAQ, divide essas etapas por ordem, descritas na Imagem 7.

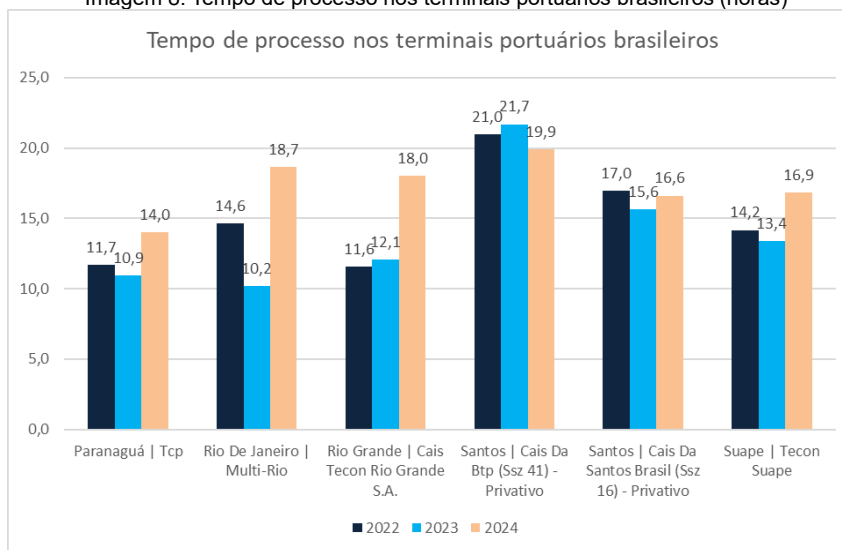
Imagem 7: Quantidade de atracações x Tempo médio de processo portuário



Fonte: ANTAQ

A soma dessas etapas foi considerada como o tempo de processo portuário. A Imagem 8, demonstra a média desse tempo portuário por ano. Pode-se afirmar que desde 2022 há uma tendência de aumento desse tempo na maioria dos terminais, sendo identificado o pico de aumento em 2024 com 83%.

Imagem 8: Tempo de processo nos terminais portuários brasileiros (horas)

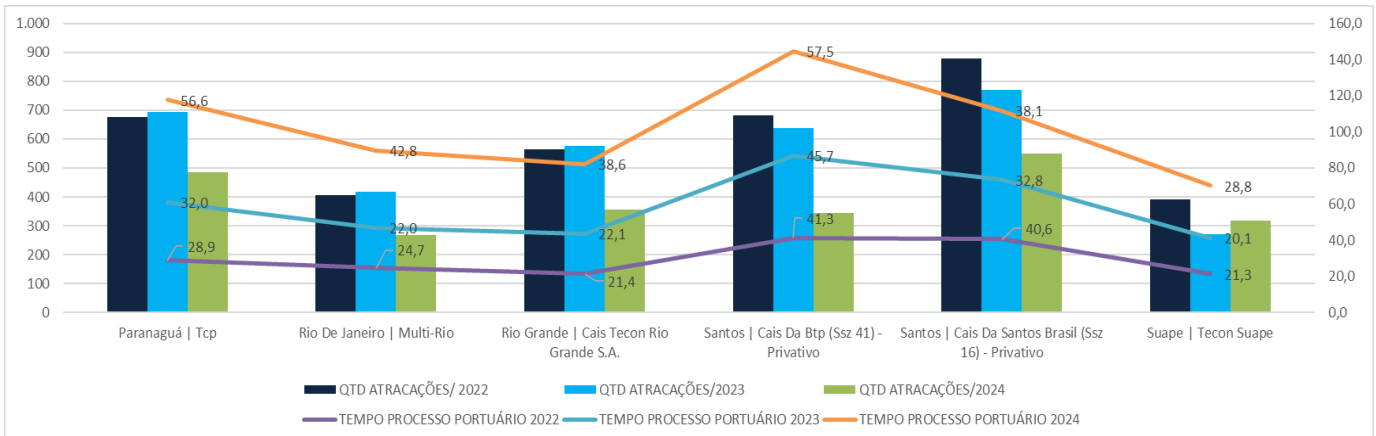


Fonte: ANTAQ

3.4 QUANTIDADE DE ATRACAÇÕES

Considerando o tempo de processo dos terminais com a quantidade de atracações ao longo dos anos, a Imagem 9, sugere que não houve aumento, mas sim, redução da quantidade. Isso deve-se pela tendência de mercado em aumentar a capacidade e tamanho dos navios, trazendo maior consignação por operação. Em paralelo, o fator de tempo é inversamente proporcional. Sendo necessário avaliar quais são os detratores que impactam o processo.

Imagem 9: Quantidade de atracções x Tempo médio de processo portuário

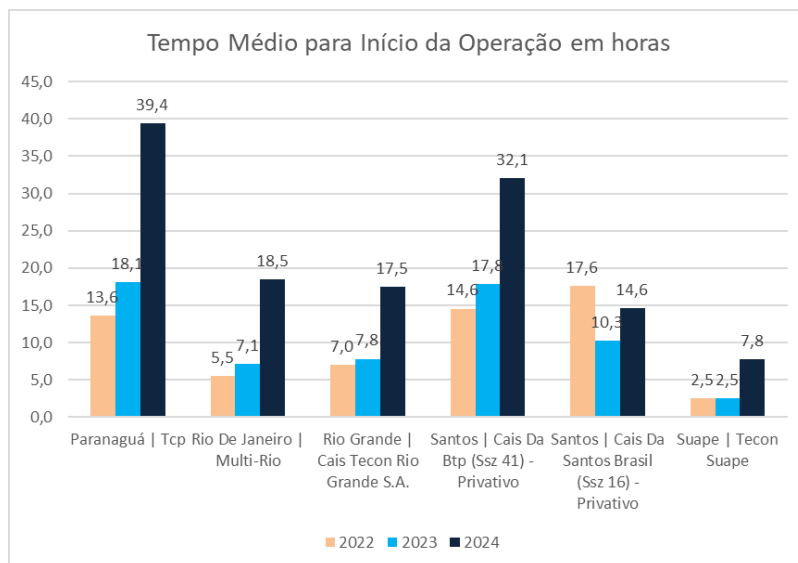


Fonte: ANTAQ

3.5 ESPERA PARA ATRACAÇÃO

Analisando as etapas do processo descritas no item 3.3, o tempo médio de início das operações apresentou número mais expressivo. A Imagem 10, demonstra esse resultado por terminal TOP 6 de movimentações. O resultado mais expressivo é a discrepância comparando 2024 e 2023 foi de 115%.

Imagem 10: Tempo médio de início das operações



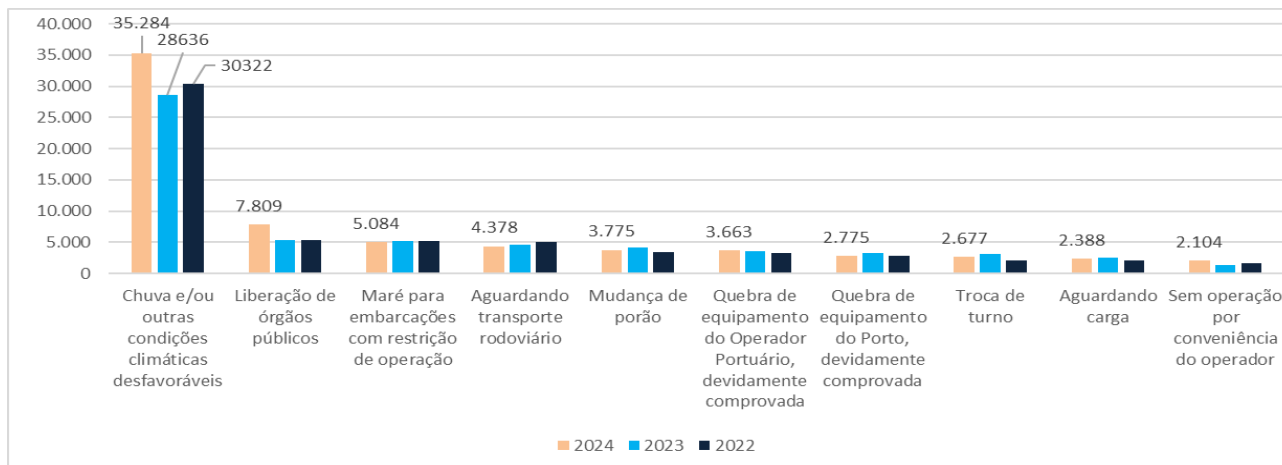
Fonte: ANTAQ

3.6 PARALISAÇÕES

Analisando os principais ofensores dos resultados demonstrados anteriormente, a ANTAQ descreve as paralisações, conforme a imagem 11. Com esse gráfico, pode-se afirmar que Chuvas e/ou condições climáticas desfavoráveis é a paralisação de navios mais expressivos de 2024. Esse cenário está relacionado tanto com a espera para atracção, quanto com impactos com a redução de velocidade. Além disso, a neblina também é uma realidade nos portos do Sul e Sudeste que ocasiona paradas e morosidades operacionais. Além disso, a Maré para atracção

também demonstra um fator relevante. Isso está vinculado diretamente à gestão operacional e ao calado dos terminais. Em portos com calado restrito (menor), esse fator é de grande relevância nos resultados operacionais finais.

Imagem 11: Soma do tempo de paralisações de terminais.



Fonte: ANTAQ

4 CONCLUSÕES:

Diante dos desafios impostos por variáveis que não temos controle, como condições climáticas adversas, conflitos e mudanças repentinas nas demandas do mercado, os terminais portuários implementam diversas estratégias para gerenciar esses obstáculos de maneira eficaz.

Entre as principais ações, destaca-se a gestão estratégica de pátio, que envolve melhorias na alocação de cargas por meio de sistemas de apoio, como o TOS (Terminal Operating System), além de investimentos estruturais e o uso de Business Intelligence para orientar decisões diárias com base em dados precisos. A adoção de aplicativos tecnológicos para monitoramento de condições climáticas e gerenciamento das atracções também é fundamental.

Outra iniciativa importante é a comunicação eficaz com os armadores, que possibilita um melhor alinhamento na gestão das janelas de atracção e na absorção de contingências. Isso significa que, se um navio não puder descarregar em um porto específico, o volume de carga pode ser redirecionado para outro porto da rota.

Além disso, o gerenciamento de um terminal depende das projeções efetuadas para identificar cenários futuros, sendo a projeção de pátio uma das mais críticas. Nela, mapeiam-se as entradas e saídas, além de estimar o volume de movimentação para os próximos dias. Com base nesses dados, é possível ter uma visão clara das operações futuras e administrar o fluxo no terminal de forma sustentável, prevenindo colapsos operacionais.

REFERÊNCIAS

ANTT. Base de dados ANTAQ. Disponível em: <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/download.html#pt>. Acesso em: 01/08/2024.

ANTT. Anuário ANTAQ. Disponível em: <https://sophia.antaq.gov.br/Terminal/Resultado/Listar?guid=1727646501726>. Acesso em: 20/08/2024.

BRASIL. Cópia do Anuário 2023. Disponível em: https://www.gov.br/antaq/pt-br/noticias/2024/copy_of_Anurio2023.pdf. Acesso em: 18/09/2024.

RODRIGUE, J.-P. The Geography of Transport Systems. 4. ed. New York: Routledge, 2020.

FAYOL, Henri. Administração industrial e geral. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1997.

NAVAL. A China está vencendo a batalha pelo mar vermelho; a América se aposentou como policial do mundo. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2024/02/17/a-china-esta-vencendo-a-batalha-pelo-mar-vermelho-a-america-se-aposentou-como-policial-do-mundo/>. Acesso em: 29/09/2024.

DATAMAR. Overcrowded port of Santos terminals reignite privatization controversy among govt officials. Disponível em: <https://www.datamarnews.com/noticias/overcrowded-port-of-santos-terminals-reignite-privatization-controversy-among-govt-officials/>. Acesso em: 01/10/2024.

BLUCHER. Amostra do livro. Disponível em: https://storage.blucher.com.br/book/pdf_preview/9788521208112-amostra.pdf. Acesso em: 01/10/2024.

GEOECONOMIA INTERNACIONAL E RELAÇÕES COMERCIAIS DE DEPENDÊNCIA: UMA ANÁLISE DE RISCO DE DEMANDA PORTUÁRIA NO BRASIL A PARTIR DO INDICADOR HERFINDAHL–HIRSCHMAN INDEX (HHI)

Luiz Filipe Bruske
Eagle Consultoria

Tiago Buss
Eagle Consultoria

Resumo: A avaliação e previsão de demanda é essencial para o sucesso do planejamento portuário de qualquer projeto. Nesse caso, tornou-se evidente ao longo dos últimos anos a necessidade de enquadramento de diferentes aspectos para a avaliação de demanda portuária, visto que diferentes formas de disrupções do comércio internacional influenciaram decisivamente o setor. Crises fitossanitárias e interrupções temporárias de canais logísticos são exemplos desse contexto, além de impactos de sanções comerciais e disparos nos preços de fretes marítimos. As relações internacionais de dependência comercial entre diferentes países são um dos aspectos mais cruciais nesse sentido. Através dessa avaliação, é possível verificar os maiores ou menores graus de propensão à manutenção dos níveis de demanda em determinados setores, permitindo aos planejadores portuários tomarem decisões mais assertivas quanto a futuros investimentos e contratos comerciais. Isso posto, o presente artigo trata de determinar o grau de concentração e dependência comercial brasileira nos principais setores econômicos identificados, utilizando-se como variáveis justamente os níveis de concentração comercial (medidos pelo indicador HHI). Através dessa metodologia, buscou-se verificar os níveis brasileiros de dependência comercial, tanto para a exportação quanto a importação de mercadorias.

Palavras-chave: Comércio exterior; portos; dependência comercial; risco de demanda.

1 INTRODUÇÃO

Os debates acerca do atual cenário de interconectividade econômica e logística entre as nações estão se tornando cada vez mais urgentes, especialmente diante de recentes disrupções no comércio internacional. Essas disrupções, causadas seja de forma intencional (como invasões armadas) ou não intencional (como o caso de pandemias), trouxeram à tona ansiedades acerca dos graus de dependência econômica criados entre as nações. O setor portuário está frontalmente inserido nesse contexto, haja vista a predominância do transporte marítimo na movimentação global de cargas, sendo assim diretamente influenciado por fatores econômicos e políticos de risco de demanda.

O presente artigo possui como objetivo avaliar os índices de concentração de mercado dos principais produtos da pauta comercial brasileira, tendo como premissa que a concentração de mercado é um indicador bastante preciso de possíveis relações de dependência comercial. Para subsidiar e embasar essa análise, buscou-se estruturar um breve panorama geral das principais dinâmicas internacionais e nacionais relativas a temas como dependência comercial, além dos diferentes aspectos relacionados à avaliação de risco de demanda portuária, enfocando-se nas estruturas de mercado setoriais e fatores de risco geopolítico e geoeconômico.

Com esse arcabouço teórico, torna-se possível verificar em que termos está o debate internacional relativo às relações internacionais de dependência comercial e como o Brasil, e seu setor portuário, se inserem nesse contexto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RELAÇÕES COMERCIAIS E DEPENDÊNCIA ECONÔMICA

O tema da dependência econômica entre diferentes países é amplamente explorado na literatura de economia política internacional. Ainda que sob diferentes perspectivas teóricas, em geral o termo dependência é utilizado em contextos nos quais poucas empresas, ou países, concentram parcelas de mercado suficientes para criar vantagens competitivas expressivas em relação a outros agentes e utilizar dessas margens para atingir seus objetivos empresariais (ou políticos) (GUINEA; SHARMA, 2022).

Em outras palavras, e nesse contexto de análise específico, pode-se definir sucintamente a dependência econômica entre diferentes países como a capacidade estrutural de um pequeno número de atores em fazer com que os demais agentes da economia se tornem secundários perante suas capacidades materiais. É importante salientar que essas vantagens materiais estruturais podem ser oriundas de diferentes fontes: acesso privilegiado a recursos naturais, posição geográfica, desenvolvimento industrial e tecnológico, patentes, recursos financeiros, capital político etc.

Além das vantagens estruturais de países protagonistas em determinados mercados, deve-se observar que o contrário também é válido: diversas desvantagens estruturais impelem os países a relações de dependência comercial.

Dessa forma, países de baixo desenvolvimento industrial e tecnológico em determinados setores se inserem de forma desigual em cadeias de valor ligados a esses produtos, assim como países de baixa ou insuficiente produção agrícola (por questões territoriais, demográficas ou climáticas, por exemplo) tornam-se dependentes dos países de maior produção agrícola.

Munidos dessa breve definição, os dois próximos subcapítulos intendem por aprofundar os principais aspectos teóricos de dependência comercial, primeiro em nível global e posteriormente explorando-se a posição brasileira nesse contexto.

2.1.1 Panorama global

Recentes disrupções do comércio internacional, como a pandemia da COVID-19, a invasão russa à Ucrânia e ataques a embarcações no Estreito de Bab el-Mandeb, trouxeram à tona preocupações acerca das relações de dependência comercial criadas internacionalmente. Em diversos países, se verificam pressões políticas e econômicas pela re-internalização de cadeias produtivas, motivadas justamente por inseguranças quanto à estabilidade do comércio internacional (GUINA; SHARMA, 2022).

Para se dar um breve panorama global, busca-se estudar principalmente o caso do mercado energético europeu (e seus reflexos também na economia dos EUA), além dos planos de transição estratégica industrial por parte da China.

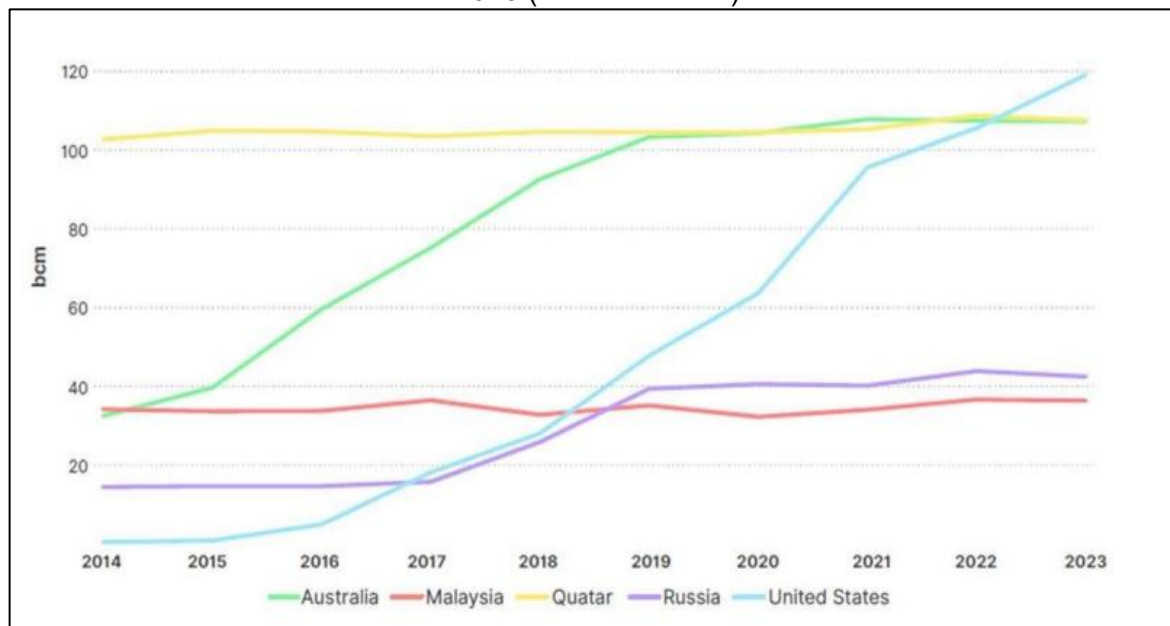
Na Europa, se observa nos últimos anos a criação de planos de ação industriais dedicados ao objetivo de internalizar algumas partes de cadeias produtivas estratégicas, ou reduzir o grau dependência econômica de outros países, tais como: REPowerEU (setor energético, reduzindo dependência da Rússia) e o European Chips Act (setor de semicondutores, lançado em 2023) (GUINA; SHARMA, 2022).

No caso europeu, as discussões relacionadas à dependência comercial se intensificaram em função da evidente utilização do poder econômico russo no setor energético para a imposição de exigências e pressões políticas, fator intensificado no conflito Rússia-Ucrânia (GUINA; SHARMA, 2022). É possível afirmar que esses conflitos evidenciaram o grau de influência russa na economia da União Europeia, em razão do fornecimento de gás natural e petróleo, evidenciando uma clara relação de dependência comercial. É justamente nesse princípio, em que um determinado país possui uma vantagem estrutural potencialmente utilizável para influenciar outros países, em que reside o conceito de dependência comercial.

Em 2021, um ano antes da invasão definitiva da Ucrânia pela Rússia, cerca de 41% do gás importado pela EU advinha de gasodutos russos, 40% de outros fornecedores e 19% de Gás Natural Liquefeito (GNL) (IEEFA, 2024). Após os primeiros atos do REPowerEU e o desenvolvimento de infraestrutura, especialmente portuária, para a importação de GNL, em 2022 a UE já atingia 9% de importação de gasodutos russos e 41% de importação de GNL (IEEFA, 2024).

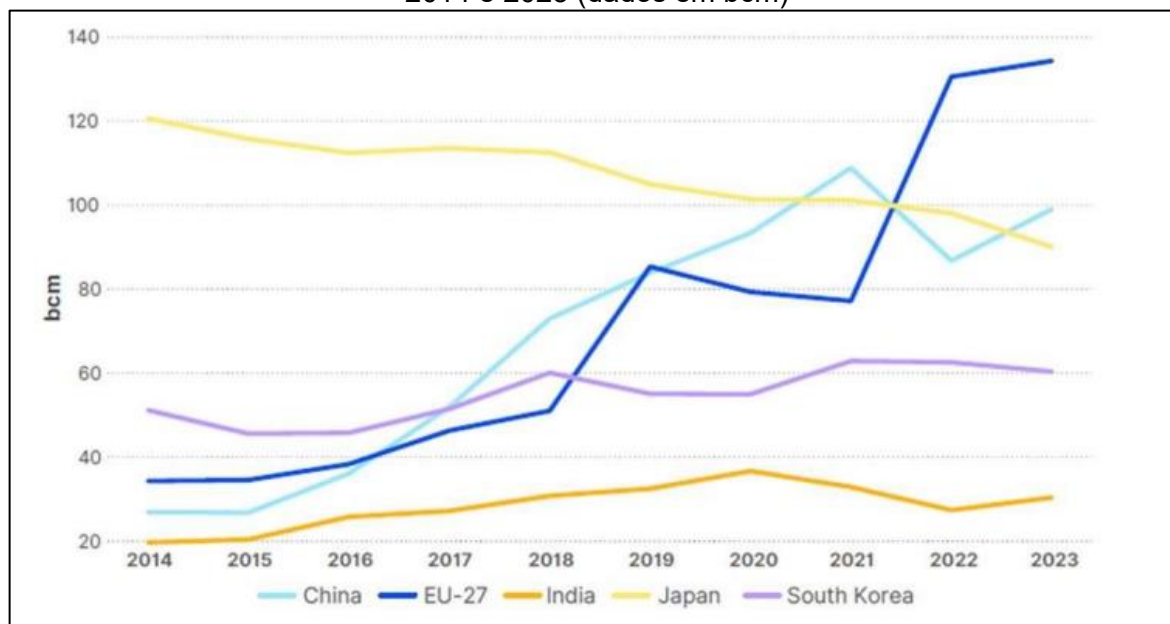
Em 2024, a Europa já se configura como o principal centro de importação de GNL do mundo, tendo os EUA se tornado o principal país produtor (muito em função da chamada *shale gas Revolution*, e da própria demanda europeia) (IEEFA, 2024). O processo de crescimento da demanda por GNL no mercado europeu (exposto no Gráfico 6) foi marcado pela necessidade de investimentos estruturantes, especialmente em plantas de regaseificação. Parte expressiva desses investimentos foram realizados por companhias americanas ou por financiamento dos EUA, país que se tornou o maior produtor mundial (exposto no Gráfico 7).

Gráfico 6. Série história de produção de GNL dos principais países produtores, entre 2014 e 2023 (dados em bcm)



Fonte: ACER (2024)

Gráfico 7. Série história de importação de GNL dos principais países importadores, entre 2014 e 2023 (dados em bcm)



Fonte: ACER (2024).

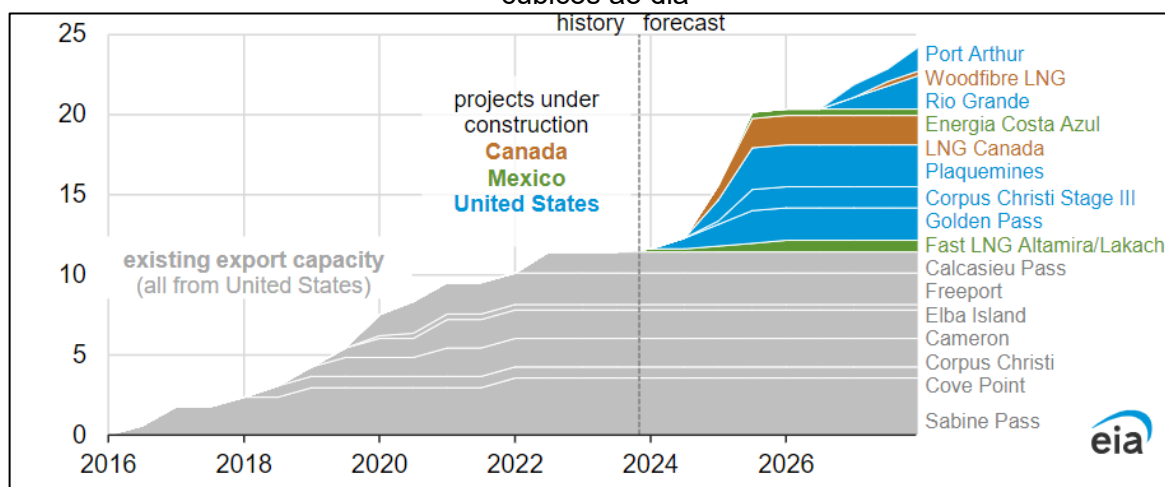
Após se verificar alguns aspectos da transição nos padrões de consumo de energia na UE, decorrente do objetivo de redução dos níveis de dependência de importação de energia russa, merecem considerações os efeitos desse incremento de demanda também no país exportador.

Nos EUA, projeta-se um acréscimo de 84% na capacidade de exportação instalada até 2028, justamente com o objetivo de atender a crescente demanda europeia (CGEP, 2024). Curiosamente, os EUA tradicionalmente eram inseridos no mercado de energia como um país fortemente dependente das exportações de outros

países (notoriamente: de países do Oriente Médio, como Arábia Saudita, Irã e Iraque), aspecto essencialmente revertido pela exploração de *shale gas* no século 21 (CSIS, 2024). Os Choques do Petróleo de 1973 e 1979 foram exemplares da relação de dependência nas quais EUA se inseriam em relação à energia advinda do Oriente Médio.

Com a criação e difusão de novos processos industriais, o crescimento histórico exponencial da demanda de GNL e as projeções futuras motivam a construção de diversas plantas planejadas de exportação de GNL (que incluem estrutura portuária), como exposto no Gráfico 8.

Gráfico 8. Histórico e projetos futuros de exportação de GNL, dados em bilhões de pés cúbicos ao dia



Fonte: EIA (2024)

Observa-se assim como uma percepção de dependência comercial acentuada por parte da União Europeia motivou uma transição acelerada nos padrões de importação e consumo de energia. Verifica-se também como esse processo transformou o quadro estrutural da política energética dos EUA, que deve se concentrar na promoção das exportações de energia nos próximos anos, possivelmente significando em redução de suas importações de outros combustíveis. Há que se verificar, também, a possibilidade da criação de uma nova relação de dependência entre a Europa e os EUA nesse sentido.

Esse exemplo é analisado em função de sua significância para o objeto de estudo do artigo. Através desse caso, é possível verificar como os mercados e estados se comportam frente ao cenário de dependência comercial, e como essas dinâmicas afetam a demanda do setor portuário. De acordo com o Departamento de Energia dos EUA, as importações de petróleo cru nos EUA inclusive passam uma queda histórica a partir de 2010, motivada pelo acréscimo na produção interna de energia, e chegando ao vale histórico no período 2019-2023 (DOE, 2024).

Outro caso de relevância para a compreensão do panorama global relacionado a diferentes interpretações e caminhos relacionados à dependência comercial faz referência ao Dual Circulation Strategy (DCS), plano econômico desenvolvido pela China. Presente no 14º Plano Quinquenal, o DCS consiste na subdivisão da economia em dois ambientes de circulação: doméstico e externo, sendo o objetivo do plano coordenar essas duas esferas, enfocando-se no fortalecimento do mercado doméstico (China Power CSIS, 2024). Ainda que sua lógica específica de funcionamento não

seja clara (no sentido de determinação de políticas práticas), os seguintes objetivos são descritos como primários:

- ❑ Redução da demanda externa como a impulsionadora do crescimento econômico, aumentando o consumo doméstico;
- ❑ Posicionar a China como uma referência na produção de bens de alto valor agregado;
- ❑ Atingir autossuficiência em áreas chave através da inovação;
- ❑ Garantir acesso a recursos críticos através da diversificação das cadeias de suprimento e direcionando investimentos em setores específicos (China Power CSIS, 2024).

Em resumo, pode-se descrever o DCS como um conjunto de estratégias direcionadas a um engajamento consciente, ou seja, com a China buscando determinar os termos de sua própria participação no comércio internacional. Mais especificamente, se observa como o DCS enxerga a necessidade de reduzir a dependência comercial como uma forma de incrementar a posição estratégica do país. Isso se dá tanto no sentido de incrementar a posição chinesa na produção de produtos avançados (como semicondutores), aos quais o país ainda mantém uma relação de atraso em relação a outros países, quanto também de diversificar suas fontes de insumos (China Power CSIS, 2024).

Como parte de seu quarto objetivo, o DCS preconiza a diversificação nas importações de insumos críticos, como energia, alimentos, minérios e outros produtos. Em alguns setores, como de energia, o país parece bem-sucedido na busca pela diversificação de fontes e parceiros comerciais, o que se verifica nos acordos de fornecimento de gás e petróleo por meio de dutos estabelecidos com a Rússia e Turcomenistão, além dos mais de 40 países que fornecem petróleo à China (China Power CSIS, 2024).

Em outros setores, essa tentativa de diversificação parece esbarrar nas próprias condições estruturais da economia mundial. É exemplar o caso dos produtos agrícolas e alimentícios. Devido a tensões geopolíticas e comerciais, a China aumentou impostos de importação a produtos americanos e cortou pela metade sua importação de soja dos EUA entre 2017 e 2018, contando com o Brasil para suprir essa demanda (China Power CSIS, 2024). Todavia, se verifica que apenas o Brasil ainda não é capaz de suprir em absoluto toda a demanda de grãos da China, em função das próprias limitações físicas e produtivas brasileiras, fazendo com que o país continue dependente dos EUA para alimentar parte de sua população (China Power CSIS, 2024).

Verifica-se, portanto, que de forma semelhante à União Europeia, a China também busca estruturar planos nacionais para a redução de sua dependência em determinados setores, porém acaba por esbarrar nas próprias configurações geoeconômicas do sistema internacional. Apesar de não serem imutáveis, a própria característica estrutural de alguns mercados acaba por tornar difícil a transição de situações de dependência para outra de autonomia.

É nesse contexto global, e com a observação de que a própria formação econômica dos Estados e territórios os impelem a determinadas condições de dependência (favoráveis ou não), que se busca avaliar a posição brasileira.

2.1.2 Panorama brasileiro

Historicamente, o Brasil se insere na economia internacional de forma bastante específica, sendo o tema da dependência comercial um dos principais aspectos de análise na tradição econômica nacional. Entre os principais autores dedicados à compreensão desse fenômeno no Brasil, pode-se destacar Celso Furtado, Fernando Henrique Cardoso, Enzo Faletto, Maria da Conceição Tavares e Bresser-Pereira, dentre vários outros.

Ainda que através de diferentes matizes intelectuais e ideológicas, o debate acerca da dependência comercial esteve frontalmente inserido nas avaliações de caminhos para o desenvolvimento econômico brasileiro, especialmente pela consideração de que a dependência comercial é um possível fator de risco à economia e à soberania nacional (BRESSER-PEREIRA, 2010).

De forma geral, pode-se afirmar que a inserção econômica brasileira no capitalismo contemporâneo se deu, tradicionalmente, de forma orientada ao exterior (FURTADO, 1959). Isso significa dizer que em raros momentos da economia brasileira o crescimento econômico se pautou no próprio mercado interno do país, com o setor exportador, especialmente de commodities, guiando parte expressiva desse crescimento. O debate acerca do crescimento interno esteve, inclusive, em consideração nos trabalhos dos principais teóricos e burocratas brasileiros da segunda metade do século 20, justificando esse objetivo com vistas a reduzir a exposição brasileira a flutuações da economia internacional (BRESSER-PEREIRA, 2010).

Em termos de políticas práticas dedicadas à redução da dependência comercial brasileira nesse contexto, pode-se citar o programa Pro Álcool, iniciado em 1975 e aprimorado até 1981, que tinha como objetivo central desenvolver a capacidade nacional de produção de biocombustíveis em face às crises e flutuações do petróleo na década de 70 (NITSCH, 1991). Observa-se assim como a avaliação de risco no setor energético motivou o Estado brasileiro a desenvolver novos caminhos de política energética.

Mais recentemente, após as consequências das crises econômicas e financeiras das décadas de 80 e 90 e as transformações profundas na própria lógica de organização da economia internacional nesse período, o debate acerca da dependência comercial brasileira concentra-se especialmente em dois pontos: a desindustrialização nacional e a concentração comercial em exportação de commodities.

Em primeiro lugar, é necessário considerar que o processo de desindustrialização não significa necessariamente em uma reprimarização imediata da economia e tampouco na redução nominal da indústria em um determinado país, mas significa sim em uma redução proporcional de protagonismo, inovação e dinamismo do setor industrial na própria estrutura econômica de um país (FEIJÓ; OREIRO, 2010). No Brasil, esse fenômeno é observado na redução da participação da indústria na composição do PIB nacional, além do baixo crescimento industrial verificado desde a década de 1990 até o momento (FEIJÓ; OREIRO, 2010).

O fenômeno da desindustrialização brasileira é reconhecido pelo próprio Governo Federal, o que se verifica no plano de ação do programa Nova Indústria Brasil, dedicado a traçar os rumos da chamada Neointustrialização Brasileira (BRASIL, 2024). Já em seus preâmbulos, o programa considera a necessidade de enfrentar o processo de “desindustrialização precoce e acelerado, a partir dos anos 1980, com primarização da estrutura produtiva e encurtamento e fragilização dos elos das cadeias” (BRASIL, 2024).

Setorialmente, outros programas estão sendo desenvolvidos para combater os efeitos desses processos em campos específicos, a exemplo do Plano Nacional de Fertilizantes 2022-2050, que objetiva reduzir a dependência brasileira de importação desses insumos fundamentais à economia nacional (EMBRAPA, 2022). Nesse caso, ressalta-se a exposição nacional às flutuações e choques de oferta do mercado de fertilizantes, aspectos cruciais em vistas à concentração de mercado expressiva desse setor (EMBRAPA, 2022).

Verifica-se, portanto, que modificações estruturais de economias nacionais e de padrões produtivos internacionais impelem países a relações de dependência multivariadas. É o que também se verifica no setor de commodities, que representa continuamente parcela preponderante da pauta de exportação nacional.

Entre 2000 e 2014, por exemplo, as commodities passaram de cerca de 50% do valor nacional exportado para cerca de 70%, indicando um crescimento expressivo da demanda internacional e da produção interna dedicada ao atendimento a essa demanda (VERÍSSIMO; XAVIER, 2014). Conforme será demonstrado de forma mais detalhada nos resultados encontrados ao se aplicar o Herfindahl–Hirschman Index (HHI) nos mercados de commodities, há uma explicação preponderante para o crescimento da demanda de commodities: o crescimento econômico de países considerados em desenvolvimento, especialmente a China e a Índia.

Entre 2002 e meados de 2014, é possível verificar um ciclo de alta nos preços internacionais das commodities em geral, marcada pelo aumento expressivo da demanda de países em desenvolvimento (especialmente China, Índia e Nigéria) ao mesmo tempo em que economias nacionais especializavam-se na exploração de recursos naturais e no aumento da eficiência de exportação desses produtos (BREDOW; LÉLIS; CUNHA, 2016). Após 2014, observou-se uma reversão desse ciclo, especialmente em função da perda de dinamismo econômico relativo dos países mencionados e do contexto de incerteza econômica generalizado após a Crise de 2008 (BREDOW; LÉLIS; CUNHA, 2016).

No Brasil, esse ciclo de alta das commodities foi marcado especialmente pelo desenvolvimento expressivo do setor agroexportador (notoriamente da exportação de grãos, como soja e milho), da exploração de minérios (especialmente ferro) e de petróleo. Ainda que não seja o objetivo do artigo discutir em detalhes o processo de especialização produtiva no setor de commodities e o reflexo deste para a economia brasileira, verifica-se que a concentração de demanda em determinados países (especialmente a China) pode ser considerado um aspecto relevante de dependência comercial (lógica de monopsônios).

Os aspectos levantados foram trazidos em função de dois principais prognósticos: o Brasil está inserido em relações estruturais de dependência de insumos e produtos industrializados; o Brasil está inserido em relações comerciais de concentração mercadológica elevada. Cumpre salientar que, especialmente no segundo caso, essa relação não é necessariamente negativa para a posição do país, dado que essa concentração no fornecimento de determinados produtos (como os grãos e o minério de ferro) podem inclusive se configurar como uma vantagem competitiva ao país.

Para o setor portuário como um todo, é possível afirmar que certas relações estruturais de dependência comercial são inclusive vantajosas ao próprio setor, já que permitem aos planejadores determinar com mais segurança os níveis projetados de demanda nesses mercados. É o que será avaliado no próximo capítulo.

2.2 ASPECTOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE DEMANDA PORTUÁRIA

Nesse capítulo, cumpre-se observar como o risco de demanda portuária se relaciona aos panoramas de dependência comercial avaliados anteriormente. Avalia-se assim de forma teórica como o risco de demanda se insere no planejamento portuário e quais os principais fatores mapeados para possíveis cenários de risco. Nesse caso, são mapeados dois principais aspectos de análise de risco de demanda relacionados à dependência comercial (específicos ao contexto tratado nesse artigo, haja vista que a realidade econômica impinge inúmeros outros fatores de risco), que são: variações nas estruturas de mercado setoriais e riscos geoeconômicos e geopolíticos.

2.2.1 Riscos de demanda e planejamento portuário

A avaliação da demanda alocada em determinado complexo ou terminal portuário é essencial para o dimensionamento do projeto e do estabelecimento de configurações operacionais satisfatórias aos usuários. Através de um planejamento de demanda adequado, é possível aos operadores e administradores portuários mapear os processos operacionais de forma mais adequada, diminuindo assim custos e possibilitando incremento de eficiência econômica.

De forma geral, verifica-se que terminais portuários que possuem menores níveis de risco de demanda possuem custos totais menores que em relação aos terminais que possuem maior risco de demanda (RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ; TOVAR; WALL, 2011). Fatores como atrasos de embarcações e redução ou incremento inesperado de operações são alguns dos fatores relacionados ao risco de demanda, que pode ser definido como o grau de variabilidade enfrentado por um terminal em seus serviços de forma geral (RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ; TOVAR; WALL, 2011).

Dentro da teoria econômica das firmas, os níveis de demanda são fundamentais para o planejamento empresarial, já que influenciará diferentes abordagens de posicionamento de firma, como para a compra de insumos (contratos de curto ou longo prazo), operações de *hedge* (cambial ou de produtos em mercado futuro) e negociação de contratos de venda (contratos de curto ou longo prazo) (RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ; TOVAR; WALL, 2011).

Dessa forma, se observa como agentes em diferentes setores econômicos decisivamente irão se comportar de forma diferente, face aos cenários distintos de risco de mercado (como exposição à concorrência e a sanções comerciais, por exemplo), com esse aspecto refletindo-se nos níveis de demanda por serviços portuários. Sendo os terminais portuários dependentes da demanda resultante de diferentes dinâmicas econômicas em constante desenvolvimento, é natural afirmar que o sucesso dos empreendimentos portuários está relacionado à compreensão efetiva dessas dinâmicas.

Considerando o objetivo desse artigo explorar as conexões entre relações internacionais de dependência comercial e cenários de risco de demanda portuária, cumpre-se observar em detalhes dois principais aspectos considerados de interesse para essa avaliação: estruturas de mercado setoriais e riscos geopolíticos e geoeconômicos. Decisivamente, esses aspectos moldam o comportamento dos agentes na economia internacional e podem ser utilizados para uma melhor compreensão do risco de demanda portuária.

2.2.2 Estruturas de mercado setoriais

Diferentes setores econômicos comportam-se de formas distintas, haja vista a sua composição de empresas e Estados-Nacionais, orientação geral, taxas de crescimento, grau de criticidade política, dependência de outros setores, e entre outros fatores relevantes (OCDE, 2018). Nesse caso, a estrutura do mercado faz referência às principais dinâmicas referentes à composição daquele mercado, especialmente o número e a preponderância das empresas, sendo possivelmente categorizado através de seus índices de concentração de mercado (OCDE, 2018). A concentração de mercado pode ser definida como um indicador de competitividade dentro de um setor, sendo útil para medir a potencial margem de influência de um ou mais agentes preponderantes (OCDE, 2018).

Mercados concentrados, seja no lado da oferta ou da demanda, tendem a apresentar dois comportamentos de certa forma paradoxais, mas de igual relevância: tendem a ser mais estáveis (justamente pelo domínio de um pequeno grupo de agentes) e tendem a ser mais potencialmente voláteis, caso esse seja um comportamento desejado pelos agentes concentradores (OCDE, 2018).

Isso significa dizer que apesar dos mercados concentrados serem tendencialmente mais estáveis, ainda que não necessariamente eficientes ou competitivos, esses mesmos mercados podem ser utilizados por Estados ou atores privados para a extração de interesses políticos e econômicos, dado as margens de atuação daquela própria estrutura de mercado. A atuação de agentes concentradores pode se dar no sentido de aumentar ou diminuir artificialmente os preços, ou de utilizar dessa vantagem intrínseca para a negociação de contratos mais vantajosos ao curto e longo prazo.

Dentre os indicadores que podem ser utilizados para a mensuração de concentração de mercado, pode-se citar o Herfindahl–Hirschman Index (HHI), medida amplamente utilizada para esse fim, e que consiste resumidamente em avaliar a parcela de mercado de um determinado número de empresas em um determinado mercado (OCDE, 2018). Esse método será explicado em maiores detalhes no capítulo 2.3., que aplicará o mesmo ao comércio internacional do Brasil.

Ao longo dos últimos anos, diversas pesquisas buscaram estudar quais são as dinâmicas vigentes relacionadas à concentração de mercado em determinados setores e países, com o principal resultado encontrado pela OCDE de que existem evidências expressivas que indicam um aumento na concentração de mercado, mas que não indicam necessariamente uma mudança expressiva nos níveis gerais de competitividade (OCDE, 2018).

Outros indicadores que podem ser utilizados, além do HHI, são os indicadores relacionados a preços, mark-ups dos setores (indicador que mede a extensão que os preços excedem o custo marginal) e taxas de lucratividade, que auxiliam autoridades de competitividade econômica (como o CADE, no Brasil) a medir e avaliar possíveis casos de monopólios e outras estruturas abusivas (OCDE, 2018). Esses fatores de composição da estrutura de mercado setorial influenciam, por exemplo, em questões como a barreira de entrada de novos concorrentes. Em mercados mais concentrados e controlados, seja por agentes privados ou Estados, essas barreiras são mais latentes e desafiam a entrada de novos agentes, contribuindo para a manutenção de dinâmicas de dependência comercial.

É também importante ressaltar que as atitudes e estratégias de mercado que exploram concentrações de mercado podem surgir não necessariamente de forma direta por parte das empresas que dominam determinado mercado, e sim podem ser fruto de pressões alheias, realizadas especialmente por Estados-Nacionais. É o caso das imposições realizadas pelo Governo dos EUA à exportação de semicondutores e

chips de inteligência artificial à China, por razões alegadas de segurança nacional, afetando as próprias empresas americanas desse setor (BRASIL DE FATO, 2023). Nesse caso, a própria Associação da Indústria dos Semicondutores dos EUA, que representa cerca de 99% das empresas desse setor de alta tecnologia, questionou a decisão do Estado Americano, que afetou as vendas do setor ao seu principal mercado consumidor (BRASIL DE FATO, 2023).

Esse exemplo demonstra que mesmo mercados pesadamente concentrados em pouquíssimas empresas, como é o caso do mercado de semicondutores e *chips* de IA, podem sofrer influências alheias para que seu comportamento seja direcionado a algum fim político ou econômico específico. Esse tema será abordado em mais detalhes no próximo subcapítulo.

2.2.3 Riscos geopolíticos e geoeconômicos

Como verificado, as estruturas de mercado de um determinado setor refletem em diferentes níveis de concentração de mercado, que por sua vez moldam relações de dependência entre diferentes países e territórios. Outro aspecto correlacionado a esse processo de concentração setorial, e seus consequentes impactos para a demanda portuária, refere-se ao que se pode chamar de riscos geopolíticos e geoeconômicos.

Ainda que suas lógicas sejam semelhantes, a diferenciação entre essas duas categorias de riscos se justifica pelo ganho analítico verificado: enquanto a geopolítica refere-se aos clássicos dilemas da arena internacional, a geoeconomia refere-se à aplicação específica desses dilemas ao campo das relações políticas da economia global (BRITES; JAEGER; 2020). Em outras palavras, os riscos geopolíticos referem-se a dinâmicas como bloqueios navais, disputas físicas por acesso a mercados e recursos estratégicos etc., enquanto os riscos geoeconômicos compassam outros elementos mais indiretos de disputas, como sanções, uso de barreiras comerciais, instrumentalização do comércio e bloqueios financeiros.

Como denominador comum, essas duas esferas estão intimamente relacionadas às rivalidades inter-estatais no sistema internacional (BRITES; JAEGER; 2020). Definida essa diferenciação, busca-se verificar de que forma os riscos de demanda portuária de diferentes setores econômicos são influenciados por questões de ordem geopolítica e geoeconômica.

Em relação aos riscos geopolíticos, verifica-se que os portos estão permanentemente vulneráveis, em menor ou maior escala, às flutuações das rivalidades internacionais, que afetam profundamente o comércio entre as nações. Além disso, a própria configuração e segurança do sistema portuário dos países podem ser enxergadas como ativos estratégicos dos países, haja vista que o controle de portos em regiões estratégicas é por si só uma capacidade material relevante e são constantemente utilizados como ferramenta de projeção de poder (AHMADI; FLINT; NOORALI, 2022).

Recentemente, alguns eventos da geopolítica mundial influenciaram a demanda portuária brasileira em alguns setores. É exemplar o caso do trigo brasileiro, cuja patamar de exportação aumentou em 171% entre 2021 e 2022, em função do aumento dos preços internacionais do trigo em função da invasão russa à Ucrânia e dos bloqueios aos portos ucranianos no Mar Negro, que incentivou os produtores brasileiros a exportar parcela mais expressiva de seus produtos (CONSILIUM, 2023) (COMEX STAT, 2024).

Outro evento recente que abala o setor portuário internacional é o contexto de ataques de embarcações cargueiras no Estreito de Mandeb, que se refletiu em incertezas de navegação em todo o Mar Vermelho (no qual se concentra 30% do fluxo global de contêineres), e que ocasionou em aumentos de até 284% nos preços de fretes marítimos (FITCH, 2024). Além dos custos em si, foram registrados diversos casos de filas (ocasionados por sobre-estadia em portos), cancelamento de operações e outras disfunções no setor portuário global (WORLD BANK, 2024).

Nesse caso, o cenário de incertezas geopolíticas ocasionou não apenas em transferências e modificações temporárias nas dinâmicas portuárias globais, mas trouxe também à tona demandas de longo prazo por linhas marítimas de menor extensão e em territórios próximos aos grandes blocos econômicos internacionais (WORLD BANK, 2024). Isso indica que as disrupções geopolíticas também podem moldar tendências de médio e longo prazo do setor portuário.

Os riscos categorizados como geoeconômicos fazem referência a uma gama multivariada de riscos, que podem não ser diretamente verificáveis como fruto de rivalidades interestatais (ao menos não tão diretamente como uma invasão armada ou ataques a embarcações de determinado país), mas que de fato expressam rivalidades econômicas e comerciais. Nesse caso, os principais riscos fazem referência ao estabelecimento de sanções, boicotes comerciais e outras políticas semelhantes.

De forma sucinta, o poder geoeconômico se origina da capacidade de exercer ameaças conjuntas em diferentes esferas econômicas, com o objetivo de atingir determinados objetivos geopolíticos ou econômicos (CLAYTON; MAGGIORI; SCHREGER, 2024). Sendo uma ferramenta de poder indireto, a geoeconomia opera de formas menos visíveis e delineáveis.

Um exemplo de ação realizável nesse caso refere-se à criação de pontos de pressão e ameaças coordenadas, com, por exemplo, o setor x e y de um país que fornecem insumos a setor z de outro país, com x e y se unindo para afetar z (CLAYTON; MAGGIORI; SCHREGER, 2024). Um aspecto relevante dessas políticas é a possibilidade de geração de externalidades negativas, dado todos os impactos passíveis de ocorrência ao se afetar pesadamente um setor econômico de relevo de um determinado país (CLAYTON; MAGGIORI; SCHREGER, 2024).

Entre os diversos exemplos passíveis de demonstração, escolhe-se o caso das disputas comerciais entre os Estados Unidos e a China e os reflexos dessas disputas para a economia brasileira, especialmente para o agronegócio nacional, e, conseqüentemente, ao setor portuário.

Essas disputas comerciais se aceleraram principalmente a partir de março de 2018, quando os EUA anunciaram aumento da taxa de importação de aço e alumínio de diversos países (incluindo o Brasil, um dos principais exportadores de aço aos EUA), visando barrar especialmente a exportação de aço chinês (MIRANDA, 2018). Como resposta, o Governo chinês estabeleceu um imposto de importação da mesma proporção para um conjunto de produtos americanos, incluindo a soja e o milho advindo dos EUA, estratégia que acabou por favorecer a exportação desses produtos do Brasil à China (MIRANDA, 2018).

Entre 2017 e 2018, as exportações de soja do Brasil à China cresceram 27%, crescimento que representou cerca de 15 milhões de toneladas do produto (COMEX STAT, 2024). Nos EUA, os impostos chineses resultaram em uma queda de 3 vezes, em apenas um ano, do valor exportado de soja do país (TORTAJADA; ZHANG, 2022). Dessa forma, verifica-se na prática como disputas geoeconômicas, ainda que nesse

caso não diretamente atreladas ao Brasil, afetam diretamente os níveis de demanda portuária.

Com base nesses preceitos teóricos referentes a diferentes aspectos de concentração de mercado e de riscos geopolíticos e geoeconômicos, chega-se ao momento de calcular o Herfindahl–Hirschman Index (HHI) dos diferentes produtos da pauta de comércio exterior do Brasil.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O procedimento metodológico empregado para esse artigo consiste no cálculo do Índice Herfindahl-Hirschman (HHI) para os produtos da pauta de exportação e importação do Brasil, considerando os anos de 2013 e 2023, buscando-se assim verificar o atual contexto de concentração de mercado dessas mercadorias e possíveis evoluções que ocorreram nos últimos 10 anos.

O HHI foi criado por dois economistas, Orris C. Herfindahl e Albert O. Hirschman, que estudavam temas de concentração de mercado no comércio internacional e em setores industriais específicos (RHOADES, 1993). Esse índice é utilizado internacionalmente para a medição de aspectos como concorrência setorial e avaliação de fusões e aquisições, sendo utilizado inclusive pelo Departamento de Justiça e o Federal Reserve dos EUA (RHOADES, 1993). Por ser uma fórmula matemática generalizável, esta pode ser utilizada para diversos fins, como a concentração de comércio exterior, conforme utilizado em estudos como de (GUINEA; SHARMA, 2022).

Em síntese, o HHI quantifica a concentração em determinado mercado através da ponderação da proporção de cada agente (no caso em questão, dos países) e o número de agentes em determinado mercado (também dos países, nesse caso). A fórmula considera o somatório dos quadrados das participações (share) de cada país, conforme a fórmula a seguir.

Figura 34. Fórmula de cálculo do HHI

$$HHI = \sum_{i=1}^n (participação_i)^2$$

Fonte: RHOADES (1993)

Em resumo, o HHI mensura a concentração de determinado mercado ao considerar a participação de cada agente e, implicitamente, o próprio número de agentes nesse mercado. Quanto maior for a participação de um pequeno número de países, maior será o HHI.

Desse modo, o fator n refere-se ao número de países, enquanto o fator de *participação* refere-se à concentração relativa de cada país em relação ao produto. Foram utilizados os dados históricos do Comex Stat, fornecido pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), considerando os dados de exportação e importação totais do Brasil dos anos de 2013 e 2023. Para o cálculo do indicador, considerou-se cada código de Sistema Harmonizado de Quatro Dígitos (SH4), dividindo-se o elemento de análise por importação ou exportação. Os cálculos foram realizados por meio de algoritmos em linguagem Python, possibilitando o cálculo do HHI por cada combinação de Ano, SH4 e Sentido (Exportação ou Importação).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo, serão expostos os principais resultados dos procedimentos metodológicos realizados e as conseqüentes discussões relacionadas a esses achados. Nesse caso, busca-se dividir os resultados em duas frentes: análise das relações de dependência de exportação e de importação.

Relativo às exportações, verifica-se na Tabela 12 os resultados de concentração de mercado da pauta comercial brasileira, ordenando-se os vinte e cinco principais produtos conforme a movimentação em toneladas em 2023. Ressalta-se que nos resultados apresentados o HHI dos produtos foi multiplicado por 10.000, para facilitar a visualização dos números.

Tabela 12. HHI atual e histórico dos 25 principais produtos da pauta de exportação brasileira em 2023

Produto	HHI em 2013	HHI em 2023	Exportação em 2023 (mm. ton)	Varição no HHI
Minério de ferro	2.880	4.810	378,14	67%
Soja	5.735	5.392	101,87	-6%
Óleo bruto de petróleo	1.993	2.438	81,41	22%
Milho	695	1.182	55,90	70%
Açúcar	492	475	31,28	-3%
Farelo de soja	1.439	840	22,47	-42%
Pastas químicas de madeira	1.765	2.786	18,05	58%
Óleos de petróleo (sem óleo bruto)	2.630	2.763	17,52	5%
Corindo artificial; hidróxido de alumínio	1.891	2.653	8,67	40%
Produtos semi manufacturados de ferro ou aço não ligado	4.072	5.106	7,57	25%
Minérios de alumínio	2.718	3.213	4,73	18%
Ferro fundido bruto e ferro spiegel	4.814	5.871	3,85	22%
Sumos de frutas	2.777	3.285	2,81	18%
Trigo	1.297	1.240	2,35	-4%
Óleo de soja	2.021	3.108	2,33	54%
Lenha	7.627	1.227	2,07	-84%
Álcool etílico não desnaturado	3.425	1.908	2,01	-44%
Algodão	1.424	2.769	1,62	94%
Resíduos dos óleos de petróleo ou de minerais betuminosos	1.201	2.855	1,59	138%
Madeira serrada ou endireitada	1.407	1.602	1,47	14%
Arroz	901	1.257	1,45	40%
Minérios de manganês	2.981	4.645	1,45	56%
Madeira em bruto	4.955	3.444	1,43	-31%
Outras ligas de aço	8.414	8.846	1,37	5%

Fonte: Elaboração própria.

Dos 25 principais produtos da pauta de exportação brasileira em 2023, o grupo de produtos que apresentam o HHI médio mais acentuado são os relacionados à indústria siderúrgica, como se verifica nos índices de “outras ligas de aço”, Ferro

fundido bruto e ferro spiegel e Produtos semi manufacturados de ferro ou aço não ligado. Isso se dá em função da concentração de movimentações de exportação com destino aos EUA, que chega a concentrar mais de 70% das exportações de algumas categorias de produtos, como o ferro fundido bruto e ferro spiegel (COMEX STAT, 2024). Verifica-se, inclusive, que o HHI de alguns desses produtos apresenta tendência de aumento, confirmando o prognóstico de aumento da dependência comercial brasileira mesmo na exportação de produtos mais industrializados.

O minério de ferro brasileiro também apontou aumento considerável de seu HHI (+ 67%), especialmente pelo acréscimo da demanda chinesa, que em 2023 representou 70% das exportações brasileiras. A soja brasileira, por sua vez, manteve-se em patamares relativamente estáveis em termos de HHI, ainda que o valor em si seja consideravelmente elevado. Em 2013, a China representou 75% das exportações brasileiras de soja, enquanto em 2023 representou 73% (COMEX STAT, 2023). Nesses 10 anos, nove países passaram a ser compradores da soja brasileira, justificando essa pequena redução no HHI, mas que, ressalta-se, ainda é consideravelmente elevado.

Outro produto de relevância que contou com um aumento expressivo de HHI foi o milho (+70%). Em 2013, o principal comprador do milho brasileiro era o Japão, com cerca de 14% do volume exportado pelo Brasil. Em 2023, a China passou a ser o principal comprador do milho brasileiro, com 29% do volume, justificando o acréscimo considerável no HHI. No entanto, se verifica que as exportações de milho são consideravelmente menos concentradas que as da soja, o que é verificado no próprio HHI.

O óleo bruto de petróleo também contou com aumento considerável de HHI, especialmente pelo incremento da demanda chinesa, cujo participação aumentou em 16% entre 2013 e 2023, verificando-se ainda que 13 países passaram a comprar óleo bruto de petróleo do Brasil nesse período (COMEX STAT, 2024). A exportação de óleos de petróleo, que não óleos brutos, manteve-se em patamares estáveis de concentração, mas alterando o principal país comprador desses produtos. Em 2013, os Países Baixos eram o principal comprador desses produtos (42% de participação), enquanto, em 2023, Singapura passou a ocupar esse espaço (51% de participação) (COMEX STAT, 2024). Verifica-se também um crescimento expressivo no número de países que passaram a comprar esses produtos do Brasil, com 64 novos compradores nesse período (COMEX STAT, 2024).

O óleo de soja brasileiro também contou com um incremento expressivo em seu HHI, muito em função da redução proporcional das compras por parte da China (o principal comprador em 2013, com 39% de participação) e aumento expressivo das compras indianas (o principal comprador em 2023, com 51% de participação) (COMEX STAT, 2024). A redução das compras chinesas se justifica pela política industrial do país, que prioriza o processamento agroindustrial interno.

O crescimento mais expressivo de concentração foi verificado em relação aos resíduos dos óleos de petróleo ou de minerais betuminosos (+ 138%), também ocasionado pelo incremento da demanda chinesa. Em 2013, o principal país comprador era Países Baixos (19% de participação), enquanto em 2023 passou a ser a China, com 50% de participação (COMEX STAT, 2024).

Passando-se para as importações, a apresenta os resultados de cálculo do HHI para os 25 principais produtos da pauta de importação brasileira.

Tabela 13. HHI atual e histórico dos 25 principais produtos da pauta de importação brasileira em 2023

Produto	HHI em 2013	HHI em 2023	Importação em 2023 (mm. ton)	Variação no HHI
Óleos de petróleo ou de minerais betuminosos, exceto óleos brutos	1.255	1.972	21,72	57%
Hulhas e materiais obtidos a partir da hulha	2.565	2.905	18,10	13%
Óleos brutos de petróleo ou de minerais betuminosos	3.381	1.321	14,32	-61%
Azubos (fertilizantes) minerais ou químicos, azotados	1.439	1.791	14,26	24%
Azubos (fertilizantes) minerais ou químicos, potássicos	1.855	2.402	13,69	30%
Outros adubos e fertilizantes	2.163	2.189	9,08	1%
Gás de petróleo e outros hidrocarbonetos gasosos	3.902	5.053	6,62	29%
Coques e semicoques de hulha, de linhita ou de turfa	2.778	2.998	4,19	8%
Trigo	3.606	3.646	4,18	1%
Azubos (fertilizantes) minerais ou químicos, fosfatados	2.103	2.192	3,87	4%
Coque e outros resíduos dos óleos de petróleo ou de minerais betuminosos	4.684	6.990	3,83	49%
Enxofre	2.199	1.907	2,43	-13%
Soda cáustica, potassa cáustica e peróxidos de sódio ou de potássio	8.472	6.790	2,26	-20%
Álcoois acíclicos e seus derivados halogenados	1.479	2.135	1,97	44%
Sal	9.633	9.826	1,89	2%
Fosfatos de cálcio naturais	4.431	5.201	1,49	17%
Plásticos	2.166	4.545	1,43	110%
Produtos laminados planos de ferro ou aço não ligado	5.034	7.809	1,42	55%
Milho	8.287	9.970	1,36	20%
Carbonatos	5.394	3.497	1,33	-35%
Malte	3.358	2.947	1,30	-12%
Arroz	3.248	5.130	1,04	58%
Díodos, transístores e dispositivos semelhantes com semicondutores	3.181	9.938	0,99	212%
Cimentos hidráulicos	1.980	3.557	0,98	80%
Sulfatos	4.149	4.329	0,90	4%

Como comportamento geral dos dados, observa-se que os produtos importados apresentaram uma tendência levemente maior de concentração que em relação aos produtos exportados, ao menos em termos de variação do HHI. O caso mais notório é o dos produtos eletrônicos (categoria ampla inserida no SH4 8541), que em termos de volume é composto principalmente por células fotovoltaicas, díodos e transistores em geral. Em 2013, o principal país vendedor desses produtos ao Brasil era a China (com participação de 55%), enquanto em 2023 a participação da China passou a

essencialmente 100% das vendas ao Brasil! Inclusive, verifica-se nesse período uma redução no número total de países vendedores desses produtos ao Brasil (COMEX STAT, 2024).

Os combustíveis, principal produto importado pelo Brasil, também contou com um considerável aumento no HHI, especialmente em função do aumento do protagonismo russo na venda de combustíveis ao Brasil. Em 2013, os EUA eram o principal país vendedor de combustíveis ao Brasil (participação de 26%), enquanto em 2023 a Rússia passou a ocupar esse lugar, com 33% das vendas ao Brasil (COMEX STAT, 2024). Os óleos brutos de petróleo, por sua vez, reduziram seus índices de concentração, especialmente pela diversificação de parceiros comerciais do Brasil e maior participação de países árabes na balança brasileira (especialmente a Arábia Saudita), e redução das concentrações de importações advindas da Nigéria (que em 2013 representava 54% das importações brasileiras) (COMEX STAT, 2024).

Sendo considerados conjuntamente, os fertilizantes são o principal produto da pauta de importação brasileira, e tiveram, em geral, tendência de aumento no HHI. Os fertilizantes azotados, por exemplo, contaram com o crescimento da concentração de fornecimento por parte da China (participação de 35% em 2023), enquanto os fertilizantes potássicos contaram com o aumento da participação canadense (36% em 2023). Ainda assim, observa-se que em termos gerais os fertilizantes não apresentam HHI tão acentuados quanto outros produtos.

Outra categoria de produtos que aumentou expressivamente seu HHI são os plásticos. Isso se deu especialmente pelo aumento substancial na participação dos EUA, o principal país vendedor de plásticos ao Brasil, que nesse período passou de 40% a 65% das vendas ao Brasil (COMEX STAT, 2024).

Com esses principais aspectos em análise, torna-se possível retirar algumas principais discussões e reflexos ao setor portuário:

- ❑ Alguns dos principais produtos da pauta de exportação brasileira estão continuamente se concentrando em determinados países. Ao mesmo tempo em que esse fator indica possível adensamento das relações comerciais de dependência do Brasil, o que pode ser sobremaneira crítico para a economia nacional, esse é também um indicador que determinados países são também dependentes dos produtos brasileiros. Nesse caso, pode-se afirmar que, a menos que se modifique os quadros estruturais dos países demandantes, haverá relativa previsibilidade e constância na demanda desses produtos brasileiros.
- ❑ Da mesma forma, a tendência de aumento geral e de concentração de importações de determinados produtos indica que a economia brasileira pode estar estruturalmente se voltando a certas especializações produtivas. A menos que se modifique profundamente o quadro industrial interno do país, é possível afirmar que as relações de dependência comerciais brasileiras impelem o país à manutenção dos níveis de importação em médio prazo. Esse é um aspecto especialmente relevante para os combustíveis, fertilizantes e produtos elétricos e eletrônicos.
- ❑ Ao mesmo tempo em que alguns setores contaram com amplificação dos parceiros comerciais brasileiros, como de óleos brutos de petróleo, é possível afirmar que a China e outros países asiáticos estão continuamente concentrando vendas e compras da balança comercial brasileira. Em alguns casos, esse aspecto é crítico, como de importação de produtos e componentes eletrônicos, mercado essencialmente monopolizado pela

China. Para o setor portuário, a manutenção desse cenário indica possíveis caminhos em termos de linhas marítimas etc.

Os resultados apresentados indicam importantes aspectos de análise ao setor portuário brasileiro. Ao se verificar as tendências de concentração ou desconcentração mercadológica dos produtos e mercados específicos, é possível aos planejadores portuários determinar cenários mais detalhados de risco de demanda para os empreendimentos, o que definitivamente se reflete em melhores níveis de gestão operacional e prospecções de contratos e estratégias econômicas.

5 CONCLUSÕES

Este artigo teve como objetivo abordar diferentes aspectos relacionados às relações de dependência comercial e como essas relações afetam o setor portuário, especialmente em relação ao Brasil. Deu-se um enfoque relacionado a questões de estruturas de mercado setoriais (concentração e competitividade) e delimitação de riscos de ordem geopolítica e geoeconômica. Ao longo do corpo do artigo, buscou-se dar exemplos e confirmar os prognósticos de que essas relações comerciais de dependência influenciam decisivamente os níveis de risco de demanda portuária.

Como procedimento metodológico específico dedicado a mensuração de concentração comercial na pauta externa brasileira, aspecto que pode ser utilizado como um indicador de dependência comercial, utilizou-se do indicador HHI por produto exportado ou importado pelo Brasil. Realizando-se esse cálculo para os anos de 2013 e 2023, também foi possível verificar em quais mercados se observam tendências de concentração ou de desconcentração, que expõe dinâmicas relevantes para a análise do comércio exterior brasileiro. Para o setor portuário, esses índices são relevantes para uma melhor compreensão do comportamento da economia internacional e para possivelmente reduzir riscos de demanda, além de auxiliar no delineamento de estratégias comerciais e operacionais.

De forma geral, observa-se que em diversos países estão sendo desenvolvidas políticas de estado direcionadas à redução da dependência comercial, especialmente frente às disrupções recentes do comércio internacional, conforme se abordou principalmente em relação à União Europeia, a China e os EUA. Nesses territórios, o setor portuário está sendo influenciado por essas políticas, como se observou no crescimento da demanda total de GNL na União Europeia e no consequente incremento no número de terminais de regaseificação.

O Brasil, e mais especificamente o setor portuário brasileiro, devem estar munidos de sistemas de acompanhamento de tendências semelhantes e de estratégias para se aproveitar (ou se proteger) ao máximo de processos semelhantes.

A contínua avaliação dos níveis de concentração de mercado das principais mercadorias movimentadas nos portos brasileiros também possibilita aos tomadores de decisão, delinear tendências e prospectar cenários mais precisos para o sistema portuário nacional. Como encaminhamento para futuras pesquisas a serem desenvolvidas nesse campo, recomenda-se também a aplicação do HHI para a balança comercial de outros países com os quais o Brasil mantém relações comerciais de peso, para se verificar assim possíveis relações de dependência desses países para com o próprio Brasil.

Como conclusão geral, é possível verificar que as relações internacionais de dependência comercial podem ser encaradas de diferentes formas pelo setor portuário. Ao mesmo tempo em que situações de dependência comercial abrem

margem para a ação de agentes no sentido de instrumentalizar essa posição de vantagem para seus próprios fins políticos e econômicos (conforme exposto na lógica geoeconômica), essas configurações de dependência também são, de certa forma, uma segurança adicional ao setor portuário.

Isso se dá pelo fato de que relações profundas de dependência comercial, originadas de um conjunto de fatores geopolíticos, históricos e econômicos, dificilmente são modificados definitivamente de forma rápida. Nesse caso, as maiores ameaças de risco de demanda ao setor portuário em curto e médio prazo não são modificações estruturais na lógica de produção e consumo das nações (apesar desses aspectos serem fundamentais, sem dúvidas), mas são, essas sim, as possíveis instrumentalizações da economia internacional para fins geoeconômicos das nações.

REFERÊNCIAS

AGENCY FOR THE COOPERATION OF ENERGY REGULATORS – ACER.

Monitoring the European LNG market development. 2024. Disponível em: https://www.acer.europa.eu/monitoring/MMR/LNG_market_developments_2024.

AHMADI, Seyyed Abbas; FLINT, Colin; NOORALI, Hassan. **Port power: Towards a new geopolitical world order.** Journal of Transport Geography, Volume 105, December 2022.

BRASIL. **Nova Indústria Brasil – Plano de Ação para a Neointustrialização 2024-2026.** 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/composicao/se/cndi/plano-de-acao/nova-industria-brasil-plano-de-acao.pdf>.

BRASIL DE FATO. **Últimas restrições dos EUA às exportações de chips para a China.** 2023. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2023/12/31/entenda-o-objetivo-e-alcance-das-novas-restricoes-dos-eua-as-exportacoes-de-chips-para-a-china>.

BREDOW, Sabrina Monique Schenato; LÉLIS, Marcos Tadeu Caputi; CUNHA, André Moreira. **O ciclo de alta nos preços das commodities e a economia brasileira: uma análise dos mecanismos externos de transmissão entre 2002 e 2014.** Economia e Sociedade, Campinas, v. 25, n. 3 (58), p. 695-731, dez. 2016.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. **AS TRÊS INTERPRETAÇÕES DA DEPENDÊNCIA.** Perspectivas, São Paulo, v. 38, p. 17-48, jul./dez. 2010.

CENTER ON GLOBAL ENERGY POLICY – CSIS. **Consequences of the Pause for US LNG.** 2024. Disponível em: <https://www.energypolicy.columbia.edu/consequences-of-the-pause-for-us-lng/>.

CENTER ON GLOBAL ENERGY POLICY – CSIS. **U.S. LNG Export Boom: Defining National Interests.** 2024. Disponível em: <https://www.energypolicy.columbia.edu/consequences-of-the-pause-for-us-lng/>.

CENTER ON GLOBAL ENERGY POLICY (CSIS) CHINA POWER. **Will the Dual Circulation Strategy Enable China to Compete in a Post-Pandemic World?.**

2024. Disponível em: <https://chinapower.csis.org/china-covid-dual-circulation-economic-strategy/>.

CLAYTON, Christopher; MAGGIORI, Matteo; SCHREGER, JESSE. **A FRAMEWORK FOR GEOECONOMICS**. STANFORD: JANUARY, 2024 Working Paper No. 24-01.

COMEX STAT. **Dados gerais**. 2024. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>.

CONSILIUM. **Comment l'invasion de l'Ukraine par la Russie a encore aggravé la crise alimentaire mondiale**. 2024. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/fr/infographics/how-the-russian-invasion-of-ukraine-has-further-aggravated-the-global-food-crisis/>.

DEPARTMENT OF ENERGY – DOE. **Alternative Fuels Data Center**. 2024. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/data>.

EMBRAPA. **A importância do Plano Nacional de Fertilizantes para o futuro do agronegócio e do Brasil**. Revista de Política Agrícola, 2022. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1142514/1/A-importancia-do-PNF.pdf>.

FEIJÓ, Carmem A.; OREIRO, José Luis. **Desindustrialização: conceituação, causas, efeitos e o caso brasileiro**. Revista de Economia Política, vol. 30, nº 2 (118), pp. 219-232, abril-junho/2010.

FITCH RATINGS. **Red Sea Disruptions Benefit Shipping Companies' Near-Term Profitability**. 2024. Disponível em: <https://www.fitchratings.com/research/corporate-finance/red-sea-disruptions-benefit-shipping-companies-near-term-profitability-07-03-2024>.

GUINEA, Oscar; SHARMA, Vanika. **Trade dependency and geopolitics**. 2022. Disponível em: <https://encompass-europe.com/comment/trade-dependency-and-geopolitics>.

GUINEA, Oscar; SHARMA, Vanika. **Should the EU Pursue a Strategic Ginseng Policy? Trade Dependency in the Brave New World of Geopolitics**. 2022. Disponível em: https://ecipe.org/wp-content/uploads/2022/04/ECI_22_PolicyBrief_TradeDependency_05_2022_LY02.pdf.

INSTITUTE FOR ENERGY ECONOMICS AND FINANCIAL ANALYSIS – IEEFA. **As the U.S. builds new LNG terminals, Europe reduces gas demand and diversifies energy sources**. 2024. Disponível em: <https://ieefa.org/resources/us-builds-new-lng-terminals-europe-reduces-gas-demand-and-diversifies-energy-sources>.

JAEGER, Bruna Coelho; BRITES, Pedro Vinicius Pereira. **Geoeconomics in the light of International Political Economy: a theoretical discussion**. Brazilian Journal of Political Economy, vol. 40, nº 1, pp. 22-36, January-March/2020.

MIRANDA, Rubens Augusto. **Guerra Comercial Estados Unidos x China e o impacto na soja e no milho brasileiro**. Boletim Informativo do Centro de Inteligência do Milho - Ano 10 - Edição 95 - Dezembro de 2018.

NITSCH, Manfred. **O programa de biocombustíveis Proálcool no contexto da estratégia energética brasileira**. Revista de Economia Política, vol. 11, nº 2 (42), pp. 274-299, abril-junho/1991.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OCDE. **Market Concentration**. DIRECTORATE FOR FINANCIAL AND ENTERPRISE AFFAIRS COMPETITION COMMITTEE - 20 April 2018. Disponível em: [https://one.oecd.org/document/DAF/COMP/WD\(2018\)46/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DAF/COMP/WD(2018)46/en/pdf).

RHOADES, Stephen A. **The Herfindahl-Hirschman Index**. 1993. Disponível em: https://fraser.stlouisfed.org/files/docs/publications/FRB/pages/1990-1994/33101_1990-1994.pdf.

RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, Ana; TOVAR, Beatriz; WALL, Alan. **The Effect of Demand Uncertainty on Port Terminal Costs**. Journal of Transport Economics and Policy, Volume 45, Part 2, May 2011, pp. 303–328.

TORTAJADA, Cecilia; ZHANG, Hongzhou. **Policies and Politics: Effects on US-China Soybean Trade**. Georgetown Journal of International Affairs, 2022. Disponível em: <https://gjia.georgetown.edu/2022/10/26/policies-and-politics-effects-on-us-china-soybean-trade/>.

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY. Alternative Fuels Data Centers. 2024. Disponível em: <https://afdc.energy.gov/data>.

UNITED STATES ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION - EIA. **LNG export capacity from North America is likely to more than double through 2027**. 2023. Disponível em: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=60944>.

VERÍSSIMO, Michele Polline; XAVIER, Clésio Lourenço. **TIPOS DE COMMODITIES, TAXA DE CÂMBIO E CRESCIMENTO ECONÔMICO: EVIDÊNCIAS DA MALDIÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS PARA O BRASIL**. Revista de Economia Contemporânea (2014) 18(2): p. 267-295.

WORLD BANK BLOGS. Navigating troubled waters: The Red Sea shipping crisis and its global repercussions. 2024. Disponível em: <https://blogs.worldbank.org/en/developmenttalk/navigating-troubled-waters--the-red-sea-shipping-crisis-and-its->.

IMPLANTAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE AUMENTO DE VOLUME DAS PILHAS DE MINÉRIO PARA REDUÇÃO DOS TEMPOS DE PARADAS OPERACIONAIS NO TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA EM SÃO LUÍS DO MARANHÃO

Ingrid Costa de Oliveira
Vale S.A.

Adriano Jansen Magalhães
Vale S.A.

Antônio Santos Ferreira Neto

Resumo: A eficiência operacional é um pilar fundamental para a competitividade no setor de logística e transporte marítimo. Este estudo investiga a implementação de uma estratégia de formação de pilhas de minério com volumes mais elevados, iniciada em julho de 2023, e analisa seus impactos nas operações portuárias. Através de uma análise detalhada dos dados coletados, foi identificada uma correlação moderada inversa entre o volume das pilhas e os tempos de paralisação operacional, indicando que maiores volumes contribuem para uma redução significativa nas interrupções, como manobras de equipamentos e mudanças de rota de embarque. Os resultados demonstraram que a estratégia não apenas melhorou a eficiência operacional, mas também otimizou o giro do estoque, reduzindo os tempos de residência das pilhas de minério nos pátios de estocagem. A conclusão aponta que a formação de pilhas com volumes mais elevados resultou em uma redução significativa nos tempos de paralisação. A análise de variância confirmou que navios operando com pilhas menores que 45 mil toneladas (kt) apresentam maiores tempos de paralisação, enquanto não há diferença significativa entre pilhas de 45 mil toneladas (kt) a 66 mil toneladas (kt) e aquelas maiores que 66 mil toneladas (kt). A aplicação eficaz dessa estratégia mostrou ganhos no giro do estoque, explicados pelo aumento do volume movimentado e pela redução das paradas operacionais.

Palavras-chave: gestão de estoque, eficiência operacional, tempo de paralisação.

1 INTRODUÇÃO

A eficiência operacional é um dos pilares fundamentais para a competitividade no setor de logística e transporte marítimo. Nos últimos anos, a busca incessante por soluções que minimizem os tempos de paralisação e otimizem o giro de estoque tem sido uma prioridade para empresas do setor. Este estudo investiga a implementação de uma estratégia de formação de pilhas com volumes mais elevados, iniciada em julho de 2023, e seus impactos significativos nas operações portuárias.

A análise detalhada dos dados coletados revelou uma correlação moderada inversa entre o volume das pilhas e os tempos de paralisação operacional. Esse resultado indica que maiores volumes de pilhas contribuem para uma redução considerável nas interrupções de natureza operacional, como manobra de equipamentos, troca de operação e mudança de rota de embarque. O estudo também considerou fatores como o layout do porto e a disposição dos materiais, que impactam diretamente a eficiência das operações.

Este artigo explora os resultados obtidos e discute como a estratégia de aumentar o volume das pilhas não só melhorou a eficiência operacional, mas também otimizou o giro do estoque, reduzindo os tempos de residência das pilhas de minério nos pátios de estocagem. O aumento do volume movimentado devido à redução dos tempos de parada, associada ao maior volume das pilhas, é apresentada como um fator chave para esses ganhos operacionais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO DE ESTOQUE

O estoque, seja de matéria-prima ou de produtos acabados, é uma peça fundamental em todos os segmentos da indústria, bem como a necessidade de gerenciá-lo. Através de um controle eficiente é possível ofertar bons preços, atender com agilidade as demandas, fazer um giro de estoque eficaz, proporcionar qualidade nos serviços ou produtos e aumentar a competitividade no mercado de trabalho (CAVALCANTE et al., 2019).

Para Ballou (2006) quando a demanda for previsível não é necessário manter estoques, ou seja, quanto mais preciso for a demanda, mais simples de controlar os estoques. De acordo com Guarany et al. (2013), mesmo para chegar perto da coordenação perfeita entre oferta versus demanda, a produção teria de ser instantaneamente reativa e o transporte inteiramente confiável, com tempo zero de entrega. Logo, nessa situação, todas as variáveis são controladas e não haveria imprevistos, algo que não é possível na realidade.

A gestão de estoque tem como objetivo equilibrar todos os custos envolvidos com esse passivo. Os custos associados ao estoque são divididos em três parcelas: custos de manutenção, custos de requisição e custos de falta de estoque. A primeira parte está associada aos custos necessários para manter certa quantidade de produto por um determinado tempo. A segunda parcela está associada ao processo de aquisição das quantidades requeridas para a reposição do estoque. A terceira e última parcela são custos que ocorrem caso haja demanda e exista falta no estoque. (BATISTA e PEREIRA, 2015).

2.2 GIRO DE ESTOQUE

Para Wanke (2019), um dos objetivos da gestão de estoque é manter um giro de estoque para manter o equilíbrio entre as necessidades do consumidor e a oferta do produto. Podendo assim contribuir para aumento dos resultados da empresa, evitando-se perdas, desperdícios de mercadorias e o excessivo consumo de capital de giro, ou seja, permite um gerenciamento eficaz das operações e processos realizados na empresa. De acordo com Martins et al (2009), o giro de estoques tem a função de medir quantas vezes, por unidade de tempo, o estoque se renovou e girou.

Segundo Chaves e Ferreira (1996) *apud* Guarany et all (2013), existem diferentes formas de estocar o minério de ferro, podendo ser feitas em vagões ferroviários, em silos ou em pilhas. A estocagem em vagões ferroviários não é prática comum no Brasil. A estocagem em silos é característica de estoques intermediários ou de estoques de materiais em processamento em beneficiamento e, portanto, em quantidade reduzida. A estocagem em pilhas por sua vez, é um método bastante usado na mineração. Ainda de acordo com Chaves e Ferreira (1996) *apud* Guarany et all (2013), a grande vantagem sobre os outros tipos de estocagem é a de permitir a estocagem de grandes quantidades, por longos períodos e a custo relativamente baixos. Para os portos e para as indústrias minerais e metalúrgicas, os pátios de estocagem são muito importantes no processo de aguardar a chegada do meio de transporte (trem ou navio), para poder embarcar.

Nesse contexto, o giro de estoque para os pátios de estocagem de pilhas de minério de ferro é comumente monitorado por meio do tempo de residência das pilhas formadas, sendo calculado pela diferença entre a data da sua recuperação total e a data de sua formação completa e representado em dias.

2.3 INDICADORES DE PERFORMANCE

Os indicadores de performance, KPI's, sigla em inglês para Key Performance Indicator ou ainda, Indicadores-Chave de desempenho são medidas que mostram os resultados de processo, operação ou equipamento em relação a uma expectativa ou objetivo (FERREIRA, 2020).

Junior et al (2019) caracterizou os KPI's como uma ferramenta de medição de desempenho dos setores de forma quantitativa. E tem por objetivos medir o que está sendo executado, de que forma e como pode ser visto em dados reais o desempenho de um determinado processo. Tais Indicadores devem ser determinados de forma assertiva de forma que as informações sejam mensuráveis, precisas, confiáveis e utilizáveis para implementação de ações corretivas quando o desempenho atinge o esperado ou para melhorar a eficácia do processo em análise.

2.4 HPO

O indicador que mede os tempos de paralização que impactaram a produção é definido como Horas Paradas Operacionais (HPO). É medido em horas, com orientação de que, quanto menor, melhor e dentro desse indicador são consideradas somente as paradas operacionais, como: manobras ferroviárias, problemas na ferrovia, paradas para *trimming* e inspetoria, troca de operação, problema de bordo, aguardando maré, mau tempo, esperas e interrupções e vacância (VALE, 2024).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CLASSIFICAÇÃO

O presente estudo apresenta uma pesquisa de natureza aplicada, pois seu objetivo final é gerar conhecimento que possa ser diretamente aplicado à prática, visando solucionar o problema do tempo elevado de horas de paralisação das operações. Quanto à forma de abordagem do problema, o estudo classifica-se como quantitativo, uma vez que utiliza dados quantitativos já existentes extraídos por meio de relatórios do próprio sistema de informação da empresa, os quais serão analisados através de um rigoroso processo de análise estatística.

No que diz respeito aos procedimentos metodológicos, o método adotado foi o estudo de caso, que envolve uma análise aprofundada do problema específico enfrentado e a implementação de ações direcionadas no setor operacional de uma indústria mineradora. Essa abordagem permite uma compreensão detalhada dos fatores que contribuem para as paralisações e, assim, possibilita a proposição de soluções mais efetivas e adaptadas às necessidades reais da operação. Através desse estudo, busca-se não apenas identificar os pontos críticos, mas também desenvolver estratégias que promovam uma melhoria significativa na eficiência e na produtividade das operações da empresa estudada.

3.2 CONTEXTO

O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) é um porto privado da Vale, inaugurado em 1985, situado no Complexo Portuário de Itaqui, na margem leste da Baía de São Marcos, situado a 8 quilômetros ao sul do centro da cidade de São Luís, capital do Estado do Maranhão. O Terminal movimenta como produto exclusivamente o minério de ferro.

No TMPM, o minério chega através de trens de carga, pela Estrada de Ferro de Carajás, provenientes das minas localizadas no interior do estado do Pará. No porto, os vagões são direcionados para os viradores de vagões, onde são descarregados e o minério é movimentado por meio de esteiras transportadoras até as máquinas empilhadeiras, para que o produto seja empilhado nos pátios de estocagem a céu aberto. A etapa seguinte, é a recuperação do minério, por meio de máquinas recuperadoras, e sua transferência por correias transportadoras aos carregadores de navios, situados nos píeres, onde é depositado nos porões dos grandes navios graneleiros. Esta última fase, a operação do embarque, é o foco deste artigo.

3.3 PROCEDIMENTOS

Para a elaboração desta pesquisa, o foco do estudo de caso foi a gestão dos pátios de estocagem do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira. Como se trata de um estudo de caso com dados já existentes na empresa, não se fez necessária a aplicação de pesquisa de campo, economizando tempo e recursos. Os dados utilizados foram o quantitativo de horas de paralisação e volume médio de pilhas de minério dentro do período de abrangência de 5 anos (2018 a 2023). Esse intervalo de tempo permite uma análise abrangente das tendências e variações nas operações, fornecendo um contexto adequado para a avaliação. O método empregado foi a análise estatística para identificação do problema e correlação das variáveis. Essa abordagem analítica é fundamental para compreender a dinâmica das operações e

para fundamentar as conclusões e recomendações que serão apresentadas ao longo do estudo.

4 RESULTADOS

Na primeira fase do estudo, foram levantados os dados médios mensais de Horas de Paradas Operacionais relacionadas à manobras operacionais por navio, no período entre janeiro de 2018 e junho de 2023. Também foram levantados a base de dados do volume médio mensal das pilhas para o mesmo intervalo de tempo.

Para os dados de HPO foram considerados somente às paralizações das seguintes naturezas:

1. Manobra de Equipamentos;
2. Troca de Operação; e
3. Mudança de Rota.

Essas três secções, somadas, representam um percentual de 11% do HPO total da operação de embarque de minério nos anos de 2018 a 2023, como pode ser visto na Figura 1.

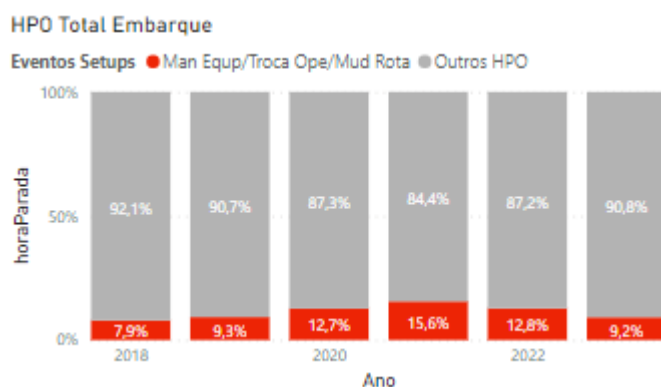


Figura 1. Representação do percentual das parcelas do HPO dentro do total de paradas
 Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

Foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (r) para verificar se houve correlação entre os tempos de paralização e o volume médio das pilhas, e foi observado correlação moderada inversa ($r = -0,649$) entre as Paralizações h/Navio com Volume Médio das Pilhas (Figura 2 e 3).



Figura 2. Comparação entre tempo de paralizações operacionais e volume médio das pilhas
 Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

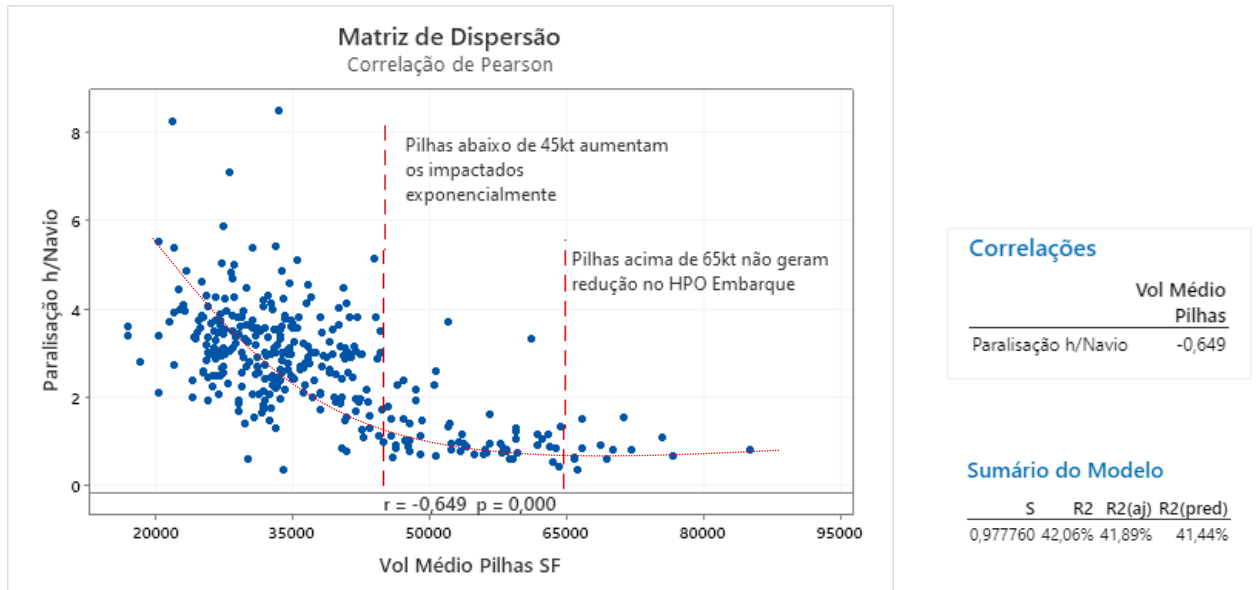


Figura 3. Matriz de dispersão: tempo de paralizações operacionais x volume médio das pilhas
 Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

Por meio da Análise de Variância (ANOVA), foi possível verificar e comprovar que a média de paralizações dos navios é significativamente maior quando esses são operados com pilhas de minério que apresentam um volume inferior a 45 mil toneladas (kt). Essa constatação indica que pilhas menores podem estar associadas a um aumento nas interrupções operacionais, o que sugere que a gestão e o manejo dessas pilhas requerem atenção especial para melhorar a eficiência.

Além disso, a análise revelou que não há uma diferença estatisticamente significativa entre as médias de paralizações na operação dos navios quando comparamos pilhas que possuem volumes superiores a 66 mil toneladas (kt) com aquelas que estão na faixa entre 45 mil e 66 mil toneladas. Isso implica que, uma vez que as pilhas atingem um volume maior que 66 kt, a operação se torna mais estável e as paralizações não se intensificam, mesmo com o aumento do volume de material estocado. Essa informação, ilustrada na figura 4, é crucial para entender a relação entre o volume das pilhas e a eficiência das operações, possibilitando o desenvolvimento de estratégias que visem a redução de paralizações e a otimização das operações portuárias.

Comparações Emparelhadas Games-Howell

Informações de Agrupamento Usando o Método Games-Howell e 95% de Confiança

VolPilhas_Categórico	N	Média	Agrupamento
Até 45kt	267	3,0799	A
Entre 45kt e 66kt	63	1,1812	B
Maior 66kt	11	0,909	B

Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

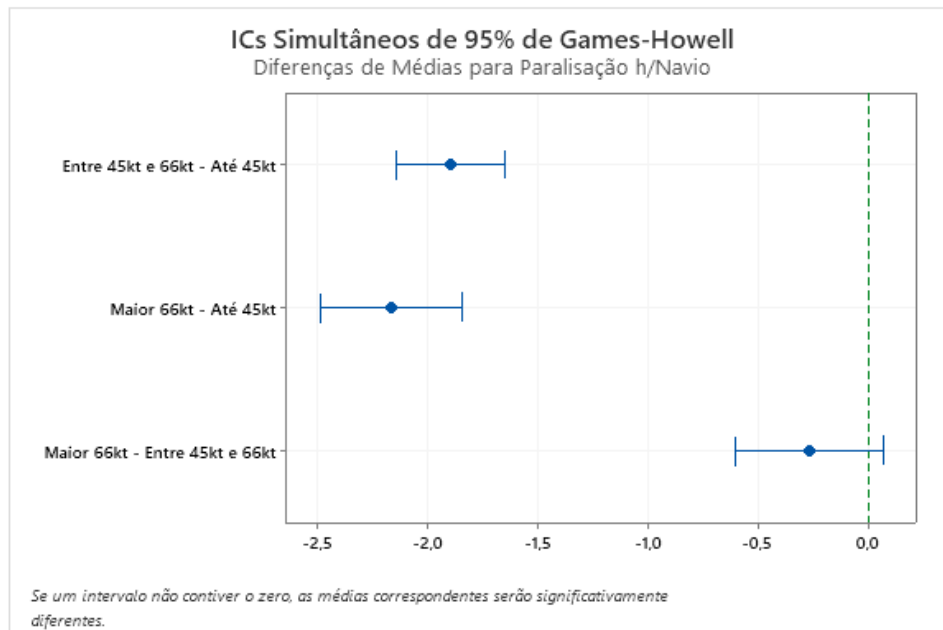


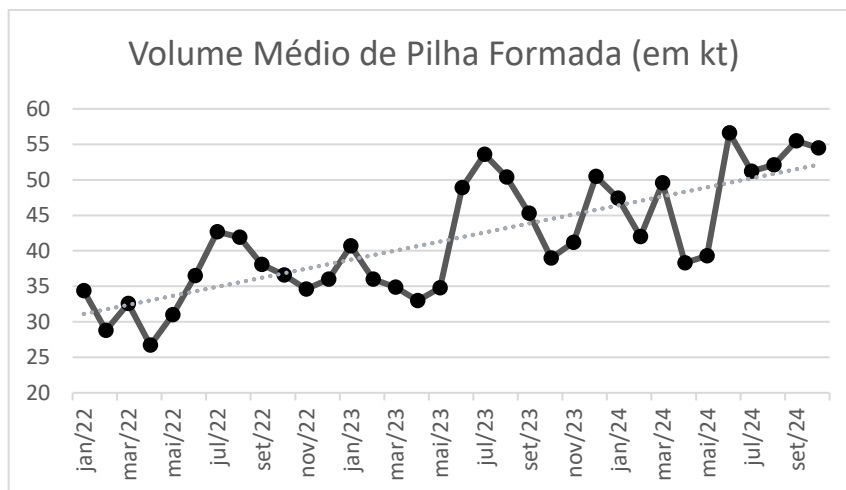
Figura 4. Comparações emparelhadas Games-Howell: tempo de paralizações operacionais x volume médio das pilhas

Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

Com base nos resultados obtidos a partir da análise, foi decidida a implementação de uma nova estratégia a partir de julho de 2023, que consiste na formação de pilhas de minério com volumes variando entre 66 mil toneladas (kt) e 88 mil toneladas (kt). O objetivo dessa mudança é reduzir os impactos negativos causados por manobras de equipamentos, trocas de operação e mudanças de rota durante o processo de embarque. Essa decisão foi motivada pela evidência de que pilhas de maior volume podem contribuir para uma operação mais eficiente e menos suscetível a interrupções.

O impacto dessa nova estratégia pode ser visualizado de forma clara no gráfico 1, onde estão registrados os dados referentes às operações antes e depois da implementação. A expectativa é que, ao aumentar o volume das pilhas, a operação portuária se torne mais fluida, minimizando a necessidade de intervenções que costumam causar paralisações e atrasos. Assim, essa abordagem visa não apenas melhorar a eficiência operacional, mas também otimizar a logística do embarque, garantindo um fluxo mais contínuo e produtivo nas atividades do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira.

Gráfico 1 – Volume médio de Pilha Formada (em kt)



Fonte: elaborado pelos autores, 2024

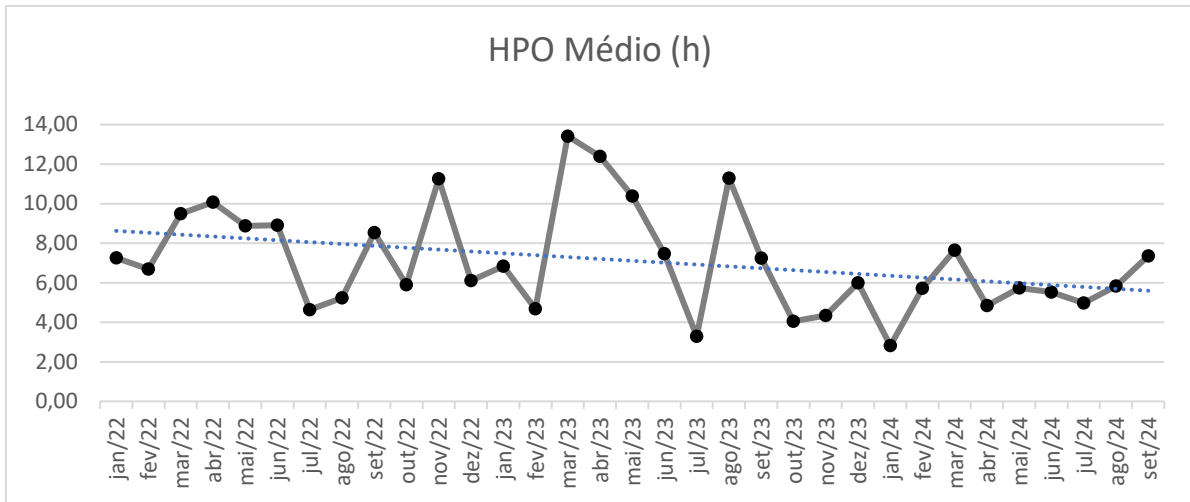
Com o aumento do volume das pilhas de minério, foi possível observar uma redução significativa nos tempos de paralisação das operações. Essa melhoria não apenas reflete a eficácia da nova estratégia implementada, mas também indica um avanço considerável na eficiência operacional do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira. A análise dos dados revelou que o ganho médio na redução dos tempos de paralisação foi de aproximadamente 30%, um resultado que é bastante expressivo.

Essa redução nos tempos de paralisação foi especialmente evidente no mês de janeiro de 2024, quando foi registrado um tempo médio de operação (HPO) de apenas 2,82 horas. Esse valor é particularmente relevante, pois indica uma melhoria significativa em comparação aos meses anteriores, reforçando a eficácia da estratégia de formação de pilhas com volumes maiores. Os dados podem ser visualizados de maneira clara e acessível na tabela 1 e no gráfico 2, que ilustram essa tendência positiva e oferecem uma representação visual do impacto das mudanças implementadas. Essas evidências são fundamentais para sustentar a continuidade das práticas que promovem a eficiência nas operações.

Tabela 1 – HPO Médio (h)

HPO Médio Jan/22 a Jun/23 (h)	8,23
HPO Médio Jul/23 a Set/24 (h)	5,78
Comparação	-29,8%

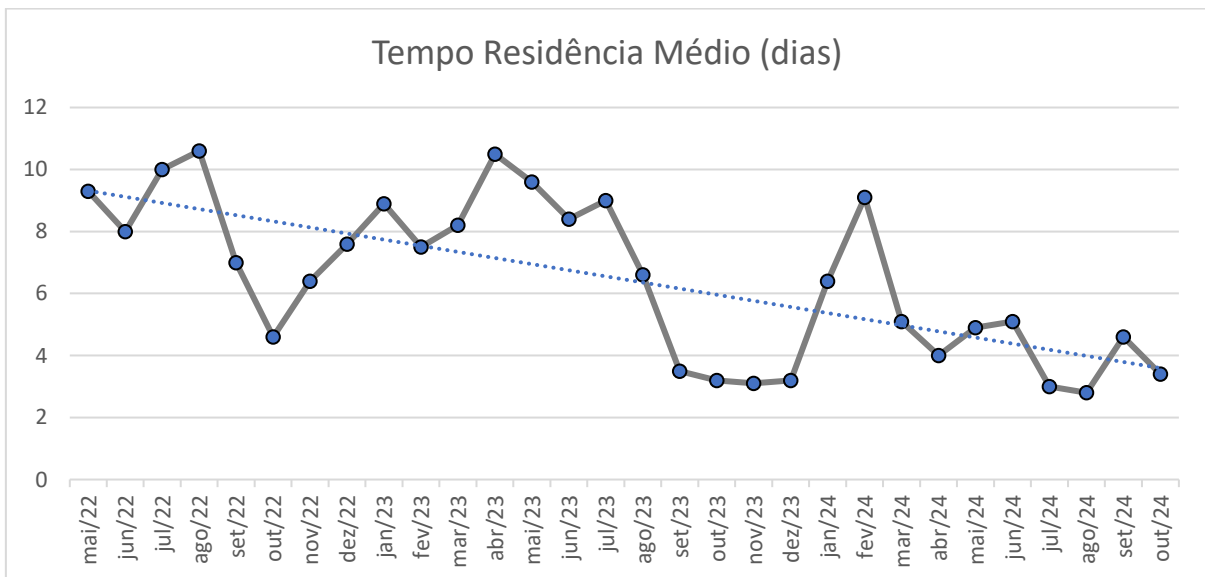
Gráfico 2 – HPO Médio (em h)



Fonte: elaborado pelos autores, 2024

A diminuição nos períodos de paradas operacionais, resultante da estratégia que foi implementada, tem um impacto significativo no volume de material que é movimentado no estoque. Esse giro de estoque é calculado a partir da relação entre o volume total de material que entra e sai do pátio e a sua capacidade estática, que é a sua capacidade absoluta. Além disso, foi possível notar uma melhoria no tempo que as pilhas de material permanecem nos pátios de estocagem. Essa tendência pode ser observada no gráfico 3.

Gráfico 3 – Tempo de residência médio (em dias)



Fonte: elaborado pelos autores, 2024

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a formação de pilhas com volumes mais elevados, implementada a partir de julho de 2023, resultou em uma redução significativa nos tempos de paralizações operacionais. A correlação moderada inversa identificada entre as duas variáveis foi visivelmente constatada a

partir da execução da solução apresentada pelo estudo de caso. A análise de variância confirmou que navios operando com pilhas menores que 45kt apresentam maiores tempos de paralisação, enquanto não há diferença significativa entre pilhas de 45kt a 66kt e pilhas maiores que 66kt.

A aplicação eficaz dessa estratégia demonstrou também ganhos no giro do estoque, isso é, nos tempos de residência das pilhas de minério nos pátios de estocagem, fenômeno que pode ser explicado pelo aumento do volume movimentado associado à redução de paradas operacionais.

REFERÊNCIAS

- Ballou, R. H. (2006). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial*. 5a ed.
- Batista, C. N. O. & Pereira, N. N. (2015). *Estoque de Pátio de Terminais Portuários Especializados em Minério*. EDUFMA, 262 p. ISBN 978-85-7862-473-6.
- Cavalcanti, L. & Ramos, J. & Carneiro, J. & Assis, M. (2019) *A importância do gerenciamento de estoque: estudo de caso de uma empresa de varejo*. XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Santos.
- Ferreira, J. K. O. (2020). *Implantação efetiva de um sistema de controle dos tempos de paradas operacionais na britagem de uma usina polimetálica e aplicação de ferramentas de gestão para análise e otimização do processo*.
- Guaranys, C. A. L. B. et al. (2013). *Principais Métodos de Estocagem de Minério de Ferro: Uma Abordagem Teórica*. Perspectivas Online: Ciências exatas e engenharia.
- Junior, C. A. & Kraiczyi, P. A. S. & Prestes, R. M. S. B. & Ferreira, R. H. M. (2018) *Definição e implantação de indicadores-chave de desempenho (kpi - key performance indicator): estudo de caso em uma empresa do ramo fotográfico da cidade de guarapuava-pr*. TCC Administração – Centro Universitário Campo Real.
- Martins P.G. & Alt P.R.C. (2009). *Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais*. 3 ed. São Paulo; Editora Saraiva.
- Vale S.A. (2023). *Procedimento Normativo PNR 000032 – Gerenciamento da Rotina*.
- Wanke, P. (2019). *Gestão de estoques na cadeia de suprimento: decisões e modelos quantitativos*. 3. ed. São Paulo: Atlas.

IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO DE EMISSÃO DE CO₂ PELOS NAVIOS ENQUANTO ATRACADOS NO PORTO DE PONTA DA MADEIRA

Vitor Renato Pereira Santos
IFMA / VALE

Clovis Bosco Mendonça Oliveira
UFMA

Darlaine Ribeiro Cunha
UFMA

Allisson Queiroz
VALE

Resumo: O presente estudo tem como objetivo analisar a implementação de um sistema de monitoramento voltado à estimativa das emissões de CO₂ provenientes dos navios atracados no Terminal Portuário de Ponta da Madeira (TMPM). O cálculo das emissões é baseado na extração dos dados de consumo de combustível das arqueações das embarcações. Esses dados preliminares serão utilizados para uma avaliação mais precisa das emissões de CO₂ associadas às operações portuárias, com vistas a subsidiar futuras iniciativas de mitigação e aprimoramento da eficiência energética no TMPM. O monitoramento das emissões atmosféricas no setor portuário é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de mitigação da poluição. A análise desses dados é crucial para a formulação de medidas mais assertivas na redução das emissões. A adoção de tecnologias como o *Onshore Power Supply* (OPS) surge como uma alternativa promissora para diminuir substancialmente a contribuição das operações portuárias para a poluição atmosférica, promovendo a melhoria da qualidade do ar na região de São Luís.

Palavras-chave: CO₂; Emissão; OPS; Descarbonização.

1 INTRODUÇÃO

É amplamente reconhecido pela comunidade científica que as atividades antrópicas têm causado impactos negativos significativos no meio ambiente, conduzindo o planeta a mudanças irreversíveis, como o aumento da temperatura global, o derretimento das calotas polares e a intensificação de fenômenos climáticos extremos, tais como o *El Niño* e furacões. Esses impactos são, em grande parte, decorrentes da emissão de gases de efeito estufa (GEE), que desempenham um papel crucial no aquecimento global.

No contexto das operações portuárias, aproximadamente 99% das emissões de GEE são constituídas por dióxido de carbono (CO₂), resultante, em sua maioria, da queima de combustíveis fósseis. Esses dados ressaltam a necessidade de esforços direcionados à mitigação das emissões de CO₂ nas atividades portuárias, como parte essencial das estratégias globais de combate às mudanças climáticas (PIANC, 2019).

No contexto da Descarbonização Portuária, discute-se amplamente a busca por soluções energéticas renováveis locais, como a solar, eólica e maremotriz, para aumentar a eficiência energética operacional dos portos. Além disso, muitos portos têm investido na modernização de sua infraestrutura elétrica, por meio do uso de smart grids e micro-grids, tecnologias que permitem uma gestão mais eficiente e ajustes automáticos na distribuição de energia (ANTAQ, 2024).

Na Europa, essa discussão já está consolidada, com vários portos sendo pioneiros na implementação do sistema *Onshore Power Supply (OPS)*. No Brasil, nenhum porto ainda possui essa tecnologia. No entanto, universidades e centros de pesquisa já estão desenvolvendo estudos sobre o tema, e grupos de trabalho, como a Aliança Brasileira para Descarbonização, liderada pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), têm reunido setores público e privado para discutir e promover a descarbonização portuária.

Este artigo tem como objetivo apresentar alguns caminhos propostos pela Organização Marítima Internacional (IMO) para mitigar o impacto ambiental causado pelas emissões de GEE provenientes dos navios. Além disso, serão discutidos os objetivos e ações em andamento no Porto de Ponta da Madeira, com destaque para a iniciativa de estimar a emissão de CO₂ pelos navios enquanto atracados. Espera-se que os dados gerados por este estudo possam fornecer subsídios para a tomada de decisões estratégicas, incluindo a possível implementação do OPS no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Um aspecto fundamental para as instalações portuárias é a estimativa das emissões de gases de efeito estufa (GEE) provenientes das embarcações atracadas. Nesse contexto, os 3º e 4º *GHG Studies* da Organização Marítima Internacional (IMO) foram cruciais para estabelecer a correlação entre a demanda de potência e o consumo específico de combustível (*Specific Fuel Oil Consumption – SFOC*). Esses estudos também evidenciam que o consumo específico dos motores auxiliares está diretamente relacionado à carga.

Segundo a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2024), o estudo realizado foi fundamental para compreender a urgência do movimento de

descarbonização dos portos, destacando a necessidade de adoção de práticas e tecnologias sustentáveis nas operações portuárias, como a instalação de sistemas OPD, smart-grids e micro-grids.

O Anexo VI da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL) foi essencial para a compreensão das diretrizes que o mercado internacional está adotando no que se refere ao controle das emissões de gases de efeito estufa (GEE). As determinações da Organização Marítima Internacional (IMO) incluem, entre outros aspectos, a limitação do teor máximo de enxofre nos combustíveis marítimos, bem como outras normas voltadas à mitigação de impactos ambientais no setor de transporte marítimo.

3 CAMINHOS PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

3.1 MEDIDAS PARA O CONTROLE DE GEE

Em julho de 2011, foi estabelecida a resolução MEPC.203(62), que introduziu um marco importante no controle das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor marítimo, ao abordar a eficiência energética dos navios. A partir dessa resolução, os navios passaram a adotar o Índice de Projeto de Eficiência Energética (EEDI) e o Plano de Gerenciamento de Eficiência Energética de Navios (SEEMP) (IMO, 2023).

O EEDI tem como objetivo estabelecer um limite mínimo de eficiência energética por milha náutica, de acordo com o porte da embarcação, sendo expresso em gramas de CO₂ por milha. Quanto menor o valor do índice, maior é a eficiência energética do navio. Inicialmente, o EEDI foi desenvolvido para embarcações de grande porte, como graneleiros, petroleiros e porta-contêineres. Contudo, emendas subsequentes expandiram sua aplicação para navios menores, como aqueles que transportam gás natural liquefeito (GNL), navios do tipo Ro-Ro, entre outros. Uma das premissas por trás desse indicador é incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para o aumento da eficiência, uma vez que determina que, a cada cinco anos, o nível de eficiência das embarcações deve ser aprimorado (ANTAQ, 2024).

O SEEMP, por sua vez, estabelece um procedimento que abrange boas práticas operacionais, manutenção de maquinário e otimização de rotas. Quando associado ao Indicador Operacional de Eficiência Energética (EEOI), o SEEMP permite a mensuração da eficiência do navio durante suas operações, além de possibilitar a formulação de estratégias para manter ou melhorar os níveis de eficiência energética desejados. (ANTAQ, 2024)

Outro ponto muito importante trata-se da adoção da Resolução MPEC.278(70), o qual determina a obrigatoriedade das embarcações registrar e relatar o consumo de óleo combustível. (ANTAQ, 2024).

3.2 MEDIDAS PARA MITIGAR O IMPACTO NA CAMADA DE OZÔNIO

Com o objetivo de controlar o avanço da poluição marinha e a emissão de gases que provocam a destruição da camada de ozônio, a Organização Marítima Internacional (IMO) propôs o Anexo VI da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL). Esse anexo estabelece limites rigorosos para o teor de enxofre nos combustíveis marítimos, impondo que, a partir de janeiro de 2020, os navios não utilizem combustíveis com mais de 0,5% de enxofre em massa. Além disso, desde 2015, para navegação em zonas de Controle de Emissões (ECA), foi estabelecido um limite ainda mais restritivo, de 0,1% de enxofre (IMO, 2011).

Conforme Freire (2020), para atender às determinações da IMO, os armadores precisam adaptar suas embarcações com sistemas que permitam a operação com combustíveis de baixo teor de enxofre, como o gás natural liquefeito (GNL). Uma alternativa encontrada pelos armadores é a instalação de equipamentos que filtram as emissões, como os *scrubbers*, que permitem que as emissões sejam equivalentes às de navios que utilizam combustíveis de baixo teor de enxofre.

3.3 CORREDORES VERDES

Conforme a *Getting to Zero Coalition* (2021), essa iniciativa teve origem durante a COP 26, realizada em Glasgow, com o objetivo de criar corredores verdes no transporte marítimo. Esses corredores consistem em rotas marítimas entre dois ou mais hubs portuários que adotam soluções tecnológicas, regulatórias e econômicas, apoiadas por iniciativas públicas e privadas, visando a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) a zero tanto no transporte marítimo quanto nas operações portuárias.

Até o momento, 24 países se comprometeram com essa iniciativa; no entanto, o Brasil ainda não faz parte desta lista de adesão. Para atingir os objetivos propostos, os países participantes se comprometem a facilitar parcerias entre portos, operadores portuários e outros atores da cadeia logística, com o intuito de acelerar o processo de descarbonização e a distribuição de combustíveis limpos. Além disso, a iniciativa busca identificar e adotar estratégias que superem os obstáculos para o desenvolvimento dos corredores verdes, bem como incluir a implementação desses corredores no Plano de Ação Nacional de cada país.

3.4 METAS PARA DESCARBONIZAÇÃO DA VALE

A Vale S.A., acompanhando as diretrizes estabelecidas pela Organização Marítima Internacional (IMO), tem implementado uma série de ações voltadas para a redução da pegada de carbono em toda a sua cadeia produtiva. No âmbito das operações de navegação, a empresa desenvolve, por meio do programa *Ecoshipping*, estudos para a adoção de combustíveis com menor potencial de emissão de carbono. Em função disso, a nova frota de navios da Vale será equipada com tanques multicompostíveis, capazes de armazenar Gás Natural Liquefeito (GNL), metanol e amônia. De acordo com estimativas, a utilização de metanol e amônia como

combustível pode resultar em uma redução de até 80% das emissões de carbono, enquanto o uso de GNL pode reduzir as emissões em até 23% (VALE, 2022).

O *Ecoshipping*, desenvolvido pela área de navegação da Vale, também lidera outros projetos inovadores. Entre as soluções propostas estão a instalação de velas rotativas, o sistema de lubrificação a ar dos cascos dos navios, e o uso de velas rígidas que se ajustam automaticamente à direção do vento, maximizando a eficiência energética. Essas iniciativas refletem o compromisso da Vale com a descarbonização e a inovação na busca por soluções sustentáveis para o transporte marítimo.

Além disso, a Vale tem investido fortemente em medidas de eficiência energética e inovações tecnológicas na área ambiental. Desde 2018, a empresa vem utilizando progressivamente navios *Valemax* e *Guaibamax* de segunda geração, classificados como os mais eficientes da frota global de graneleiros. Essas embarcações, em comparação com navios *capesizes*, apresentam uma redução de até 41% nas emissões de carbono, destacando-se como uma solução eficaz para a mitigação dos impactos ambientais nas operações de transporte marítimo.

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 28), a Vale estabeleceu metas ambiciosas para a redução de emissões de carbono. Para os escopos 1 e 2, a empresa pretende reduzir em 33% suas emissões até 2030, tomando como base os níveis de 2017. Além disso, a meta de longo prazo é atingir a neutralidade de carbono até 2050. Em relação ao escopo 3, a empresa visa uma redução de 15% até 2035, com base nas emissões de 2018. Este escopo inclui as emissões dos navios responsáveis pelo transporte de minério, mesmo que estas embarcações não sejam de propriedade direta da Vale. A empresa tem demonstrado interesse em colaborar no desenvolvimento de soluções que contribuam para a redução das emissões provenientes dessas embarcações.

Outro objetivo estabelecido pela Vale é garantir que 100% da energia elétrica consumida no Brasil seja proveniente de fontes renováveis até 2025, em conformidade com o Acordo de Paris (VALE, 2023). Esse compromisso reforça o alinhamento da empresa com os esforços globais para a mitigação das mudanças climáticas, contribuindo para a construção de um futuro mais sustentável.

3.5 CÁLCULO PARA ESTIMAR AS EMISSÕES

De acordo com o Quarto Relatório de Gases de Efeito Estufa da Organização Marítima Internacional (IMO), a estimativa das emissões de dióxido de carbono (CO₂) pelos motores auxiliares de navios atracados pode ser realizada, mesmo quando não há informações exatas sobre o consumo de combustível. Nesse contexto, são utilizadas três equações principais para estimar o consumo de energia da embarcação enquanto atracada. A partir dessa estimativa de consumo energético, é possível deduzir a quantidade de combustível utilizada para a geração dessa energia. Por fim, com base no tipo de combustível, estima-se a quantidade de CO₂ emitida (Santos, 2024).

O fator de emissão é um parâmetro que estabelece a relação entre a quantidade de poluente gerado e a quantidade de combustível consumido, ambos expressos na mesma unidade. Esse valor varia conforme o tipo de combustível utilizado na queima, sendo previamente definidos para diferentes combustíveis, como Heavy Fuel Oil (HFO), Marine Gas Oil (MGO), Marine Diesel Oil (MDO) e Gás Natural Liquefeito (LNG) (GUTIÉRREZ, 2021).

Tabela 14 - COMBUSTÍVEL	Fator de Emissão (g CO₂ / g combustível)
HFO	3,114
MGO / MDO	3,206
LNG	2,750

Tabela 15 - Fator de Emissão dos Combustíveis

Uma das principais vantagens deste estudo reside na extração direta dos dados referentes ao consumo de combustível a partir das arqueações de cada navio. Esse método elimina a necessidade de utilizar equações para estimar a potência demandada pelos navios enquanto atracados, bem como a estimativa do consumo de combustível. Dessa forma, dois potenciais fatores de erro são mitigados, garantindo maior precisão na avaliação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas às operações portuárias.

4 RESULTADOS

O presente estudo tem como foco o Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM), localizado na cidade de São Luís, estado do Maranhão, e operado pela empresa Vale S.A. O TMPM é caracterizado pela movimentação exclusiva de minério de ferro, destacando-se como um dos principais terminais portuários do Brasil. De acordo com dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), o TMPM lidera o ranking nacional de movimentação de carga em toneladas, considerando tanto os portos públicos quanto os privados.

Tal liderança pode ser atribuída às características de suas instalações portuárias, que figuram entre as mais avançadas do mundo. O terminal conta com píeres que possuem grandes profundidades, adequadas para a atracação de embarcações de grande porte. Como exemplo, os píeres 01 e 04 alcançam profundidades de até 24 metros durante a maré baixa. Esta particularidade permite que navios graneleiros de grande capacidade, conhecidos como *Ultra Large Ore Carriers* (ULOC), atraiquem no porto. Esses navios, popularmente chamados de *Valemax*, possuem *deadweight* de aproximadamente 402 mil toneladas, e têm a capacidade de transportar, em média, 390 mil toneladas de minério de ferro por viagem.

O TMPM conta com uma robusta infraestrutura destinada ao processo de carregamento e transporte do minério de ferro. O terminal é composto por:

1. Oito viradores de vagões;
2. Dezoito máquinas de pátio;
3. Dezessete pátios para estocagem de minério;

4. 128 quilômetros de correias transportadoras, utilizadas para o deslocamento do minério dos pátios até os navios;
5. Oito carregadores de navios;
6. Três píeres;
7. Cinco berços de atracação.

Essa estrutura possibilita ao TMPM operar de forma eficiente e em larga escala, atendendo à demanda global por minério de ferro e consolidando-se como um ponto estratégico na logística de exportação desse recurso.

4.1 ANÁLISE DA EMISSÕES

Conforme discutido previamente, diversas soluções estão sendo desenvolvidas com o objetivo de mitigar a emissão de CO₂ nas operações de navegação. Tal enfoque se justifica, uma vez que o transporte marítimo é responsável por uma significativa parcela das emissões de gases de efeito estufa, além de os combustíveis representarem a maior parte dos custos do frete marítimo. Assim, o estudo da eficiência energética nas embarcações traz benefícios tanto ambientais quanto econômicos.

No entanto, segundo dados publicados pela Secretaria de Estado de Indústria e Comércio do Maranhão (SEINC), no ano de 2023, a cidade de São Luís registrou aproximadamente 903 alertas indicando que a qualidade do ar estava em nível de emergência. O estudo de Silva (2021) revelou que, em São Luís, houve um aumento no número de internações hospitalares por doenças respiratórias, estes dados configuram o um bioindicador da baixa qualidade do ar na região.

Segundo estudo realizado pela Federação das Indústrias do Estado do Maranhão (FIEMA) e o Centro das Indústrias do Estado do Maranhão (CIEMA), o aumento da poluição atmosférica em São Luís é resultado da intensificação das atividades industriais, do crescimento da frota veicular e da necessidade de ativação de usinas termelétricas, que não eram utilizadas desde 2021.

Diante desse cenário, torna-se essencial que o setor portuário monitore suas emissões para compreender sua contribuição na poluição atmosférica local. A partir dessa análise, será possível a formulação de medidas mitigatórias mais eficazes, como a adoção do *Onshore Power Supply (OPS)*, que permite o fornecimento de energia aos navios enquanto atracados, reduzindo o uso de combustíveis fósseis.

Este artigo apresenta os resultados preliminares obtidos pelo sistema em fase de implantação no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM), que visa estimar as emissões de CO₂ dos navios enquanto estão atracados. O sistema baseia-se metodologia da IMO e arqueações dos navios para calcular a emissão de gases poluentes com base no tempo de permanência dos navios no porto e no tipo de combustível utilizado.

ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE CO₂ POR NAVIO EM TMPM

NAVIOS	HORAS EM OP	F.O CONSUMIDO	CO ₂ POR F.O	D.O CONSUMIDO	CO ₂ POR D.O
217	9,73 Mil	867,92	2,70 Mil	1,92 Mil	6,15 Mil

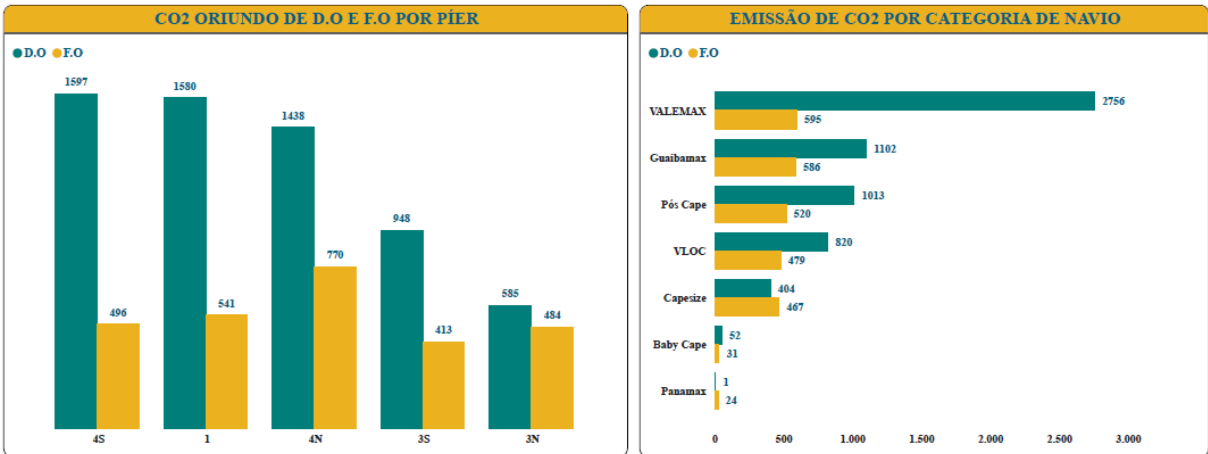


Tabela 16 - Dados Gerais do Monitoramento de Emissão

Em março de 2024, teve início a implementação do sistema de controle e monitoramento das emissões de CO₂ no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM). Esse monitoramento foi viabilizado pela atualização do sistema *Draft Survey*, que permitiu a extração de relatórios detalhados das arqueações dos navios, contendo informações sobre o consumo de *Fuel Oil* e *Diesel Oil*.

No presente estudo, foram contabilizados os dados de 217 navios operados durante o período de análise. Entretanto, vale destacar que o sistema passou por sucessivas atualizações entre abril e setembro de 2024, o que resultou na não contabilização de todas as operações realizadas nesse intervalo. Dessa forma, o número de navios considerados por mês foi o seguinte: 03 navios em abril, 43 em maio, 49 em junho, 53 em julho, 67 em agosto e 02 em setembro.

Conforme discutido anteriormente, foram contabilizadas 217 operações de carregamento de minério de ferro no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira. O tempo total dessas operações somou 9,73 mil horas, considerando o período entre o horário de atracação e a arqueação final das embarcações.

Durante esse intervalo, foram consumidas aproximadamente 868 toneladas de combustível pelos motores principais dos navios e 1,92 mil toneladas de óleo diesel nos motores auxiliares. A partir desses volumes de combustível, estimou-se a emissão de 2,7 mil toneladas de CO₂ provenientes da queima nos motores principais, além de 6,15 mil toneladas de CO₂ geradas pela queima do óleo diesel nos motores auxiliares.

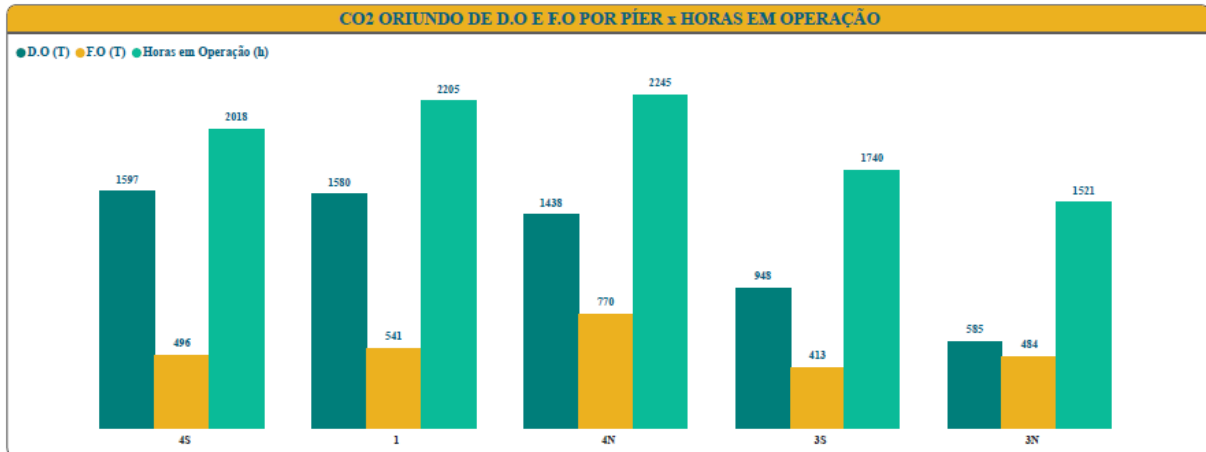


Tabela 17 - CO₂ Emitido por combustível

O gráfico apresentado permite a observação do quantitativo de CO₂ emitido por cada píer, de acordo com as diferentes fontes de emissão, bem como o tempo de operação de cada um. Verifica-se que o píer 4 norte (P4N) foi o que apresentou o maior tempo em operação, totalizando 2.245 horas e emitindo aproximadamente 2.208 toneladas de CO₂.

Por outro lado, o píer 3 norte (P3N) registrou a emissão de cerca de 1.069 toneladas de CO₂ em 1.521 horas de operação. Ao comparar a pegada de carbono entre os píeres, observa-se que o P4N possui uma média de emissão de 0,98 tonelada de CO₂ por hora, enquanto o P3N apresenta uma média superior, de 0,70 toneladas de CO₂ por hora. Assim, o P3N configura-se como menos poluente em comparação ao P4N.

Os demais píeres apresentaram as seguintes médias de emissões de CO₂ por hora: píer 1 (P1) com 0,96 t/h, píer 3 sul (P3S) com 0,78 t/h, e píer 4 sul (P4S) com 1,03 t/h. Esses dados indicam variações na eficiência ambiental entre os píeres, sendo o P4S o menos eficiente em termos de emissões de CO₂ por hora de operação, segundo esta parcela da amostra.

Ao comparar as emissões de CO₂ entre o P4N e o P3N, é possível identificar fatores importantes que explicam as diferenças observadas. No P4N, atracam principalmente navios das categorias VLOC e ULOC, incluindo os *Valemax* e *Guaibamax* de 2ª geração, embarcações equipadas com tecnologias de última geração voltadas para a eficiência energética e menor emissão de poluentes. Em contraste, o P3N recebe, em sua maioria, navios mais antigos. Embora essas embarcações tenham sido adaptadas para atender aos padrões ambientais atuais, ainda apresentam menor controle de da em comparação às embarcações modernas.

É relevante destacar que, o fato dos navios atracados no P3N serem menores, eles geralmente possuem apenas dois motores de combustão auxiliar (MCA) e utilizam apenas um motor durante o deslastre, devido ao menor volume de água de lastro a ser movimentado. Já os VLOCs e ULOCS, por serem maiores, demandam maior potência para alimentar seus sistemas avançados, como sensores e computadores, além de possuírem, em média, quatro MCAs, dos quais dois ou três são utilizados, dependendo da intensidade do fluxo de carregamento.

Outro fator determinante para a diferença nas emissões de CO₂ entre os píeres é o fluxo de carregamento. No P4N, o fluxo de carregamento é aproximadamente duas vezes maior do que no P3N, o que exige que os navios no P4N acelerem o processo de deslastre para acompanhar o ritmo de operação.

Adicionalmente, um fator relevante para o aumento das emissões é a frequência de interrupções no processo de carregamento. No início das operações, apresenta-se sucessivas paradas, o que obriga os navios a interromperem constantemente o deslastre. Essas interrupções causam picos de demanda energética a cada reinício do processo, elevando o consumo de combustível e, conseqüentemente, as emissões de CO₂, proporcionalmente esse ponto acentua-se mais no P4N devido o maior porte das embarcações.

É pertinente levantar questionamentos sobre as diferenças de desempenho ambiental entre os píeres P1, P4N e P4S, considerando que nesses píeres atracam navios com características semelhantes. No entanto, o P1 apresentou uma média de emissões de CO₂ significativamente menor. Para compreender os fatores que influenciaram essa diferença, é necessário considerar diversas variáveis, como a idade das embarcações que atracaram em cada píer e a eficiência operacional de cada um.

Uma hipótese é que, no P1, tenha havido uma maior concentração de navios mais modernos, que são projetados para serem mais eficientes e menos poluentes. Outra possibilidade é que o P1 apresente uma melhor taxa operacional, o que reduz a frequência de interrupções no processo de carregamento, evitando os picos de demanda energética que elevam o consumo de combustível. Esses fatores já indicam um ponto de partida para uma análise aprofundada das boas práticas operacionais, especialmente sob a ótica ambiental.

Essa análise comparativa sugere a necessidade de investigações mais detalhadas para identificar quais práticas operacionais podem ser replicadas em outros píeres, visando à redução das emissões de CO₂ e à melhoria da eficiência ambiental das operações portuárias.

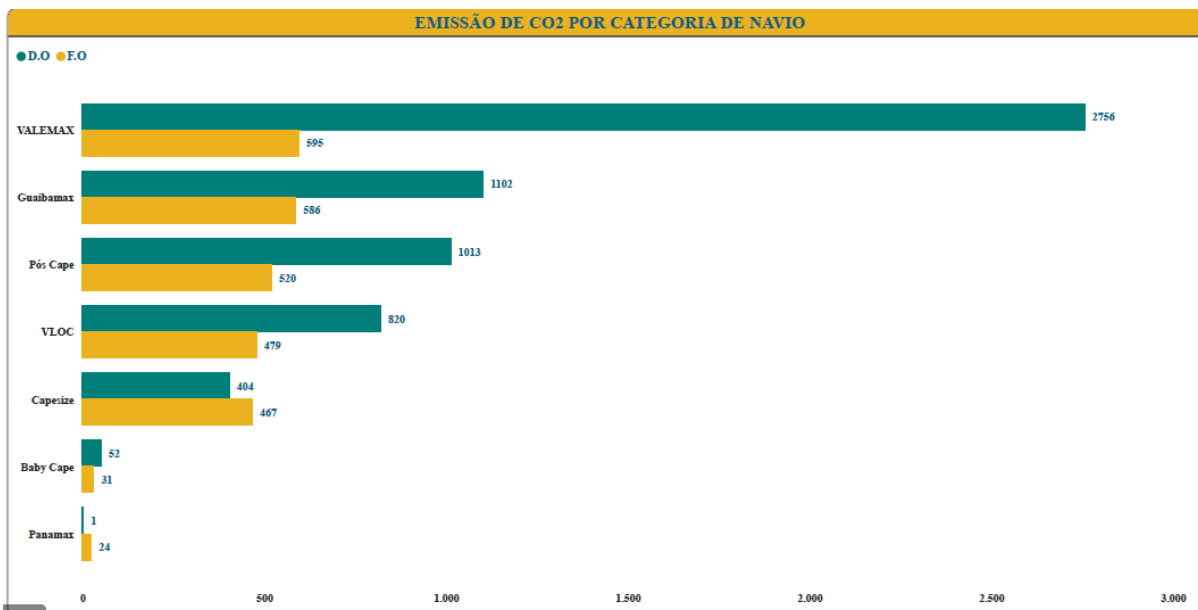


Tabela 18 - Emissão de CO₂ por Categoria de Navio

O gráfico apresentado indica que a categoria de navios que mais emitiu CO₂ no Terminal de Ponta da Madeira foram os *Valemax*. Entretanto, esse dado não implica que essas embarcações não atendam aos padrões ambientais vigentes para mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Pelo contrário, é possível inferir que os navios *Valemax* são fundamentais para a operação do terminal, uma vez que possuem capacidade para transportar volumes significativamente maiores de minério de ferro em comparação a outras embarcações, o que os torna logisticamente mais eficientes.

Devido à sua elevada capacidade de carga, os navios *Valemax* passam mais tempo atracados nos píeres para realizar o processo de carregamento, o que resulta em um maior consumo de combustível durante esse período. Conseqüentemente, essa maior demanda energética está associada ao aumento das emissões de CO₂. Assim, embora as emissões sejam mais altas, a eficiência logística e operacional desses navios justifica seu papel central nas operações do terminal.

Um aspecto relevante a ser destacado é que todos os navios das categorias *Valemax* e *Guaibamax* de segunda geração estão equipados com sistemas de conexão que permitem o recebimento de energia elétrica proveniente de fontes terrestres. Esse fato abre uma nova possibilidade para a implementação do sistema *Onshore Power Supply* (OPS), o qual pode reduzir significativamente as emissões de CO₂ enquanto os navios estão atracados.

O controle de monitoramento das emissões, realizado no presente estudo, representa um ponto de partida importante para a análise da viabilidade da instalação do OPS no Terminal de Ponta da Madeira. No entanto, é recomendável que a tomada de decisões a respeito da adoção desse sistema seja fundamentada em uma coleta de dados abrangente, idealmente após o monitoramento ao longo de um ciclo completo de um ano. Esse período permitirá uma análise mais precisa dos padrões de consumo energético e emissões, proporcionando uma base sólida para a implementação de soluções de descarbonização.

5 CONCLUSÕES

O monitoramento das emissões atmosféricas no setor portuário é essencial para a formulação de estratégias eficazes de mitigação da poluição. Este estudo apresenta a implementação de um sistema no Terminal Portuário de Ponta da Madeira (TPM), que estima as emissões de CO₂ dos navios enquanto atracados. A adoção de tecnologias, como o *Onshore Power Supply* (OPS), pode reduzir significativamente as emissões provenientes dessas operações, contribuindo para a melhoria da qualidade do ar em São Luís. Embora o sistema esteja em fase de implementação e ainda demande aprimoramentos para seu pleno funcionamento, o presente trabalho destaca a importância de todos os terminais portuários monitorarem suas emissões como primeiro passo rumo a futuras ações de mitigação.

REFERENCIAS

FIEMA. Fiema e Ciema divulgam relatório sobre monitoramento da qualidade do ar em São Luís. Federação das Indústrias do Estado do Maranhão, 22 jul. 2022. Disponível em: <https://www.fiema.org.br/noticia/4759/fiema-e-ciema-divulgam-relatorio-sobre-monitoramento-da-qualidade-do-ar-em-sao-luis>. Acesso em: 9 out. 2024.

FREIRE, Tânia Sofia Martinho - Emissões gasosas de navios de cruzeiro : impactes das águas de lavagem dos scrubbers no meio marinho. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2020. Dissertação de mestrado.

G1. Qualidade do ar em São Luís atinge níveis de emergência por causa da emissão de gases poluentes. G1 Maranhão, 13 out. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2023/10/13/qualidade-do-ar-em-sao-luis-atinge-niveis-de-emergencia-por-causa-da-emissao-de-gases-poluentes.ghtml>. Acesso em: 9 out. 2024.

GETTING TO ZERO COALITION. THE NEXT WAVE: Green Corridors. 10 nov. 2021.

IMO. Fourth IMO Greenhouse Gas Study. 2020.

IMO. Third IMO Greenhouse Gas Study. 2014.

IMO. *MARPOL Consolidated Edition 2011* (5a Edição). IMO. (2011).

IMO. Energy Efficiency Measures. (2023).

MORENO-GUTIÉRREZ, J.; DURÁN-GRADOS, V. Calculating ships' real emissions of pollutants and greenhouse gases: Towards zero uncertainties. *Science of The Total Environment*, v. 750, p. 141471, jan. 2021.

PIANC. Carbon Management for Port and Navigation Infrastructure. Bruxelas:

EnviCom WG Report nº 188, 2019.

SILVA, Yanca dos Santos da. Análise da percepção ambiental de uma comunidade tradicional da Amazônia maranhense sobre a criação de uma unidade de conservação na Área de Proteção Ambiental Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças. 2021. 104 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

VALE. Vale advances a pioneering project to adopt low-carbon fuels in shipping. Vale, 30 jun. 2022. Disponível em: <https://saladeimprensa.vale.com/pt/w/vale-advances-a-pioneering-project-to-adopt-low-carbon-fuels-in-shipping>. Acesso em: 9 out. 2024.

LOGÍSTICA DE CONTÊINERES VAZIOS: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DAS CAUSAS DA DIFICULDADE NA DEVOUÇÃO NOS COMPLEXOS PORTUÁRIOS DE SC

Rubia Alexandra de Souza de Almeida
Univali

Luiz Eduardo Simão
Univali

Marcos Cezne

Resumo: A logística de contêineres vazios é um dos problemas mais relevantes da cadeia logística global. Isso ocorre porque existe um desbalanceamento do fluxo natural entre importação e exportação (*imbalance*) que é gerado por características dos mercados produtores e consumidores. Assim, analisar os dados de *imbalance* de complexos portuários permite uma melhor gestão do fluxo logístico e antever problemas como a dificuldade de devolução de contêineres vazios na retroárea dos complexos portuários. Para realizar essa análise foi utilizado uma metodologia com objetivo exploratório e uma abordagem quantitativa, a partir de coleta de dados secundários nas estatísticas da ANTAQ. Os resultados indicam, que o complexo portuário de Itajaí-Navegantes, tem um *imbalance* positivo, indicando um desbalanceamento do fluxo de 134% acima da capacidade estática de armazenagem da retroárea que é estimado em 74.100 TEUS. Esse excesso é resultado da falta de gestão adequada para corrigir esse desbalanceamento, principalmente, após o fechamento do porto de Itajaí no início de 2022. Com relação ao complexo portuário de Itapoá, os dados indicam que também existem um desbalanceamento do fluxo que corresponde a 79,2% da capacidade estática total da retroárea que é estimada em 24.200 TEUS, ou seja, se não forem tomadas providências, ocorrerá também um aumento da dificuldade para devolução de contêineres vazios. Com base nos resultados, ao final, foram sugeridas ações para mitigar e resolver esses problemas que afetam toda cadeia logística do comércio exterior brasileiro.

Palavras-chave: *Imbalance*; contêiner cheio e vazio; Importação; Exportação.

1 INTRODUÇÃO

O complexo portuário de Itajaí e Navegantes e de Itapoá são essenciais para a movimentação de cargas no sul do Brasil, desempenhando um papel crucial no comércio internacional do país. No entanto, a falta de capacidade para a devolução de contêineres vazios nas retroáreas desses portos tem se tornado um problema significativo, afetando a eficiência operacional e a competitividade logística da região da Foz do Rio Itajaí-Açu e na Baía da Babitonga (Reinman, 2015).

Atualmente, existem sinais de que a infraestrutura limitada nas retroáreas não consegue acomodar o volume crescente de contêineres vazios, resultando em congestionamentos e dificuldades na logística de devolução. Esse cenário é agravado pela restrição de espaço físico, que impede a expansão das áreas de armazenamento, especialmente em regiões urbanas densamente povoadas ao redor dos terminais e portos catarinenses. Além disso, a logística terrestre ineficiente, devido ao colapso da BR-101 e os acessos terrestres a esses portos e terminais portuário, também é marcada pela falta de coordenação entre as operações portuárias e o transporte rodoviário, contribuindo para atrasos e dificuldades na devolução dos contêineres vazios (Dias et al., 2019).

Nesse sentido, o desequilíbrio entre importações e exportações também exacerba o problema, acumulando contêineres vazios nos portos. Esse conjunto de fatores não apenas compromete a eficiência do complexo portuário de Itajaí e Navegantes e o complexo portuário de Itapoá, mas também impacta negativamente a cadeia logística como um todo, aumentando os custos operacionais e reduzindo a competitividade dos produtos brasileiros no mercado global (Dias et al., 2019; Leo et al., 2023; Reinman, 2015). Este estudo busca analisar as causas e consequências da falta de capacidade para a devolução de contêineres vazios nas retroáreas desses portos e propor soluções que possam mitigar esses desafios, melhorando a eficiência logística e a competitividade dos portos catarinenses (Dias et al., 2019; Leo et al., 2023; Reinman, 2015; Jabbour et al., 2015).

Assim, duas questões de pesquisa serão respondidas neste estudo: (1) Quais são as causas e consequências para a dificuldade na devolução de contêineres vazios nas retroáreas dos portos de Itajaí e Navegantes e Itapoá? (2) Quais soluções podem ser implementadas para mitigar esses desafios e melhorar a eficiência logística desses complexos portuários?

Para responder essas perguntas, o artigo está estruturado em 5 partes. Na introdução, buscou-se apresentar contexto, a importância e as perguntas de pesquisa. Na seção 2 é apresentada uma revisão da literatura da sobre contêineres vazios e o problema de *imbalance*. Na seção 3 é apresentada a metodologia utilizada para realizar a pesquisa. Na seção 4 são apresentados os dados levantados sobre o problema. Na seção 5 são analisados e discutidos os resultados e suas causas e propostas soluções para mitigar os efeitos do problema analisado.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Desde sua concepção, o contêiner tem desempenhado um papel fundamental em diversos modais de transporte. Por sua característica de unitização de carga padronizada, facilita processos logísticos tanto na armazenagem quanto no transporte, estando cheio ou vazio (Hathikal et al., 2020). Com o aumento da demanda global por eficiência nos transportes, visando menores custos e maiores capacidades, o contêiner substituiu métodos antigos de transporte (Silva e Vasconcelos, 2018).

Os processos envolvendo o uso de contêineres alteraram substancialmente a movimentação de mercadorias, com um impacto significativo na economia mundial, tornando-se um dos principais marcos da globalização. A padronização das unidades de carga permitiu a uniformização dos veículos, guindastes e outros equipamentos ao redor do mundo, capacitando-os para o manuseio de contêineres (Lee e Song, 2017; Ortega-Díaz et al., 2021).

Essa padronização possibilita uma grande eficiência no transporte de cargas, proporcionando vantagens como a mecanização na locomoção de cargas. A unitização permite que uma quantidade maior de carga seja movimentada em um menor número de volumes, tornando-se indispensável para o transporte de cargas em grande escala, dependendo do perfil da mercadoria a ser transportada (Juraeva et al., 2023).

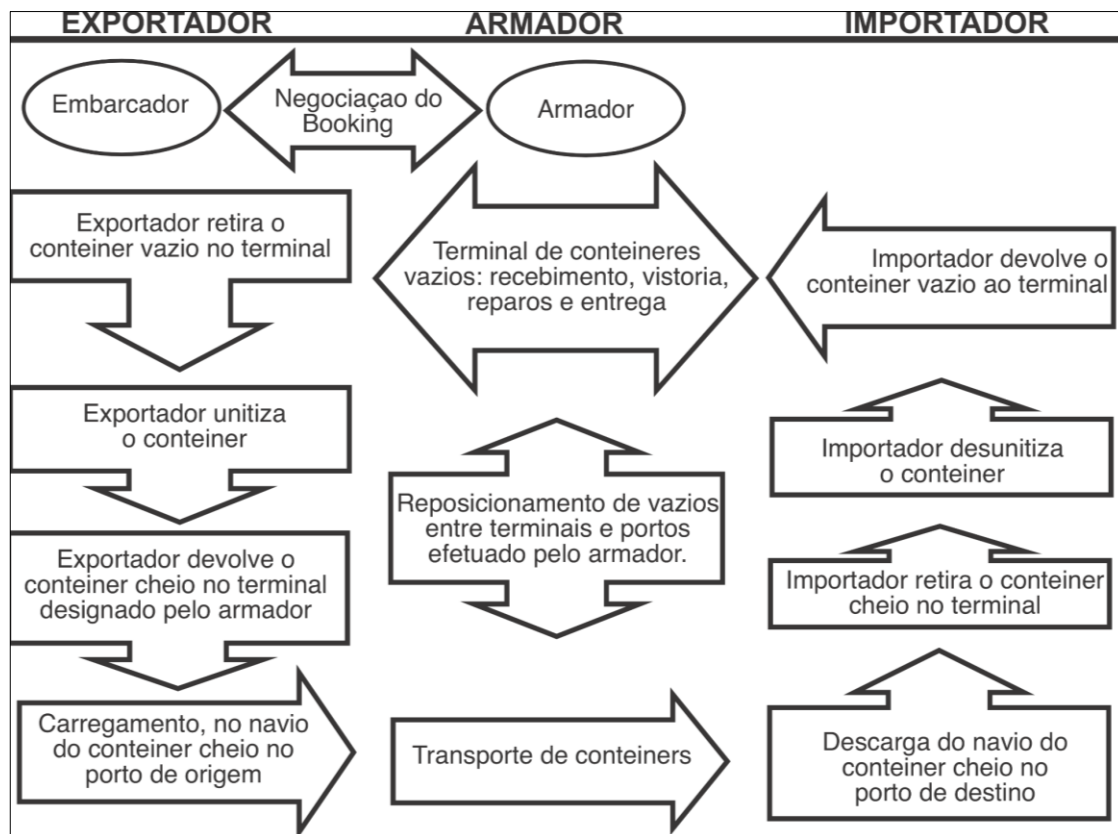
No transporte marítimo, devido à sua relevância e utilização frequente, o contêiner se torna um item necessário e muito procurado. A demanda por contêineres é extremamente alta, e a falta deles força os armadores a encontrarem medidas de gestão logística que permitam atender essa demanda (Ortega-Díaz et al., 2021; Wu et al., 2021; Zhou et al., 2022).

Um dos problemas mais relevantes na logística global de transporte de contêineres é o *imbalance* gerado por características dos mercados produtores e consumidores. O desbalanceamento do fluxo de contêineres é um problema comum enfrentado pelos armadores, que normalmente detêm os contêineres e os disponibilizam para o transporte de carga. Esse problema é especialmente relevante no transporte marítimo, onde o contêiner é considerado parte do equipamento do navio (Nobre; Robles e Santos, 2005; Grzelakowski, 2023; Ortega-Díaz et al., 2021; Wu et al., 2021).

Em seu fluxo, o contêiner passa por diversas etapas que dizem respeito aos procedimentos no transporte e armazenagem, onde a responsabilidade do porte do contêiner transita entre o Exportador, Armador/Transportador e Importador. Essas etapas contemplam a retirada do contêiner vazio pelo exportador, que unitizará a carga que será transportada para um terminal, onde será carregado no navio. Depois que o navio chega ao porto de destino, o contêiner é descarregado, retirado pelo importador no terminal e desunitizado, e devolvido vazio a um terminal, onde será preparado para um novo uso, conforme Figura 1.

Também é válido ressaltar que quando um contêiner desembarca cheio, ainda não está apto a ser usado, porque necessita ser recebido pelo importador, o qual realizará a desova e entregará em um depósito orientado pelo transportador ou armador e lá será higienizado e reparado caso necessário, para que assim esteja disponível para novo uso como demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxo de Contêineres cheios-vazios



Fonte: Adaptado de Nobre; Robles e Santos, 2005.

Conforme indicado por Nobre, Robles e Santos (2005), o comércio internacional é fortemente baseado no transporte marítimo de longo curso e o contêiner se apresenta como equipamento essencial, praticamente a dimensão física da globalização, pois no ciclo vazio, cheio, vazio, cheio alcançará as mais diversas bases territoriais, movimentando e distribuindo mercadorias unitizadas, aumentando a produtividade e a economicidade do manuseio de cargas gerais, implicando em agilidade e flexibilidade ao encontro do conceito de logística integrada. de embarcações. Por ser o contêiner um equipamento obrigatório para a operação dos navios porta-contêineres, o crescimento da frota de navios amplia a quantidade de contêineres tanto em terra como embarcados. Do estoque total de contêineres, metade encontra-se embarcado e a outra metade em terra, aguardando unitização, desunitização ou reparo (Handbuch, 2005).

A quantidade de contêineres movimentados é influenciada pelos tipos e volumes de mercadorias que são transportadas. De acordo com Nobre, Robles e Santos (2005, p. 9):

“A diversidade de tipos de contêineres bem como a especificidade para seu uso faz com que os armadores exercitem de forma acurada a gestão do estoque em cada uma das localidades onde operam. O desbalanceamento é condição presente na atividade por não haver constância e previsibilidade no tipo de produto a ser transportado[.]”

Os padrões contemporâneos de produção mundial acarretaram o surgimento de desequilíbrios comerciais sistêmicos, cíclicos e estruturais entre as regiões. Ao

aumentar a quantidade do transporte de cargas em contêineres, aumentou-se também a necessidade de movimentação de unidades vazias precedentes e posteriores ao transporte dos contêineres cheios (Vojdani et al., 2013). Sendo assim, o desbalanceamento no fluxo de contêineres é algo natural no transporte, uma vez que o transporte não está ligado diretamente às especulações do mercado para que haja uma maior previsibilidade. Ou seja, é algo intrínseco ao transporte.

A tradução para o português do termo *imbalance* pode ser considerada como desequilíbrio ou ainda desigualdade. Para Barco (1998), existem certos pontos onde há sobra de contêineres vazios, da mesma forma que em outros há falta dessas unidades. Assim, surge a movimentação de contêineres vazios para associar a oferta e a demanda. Esse processo acaba por não apresentar lucros, pelo contrário, acarreta custos relacionados ao reposicionamento de unidades vazias.

Devido ao *imbalance* nas atividades de comércio internacional, as companhias de navegação aglomeram um grande número de contêineres vazios e sem utilidade nos portos predominantemente importadores, enquanto solicitam um grande número de contêineres vazios em portos de características voltadas para a exportação (Li et al., 2007; Yun et al., 2010; Zambuzi, 2010; Belayachi et al., 2017).

Além do desequilíbrio entre importações e exportações de contêineres, transporte de contêineres vazios. Segundo os autores, na maioria das vezes, para o caso de importações de produtos manufaturados geralmente usam-se contêineres de 40 pés. Já para o caso de exportação de commodities, como, por exemplo, açúcar e café, os contêineres mais utilizados são os de 20 pés. Esta circunstância dificulta o intercâmbio de contêineres.

As empresas de transporte de contêineres, além das dedicadas ao transporte aquaviário, também enfrentam dificuldades com a disponibilidade de unidades vazias, em determinadas localidades, coerentes para o atendimento das demandas dos seus clientes. (Belayachi, 2017).

O agravamento do desequilíbrio das atividades de importação e exportação dos países gera um problema para as atividades de transporte logístico em contêineres, conhecido como *imbalance*. Esse termo significa que as unidades que entram no país via importação não são suficientes ou compatíveis com as unidades requeridas para a exportação. Todavia, apenas parte do *imbalance* está relacionado aos aspectos macroeconômicos inerentes ao comércio internacional, pois, práticas comerciais e logísticas ineficientes ao longo de toda cadeia de suprimentos, também contribuem significativamente para o avanço do problema (Teixeira e Silva, 2018).

Outro aspecto que contribui para o desbalanceamento no fluxo de contêineres, é a *demurrage* ou sobreestadia de contêiner, que é quando se excede o prazo de devolução do contêiner, o que implica em uma multa aplicada pelo proprietário do contêiner. Ou seja, quando o importador excede o prazo para desovar o contêiner e entregá-lo vazio em um terminal/depósito (Cabral, 2016, p.66):

No término do transporte, no momento do desembarque, o contêiner é entregue ao importador ou seu representante para realizar a desunitização do contêiner, denominada “desova”, esvaziando a unidade de carga e devolvendo o contêiner vazio. O transportador fixa um prazo para a realização da desova, denominado free time. Quando não devolvido dentro do prazo pactuado nasce a demurrage.

Como dito anteriormente, quando o contêiner desembarca do navio, ainda não está disponível para novo uso (ver figura 1). Sendo assim, o *free time* é o prazo dado ao importador para realizar seus trâmites, mas também é o tempo em que o armador

ou transportador se dispõe de não ter o contêiner disponível para novo uso na gestão de estoque do contêiner vazio. Sendo assim, em cada contêiner que ocorre a *demurrage*, são menos contêineres disponíveis para novo uso, conforme previsto pelo *free time*.

De acordo com Nobre, Robles e Santos (2005), em seu estudo sobre a gestão logística de contêineres vazios, a movimentação destes é realizada para suprir as demandas tanto de exportação quanto de importação, visando resolver o problema do desbalanceamento. Bandeira (2005, p. iv) afirma que:

"O comércio baseado em contêineres é tipicamente desequilibrado com relação às quantidades de contêineres de exportação e importação. Não é raro haver contêineres não utilizados em um local ao mesmo tempo em que contêineres vazios são necessários em outros."

Fazendo um paralelo com conceitos econômicos, por exemplo com a balança comercial de um país, temos a ideia de uma balança comercial positiva quando há mais exportação do que importação. Da mesma forma, o equilíbrio no fluxo de contêineres é essencial para a eficiência logística. O desbalanceamento ocorre quando há uma discrepância significativa entre o número de contêineres exportados e importados, resultando em um excesso de contêineres em algumas regiões e uma escassez em outras. Esse desequilíbrio exige uma gestão eficiente para redistribuir os contêineres vazios para onde são necessários, minimizando custos e melhorando a eficiência operacional.

O problema de reposicionamento é comum para empresas de transporte e está relacionado ao desequilíbrio entre as quantidades de contêineres que entram e saíram de determinada região. Já o gerenciamento de contêineres vazios pode ser entendido como uma atividade de logística reversa, relacionado à falta de interação entre a distribuição de contêineres cheios e sua reutilização (SAMPAIO, 2001).

Na importação, é o inverso para balança comercial positiva, ou seja, quando há mais importação do que exportação, o saldo da balança comercial é negativo. Para o fluxo de contêineres podemos chegar a um conceito muito semelhante, porém de forma invertida ao conceito de balança comercial. O balanço de fluxo de contêineres (*imbalance*) é favorável (positivo) quando se recebem (importam) mais contêineres do que se enviam (exportam), para que haja contêineres disponíveis para atender a demanda interna, embora um excesso de entrada de contêineres, não havendo demanda para uso desses, poderia causar problemas de armazenagem.

A oferta de contêineres vazios tem a necessidade de atender a sua demanda, e quando não atende, há necessidade de buscar os contêineres vazios em outros locais e os que estão disponíveis para uso podem se tornar de difícil acesso e de grandes implicações nos prazos de uso.

Sendo assim, quando há falta ou excesso de contêineres disponíveis para uso em razão da oferta e demanda, reconhecemos o desbalanceamento no fluxo de contêineres (*imbalance*). O *Imbalance* pode ser calculado utilizando a equação 1 (Nobre; Robles e Santos, 2005).

$$\text{Imbalance} = (\text{Desembarque Cheio} - \text{Embarque Cheio}) + (\text{Desembarque Vazio} - \text{Embarque Vazio}) \quad (1)$$

Entende-se que, quando há embarque e desembarque de contêineres vazios, é porque estão havendo ações gerenciais logísticas para suprir o desbalanceamento

no fluxo para atender a demanda de transporte de cargas do mercado. Nesse sentido, Nobre, Robles e Santos (2005, p. 8) afirmam que:

“A movimentação de contêineres vazios para suprir o desbalanceamento ocorre nos dois sentidos da corrente do comércio internacional: importação e exportação. Portanto, o embarque e desembarque de contêineres cheios já são resultado do atendimento dessa demanda.”

Outro aspecto que contribui para o desbalanceamento no fluxo de contêineres, é a *demurrage*, que é quando se excede o prazo de devolução do contêiner, o que implica em uma multa aplicada pelo proprietário do contêiner. Ou seja, quando o importador excede o prazo para desovar o contêiner e entregá-lo vazio em um terminal/depósito (Cabral, 2016, p.66):

“No término do transporte, no momento do desembarque, o contêiner é entregue ao importador ou seu representante para realizar a desunitização de contêiner, denominada “desova”, esvaziando a unidade de carga e devolvendo o contêiner vazio. O transportador fixa um prazo para a realização da desova, denominado free time. Quando não devolvido dentro do prazo pactuado nasce a demurrage.”

Como dito anteriormente, quando o contêiner desembarca do navio, ainda não está disponível para novo uso (ver figura 1). Sendo assim, o *free time* é o prazo dado ao importador para realizar seus trâmites, mas também é o tempo em que o armador ou transportador se dispõe de não ter o contêiner disponível para novo uso na gestão de estoque do contêiner vazio. Sendo assim, em cada contêiner que ocorre a *demurrage*, são menos contêineres disponíveis para novo uso, conforme previsto pelo *free time*.

De acordo com Nobre, Robles e Santos (2005), em seu estudo sobre a gestão logística de contêineres vazios, a movimentação destes é realizada para suprir as demandas tanto de exportação quanto de importação, visando resolver o problema do desbalanceamento. Bandeira (2005, p. iv) afirma que:

“O comércio baseado em contêineres é tipicamente desequilibrado com relação às quantidades de contêineres de exportação e importação. Não é raro haver contêineres não utilizados em um local ao mesmo tempo em que contêineres vazios são necessários em outros.”

Fazendo um paralelo com conceitos econômicos, por exemplo com a balança comercial de um país, temos a ideia de uma balança comercial positiva quando há mais exportação do que importação. Da mesma forma, o equilíbrio no fluxo de contêineres é essencial para a eficiência logística. O desbalanceamento ocorre quando há uma discrepância significativa entre o número de contêineres exportados e importados, resultando em um excesso de contêineres em algumas regiões e uma escassez em outras. Esse desequilíbrio exige uma gestão eficiente para redistribuir os contêineres vazios para onde são necessários, minimizando custos e melhorando a eficiência operacional.

O problema de reposicionamento é comum para empresas de transporte e está relacionado ao desequilíbrio entre as quantidades de contêineres que entraram e saíram de determinada região. Já o gerenciamento de contêineres vazios pode ser entendido como uma atividade de logística reversa, relacionado à falta de interação

entre a distribuição de contêineres cheios e sua reutilização (SAMPAIO, 2001). Na importação, é o inverso para balança comercial positiva, ou seja, quando há mais importação do que exportação, o saldo da balança comercial é negativo. Para o fluxo de contêineres podemos chegar a um conceito muito semelhante, porém de forma invertida ao conceito de balança comercial. O balanço de fluxo de contêineres (*imbalance*) é favorável (positivo) quando se recebem (importam) mais contêineres do que se enviam (exportam), para que haja contêineres disponíveis para atender a demanda interna, embora um excesso de entrada de contêineres, não havendo demanda para uso desses, poderia causar problemas de armazenagem.

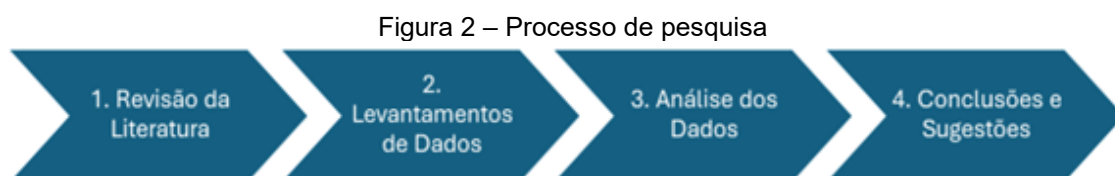
A oferta de contêineres tem a necessidade de atender a sua demanda, e quando não atende, há necessidade de buscar os contêineres vazios em outros locais e os que estão disponíveis para uso podem se tornar de difícil acesso e de grandes implicações nos prazos de uso.

Sendo assim, quando há falta ou excesso de contêineres disponíveis para uso em razão da oferta e demanda, reconhecemos o desbalanceamento no fluxo de contêineres (*imbalance*).

Entende-se que, quando há embarque e desembarque de contêineres vazios, é porque estão havendo ações gerenciais logísticas para suprir o desbalanceamento no fluxo para atender a demanda de transporte de cargas do mercado. Nobre, Robles e Santos (2005, p. 8) afirmam que “A movimentação de contêineres vazios para suprir o desbalanceamento ocorre nos dois sentidos da corrente do comércio internacional: importação e exportação. Portanto, o embarque e desembarque de contêineres cheios já são resultado do atendimento dessa demanda.

3 METODOLOGIA

Para responder aos problemas de pesquisa definidos nesse estudo, essa pesquisa pode ser caracterizada com objetivo exploratório e explicativo e uma abordagem quantitativa. A pesquisa exploratória ocorreu pela pesquisa bibliográfica sobre o assunto e a análise de dados quantitativos. Usando a abordagem quantitativa, foram levantados e analisados dados secundários de volumes movimentados no porto de Itajaí e nos TUPs de Navegantes e Itapoá no período de janeiro 2022 a julho de 2024, tanto na importação e exportação de contêiner vazios e cheios, considerando o total de TEUS, bem como a capacidade dos *depots* de contêiner vazios nas retroáreas de cada um dos complexos portuários como um todo. As etapas da operacionalização da pesquisa podem ser resumidas conforme a figura 2.



Fonte: Autores, 2024.

A Figura 2 do artigo apresenta o processo de pesquisa que foi conduzido de forma estruturada em quatro etapas principais:

- **Levantamento de Dados:** Nesta fase inicial, o estudo realizou a coleta de dados secundários sobre a movimentação de contêineres vazios e cheios nos portos de Itajaí, Navegantes e Itapoá. Esses dados foram

extraídos principalmente das estatísticas aquaviárias da ANTAQ e englobam o período de janeiro de 2022 a julho de 2024. Foram considerados tanto os volumes de importação quanto exportação, além da capacidade das retroáreas desses portos.

- **Análise de Capacidade:** A segunda etapa focou na análise da capacidade estática e dinâmica de armazenagem de contêineres vazios nas retroáreas dos portos. A capacidade estática refere-se ao espaço disponível para armazenar os contêineres, enquanto a capacidade dinâmica diz respeito à rotatividade, ou seja, à capacidade de movimentação desses contêineres em um determinado período.
- **Cálculo do *Imbalance*:** A terceira fase consistiu no cálculo do desbalanceamento (*imbalance*) de contêineres em cada um dos complexos portuários, tanto de forma individual quanto consolidada. Esse cálculo verificou a diferença entre o número de contêineres que entraram e saíram dos portos, buscando identificar o acúmulo ou escassez de unidades vazias.
- **Análise de Resultados e Propostas de Soluções:** Com base nos dados levantados e no cálculo do *imbalance*, foi realizada a análise dos resultados, que destacou o impacto do desbalanceamento na eficiência logística dos portos. A partir disso, foram discutidas possíveis soluções para mitigar o problema, como investimentos em infraestrutura, melhoria na coordenação logística e políticas de incentivo ao equilíbrio entre importações e exportações.

Esse processo de pesquisa foi conduzido com uma abordagem quantitativa e exploratória, buscando diagnosticar as causas do problema do *imbalance* e propor soluções para melhorar a eficiência logística nos portos catarinenses.

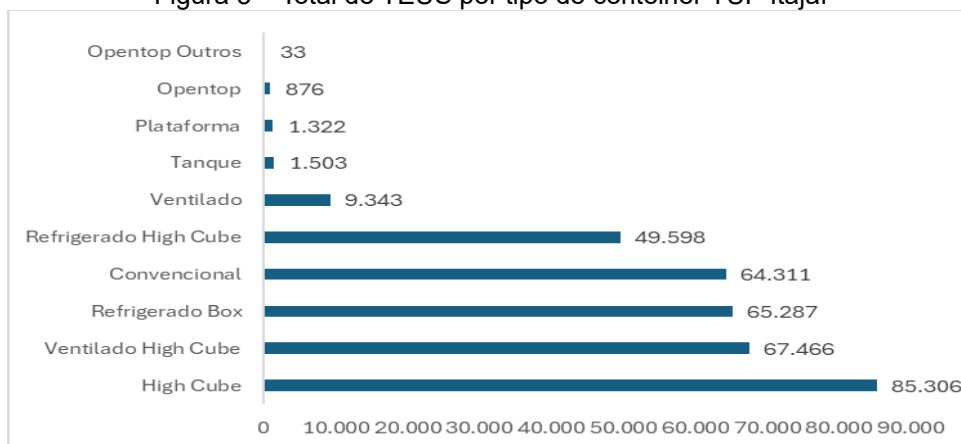
4 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico do *imbalance* iniciou pelo levantamento de dados dos tipos de contêineres movimentados de forma individual e consolidada no complexo de Itajaí-Navegantes e no complexo de Itapoá. Além disso, a capacidade dos *depots* de vazios na retroárea dos complexos portuários de Itajaí-Navegantes e de Itapoá. Por fim, também foram levantados os volumes de movimentação de contêineres cheios e vazios que foram desembarcados e embarcados de forma individual e consolidada no complexo de Itajaí-Navegantes e no TUP de Itapoá.

Na primeira etapa foram levantados os tipos de contêiner movimentados nos complexos portuário Itajaí-Navegantes e no complexo portuário de Itapoá.

Os dados dos tipos de contêineres movimentados no porto de Itajaí no período analisado, estão resumidos na Figura 3.

Figura 3 – Total de TEUS por tipo de contêiner TUP Itajaí

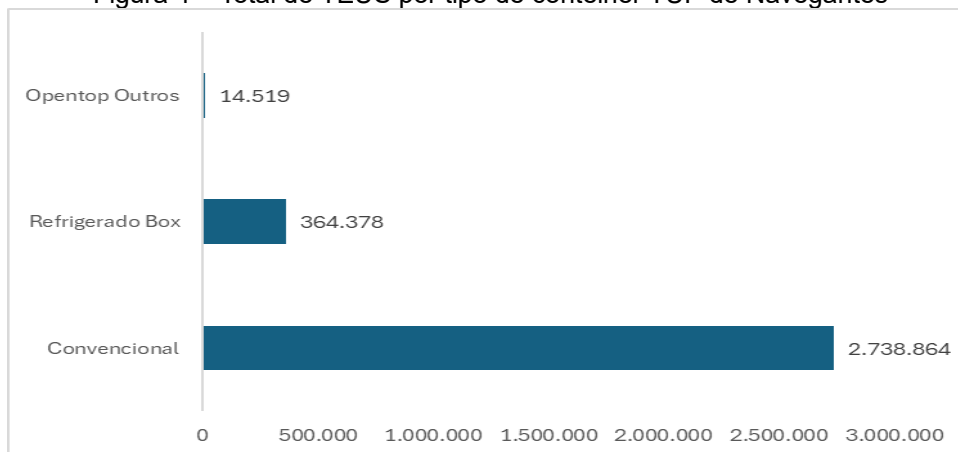


Fonte: Estatístico Aquaviário ANTAQ, 2024

No caso do Porto de Itajaí, verifica-se que foram movimentados 10 tipos de contêineres nos 345.045 TEUS movimentados no período analisado. Sendo que os contêineres convencionais HC são os mais utilizados (24,6% da movimentação total) seguido pelo ventilado HC (19,6%) e Refrigerado Box ou *Reefer* (18,9%) e convencional (18,6%), conforme apresentado na Figura 3.

A Figura 4 apresenta os tipos de contêiner movimentados no período no TUP de Navegantes.

Figura 4 – Total de TEUS por tipo de contêiner TUP de Navegantes

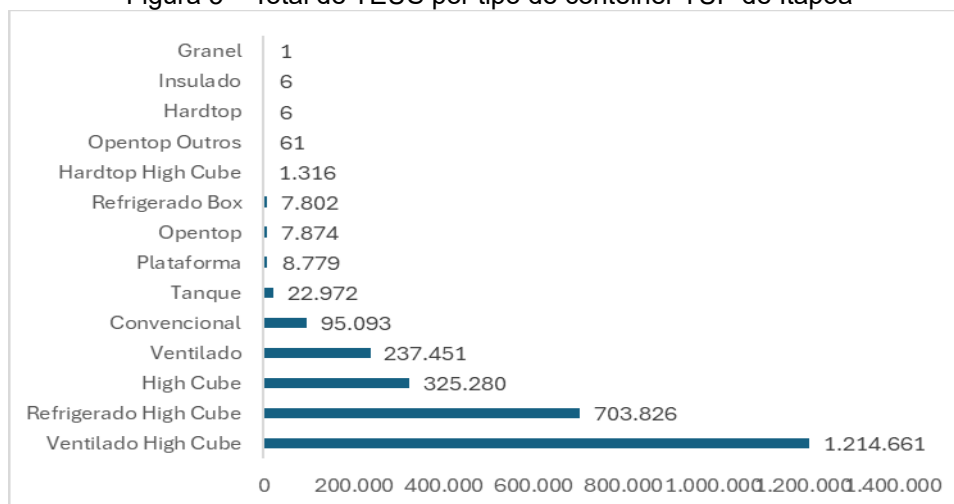


Fonte: Estatístico Aquaviário ANTAQ, 2024

No caso do TUP de Navegantes, verifica-se que foram movimentados no período analisado apenas 3 tipos de contêiner, sendo os contêineres convencionais são os mais utilizados (87,8%) da movimentação total de 3.117.761 TEUS, conforme apresenta a Figura 4.

A Figura 5 apresenta os tipos de contêiner movimentados no período no TUP de Itapoá.

Figura 5 – Total de TEUS por tipo de contêiner TUP de Itapoá

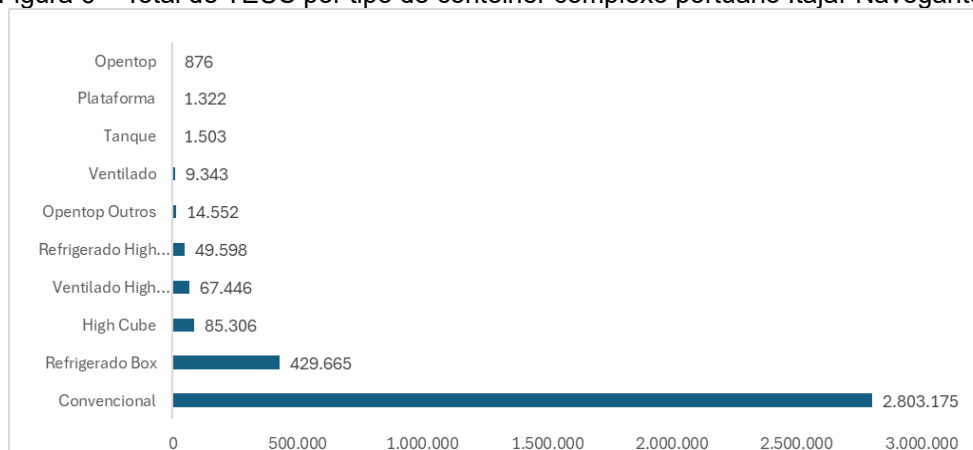


Fonte: Estatístico Aquaviário ANTAQ, 2024

No caso do TUP de Itapoá, verifica-se a existência de 14 tipos diferentes de contêineres sendo movimentados, sendo que dos 2.625.128 TEUS, os contêineres ventilados HC são os mais utilizados (46,3% da movimentação total) seguido pelo refrigerado HC ou Reefer (26,8%) e convencional HC (12,4%) e convencional ventilado (18,6%), conforme apresenta a Figura 5.

Também foi necessário analisar os dados consolidados por tipo de contêiner para o complexo portuário de Itajaí e Navegantes, apresentados na Figura 6. Isso se deve porque ambas as instalações portuárias têm o suporte da mesma retroárea.

Figura 6 – Total de TEUS por tipo de contêiner complexo portuário Itajaí-Navegantes



Fonte: Estatístico Aquaviário ANTAQ, 2024

No caso dos dados consolidados do complexo portuário Itajaí-Navegantes, verifica-se uma mudança no perfil dos tipos 10 de contêiner, ou seja, dos 3.462.786 TEUS movimentados, os contêineres convencionais são os mais utilizados (81,0% da movimentação total) seguido pelo refrigerado Box ou Reefer (12,4%) e convencional HC (2,5%), conforme apresenta a Figura 5.

Na segunda etapa foram levantados os dados de volumes movimentados de contêineres vazios e cheios (TEUS) que foram embarcados e desembarcados pelo porto de Itajaí, TUP de Navegantes, TUP de Itapoá e o volume consolidado do complexo portuário Itajaí-Navegantes no período de janeiro de 2022 até julho de 2024. A tabela 1 apresenta os resultados no porto de Itajaí.

Tabela 1 – Volume em TEUS de movimentação de vazios e cheios (embarcados e desembarcados) no porto Itajaí

Mês	Embarcados	Desembarcados	Total Cheios	Embarcados	Desembarcados	Total Vazios	Total	Total
	Cheio	Cheios		Vazios	Vazios		Embarcados	Desembarcados
jan/22	9.475	15.465	24.940	2.711	2.594	5.305	12.186	18.059
fev/22	11.761	12.346	24.107	1.781	1.841	3.622	13.542	14.187
mar/22	11.822	14.675	26.497	3.017	4.540	7.557	14.839	19.215
abr/22	10.416	14.675	25.091	2.844	2.432	5.276	13.260	17.107
mai/22	11.473	12.404	23.877	1.885	3.610	5.495	13.358	16.014
jun/22	11.058	10.485	21.543	2.894	3.791	6.685	13.952	14.276
jul/22	10.955	14.190	25.145	3.568	4.220	7.788	14.523	18.410
ago/22	13.081	14.216	27.297	3.093	5.893	8.986	16.174	20.109
set/22	9.156	12.512	21.668	2.334	3.063	5.397	11.490	15.575
out/22	12.440	17.044	29.484	5.802	4.706	10.508	18.242	21.750
nov/22	7.779	8.930	16.709	2.121	3.451	5.572	9.900	12.381
dez/22	3.551	7.110	10.661	3.669	1.104	4.773	7.220	8.214
jan/23	0	0	0	0	0	0	0	0
fev/23	0	0	0	0	118	118	0	118
mar/23	0	0	0	0	0	0	0	0
abr/23	0	0	0	0	164	164	0	164
mai/23	0	0	0	0	0	0	0	0
jun/23	0	0	0	0	52	52	0	52
jul/23	0	0	0	0	0	0	0	0
ago/23	0	0	0	0	0	0	0	0
set/23	0	0	0	0	0	0	0	0
out/23	0	0	0	0	0	0	0	0
nov/23	0	0	0	0	0	0	0	0
dez/23	0	0	0	0	0	0	0	0
jan/24	0	0	0	0	0	0	0	0
fev/24	0	0	0	0	0	0	0	0
mar/24	0	0	0	0	0	0	0	0
abr/24	0	0	0	0	0	0	0	0
mai/24	0	0	0	0	0	0	0	0
jun/24	0	0	0	0	0	0	0	0
jul/24	148	710	858	0	0	0	148	710

Fonte: Estatístico Aquaviário ANTAQ,2024

Nesta etapa também foram levantados os dados de movimentação em TEUS de vazios e cheios (embarcados e desembarcados) pelo TUP de Navegantes no mesmo período, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Volume de movimentação em TEUS de vazios e cheios (embarcados e desembarcados) no TUP Navegantes

Mês	Embarcados Cheios	Desembarcados Cheios	Total Cheios	Embarcados Vazios	Desembarcados Vazios	Total Vazios	Total Embarcados	Total Desembarcados
jan/22	37.034	32.328	69.362	9.332	12.105	21.437	46.366	44.433
fev/22	34.820	28.158	62.978	4.141	14.701	18.842	38.961	42.859
mar/22	39.878	26.648	66.526	7.584	17.802	25.386	47.462	44.450
abr/22	39.202	27.683	66.885	4.841	23.968	28.809	44.043	51.651
mai/22	42.960	29.941	72.901	6.353	15.269	21.622	49.313	45.210
jun/22	36.954	27.983	64.937	5.785	14.226	20.011	42.739	42.209
jul/22	40.847	35.393	76.240	5.718	16.013	21.731	46.565	51.406
ago/22	37.756	40.992	78.748	7.596	11.766	19.362	45.352	52.758
set/22	38.596	44.257	82.853	13.091	12.339	25.430	51.687	56.596
out/22	34.913	42.915	77.828	17.811	9.531	27.342	52.724	52.446
nov/22	30.260	38.077	68.337	15.173	10.972	26.145	45.433	49.049
dez/22	34.731	43.094	77.825	20.999	7.179	28.178	55.730	50.273
jan/23	34.868	45.238	80.106	13.369	5.835	19.204	48.237	51.073
fev/23	35.557	40.477	76.034	12.963	6.214	19.177	48.520	46.691
mar/23	46.721	45.995	92.716	10.992	14.807	25.799	57.713	60.802
abr/23	37.316	45.963	83.279	16.029	14.037	30.066	53.345	60.000
mai/23	43.175	47.582	90.757	21.392	9.543	30.935	64.567	57.125
jun/23	42.856	51.361	94.217	11.121	15.845	26.966	53.977	67.206
jul/23	42.882	46.567	89.449	11.009	10.050	21.059	53.891	56.617
ago/23	46.637	51.429	98.066	13.658	12.321	25.979	60.295	63.750
set/23	40.512	55.116	95.628	9.022	12.534	21.556	49.534	67.650
out/23	15.875	18.682	34.557	3.840	3.957	7.797	19.715	22.639
nov/23	23.580	40.671	64.251	9.401	4.195	13.596	32.981	44.866
dez/23	31.058	65.030	96.088	24.409	5.815	30.224	55.467	70.845
jan/24	23.722	39.694	63.416	27.035	3.837	30.872	50.757	43.531
fev/24	29.231	44.124	73.355	27.262	3.479	30.741	56.493	47.603
mar/24	26.743	51.953	78.696	23.841	4.337	28.178	50.584	56.290
abr/24	29.309	41.726	71.035	17.646	4.663	22.309	46.955	46.389
mai/24	32.344	38.656	71.000	19.860	6.940	26.800	52.204	45.596
jun/24	37.567	46.046	83.613	22.335	8.326	30.661	59.902	54.372
jul/24	27.808	37.907	65.715	18.581	5.568	24.149	46.389	43.475

Fonte: Estatístico Aquaviário ANTAQ, 2024

Também foram levantados os dados de movimentação em TEUS de contêineres vazios e cheios (embarcados e desembarcados) pelo TUP de Itapoá no mesmo período, conforme tabela 3.

Tabela 3 – Volume de movimentação em TEUS de vazios e cheios (embarcados e desembarcados) no TUP Itajaí

Mês	Embarcados	Desembarcados	Total Cheios	Embarcados	Desembarcados	Total Vazios	Total	
	Cheios	Cheios		Vazios	Vazios		Embarcados	Desembarcados
jan/22	26.848	23.762	50.610	5.820	6.332	12.152	32.668	30.094
fev/22	27.126	22.817	49.943	4.422	8.609	13.032	31.548	31.426
mar/22	34.824	23.830	58.654	6.734	10.208	16.942	41.558	34.038
abr/22	31.546	23.487	55.033	2.668	10.656	13.324	34.214	34.143
mai/22	35.753	26.788	62.541	4.651	13.701	18.352	40.404	40.489
jun/22	31.084	23.467	54.551	4.358	7.479	11.837	35.442	30.946
jul/22	37.698	29.512	67.210	6.556	14.029	20.585	44.254	43.541
ago/22	33.788	27.067	60.855	6.324	9.793	16.117	40.112	36.860
set/22	36.818	32.088	68.906	6.638	8.627	15.265	43.456	40.715
out/22	31.034	28.290	59.324	7.406	9.659	17.065	38.440	37.949
nov/22	25.030	24.478	49.508	5.275	9.791	15.066	30.305	34.269
dez/22	34.110	28.036	62.146	8.884	7.923	16.807	42.994	35.959
jan/23	29.454	28.333	57.787	10.222	9.428	19.650	39.676	37.761
fev/23	27.763	24.842	52.605	9.613	12.699	22.312	37.376	37.541
mar/23	35.343	27.689	63.032	8.655	13.497	22.152	43.998	41.186
abr/23	34.914	30.260	65.174	8.429	12.670	21.099	43.343	42.930
mai/23	34.217	31.053	65.270	11.679	11.669	23.348	45.896	42.722
jun/23	32.438	29.263	61.701	11.319	13.959	25.278	43.757	43.222
jul/23	39.652	34.163	73.815	10.640	12.787	23.427	50.292	46.950
ago/23	38.116	35.085	73.201	8.833	11.138	19.971	46.949	46.223
set/23	37.677	33.013	70.690	8.915	14.058	22.973	46.592	47.071
out/23	38.200	44.616	82.816	5.708	10.235	15.943	43.908	54.851
nov/23	40.933	42.069	83.002	4.096	7.844	11.940	45.029	49.913
dez/23	43.809	33.840	77.649	4.496	6.756	11.252	48.305	40.596
jan/24	35.281	43.343	78.624	6.459	7.010	13.469	41.740	50.353
fev/24	35.428	39.418	74.846	7.900	5.466	13.366	43.328	44.884
mar/24	39.018	35.637	74.655	5.445	9.118	14.563	44.463	44.755
abr/24	40.296	46.410	86.707	6.813	8.416	15.229	47.109	54.826
mai/24	32.626	45.064	77.690	8.804	5.928	14.732	41.430	50.992
jun/24	35.224	52.061	87.285	13.009	7.694	20.703	48.233	59.755
jul/24	34.179	48.366	82.545	10.004	8.799	18.803	44.183	57.165

Fonte: Estatístico Aquaviário ANTAQ, 2024

Ainda nessa etapa os dados levantados dos volumes em TEUS movimentados de vazios e cheios (embarcados e desembarcados) consolidados pelo complexo portuário Itajaí-Navegantes, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Volume consolidado de movimentação do complexo Itajaí-Navegantes.

Mês	Total Embarcados	Total	Total Embarcados	Total	Total	Total
	Cheios Itj-Nav	Desembarcados	Vazios Itj-Nav	Desembarcados	Embarcados	Desembarcados
jan/22	46.509	47.793	12.043	14.699	46.366	44.433
fev/22	46.581	40.504	5.922	16.542	38.961	42.859
mar/22	51.700	41.323	10.601	22.342	47.462	44.450
abr/22	49.618	42.358	7.685	26.400	44.043	51.651
mai/22	54.433	42.345	8.238	18.879	49.313	45.210
jun/22	48.012	38.468	8.679	18.017	42.739	42.209
jul/22	51.802	49.583	9.286	20.233	46.565	51.406
ago/22	50.837	55.208	10.689	17.659	45.352	52.758
set/22	47.752	56.769	15.425	15.402	51.687	56.596
out/22	47.353	59.959	23.613	14.237	52.724	52.446
nov/22	38.039	47.007	17.294	14.423	45.433	49.049
dez/22	38.282	50.204	24.668	8.283	55.730	50.273
jan/23	34.868	45.238	13.369	5.835	48.237	51.073
fev/23	35.557	40.477	12.963	6.332	48.520	46.691
mar/23	46.721	45.995	10.992	14.807	57.713	60.802
abr/23	37.316	45.963	16.029	14.201	53.345	60.000
mai/23	43.175	47.582	21.392	9.543	64.567	57.125
jun/23	42.856	51.361	11.121	15.897	53.977	67.206
jul/23	42.882	46.567	11.009	10.050	53.891	56.617
ago/23	46.637	51.429	13.658	12.321	60.295	63.750
set/23	40.512	55.116	9.022	12.534	49.534	67.650
out/23	15.875	18.682	3.840	3.957	19.715	22.639
nov/23	23.580	40.671	9.401	4.195	32.981	44.866
dez/23	31.058	65.030	24.409	5.815	55.467	70.845
jan/24	23.722	39.694	27.035	3.837	50.757	43.531
fev/24	29.231	44.124	27.262	3.479	56.493	47.603
mar/24	26.743	51.953	23.841	4.337	50.584	56.290
abr/24	29.309	41.726	17.646	4.663	46.955	46.389
mai/24	32.344	38.656	19.860	6.940	52.204	45.596
jun/24	37.567	46.046	22.335	8.326	59.902	54.372
jul/24	27.956	38.617	18.581	5.568	46.389	43.475

Fonte: Estatístico Aquaviário ANTAQ,2024

Na terceira etapa foi realizado o levantamento da capacidade dos *depots* de contêiner vazios na retroárea do complexo portuário de Itajaí e Navegantes e no complexo de Itapoá. Conforme dados da Antaq (2024b), estima-se que a retroárea do porto de Itajaí e TUP de Navegantes tem uma capacidade estática total de 74.100 TEUS. Já a capacidade dos *depots* de contêiner vazios na retroárea do complexo portuário de Itapoá é estimada em 29.200 TEUS. Importante ressaltar que essas são as capacidades estáticas de cada retroárea, em TEUS. A capacidade estática de armazenagem é a quantidade de produtos que podem ser armazenados na estrutura física de um *depot*. A capacidade estática pode ser calculada pela fórmula 2.

$$\text{Capacidade Estática} = \left(\frac{\text{Área ocupada por um contêiner}}{\text{Área disponível}} \right) \times \text{Número de contêineres empilhados} \quad (2)$$

Outro conceito importante é o de capacidade dinâmica. A capacidade dinâmica depende do giro de estoque e contêineres vazios, ou seja, a capacidade de armazenagem em um determinado período de tempo. A capacidade dinâmica é calculada pela equação 3.

$$\text{Capacidade Dinâmica} = \text{Capacidade Estática} \times \text{Giro de contêineres vazios} \quad (3)$$

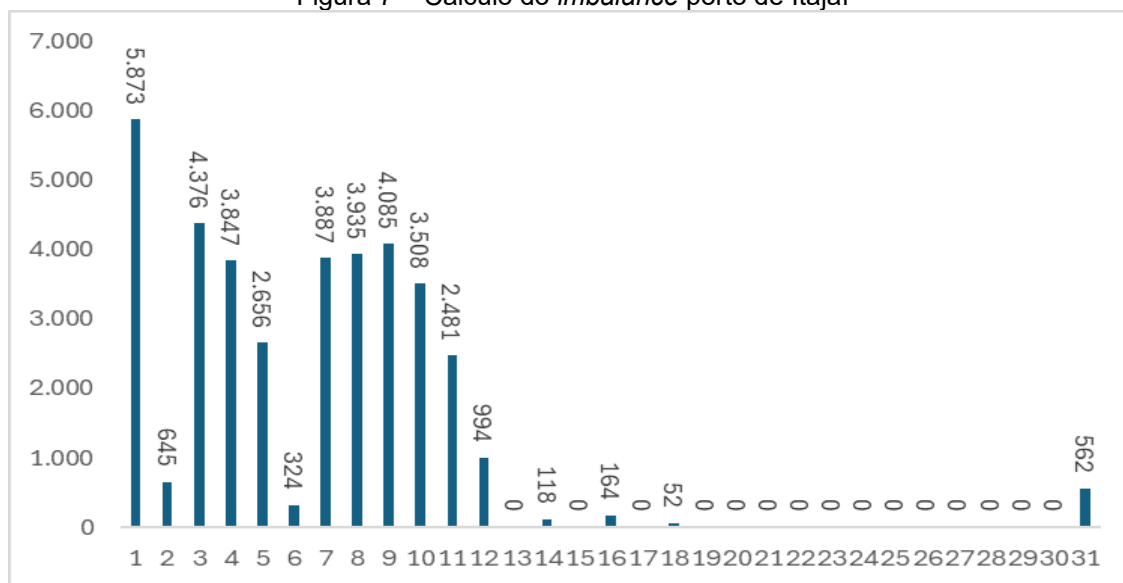
Por sua vez, o giro de contêineres vazios pode ser cálculo pela equação 4.

$$\text{Giro de Containers Vazios} = \frac{\text{Capacidade Estática}}{\text{Número total de contêineres movimentados}} \quad (4)$$

Na quarta etapa foi realizado o cálculo *imbalance*, primeiro de forma individualizada e na sequência de forma consolidada para cada complexo portuário Itajaí-Navegantes.

Os dados da Figura 7 apresentam o cálculo do *imbalance* do porto de Itajaí no período analisado.

Figura 7 – Cálculo do *imbalance* porto de Itajaí



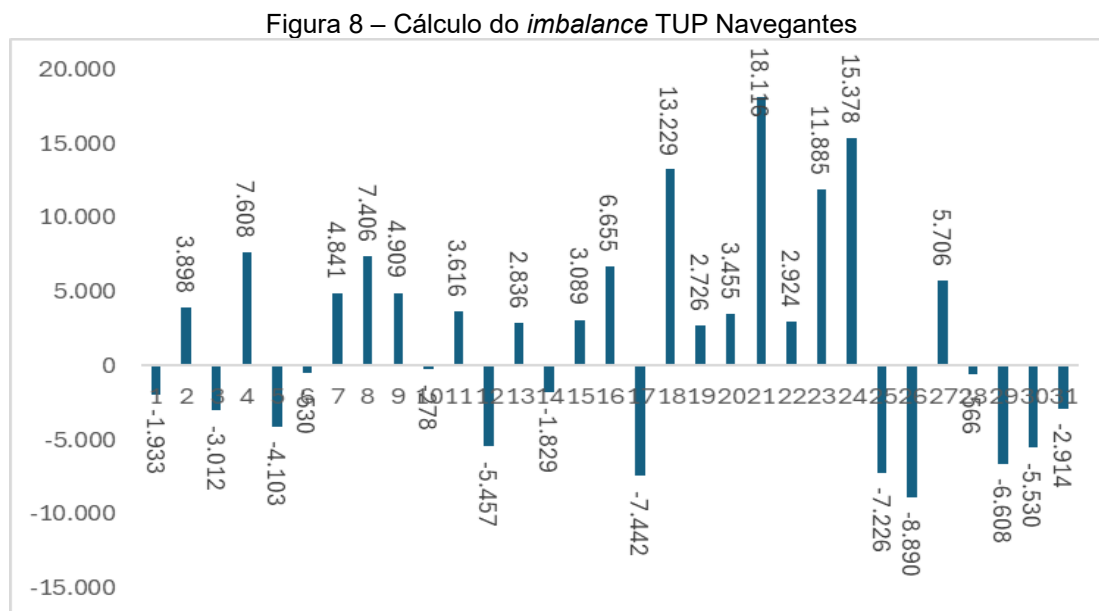
Fontes: Autores com base nos dados da Estatística Aquaviário da ANTAQ, 2024

Verifica-se na Figura 7 que o *imbalance* no caso do porto de Itajaí é positivo em todos os meses analisados, o que indica um desbalanceamento uma vez que no período foram desembarcados 154.162 TEUS e embarcados 123.115 TEUS cheios, e foram desembarcados 41.579 TEUS e embarcados 35.719 TEUS vazios, no total do período analisado. O cálculo do *imbalance* é apresentado na equação 1.

$$\text{Imbalance} = (154.162 - 123.115) + (41.479 - 35.719) = 37.507 \text{ TEUS} \quad (1)$$

Ou seja, entraram 37.507 TEUS a mais do que saíram. Essa sobra ficou armazenada nos *depots* de vazios na retroárea, o que corresponde a 50,6% da capacidade total da retroárea.

Os dados da Figura 8 apresentam o cálculo do *imbalance* do TUP de Navegantes.



Fontes: Autores com base nos dados da Estatística Aquaviário da ANTAQ, 2024

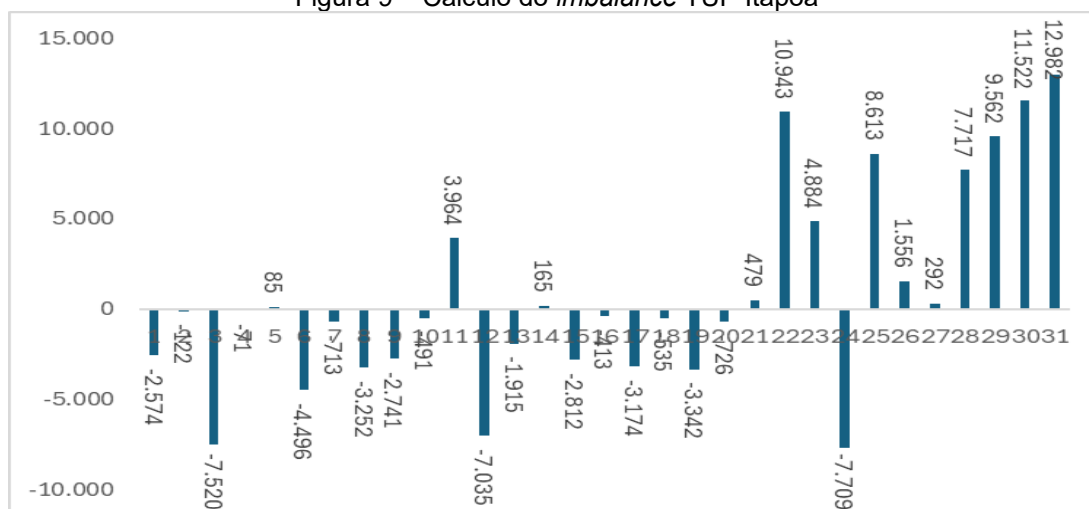
Diferente do porto de Itajaí, verifica-se pela Figura 8 que no TUP de Navegantes o *imbalance* tem saldo positivo 17 dos 31 meses analisados e de 14 meses negativos. Isso indica também que existe um desbalanceamento no fluxo uma vez que no período desembarcaram 1.271.686 TEUS e embarcaram 1.095.712 TEUS de contêineres cheios e desembarcaram 318.174 TEUS e embarcaram 432.189 TEUS de contêiner vazios no total do período analisado. O cálculo do *imbalance* é apresentado na equação 2.

$$\text{Imbalance} = (1.271.686 - 1.095.712) + (432.189 - 318.174) = 61.659 \text{ TEUS (2)}$$

Assim, entraram 61.659 TEUS a mais do que saíram. Essa sobra ficou armazenada nos *depots* de vazios na retroárea, o que corresponde a 83,2% da capacidade total da retroárea.

Os dados da Figura 9 apresentam o cálculo do *imbalance* do TUP de Itapoá.

Figura 9 – Cálculo do *imbalance* TUP Itapoá



Fontes: Autores com base nos dados Estatísticos Aquaviário da ANTAQ, 2024

A Figura 9 indica que no TUP de Itapoá o *imbalance* tem saldo negativo em 18 meses e saldo positivo em 13 meses, a maioria mais recentes. Isso indica também que existe um desbalanceamento no fluxo uma vez que no período desembarcaram 1.018.148 TEUS e embarcaram 1.070.227 TEUS cheios. Por outro lado, desembarcaram 305.978 TEUS e embarcaram 230.775 TEUS de contêineres vazios, no total do período analisado. O cálculo do *imbalance* está resumido na equação 3.

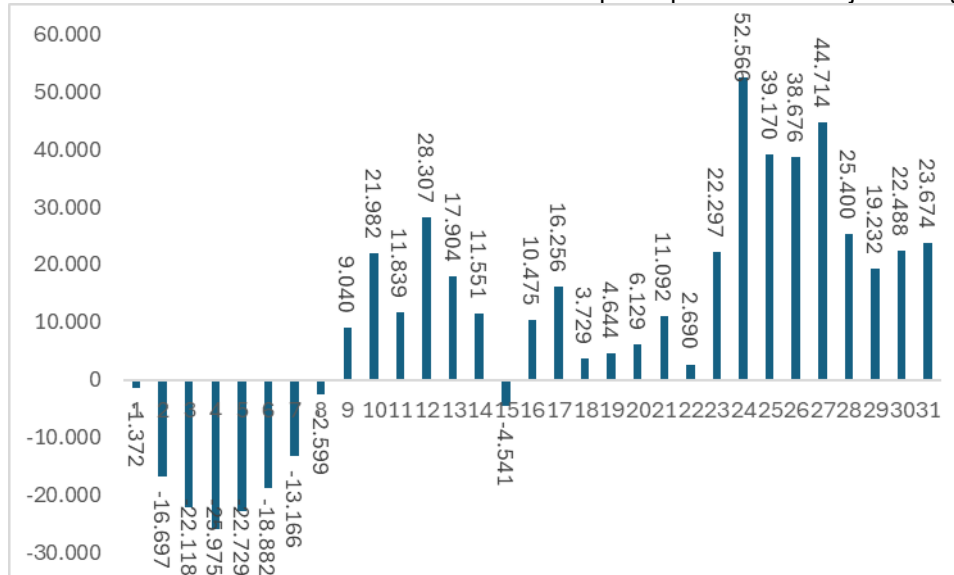
$$\text{Imbalance} = (1.018.148 - 1.070.227) + (305.978 - 230.775) = 23.124 \text{ TEUS} \quad (3)$$

Assim, entraram 23.124 TEUS a mais do que saíram. Essa sobra ficou armazenada nos *depots* de vazios na retroárea. Essa sobra ficou armazenada nos *depots* de vazios na retroárea, o que corresponde a 79,2% da capacidade total da retroárea.

Em resumo, em todos os portos e terminais analisados de forma individualizada ocorreu um excesso de desembarque, e, portanto, um excesso de disponibilidade de contêineres para atender a demanda interna, sem, contudo, haver embarque pela demanda de exportação.

No caso do porto de Itajaí e da TUP de Navegantes é necessário analisar os resultados de forma consolidada, haja vista que ambos utilizam a mesma retroárea. Os dados da Figura 10 apresentam o cálculo do *imbalance* consolidado do complexo portuário de Itajaí-Navegantes.

Figura 10 – Cálculo do *imbalance* consolidado do complexo portuário de Itajaí-Navegantes



Fontes: Autores com base nos dados da Estatística Aquaviário da ANTAQ, 2024

Conforme a Figura 10, verifica-se que o balanço de fluxo de contêineres (*imbalance*) é favorável (positivo) na maioria dos períodos analisados, ou seja, o porto de Itajaí e o TUP de Navegantes desembarcaram (importaram) juntos um total de 1.426.448 TEUS e embarcaram 1.218.827 TEUS em contêineres cheios, e embarcaram (exportaram) um total de 359.753 TEUS e desembarcaram 467.908 TEUS em contêineres vazios, ou seja, tem um saldo positivo de 99.466 TEUS a mais do que embarcaram, no total do período analisado, conforme cálculo do *imbalance* na equação 4.

$$Imbalance = (1.426.448 - 1.218.827) + (467.908 - 359.753) = 99.466 \text{ TEUS (4)}$$

Esse volume a mais deveria ficar armazenada nos *depots* de vazios na retroárea, que tem uma capacidade estática de 74.100 TEUS, ou 134% a mais que a capacidade disponível.

Uma vez que o *imbalance* está positivo na maioria dos meses analisados a partir de setembro de 2022. Isso indica um excesso de entrada e disponibilidade de contêineres para atender a demanda de exportação, sem, contudo, ter havido essa demanda de exportação no período.

Com base nos resultados das análises realizadas na seção diagnóstico, a seguir são apresentadas as discussões e sugestões de ações para mitigar o problema.

5 DISCUSSÃO E SUGESTÕES

O porto de Itajaí e os TUPs de Navegantes e Itapoá desempenham um papel fundamental no comércio exterior brasileiro, especialmente na região sul do país.

Estes portos são responsáveis pela movimentação de uma grande quantidade de cargas que transitam pelo Brasil, contribuindo significativamente para a economia local e nacional.

No entanto, um problema recorrente tem afetado a eficiência operacional desses complexos portuários: a falta de capacidade para a devolução de contêineres vazios nas suas retroáreas. Embora contêineres cheios tenham prioridade de alocação, contêineres vazios não podem ficar parados, pois são necessários para novos carregamentos para a exportação. Em resumo, se o fluxo de container vazios não forem gerenciados cuidadosamente, toda a rede operará de forma ineficiente.

Além disso, as cargas que exigem condições específicas de transporte, embora sejam transportadas com menor frequência, podem acabar enfrentando dificuldades no acesso a contêineres que atendam tais necessidades, em termos de números, mas também em termos de tipo e capacidade de volume e peso do contêiner. Por exemplo, cargas que necessitam de controle de temperatura, como por exemplo, alimentos perecíveis, que é o caso dos contêineres refrigerados e ventilados apresentados na seção de diagnóstico. Isso é importante porque, conforme análise dos resultados do diagnóstico, os perfis de carga são bem diferentes entre o porto de Itajaí, o terminal de Navegantes e o terminal de Itapoá.

Os resultados do diagnóstico do *imbalance* para o complexo portuário de Itajaí-Navegantes (Figura 10) indicam que no período analisado, entraram 99.466 TEUS a mais do que saíram, e essa deve ser a causa raiz do problema de dificuldade de devolução de contêiner vazios uma vez que a capacidade estática é limitada a 74.100 TEUS na retroárea do complexo portuário Itajaí-Navegantes, e o volume de contêineres disponíveis alcançou 134% acima da capacidade estática de armazenagem na *retroárea* em julho de 2024. Como não existem dados públicos sobre o estoque atual e giro de containers vazios nos *depots* de vazios, não é possível analisar com mais precisão qual é a real situação. Esse problema iniciou com a paralisação do porto de Itajaí, sendo que isso implicou no aumento do volume em TEUS de contêineres vazios (ver Figura 7), muito acima da demanda de exportação (saldo positivo em todos os meses). Assim, é provável inferir que esse acúmulo colapsou o fluxo de devolução, o que indica que não houve uma adequada gestão deste fluxo por parte das empresas marítimas, proprietárias/arrendatárias dos contêineres. O fluxo do embarque e desembarque de contêineres cheios são resultado do atendimento dessa demanda, mas os dados indicam que houve acúmulo acima da capacidade instalada na retroárea, o sistema não consegue receber mais contêiner para armazenagem.

Em resumo, entende-se que, quando há embarque e desembarque de contêineres vazios, é porque estão havendo ações gerenciais logísticas para suprir o desbalanceamento no fluxo para atender a demanda de transporte de cargas do mercado (Nobre, Robles e Santos, 2005). Contudo, com a paralisação de Itajaí, ocorreu o crescimento contínuo do acúmulo de contêineres, mas não foram realizadas ações gerenciais logísticas para reduzir o desbalanceamento no fluxo de vazios, o que impacta na dificuldade de devolução de contêineres vazios à rede de *depots* da retroárea.

Já a análise do complexo portuário de Itapoá mostra que entraram 23.124 TEUS a mais do que saíram (ver Figura 9), no período analisado. Assim, como também não se sabe o saldo do estoque armazenado e o giro de container vazios nos *depots* de vazios na retroárea do complexo de Itapoá, considerando a sua capacidade estática é de 24.200 TEUS, no final de julho de 2024 era de aproximadamente de 79,2% do total. Isso indica que o complexo portuário de Itapoá está abaixo do limite

da taxa de utilização da capacidade dos *depots* de vazios, também está em risco de ter problemas de devolução dos contêineres vazios, se continuar a apresentar *imbalance* positivo. Assim, é necessário que a movimentação de contêineres vazios para reduzir o desbalanceamento deve ocorrer nos dois sentidos da corrente do comércio internacional: importação e exportação, e, isso não pode parar sob pena de ocorrer um acúmulo acima da capacidade instalada nas retroáreas e o sistema também entrar em colapso.

Mas quais são as soluções para mitigar e resolver esses problemas? A seguir são apresentadas algumas delas.

5.1 SOLUÇÃO REATIVA

Para resolver o *imbalance* dos contêineres a estratégia comum e reativa é o reposicionamento de unidades vazias, não resolvendo o problema, mas mantendo as operações em funcionamento. Outras posturas reativas são o processo de substituição, oferecendo uma unidade de 40 pés pelo preço de 20 pés, ou ainda os preços seletivos, sobretaxando os custos de reposicionamento de unidades vazias. Porém, essas estratégias são contrárias ao desenvolvimento dos negócios, uma vez que incrementam custos e diminuem a competitividade do sistema logístico como um todo.

5.2 INFRAESTRUTURA LIMITADA

A infraestrutura das retroáreas desses portos é insuficiente para lidar com o volume crescente de contêineres vazios, de acordo com as projeções de crescimento do porto de Itajaí, e os TUPS de Navegantes e Itapoá. Com a expansão do comércio internacional e o aumento das importações, a quantidade de contêineres vazios que precisam ser devolvidos aos portos tem aumentado consideravelmente. As estimativas indicam que as retroáreas atuais não possuem espaço adequado para armazenar todos esses contêineres, resultando em congestionamentos que dificultam a logística portuária e aumentam a ineficiência da rede logística, e irão impactar diretamente no desempenho do comércio exterior brasileiro.

5.3 ESPAÇO FÍSICO RESTRITO PARA AMPLIAÇÃO

A localização geográfica dos portos de Itajaí, Navegantes e Itapoá também apresenta desafios. A proximidade com áreas urbanas densamente povoadas, especialmente em Itajaí e Navegantes, limita a possibilidade de expansão das áreas de armazenagem. Essa restrição de espaço físico impede a criação de novas áreas para a guarda temporária de contêineres vazios, o que agrava o problema de congestionamento e dificulta a logística de devolução.

5.4 LOGÍSTICA INADEQUADA

A logística terrestre para a devolução de contêineres vazios também enfrenta problemas. A falta de coordenação devido a falta de informações para gerenciar de forma eficiente as empresas das retroáreas, as empresas armadoras, as operações portuárias e as empresas de transporte rodoviário resultam em atrasos e dificuldades na movimentação e devolução dos contêineres vazios. Além disso, a insuficiência de caminhões e motoristas, bem como a condição das estradas e a mobilidade dos

acessos terrestres, também são fatores que contribuem para a ineficiência no processo de devolução de containers vazios.

5.5 DESEQUILÍBRIO COMERCIAL

O desequilíbrio entre importações e exportações é outro fator que exacerba o problema. Enquanto as importações aumentam, a quantidade de exportações não acompanha o mesmo ritmo, sendo que os dados indicam uma redução. Isso resulta em um acúmulo de contêineres vazios nos portos e *depots* da retroárea. Esse desequilíbrio faz com que haja mais contêineres retornando vazios do que sendo utilizados para novas cargas, criando um ciclo de congestionamento e ineficiência em toda a rede logística dos complexos portuários.

5.6 IMPACTOS

A falta de capacidade para a devolução de contêineres vazios nas retroáreas do porto de Itajaí, e TUPS de Navegantes e Itapoá tem vários impactos negativos: como a eficiência operacional, custos elevados, que impactam na baixa competitividade. Os congestionamentos nas retroáreas atrasam as operações de carga e descarga, aumentando o tempo de espera dos navios e reduzindo a eficiência geral dos portos. A demora na devolução de contêineres vazios gera custos adicionais, como taxas de *demurrage*, multas, que penalizam as empresas de logística e impactam as margens de lucro da usuários dessa rede. A ineficiência na gestão dos contêineres vazios pode tornar esses portos e terminais menos competitivos em relação a outros portos da região, como Santos, por exemplo, afetando a preferência de empresas de navegação, importadores e exportadores.

5.7 POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Para mitigar os desafios associados à devolução de contêineres vazios, este artigo sugere quatro possíveis soluções que podem ser consideradas:

- 1) **Melhoria da Infraestrutura:** Investimentos em infraestrutura portuária, incluindo a expansão e modernização das retroáreas, são essenciais para aumentar a capacidade de armazenamento.
- 2) **Otimização da Logística:** A implementação de sistemas de gestão logística avançados pode melhorar a coordenação entre os usuários, os recintos alfandegados na retroárea, os portos, *depots* de vazios e as empresas de transporte terrestre, reduzindo atrasos e aumentando a eficiência.
- 3) **Políticas de Incentivo:** Políticas que incentivem o equilíbrio entre importações e exportações podem ajudar a reduzir o acúmulo de contêineres vazios.
- 4) **Desburocratização:** Simplificar os processos burocráticos e adotar tecnologias de comunicação e informação com processamento eletrônico de documentos pode acelerar a liberação e movimentação dos contêineres vazios.

Em suma, a falta de capacidade para a devolução de contêineres vazios nas retroáreas dos complexos portuários de Itajaí-Navegantes e Itapoá representa um desafio significativo que afeta a eficiência logística e a competitividade desse porto e dos terminais. Abordar esse problema requer uma combinação de investimentos em

infraestrutura, integração de fluxos de informação, otimização da rede logística e políticas de incentivo para equilibrar o fluxo de contêineres.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre a logística de contêineres vazios nos complexos portuários de Itajaí-Navegantes e Itapoá revelou um grave desbalanceamento (*imbalance*) entre a quantidade de contêineres que entram e saem desses portos. Do ponto de vista do tráfego de contêineres, seria ideal que houvesse um equilíbrio entre contêineres que entram e saem de uma determinada região, não apenas em termos de números, mas também em termos de tipo e peso do contêiner. Este desequilíbrio é exacerbado pela infraestrutura limitada das retroáreas, o crescimento do comércio internacional e as dificuldades na logística terrestre, além do impacto do fechamento temporário do Porto de Itajaí. Com a demanda crescente por espaço de armazenamento e a falta de coordenação eficiente entre as operações de transporte rodoviário e portuário, o congestionamento nas retroáreas se tornou um grande desafio. Isso afeta a eficiência logística e reduz a competitividade do comércio exterior brasileiro, especialmente na exportação de mercadorias que dependem da disponibilidade de contêineres vazios.

7 SUGESTÕES DE FUTURAS PESQUISAS

Sugestões de futuras pesquisas podem abranger diversas áreas relacionadas à gestão logística e ao comércio exterior. Uma das áreas a ser explorada é a implementação de tecnologias de gestão logística avançada, como sistemas de gerenciamento de contêineres baseados em inteligência artificial, que podem otimizar o fluxo de contêineres vazios, minimizando o desbalanceamento e melhorando a coordenação entre o transporte terrestre e portuário. Além disso, é importante estudar o impacto de políticas de incentivo ao comércio exterior, que visem equilibrar importações e exportações nos portos, especialmente no que se refere à redistribuição de contêineres vazios para zonas de maior demanda.

Outro ponto a ser considerado é a expansão da infraestrutura portuária. A avaliação da viabilidade para a expansão das retroáreas dos complexos portuários é crucial, considerando a limitação de espaço físico e o impacto socioeconômico nas comunidades locais. A análise comparativa com outros portos internacionais também se mostra relevante, permitindo que se realizem comparações entre os complexos portuários de Itajaí, Navegantes e Itapoá e portos internacionais que apresentam características similares, com o objetivo de identificar práticas eficientes que possam ser implementadas para melhorar a logística de contêineres vazios. Por fim, estudar o impacto econômico do reposicionamento de contêineres vazios é essencial. Focar em soluções proativas para reduzir os custos operacionais e aumentar a competitividade do sistema logístico brasileiro pode trazer benefícios significativos.

Essas pesquisas têm o potencial de contribuir para o desenvolvimento de soluções sustentáveis e eficientes, melhorando a capacidade logística dos portos e a competitividade do Brasil no cenário global.

REFERÊNCIAS

ANTAQ. Estatística Aquaviário da Antaq. 2024. Acessado em: 16 set. 2024. Disponível em: <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/movcontenedor.html#pt>

ANTAQ. ATALIBA, L. S. Diagnóstico Infraestrutura Aquaviária (zona primária e secundária) em SC. II FÓRUM CATARINENSE DO SETOR PORTUÁRIO, Itapoá, 20 a 21 de junho de 2024.

BANDEIRA, D. L. Alocação e movimentação de contêineres vazios e cheios: um modelo integrado e sua aplicação. Tese de doutorado, UFRGS, 2005.

BARCO, B. L. A logística do contêiner vazio. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BELAYACHI, N.; GELAREH, S.; YACHBA, K.; BOUAMRANE, K. The logistic of shipping network. *Transport and Telecommunication Journal*, v. 18, n. 3, p. 207-219, 2017.

CABRAL, M. P. Demurrage: A sobre-estadia de contêiner no transporte marítimo internacional. Florianópolis: Publique-se, 2016.

HANDBUCH. Disponível em:
https://www.contêinerhandbuch.de/chb_e/stra/index.html?/chb_e/stra/stra_vo.html.
Acesso em: 08 out. 2024.

DIAS, G. C.; LEAL, I. C.; OLIVEIRA, U. R. D. Supply chain risk management at seaport contêiner terminals. *Universidade Federal de São Carlos*, 26(3), 2019.
<https://doi.org/10.1590/0104-530x4900-19>

GRZELAKOWSKI, A. S. Global maritime contêiner transport market under the Covid-19 crises; its evolvement, integration and regulatory challenges. *Gdynia Maritime University*, 17(2), p. 423-430, 2023. <https://doi.org/10.12716/1001.17.02.20>

HATHIKAL, S.; CHUNG, S. H.; KARCZEWSKI, M. Prediction of ocean import shipment lead time using machine learning methods. *Springer Nature*, 2(7), 2020.
<https://doi.org/10.1007/s42452-020-2951-5>

JABBOUR, C. J. C.; JABBOUR, A. B. L. D. S.; GENG, Y.; TIWARI, M. K. Introduction: Sustainable shipping and transport logistics in developing economies. *Inderscience Publishers*, 7(6), 2015. <https://doi.org/10.1504/ijstl.2015.072696>

JURAEVA, G.; MIRZAEV, N.; HAMROEV, R. K.; RUSTAMOV, M. Transport features of logistics. *EDP Sciences*, 402, 2023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340201016>

LEE, C. Y.; SONG, D. Ocean contêiner transport in global supply chains: Overview and research opportunities. *Transportation Research Part B*, v. 95, p. 442-474, 2017.

LI, J. A.; LEUNG, S. C.; WU, Y.; LIU, K. Allocation of empty contêineres between multi-ports. *European Journal of Operational Research*, v. 182, n. 1, p. 400-412, 2007.

NOBRE, M.; ROBLES, L. T.; SANTOS, F. R. A gestão logística dos contêineres vazios como fator de produtividade do comércio internacional. Bauru: XII SIMPEP, 2005.

ORTEGA-DIAZ, C. G.; SÁNCHEZ-PARTIDA, D.; FLORES, J. L. M.; CANO-OLIVOS, P. A proposed framework to improve contêinerization from Asia to North America. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal (ASTESJ)*, v. 6, n. 1, p. 479-486, 2021. <https://doi.org/10.25046/aj060152>

RAO, A. R.; WANG, H.; GUPTA, C. Predictive analysis for optimizing port operations. Cornell University, 2024. <https://doi.org/10.485>

RAO, A. R.; WANG, H.; GUPTA, C. Predictive analysis for optimizing port operations. Cornell University, 2024. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2401.14498>

REINMAN, S. L. Open Knowledge Repository. Emerald Publishing Limited, v. 29, n. 5, p. 21-22, 2015. <https://doi.org/10.1108/rr-05-2015-0113>

SILVA, A. C.; VASCONCELOS, F. N. Um estudo do desempenho operacional dos portos organizados brasileiros que operam com contêineres de 2012 a 2014. Vila Velha: Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios, 2018.

TEIXEIRA, V. G.; DA SILVA, R. O. Proposta para melhoria do problema do imbalance de contêineres: um estudo de caso de importação de televisores e exportação de café. *Revista Vianna Sapiens*, v. 9, n. 1, p. 20, 2018. <https://doi.org/10.31994/rvs.v9i1.283>

VOJDANI, N.; LOOTZ, F.; RÖSNER, R. Optimizing empty contêiner logistics based on a collaborative network approach. *Maritime Economics & Logistics*, v. 15, p. 467–493, 2013. <https://doi.org/10.1057/mel.2013.16>

ZAMBUZI, N. C. Modelo de decisão para o planejamento da movimentação de contêineres vazios. Dissertação (Mestrado) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2010.

ZHANG, R.; YUN, W. Y.; KOPFER, H. Heuristic-based truck scheduling for inland contêiner transportation. *OR Spectrum*, v. 32, p. 787–808, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00291-010-0193-4>.

ZHOU, C.; ZHU, S.; BELL, M. G.; LEE, L. H.; CHEW, E. P. Emerging technology and management research in the contêiner terminals: Trends and the COVID-19 pandemic impacts. *Ocean & Coastal Management*, v. 230, p. 106318, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106318>

**MELHORIA ERGONOMICA NA TROCA DE TAMBOR EM TRANSPORTADOR DE
CORREIA: IMPLEMENTAÇÃO DE DISPOSITIVO TIPO CARRO DE TRANSLADO
– PORTO NORTE VALE S/A**

Ronald da Silva Guterres
VALE

Camilo Lelles Santos Neto

Kescijones Brito Mesquita

Gilbert Oliveira Santos

Edson Diniz Serra

André Luis Pinto

Resumo: A troca de tambor em transportadores por correia é uma operação crítica de manutenção especialmente em ambientes como o Porto Norte. Esse processo requer um planejamento minucioso para assegurar tanto a segurança dos trabalhadores quanto a continuidade operacional. Contudo um dos principais aspectos abordados é a aplicação de melhorias ergonômicas no planejamento, visando reduzir o desgaste físico dos colaboradores durante a execução da tarefa mecânica em uma manutenção preventiva programada. A utilização de ferramentas adequadas e dispositivos de segurança, como travas de bloqueio e suportes específicos, contribui para mitigar riscos e evitar acidentes. No contexto da ergonomia, o reposicionamento de equipamentos e escolha de técnicas adequadas garantem que os operadores possam realizar o trabalho com menos esforço físico e em posições mais confortáveis, promovendo assim a eficiência e reduzindo o tempo de inatividade. Além disso, a padronização dos procedimentos e a capacitação das equipes são fundamentais para a execução segura das trocas de tambor. Outro ponto de destaque é o uso de tecnologias e técnicas de engenharia, como dispositivos de alívio de tensão nas correias, que melhoram a segurança e prolongam a vida útil dos componentes do sistema. A implementação dessas soluções ergonômicas não só diminui o risco de lesões, fadiga, como também melhora a precisão e a rapidez na execução das tarefas, reduzindo possíveis retrabalhos. Ao aplicar essas práticas, o planejamento de manutenção passa a ser uma ferramenta estratégica, os riscos mapeados e das estratégias bem definida fortalece na redução dos custos e aumentando a confiabilidade do sistema de transportadores. Conclui-se que, para garantir a segurança e eficiência na troca de tambor, é essencial a integração de boas práticas ergonômicas, treinamento constante e o uso correto de equipamentos de proteção, aliado à conscientização contínua sobre os riscos envolvidos no decorrer das atividades que contemplam um elevado nível de risco.

Palavras-chave: ergonomia; manutenção; transportador por correia; segurança; eficiência.

1 INTRODUÇÃO

A manutenção tem se tornado um tema estratégico essencial para as organizações em um cenário global cada vez mais competitivo. Sua principal função é garantir a disponibilidade de equipamentos e instalações, o que é fundamental para evitar perdas de desempenho e paradas na produção. Segundo Monchy, a manutenção atua como um suporte vital à produção, e Pereira complementa que as atividades de manutenção têm como objetivo prevenir a degradação dos ativos e instalações físicas. A falta de um gerenciamento adequado da manutenção pode resultar em impactos financeiros significativos, tornando o controle da manutenção uma prioridade para melhorar a produtividade e gerar ganhos potenciais.

A troca de tambor em transportadores de correia é uma atividade crítica e complexa que deve ser conduzida com eficiência para assegurar a continuidade operacional e a segurança dos trabalhadores. Nesse contexto, a ergonomia desempenha um papel fundamental, buscando adaptar as condições de trabalho às capacidades e limitações dos trabalhadores, conforme indicado por Lida (2005). A aplicação de princípios ergonômicos na manutenção, especialmente na troca de tambores, é vital para evitar desgastes físicos excessivos, reduzir a fadiga e garantir maior precisão nas atividades.

Para integrar efetivamente as etapas ergonômicas no planejamento da troca de tambores, é essencial estudar o layout da área de trabalho e adequar o acesso aos componentes, permitindo posturas adequadas e o mínimo esforço físico. O uso de ferramentas mecanizadas e dispositivos de auxílio, como guindastes ou plataformas elevatórias, é crucial para diminuir os riscos de sobrecarga física. Além disso, o treinamento dos operadores no uso correto desses equipamentos reforça a importância da segurança e da ergonomia no processo, contribuindo não apenas para a saúde dos trabalhadores, mas também para a eficiência operacional. Como destacado por Couto (2005), a ergonomia é um elemento chave para aumentar a produtividade, garantindo que as atividades sejam realizadas com o menor esforço e a maior segurança possível.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 IDENTIFICAÇÃO DO TERMINAL MARÍTIMO PONTA DA MADEIRA (TMPM) – PORTO NORTE

O estudo foi realizado no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM), pertencente à Vale S.A., localizado na cidade de São Luís, no estado do Maranhão. A Vale, fundada em 1986, atua no setor portuário, sendo seus principais produtos minério de ferro, manganês e pelotas, com exportações voltadas principalmente para países como China, Malásia, Japão, Barein e Omã. O TMPM conta com um total de 3.500 colaboradores, sendo 1.700 funcionários diretos e 1.800 terceirizados, cadastrados no CNAE 52.31-1 (serviços portuários), com grau de risco 3.

O terminal recebe até cinco navios simultaneamente e movimenta grandes volumes de minério de ferro, manganês e concentrado de cobre. A Vale, guiada por seu propósito, reformulou sua estratégia com foco em plataformas de crescimento e novas oportunidades alinhadas aos seus negócios atuais. Suas principais diretrizes incluem promover a mineração sustentável, fomentar soluções de baixo carbono com foco no cliente e em produtos de maior valor agregado, e garantir a alocação eficiente

de recursos para apoiar seu crescimento, mantendo a rentabilidade e um balanço financeiro saudável em diferentes cenários.

Além disso, a aplicabilidade referente à Saúde e Segurança do Trabalho (SST) foi adotada no TPM, reforçando o compromisso da Vale com a segurança de seus colaboradores e o cumprimento de normas regulatórias.

Figura 1 – Nossas ambições como maior mineradora do mundo.



Fonte: Planejamento Descarregamento VALE S/A

Vale possui uma rede de portos e terminais conectados às minas por ferrovias, incluindo portos de calado profundo aptos para receber os Valemax. Essas estruturas operam no Brasil, Indonésia, Malásia e Omã, também atendendo a serviços de carga para terceiros. No terminal marítimo de Ponta da Madeira TPM conta com uma área de aproximadamente 1.800 hectares, o porto embarca minério de ferro, manganês e pelotas. O TPM despacha diariamente milhares de toneladas de minério de ferro para indústrias da construção civil, automobilística e naval, beneficiado pela posição geográfica estratégica de São Luís para o setor industrial.

Figura 2 – Mapa do sistema no nosso TPM para os outros Países



Fonte: Criado pelo Autores

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento deste artigo utilizará pesquisa bibliográfica abrangendo artigos técnicos e acadêmicos, estudo de sites específicos sobre o tema manutenção portuária, planejamento estratégico e métodos bibliométricos, conforme Lakatos e Marconi (2014, p12). baseia-se na revisão de referências teóricas publicadas em meios escritos, eletrônicos e audiovisuais, incluindo livros, revistas profissionais, trabalhos de pesquisa, sites e documentários. Portanto, de acordo com o método SWOT definido para compor o corpo desta proposta de trabalho, a pesquisa foi realizada com base em livros de referência, artigos e materiais acadêmicos e científicos diversos, além do manual oficial do fabricante de peças SCL. Está relacionado ao tema. Está disponível na base eletrônica Google SciELO (Biblioteca Eletrônica Acadêmica e Científica Online) e nas bases de dados do Conselho de Educação Superior e Desenvolvimento da Força de Trabalho (CAPES) da Secretaria de Educação. Os termos são pesquisados juntos ou separadamente.

- 1) Planejamento em Manutenção,
- 2) Melhorias e Tendências atuais do Trabalho
- 3) Saúde e Trabalho
- 4) Indicadores de Manutenção
- 5) Gestão de Ativos

O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos 10 anos, entre 2009-2019.

4 PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO EM UMA ANÁLISE SWOT

A estratégia do planejamento no setor da manutenção industrial para componentes de alta criticidade é fundamental para o sucesso de qualquer empresa ou organização, seja pública ou privada. Em função das demandas de alta complexidade da área industrial, a análise nos processos do planejamento estratégico no processo da manutenção de ativos sempre foca na confiabilidade após as manutenções, e o objetivo deste estudo é propor uma análise estratégica da VALE com o desenvolvimento de uma matriz SWOT Aplicativo. Pesquisa realizada com nossos colaboradores e especialistas externos de outras unidades da VALE com base na metodologia Delphi. Participaram deste método vinte pessoas, entre engenheiros de planejamento e engenheiros mecânicos, com experiência em manutenção de máquinas industriais. A coleta de dados ocorreu durante 7 meses em quatro rodadas. O estudo qualitativo de dados foi através de uma minuciosa análise dos dados levantados

“O planejamento deve maximizar os resultados e minimizar as deficiências utilizando princípios de maior eficiência, eficácia e efetividade. Eles são os principais critérios de avaliação da gestão”. (Chiavenato e Sapiro, 2003, p. 39).

Com base nessa análise SWOT, podemos entender que as estratégias específicas para melhorar o planejamento de manutenção da troca de tambor com dispositivo, capitalizando as forças, mitigando as fraquezas, explorando

oportunidades e gerenciando ameaças. Isso pode incluir iniciativas como treinamento adicional da equipe, diversificação da cadeia de suprimentos, adoção de tecnologias de monitoramento preditivo e revisão dos procedimentos de segurança. Desta forma, uma análise dos aspectos internos mostrados mostra que as fraquezas são muito concentradas, sugerindo que pode haver muitas características em termos de pontos fortes que prejudicam o desenvolvimento da VALE no setor de planejamento que determina a concorrência no processo de manutenção.

A análise SWOT funciona apenas como uma ferramenta organizacional, colocando as questões corretas acerca de fatores internos e externos; devendo, no entanto, ser complementada com modelos e teorias que possam responder as questões colocadas pelo modelo acerca das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças (Barney, 2001)

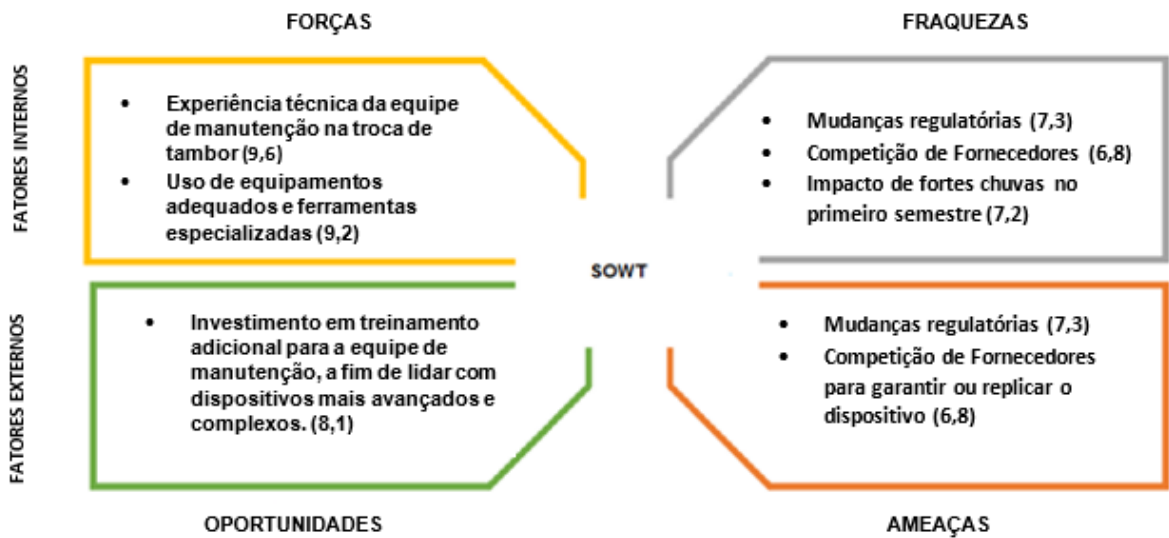
Entre essas fraquezas, as mais óbvias são as mudanças no mapa de manutenção (8,9), operação do CCM em turno de 12 horas em casos da necessidade de parar dois transportadores simultaneamente (8,6), impacto de fortes chuvas no primeiro semestre (7,29) e a estrutura física dos transportadores no quesito de ter muita interferência. Possível falta de treinamento específico para lidar com situações de troca de tambores com dispositivos mais complexos. Dependência de fornecedores específicos para peças de reposição, o que pode causar atrasos na manutenção em caso de escassez de estoque. Limitações de espaço ou infraestrutura inadequada que podem dificultar o processo de troca. (8,2)

Forças: Experiência técnica da equipe de manutenção na troca de tambores com dispositivos. (9,6) Uso de equipamentos adequados e ferramentas especializadas para executar a troca de forma eficiente (9,2)

Oportunidade: Implementar técnicas de manutenção preditiva para identificar possíveis problemas nos cilindros antes que ocorram falhas. Investir na formação adicional do pessoal de manutenção para utilizar dispositivos mais complexos e sofisticados. Buscar parcerias com fornecedores para garantir acesso contínuo a peças de reposição e minimizar o tempo de inatividade. (8.1) Ameaça: Aumento dos custos de manutenção devido a mudanças regulatórias que exigem conformidade com novos padrões de segurança ou ambientais. Concorrência de fornecedores de dispositivos alternativos que poderão oferecer soluções mais econômicas e eficientes. (6,8) As cadeias de abastecimento podem ser perturbadas por eventos inesperados, como catástrofes naturais ou crises políticas que afetem a disponibilidade de peças sobressalentes. (7.3)

4.1 CARACTERÍSTICAS INTERNAS DA MATRIZ SWOT DA VALE E SUAS RESPECTIVAS MÉDIAS.

Figura 3- Mapa da matriz SWOT Criada pelos Autores

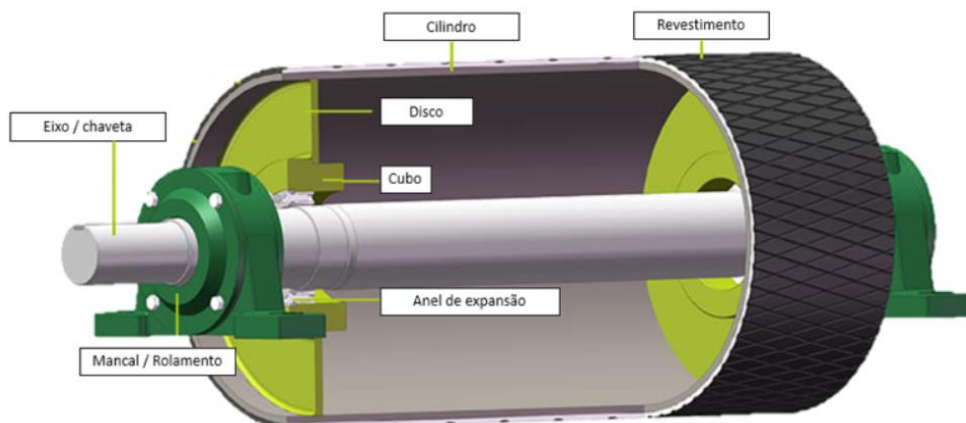


Fonte: Planejamento Descarregamento VALE S/A

5 CONCEITOS BÁSICOS

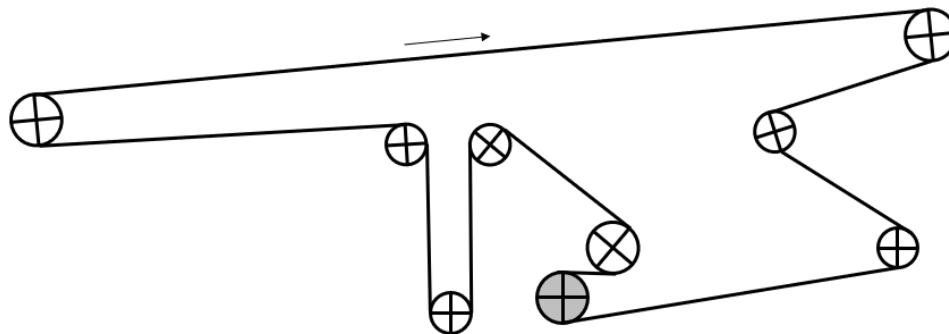
1. **Tambor:** São componentes rotativos, presentes em transportadores de correia, que possuem a função de transmitir movimento, desviar a direção ou mesmo de esticar a correia. Esse equipamento é formado por quatro componentes estruturais principais: o eixo, o cubo, o disco e o cilindro. É possível visualizar a seguir, na Figura II, a distribuição desses elementos em um tambor. Existem outros tipos de tambores em transportadores de correia, onde cada um tem a sua função específica, tais como a de efetuar desvios e dobras na correia, tensionar ou virar o transportador. Normalmente, um tambor possui massa que varia entre 7 a 14 toneladas, podendo variar para aplicações específicas. Sendo assim, podemos ter a seguinte classificação para os tambores:

Figura 4- Arranjo típico dos tambores de uma lança



Fonte: Planejamento Descarregamento VALE S/A

Figura 5- Arranjo típico dos tambores de um transportador de correia com esticamento por contrapeso

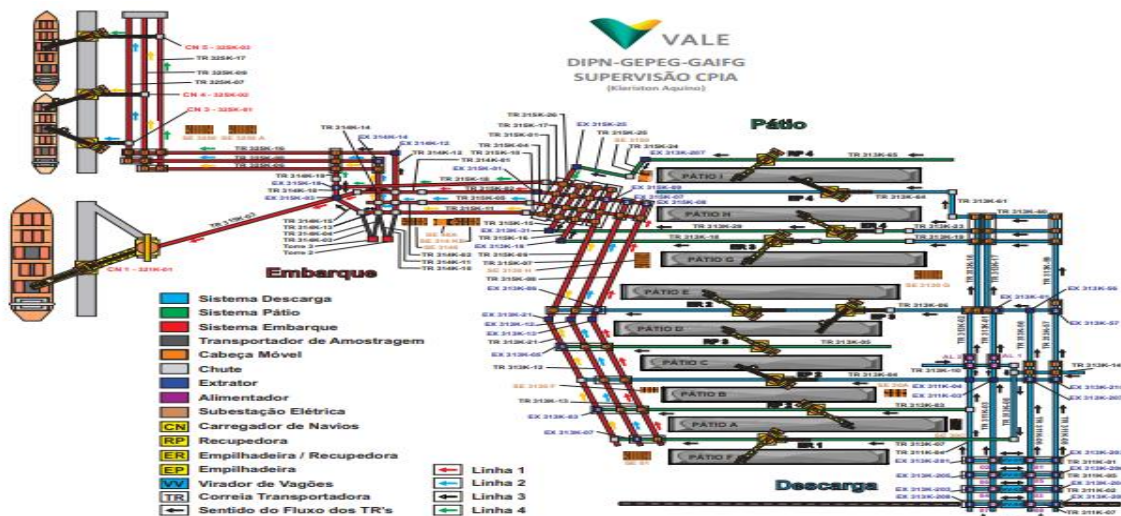


Fonte: Planejamento Descarregamento VALE

6 METODOLOGIA TRADICIONAL PARA SUBSTITUIÇÃO DE TAMBORES

Visto que o Terminal Marítimo de Ponta da Madeira possui 117 transportadores de correia e que eles apresentam os mais diversos tipos de geometria, podendo inclusive, compartilhar estruturas de sustentação entre si, as atividades correlacionadas a troca de tambor não seguem uma receita prática e padrão, pois, sua execução varia conforme o cenário de cada componente diante das estruturas ao redor e as interferências para aplicação de acessórios e/ou equipamentos de içamento. São 1464 tambores, portanto, o cenário em constante alteração exige da habilidade dos executantes para tomada de decisão diante das recomendações previstas no passo a passo da atividade planejada, levando para um ambiente de imprecisão com potencial de acidente pessoal/material.

Figura 6 - Layout dos Transportadores Porto Norte Fonte - PCM



Fonte: Planejamento Descarregamento VALE S/A

Diante disso, a atividade de troca de tambor possui potencial de risco de acidente em dois cenários distintos e com possibilidades de simultaneidade entre si:

Exposição aos riscos de prensamento, esmagamento e esforço excessivo devido ao espaço ser restrito e existir a necessidade de interação física com tambor no processo de substituição (desmobilização/mobilização) do componente

Figura 7 - Substituição de Tambor em Transportadores de Correia



Fonte: Planejamento Descarregamento VALE S/A

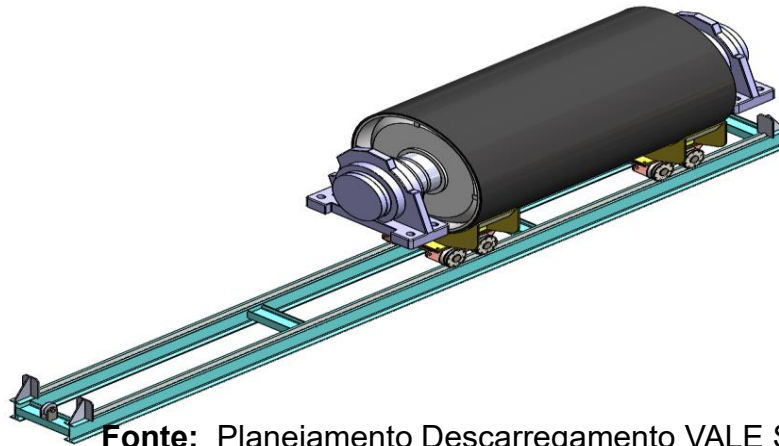
Com base no desdobramento da metodologia Lean Manufacturing, popularizada pelo sistema Toyota de produção, e difundida por Taiichi Ohno, foi possível identificar alguns desperdícios dentro das atividades de troca de tambor, conforme detalhamento abaixo:

1. Movimento: Espera: Defeito e Processamento

7 MÉTODOLOGIA DESENVOLVIDA PARA SUBSTITUIÇÃO DE TAMBORES COM APLICAÇÃO DE CARRO DE TRANSLADO

Com o objetivo de reduzir os riscos ocupacionais envolvidos na atividade e otimizar o processo de substituição de tambores em máquinas de pátio e transportadores de correia, onde o acesso é restrito devido a muitas interferências, foi-se desenvolvido um dispositivo auxiliar. O projeto do dispositivo, conceitualmente, consiste em carros com suportes de apoio para acomodar o tambor e um caminho de rolamento formado por vigas I ou W que permitem o deslocamento horizontal do conjunto no sentido axial, viabilizando o translado do tambor até o raio de ação do equipamento de guindar sem interferências com as estruturas do transportador, menor esforço físico, maior segurança e proporcionando as condições ideais para o içamento do componente com o centro de gravidade do tambor totalmente livre. A figura 6 mostra o conceito geral do projeto.

Figura 8 - Representativo 3D do caminho de rolamento para troca de tambor



Fonte: Planejamento Descarregamento VALE S/A

Figura 9- Implantação do Projeto em um transportador de correia



Fonte: Planejamento Descarregamento VALE S/A

Nota-se que para aplicação do dispositivo nesse transportador de correia, foi necessário projetar estruturas auxiliares para suportar o conjunto e garantir o deslocamento seguro do tambor sobre todo caminho de rolamento até o ponto de içamento, eliminando os riscos de execução da atividade oriundas de uma substituição convencional neste cenário, restrito, com muitas interferências e ausência de locais adequados para soldagem de olhais de içamento.

8 RESULTADOS

Antes de detalhar os resultados do projeto de troca de tambores em transportadores de correia, é importante entender o impacto das doenças osteomusculares nas atividades críticas. As doenças osteomusculares são responsáveis por um número significativo de afastamentos de trabalhadores, especialmente em atividades que demandam esforço físico e repetitivo. Na caracterização da exposição aos fatores “físicos” de risco não organizacionais, quatro elementos se destacam:

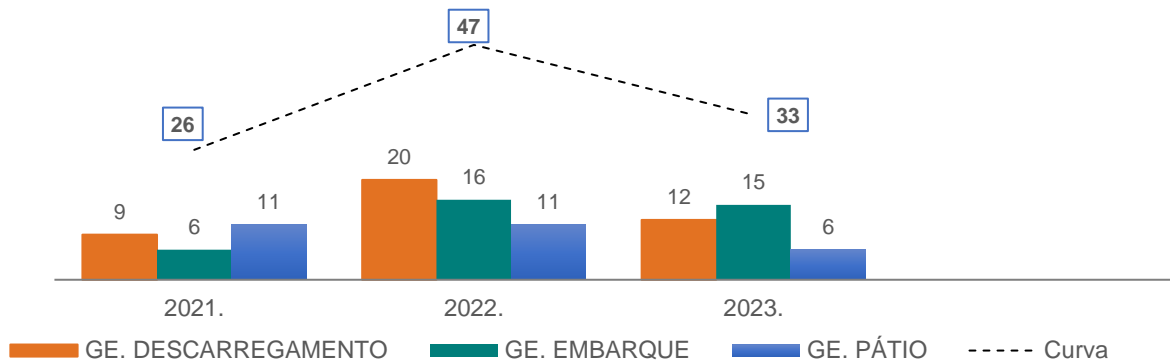
Tabela 1- Exposição aos fatores Físicos

<i>Regiões anatômicas submetidas aos fatores de risco.</i>	<i>Punho, cotovelo, ombro, mão, pescoço etc.</i>
<i>Magnitude ou intensidade dos fatores de risco.</i>	<i>Para carga musculoesquelética, por exemplo, pode ser o peso do objeto levantado. Para características psicossociais do trabalho, pode ser percepção do aumento da carga de trabalho.</i>
<i>Variação de tempo dos fatores de risco.</i>	<i>Duração do ciclo de trabalho, distribuição das pausas, estrutura de horários etc.</i>
<i>Tempo de exposição aos fatores de risco.</i>	<i>O tempo de latência das lesões e dos distúrbios pode variar de dias a décadas (KIVI, 1984; CASTORINA, 1990).</i>

Fonte: Ministério da Saúde

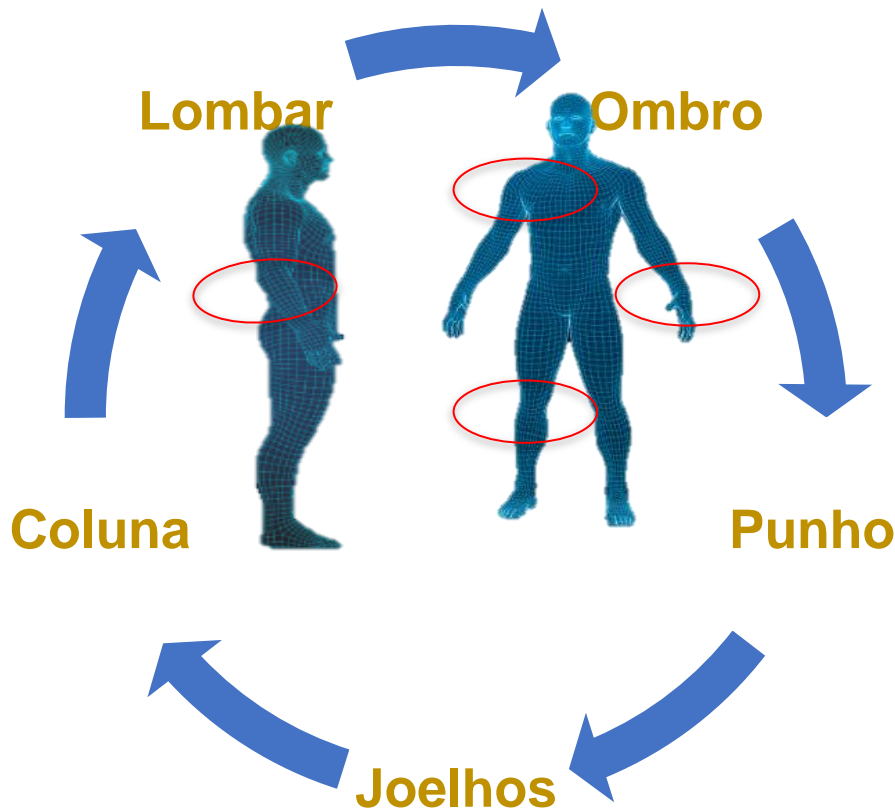
Gráfico 1: Principais lesões ergonômicas

CURVA DE ATESTADOS CID M PORTO NORTE



Fonte: Posto Médico VALE

Figura 9: Principais lesões ergonômicas



Fonte: Criado pelo Autores

Com a implantação do projeto para troca de tambores em transportadores de correia, foi evidenciado ganhos em diversos indicadores, a exemplo do MTTR (Tempo Médio para Reparo) e AIFP (Aderência a Início e Fim da Parada), entretanto, dentre os resultados, os principais estão correlacionados a pessoas. Os riscos ocupacionais na etapa de montagem e desmontagem do tambor foram reduzidos de Muito Alta para Médio. Com base na matriz de risco interna e avaliação de um profissional treinado e habilitado, foi reduzida a severidade e probabilidade de acidentes pessoais e materiais, decorrente dos efeitos de cortes/soldas das estruturas que normalmente seriam retiradas para que o guindaste tenha mínima condição para içar e remover o tambor. Do mesmo modo, foram constatados ganhos correlacionados a ergonomia. Conforme Tabela I abaixo. De modo geral, os riscos ergonômicos foram reduzidos de médio/alto para baixo

Tabela 2- Avaliação ergonômica do antes e depois

SITUAÇÃO ERGONÔMICA	CIRCUNSTÂNCIA DA EXIGÊNCIA ERGONÔMICA	CLASSE DE RISCO - ANTES	CLASSE DE RISCO - DEPOIS
Posto de trabalho	Equipamento sem espaço para movimentação de segmentos corporais.	Médio (40)	Eliminado
Esforço Físico	Trabalho com esforço físico intenso.	Médio (40)	Baixo (16)
Uso de força, pressão, prensão, flexão, extensão ou torção dos segmentos corporais	Exigência de uso frequente de força, pressão, prensão, flexão, extensão ou torção dos segmentos corporais.	Alto (96)	Baixo (16)
Movimentação Manual de Cargas	Manuseio do tambor manualmente.	Alto (80)	Baixo (16)

Fonte: Planejamento Descarregamento VALE S/A

Com a aplicação do projeto para troca de tambor houve uma redução de 43% do HH (homem-hora) necessário para realizar a atividade, a quantidade de Mecânico (HH) necessário para execução da atividade foi reduzida de 06 para 04, gerando ganhos em outras frentes de serviço que necessitam desta mão de obra. Em média, o ganho foi de 27h em tempo corrido de execução da atividade, equivalente a redução de 16% no tempo total destes serviços. Com esses ganhos de produtividade e redução de HH, é possível programar outros planos de manutenção condicional e sistemática relevantes para a confiabilidade do equipamento e contribuindo com os indicadores de produção.

"A produtividade é um componente fundamental para o sucesso organizacional, influenciando diretamente a eficiência e a lucratividade das empresas (Smith, 2010)".

Os desperdícios foram eliminados e/ou reduzidos apresentando os seguintes resultados:

A aplicação do dispositivo na troca de tambor reduziu em 33% o uso de ferramentas e 16% do tempo planejado, com etapas otimizadas. O risco de danos estruturais foi eliminado, e a produtividade aumentou ao reduzir o tempo de execução em 6 de 16 etapas. Financeiramente, os ganhos variaram entre 7% e 43%, com melhorias sustentáveis ao longo do tempo devido à menor necessidade de intervenções futuras.

9 CONCLUSÃO

O estudo sobre a troca de tambor em transportadores de correia no Porto Norte Vale, com o uso de um dispositivo de traslado, evidenciou a importância do planejamento de manutenção, análise SWOT e gestão de ativos para garantir operações seguras e eficientes. A nova metodologia implementada otimizou o processo e reduziu significativamente os riscos ergonômicos, abordando problemas relacionados a lesões osteomusculares decorrentes de esforços repetitivos. A solução também resultou em uma redução de 43% no homem-hora necessário para a atividade e mitigou os riscos ocupacionais.

Além disso, houve uma melhoria considerável em indicadores de desempenho como o MTTR (Tempo Médio para Reparo) e AIFP (Aderência a Início e Fim da

Parada), com uma redução de 69,57% nos riscos identificados pela matriz de risco. A abordagem multidisciplinar, envolvendo Manutenção, Segurança, Ergonomia e Engenharia, foi fundamental para o sucesso do projeto, garantindo que todos os aspectos técnicos e de segurança fossem adequadamente contemplados.

REFERÊNCIAS

- Barney, J. B. (2001). "Resource-based theories of competitive advantage: A ten-year retrospective on the resource-based view." *Journal of Management*, 27(6), 643-650
- Smith, J. (2010). *Maximizing Productivity: Strategies for Success*. Editora XYZ
- Kardec e Nascif (2009, p. 9): *Manutenção Funções Estratégica 3ª Ed QualityMark*
- XENOS (1998) H. G. *Gerenciando a Manutenção Produtiva*. Rio de Janeiro, editora DG, 1998.
- MONCHY, François (1987, p. 5). *A Função Manutenção*. São Paulo: Durban, 1987
- PEREIRA (2010, p.31), Maurício Fernandes. *Planejamento estratégico: teorias, modelos e processos*. São Paulo: Atlas, 2010.
- CHIAVENATO (2003, p.39) I.; SAPIRO, A. *Planejamento Estratégico: Fundamentos e Aplicações*. 2ª Ed. São Paulo: Elsevier, 2010.
- LAKATOS (2014, p.12), Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- Iida, I. (2005). **Ergonomia: projeto e produção**. Edgard Blücher.
- Dul, J., & Weerdmeester, B. (2004). **Ergonomics for beginners: A quick reference guide**. CRC Press.
- Couto, H. A. (2005). **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana**. LTr.

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO PRÉVIA DA VIABILIDADE DE USO BENÉFICO DE MATERIAL DRAGADO EM OBRAS DE ALARGAMENTO DE PRAIA

Lorenzo Tornquist Nassr
EC Projetos

Leonardo Vilela Steiner
EC Projetos

Tainara Cristina da Silveira
EC Projetos

Denis de Lima Cardoso
EC Projetos

Resumo: O presente artigo tem como objetivo avaliar a viabilidade do uso dos sedimentos a serem dragados no Porto de Luís Correia, Piauí, em obras de alargamento de praia das praias adjacentes. Para verificar a sua viabilidade, o estudo englobou a realização de duas etapas principais: a análise química e ecotoxicológica dos sedimentos das bacias de evolução, berços e canal de acesso do Porto de Luís Correia conforme o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 454/2012 e a análise da variação da linha de costa das praias de Atalaia-Coqueiro, Eólica-Pedra do Sal e Arrombado. A metodologia incluiu o uso do software CASSIE, uma ferramenta baseada em imagens de satélite, para identificar as mudanças das posições da linha de costa. Os resultados indicaram que, embora parte dos sedimentos analisados apresentaram inadequação para o uso em questão, algumas amostras estavam em conformidade com os padrões ambientais, podendo ser utilizadas para projetos de alargamento de praia. No entanto, a análise da variação da linha de costa revelou que as praias de Atalaia-Coqueiro e Eólica-Pedra do Sal não sofrem erosão significativa, enquanto a Praia do Arrombado apresentou moderados indícios de erosão. Dessa maneira, o material dragado deverá ser reaproveitado por meio de outros usos.

Palavras-chave. Uso benéfico; Alargamento de praia; Alimentação artificial de praia; Dragagem; CASSIE.

1 INTRODUÇÃO

Com a intensificação das mudanças climáticas e a crescente ocupação das zonas costeiras nas últimas décadas, a vulnerabilidade da costa à erosão e inundações vem aumentando consideravelmente (ZHANG; DOUGLAS; LEATHERMAN, 2004). A erosão costeira é responsável por causar impactos negativos no âmbito físico, ecossistêmico e social, na qual pode-se citar dentre os principais: danificação e/ou perda de bens e estruturas civis; redução da largura de praia; destruição de habitats; diminuição de biodiversidade e desequilíbrio ecológico; desvalorização imobiliária; diminuição do potencial turístico e até perda de vidas humanas (FARINACCIO, 2008; SOUZA, 2009).

Frente aos prejuízos gerados pela diminuição da faixa de praia e recuo da linha de costa, a implementação de ações mitigadoras se faz necessária para minimizar e remediar os impactos eficientemente (BRASIL, 2018). A alimentação artificial de praia é um dos métodos mais adotados por países nas últimas décadas para lidar com a erosão costeira e proteger a praia contra eventos de tempestades e inundações, além de ser uma forma de recuperar a faixa de areia perdida (BRASIL, 2018).

A alimentação praial compreende a incorporação de areia ao longo da praia para compensar a perda contínua de sedimentos, visando recuperar uma largura desejada de praia. Isso é realizado utilizando-se areia, quando compatível, de áreas ou jazidas de empréstimo (DEAN, 2002). Existem quatro categorias de jazidas de areia que podem ser utilizadas como fonte de material para obras de alargamento de praia: jazidas continentais (planícies costeiras, antigos terraços marinhos e fluviais e rios); retrobarreiras (planícies de maré, baías, estuários e ambientes lagunares próximas a ilhas de barreiras e esporões arenosos); jazidas marinhas (bancos de areia na plataforma continental, deltas de maré); e jazida de oportunidade (material dragado de canais de navegação ou outras áreas portuárias) (USACE, 2003b).

Em decorrência da alta disponibilidade de areia advinda das recorrentes obras de dragagem de aprofundamento e manutenção de áreas portuárias, o uso benéfico de materiais dragados tem ganhado destaque como uma prática sustentável e vantajosa, tanto para o meio ambiente quanto para a economia (CHILDS, 2015). Os possíveis usos incluem a utilização do material para restauração de habitats; obras de construções civis e de infraestrutura (edificações, diques, rodovias etc.); reabastecimento de solos agrícolas e obras de alimentação artificial de praias (USACE, 2003b).

Com base nisso e, frente às tendências erosivas das praias arenosas para os próximos anos (VOUSDOKAS et al., 2020), espera-se que o reaproveitamento de material dragado em obras de alargamento de praia se torne uma prática comum.

No entanto, para poder inferir a viabilidade ambiental da utilização do material para obras de engorda praial é necessário primeiramente averiguar, de maneira preliminar, a razoabilidade de tal intervenção nas praias de interesse. Isto é importante porque essas obras envolvem grandes investimentos e podem gerar impactos ambientais e sociais negativos caso não sejam bem estudadas.

Desse modo, se faz fundamental avaliar inicialmente as características dos sedimentos dragados para verificar se estes estão em conformidade com os padrões de qualidade ambiental exigidos pela legislação e apresentam condições próprias para o uso proposto. Da mesma forma, é necessário avaliar se as praias de interesse se encontram em fase erosiva e justificam a realização de uma obra de alargamento de praia. Assim, este artigo visa avaliar a aplicabilidade de uma abordagem preliminar integrada como metodologia para verificar a relevância e viabilidade do

reaproveitamento de material dragado de áreas portuárias em obras de alargamento de praia.

Nesse sentido, considerou-se a análise do caso do Porto de Luís Correia, no contexto do Projeto Integrador Intermodal do Estado do Piauí, para avaliar a aplicação do método e determinar a sua utilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EROSÃO COSTEIRA

As zonas costeiras concentram grande parte da população mundial, totalizando quase 2 bilhões de pessoas em uma faixa de até 100 km da costa, além de apresentarem uma densidade demográfica duas vezes maior do que outras regiões, abrigando 60% das grandes metrópoles do mundo (MCGRANAHAN; BALK; ANDERSON, 2007; NICHOLLS et al., 2007; NICHOLLS; CAZENAVE, 2010). No Brasil, cerca de 43 milhões de pessoas, ou 18% da população nacional, vivem na região litorânea (BRASIL, 2008). Entretanto, apesar do crescente desenvolvimento e ocupação dessas áreas, aproximadamente 70% das costas arenosas ao redor do mundo estão enfrentando processos erosivos e o recuo da linha de costa, evidenciando a urgência dessa problemática (BIRD, 2008).

A erosão costeira é ocasionada pela interação de diversos processos, sejam eles naturais, como o aumento do nível do mar, ocorrência de eventos extremos e alterações em bacias hidrográficas; ou antrópicos, como a retirada de vegetação costeira e dunas frontais, subsidência do solo, implementação de barragens e a extração de areia para construção civil (NEVES; MUEHE, 2008; WILLIAMS et al., 2018). É importante ressaltar também que a aceleração e intensificação das mudanças climáticas, agravada por atividades antrópicas, é um dos principais fatores associados a erosão da costa (ZHANG; DOUGLAS; LEATHERMAN, 2004).

Os impactos negativos da erosão costeira podem se dar no âmbito físico, ecossistêmico e social, na qual pode-se citar, dentre os principais, danificação e/ou perda de bens e estruturas civis, redução da largura de praia, destruição de habitats, diminuição de biodiversidade e desequilíbrio ecológico, desvalorização imobiliária, diminuição do potencial turístico e até perda de vidas (FARINACCIO, 2008; SOUZA, 2009).

Estudos indicam que as praias do litoral brasileiro em estado erosivo superam aquelas em estado deposicional, com 40% de todos os registros de erosão costeira ocorrendo em praias e 15% em desembocaduras fluviais (MUEHE, 2006). De acordo com o livro *Panorama da Erosão Costeira no Brasil*, publicado em 2018 pelo Ministério do Meio Ambiente, as regiões Norte e Nordeste concentram a maior quantidade de praias impactadas pela erosão. Esses impactos são atribuídos a fatores como a menor declividade da antepraia, a maior amplitude das marés e o transporte unidirecional da deriva litorânea, entre outros (BRASIL, 2018).

No Piauí, os processos erosivos têm se intensificado nas últimas décadas, nas quais algumas praias apresentam taxas de recuo anual da linha de costa na ordem de 5 metros e mais, sendo as causas associadas em sua maioria a processos naturais, com casos de erosão decorrente de ocupação humana, como nas Praias de Coqueiro e Pedra do Sal (BRASIL, 2018). O levantamento integrado realizado no projeto “Panorama da Erosão Costeira no Brasil” indicou que aproximadamente 11% da linha de costa piauiense sofre erosão e 34% apresentam tendências erosivas (BRASIL, 2018).

2.2 DRAGAGEM E USOS BENÉFICOS PARA O MATERIAL DRAGADO

A dragagem é o processo de limpeza, desobstrução, remoção, derrocamento ou escavação de materiais do fundo de corpos d'água, tais como rios, lagos, mares, baías e canais, por meio de dragas (MARINHA DO BRASIL, 2005). Normalmente esta atividade é associada à manutenção da profundidade para navegabilidade, controle de enchentes, desenvolvimento e expansão de portos e obras de engenharia costeira (VOGT; HARTMAN, 2012).

A dragagem no setor portuário pode ser classificada de acordo com seu propósito: dragagens de aprofundamento ou de implantação são aquelas referentes à criação ou ampliação de bacias por meio do aprofundamento ou alargamento de canais de acesso, bacia de evolução e berços; ou dragagens de manutenção: aquelas que tem como objetivo manter as profundidades desejadas dos canais de navegação e de outras áreas portuárias emersas ao remover o material depositado nos leitos dos corpos d'água devido ao processo natural de assoreamento (GOES FILHO, 2004).

No entanto, atividades de dragagem causam alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, além de gerarem impactos negativos (PORTO; TEIXEIRA, 2002). Os efeitos adversos compreendem: mudanças das condições hidráulicas e sedimentológicas do escoamento, podendo alterar também os padrões de circulação e mistura da água, salinidade e turbidez; alterações fisiográficas do leito do corpo d'água; poluição por substâncias tóxicas, visto que a movimentação de sedimentos pode suspender poluentes e metais pesados; e impactos diretos em habitats de fauna e flora aquática e outros ambientes naturais, sendo capaz de causar o desequilíbrio ecológico de ecossistemas (PORTO; TEIXEIRA, 2002).

Quanto ao material dragado, este pode ser descartado e disposto em corpos hídricos abertos (como oceanos, estuários, rios e lagos), em mar aberto (águas profundas, podendo ser além ou na própria plataforma continental) ou em áreas de disposição confinadas (depressões na região costeira ou em terra, normalmente associado a sedimentos que precisam de tratamento e controle) (ALMEIDA, 2004). Ainda, quando atestada a sua qualidade ambiental, os sedimentos dragados podem ser aproveitados em diversas aplicações benéficas. Segundo Monteiro (2008), os principais usos benéficos são:

1. **Aterros:** uma alternativa mais econômica e ambientalmente aceita do que a disposição do material dragado em mar ou terra;
2. **Restauração e formação de habitats:** criação de ilhas artificiais para aumentar as áreas referentes a produtividade biológica de plantas e animais;
3. **Agricultura:** formação de pastagens ou para melhorar a qualidade de solos marginais para fins agrícolas;
4. **Alimentação de praia:** utilizado em obras de alimentação de praia, para repor os sedimentos perdidos por erosão costeira e outras finalidades;
5. **Usos múltiplos:** pode ser utilizado para construir áreas recreativas, habitats para espécies silvestres e como matéria-prima na indústria da construção civil.

Atualmente, a legislação responsável por estabelecer diretrizes e procedimentos para o gerenciamento do material dragado em corpos d'água sob a jurisdição nacional é a Resolução CONAMA nº 454/2012 (BRASIL, 2012). Seu objetivo é garantir que as atividades de dragagem sejam realizadas de forma ambientalmente responsável, minimizando riscos à saúde humana e ao meio ambiente. A resolução define que todo material dragado deve passar por uma caracterização que inclua a

análise física, química e ecotoxicológica, para determinar a forma adequada de disposição final ou possíveis reaproveitamentos (BRASIL, 2012).

Cabe destacar que essa mesma resolução discute sobre os usos benéficos do material dragado e reforça os benefícios ambientais, econômicos e sociais do seu aproveitamento, indicando essa prática como uma alternativa sustentável à disposição simples do material. A Resolução CONAMA nº 454/2012 ainda traz que a viabilidade do uso benéfico deve ser avaliada com base na caracterização e classificação dos sedimentos dragados; na avaliação ambiental do local de escolha e na análise da viabilidade econômica e operacional das opções de disposição (BRASIL, 2012).

2.3 ALARGAMENTO DE PRAIA

As obras de alimentação de praia são soluções eficazes para mitigar os prejuízos causados pela erosão costeira, oferecendo uma maneira eficiente de minimizar e remediar seus impactos (BRASIL, 2018). Esta é uma das principais medidas para mitigar o recuo da linha de costa e a diminuição da faixa de praia, sendo adotada por diversos países nas últimas décadas (BRASIL, 2018). A alimentação praial compreende a incorporação de areia ao longo da praia para compensar a perda contínua de sedimentos, visando recuperar uma largura desejada de praia. Isso é feito utilizando areia, quando compatível, de áreas de empréstimo (DEAN, 2002). Além disso, essa técnica atua como uma espécie de proteção contra os impactos de ondas de tempestades e inundações (BRASIL, 2018).

A metodologia de projeto de alargamento de praias leva em consideração principalmente dois fatores cruciais: o perfil de desenho da praia, ou a linha de base, e o perfil de perda, que equivale ao volume de areia necessário para compensar a perda de sedimentos (CAPMBELL; BENEDT, 2004a). Atualmente existem dois métodos bem aceitos e amplamente utilizados por diversos países: o método americano e o método holandês (DEAN, 1991; VERHAGEN, 1992).

O método americano de alargamento de praia, proposto por Dean (1991), baseia-se no conceito de perfil de equilíbrio, calculando o volume de sedimentos necessário para restaurar a praia de acordo com a granulometria e a altura das ondas locais (DEAN, 1991). Esse método leva em consideração a velocidade de queda dos sedimentos e a influência das condições hidrodinâmicas, o que permite adaptar o projeto às características específicas da área (DEAN, 1991). Sua aplicação é prática e direta, comumente adotada em projetos de alargamento de praia devido à sua praticidade, embora tenha limitações para representar formas mais complexas de perfil praial (DEAN, 1991).

Por outro lado, o método holandês, desenvolvido por Verhagen (1992), foca em uma abordagem mais observacional e prática, com base em dados de medições dos processos erosivos obtidos por monitoramento do perfil praial ao longo de, no mínimo, 10 anos (VERHAGEN, 1992). A metodologia holandesa envolve etapas como a medição das taxas erosivas, o cálculo da perda de areia e a adição de um percentual de perda, dependendo do tamanho dos grãos (VERHAGEN, 1992). Além disso, o método holandês é amplamente utilizado por sua capacidade de adaptação às condições locais, incorporando conjuntamente em seu escopo a previsão de obras de manutenção e restauração ao longo do período de interesse.

No entanto, apesar dessas obras serem implementadas como estratégia para mitigar os efeitos da erosão costeira e para proteger o corpo praial, elas também são responsáveis por causar impactos ambientais negativos no ambiente costeiro e devem ser cuidadosamente planejadas. Isso se dá porque intervenções dessa magnitude alteram características naturais da praia de modo a alterar seu equilíbrio

ecológico e dinâmico (STAUDT *et al.*, 2021). Alguns dos potenciais efeitos adversos decorrentes do engordamento praial compreendem alterações geomorfológicas e hidrodinâmicas no habitat marinho; aumento de turbidez da água devido à manipulação de sedimentos; o soterramento de fauna bentônica; mudanças na qualidade da água, entre outros (PETERSON; BISHOP, 2005).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Como forma de verificar previamente a viabilidade do uso benéfico de material dragado em obras de alargamento de praia, considerou-se a implementação de um projeto de alimentação artificial nas praias adjacentes ao Porto de Luís Correia, tendo em vista a disponibilidade dos dados por parte do Governo do Piauí para o desenvolvimento do Projeto Integrador Intermodal do Estado do Piauí.

A metodologia deste estudo consistiu em duas etapas principais: uma primeira, com a avaliação da qualidade ambiental e das características dos sedimentos das áreas de navegação do Porto de Luís Correia; e uma segunda, referente a análise da variação da linha de costa das praias de interesse, com o objetivo de identificar se estas sofrem por processos erosivos e demandam a incorporação de sedimentos no seu perfil praial.

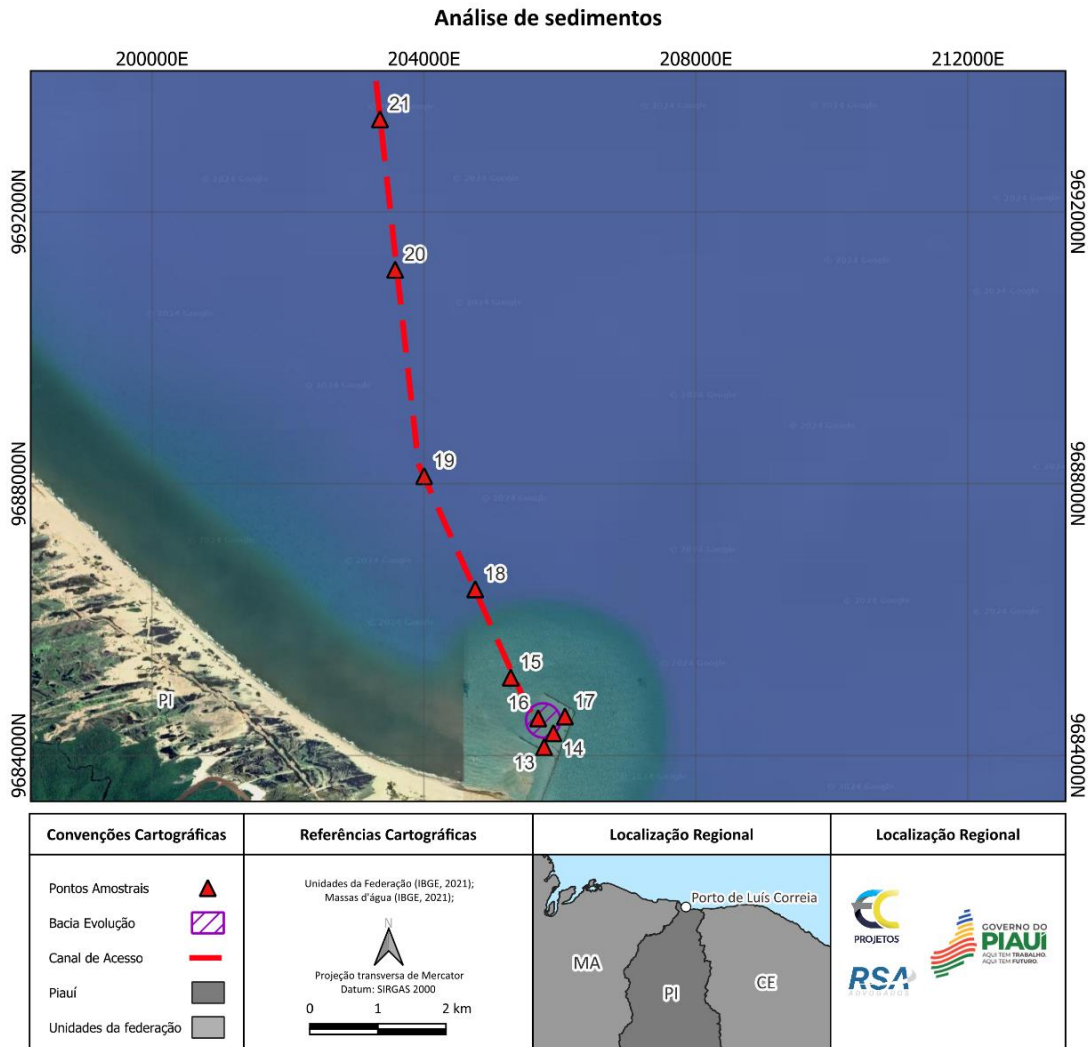
A seguir são detalhados os procedimentos metodológicos empregados neste artigo.

3.1 AVALIAÇÃO DOS SEDIMENTOS

Atualmente, a **Resolução CONAMA nº 454/2012** é a principal legislação vigente que dá as diretrizes e os procedimentos gerais necessários para o bom gerenciamento do material dragado em águas sob jurisdição brasileira, definindo os critérios e parâmetros necessários para avaliar a qualidade do sedimento dragado e investigar o seu potencial de contaminação (BRASIL, 2012). Ainda, a Resolução CONAMA nº 454/2012 estabelece as concentrações aceitáveis para diferentes níveis de classificação, assim como dá os valores limites de substâncias na qual não são observados efeitos significativos à biota aquática e aos recursos hídricos (BRASIL, 2012).

Dessa forma, no contexto do Projeto Integrador Intermodal do Estado do Piauí, foi realizada a caracterização química e ecotoxicológica dos sedimentos referentes a área da Hidrovia do Rio Parnaíba e da área portuária do Porto de Luís Correia para verificar a sua qualidade ambiental. Assim, foi realizada a coleta e análise laboratorial com amostras de sedimentos de mais de 40 (quarenta) pontos distribuídos ao longo das áreas navegáveis do Rio Parnaíba e do Porto de Luís Correia. No entanto, para o presente estudo foram avaliadas apenas as amostras coletadas ao longo do canal de acesso, dos berços e da bacia de evolução do porto. A Figura 35 apresenta a localização dos pontos analisados.

Figura 35. Amostragem dos sedimentos coletados das áreas navegáveis do Porto de Luís Correia, PI.



Fonte: Elaboração própria.

De forma geral, foram realizadas análises para obtenção de dados referentes a: metais pesados, Compostos Orgânicos Semivoláteis (SVOC), granulometria e ecotoxicologia. O ensaio de toxicidade crônica foi realizado em elutriato utilizando a espécie de ouriço-do-mar *Echinometra lucunter* como bioindicador, devido a sua sensibilidade a mudanças no ambiente marinho.

Como referência, foram adotados os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 454/2012. A Tabela 19 e Tabela 20 apresentam as concentrações limites de várias classes de substâncias e poluentes de acordo com os diferentes níveis de classificação para água doce e água salina ou salobra.

Tabela 19. Concentrações limites de diversos poluentes para águas doces e salinas-salobras.

Poluentes	Níveis de classificação				
	Água doce		Água Salina-salobra		
	Nível 1	Nível 2	Nível 1	Nível 2	
Metais Pesados e Arsênio (mg/kg)	Arsênio (As)	5,9	17	8,2	70
	Cádmio (Cd)	0,6	3,5	1,2	9,6
	Chumbo (Pb)	35	91,3	46,7	218
	Cobre (Cu)	35,7	197	34	270
	Cromo (Cr)	37,3	90	81	370
	Mercúrio (Hg)	0,17	0,486	0,15	0,71
	Níquel (Ni)	18	35,9	20,9	51,6
	Zinco (Zn)	123	315	150	410
Biocidas Organoclorados (µg/kg)	BHC (Alfa-BHC) (µg/kg)	-	-	0,32	0,99
	BHC (Beta-BHC)	-	-	0,32	0,99
	BHC (Delta-BHC)	-	-	0,32	0,99
	BHC (Gama-BHC / Lindano)	0,94	1,38	0,32	0,99
	Clordano (Alfa)	-	-	2,26	4,79
	Clordano (Gama)	-	-	2,26	4,79
	DDD	3,54	8,51	1,22	7,81
	DDE	1,42	6,75	2,07	374
	DDT	1,19	4,77	1,19	4,77
	Dieldrin	2,85	6,67	0,71	4,3
Endrin	2,67	62,4	2,67	62,4	
PCBs (µg/kg)	Bifenilas Policloradas – Totais	34,1	277	22,7	180

Fonte: Adaptado de Brasil (2012).
Elaboração própria

Tabela 20. Concentrações limites de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HAPs aceitáveis para águas doces e salinas-salobras segundo a Resolução CONAMA nº 454/2012.

Poluentes	Níveis de classificação					
	Água doce		Água salina-salobra			
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4		
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HAPs (µg/kg)	Grupo A	Benzo(a)antraceno	31,7	385	74,8	693
		Benzo(a)pireno	31,9	782	88,8	763
		Criseno	57,1	862	108	846
		Dibenzo(a,h)antraceno	6,22	135	6,22	135
	Grupo B	Acenafteno	6,71	88,9	16	500
		Acenaftileno	5,87	128	44	640

Poluentes	Níveis de classificação			
	Água doce		Água salina-salobra	
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Antraceno	46,9	245	85,3	1100
Fenantreno	41,9	515	240	1500
Fluoranteno	111	2355	600	5100
Fluoreno	21,2	144	19	540
2-Metilnaftaleno	20,2	201	70	670
Naftaleno	34,6	391	160	2100
Pireno	53	875	665	2600
Soma de HAPs	1000		3000	

Fonte: Adaptado de Brasil (2012).
Elaboração própria

A caracterização dos sedimentos deve avaliar a granulometria, pois esse parâmetro fornece informações sobre a natureza do material e seu potencial de contaminação (BRASIL, 2012). De maneira conjunta, a granulometria é essencial para entender se o sedimento é homogêneo e apresenta similaridade com o sedimento nativo das praias de interesse, para não causar impactos negativos ao ecossistema local e ao perfil praiado (BRASIL, 2018). Isso porque o tamanho do grão irá determinar como o material se comportará durante o transporte e disposição final, após sua incorporação (BRASIL, 2018). Desse modo, buscou-se realizar a avaliação da granulometria segundo a classificação da Resolução CONAMA nº 454/2012 (Tabela 21).

Tabela 21. Classificação granulométrica dos sedimentos segundo a Resolução CONAMA nº 454/2012.

Classificação	Phi (ϕ)*	(mm)
Areia muito grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia média	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125 a 0,062
Silte	4 a 8	0,062 a 0,00349
Argila	8 a 12	0,00394 a 0,0002

Fonte: Brasil (2012).

3.2 ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA DAS PRAIAS DE ATALAIÁ-COQUEIRO, ARROMBADO E EÓLICA-PEDRA DO SAL

Para verificar se as praias adjacentes ao Porto de Luís Correia estão em processo de erosão e demandam projetos de recuperação da faixa de areia, optou-se por realizar a avaliação da variação da linha de costa, dado que esta abordagem auxilia na identificação de áreas costeiras suscetíveis à erosão e serve como uma ferramenta útil para o planejamento e gerenciamento costeiro (MAZZER; DILLENBURG, 2009; MAGALHÃES, 2018).

Por fins de proximidade e logística foram estabelecidas como objeto de estudo as praias de Atalaia-Coqueiro e Arrombado, no município de Luís Correia (PI), e a

praia da Eólica-Pedra do Sal, no município de Parnaíba (PI) (Figura 36). Ainda que a Praia de Atalaia e a Praia do Coqueiro sejam áreas distintas, estas se situam na mesma faixa costeira, formando juntas um arco praial. Dessa forma, a análise foi realizada considerando que estas praias apresentam uma única linha de costa, assim como para o arco praial da Praia da Eólica e Pedra do Sal.

Figura 36. Localização das praias selecionadas para análise no presente estudo.



Fonte: Elaboração própria.

O estudo da posição da linha de costa e suas variações fornece informações essenciais para avaliar e monitorar a erosão costeira, permitindo entender como as mudanças na costa alteram o perfil praial e a faixa de praia, identificando se esta se encontra em processo de acreção ou erosão ao longo do tempo (MUEHE; KLUMB-OLIVEIRA, 2014). Por definição, a linha de costa é dada como o limite entre a interface da terra e água (BIRD, 2008).

Frente à escassez de medições *in loco* e a falta de programas nacionais de monitoramento costeiro, a utilização de imagens de satélite para analisar a variação da posição da linha de costa tem se mostrado um método eficiente e útil (OUELLETTE; GETINET, 2016). No entanto, mapear e analisar a evolução da linha

de costa requer a realização de vários processos como seleção e download das imagens de satélite, pré-processamento de imagens e digitalização das diferentes linhas de costas, além de exigir uma alta capacidade computacional (ALMEIDA *et al.*, 2021).

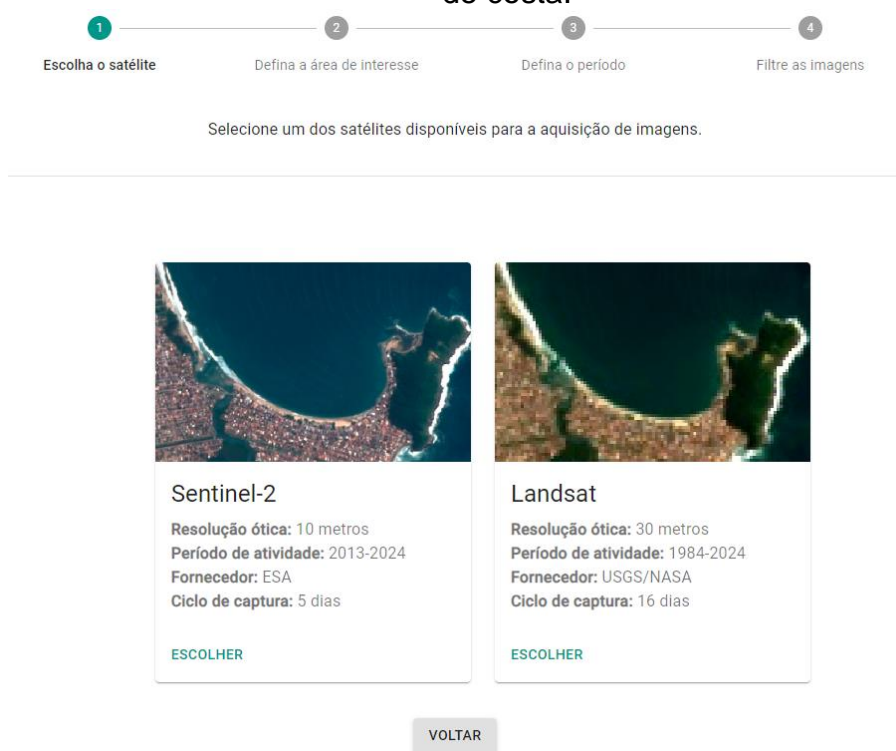
Assim, com a intenção de simplificar e auxiliar a análise, foi empregado o uso do CASSIE - *Coastal Analysis via Satellite Imagery Engine*, ferramenta web desenvolvida pelo Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O CASSIE é um aplicativo de código aberto que usufrui dos serviços do Google Earth Engine (GEE) para automatizar e digitalizar as diferentes posições da linha de costa ao longo do tempo a partir de imagens de satélite (ALMEIDA *et al.*, 2021). Ele também oferece um breve diagnóstico estatístico conforme os parâmetros do Digital Shoreline Analysis System (DSAS) (ALMEIDA *et al.*, 2021). A vantagem dessa ferramenta é que a aplicação roda inteiramente em um navegador web e realiza todas as operações de alto custo computacional na plataforma de computação paralela na nuvem do GEE, deixando para o usuário apenas as tarefas de interface (ALMEIDA *et al.*, 2021).

As etapas realizadas durante a utilização do CASSIE para a análise das linhas de costa são descritas a seguir.

3.2.1 Seleção do satélite mais apropriado aos objetivos da análise

A ferramenta disponibiliza imagens do satélite Sentinel-2, que apresenta melhor resolução ótica e uma série histórica menor, e o Landsat, que possui menor resolução ótica, porém apresenta registros desde 1984. Ainda, a periodicidade de captura do satélite Sentinel-2 é menor que a do Landsat (Figura 37).

Figura 37. Etapa de escolha do satélite para aquisição de imagens da linha de costa.



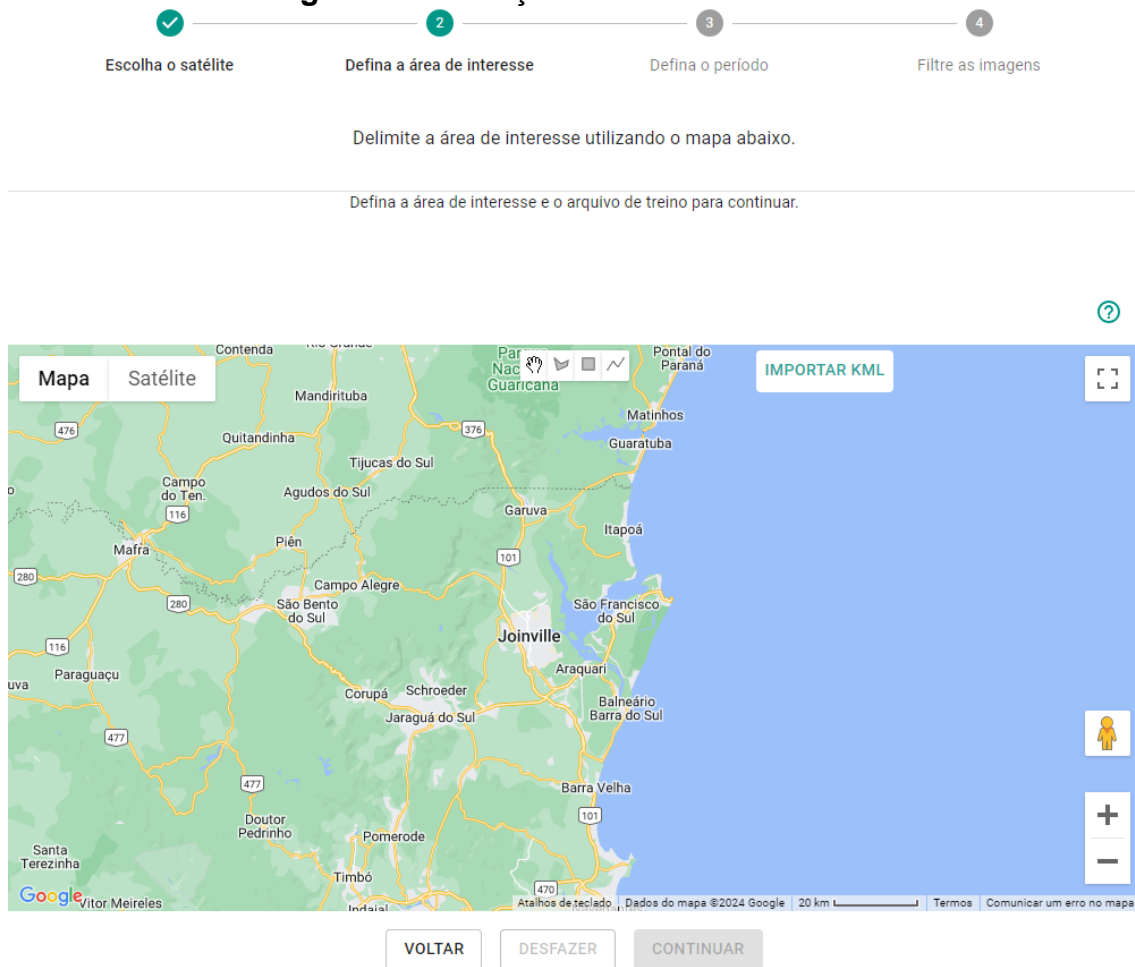
Fonte: CASSIE (2024).

Para o presente estudo optou-se por utilizar as imagens do satélite Sentinel-2, visto que este apresenta um ciclo de captura menor (5 dias) e uma resolução ótica com maior precisão (10 metros), oferecendo dados mais fidedignos da realidade.

3.2.2 Definição da área costeira de interesse

Nesta etapa é necessário indicar a praia ou a zona costeira em que se deseja realizar a análise da linha de costa. O CASSIE permite desenhar o polígono da área de interesse ou importá-la através de arquivos KML (Figura 38).

Figura 38. Definição da área de interesse.



Fonte: CASSIE (2024).

Conforme mencionado anteriormente, para o presente estudo as áreas de interesse correspondem às praias de Eólica-Pedra do Sal, Atalaia/Coqueiro e Arrombado, sendo a primeira localizada a oeste do molhe do Porto de Luís Correia, enquanto as duas últimas se encontram a Leste.

3.2.3 Definição do período de análise

Após definida a área de interesse, o CASSIE busca as imagens disponíveis de acordo com o satélite escolhido. Dessa forma é preciso especificar o período em que se quer realizar a avaliação da variação da linha de costa. Nesta etapa também é

possível determinar o nível de interferência por nuvens aceitável nas imagens (Figura 39).

Figura 39. Definição do período de análise.



Escolha o satélite Defina a área de interesse Defina o período Filtre as imagens

Especifique a data de início e data de término do conjunto de imagens.

29/11/2015 24/10/2018 18/09/2021 13/08/2024

Período: 29/11/2015 a 13/08/2024
8 anos, 529 imagens

Nível de nuvens
<= 100 %

VOLTAR CONTINUAR

Fonte: CASSIE (2024).

Tendo em vista que quanto mais robusta a série histórica de dados, maior é a precisão e confiabilidade da análise, tentou-se nesta etapa adotar o maior intervalo de tempo permitido, de maneira que foram selecionadas imagens entre as datas 29/11/2015 a 13/08/2024. Contudo, ao realizar a análise algumas imagens foram descartadas pois o software não foi capaz de identificar uma linha de costa concisa e fiel à realidade.

Vale destacar também que, para fins de comparação, todas as capturas foram realizadas em horários similares, variando entre 12:00 e 13:30. Ainda, foram analisadas apenas imagens com um nível de interferência por nuvem menor que 2,5 %.




3.2.4 Processamento e filtragem das imagens

Uma vez selecionado o período de análise, deve-se filtrar as imagens conforme o padrão de qualidade desejado. Isto é, selecionar as imagens de modo a verificar se existe alguma possível interposição de nuvens. O manual básico do CASSIE também orienta a escolher capturas que não apresentem excesso de espumas de onda, pois isto pode prejudicar o reconhecimento da interface água-terra pela ferramenta (Figura 40).

Figura 40. Etapa de filtragem das imagens.



Aplique filtros para manter somente as imagens apropriadas.

ID	Nuvens	Miniatura	Selecionada
			<input checked="" type="checkbox"/>
S2 - 13/08/2024 13:13	0.5%		<input checked="" type="checkbox"/>
S2 - 08/08/2024 13:13	0.5%		<input checked="" type="checkbox"/>
S2 - 03/08/2024 13:13	0.5%		<input checked="" type="checkbox"/>

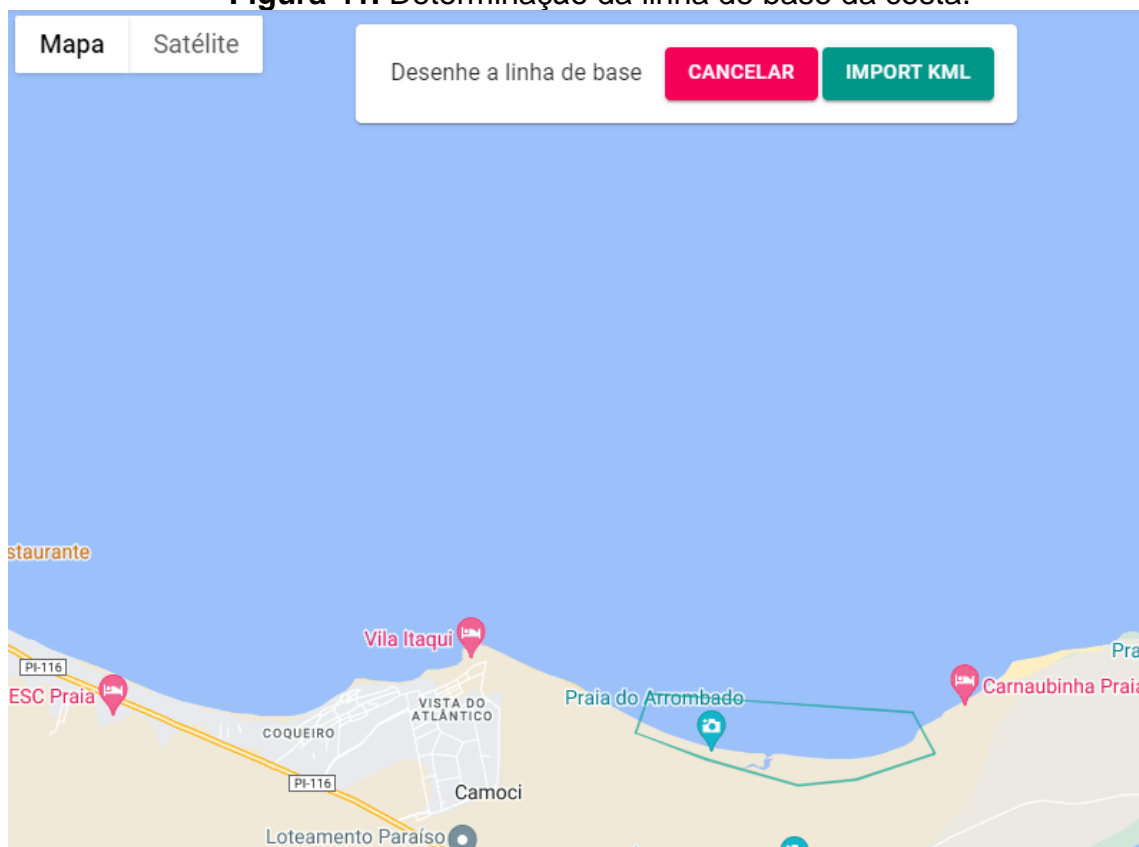
Fonte: CASSIE (2024).

Visando diminuir os ruídos nos resultados, decidiu-se manter uma periodicidade uniforme entre as análises das linhas de costa, selecionando imagens com um intervalo padrão de 3 meses entre as capturas. Além disso, foram selecionadas apenas as imagens que não apresentaram excesso de espuma de ondas, uma vez que estas interferem no reconhecimento da interface água-terra.

3.2.5 Definição da linha de base

Após a seleção de imagens é preciso determinar a linha de base da costa em que se pretende utilizar como referência para a análise (Figura 41). Por exemplo, os Países Baixos utilizam a linha de costa do ano de 1990 como base, na qual a linha de costa atual não pode ser menor que esta (MIN V&W, 1990).

Figura 41. Determinação da linha de base da costa.



Fonte: CASSIE (2024).

Para definir as respectivas linhas de costa de base de cada praia de interesse foi utilizado o programa *Google Earth Pro*, considerando que este permite a visualização e comparação de imagens de satélite de diferentes anos. Assim, adotou-se a posição da linha de costa do ano de 2003 para as praias analisadas (Eólica-Pedra do Sal, Atalaia/Coqueiro e Arrombado), pois este é o ano mais antigo em que se encontram imagens de satélite de alta qualidade disponíveis.

Visto que a faixa de praia varia continuamente ao longo do tempo em virtude da dinâmica natural da zona costeira, para desenhar a linha de costa foi utilizada como indicador a interface entre a areia seca e molhada, mais relevante e utilizado para avaliações de larga escala (BOAK; TURNER, 2005).

A Figura 42 ilustra o processo de delimitação da linha de costa base, utilizando as imagens de satélite de 2003 como referência.

Figura 42. Determinação da linha de costa base a partir da configuração da Praia de Atalaia e Praia do Coqueiro, Piauí, no ano de 2003.



Fonte: Google Earth (2024).

Após a definição das respectivas linhas de costa de base das praias de Atalaia/Coqueiro, Eólica-Pedra do Sal e Arrombado, foram exportados os arquivos KML para a ferramenta CASSIE para posterior análise.

3.2.6 Análise das linhas de costa

Desenhada a linha de base, o CASSIE já pode realizar o módulo de análise das linhas de costa e extrair as suas respectivas posições das imagens selecionadas. Para tal, a ferramenta exige que sejam inseridos os seguintes parâmetros de análise: espaçamento e extensão dos transectos (em metros) e o coeficiente de limiarização (quanto maior este valor, mais rígida é a análise quanto ao que é considerado um corpo d'água) (Figura 43).

Figura 43. Etapa de escolha dos parâmetros de análise das variações da linha de costa.



Fonte: CASSIE (2024).

Foram adotados os seguintes valores padrões para os parâmetros de análise: transectos com espaçamento de 300 m, extensão de 1.400 m e um coeficiente de limiarização de 0,5. No entanto, para a Praia do Arrombado, por apresentar menor extensão que as demais, foi adotado um espaçamento de 100 m entre os transectos, a fim de otimizar os resultados.

Salienta-se que os parâmetros foram definidos após a realização de múltiplas tentativas no software para identificar a configuração mais otimizada.

3.2.7 Avaliação dos resultados

Por fim, o CASSIE irá retornar os resultados da análise por meio de um relatório que inclui todos os atributos dos transectos (coordenadas, taxa de variação, datas etc.) e a descrição estatística dos dados, disponibilizando o download nos formatos de CSV, GeoJSON e Shapefile. Dessa forma é possível realizar a avaliação quantitativa, visual e estatística dos resultados conforme os objetivos da análise.

Embora o relatório gerado pelo CASSIE disponibilize uma vasta quantidade de dados, para o presente estudo optou-se por avaliar apenas as seguintes informações: taxa de alteração da linha de costa (LRR ou Linear Regression Rate), que consiste em um cálculo de regressão linear simples considerando as variações existentes ao longo de cada linha de costa selecionada; o coeficiente de correlação (r) associado, parâmetro estatístico que determina a intensidade da relação linear; e a classificação do transecto (estável, acrescida, erodida e criticamente erodida).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AVALIAÇÃO DOS SEDIMENTOS

Os resultados das análises químicas e toxicológicas, ao serem comparados aos valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 454/2012, mostraram que, dos 9 pontos amostrados, 4 apresentaram desconformidade (Tabela 22).

Tabela 22. Resultados dos parâmetros químicos e ecotoxicológicos das amostras de sedimentos do presente estudo.

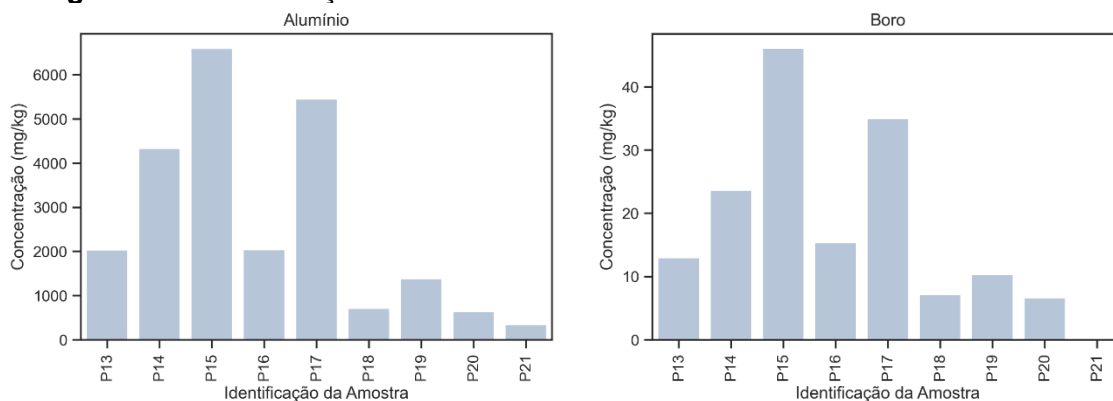
Amostra	Análises		
	Metais pesados e arsênio	Compostos Orgânicos Semi-Voláteis (SVOC)	Toxicidade crônica
P13	Em conformidade	Em conformidade	Em desconformidade
P14	Em conformidade	Em conformidade	Em desconformidade
P15	Em conformidade	Em conformidade	Em desconformidade
P16	Em conformidade	Em conformidade	Em conformidade
P17	Em conformidade	Em conformidade	Em desconformidade
P18	Em conformidade	Em conformidade	Em conformidade
P19	Em conformidade	Em conformidade	Em conformidade
P20	Em conformidade	Em conformidade	Em conformidade
P21	Em conformidade	Em conformidade	Em conformidade

Fonte: Elaboração própria.

Os pontos nos quais foi constatado desconformidade se referem aos sedimentos coletados na bacia de evolução do Porto de Luís Correia, com exceção da amostra P15, que apresentou conformidade para todos os parâmetros analisados. Isto pode se dar muito provavelmente em decorrência da proximidade dessa área com a desembocadura do Rio Parnaíba e de seu afluente, o Igarapé (CODEVASF, 2006). A descarga de material orgânico proveniente de rios muitas vezes é acompanhada de compostos e poluentes tóxicos provenientes de atividades industriais e agrícolas, podendo afetar a coluna d'água e até os sedimentos.

Ainda, embora as amostras P15 e P17 tenham apresentado valores em conformidade com os níveis definidos pela Resolução CONAMA nº 454/2012 para metais pesados e arsênio, estas revelaram resultados expressivos para metais como alumínio e boro (Figura 44), indicando a necessidade de continuar acompanhando os níveis dessas substâncias.

Figura 44. Concentrações de alumínio e boro constatadas nas amostras analisadas.



Fonte: Consórcio Intermodal (2024).

Devido a constatação de toxicidade dos sedimentos referentes as amostras P13, P14, P15 e P17, estes foram descartados da possibilidade de uso para obras de alargamento de praia, visto que não apresentam as condições ambientais adequadas e seguras, podendo comprometer a qualidade ecológica da área e a integridade da biota que ali vive.

No entanto, levando em consideração que os sedimento das demais amostras demonstraram adequação a todos os parâmetros indicados pela Resolução CONAMA nº 454/2012, estes foram consideradas aptos para uso em obras de alargamento de praia, apontando uma possível área de empréstimo de areia.

Por fim, para fins de caracterização, foi realizada a análise granulométrica dos sedimentos coletados segundo a classificação da Resolução CONAMA nº 454/2012 (Tabela 23):

Tabela 23. Granulometria dos sedimentos analisados no presente estudo.

Classe	Amostras								
	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
Fração Areia Muito Grossa	0,2%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	1,9%	0,2%	3,5%	9,4%
Fração Areia Grossa	0,1%	0,2%	0,0%	0,1%	0,0%	16,9%	0,8%	30,1%	48,2%
Fração Areia Média	0,4%	0,3%	1,0%	0,4%	0,1%	22,7%	3,1%	43,1%	37,8%
Fração Areia Fina	1,3%	0,8%	1,3%	4,3%	0,6%	11,6%	11,5%	20,0%	2,4%
Fração Areia Muito Fina	54,5%	39,8%	2,3%	63,3%	3,1%	46,5%	81,9%	1,8%	0,8%
Fração Silte	15,9%	23,0%	44,4%	12,0%	50,6%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%

Classe	Amostras									
	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	
Fração Argila	27,6%	35,9%	51,0%	19,8%	45,6%	1,0%	2,2%	1,3%	1,2%	

Fonte: Elaboração própria.

A partir das frações das classes de grãos de cada amostra foi possível observar que os sedimentos apresentam distintas composições granulométricas: as amostras P14, P15 e P17 correspondem aos sedimentos de menor granulometria, predominando frações argilosas e siltsas; já as amostras P13, P16 e P19 apresentaram predominância de sedimentos de areia muito fina; as amostras P20 e P21 indicaram maiores frações de sedimentos mais grossos como areia grossa e areia média. Por fim, a amostra P18 não apresentou uma distribuição bem definida, demonstrando uma heterogeneidade granulométrica composta por frações expressivas de sedimentos de finos e grossos.

Tendo em vista que todas as praias da área de estudo são classificadas como praias arenosas (FERREIRA, 2019), a incorporação de sedimento para o alargamento de suas faixas de praia deve ser idealmente realizada com material semelhante ao grão nativo, ou seja, areia (BRASIL, 2018). Com base nisso, é recomendável a utilização dos sedimentos coletados na área das amostras P16 ou P19, uma vez que estes pontos apresentaram maior homogeneidade granulométrica quanto às frações arenosas.

4.2 ANÁLISE DA VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA

Os resultados referentes à análise da variação da linha de costa, conforme a metodologia utilizada pela ferramenta CASSIE, são apresentados e discutidos a seguir por área de estudo avaliada. A Tabela 24 apresenta o resumo geral dos resultados.

Tabela 24. Tabela-resumo dos resultados referentes à análise da variação da linha de costa.

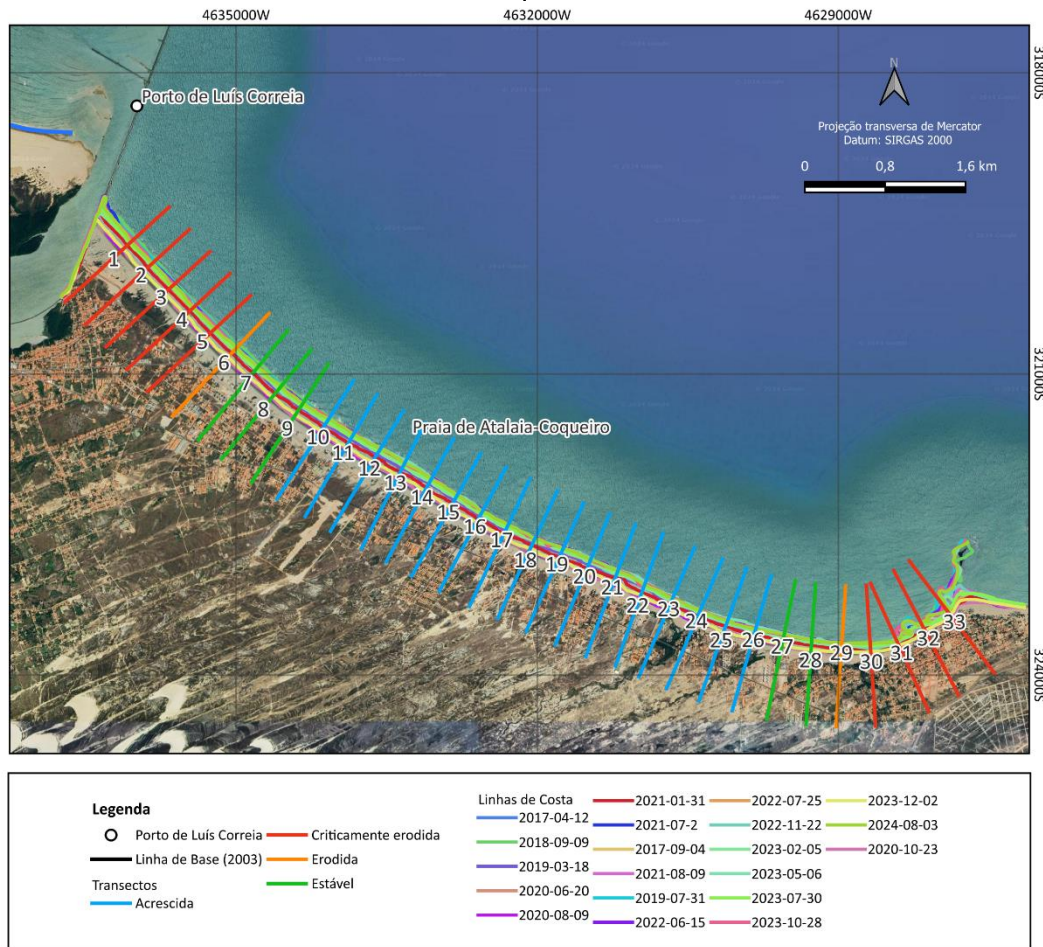
Condição	Praia de Atalaia-Coqueiro	Praia da Eólica-Pedra do Sal	Praia do Arrombado
Acrescida	52%	40%	14%
Estável	15%	54%	41%
Erodida	6%	6%	11%
Criticamente erodida	27%	0%	35%

Fonte: CASSIE (2024).
Elaboração própria.

4.2.1 Praia de Atalaia-Coqueiro

Os dados gerados pelo módulo de análise das linhas de costa do CASSIE são apresentados abaixo na Figura 45.

Figura 45. Análise da variação da posição das linhas de costa do arco praial Atalaia-Coqueiro.



Fonte: Elaboração própria.

Em termos gerais, os dados gerados pelo CASSIE demonstraram que, com respeito a linha de base definida previamente, a Praia de Atalaia-Coqueiro se encontra majoritariamente em processo de deposição de sedimentos, na qual apenas alguns trechos indicaram o recuo da linha de costa.

Nota-se que as extremidades do arco praial de Atalaia-Coqueiro, segundo os resultados, sofrem mais por processos erosivos e perderam uma maior extensão da faixa de praia se comparados as outras. Isso está em consonância com o observado por Ferreira (2019), que, ao aplicar um sistema de análise da linha de costa do litoral piauiense para os anos de 1984 a 2017, apontou que as praias de Atalaia e Coqueiro apresentaram ganhos sedimentares a taxas superiores a 2m/ano.

As taxas de alteração e seus respectivos coeficientes de correlação são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25. Resultados gerados pelo CASSIE de acordo com a análise da variação da linha de costa de Atalaia-Coqueiro.

Transecto	Classificação	Taxa de alteração (m/ano)	Coefficiente de correlação (r)
1	Criticamente Erodida	-4,444	-0,193
2	Criticamente Erodida	-4,058	-0,176
3	Criticamente Erodida	-4,196	-0,191
4	Criticamente Erodida	-3,019	-0,132

Transecto	Classificação	Taxa de alteração (m/ano)	Coefficiente de correlação (r)
5	Criticamente Erodida	-2,697	-0,114
6	Erodida	-0,951	-0,041
7	Estável	-0,207	-0,008
8	Estável	-0,448	-0,018
9	Estável	-0,019	-0,001
10	Acrescida	1,409	0,055
11	Acrescida	3,214	0,122
12	Acrescida	3,507	0,132
13	Acrescida	4,297	0,15
14	Acrescida	2,265	0,087
15	Acrescida	3,175	0,129
16	Acrescida	3,365	0,156
17	Acrescida	2,85	0,131
18	Acrescida	2,711	0,128
19	Acrescida	2,993	0,129
20	Acrescida	4,112	0,173
21	Acrescida	4,287	0,209
22	Acrescida	1,177	0,055
23	Acrescida	1,525	0,079
24	Acrescida	1,693	0,089
25	Acrescida	2,442	0,129
26	Acrescida	1,374	0,071
27	Estável	0,163	0,009
28	Estável	-0,088	-0,005
29	Erodida	-0,85	-0,059
30	Criticamente Erodida	-1,213	-0,09
31	Criticamente Erodida	-1,831	-0,167
32	Criticamente Erodida	-1,34	-0,093
33	Criticamente Erodida	-7,876	-0,24

Fonte: CASSIE (2024).

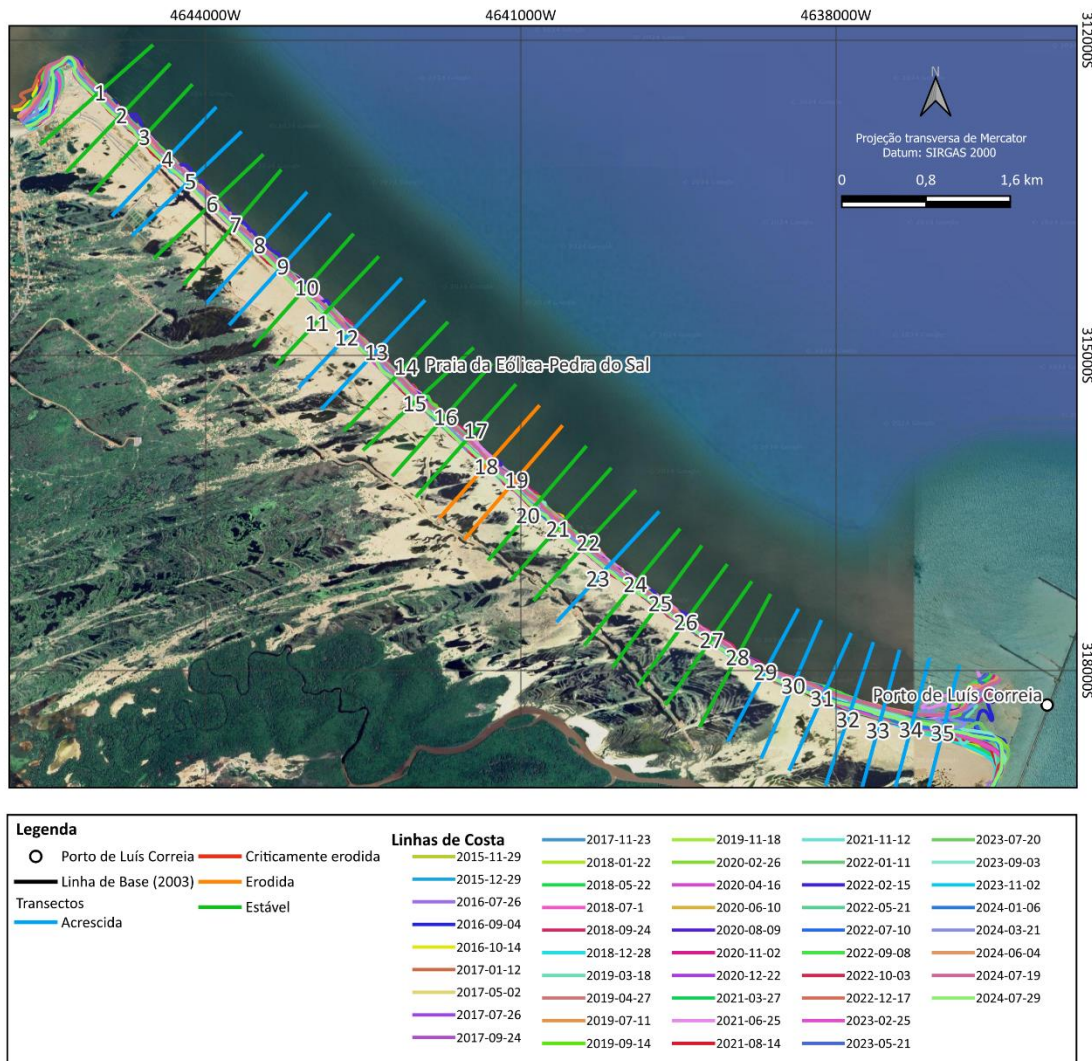
Elaboração própria.

Dos 33 transectos analisados, constatou-se que 17 apontam trechos em acresção, 5 estáveis, 2 em erosão e 9 criticamente erodidos. Os trechos em erosão representam 33% da praia, enquanto os outros 67% indicam estabilidade ou acresção de sedimentos. Ainda, alguns trechos apresentam uma taxa de acresção de mais de 4 m por ano, valores coerentes com o observado na publicação “Panorama da erosão costeira no Brasil”, organizado por Dieter Muehe (BRASIL, 2018).

4.2.2 Praia da Eólica-Pedra do Sal

Os dados gerados pelo módulo de análise das linhas de costa do CASSIE são apresentados abaixo na Figura 46.

Figura 46. Análise da variação da posição das linhas de costa do arco praial Eólica-Pedra do Sal.



Fonte: Elaboração própria.

O arco praial das praias da Eólica e Pedra do Sal revelaram que, conforme os resultados gerados pelo CASSIE, apenas um pequeno trecho de sua extensão sofreu com a perda de sedimentos e é influenciada por processos erosivos nos últimos anos.

Foram analisados 35 transectos ao longo do arco praial Eólica-Pedra do Sal e, apenas 2 deles demonstraram recuo da linha de costa se comparada a linha do ano de 2003. Das áreas analisadas, as praias da Eólica e Pedra do Sal foram que apontaram a menor influência por erosão ao longo de sua extensão, com transectos apontando majoritariamente estabilidade e acresção.

As taxas de alteração e seus respectivos coeficientes de correlação são apresentados na Tabela 26.

Tabela 26. Resultados gerados pelo CASSIE de acordo com a análise da variação da linha de costa de Eólica-Pedra do Sal.

Transecto	Classificação	Taxa de alteração (m/ano)	Coefficiente de correlação (r)
1	Estável	-0,385	-0,047
2	Estável	0,485	0,055
3	Estável	0,006	0,001
4	Acrescida	1,189	0,122
5	Acrescida	1,351	0,141
6	Estável	0,388	0,039
7	Estável	0,004	0,001
8	Acrescida	0,722	0,111
9	Acrescida	1,125	0,149
10	Estável	0,016	0,003
11	Estável	0,469	0,089
12	Acrescida	0,673	0,127
13	Acrescida	0,749	0,154
14	Estável	-0,144	-0,029
15	Estável	0,087	0,017
16	Estável	-0,334	-0,061
17	Estável	-0,006	-0,001
18	Erodida	-0,691	-0,123
19	Erodida	-0,723	-0,13
20	Estável	0,32	0,048
21	Estável	-0,207	-0,037
22	Estável	0,07	0,011
23	Acrescida	1,517	0,278
24	Estável	-0,045	-0,005
25	Estável	0,444	0,051
26	Estável	0,458	0,052
27	Estável	0,024	0,002
28	Estável	0,393	0,044
29	Acrescida	1,412	0,148
30	Acrescida	4,656	0,387
31	Acrescida	5,157	0,339
32	Acrescida	4,756	0,341
33	Acrescida	4,597	0,311
34	Acrescida	6,398	0,399
35	Acrescida	10,43	0,428

Fonte: CASSIE (2024).
 Elaboração própria.

Foram identificados, dos 35 transectos, 14 em acresção; 19 em estabilidade; 2 em erosão; e nenhum criticamente erodido. Os únicos dois transectos que demonstraram recuo da linha de costa se situam na porção central do arco praiial Eólica-Pedra do Sal, com a extremidade próxima a desembocadura do Rio Parnaíba apontando as maiores taxas de alteração, com valores de até +10 m por ano, enquanto a outra extremidade indica, majoritariamente, estabilidade da linha de costa.

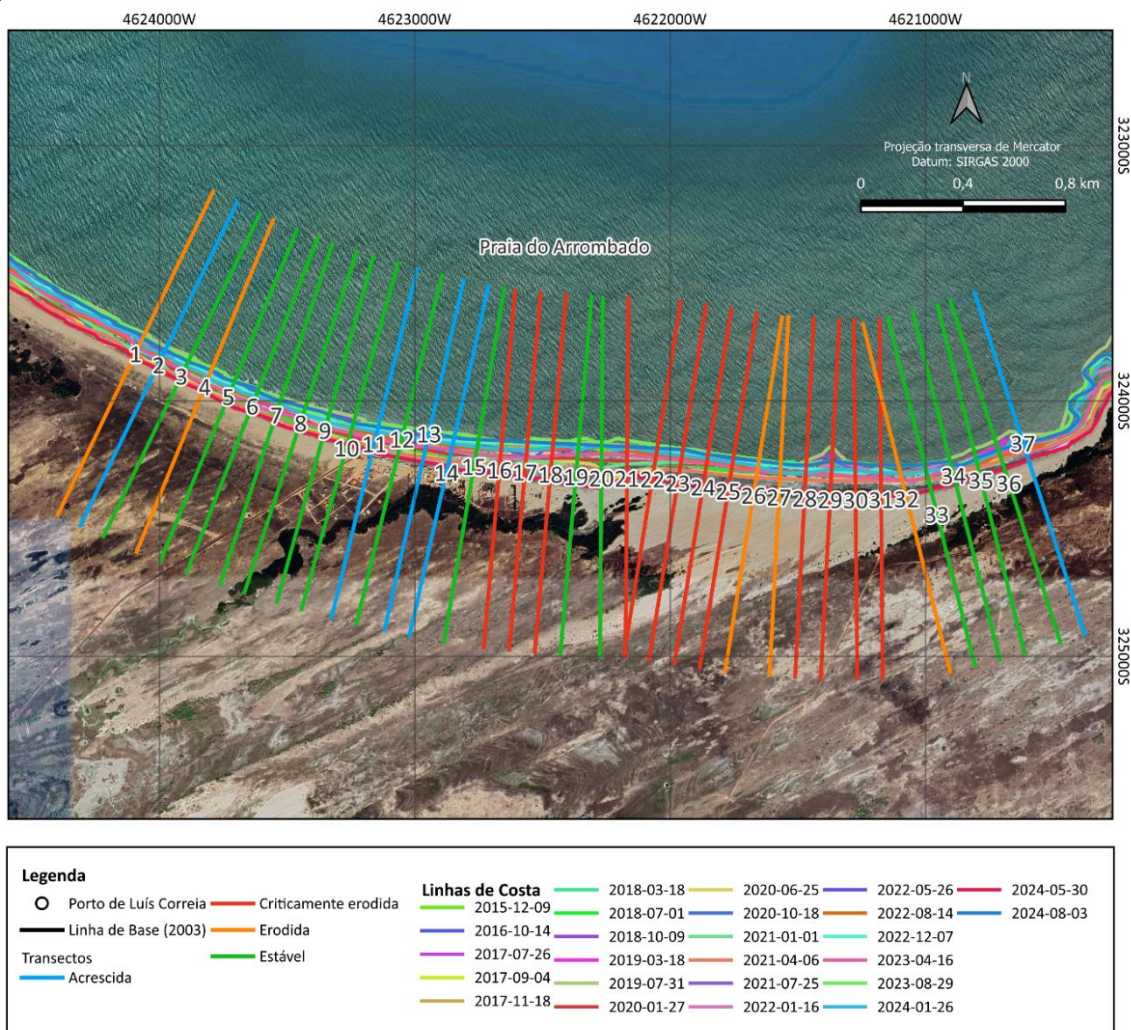
Diferente do observado no presente estudo, Ferreira (2019), ao analisar as variações de linha de costa do litoral do Piauí, constatou que toda a porção central da Praia da Eólica sofre predominantemente por processos erosivos. É provável que a diferença dos resultados seja decorrente da robustez do método aplicado para a análise da variação da posição da linha de costa pelo autor (método de *Digital Shoreline Analysis System*), este que apresenta menor incerteza e maior confiabilidade dos dados. Ainda, o período de análise pode influenciar fortemente nos resultados, visto que eventos isolados podem tendenciar os dados gerados.

Por outro lado, o autor observou que as extremidades da Praia de Eólica e Pedra do Sal demonstram ganho de sedimentos, alinhado com o observado pelo CASSIE para este estudo.

4.2.3 Praia do Arrombado

Os dados gerados pelo módulo de análise das linhas de costa do CASSIE são apresentados abaixo na Figura 47.

Figura 47. Análise da variação da posição da linha de costa da Praia do Arrombado.



Fonte: Elaboração própria.

A Praia do Arrombado foi a que demonstrou maior proporção de transectos em erosão se comparada as outras áreas de estudo, na qual dos seus 37 transectos, 13 apontam erosão crítica e 4 apontam erosão, representando juntos 46% do total. No entanto, os outros 54% dos transectos indicaram acresção ou estabilidade. De modo geral, pode-se assumir a partir dos dados que parte da porção leste da Praia do Arrombado está perdendo sedimentos, enquanto a porção oeste se encontra estável.

Ainda que os transectos evidenciaram o recuo da linha de costa em alguns trechos, as taxas de alteração não representam valores preocupantes, com taxas menores que -1,7 m/ano, com exceção do transecto 29 (Tabela 27).

Tabela 27. Resultados gerados pelo CASSIE de acordo com a análise da variação da linha de costa da Praia do Arrombado.

Transecto	Classificação	Taxa de alteração (m/ano)	Coefficiente de correlação (r)
1	Erodida	-0,965	-0,096
2	Acrescida	0,632	0,079
3	Estável	0,03	0,004
4	Erodida	-0,715	-0,076
5	Estável	0,33	0,041
6	Estável	0,012	0,002
7	Estável	-0,291	-0,035
8	Estável	-0,307	-0,042
9	Estável	0,239	0,029
10	Estável	-0,065	-0,009
11	Acrescida	0,61	0,068
12	Estável	0,487	0,049
13	Acrescida	1,989	0,177
14	Acrescida	0,767	0,064
15	Estável	-0,447	-0,038
16	Criticamente Erodida	-1,194	-0,096
17	Criticamente Erodida	-1,129	-0,092
18	Criticamente Erodida	-1,109	-0,092
19	Estável	-0,483	-0,035
20	Estável	-0,285	-0,02
21	Criticamente Erodida	-1,489	-0,098
22	Criticamente Erodida	-1,646	-0,122
23	Criticamente Erodida	-1,498	-0,124
24	Criticamente Erodida	-1,634	-0,143
25	Criticamente Erodida	-1,333	-0,126

26	Criticamente Erodida	-0,824	-0,085
27	Erodida	-0,508	-0,057
28	Criticamente Erodida	-1,338	-0,138
29	Criticamente Erodida	-3,294	-0,232
30	Criticamente Erodida	-1,448	-0,137
31	Criticamente Erodida	-1,234	-0,122
32	Erodida	-0,975	-0,094
33	Estável	-0,153	-0,016
34	Estável	-0,09	-0,011
35	Estável	-0,42	-0,049
36	Estável	-0,02	-0,002
37	Acrescida	0,705	0,07

Fonte: CASSIE (2024).
Elaboração própria.

Confirmando o observado pelos resultados providenciados pelo CASSIE neste estudo, Ferreira (2019) classificou a Praia do Arrombado como uma das praias que sofre erosão costeira. Segundo o constatado pelo autor, a Praia do Arrombado apresenta valores inferiores a 2 m/ano de taxa de recuo da linha de costa.

4 CONCLUSÕES

A realização de obras de alargamento de praia é uma medida amplamente utilizada para mitigar os efeitos da erosão costeira, recuperando a faixa de areia desejada e promovendo a proteção da infraestrutura costeira contra eventos climáticos extremos. No entanto, é fundamental que essas intervenções sejam cuidadosamente planejadas, levando em conta a qualidade dos sedimentos utilizados e a dinâmica natural das praias, para evitar impactos ambientais negativos a longo prazo. Nesse contexto, o uso benéfico dos sedimentos se apresenta como uma solução sustentável, reduzindo custos logísticos e promovendo o reaproveitamento de materiais.

Como forma de avaliar em caráter preliminar a viabilidade do uso benéfico dos sedimentos dragados em obras de alargamento de praia, foi estruturada uma abordagem prática e direta com base em dados primários e secundários. A aplicabilidade dos métodos apresentados foi avaliada através da análise particular do caso do Porto de Luís Correia, no contexto do Projeto Integrador Intermodal do Piauí. A análise incluiu duas abordagens principais: a caracterização química e granulométrica dos sedimentos a serem dragados nas áreas portuárias do Porto de Luís Correia, e a análise das variações da linha de costa das praias adjacentes ao porto por meio do software CASSIE.

De forma geral, os resultados revelaram que os sedimentos situados nas áreas navegáveis do Porto de Luís Correia apresentam a qualidade ambiental exigida pela legislação, com exceção de pontos específicos associados a desembocadura do Rio Parnaíba e Igarçu. No entanto, a análise da variação da linha de costa das praias analisadas não apontou perda significativa de sedimentos e, por sua vez, carência de incorporação de areia em seus respectivos perfis praias. Assim, para poder afirmar

de maneira precisa, são necessários estudos hidrodinâmicos e geomorfológicos mais aprofundados e, preferencialmente, realizados *in loco*.

Em conclusão, este artigo demonstra que é possível avaliar previamente a viabilidade do reaproveitamento de material dragado para obras de alargamento de praia por meio de análises preliminares de aspectos ambientais e técnicos relevantes para o projeto. Ainda, evidencia a utilidade da aplicação de ferramentas como o CASSIE para a avaliação de processos erosivos ou deposicionais em praias arenosas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luis Pedro *et al.* Coastal Analyst System from Space Imagery Engine (CASSIE): shoreline management module. **Environmental Modelling & Software**, [S.L.], v. 140, p. 105033, jun. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.105033>.

ALMEIDA, S. R. *Subsídios para o gerenciamento ambiental de projetos de dragagem em portos*. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2004.

BIRD, E.C.F. 2008. Coastal Geomorphology: An introduction. 2nd edition. Chichester. Wiley and Sons. 436 pp.

BOAK, E.H.; TURNER, I.L. Shoreline definition and detection: A review. *Journal of Coastal Research*, West Palm Beach (Florida), v.21, n.4, p.688-703, 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 454, de 1º de novembro de 2012**. Estabelece diretrizes gerais e procedimentos para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 8 nov. 2012. p. 66-69. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res_conama_454_2012_materialserdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf. Acesso em: 16 set. 2024.

BRASIL. Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO). **Guia de diretrizes de prevenção e proteção à erosão costeira**. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2018. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/Final_Guia-de-Diretrizes_09112018-compressed.pdf. Acesso em: 19 ago. 2024.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil**. Brasília: MMA, 2008. 242 p. : il. color. ; 42 cm. ISBN 978-85-7738-112-8.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Dieter Muehe (org). Brasília, DF: MMA, 2018. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial. Disponível em: https://www.bivica.org/files/5975_11.%20TerraMar_Panorama%20da%20Eros%C3%A3o%20Costeira%20do%20Brasil_PDF.pdf. Acesso em: 19 ago. 2024.

CAMPBELL, T.J.; BENEDET, L. A conceptual model for the retreat and volume loss of the Louisiana barrier islands with implications for the design of beach nourishment. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON COASTAL ENGINEERING**, 29., 2004. Proceedings... World Scientific. 2004a.

CASSIE. Coastal Analyst System from Space Imagery Engine. 2024. **Análise da Linha de Costa**. Disponível em: <https://cassiengine.org/>. Acesso em 20 ago. 2024.

CHILDS, John L. **Dredged material management categories for tracking beneficial use**. Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2015. 10 p. (ERDC TN-DOER-R22). Disponível em: <http://el.erdc.usace.army.mil/elpubs/pdf/DOERD###.pdf>. Acesso em: 6 set. 2024.

CODEVASF. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba (PLANAP): **Relatório final: plano de ações estratégicas da Bacia do Parnaíba**. Brasília, DF: TDA Desenho & Arte Ltda., 2006. 130 p., il. (Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP; v. 14).

DEAN, R.G. Beach nourishment: Theory and practice. Singapura: World Scientific Publishing Co Pte Ltd., 2002. 324p.

DEAN, R.G. Equilibrium Beach Profiles: Characteristics and Applications. **Journal of Coastal Research**, v.7, n.1, p.53-84, 1991.

FARINACCIO, A. **Impactos na dinâmica costeira decorrentes de intervenções em praias arenosas e canais estuarinos de áreas densamente ocupadas no litoral de São Paulo, uma aplicação do conhecimento a áreas não ocupadas**. 2008. 217f. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

FERREIRA, Thiago Augusto Bezerra. **APLICAÇÃO DE SISTEMA DE ANÁLISE DE LINHA DE COSTA (DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM) PARA AVALIAÇÃO DE MUDANÇAS COSTEIRAS NO DELTA DO PARNAÍBA**. 2019. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

GOES FILHO, H. A. **Dragagem e gestão dos sedimentos**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

GOOGLE EARTH. Vista aérea da Praia de Atalaia, Luís Correia (PI). [Imagem]. Disponível em: <https://earth.google.com>. Acesso em: 26 ago. 2024.

MAGALHÃES, B.L. Dinâmica da linha de costa e vulnerabilidade à erosão costeira nos arcos de praia da Tartaruga e de Costa Azul (Rio das Ostras, RJ). Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal Fluminense, 77 p., Rio de Janeiro, 2018.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Portos e Costas (DPC). **Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação em Mar Aberto**

(NORMAM-01/DPC). 2005. Disponível em:
https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/normam01_0.pdf.
Acesso em: 16 set. 2024.

MAZZER, Alexandre; DILLENBURG, Sérgio. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 117, 1 maio 2009. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1807-9806.17880>.

MIN V&W. **Coastal defence after 1990, a policy choice for coastal protection.** 1st Coastal Policy Document, Ministry of Transport, Public Works and Watermanagement, The Hague NL, 1990.

MONTEIRO, M. T. **Fitorremediação de rejeito contaminado proveniente do Canal do Fundão, na Baía de Guanabara-RJ.** 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MUEHE, D. **Erosão e progradação do litoral brasileiro.** 476p. ISBN 85-7738-028-9. Brasília. 2006.

MUEHE, Dieter; KLUMB-OLIVEIRA, Leonardo. Deslocamento da linha de costa versus mobilidade praial. **Quaternary And Environmental Geosciences**, [s. l], v. 5, n. 2, p. 121-124, 2014. Disponível em:
<https://revistas.ufpr.br/abequa/article/view/35884/23634>. Acesso em 20 ago. 2024.

NEVES, Claudio Freitas; MUEHE, Dieter. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 217-296, 2008.

OUELLETTE, William; GETINET, Wondifraw. Remote sensing for Marine Spatial Planning and Integrated Coastal Areas Management: achievements, challenges, opportunities and future prospects. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, [S.L.], v. 4, p. 138-157, out. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2016.07.003>

PETERSON, Charles H.; BISHOP, Melanie J. Assessing the environmental impacts of beach nourishment. *BioScience*, v. 55, n. 10, p. 887-896, 2005. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/232663261_Assessing_the_Environmental_Impacts_of_Beach_Nourishment. Acesso em: 08 out. 2024.

PORTO, M. M.; TEIXEIRA, S. G. **Portos e o desenvolvimento.** São Paulo: Lex Editora, 2002.

SOUZA, C. R. G. A erosão nas praias do estado de São Paulo: Causas, consequências, indicadores de monitoramento e risco. In: BONONI, V. L. R.; SANTOS JÚNIOR, N. A. (Orgs.). **Memórias do conselho científico da Secretaria do Meio Ambiente: A síntese de um ano de conhecimento científico acumulado.** São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2009a.

STAUDT, Franziska *et al.* The sustainability of beach nourishments: a review of nourishment and environmental monitoring practice. **Journal Of Coastal Conservation**, [S.L.], v. 25, n. 2, 18 mar. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11852-021-00801-y>.

USACE (US ARMY CORPS OF ENGINEERS). Planning and design process. In: USACE. **Coastal Engineering Manual**, Chapter 1, Part V. Vicksburg, Mississippi: EM 1110-2-1100, 2003b. 21p.

VERHAGEN, H. J. Method for artificial beach nourishment. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COASTAL ENGINEERING, ASCE, 23., 1992. **Proceedings...** Venice, 1992. p.2474-2485.

VOGT, C.; HARTMAN, G. Dredging Practices and Environmental Considerations. In: MEYERS, R. A. (Ed.). **Encyclopedia of Sustainability Science and Technology**. New York: Springer, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0851-3_438. Acesso em: 16 set. 2024.

VOUSDOUKAS, Michalis I. *et al.* Sandy coastlines under threat of erosion. *Nature Climate Change*, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 260-263, mar. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41558-020-0697-0>

WILLIAMS, A.T. *et al.* The management of coastal erosion. *Ocean & Coastal Management*, [S.L.], v. 156, p. 4-20, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.03.022>.

ZHANG, Keqi; DOUGLAS, Bruce C.; LEATHERMAN, Stephen P. **Global Warming and Coastal Erosion**. Boca Raton: CRC Press, 2004

MITIGAÇÃO DOS RISCOS DE LIQUEFAÇÃO E EMISSÃO DE PARTÍCULAS NO TRANSPORTE MULTIMODAL DE MINÉRIO DE FERRO POR MEIO DO USO DE REVESTIMENTOS POLIMÉRICOS

Bárbara Louise Lemos Drumond Silva
Universidade Federal Fluminense

Lívia Viana Aguiar de Oliveira
Universidade Federal Fluminense

Gabriela Fernandes Lima
Universidade Federal Fluminense

Letícia Vitorazi
Universidade Federal Fluminense

Newton Narciso Pereira
Universidade Federal Fluminense

Resumo: A liquefação, que pode causar graves acidentes, como o naufrágio de navios, e a emissão eólica de partículas de minério durante o transporte ferroviário, que agrava a poluição atmosférica e prejudica a saúde das comunidades próximas, são riscos críticos no transporte multimodal de minério de ferro. A aplicação de revestimentos poliméricos surge como uma solução viável, formando uma barreira eficaz contra a erosão de particulado pelo vento e a absorção de umidade. Ensaios de absorção de vapor de água e perda de massa em amostras de minério de ferro revestidas com quitosana e goma guar demonstraram que a combinação desses polímeros é significativamente mais eficaz do que a quitosana pura, proporcionando uma barreira mais eficiente contra a umidade. Em experimentos realizados em túnel de vento, para estudar a perda de particulado, observou-se uma redução acentuada na perda de massa, de 1,75% nas amostras sem revestimento para 0,27% nas revestidas com quitosana pura e 0,18% nas revestidas com quitosana e goma guar na proporção 13:1, respectivamente. Esses resultados apontam os revestimentos poliméricos a base quitosana e goma guar como uma solução sustentável promissora para mitigar os riscos no transporte de minério de ferro, trazendo benefícios tanto para a segurança operacional quanto para a proteção ambiental.

Palavras-chave: liquefação; emissão eólica; revestimento polimérico, quitosana; goma guar.

1 INTRODUÇÃO

O transporte do minério de ferro dos locais de suprimento até os locais de demanda, como as usinas siderúrgicas situadas em regiões do interior, geralmente ocorre por meio de transporte multimodal. Em outras palavras, emprega-se uma combinação de pelo menos dois modos de transporte, como ferrovia e transporte marítimo, para efetuar o deslocamento do minério de ferro (Zhang et al., 2021). Essa atividade, no entanto, envolve diversos riscos, destacando-se a liquefação, um fenômeno que pode causar acidentes, como o naufrágio de navios, e a emissão de poeira durante o transporte ferroviário, que contribui para a poluição do ar e afeta as comunidades próximas às ferrovias (Carvalho, 2022).

Embora os minérios sejam frequentemente considerados carga seca, a presença de partículas finas e as condições ambientais resultam em umidade (Kwa & Airey, 2019). A liquefação ocorre quando um material granular passa do estado sólido para o estado fluido em decorrência de variações na pressão de poros internas. Esse processo provoca a perda de tensão efetiva do material, especialmente quando submetido a carregamentos monotônicos, cíclicos ou de choque devido a vibrações do navio e movimentos das ondas (Kwa & Airey, 2019; Moreira et al., 2020).

Para reduzir o risco de liquefação durante o transporte marítimo de minérios e outras cargas, o Código Internacional de Cargas Sólidas a Granel (Código IMSBC) estabelece o procedimento do Teste Proctor/Fagerberg Modificado (MPFT), a ser realizado em finos de minério de ferro destinados ao embarque em navios graneleiros. O MPFT serve para determinar o Limite de Umidade Transportável (TML), que indica o teor máximo de umidade que a carga pode conter sem risco de liquefação durante o transporte marítimo (Munro & Mohajerani, 2018).

Por sua vez, a dispersão e o transporte de partículas na atmosfera são fortemente influenciados pelas condições meteorológicas da região, incluindo a velocidade e a direção do vento, a umidade relativa (UR), a precipitação e a temperatura. Materiais particulados são frequentemente utilizados como indicadores da qualidade do ar em uma área específica (Singh & Perwez, 2018). A exposição à poluição do ar por partículas está associada à mortalidade prematura e a uma série de doenças inflamatórias, relacionadas a componentes tóxicos presentes na composição do material particulado (PM) (Chaulya et al., 2019).

O controle da umidade e da emissão de partículas do minério de ferro tem sido analisado por diversos autores, que empregam técnicas como a aplicação de revestimentos poliméricos. Os revestimentos poliméricos podem ser aplicados por meio de imersão ou pela aplicação direta de um polímero sobre uma superfície, sendo que esses materiais podem ser confeccionados a partir de polímeros naturais ou seus derivados. Essa característica torna-os particularmente atrativos sob a perspectiva ecológica e socioambiental, pois podem ser utilizados para o controle da emissão de particulados minerais (Athayde, 2019; Carvalho, 2022). A aerografia é um método versátil que permite revestir e tratar superfícies degradadas de forma *in situ*, pulverizando a solução ou suspensão polimérica sobre a superfície desejada. Essa técnica possibilita o controle da quantidade aplicada e, conseqüentemente, da espessura do material depositado (Moradienayat et al., 2022).

Este estudo tem como objetivo avaliar a eficácia de revestimentos poliméricos à base de quitosana e goma guar, aplicados por meio de aspersão, visando mitigar a absorção de umidade e a emissão eólica em amostras de minério de ferro durante as operações de transporte.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TRANSPORTE DE MINÉRIO DE FERRO

O minério de ferro é a principal matéria-prima para a produção de aço, essencial em setores como construção, manufatura e infraestrutura civil e militar (Zhao et al., 2022). Como um recurso estratégico essencial, sua produção e consumo têm um impacto significativo na economia global. As reservas de minério de ferro variam entre os países, assim como a demanda por esse recurso ao redor do mundo (Song et al., 2019). No mercado internacional, os principais importadores são os países asiáticos, especialmente China, Coreia e Japão, enquanto Austrália e Brasil se destacam como os maiores exportadores (Yang et al., 2020). Devido à diferença geográfica entre os locais de consumo e produção, o suprimento de minério de ferro depende amplamente do transporte marítimo (Song et al., 2019).

No entanto, esse modal enfrenta um desafio significativo, que é a liquefação de cargas a granel sólidas em navios graneleiros. Esse problema ocorre quando a combinação de partículas finas, umidade e variações nas pressões de poros faz com que a carga se comporte como um líquido. A liquefação pode levar ao tombamento da embarcação (Figura 48) e, em casos extremos, ao naufrágio, resultando na perda de vidas humanas e ativos da indústria.

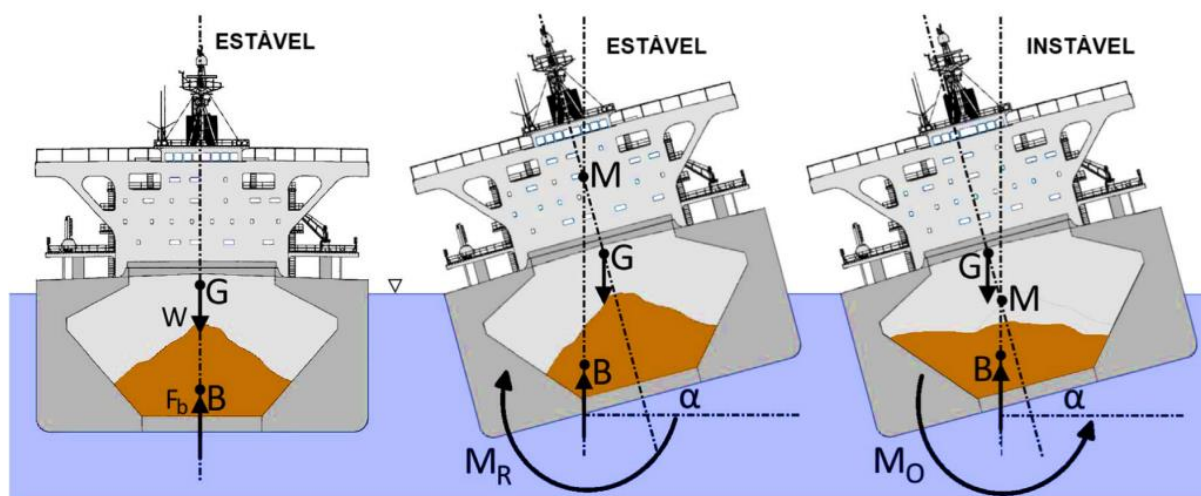


Figura 48 – Ilustrações mostrando embarcações estáveis (esquerda e meio) e uma embarcação instável (direita). Onde: B = Centro de flutuação do casco; F_b = Força de flutuação; G = Centro de gravidade da embarcação; M = Metacentro; M_O = Momento de tombamento; M_R = Momento restaurador; W = Peso da embarcação; α = Ângulo de inclinação (Adaptada de Munro & Mohajerani, 2017).

No âmbito nacional, o transporte de minério de ferro é predominantemente realizado por meio do modal ferroviário. Essa modalidade é eficaz para empresas que lidam com grandes volumes de carga, considerando não apenas os custos operacionais, mas também os benefícios ambientais (Gomes & Macedo, 2016). Por conta dessas vantagens, a ferrovia se destaca como o principal meio de ligação entre os pontos de carga e descarga na cadeia logística do minério de ferro (Cantisano, 2012).

O minério de ferro é frequentemente transportado em vagões abertos do tipo gôndola, que são projetados para facilitar a movimentação de grandes volumes de carga e as operações de carga e descarga. No entanto, o uso de vagões abertos

requer precauções para evitar o arraste eólico da carga. A emissão de material particulado durante o transporte ferroviário resulta da erosão eólica do minério exposto nos vagões, com essa ação sendo intensificada pela velocidade do trem (Pinheiro et al., 2021). A Figura 49 apresenta os mecanismos que provocam a emissão de material particulado.

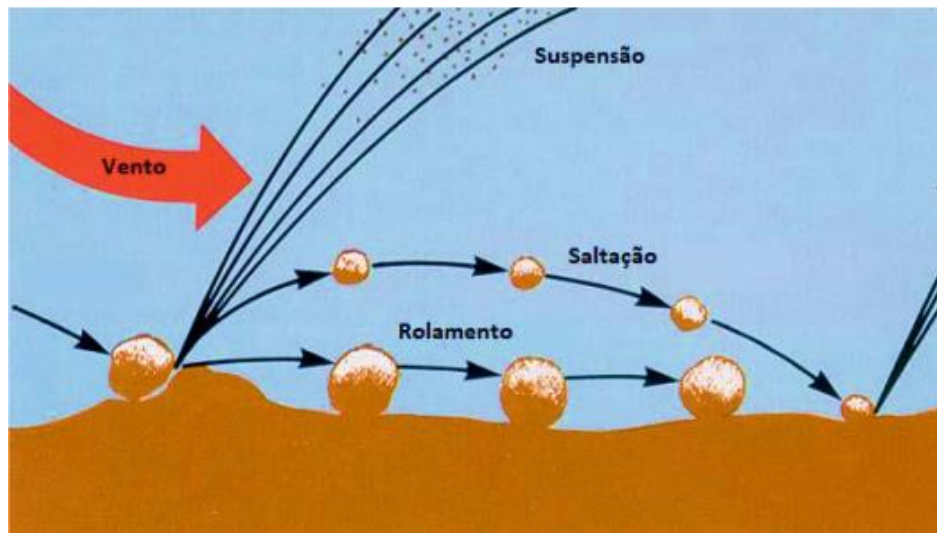


Figura 49 – Mecanismos que provocam a emissão de material particulado (Pinheiro et al., 2021).

Fatores como a distribuição do tamanho das partículas, umidade relativa e exposição ao vento influenciam a quantidade de partículas liberadas na atmosfera. Para mitigar esse problema, as ferrovias adotam sistemas específicos de controle, sendo a aspersão de polímeros considerada a tecnologia mais eficaz nessa abordagem (Pinheiro et al., 2021). A aspersão de soluções poliméricas no minério cria um filme protetor na superfície que pode minimizar a ação dos ventos sobre o material e a absorção de umidade. Esse filme não precisa ser removido antes dos processos metalúrgicos, pois os polímeros estão presentes em quantidades reduzidas, geralmente são orgânicos e queimam a temperaturas relativamente baixas na metalurgia (Medeiros et al., 2012).

2.2 FILMES POLIMÉRICOS

Biopolímeros podem ser produzidos por organismos vivos ou obtidos a partir de fontes renováveis, com grande potencial para a produção de filmes. Entre os polímeros naturais capazes de formar filmes estão os derivados de celulose, amido, alginatos, quitosana (derivado da quitina), pectina e diversas gomas. A escolha do polímero a ser utilizado depende da finalidade do produto desenvolvido, que pode incluir embalagens alimentícias, revestimentos ou curativos. As aplicações variam conforme as propriedades específicas de cada material e a estrutura dos filmes formados (Morais, 2020).

Este trabalho se concentrou no estudo de filmes formados a partir dos polímeros quitosana e goma guar. A quitosana é um polissacarídeo catiônico de alta massa molecular, obtido geralmente pela desacetilação alcalina da quitina presente no exoesqueleto de crustáceos, paredes celulares de fungos e outros materiais biológicos (Figura 50). Destaca-se por sua biocompatibilidade, ausência de toxicidade e capacidade de formar filmes, o que a torna promissora para diversas aplicações (Zhu et al., 2008).

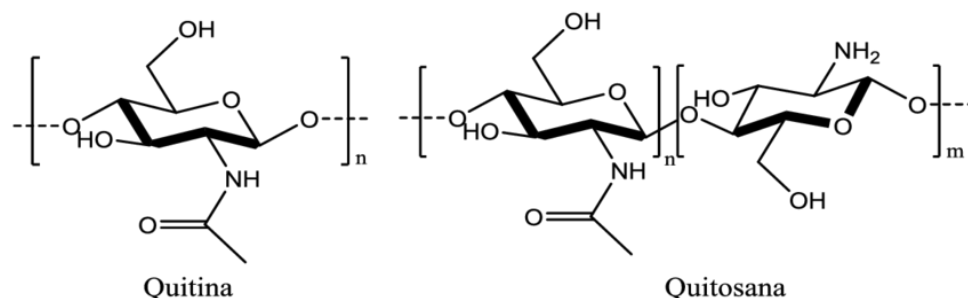


Figura 50 – Estrutura molecular da quitina e quitosana (Regattieri et al., 2016).

A goma guar (Figura 51) é um polissacarídeo natural extraído da leguminosa *Cyamopsis Tetragonolobus*, um arbusto originário da Índia. Este polímero versátil é amplamente utilizado devido à sua capacidade de formar filmes homogêneos, apresentar solubilidade em água, alta viscosidade, ser comestível e de baixo custo. Na indústria alimentícia, atua como agente espessante, enquanto na indústria farmacêutica, é utilizado como aglutinante, desintegrante, espessante e estabilizante. Além disso, a goma guar é biodegradável e não gera resíduos tóxicos, destacando-se por suas características ambientais favoráveis (Banegas, 2008; Valle et al., 2014).

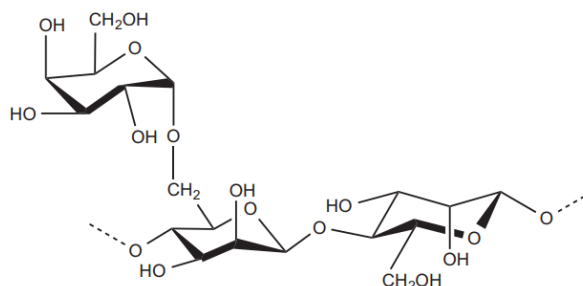


Figura 51 – Estrutura química da Goma Guar (Gelardi et al., 2016).

A combinação de goma guar e quitosana apresenta um efeito sinérgico significativo, melhorando propriedades mecânicas, de barreira e de estabilidade dos materiais resultantes (Rahman et al., 2021). O efeito sinérgico entre esses polímeros é observado principalmente quando eles são misturados em diferentes proporções e submetidos a técnicas de preparação como o casting ou a formação de hidrogéis, resultando em novos materiais com características aprimoradas para diversas aplicações, especialmente nas indústrias de embalagens e biomédica (Khan et al., 2021).

A adição de goma guar às soluções de quitosana tem mostrado um aumento significativo na resistência mecânica dos materiais compostos. Em um estudo, verificou-se que a resistência mecânica dos filmes compostos de quitosana e goma guar foi cerca de 3800 vezes superior à da quitosana pura. Essa melhoria se deve ao aumento de interações intermoleculares entre a quitosana e a goma guar, conforme evidenciado por análises de FTIR (espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier) e SEM (microscopia eletrônica de varredura), que indicaram ligações mais fortes e uma estrutura superficial mais densa e regular (Rahman et al., 2021).

Quando a quitosana é misturada com goma guar, ocorre a formação de novas ligações intermoleculares, como ligações de hidrogênio entre os grupos hidroxila e amina da quitosana e os grupos galactose e manose da goma guar, conferindo maior estabilidade à estrutura do filme resultante (Sharma & Dhamodharan, 2024).

Além disso, a adição de goma guar promove a formação de uma matriz mais amorfa, reduzindo a cristalinidade natural da quitosana. Esse efeito ocorre devido à interrupção da organização cristalina das cadeias de quitosana pela presença de

goma guar, resultando em uma estrutura menos cristalina e, conseqüentemente, mais flexível e resistente a fraturas (Sharma & Dhamodharan, 2024).

Portanto, a sinergia entre quitosana e goma guar torna essa combinação uma excelente opção para diversas aplicações, seja em embalagens sustentáveis e biocompatíveis ou em revestimentos poliméricos. As propriedades de barreira aprimoradas, junto com a alta resistência mecânica, fazem desses biopolímeros alternativas viáveis aos polímeros sintéticos usados atualmente.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 MATERIAIS E PREPARO DAS SOLUÇÕES

Para o experimento, foram utilizadas soluções de quitosana a 2% e mistura de quitosana e goma guar, com concentração total de polímero igual a 2% e proporção 1:13, respectivamente. O polímero quitosana (Polymar, Ceará, Brasil) foi solubilizado a 2% (m/m) em vinagre de álcool (Castelo) contendo 4% (v/v) de ácido acético, enquanto a goma guar (200 MESH, Synth) foi dissolvida em água destilada (Cristófoli) a 1% (m/m). A composição das soluções filmogênicas foi mantida em 85% (v/v) de solução de quitosana previamente preparada a 2% (m/m) e 15% (v/v) de goma guar previamente preparada a 1% (m/m). As soluções de quitosana foram deixadas em repouso por 24 horas para a completa homogeneização e após este período, a solução de goma guar foi incorporada, imediatamente após o seu preparo, à solução de quitosana.

3.2 PREPARO DOS FILMES

Os filmes poliméricos foram preparados pelo método de *casting* (Figura 52). Na técnica de casting, os filmes são formados por meio da desidratação de uma solução aplicada em uma superfície (Viegas, 2016).

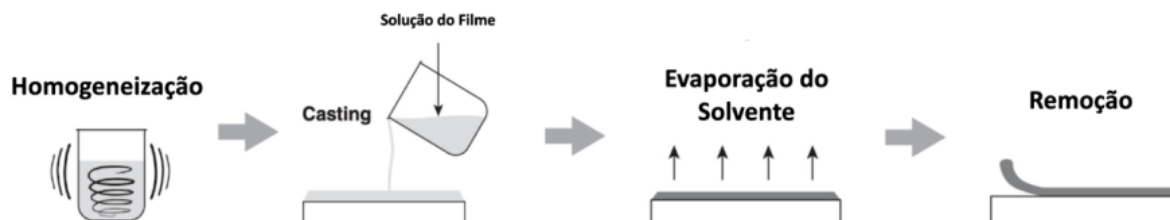


Figura 52 – Técnica de casting para produção de filmes em escala laboratorial (Adaptada de Galvão, 2023).

Para a preparação dos filmes, foram vertidos 25 mL das soluções em placas de Petri de 13,6 cm de diâmetro, sendo que a quantidade de solução utilizada foi adequada para cobrir uniformemente a superfície da placa, com uma razão volume/área de $0,186 \pm 0,070$. Em seguida, as placas foram acondicionadas em estufa a 60 °C por aproximadamente 3 horas, até que a secagem estivesse completa. Após esse processo, os filmes foram cuidadosamente destacados e amostras foram retiradas para o ensaio de intumescimento.

3.3 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE INTUMESCIMENTO (II%)

O teor de intumescimento dos filmes foi investigado por meio de método gravimétrico. Amostras de 2x2 cm foram extraídas dos filmes e colocadas em placas de Petri. Em seguida, as placas foram mantidas em estufa a 70 °C por aproximadamente 12 horas, a fim de promover a perda total de umidade. Após esse

período, as placas contendo os filmes foram retiradas e armazenadas em dessecadores até a imersão dos filmes em água.

As amostras com cerca de 0,01 g foram pesadas em balança analítica e, imediatamente, imersas em recipientes contendo 50 mL de água destilada, sendo mantidas à temperatura ambiente por diferentes intervalos de tempo (1 a 10, 30 e 60 minutos). Após cada intervalo de tempo pré-estabelecido, as amostras foram removidas dos recipientes com o auxílio de pinça, cuidadosamente enxugadas entre duas folhas de papel de filtro e repesadas. Esse procedimento foi repetido para todas as amostras. O índice de intumescimento ($Ii\%$) foi calculado utilizando a Equação 1 (Cavalcanti et al., 2002; Katiyar et al., 2015; Rosina et al., 2004), sendo M_t a massa medida no tempo t e $M_{inicial}$ a massa inicial do filme seco antes da imersão em água.

$$Ii\% = \frac{M_t - M_{inicial}}{M_t} \times 100 \quad (1)$$

3.4. ENSAIO DE ABSORÇÃO DE UMIDADE EM MINÉRIO DE FERRO REVESTIDO E SEM REVESTIMENTO

Para o ensaio de absorção de vapor de água, amostras de minério de ferro sinter-feed (Vale S.A.), com granulometria entre 0,15 mm e 6,3 mm, foram secas em estufa por um período de 24h na temperatura de 105 °C seguindo a norma ASTM E877-21 (E01 COMMITTEE, 2021) e, em seguida, armazenadas em um dessecador contendo sílica gel azul (Synth, 4/8 mm) como agente secante. Após a secagem, aproximadamente 40 g de minério foram dispostos em placas de Petri de 50 mm de diâmetro. O ensaio foi conduzido em amostras não revestidas e em amostras revestidas com uma solução de quitosana (2%) ou quitosana com goma guar (2%).

O revestimento foi aplicado com um aerógrafo BC 62 Steula, equipado com bico de 3 mm, operando a 3,5 bar de pressão e mantido a uma distância de 20 cm das amostras dispostas em placas de Petri, com um tempo de aplicação de 60 segundos.

As amostras foram então colocadas em um dessecador com umidade relativa (UR) controlada em 75%, utilizando uma solução saturada de cloreto de sódio (NaCl, Dinâmica Química Contemporânea Ltda) para manter essa condição. As medidas de massa foram realizadas ao longo de 29 horas para avaliar a absorção de umidade nas amostras revestidas e não revestidas.

O aumento de massa de cada amostra em cada intervalo de tempo foi determinado ao longo das pesagens, considerando a massa inicial da amostra ($m_{inicial}$), e a massa medida no tempo t (m_t), conforme descrito na Equação 2.

$$Aumento\ de\ massa\ (\%) = \frac{m_t - m_{inicial}}{m_{inicial}} \times 100 \quad (2)$$

3.5 EXPERIMENTO DE PERDA DE MASSA VIA ARRASTE EÓLICO EM TÚNEL DE VENTO

Nos experimentos realizados em túnel de vento, foi utilizado um vagão (40 x 192 x 29 mm) confeccionado em PLA (1,75 mm) por impressão 3D (Ender-3, Creality). Esses vagões foram preenchidos com aproximadamente 500 g de minério de ferro seco e, em seguida, submetidos à aspersão dos revestimentos poliméricos de quitosana 2% e quitosana com goma guar 2%, por um tempo de aplicação de 60

segundos, com o objetivo de determinar a influência da aplicação de revestimento polimérico na perda de massa. Os experimentos foram conduzidos em intervalos de 30 minutos, a uma velocidade do ar de 10 m/s. Para avaliar a perda de massa, os vagões foram pesados antes e após a exposição ao fluxo de ar no túnel de vento, conforme descrito pela Equação 3.

$$\text{Perda de massa (\%)} = \frac{m_{\text{inicial}} - m_{\text{final}}}{m_{\text{inicial}}} \times 100 \quad (3)$$

4 RESULTADOS

4.1 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE INTUMESCIMENTO DOS FILMES

O índice de intumescimento é uma medida que quantifica o grau de inchaço que um polímero sofre ao ser imerso em água, refletindo assim sua capacidade de absorção do líquido. O filme formado a partir da mistura de quitosana e goma guar apresentou uma taxa de intumescimento significativamente menor em comparação à Quitosana pura (Figura 53). Logo no início do experimento (após 1 minuto), o índice de intumescimento da Quitosana (2%) atingiu 90,94%, enquanto o sistema de quitosana e goma guar (2%) registrou 74,22%, indicando a superioridade deste último em reduzir a absorção de água. Essa tendência foi mantida ao longo do tempo de imersão.

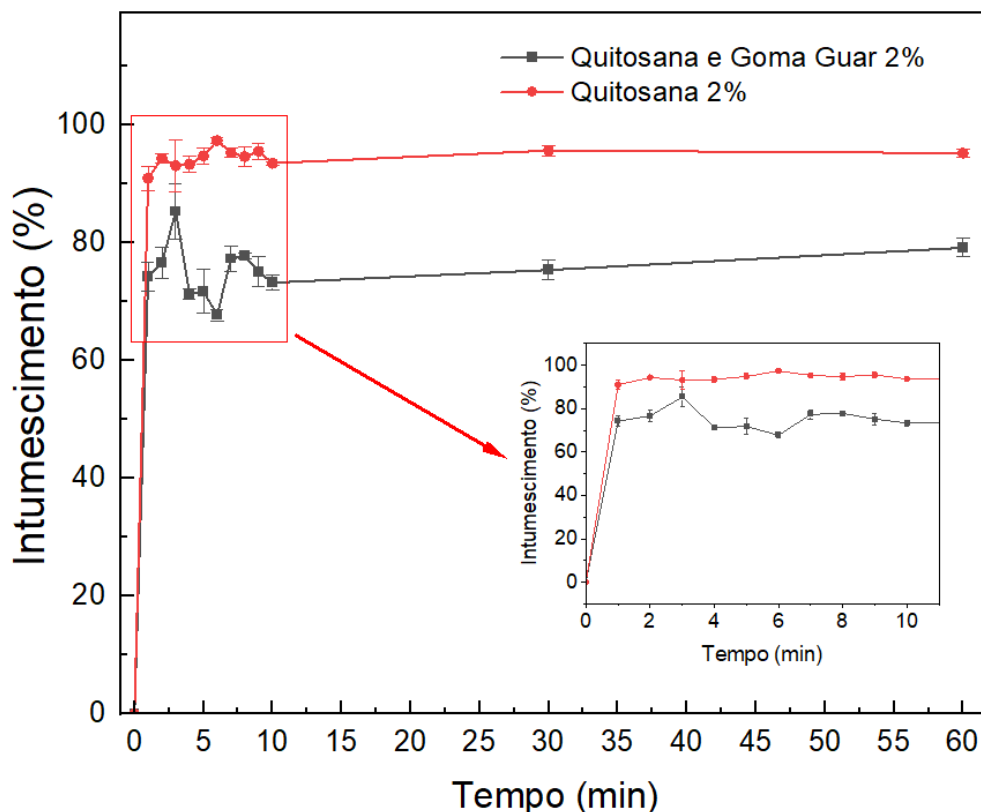


Figura 53 – Índice de intumescimento em função do tempo de ensaio para filmes preparados a partir de solução filmogênica de quitosana a 2% e solução filmogênica de quitosana e goma guar a 2% de concentração total dos polímeros quitosana e goma guar, na proporção 13:1, respectivamente.

O filme de quitosana, como discutido anteriormente, apresenta grupos hidroxila e amino livres em sua estrutura, conferindo-lhe propriedades higroscópicas que

favorecem a interação com as moléculas de água (Butler et al., 1996). A adição de goma guar promove a formação de ligações de hidrogênio entre os grupos amino e hidroxila dos polímeros, resultando na criação de uma matriz polimérica estável. Como consequência, o inchamento em presença de água é diminuído neste sistema (Wang et al., 2020).

4.2 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE UMIDADE EM MINÉRIO DE FERRO REVESTIDO E SEM REVESTIMENTO

A aplicação de revestimentos poliméricos sobre o minério de ferro tem se mostrado eficaz na redução da absorção de umidade, evidenciando seu grande potencial de aplicação. Essa característica é fundamental, pois a umidade pode comprometer a qualidade do minério destinado ao processo siderúrgico, além de dificultar o transporte, uma vez que o aumento do peso da carga resulta em maior consumo de combustível e energia.

A Figura 54 exibe o aumento percentual de massa ao longo do tempo durante um ensaio de absorção de umidade para amostras de minério, comparando três condições, sendo elas revestimento com solução de quitosana a 2%, solução de quitosana e goma guar a 2%, e amostra de minério sem revestimento.

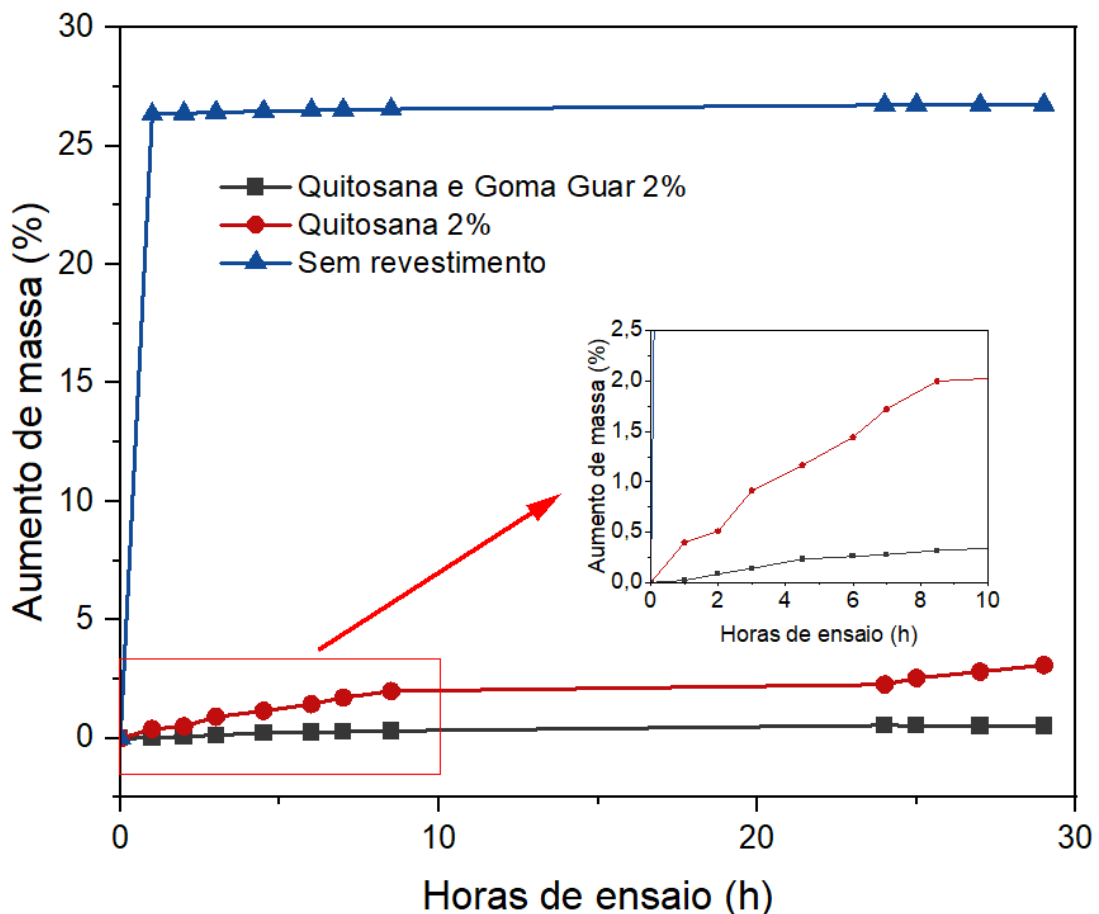


Figura 54 – Ganho de massa percentual em função das horas decorridas.

Observa-se que a amostra de minério com revestimento polimérico de quitosana e goma guar apresentou a menor absorção de umidade ao longo do tempo, seguido pela amostra revestida com quitosana pura. A amostra sem revestimento, por

sua vez, registrou um aumento significativo na massa logo nas primeiras horas do ensaio.

Os resultados indicam que o revestimento realizado com a mistura de quitosana e goma guar 2% foi o mais eficaz em mitigar a absorção de umidade, apresentando um aumento mínimo de massa ao longo de 29 horas. O revestimento preparado com quitosana pura a 2% também apresentou uma absorção de umidade controlada, mas ligeiramente superior à da mistura com goma guar. Em contraste, a amostra sem revestimento, registrou um aumento abrupto de massa superior a 25%, evidenciando a ausência de uma barreira eficaz contra a umidade.

A superioridade do revestimento quitosana e goma guar (2%) em mitigar a absorção de umidade pode ser atribuída às interações sinérgicas entre os dois polímeros (quitosana e goma guar), que formam uma barreira mais eficaz em comparação com a quitosana isolada. A quitosana pura (2%) apresenta limitações relacionadas à sua alta sensibilidade à umidade, devido à presença de grupos hidroxila e amino livres em sua estrutura, que podem interagir com moléculas de água, favorecendo a absorção (Wang et al., 2020). A adição de goma guar à solução de quitosana resulta em maior resistência à difusão de moléculas de água (Rahman et al., 2021). Além disso, a combinação de quitosana e goma guar pode resultar em interações químicas como ligações de hidrogênio entre os grupos funcionais das duas moléculas, criando uma rede polimérica mais coesa e menos permeável à água (Rao et al., 2010).

4.3 EXPERIMENTO DE PERDA DE MASSA VIA ARRASTE EÓLICO EM TÚNEL DE VENTO

A simulação do arraste eólico em túnel de vento tem sido amplamente utilizada para investigar a perda de massa de minério de ferro durante o transporte ferroviário, revelando-se uma ferramenta eficaz para essa avaliação (Carvalho, 2022; Ishi et al., 2011; Santos Jr. et al., 2017). Os resultados referentes à perda de massa percentual nos ensaios realizados estão apresentados na Tabela 28, considerando um tempo de aspersão de 60 segundos para a aplicação das soluções e obtenção das amostras de minério revestidas.

Tabela 28 – Perda de massa percentual em experimento no túnel de vento

Sistema	Perda de massa (%)	Desvio padrão (±)
Sem revestimento	1,75	0,005
Quitosana 2%	0,27	0,001
Quitosana e goma Guar 2%	0,18	0,001

Nos experimentos realizados no túnel de vento, a aplicação dos revestimentos poliméricos de quitosana e de quitosana com goma guar demonstrou um efeito significativo na redução da perda de massa dos vagões carregados com minério de ferro. Os resultados indicam que, na ausência de revestimento, a perda de massa média foi de 1,75%, o que representa a maior perda observada. Já com o revestimento de quitosana, essa perda foi reduzida drasticamente para 0,27%, enquanto que com o sistema da combinação de quitosana e goma guar apresentou a menor perda de massa, 0,18%.

A aplicação do revestimento polimérico atua como uma barreira física, evitando a remoção de partículas de minério pela ação do vento. O revestimento de quitosana, por si só, já promove uma redução significativa na perda de massa em comparação à

ausência de revestimento. No entanto, a adição de goma guar torna essa barreira ainda mais eficiente. Isso se deve à presença de água na composição do segundo sistema, o que favorece uma maior aglomeração dos finos de minério, resultando em uma camada protetora mais eficaz.

5 CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a aplicação dos revestimentos poliméricos de quitosana, bem como dos revestimentos das misturas de quitosana com goma guar, foi eficaz na redução da perda de massa por emissão eólica. O revestimento composto por quitosana e goma guar demonstrou uma eficiência superior em comparação ao revestimento de quitosana pura, formando uma barreira mais resistente e estável. Além disso, a adição de goma guar contribuiu para reduzir o intumescimento, limitando a absorção de umidade nos filmes produzidos. Dessa forma, o revestimento de quitosana e goma guar destaca-se como uma solução eficaz para minimizar a perda de massa e a absorção de água, sendo uma alternativa promissora para o transporte de materiais finos em condições similares.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), à MRS Logística, ao Laboratório de Polímeros, Nanomateriais e Química Supramolecular (LPNQS) e ao Centro de Estudo para Sistemas Sustentáveis (CESS).

REFERÊNCIAS

- Athayde, M. (2019). *Utilização de radiação micro-ondas para melhoria do controle de umidade de pelotas de minério de ferro*. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Banegas, R. S. (2008). *Filmes formados por goma guar: Efeito do plastificante e agente reticulante nas propriedades térmicas, mecânicas e absorção de água*. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Butler, B. L., Vergano, P. J., Testin, R. F., Bunn, J. M., & Wiles, J. L. (1996). Mechanical and Barrier Properties of Edible Chitosan Films as affected by Composition and Storage. *Journal of Food Science*, 61(5), 953–956. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb10909.x>
- Cantisano, G. M. (2012). *Impacto da variabilidade do preço transoceânico de minério de ferro nos projetos da cadeia logística: Uma abordagem pela simulação estocástica*. Pontifícia Universidade Católica.
- Carvalho, E. N. (2022). *Revestimento polimérico aplicados a minério de ferro como forma de mitigar perda de massa por emissão eólica e controle de umidade* [Trabalho de final de curso]. Universidade Federal Fluminense.
- Cavalcanti, O. A., Mooter, G. V. D., Caramico-Soares, I., & Kinget, R. (2002). Polysaccharides as Excipients for Colon-Specific Coatings. Permeability and

- Swelling Properties of Casted Films. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 28(2), 157–164. <https://doi.org/10.1081/DDC-120002449>
- Chaulya, S. K., Trivedi, R., Kumar, A., Tiwary, R. K., Singh, R. S., Pandey, P. K., & Kumar, R. (2019). Air quality modelling for prediction of dust concentrations in iron ore mines of Saranda region, Jharkhand, India. *Atmospheric Pollution Research*, 10(3), 675–688.
- E01 COMMITTEE. (2021). *Practice for Sampling and Sample Preparation of Iron Ores and Related Materials for Determination of Chemical Composition and Physical Properties*. ASTM International. <https://www.astm.org/e0877-21.html>
- Galvão, N. T. (2023). *Desenvolvimento de filmes ativos biodegradáveis e avaliação da estabilidade para aplicações em alimentos*. Universidade de Brasília.
- Gelardi, G., Mantellato, S., Marchon, D., Palacios, M., Eberhardt, A. B., & Flatt, R. J. (2016). Chemistry of chemical admixtures. Em *Science and Technology of Concrete Admixtures* (p. 149–218). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100693-1.00009-6>
- Gomes, R. A. S., & Macedo, N. L. F. (2016). *Gestão da manutenção ferroviária: Um estudo de caso na ferrovia Vitória-Minas*. Simpósio Engenharia de Produção.
- Ishi, H. A., Leal Filho, L. S., Azevedo, R. C., Pinto, T. C. S., Lima, M. A., & Machado, S. M. (2011). Simulação de arraste eólico durante transporte ferroviário de minério de ferro. *66° Congresso ABM*, 2835–2845.
- Katiyar, N., Malviya, R., & Sharma, P. K. (2015). Effect of Heating Conditions on the Physical Properties of Tamarind Seed Polysaccharide. *Global Journal of Pharmacology*, 9(1), 47–50.
- Khan, M. U. A., Iqbal, I., Ansari, M. N. M., Razak, S. I. A., Raza, M. A., Sajjad, A., Jabeen, F., Mohamad, M. R., & Jusoh, N. (2021). Development of Antibacterial, Degradable and pH-Responsive Chitosan/Guar Gum/Polyvinyl Alcohol Blended Hydrogels for Wound Dressing. *Molecules*, 26(19), 5937. <https://doi.org/10.3390/molecules26195937>
- Kwa, K., & Airey, D. (2019). Effects of fines on the cyclic liquefaction behaviour in unsaturated, well-graded materials. *Soils and Foundations*, 59(4), 857–873. <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2019.03.001>
- Medeiros, M. A., Leite, C. M. M., & Lago, R. M. (2012). Use of glycerol by-product of biodiesel to produce an efficient dust suppressant. *Chemical Engineering Journal*, 180, 364–369. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.11.056>
- Moradienayat, M., Olmos, D., & González-Benito, J. (2022). Airbrushed Polysulfone (PSF)/Hydroxyapatite (HA) Nanocomposites: Effect of the Presence of Nanoparticles on Mechanical Behavior. *Polymers*, 14(4), 753. <https://doi.org/10.3390/polym14040753>

- Morais, M. A. P. (2020). *Produção e caracterização de bioplásticos de goma guar e carboximetilcelulose reticulados em diferentes concentrações de ácido cítrico*. Universidade Federal de Pernambuco.
- Moreira, D. D. C., Santos, C. A. S., Mesquita, A. L. A., & Moreira, D. C. (2020). Influence of particle size distribution of iron ore fines on liquefaction during marine transportation. *Powder Technology*, 373, 301–309. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.06.052>
- Munro, M. C., & Mohajerani, A. (2017). Bulk cargo liquefaction incidents during marine transportation and possible causes. *Ocean Engineering*, 141, 125–142. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.06.010>
- Munro, M. C., & Mohajerani, A. (2018). Laboratory scale reproduction and analysis of the behaviour of iron ore fines under cyclic loading to investigate liquefaction during marine transportation. *Marine Structures*, 59, 482–509. <https://doi.org/10.1016/j.marstruc.2018.02.013>
- Pinheiro, B. S., Souza, I. A. O., Vieira, F. M., Brovini, M. M., Mármore, I. P., & Pinheiro, R. B. (2021). *Monitoramento ambiental para avaliação do processo de aspersão de polímeros*. VI Encontro ANTF de ferrovias.
- Rahman, S., Konwar, A., Majumdar, G., & Chowdhury, D. (2021). Guar gum-chitosan composite film as excellent material for packaging application. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 2, 100158. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2021.100158>
- Rao, M. S., Kanatt, S. R., Chawla, S. P., & Sharma, A. (2010). Chitosan and guar gum composite films: Preparation, physical, mechanical and antimicrobial properties. *Carbohydrate Polymers*, 82(4), 1243–1247. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.06.058>
- Regattieri, A. B., De Sena, G. L., & Da Silva Filho, E. A. (2016). Preparation and Characterization of Ternary Emulsion Chitosan/SDS/Hexane. *Revista Virtual de Química*, 8. <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20160047>
- Rosina, C. R., Baroni, S., & Cavalcanti, O. A. (2004). Avaliação das propriedades de intumescimento e permeabilidade de filmes isolados de polimetacrilato contendo polissacarídeo da raiz de Lótus (*Nelumbo nucifera*). *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 40(3). <https://doi.org/10.1590/S1516-93322004000300020>
- Santos Jr., R. M., FONTANA, A. R. L., CUNHA, A. J. L., MESQUITA, A. L. A., GONTIJO, C. F., & LEAL FILHO, L. S. (2017). Experimentos em túnel de vento para secagem e emissão de particulados de minério de ferro em modelo de vagões de trem. *XXVII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa*. XXVII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, Belém - PA.
- Sharma, R., & Dhamodharan, R. (2024). Tannic acid crosslinked chitosan-guar gum composite films for packaging application. *International Journal of Biological Macromolecules*, 260, 129317. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.129317>

- Singh, G., & Perwez, A. (2018). Assessment of ambient air quality around mines, in buffer zone and along ore transportation routes in iron ore mining region of Goa: Emphasis on spatial distributions and seasonal variations. *International Journal of Environment and Pollution*, 63(1/2), 47.
- Song, Y., Wang, N., & Yu, A. (2019). Temporal and spatial evolution of global iron ore supply-demand and trade structure. *Resources Policy*, 64, 101506. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101506>
- Valle, L. B., Viera, C. B., Araújo, D. R., Doellinger, T. M., & Souza, A. L. (2014). Uso de polímeros naturais e modificados como agente aglomerante na pelotização de concentrado de minério de ferro. *ABM Proceedings*, 5250–5258. <https://doi.org/10.5151/2594-357X-25435>
- Viegas, L. P. (2016). *Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de amido com quitosana para aplicação em embalagens de alimentos*. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO.
- Wang, W., Xue, C., & Mao, X. (2020). Chitosan: Structural modification, biological activity and application. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 4532–4546. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.09.042>
- Yang, D., Zhang, L., Luo, M., & Li, F. (2020). Does shipping market affect international iron ore trade?— An equilibrium analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 144, 102107. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102107>
- Zhang, D., Ni, N., Lai, X., & Liu, Y. (2021). Multimodal iron ore inbound logistics network design under demand uncertainty. *Maritime Policy & Management*, 48(7), 941–965. <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1791991>
- Zhao, P., He, Z., Yin, L., Xiao, R., Chen, J., Tang, J., Gong, Z. Y., & Zhang, W. (2022). Changes in the geographical distribution of global iron ore shipping flows, 2000–2019. *Journal of Transport Geography*, 99, 103277. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103277>
- Zhu, X., Wang, Q., Cao, J., & Jiang, W. (2008). Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (*Mangifera Indica* L. cv. Tainong) fruits. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32(5), 770–784. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00213.x>

**MODELAGEM TRIDIMENSIONAL: O CASO DA APLICAÇÃO DAS
TECNOLOGIAS DE ESCANEAMENTO A LASER, MAPEAMENTO POR
GEORADAR E FOTOGRAMETRIA COM MODELAGEM BIM PARA OTIMIZAÇÃO
DAS CONSTRUÇÕES E OPERAÇÕES NO PORTO DO ITAQUI**

Marcio Danilo Bahia Nascimento
EMAP

Resumo: O objeto do estudo diz respeito a realização de Modelagem Tridimensional do Porto do Itaqui, através de ferramentas modernas de processamento de pontos para captura de informações, de forma a consolidar um modelo BIM para toda a área da Poligonal do Porto do Itaqui, em São Luis, Maranhão, obtendo dados e informações para uma tomada de decisão mais consolidada, precisa e rápida, gerando um arquivo técnico confiável com intuito de otimizar as construções e ampliações de infraestrutura, tendo uma assertividade maior de informações e dados em projetos de expansão, e como também dinamizar e agilizar a operação e manutenção no Porto do Itaqui, fornecendo dados para um melhor planejamento portuário do setor operacional, evitando interferências físicas e operacionais com os diversos operadores portuários

Palavras-chave: Porto do Itaqui. BIM. Fotogrametria. Escaneamento. Georadar.

1 INTRODUÇÃO

1.1 HISTÓRICO DA TECNOLOGIA BIM E SEUS OBJETIVOS

Num contexto de competição global, onde cada vez mais se exige orçamentos reduzidos e precisos, prazos de entrega menores e uma qualidade final dos serviços ofertados, surgiram novas ferramentas para auxiliar as organizações a terem um maior eficiência e eficácia nos produtos e serviços que as mesmas oferecem, evitando retrabalhos e desperdício (CARVALHO, 2016).

Nos últimos anos, devido a um grande avanço das tecnologias digitais, houve um enorme impacto na vida das organizações, com grande quantidade de informações geradas e disponibilizadas em ambientes reais e virtuais. As organizações, deste modo, têm cada vez mais incorporado os benefícios do mundo digital em seus processos, empreendimentos e serviços de modo a torná-los cada vez mais eficazes e competitivos (CAMPESTRINI; GARRIDO; JÚNIOR; SCHEER; FREITAS, 2015).

A partir do Computer Aided Design, o conhecido CAD, literalmente denominado como desenho assistido por computador, que auxilia em projetos e desenhos técnicos de Engenharia, Arquitetura e Design, a tecnologia foi evoluindo, englobando cada vez mais ferramentas de análise, compatibilização e integração, o que resultou em uma nova plataforma eletrônica denominada Building Information Modeling, o BIM. Na tradução para o português, o BIM significa Modelagem de Informação da Construção, que como o próprio nome indica, integra todas as informações de projeto em uma plataforma, o que facilita a análise da interface das diversas especialidades presentes, seja com relação a interferências, mais rapidez e assertividade na extração de quantitativos e permite uma visualização gráfica de diversas perspectivas construtivas, sendo um banco de dados de informações sobre estruturas físicas de construção e movimentação (CARVALHO, 2016).

Como foi demonstrado, o BIM nos oferece uma realidade virtual mais precisa da realidade real, visto que integra diversas variáveis dentro do processo de modelagem computacional, que interagem e se coordenam entre si, criando uma imagem mais fidedigna do mundo real. Tais características nos fornecem elementos para uma análise mais assertiva de projetos, operações e empreendimentos em geral.

Tal precisão atingida pelo BIM, resultou numa incorporação cada vez maior deste por parte das organizações, estando nestas incluídas os órgãos e entidades da administração pública federal. Conforme Brasil (2020), foi estabelecido a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia pelos órgãos e entidades da administração pública federal. Ainda segundo Brasil (2020), o BIM pode ser definido como “conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção” (BRASIL, 2020: Art. 3º, II).

Em Brasil (2024), são dispostos a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, uma iniciativa do governo federal para difusão do BIM em todo país, que apresenta objetivos específicos para atingir tal meta, sendo também neste decreto constituído o Comitê Gestor de Estratégia BIM.

1.2 CONTEXTO LOCAL DO PORTO DO ITAQUI E SUA INFRAESTRUTURA

O Porto de Itaqui está localizado na cidade de São Luís, no estado do Maranhão. A Poligonal do Porto do Itaqui está compreendida na região circunvizinha no Distrito Industrial de São Luís, há aproximadamente 11 km do Centro da capital maranhense. O Porto de Itaqui, em conjunto com os Terminais Ponta da Madeira e Alumar, forma do Complexo Portuário São Luís (GOVERNO DO MARANHÃO, 2024).

Durante muitos anos, a demanda de transporte hidroviário da cidade de São Luís foi servida pelo Porto de São Luís, que foi viabilizado pelos franceses no seu estabelecimento no Maranhão no ano de 1612. Após uma tentativa frustrante de construções de instalações para adequação deste Porto, começou a ser desenvolvido um projeto para a construção do Porto do Itaqui, levando em consideração aspectos técnicos e logísticos, tendo sido viabilizado pelo Departamento Nacional de Portos e Navegação, do Ministério da Viação e Obras Públicas, sendo que este indicou que a melhor localização seria a que se situa atualmente. Posteriormente, em 28 de dezembro de 1973, foi criada a empresa Companhia de Docas do Maranhão, a CODOMAR, subordinada a administração federal, para administração do Porto do Itaqui. A CODOMAR administrou o Porto do Itaqui até o ano de 2001, quando, por meio do Contrato de Delegação nº 016/2000, a administração do Porto de Itaqui passou a ser responsabilidade da Empresa Maranhense de Administração Portuária, a EMAP. Desde então o Porto vem ocorrendo então diversas construções e adaptações na sua infraestrutura para atendimento a demanda atual (GOVERNO DO MARANHÃO, 2024).

Sendo assim, a EMAP, uma empresa estadual, criada pela Lei Estadual nº 7.225, de 31 de agosto de 1998, com personalidade jurídica de direito privado, autonomia administrativa, técnica, patrimonial e financeira, é responsável pela administração e exploração do Porto do Itaqui, além dos Terminais de Passageiros da Ponta da Espera e de Cujupe, e do Cais de São José do Ribamar (GOVERNO DO MARANHÃO, 2021).

As principais vantagens competitivas do Porto do Itaqui podem ser elencadas como a sua posição estratégica privilegiada devido a maior proximidade dos grandes centros mundiais e canal de acesso com dimensões adequadas para movimentação de Navios. Destacam-se também o calado e a vocação para transporte de grãos (MENDES, 2013:82).

Ainda segundo Mendes (2013:75), dentro desta vocação para transportes de grãos, o fato de deve ao fato do deslocamento da fronteira agrícola para o Norte e Nordeste do país, aliada a demanda crescente de grãos em escala mundial, especialmente nos países asiáticos, tomando o Porto de Itaqui peça fundamental para o escoamento da produção de grãos.

O Porto do Itaqui apresenta uma Infraestrutura Portuária que dispõe de: Infraestrutura de Acostagem, Infraestrutura de Armazenagem, Armazéns, Pátios, Silos, tanques, além de equipamentos específicos portuários, como Guindastes e Correias Transportadoras. Tal infraestrutura é responsável por movimentação de diversas cargas, entre elas: Granéis Sólidos Vegetais, especialmente soja e milho; Granéis Sólidos Minerais, incluindo fertilizantes, carvão mineral e ferro gusa; Granéis Líquidos, principalmente GLP, Gasolina e Diesel (GOVERNO DO MARANHÃO, 2018). Ainda de acordo com o Governo do Maranhão (2018), foram identificadas melhorias operacionais para alavancagem da produtividade do Porto do Itaqui, como construção de novas portarias, investimentos para movimentação de granéis sólidos vegetais e em acessos ao complexo portuário. Se alia a esta expansão também a instalação de novas linhas de granéis líquidos para atendimento a demanda regional.

Sendo assim, a expansão em Infraestrutura do Porto do Itaqui está conforme descreve a sua missão atual, que conforme Governo do Maranhão (2024) é: “ Prover logística portuária de excelência para as cadeias produtivas, em especial a do agronegócio, e novos projetos, integrando o Complexo Industrial Portuário do Itaqui aos mercados” (GOVERNO DO MARANHÃO, 2024).

Diante da gama de investimento em infraestrutura e expansão, a Modelagem Tridimensional se mostra uma ferramenta eficaz para obtenção de informações confiáveis para a implantação dos mesmos, especialmente pela gama de instalações de diversos operadores e da própria EMAP, especialmente visto que a dimensão temp-espaço no Porto está cada vez mais preciosa devido aos incrementos de produtividade ano apos ano.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico utilizado no Artigo Técnico é a Pesquisa Aplicada, onde através de pesquisa bibliográfica foi traçado uma evolução dos conceitos de BIM, partindo para a Pesquisa Aplicada relativo à aplicação de metodologias tecnológicas utilizadas como ferramentas de obtenção de dados e informações relativas as inúmeras instalações existentes no local, sendo utilizada as técnicas de Escaneamento a Laser, Mapeamento por Geopradar e Fotogrametria gerando uma modelagem tridimensional que trará assertividade nas construção, operação e manutenção do Porto do Itaqui, sendo o título do artigo: Modelagem Tridimensional: o caso da aplicação das tecnologias de Escaneamento a Laser, Mapeamento por Georadar e Fotogrametria com modelagem BIM para otimização das construções e operações no Porto do Itaqui.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para levantamento de informações e dados relativos ao Porto do Itaqui, foram utilizadas as seguintes ferramentas para consolidação em Plataforma Tridimensional BIM:

3.1 ESCANEAMENTO A LASER

A técnica de escaneamento a laser consiste numa tecnologia de obtenção de dados geométricos, sendo utilizado um equipamento com sensor que capta as coordenadas de um ponto sobre a superfície de um objeto. Tal equipamento provoca uma varredura de raios convergentes num volume de controle previamente definido, onde são gerados nuvem de pontos com coordenadas X, Y e Z, representando desta forma a superfície do objeto escaneado, onde a nuvem de pontos é processada e importada para Softwares que utilizam a plataforma BIM (CORREA; ELY; CESAR, 2020).

Esta técnica é bastante útil, especialmente para levantamento de construções e edificações que não possui o projeto original, carecendo de informações e dados em arquivo técnico. Nestes, os métodos tradicionais de medição direta em campo, como através de câmeras digitais, fitas métricas e outros dispositivos, se tornam tanto demasiadamente trabalhosa como se apresentam com um grau elevado de imprecisão de dados. Dentro dessa realidade, o Escaneamento a Laser vem se popularizando a cada dia, devido especialmente a geração de uma enorme quantidade de dados, aliado a um curto espaço de tempo, uma boa precisão de dados,

além de evitar o acesso a locais perigosos, servindo como componente em segurança do trabalho (DEZEN-KEMPTER; SOIBELMAN; CHEN; MÜLLER, 2015).

O cenário de imprecisão é verificado no Porto do Itaqui, visto existirem estruturas muito antigas e que não tem registros nos arquivos técnicos do Porto do Itaqui, por terem sido perdidas ao longo do tempo, bem como a dificuldade de registrar informações com confiabilidade na época da construção das mesmas. Aliado a esta questão, temos locais de difícil acesso para realização de levantamento, tais como estruturas a beira do cais e estruturas elevadas de silos e transportadores.

3.2 FOTOGRAMETRIA

Conforme Júnior (2019), a fotogrametria é “uma ciência e tecnologia de aquisição e processamento de imagens fotográficas para determinação de formas, posição e características geométricas a fim de gerar modelos virtuais tridimensionais” (JÚNIOR, 2019:90). Ainda segundo Júnior (2019), a fotogrametria é uma forma de obtenção de dados de informações de infraestrutura, para, em combinação com a Modelagem BIM, gerar modelos de informação realísticos e precisos, viabilizada especialmente para casos de impossibilidade de técnicas tradicionais de medição, onde o uso destas técnicas tradicionais implicaria em processos com resultados onerosos e com grande imprecisão.

A técnica de Fotogrametria com Drones vem se destacando na aquisição e detecção de dados por imagem. Tal técnica vem sendo utilizada para obtenção de nuvem de pontos 3D, partindo de fotografias digitais do objeto real construído, para processamento e incorporação da nuvem de pontos em plataforma de modelo BIM. As principais vantagens da técnica consistem em simplicidade, custo benefício, facilidade de compartilhamento de dados e resultados mais eficazes que outras técnicas (COSTA; FERNANDES; MUTA; ISATTO, 2024).

Devido à complexidade de estruturas presente no Porto do Itaqui, tal técnica, aliada as outras técnicas destacadas neste artigo, irão nos fornecer dados e informações para geração do modelo tridimensional da Poligonal do Porto do Itaqui.

3.3 GEORADAR

O radar de penetração no solo, GPR, é um método não destrutivo que fornece imagens de alta resolução da superfície através de reflexões de onda eletromagnética em altas frequências. A técnica, também conhecida como Georadar, é um instrumento que possibilita a investigação de subsolo, sendo que sua utilização está sendo gradativamente mais aplicada para fins de cadastro de instalações subterrâneas, de modo a complementar as técnicas comumente utilizadas para localização e identificação destas estruturas, trazendo mais confiabilidade no levantamento de informações (SANTOS; MEDEIROS; PINTO; SCHMIDT, 2017).

A rede subterrânea de instalações, especialmente em grandes cidades e áreas industriais, são de difícil mapeamento devido a sua não visibilidade a olho nú e aliadas a falta de cadastro de informações referentes a sua construção. Os Métodos tradicionais de cadastramento de instalações subterrâneas exigem contato com as instalações, que caso não tenham sido executadas durante a construção, necessitam de escavação para o devido contato. Reside daí a vantagem do Método por Georadar, visto a detecção de tais instalações não necessita de escavação, que promove perda de tempo e riscos de acidentes, sendo, portanto, considerado Método Não Destrutivo (FRAÇOSO; FARINA; TREIBER, 2022).

As instalações subterrâneas existentes no Porto de Itaquí carecem de documentação de informação das mesmas, devido à perda e falta de registros durante a construção e ao longo do tempo, e mesmo as que existem cadastros, apresentam grande imprecisão e incerteza sobre a localização exatas das mesmas.

4 RESULTADOS

Estudo de Caso: Modelagem Tridimensional: O Caso da Aplicação das Tecnologias de Escaneamento a Laser, Mapeamento por Georadar e Fotogrametria com Modelagem BIM Para Otimização das Construções e Operações no Porto Do Itaquí.

Como se trata de serviços específicos e que requerem tecnologia e conhecimentos notórios de quem os realiza, a EMAP contratou, via licitação, empresa que detêm tal aptidão para tal faina, sendo que tal contrato foi adjudicado através da LRE Eletrônica N° 005/2023 – EMAP, onde foi viabilizada empresa para o referido serviço (MARANHÃO, 2024).

4.1 1º PASSO – EXECUÇÃO DE ESCANEAMENTO A LASER

Para o escaneamento a laser, foi utilizado o equipamento Faro Focus Premium, especializado para serviços de Arquitetura, Engenharia e Construção, que apresenta confiabilidade, precisão e rapidez. Assim, foram gerados registros de toda a poligonal do Porto do Itaquí, com levantamento de dados e informações com geração nuvem de pontos, para posterior processamento e compatibilização em Plataforma BIM.

Além do escaneamento, este aparelho realiza registros fotográficos em 360° do local em que está situado, gerando uma imagem de até 165 milhões de pixel. Todas as informações dos levantamentos executados são armazenadas num cartão de memória inserido internamente no scanner.

No escaneamento a laser também foi utilizado o sistema LiDAR. Tal sistema atua em combinação com o drone, sendo utilizado para geração de modelos digitais de elevação, mapeamento 3D e outras aplicações que necessitam de dados e informações de alta precisão. O sistema apresenta quatro elementos principais: o emissor de laser, o scanner, o sensor e o GPS. O sistema emite pulsos de luz em direção aos objetos presentes na área, sendo estes pulsos refletidos de volta ao sensor, medindo a distância através do intervalo de tempo que o pulso leva para percorrer entre o objeto escaneado e a fonte de emissão do laser. Com a repetição do processo em milhões de vezes por segundo, é possível gerar uma nuvem de pontos, com data, hora e localização.

Através da captação dos dados e informações do escaneamento, os mesmos foram pós processados, sendo devidamente tratados para geração dos modelos tridimensionais.



Figura 55 – Escaneamento 3D – Porto do Itaqui
Fonte: Arquivos EMAP

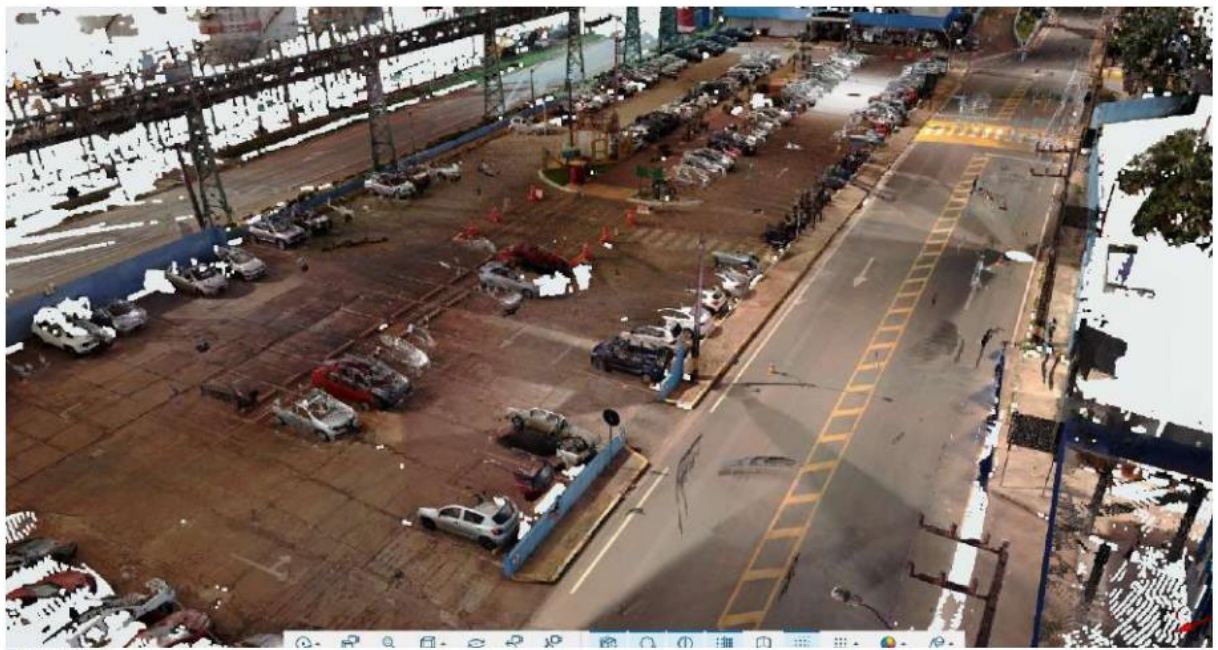


Figura 56 - Escaneamento 3D – Porto do Itaqui
Fonte: Arquivos EMAP



Figura 57 - Escaneamento 3D – Porto do Itaqui
Fonte: Arquivos EMAP



Figura 58 - Escaneamento 3D – Porto do Itaqui
Fonte: Arquivos EMAP

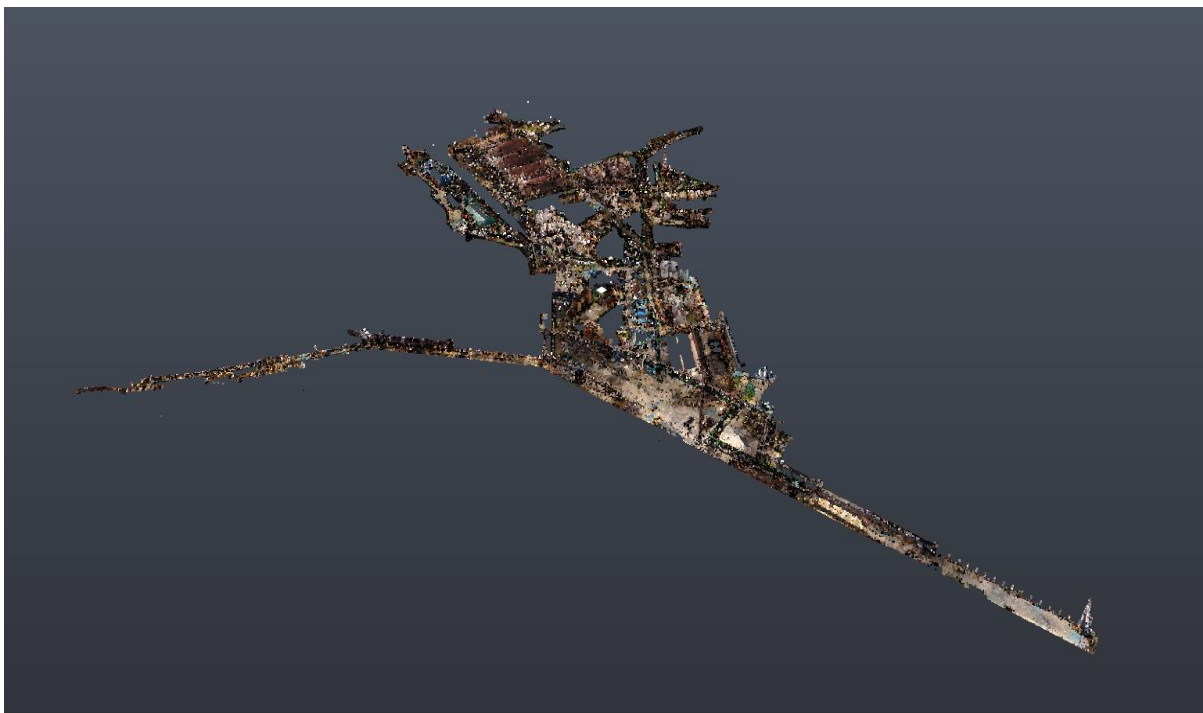


Figura 59 - Escaneamento 3D – Porto do Itaqui
Fonte: Arquivos EMAP

4.2 2º PASSO – FOTOGRAMETRIA

Para o levantamento de informações e dados via Fotogrametria, foi utilizada o equipamento Drone Mavic, que além de realizar a Fotogrametria, gera também mapas ortomosaicos 2D e modelos 3D com ótima qualidade, visto possuírem câmera e GPS embarcados. Para transformação de imagens 2D em imagens 3D, é preciso correlacionar um dataset de imagens, sendo necessário um pré-processamento de todas as fotos para extração máxima das correlações entre as imagens, sendo trabalhados fatores como correção de luz, cor, redução de distorção de lente e perspectiva do objeto.



Figura 60 - Fotogrametria – Porto do Itaquí
Fonte: Arquivos EMAP



Figura 61 - Fotogrametria – Porto do Itaquí
Fonte: Arquivos EMAP

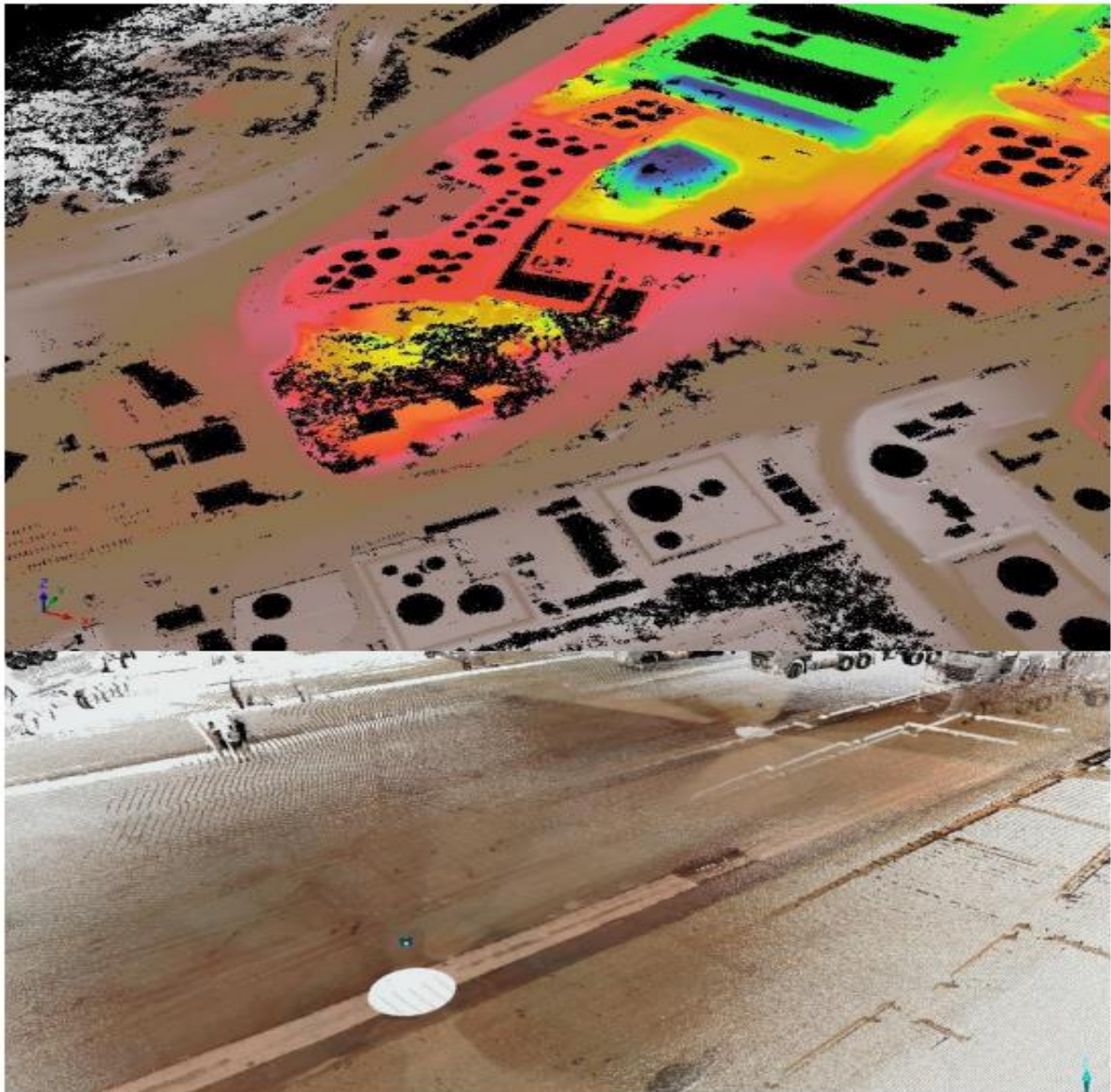


Figura 62 - Fotogrametria – Porto do Itaquí
Fonte: Arquivos EMAP



Figura 63 – Pré-Processamento - Fotogrametria – Porto do Itaquí
Fonte: Arquivos EMAP



Figura 64 – Pré-Processamento - Fotogrametria – Porto do Itaquí
Fonte: Arquivos EMAP

4.3 3º PASSO – GEORADAR

Esta técnica permite detectar instalações e estruturas subterrâneas, sendo que grande valia para a Modelagem Tridimensional do Porto do Itaquí, visto a dificuldade de localização e precisão das diversas instalações subterrâneas existentes na poligonal do Porto do Itaquí, especialmente devido a verificação de instalações muito antigas que faltam registros ou que os registros foram perdidos ao longo do tempo.

Para o levantamento via Georadar, foram mapeadas pela Topografia as instalações visíveis, como as caixas de passagem e demais instalações das estruturas subterrâneas, de forma a promover croqui para roteirização do ensaio via Georadar.

Após mapeamento topográfico, foi utilizado o equipamento de georadar, onde ondas eletromagnéticas são geradas e refletidas de forma ininterrupta pelo terreno, através de uma antena transmissora, que capta os sinais refletidos para posterior tratamento e modelagem.

O processo descrito apresenta algum grau de imprecisão, visto que algumas instalações não foram detectadas, especialmente devido a quantidade de interferências locais que impactam na captação dos sinais, sendo que estas instalações devem ser localizadas através de projetos e inspeções visuais.



Figura 65 – Mapeamento por Georadar – Porto do Itaquí
Fonte: Arquivos EMAP



Figura 66 – Mapeamento por Georadar – Porto do Itaquí
Fonte: Arquivos EMAP

5 CONCLUSÕES

Como conclusão e resultado da pesquisa aplicada, podemos afirmar que o estudo se torna de grande valia para o Porto do Itaquí, pois a Modelagem no Modelo Tridimensional em Plataforma BIM traz informações e dados mais assertivos acerca das instalações existentes de superestrutura e infraestrutura, devido a inexistência e insuficiência de dados e informações, que também servirão para banco de dados, visto da falta de registro e da perda de registros ao longo do tempo, o que otimiza a análise de projetos de expansão da movimentação do Porto, que a cada ano apresenta incremento e expansão de movimentação, pois a verificação de interferências é realizada de modo mais preciso, promovendo uma análise mais rápida e mais precisa acerca dos Projetos de Expansão, além de evitar danos a instalações de terceiros e da própria EMAP. Além disso, tal Modelo Tridimensional auxilia na Operação e Manutenção do Porto do Itaquí, pois possibilita uma análise de movimentação levando em conta as estruturas reais hoje existentes, nos trazendo uma análise precisa do cenário da poligonal do Porto. Tal precisão traz ganhos extraordinários de produtividade e qualidade, devido principalmente a preciosa relação de tempo e espaço no Porto do Itaquí, onde estas variáveis se tornam cada vez mais importantes para a eficiência e eficácia das operações portuárias.

Salientamos que o Método do Georadar apresenta um grau de imprecisão maior, visto que as diversas interferências existentes no local impactam o sinal de ondas eletromagnéticas, prejudicando a localização de algumas instalações, sendo que este método deve ser complementado por cadastros e as built existentes, além de outros métodos de detecção destas instalações.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do

Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 02 de abril de 2020. Casa Civil – Secretária Especial para Assuntos Jurídicos: edição federal, Brasília, 2020.

BRASIL. Decreto nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia BIM BR e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling - BIM BR., de 22 de janeiro de 2024. Casa Civil – Secretária Especial para Assuntos Jurídicos: edição federal, Brasília, 2024.

CARVALHO, Marcello Moraes Gomes. **Gestão de Projetos: O BIM nas organizações.** 2016. 91f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestre em Engenharia Civil – Ramo de Gestão da Construção, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto. Disponível em: < <https://core.ac.uk/download/pdf/302870742.pdf> >. Acesso em: 20 set. 2024.

CAMPESTRINI, Tiago Francisco; GARRIDO, Marlon Câmara; JÚNIOR, Ricardo Mendes; SCHEER, Sérgio; FREITAS, Maria do Carmo Duarte. **Entendendo o BIM.** 1ª. Edição. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015.

CORREA, Ana Carla; ELY, Daniela Matschulat; CESAR, Cristina Guimarães. **O uso da metodologia BIM e do escaneamento a Laser 3D em um projeto industrial de adequação e expansão.** XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Porto Alegre, 2020.

COSTA, R. P.; FERNANDES, L. L. de A.; MUTA, L. F.; ISATTO, L. E.; COSTA, D. B. **Modelagem 3D de edificação gerada por fotogrametria com uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT).** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 24, e131377, jan./dez. 2024. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212024000100737>.

DEZEN-KEMPTER, E.; SOIBELMAN, L.; CHEN, M.; MÜLLER, A.V. **Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas.** Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 113-124, jul./dez. 2015 <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102710>.

FRAÇOSO, Maria Teresa; FARINA, Felipe; TREIBER, Heloisa Moraes. **Avaliação da Precisão dos Métodos não destrutivos nas investigações sub-superficiais.** Revista de Engenharia e Tecnologia, ISSN 2176-7270, nº. 2, v.14. Jun, 2022.

JUNIOR, Júlio César Franco. **Modelagem BIM de Infraestrutura urbana a partir de levantamentos aéreos com drone.** 2019. 216f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo. Disponível em: < <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-12032020-150726/publico/DissCorrigidaJulioCesarFrancoJunior.pdf> >. Acesso em: 23set. 2024.

GOVERNO DO MARANHÃO. Porto do Itaqui, c2024. **PORTO DO ITAQUI.** Disponível

em < <https://www.portodoitaqui.com/porto-do-itaqui/localizacao>>. Acesso em: 03 de setembro de 2024.

GOVERNO DO MARANHÃO. Porto do Itaqui, c2024. **PORTO DO ITAQUI**. Disponível em < <https://www.portodoitaqui.com/emap/missao-visao-valores>>. Acesso em: 04 de setembro de 2024.

GOVERNO DO MARANHÃO. Porto do Itaqui, c2024. **PORTO DO ITAQUI**. Disponível em < <https://www.portodoitaqui.com/transparencia/licitacoes>>. Acesso em: 23 de setembro de 2024.

GOVERNO DO MARANHÃO. Porto do Itaqui, c2018. **PORTO DO ITAQUI. Plano Mestre do Complexo Portuário do Itaqui**. Disponível em <https://www.portodoitaqui.com/_files/arquivos/plano-mestre.pdf>. Acesso em: 03 de setembro de 2024.

MENDES, Jorge Maicoll Abreu. **Planejamento estratégico do setor portuário: estudo de caso do Porto do Itaqui**. 2013. 92f. Mamografia (Graduação) – Curso de Graduação em Administração, Universidade Federal do Maranhão, São Luis. Disponível em: <<https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1031/1/JorgeMaicoll.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2024.

SANTOS, Weldon Martins dos; MEDEIROS, N.G.F.; PINTO, S.F.; SCHMIDT, M.A.R. **Uso do GEORADAR (GPR) na detecção das redes subterrâneas de abastecimento de água para cadastro georreferenciado**. XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositocarta: Rio de Janeiro, 2017.

MODELOS DE *MACHINE LEARNING* PARA PREVISÃO DE CHEGADA DE NAVIOS NOS PORTOS DO CEARÁ

Leticia Silva Feitosa

José Augusto Florentino Dela Vedova

João Vitor Vargas dos Santos

Gabrielli Harumi Yamashita

Adriano Matos

Resumo: O transporte marítimo é uma opção logística bastante utilizada no transporte de cargas em longas distâncias e quantidades. O modal logístico é responsável por quase todo o comércio global e tem os portos como pontos de conexão entre as rotas. Um dos serviços mais utilizados nos portos e terminais marítimos é o da praticagem, que é imprescindível na contribuição para a segurança das cargas e pessoas. Um dos maiores desafios enfrentados pelo serviço de praticagem e a logística portuária é a incerteza, que pode ser relacionada as condições climáticas ou atrasos de navios. Diante disso, esse artigo tem o objetivo de propor a aplicação de vários modelos de *Machine Learning* (*Dummy Classifier*, *Linear Support Vector Classification*, *Support Vector Classification* (SVC) e *Decision Tree Classifier*) utilizando o software *Python* na previsão de chegada dos navios nos portos por meio da coleta de dados históricos disponibilizados pelos navios por meio do Sistema Automático de Identificação de Embarcações (AIS) que escalaram nos portos do estado do Ceará. Os resultados mostraram que um dos modelos supracitados, *Decision Tree Classifier*, apresentou desempenho satisfatório, revelando-se como uma ferramenta interessante para a logística portuária. Concluiu-se que a aplicação de inteligência artificial, especialmente o modelo *Decision Tree Classifier*, melhora a previsão de chegada de navios, reduzindo incertezas no serviço de praticagem e programação de manobras. O modelo apresentou qualidade satisfatória, com impacto positivo na logística ao prever possíveis atrasos e promover decisões mais assertivas.

Palavras-chave: Decision Tree, Estimated Time of Arrival, Logística Portuária Praticagem.

1 INTRODUÇÃO

A conexão entre o homem e o meio marítimo e suas ações nesse âmbito foram de suma relevância para o curso da história do mundo e como a conhecemos atualmente. Devido ao acesso aos mares, as sociedades conseguiram comercializar, explorar o ecossistema marinho e até mesmo se envolver em guerras. Além disso, a migração possibilitou o contato entre povos diferentes e distantes geograficamente, a dispersão de várias religiões, culturas, costumes, idiomas e a interação entre múltiplos sistemas sociais e políticos (Fernandes, 2022). Atualmente, o transporte marítimo é responsável por aproximadamente 90% do comércio global e os portos são os pontos de conexão entre as rotas de transporte marítimo (Filom et al, 2022).

Nos anos 1990, o Sistema Automático de Identificação de Embarcações (AIS) foi desenvolvido para melhorar a segurança marítima. Por meio desse sistema, as embarcações transmitem informações estáticas (identificação e dimensões do navio), informações dinâmicas (posição e velocidade) e informações relacionadas às viagens (destino e previsão de chegada). Essas informações podem ser trocadas entre portos e estações a bordo de navios por meio de satélite ao longo das costas (Kolley et al., 2022; Mekkaoui et al., 2022).

A profissão do práctico foi uma das primeiras profissões a serem legitimadas no Brasil e conta com mais de 200 anos de história no país. Pode-se identificar o princípio da atividade de praticagem de embarcações desde a Grécia e a Roma Antiga, durante as travessias feitas pelos navegadores fenícios há mais de 4000 anos na porção oriental do Mar Mediterrâneo, quando já se reconhecia a importância do auxílio de um práctico nos navios, alguém que conhecesse bem o território, compreendesse cartas geográficas, tivesse conhecimentos astronômicos suficientes para prever o tempo, assegurar a rota e indicar o melhor percurso a ser feito (Lopes et al, 2019).

Já um tema que tem atraído bastante atenção nos últimos anos, a *Data Science*, derivada dos Sistemas de Informação (SI), é um conjunto de métodos com o objetivo de ajudar as organizações no processo decisório, por meio da transformação e análise de dados. Diante disso, ela tem se tornado bastante relevante no meio empresarial, pois possibilitou a aquisição da análise e obtenção de dados operacionais, além dos de performance e estratégia, proporcionando, por meio dos *outputs* das análises, melhorias nas operações e serviços (Escovedo; Koshiyama, 2020; Zaroni, 2019).

A partir da *Data Science*, algoritmos de *Machine Learning* (ML) e estatísticas auxiliam na análise de dados e produzem produtos de dados ou modelos os quais funcionam como análises preditivas, descritivas e prescritivas (Escovedo; Koshiyama, 2020). ML é um subconjunto de técnicas utilizadas na área de Inteligência Artificial que foca na descoberta de fórmulas matemáticas ou padrões os quais explicam a relação entre os dados sem necessariamente se preocupar com seu grau de utilidade ou aplicação ao negócio, além de estudar formas de automatizar tarefas inteligentes as quais seriam difíceis de serem feitas por seres humanos. Ou seja, em ML o aprendizado é a meta principal (Escovedo; Koshiyama, 2020).

Incertezas como condições climáticas, chegadas de navios, tipos de carga e características portuárias impactam nas operações portuárias e podem levar à subutilização ou ao congestionamento do tráfego portuário ou dos berços (Abreu et al., 2023). A incerteza na chegada das embarcações gera muitos problemas de gestão portuária, pois suas previsões de chegada são elementos chave no planejamento portuário para lidar com problemas de agendamento de berço, influenciando na

marcação de manobras e nas programações dos serviços de praticagem (Mekkaoui et al., 2022).

As empresas de praticagem, responsáveis por guiar embarcações em áreas portuárias, enfrentam desafios significativos devido a incertezas como condições climáticas e horários de chegada de navios. Neste trabalho, serão estudados os melhores métodos de ML a serem aplicados nas previsões de chegada das embarcações. Almeja-se que a aplicação dessas técnicas possa ser uma medida promissora para o aprimoramento do agendamento de berços e manobras, além de contribuir para a redução de congestionamentos e subutilização dos recursos portuários. Além disso, a adoção dessas tecnologias pode levar a uma operação mais segura e eficiente, beneficiando diretamente as empresas de praticagem, que ganham em agilidade e na qualidade do serviço prestado.

A pesquisa reveste-se de um caráter prático de aplicação, uma vez que os seus resultados irão colaborar nas ações do cotidiano de uma estação de praticagem. Nesse contexto, o objetivo deste artigo é propor um modelo de ML para prever a chegada de navios, com base na análise de dados históricos dos portos do Ceará e em variáveis relevantes, como condições climáticas e características das embarcações. O trabalho, desta forma, representará um componente relevante no processo de acompanhamento de manobras. Na linha dessa perspectiva, estabeleceu-se a seguinte questão de pesquisa: *é possível aplicar inteligência artificial para melhorar a previsão de chegada de navios nos portos de Mucuripe e Pecém?*

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMA AUTOMÁTICO DE IDENTIFICAÇÃO DE EMBARCAÇÕES (AIS)

O Sistema de Identificação Automática (AIS) é empregado para reconhecer embarcações na navegação marítima. Hoje em dia, ele é utilizado para diversos fins comerciais e os dados são usados para uma variedade de aplicações, como proteção do meio ambiente, gerenciamento de embarcações em hidrovias e vigilância geral para melhorar a segurança. Entretanto, a grande quantidade e a baixa qualidade dos dados AIS tornam difícil explorar plenamente seu potencial (Emmens et al., 2021).

O AIS é uma tecnologia que permite o rastreamento de embarcações, inicialmente desenvolvida para facilitar o rastreamento de embarcações para facilitar a identificação de navios na navegação marítima (Mazzarella et al., 2015)

Dentre as informações inseridas manualmente, o ETA é inserido no começo da viagem, não é sistemicamente atualizado e ocasionalmente pode estar ausente (Mekkaoui et al., 2022). Atualmente, os navios repassam por e-mail informações relevantes solicitadas pelos agentes portuários e necessárias às autoridades portuárias e outras partes em terra, inclusive o ETA (Mekkaoui et al., 2022).

2.1.1 Serviço de praticagem

O serviço de praticagem é exercido com o propósito de garantir a segurança da navegação, realizada em costas, em barras, portos, canais, lagos, lagoas e rios do território nacional (Lopes et al, 2019).

Visto que a navegação em águas de pilotagem restrita envolve maiores riscos que em alto-mar, exigindo manobras mais precisas devido a águas rasas, obstáculos e proximidade de portos. Práticos, com profundo conhecimento da hidrovia e habilidades de manejo de navios, utilizam sua experiência para conduzir embarcações

com segurança, considerando fatores como vento, corrente, maré e tráfego (Sinhara; Tannuri, 2022).

A lei que homologa o referido serviço é a NORMAM-12, regulamentada pela DPC (Diretoria de Portos e Costas) e fiscalizada pela Marinha do Brasil. A praticagem é regulada pela Lei de Segurança da Navegação (9.537/1997), que define essa atividade como a condução de embarcações durante manobras de atracação e desatracação nos portos, além da travessia de áreas com restrições à navegação ou sensíveis ao meio ambiente. Em 1998, a LESTA foi regulamentada, e seu capítulo sobre o serviço de praticagem estabelece que a constituição desse serviço inclui o prático, a lancha de prático e a atalaia.

2.1.2 Data science nos portos

Os investimentos em automação e digitalização dos portos têm aumentado relevantemente a fim de tomar decisões mais confiáveis e apropriadas em todos os níveis de gestão. A onda mais recente de transformação resultou na Indústria 4.0, baseada em sistemas físicos cibernéticos que abrangem as novas tecnologias como *Data Science*, Inteligência Artificial (AI), robótica, internet das coisas (IoT) e blockchain (Alcoforado, 2023; Filom et al., 2022).

As aplicações de ML nos terminais operacionais portuários abrangem diferentes áreas de pesquisa aplicadas na gestão operacional, para agilizar e automatizar as operações diárias (Filom et al., 2022; Mekkaoui et al, 2022). Além disso, os algoritmos de ML são adequados para resolver relacionamentos não lineares e complexos nos dados de rastreamento coletados e tem sido utilizado para previsão de chegada de navios (Servos, 2019).

Há uma extensa pesquisa sobre a aplicação de metodologias estatísticas em trajetórias de viagem, visando identificar padrões de movimento e definir rotas globais. Dados históricos e em tempo real do AIS podem ser utilizados para prever trajetórias com base em rotas anteriores, possibilitando a detecção de anomalias, a previsão de colisões e o planejamento de rotas (Bonham et al., 2018).

3 PROCEDIMENTOS METODÓLOGICOS

Primeiramente, foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre o tema de aplicação de ML no meio marítimo, mais especificamente na previsão de chegada de navios nos portos, e foram encontrados alguns trabalhos referentes ao tema, os quais serviram de inspiração e base para o presente trabalho. Nessa fase inicial de busca por dados históricos para a criação da base de dados, foi identificado um trabalho que utilizava os dados históricos de AIS fornecidos no site *Marine Traffic* para a formação da base de dados (Mekkaoui et al., 2022). A partir dele, foi determinada a procedência dos dados a serem utilizados para o modelo.

Em seguida, ocorreu a escolha de quais as variáveis e dados relevantes para o modelo aprender e prever as previsões de chegada nos portos de Pecém e Fortaleza. A princípio, foram coletados dados estáticos, como os nomes dos navios, nomes dos portos de chegada e partida, *Deadweight* (DWT) e tipo de navio e dados dinâmicos, como velocidade em tempo real, distância percorrida e a ser percorrida e as estimativas de chegada no porto calculada pelo *Marine Traffic* e reportada pelo navio. Porém, verificou-se que os dados dinâmicos, mais especificamente, os de velocidade em tempo real, distância a percorrer e estimativas de chegada eram muito escassos e mudavam e atualizam bastante, o que dificultou a criação de uma base de

dados robustos, com grande variedade e quantidade de informações. Dessa forma, essas informações dinâmicas foram descartadas e procurou-se novos dados para a base do modelo.

Tabela 1. Tipos de variáveis

Tipo de variável	Nome	Descrição
Variáveis relacionadas às características do navio	Nome do navio	Nome da embarcação
	Capacidade de DWT	Representa a soma dos pesos que um navio pode embarcar de forma segura
	Tipo	Tipo de carga que o navio transporta
Variáveis relacionadas às características geográficas	Origem	Nome do porto de origem
	Destino	Nome do porto de destino
Variáveis relacionadas às características de viagem	Distância percorrida	Distância percorrida em milhas náuticas pelo navio desde o porto de origem até o porto de destino
	Tempo viagem	Tempo de viagem em dias, horas e minutos

Fonte: Autores (2024).

Após análise da disponibilidade de dados em quantidade e espaço de tempo, optou-se por manter os dados estáticos referentes aos nomes dos navios, dos portos de destino e origem, DWT e tipo das embarcações e foram incluídos apenas dois dados de viagem, a distância percorrida e o tempo de viagem.

Tabela 2. Tipos de dados

Tipo de dado	Dados
Estáticos	Nome do navio
	Origem
	Destino
	DWT
	Tipo
Viagem	Distância percorrida
	Tempo de viagem

Fonte: Autores (2024).

Sendo assim, foram coletados 584 dados para o porto de Pecém e 463 dados para Fortaleza, referentes às escalas de navios nos dois portos realizadas durante o espaço de tempo de um ano.

Logo após, os tempos de viagem foram classificados em tempo curto, médio e longo. Com base na análise dos dados, as viagens realizadas em menos de dois dias foram categorizadas como tempo curto, as feitas em mais de dois dias e menos de sete dias em tempo médio e as ocorridas em mais de sete dias como tempo longo.

Tabela 3. Critério de classificação

Classificação	Critério
Curto	Tempo < 2 dias
Médio	2 dias < tempo < 7 dias
Longo	Tempo > 7 dias

Fonte: Autores (2024).

Em seguida, a fim de determinar qual era o modelo mais eficiente para a previsão de chegada nos portos, foram aplicados os seguintes quatro métodos de ML: *Dummy Classifier*, *Linear SVC*, *SVC* e *Decision Tree*.

A logística portuária é vista como uma das atividades mais complexas do país, pois os responsáveis e reguladores são altamente inflexíveis e exigem a descrição de muitos dados, o que acaba refletindo no prazo de entrega e no custo dos produtos (Fleury, 1998). Portanto, o uso de artifícios para mitigar tais inconstâncias é de alto interesse. Dessa forma, o foco deste trabalho será a previsão do tempo de viagem de navios nos portos de Pecém e Fortaleza com base em dados históricos de viagens.

A linha estrutural de predição do tempo de viagem foi feita segundo os seguintes passos: aquisição dos dados, pré-processamento dos dados, aplicação nos modelos de previsão e a avaliação da precisão, acurácia, recall e Brier dos modelos.

3.1 DADOS HISTÓRICOS

Para a uma maior chance de precisão/acurácia dos métodos de previsão é mandatório que a confiabilidade e a qualidade dos dados sejam garantidas. Portanto, os dados, foram obtidos através de um espaço amostral de tempo de um ano nos Portos do Pecém e do Mucuripe. As coletas dos dados foram realizadas através da plataforma *Marine Traffic* ©.

As variáveis que foram extraídas e que, portanto, serão utilizadas nesta etapa incluem: capacidade do navio, tipo do navio, distância percorrida (mn), tempo de viagem (min).

3.2 PRÉ-PROCESSAMENTO DOS DADOS

O processamento inicial de dados desempenha um papel fundamental na criação de modelos de previsão, uma vez que a eficácia dos resultados alcançados pode ser influenciada de forma direta pela qualidade dos dados fornecidos ao modelo. Esse procedimento engloba a tarefa de purificar e padronizar os dados de entrada, além de particioná-los em conjuntos de treinamento, validação e teste. (Tirth et al., 2023). Desconsiderar essa etapa prejudica o processo de aprendizado e retarda sua convergência em direção aos mínimos, resultando em uma distorção dos resultados de desempenho. (Alkhayat e Mehmood, 2021).

Para o pré-processamento foram realizados passos para implementar nos modelos.

Sendo assim, a primeira etapa é a filtragem de variáveis que consiste em medir a correlação linear entre a variável que se deseja prever e cada uma das variáveis que nela a interfere. A aplicação é feita através da Correlação de Pearson em formato de matriz.

Os valores da correlação encontrados variam de 1 a -1. Quanto mais próximo de 1, maior é a relação de proporcionalidade direta entre os dados; da mesma forma, quando mais próximo de -1, a relação se torna inversamente proporcional. É importante observar que quanto mais próximo de 0, menos conclusiva se torna a evidência de uma relação linear entre os dados. De maneira análoga, à medida que as variáveis são mais correlacionadas menos o modelo terá problemas em fazer estimativas de previsão. Sendo assim sabendo cada valor de correlação é possível filtrar as variáveis que mais impactam na variável objetivo.

Posteriormente, o tratamento de dados faltantes faz-se importante, pois seu princípio consiste em aferir a existência de valores que são nulos característica a qual pode comprometer o treinamento do modelo. E por fim, é realizada a divisão randômica dos dados em formato *seed* para o treino de forma integral e a replicação dos resultados.

3.3 MODELOS DE PREVISÃO

Para os modelos, os dados já pré-processados são utilizados para treino dos modelos *Dummy Classifier*, *Linear SVC*, *SVC* e *Decision Tree Classifier* utilizando o software *Python*®. Os dados coletados são divididos em: 75% serão utilizados para treinamento do modelo e os 25% restantes para teste e validação.

É aplicado uma modelagem em cada uma das situações de tempo de viagem, e logo após, aferido parâmetros de acurácia e precisão para averiguar o desempenho de cada um nas diferentes situações. Para prever resultados em cada uma das cidades. Os modelos são treinados e validados com dados específicos de cada tipo de tempo de viagem, utilizando variáveis que apresentarem correlações aceitáveis de acordo com o coeficiente de Pearson.

3.3.1 *Dummy classifier*

Dummy Classifier é um modelo que faz previsões que ignoram as variáveis de entrada. Esse modelo serve como um simples ponto de partida para comparação com outros modelos de previsão mais complexos.

3.3.2 *Support vector machine*

Os modelos de *Support Vector Machine* constroem um hiperplano ou conjunto de hiperplanos em um espaço de alta ou infinita dimensão, que pode ser usado para classificação, regressão ou outras tarefas. Intuitivamente, uma boa separação é alcançada pelo hiperplano que possui a maior distância para os pontos de dados de treinamento mais próximos de qualquer classe (chamada de margem funcional), uma vez que, em geral, quanto maior a margem, menor o erro de generalização do classificador (Pedregosa et al., 2011).

O modelo utiliza o método kernel, o qual mapeia implicitamente os dados originais de forma não linear em um espaço de alta dimensão, conhecido como espaço de características $\vartheta(\cdot): \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{F}$. Este espaço pode, na verdade, ser de dimensão infinita, o que aparentemente proibiria qualquer cálculo. No entanto, o truque (kernel trick) está

precisamente em evitar tais cálculos. O foco está em vez disso nas similaridades entre quaisquer dois pontos de dados $\vartheta(x_j)$ e $\vartheta(x_i)$ no espaço de características sendo medido por $\vartheta(x_i)' \vartheta(x_j)$, cujo cálculo, à primeira vista, exigiria o conhecimento da forma da função $\vartheta(\cdot)$. A solução é usar uma função $k(\cdot, \cdot): \mathcal{X} \times \mathcal{X} \rightarrow \mathbb{R}$, que produziria o produto interno no espaço de características sem nunca exigir a forma funcional explícita da função kernel. Além disso, uma função de kernel válida garante a existência e de uma transformação de características, embora sua forma analítica possa ser desconhecida.

Esta função de kernel forma uma matriz K de Gram, conhecida como matriz de kernel, cujos elementos são produtos internos entre exemplos de treinamento transformados, $\{K\}_{ij} = k(x_i, x_j) = \vartheta(x_i)' \vartheta(x_j)$. O que torna o truque do kernel útil é o fato de que muitos modelos podem ser expressos exclusivamente em termos de produtos internos entre pontos de dados.

A principal vantagem do método do kernel é que ele permite efetivamente o uso de um modelo linear em um espaço não linear de alta dimensão, o que equivale a aplicar uma técnica não linear no espaço original. (Kutateladze, 2022).

3.3.3 SVC

Dado vetores de treinamento $x_i \in \mathbb{R}^n, i = 1, \dots, l$, em duas classes, e um vetor indicador $y \in \mathbb{R}^l$ o qual $y_i \in \{1, -1\}$ (Boser et al., 1992), SVC resolve o problema de otimização primal abaixo:

$$\begin{aligned} \min_{w,b,\xi} \quad & \frac{1}{2} w^T w + C \sum_{i=1}^l \xi_i \\ & y_i (w_i^T \phi(x_i) + b) \geq 1 - \xi_i \\ & \xi_i \geq 0, i = 1, \dots, l, \end{aligned}$$

Onde $\phi(x_i)$ mapeia x_i em um espaço de alta dimensionalidade e $C > 0$ é o parâmetro de regularização. Devido à possível alta dimensionalidade da variável vetor w , usualmente resolve-se o problema dual abaixo:

$$\begin{aligned} \min_{\alpha} \quad & \frac{1}{2} \alpha^T Q \alpha - e^T \alpha \\ & y^T \alpha = 0, \\ & 0 \leq \alpha_i \leq C, i = 1, \dots, l, \end{aligned}$$

Onde $e = [1, \dots, 1]^T$ é o vetor de uns, Q é uma matriz positiva semidefinida l por l , $Q_{ij} = y_i y_j K(x_i x_j)$, e $K(x_i x_j) \equiv \phi(x_i)^T \phi(x_j)$ é a função kernel.

Depois do problema ser resolvido usando a relação primal-dual, o w ótimo satisfaz

$$w = \sum_{i=1}^l y_i \alpha_i \phi(x_i)$$

E a função de decisão é:

$$\text{sgn}(w^T \phi(x) + b) = \left(\text{sgn} \sum_{i=1}^l y_i \alpha_i K(x_i, x) + b \right)$$

Extraímos $y_i \alpha_i \forall i, b$, os rótulos, e outras informações como parâmetros do núcleo no modelo para previsão.

3.3.4 *Linear SVC*

Esse modelo é um classificador binário, utilizado para resolver o problema primal abaixo:

$$\min_{w, b} \frac{1}{2} w^T w + C \sum_{i=1}^n \max(0, 1 - y_i (w^T \phi(x_i) + b))$$

Onde fazemos uso da perda de dobradiça. Esta é a forma que é diretamente otimizada pelo *Linear SVC*, mas, ao contrário da forma dual, esta não envolve produtos internos entre amostras, então o famoso truque do kernel não pode ser aplicado (Pedregosa et al., 2011). Em resumo, esse modelo se assemelha muito com o SVC, porém sua modelagem se restringe apenas a uma abordagem de estimativa linear.

3.3.5 *Decision tree classifier*

As Árvores de Decisão é um método de aprendizado supervisionado não paramétrico usado para classificação e regressão. O objetivo é criar um modelo que preveja o valor de uma variável-alvo, aprendendo regras de decisão simples inferidas a partir das características dos dados. Uma árvore pode ser vista como uma aproximação peça por peça constante. Isso significa que a árvore divide o espaço de características em regiões distintas e atribui uma constante a cada região, representando a previsão para os pontos de dados nessa região específica.

Uma árvore de decisão é um preditor, $h: X \rightarrow Y$, que prevê o rótulo associado a uma instância x ao percorrer de um nó raiz de uma árvore até uma folha. Para simplificar, nos concentramos na configuração de classificação binária, ou seja, $Y = \{0, 1\}$, mas as árvores de decisão podem ser aplicadas a outros problemas de previsão também. Em cada nó no caminho da raiz até a folha, o filho sucessor é escolhido com base em uma divisão do espaço de entrada. Normalmente, a divisão é baseada em uma das características de x ou em um conjunto predefinido de regras de divisão.

Supondo que temos que com uma probabilidade de pelo menos $1-\delta$ (sendo δ o intervalo de confiança), em uma amostra de tamanho m , com número de rótulos d , para cada n e para cada árvore de decisão $h \in H$ com n nós, vale a seguinte condição:

$$L_D(h) \leq L_S(h) + \sqrt{((n+1) \log_2(d+3) + \log(2/\delta))/2m}$$

Esta condição realiza um *tradeoff*: por um lado, esperamos que árvores de decisão maiores e mais complexas tenham um risco de treinamento menor, $L_S(h)$, mas o valor correspondente de n será maior. Por outro lado, árvores de decisão

menores terão um valor menor de n , mas $L_S(h)$ pode ser maior. O que se espera é que se possa encontrar uma árvore de decisão com baixo risco empírico, $L_S(h)$, e um número de nós n não muito alto.

3.4 MÉTRICAS DE DESEMPENHO

3.4.1 Acurácia

A acurácia é uma das medidas mais comumente usadas para avaliar o desempenho da classificação, e é definida como a razão entre as amostras classificadas corretamente e o número total de amostras, da seguinte forma (Tharwat, 2021):

$$\frac{\textit{Verdadeiro Positivo} + \textit{Verdadeiro Negativo}}{\textit{Verdadeiro Positivo} + \textit{Verdadeiro Negativo} + \textit{Falso Positivo} + \textit{Falso Negativo}}$$

3.4.2 Precisão

Os valores preditivos (positivo e negativo) refletem o desempenho da previsão. O valor preditivo positivo (PPV) ou precisão representa a proporção de amostras positivas que foram corretamente classificadas em relação ao número total de amostras positivas previstas (Tharwat, 2021).

$$\frac{\textit{Verdadeiro Positivo}}{\textit{Verdadeiro Positivo} + \textit{Falso Positivo}}$$

3.4.3 Recall

O *recall* representa intuitivamente a capacidade do classificador em identificar todas as amostras positivas. O melhor valor possível para a *recall* é 1, o que significa que o classificador é capaz de encontrar todas as amostras positivas, enquanto o pior valor é 0, indicando que o classificador não é capaz de identificar nenhuma amostra positiva (Pedregosa et al., 2011). Em resumo, a *recall* mede a capacidade do classificador em não deixar amostras positivas não detectadas.

$$\frac{\textit{Verdadeiro Positivo}}{\textit{Verdadeiro Positivo} + \textit{Falso Negativo}}$$

3.4.4 Brier

O *Brier Score* mede a erro quadrático médio entre a probabilidade prevista e o resultado real. Se faz aplicável a tarefas em que as previsões devem atribuir probabilidades a um conjunto de resultados discretos mutuamente exclusivos ou classes. O conjunto de resultados possíveis pode ser binário ou categórico por natureza, e as probabilidades atribuídas a esse conjunto de resultados devem somar 1(um) (onde cada probabilidade individual está na faixa de 0 a 1) (Brier, 1950).

$$Brier = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (f_t - o_t)^2$$

Em que N é o número de itens para os quais você está calculando um *Brier Score* é a probabilidade da previsão, o_t é o resultado (1 se aconteceu, 0 se não aconteceu), \sum é o símbolo de soma, significa simplesmente "somar" todos os valores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentados os resultados preliminares da aplicação dos quatro algoritmos de ML nas bases de dados contendo as informações descritas na seção anterior. Será dividida em sub tópicos, focados em cada categoria de tempo e num subtópico final, voltado para a análise dos resultados e impactos logísticos na marcação de manobras.

4.1 TEMPO CURTO

Ao testar os algoritmos, os modelos *Dummy Classifier* e *Linear SVC* tiveram valores iguais de acurácia (56,16%), *recall* (nulo) e Brier (0,4384). Já o modelo SVC, mostrou uma precisão de 81,94% e acurácia de 87,67%, *recall* de 0,9219 e Brier de 0,1233. Por fim, o modelo de *Decision Tree Classifier* expressou uma acurácia de 94,52%, uma precisão de 96,67%, *recall* de 0,9062 e Brier de 0,0548.

Tabela 4. Resultados dos modelos no Tempo Curto

Modelo	Acurácia	Precisão	Recall	Brier
<i>Dummy Classifier</i>	56,16%	0,000%	0,000	0,4384
<i>Linear SVC</i>	56,16%	0,000%	0,000	0,4384
SVC	87,67%	81,94%	0,9219	0,1233
<i>Decision Tree Classifier</i>	94,52%	96,67%	0,906	0,0548

Fonte: Autores (2024).

O dado mais relevante para a análise e previsão dos modelos foi o de distância percorrida, como se pode ver na imagem a seguir:

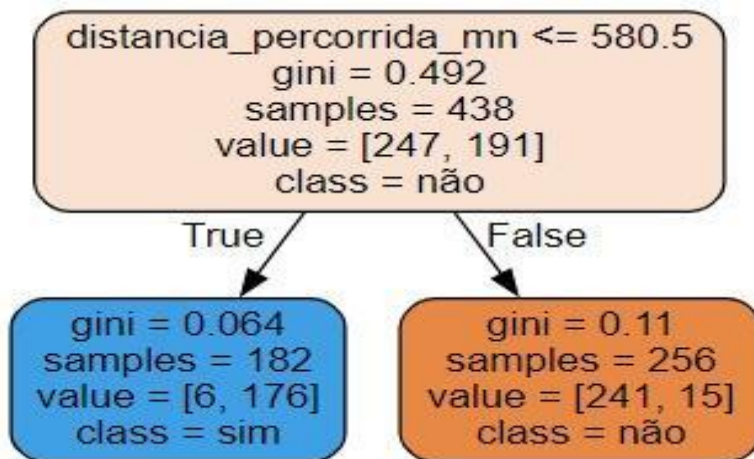


Figura 1. *Decision Tree Classifier* – Tempo Curto
 Fonte: Autores (2024).

4.2 TEMPO MÉDIO

Como na categoria anterior, ao aplicar os algoritmos, os modelos *Dummy Classifier* e *Linear SVC* também apresentaram valores idênticos com acurácia de 64,38%, precisão e *recall* nulos, e Brier de 0,3562. Ambos os modelos tiveram desempenho abaixo quando comparados com o modelo *SVC*, que mostrou uma precisão de 85%, acurácia de 83,56%, *recall* de 0,6540 e Brier de 0,1644. Já o modelo *Decision Tree Classifier* expressou uma acurácia de 93,84%, uma precisão de 86,64%, *recall* de 0,9808 e Brier de 0,0616.

Tabela 5. Resultados dos modelos no Tempo Médio

Modelo	Acurácia	Precisão	Recall	Brier
<i>Dummy Classifier</i>	64,38%	0,000%	0,000	0,3562
<i>Linear SVC</i>	64,38%	0,000%	0,000	0,3562
<i>SVC</i>	83,56%	85,00%	0,650	0,1644
<i>Decision Tree Classifier</i>	93,84%	86,64%	0,980	0,0616

Fonte: Autores (2024).

O dado da distância percorrida manteve sua relevância também para essa classe, com a inclusão da importância do dado de capacidade de DWT, o que gerou mais ramificações no modelo de *Decision Tree Classifier*, como observado na imagem a seguir:

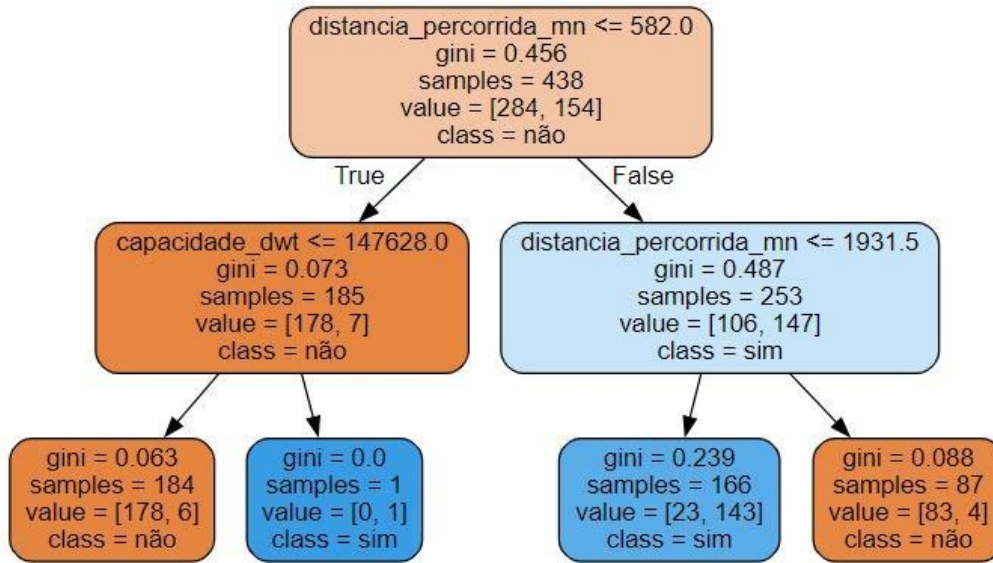


Figura 2: *Decision Tree Classifier* - Tempo Médio
 Fonte: Autores (2024).

4.3 TEMPO GRANDE

Diferentemente das categorias anteriores, os resultados preliminares indicaram o modelo *Dummy Classifier* com os resultados mais carentes em eficiência com 78,76% de acurácia, precisão e *recall* nulos e Brier 0,2123, seguido pelo *Linear SVC*, que obteve a acurácia de 85,62%, precisão de 75,00%, *recall* de 0,4840 e Brier de 0,1438. Já os modelos de *SVC* e *Decision Tree Classifier* expressaram melhores resultados, ambos com acurácias e Brier de 95,2% e 0,0479, respectivamente, seus diferenciais foram na precisão (87,50%) e *recall* (0,9032) para o *SVC*, enquanto para o *Decision Tree Classifier* a precisão foi de 96,15% e *recall* de 0,8064.

Tabela 6. Resultados dos modelos no Tempo Grande

Modelo	Acurácia	Precisão	Recall	Brier
Dummy Classifier	78,76%	0,000%	0,000	0,2123
Linear SVC	85,62%	75,00%	0,4840	0,1438
SVC	95,20%	87,50%	0,9032	0,0479
Decision Tree Classifier	95,20%	96,15%	0,8064	0,0479

Fonte: Autores (2024).

A distância percorrida permaneceu também como dado relevante e distinto das categorias anteriores, o outro dado relevante foi o referente ao tipo de navio, conforme podemos observar a seguir:

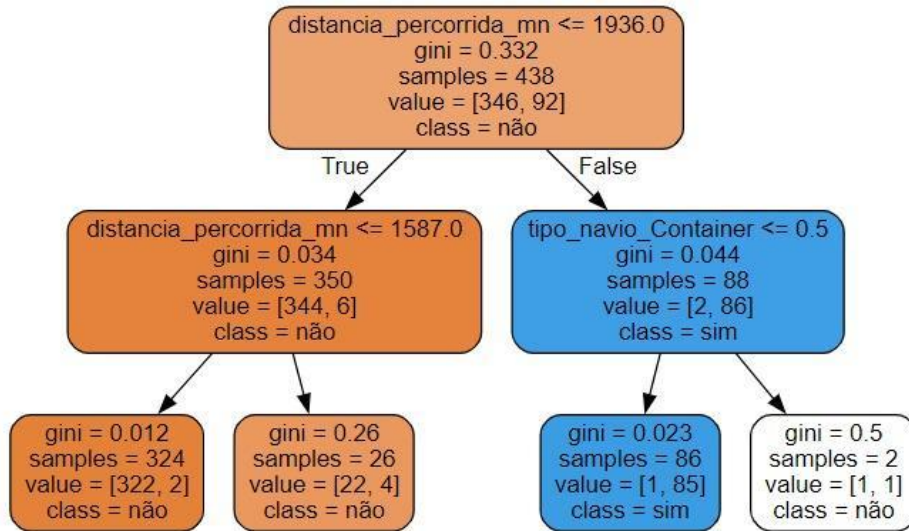


Figura 3. *Decision Tree Classifier* - Tempo Grande
Fonte: Autores (2024).

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Observando os resultados obtidos por meio da aplicação quatro tipos de modelo, pode-se concluir que o modelo *Decision Tree Classifier* é o mais indicado para as três categorias de tempo de viagem, visto que, seus indicadores de acurácia, precisão, *recall* e Brier são os que desempenham mais bem comparadas as dos outros modelos.

Ademais, os dados que demonstraram mais relevância para o algoritmo dos modelos, principalmente do *Decision Tree Classifier*, sendo relevante nas três categorias de tempo de viagem.

O modelo de previsão de ETA utilizando o *Decision Tree Classifier* será uma grande vantagem na logística de marcação de manobras para navios, visto que nem todos os navios atracam na chegada por diversos motivos, como indisponibilidade de berço, janela de atracação e atraso na chegada da carga. Dessa forma, há necessidade de planejamento e agendamento prévio das manobras, antes da chegada das embarcações (Kolley et al, 2023). O modelo auxiliará numa previsão mais assertiva das chegadas, sem a necessidade de atualizações constantes com os agentes marítimos, beneficiando o fluxo de informações entre plantonistas de estação de praticagem e as agências, reduzindo o volume diário de comunicação ocorrido antes da chegada do navio e aprimorando a logística de marcação, acionamento e deslocamento do prático e da lancha de praticagem até os pontos de embarques.

Porém o modelo possui algumas limitações de dados, já que foram coletados pouca quantidade de dados estáticos e de viagem, que podem acarretar numa menor assertividade de previsão. Para trabalhos futuros, seria proveitoso coletar mais dados para o aperfeiçoamento do modelo, como os geográficos, coletando dados de ventos, ondas e previsões climáticas das áreas as quais os navios percorrem até chegar aos portos de destino (Mekkaoui et al, 2022).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foi investigada a possibilidade de aumentar a eficiência da previsão de chegada dos navios nos portos por meio dos modelos de *Dummy*

Classifier, *Linear Support Vector Classification*, *Support Vector Classification* e *Decision Tree Classifier* utilizando o software *Python*® e biblioteca *Scikit-Learn*. A aplicação desses modelos almeja por reduzir uma das adversidades no serviço de praticagem e na programação de manobras, a incerteza na previsão de chegada das embarcações.

Foi constatado que é possível aplicar inteligência artificial para melhorar a previsão de chegada de navios. Com isso, o modelo com os melhores resultados, *Decision Tree Classifier* demonstra uma qualidade satisfatória na previsão e pode ser utilizado para tomadas de decisões. Ademais, a utilização dessa estratégia causa um impacto positivo na logística de praticagem, prevenindo possíveis atrasos de chegadas de navios. Dessa forma, essa solução se provou executável, pois utiliza inteligência baseada em dados para uma decisão mais assertiva da logística de praticagem.

As limitações mais significativas foi a coleta de dados de um período curto de tempo (somente um ano) e a exclusão de dados geográficos por não estarem disponíveis na base de dados utilizada. Enquanto esses modelos de *Machine Learning* representam uma grande oportunidade na construção de modelos de previsões de chegada robustos, exigem grandes conjuntos de dados, o que exige recursos.

Como extensão desse trabalho, recomenda-se a aplicação do modelo de previsão proposto no sistema de suporte a decisão e testar sua capacidade nos dados não utilizados nas fases de treinamento e validação de dados do algoritmo. Além disso, o modelo proposto pode ser utilizado em dados mais recentes e mais variados para acarretar numa melhor qualidade de previsão de manobras.

REFERÊNCIAS

- Abreu, L. R., Maciel, I. S., Alves, J. S., Braga, L. C., & Pontes, H. L. (2023). A decision tree model for the prediction of the stay time of ships in Brazilian ports. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 117, 105634.
- Alcoforado, F. (2023). AS REVOLUÇÕES NOS MEIOS DE TRANSPORTE DESDE A PRÉ-HISTÓRIA À ERA CONTEMPORÂNEA E SUA EVOLUÇÃO FUTURA.
- Alkhayat, G., & Mehmood, R. (2021). A review and taxonomy of wind and solar energy forecasting methods based on deep learning. *Energy and AI*, 4, 100060.
- Almeida, T. S., Mumme, N. M., & Novaes, D. F. C. (2019). A importância do serviço de praticagem para o cotidiano portuário, um estudo de sua atuação no porto de Santos. *Revista Processando o Saber*, 11, 84-101.
- Bonham, C., Noyvirt, A., Tsalamanis, I., & Williams, S. (2018). Analysing port and shipping operations using big data. *Data Science Campus*, ONS.
- Boser, B. E., Guyon, I. M., & Vapnik, V. N. (1992, July). A training algorithm for optimal margin classifiers. In *Proceedings of the fifth annual workshop on Computational learning theory* (pp. 144-152).
- Brier, G. W. (1950). Verification of forecasts expressed in terms of probability. *Monthly weather review*, 78(1), 1-3.

- Diretoria de Portos e Costas. (n.d.). *NORMAM: Normas da Autoridade Marítima para o serviço de praticagem, Seção II – Definições*. <https://www.dpc.mar.mil.br/sites/default/files/normam12.pdf>.
- Escovedo, T., & Koshiyama, A. (2020). *Introdução à Data Science: algoritmos de Machine Learning e métodos de análise*. Casa do Código.
- El Mekkaoui, S., Benabbou, L., & Berrado, A. (2022). Machine learning models for efficient port terminal operations: case of vessels' arrival times prediction. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 3172-3177.
- Emmens, T., Amrit, C., Abdi, A., & Ghosh, M. (2021). The promises and perils of Automatic Identification System data. *Expert Systems with Applications*, 178, 114975.
- Fernandes, V. R. (2022). *O Surgimento de Navios Autônomos: um processo transformador para a indústria do transporte marítimo*. Editora Dialética.
- Filom, S., Amiri, A. M., & Razavi, S. (2022). Applications of machine learning methods in port operations—A systematic literature review. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 161, 102722.
- Fleury, P. F. (1998). Perspectivas para a logística brasileira. *Revista Tecnológica*, 30(1998).
- Kolley, L., Rückert, N., Kastner, M., Jahn, C., & Fischer, K. (2023). Robust berth scheduling using machine learning for vessel arrival time prediction. *Flexible services and manufacturing journal*, 35(1), 29-69.
- Kutateladze, V. (2022). The kernel trick for nonlinear factor modeling. *International Journal of Forecasting*, 38(1), 165-177.
- Mazzarella, F., Vespe, M., & Santamaria, C. (2015). SAR ship detection and self-reporting data fusion based on traffic knowledge. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 12(8), 1685-1689.
- Planalto. (n.d.). *Regulamento de segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional*. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2596.htm.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *the Journal of machine Learning research*, 12, 2825-2830.
- Servos, N., Liu, X., Teucke, M., & Freitag, M. (2019). Travel time prediction in a multimodal freight transport relation using machine learning algorithms. *Logistics*, 4(1), 1.
- Sinohara, H. T., & Tannuri, E. A. (2022). Port's technologies for autonomous ships in restricted waters. *Maritime Business Review*, 7(1), 5-23.

- Shalev-Shwartz, S., & Ben-David, S. (2014). *Understanding machine learning: From theory to algorithms*. Cambridge university press.
- Tharwat, A. (2021). Classification assessment methods. *Applied computing and informatics*, 17(1), 168-192.
- Tirth, V., Algahtani, A., Alghtani, A. H., Al-Mughanam, T., & Irshad, K. (2023). Sustainable nanomaterial-based technologies for renewable energy production and efficient storage based on machine learning techniques. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 56, 103085.
- Zaroni, H. W. P. (2019). Proposta de um modelo de business intelligence para o apoio à decisão através da perspectiva da Data Science.

O MERCADO DE TRANSPORTE MARÍTIMO E AS REFORMAS NAS POLÍTICAS DE CABOTAGEM AUSTRIA E NO BRASIL

Cléber Martinez
Ministério de Portos e Aeroportos

Resumo: Os transportes têm a função de proporcionar a disponibilidade de bens que, de outra maneira, não estariam disponíveis para uma sociedade, ou seja, têm a função econômica de promover a integração entre sociedades que produzem bens entre si. As particularidades econômicas inerentes ao mercado de transporte marítimo, em particular a ausência de regulamentação do setor no mercado internacional, a possibilidade de as empresas de navegação do setor de contêineres atuarem em consórcios e a volatilidade dos valores de frete demonstram que este setor deve ser avaliado sob todas as reservas existentes aos mercados com competição imperfeita. Entretanto, os menores custos de transportes proporcionados diretamente para os usuários, além de todas as externalidades positivas para a sociedade, entre as quais instrumento fundamental de integração regional, justificam o desenvolvimento de políticas públicas de fomento ao transporte aquaviário na maior parte dos países e economias mais desenvolvidas, entre as quais países membros da OCDE em que há regramentos para operação de cabotagem e políticas de subsídios. A análise das políticas públicas da cabotagem australiana foi identificada como relevante para avaliar o setor no Brasil em razão de similaridades estruturais relevantes identificadas no setor em ambos os países, entre as quais existência política pública de subvenção do transporte marítimo para a promoção da integração regional, na Austrália denominada *Tasmanian Freight Equalisation Scheme – TFES*, assemelhada ao Adicional de Renovação de Frete da Marinha Mercante – AFRMM existente no Brasil. Além disso, ambos os países promoveram recentemente reformas no regramento do transporte marítimo nacional.

Palavras-chave: Transporte Marítimo, Cabotagem, Integração Regional, Subsídios ao Transporte.

Abstract: Transport has the function of providing the availability of goods that would otherwise not be available to a society, that is, its economic function is to promote integration between societies that produce goods among themselves. The economic peculiarities inherent to the maritime transport market, in particular the lack of regulation of the sector in the international market, the possibility of shipping companies in the container sector operating in consortia and the volatility of freight rates demonstrate that this sector should be assessed with all the reservations that exist in markets with imperfect competition. However, the lower transport costs provided directly to users, in addition to all the positive externalities for society, including a fundamental instrument of regional integration, justify the development of public policies to promote waterway transport in most of the most developed countries and economies, including OECD member countries where there are regulations for cabotage operations and subsidy policies. The analysis of Australian cabotage public policies was identified as relevant to assess the sector in Brazil due to relevant structural similarities identified in the sector in both countries, including the existence of a public policy to subsidize maritime transport to promote regional integration, in Australia called the *Tasmanian Freight Equalisation Scheme – TFES*, similar to the *Merchant Marine Freight Renewal Supplement – AFRMM* in Brazil. In addition, both countries have recently promoted reforms in the regulation of national maritime transport.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da segunda metade do século XIX uma sucessão de planos de viação fora apresentada aos governos, colocando ênfase nas vias férreas e na navegação fluvial e marítima como a solução para os problemas do isolamento a que ainda se viam submetidas as regiões brasileiras (GALVÃO, 1996).

Os transportes têm a função de proporcionar a disponibilidade de bens que, de outra maneira, não estariam disponíveis para uma sociedade ou estariam apenas a um elevado preço, ou seja, têm a função econômica de promover a integração entre sociedades que produzem bens entre si. (PEREIRA, 2009 apud CAIXETA-FILHO E GAMEIRO, 2001).

Os mercados de cabotagem marítima representam um considerável potencial de negócios e comércio, particularmente em países com longas áreas costeiras, melhorando os serviços porta a porta, pois pode aumentar a eficiência da cadeia de abastecimento logística, promover o transporte de maiores volumes de carga a custos mais baixos e garantir a continuidade do serviço (UNCTAD, 2017).

Tendo cerca de 80% da população brasileira morando em áreas litorâneas, situada até 200 km do litoral, com a zona costeira se estendendo por 17 Estados, concentrando 90% do PIB, 93% da produção industrial e 85% do consumo de energia, a vocação marítima do País não é apenas uma inclinação, é seu destino (BRASIL, 2020).

O investimento em transporte deve ser visto numa economia em desenvolvimento, como a soma de recursos disponíveis desviada produção corrente para gerar uma produção tipicamente intermediária, muitas vezes, condição necessária, mas não suficiente, para acelerar o desenvolvimento Econômico (BARAT, 1971).

Existem muitos casos em que a própria natureza das operações de transporte significa que não podem ser operadas em uma base comercial. Isso seria, portanto, denominado um serviço “socialmente necessário” e fornece a justificativa para o pagamento de subsídio para fornecer algum padrão mínimo de vida, pois toda sociedade civilizada deve ter acesso a um nível razoável de provisão de transporte, proporcionando equidade de oportunidade de criação de riqueza (COWIE, 2010).

Conforme a função distributiva, verifica-se que nem todas as distribuições de bens e recursos da sociedade são desejáveis, principalmente em razão de eficiência e de justiça social. Isso leva a que o governo se utilize do Orçamento para promover políticas de distribuição de recursos públicos para tentar resolver tais tipos de problemas (MORGADO, 2011).

Entretanto, a dimensão internacional do modal permanece problemática e parece haver muito menos controle qualitativo nas operações marítimas do que, por exemplo, para os serviços aéreos, estando parcialmente relacionado à escala deste modal, pois o marítimo é muito maior (COWIE, 2010).

Os serviços de transporte marítimo de cabotagem, correspondente a navegação entre portos ou pontos do mesmo território, utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores, nos termos da Lei nº 9.432, de 1997, representa papel extremamente relevante, especialmente para países com extensa linha costeira como é o caso do Brasil e da Austrália, países que além do extenso litoral e localizados no hemisfério sul, também possuem em comum o distanciamento das principais rotas marítimas que interligam as grandes economias situados no hemisfério norte.

Por outro lado, estudos indicam que reformas visando a redução ou remoção das barreiras relacionadas ao setor de transporte marítimo proporcionariam benefícios

econômicos para os países em diferentes níveis (ICS, 2021). Nesta visão, a regulamentação do transporte marítimo se enquadra nas categorias de regulamentação comercial e econômica que têm o efeito de corroer, até certo ponto, a livre concorrência em termos de preço, disponibilidade de carga e capacidade de comércio e liberdade de escolha, causando distorções no mercado (REYNOLDS, 2000).

Neste contexto, este trabalho visa apresentar concisamente as características de mercado imperfeito do setor de transporte marítimo, que associada a falta de regulamentação do setor no mercado internacional, implica na possibilidade de atuação das empresas de navegação em consórcios, tendendo a oligopolização no segmento de contêineres, justificável somente para atividades econômicas específicas.

Este cenário, associado as externalidades positivas proporcionadas pelo transporte marítimo, entre as quais sua relevância como instrumento de integração nacional, demonstram-se as razões da existência de políticas públicas de fomento a navegação e regramento da cabotagem existentes na grande maioria dos países, entre os quais as economias mais desenvolvidas do mundo e membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

A comparação do desempenho do transporte marítimo de cabotagem entre diferentes economias é extremamente complexa em razão de fatores geográficos, econômicos e em razão da diversidade de políticas públicas de fomento ao setor, existentes em cada país.

O Brasil e a Austrália possuem similaridades relevantes, como localização distante dos grandes centros econômicos mundiais, grande extensão costeira, que concentra a maior parte da população, tendo o transporte marítimo como relevante instrumento de integração regional para ambos os países. A comparação da cabotagem entre Brasil e Austrália se torna ainda mais relevante em razão de ambos os países terem passado recentemente por reformas em suas respectivas políticas públicas de fomento ao setor.

Dessa forma, serão apresentados na sequência as características identificadas como fundamentais para a compreensão da dinâmica existente no mercado de transporte marítimo internacional, as razões que levam a existência de regramento e de políticas públicas de fomento a cabotagem nas economias mais desenvolvidas. Serão abordados também os principais elementos da experiência liberalizante e as razões que levaram ao restabelecimento das regras de cabotagem na Austrália, assim como contextualização das recentes reformas nas políticas públicas do setor no Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 COMPETIÇÃO IMPERFEITA NOS MERCADOS DE TRANSPORTE MARÍTIMO

No funcionamento do sistema econômico, o setor de transportes desempenha papel fundamental prestando serviços absorvidos, praticamente, por todas as unidades produtivas disseminadas no espaço econômico (BARAT, 1971).

O exame da concorrência nos mercados de transporte é desenvolvido pela introdução da ideia de mercado imperfeitamente competitivo. Uma definição simples, mas altamente precisa, de tal mercado é aquela que viola uma ou mais das premissas de concorrência perfeita (COWIE, 2010).

Um tipo de mercado imperfeitamente competitivo é o oligopólio, um mercado com apenas alguns vendedores, torna as interações estratégicas entre elas uma parte

fundamental da análise, tais como, escolha de quanto produzir e que preço cobrar (MANKIW, 2018).

Em relação ao transporte marítimo, considerando as descrições apresentadas por COWIE (2010), identifica-se como relevante a apresentação sucinta dos seguintes conceitos:

- ❑ **Monopólio:** quando há apenas um único provedor do serviço possibilitando práticas anticompetitivas.
- ❑ **Monopólio Natural:** Características do mercado proporciona economia de escala para operação de apenas uma empresa.
- ❑ **Oligopólio:** A estrutura de mercado da maioria das indústrias de transporte seria amplamente classificada como oligopólio ou tendendo ao monopólio;
 - Poucos vendedores, muitos compradores;
 - Barreiras à entrada são significativas;
 - Não concorrência de preços (guerras de preços não beneficia a empresa);
 - Conluio tácito (grau oculto de cooperação entre as empresas);
 - Fixação de preços.
- ❑ **Contestabilidade do Mercado**
 - Condições de livre entrada ou saída de novos operadores a qualquer momento leva ao operador histórico agir como se estivesse sob uma estrutura de mercado perfeita.

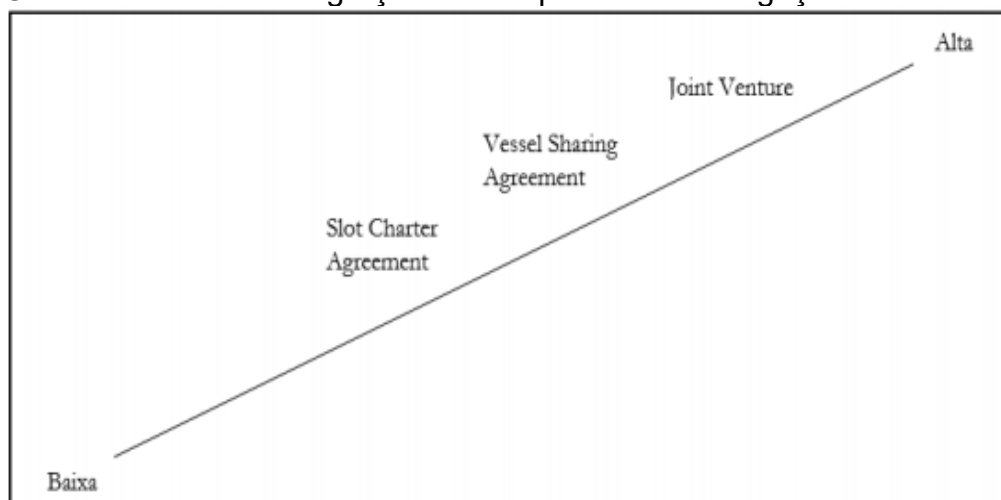
Desenvolvimentos recentes em microeconomia ajudam a preencher a lacuna entre o mercado perfeitamente competitivo, do qual o transporte marítimo a granel é um exemplo, e o mundo oligopolístico mais complexo de companhias marítimas do segmento de contêineres (STOPFORD, 2007).

Com o objetivo de viabilizar a estruturação de rotas regulares de transporte marítimo de contêineres são identificadas diferentes formas de arranjos operacionais entre as empresas do setor, a exemplo de:

- ❑ “*Slot Charter Agreements*” — locação de slots de contêiner por um parceiro.
- ❑ “*Slot Exchange Agreements*” — muito semelhante ao slot chartering, mas implicando afretamento recíproco.
- ❑ “*Vessel Sharing Agreements*” — a forma mais forte de acordo. As transportadoras marítimas, neste caso, estão propensas a compartilhar a capacidade de seus navios com os parceiros, a fim de aumentar a taxa de utilização dos navios.

Os diferentes arranjos operacionais proporcionam diferentes níveis de integração entre as empresas, demonstrado no gráfico abaixo.

Gráfico 1: Nível de integração das empresas de navegação de contêineres.



Fonte: Mercado de transporte marítimo de contêineres (CADE/2019).

As condições concorrenciais percebidas no setor de transporte marítimo, em especial no segmento de contêineres, vedadas para qualquer outro setor, mesmo igualmente intensivos em capitais, são questionados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico — OCDE (CADE, 2018).

Em razão do *Vessel Sharing Agreements* proporcionarem trocas de informações comerciais, práticas consideradas anticoncorrenciais, este formato operacional não é autorizado pelas autoridades concorrenciais brasileiras.

2.2 AUSÊNCIA DE REGULAÇÃO DO MERCADO DE TRANSPORTE MARÍTIMO INTERNACIONAL

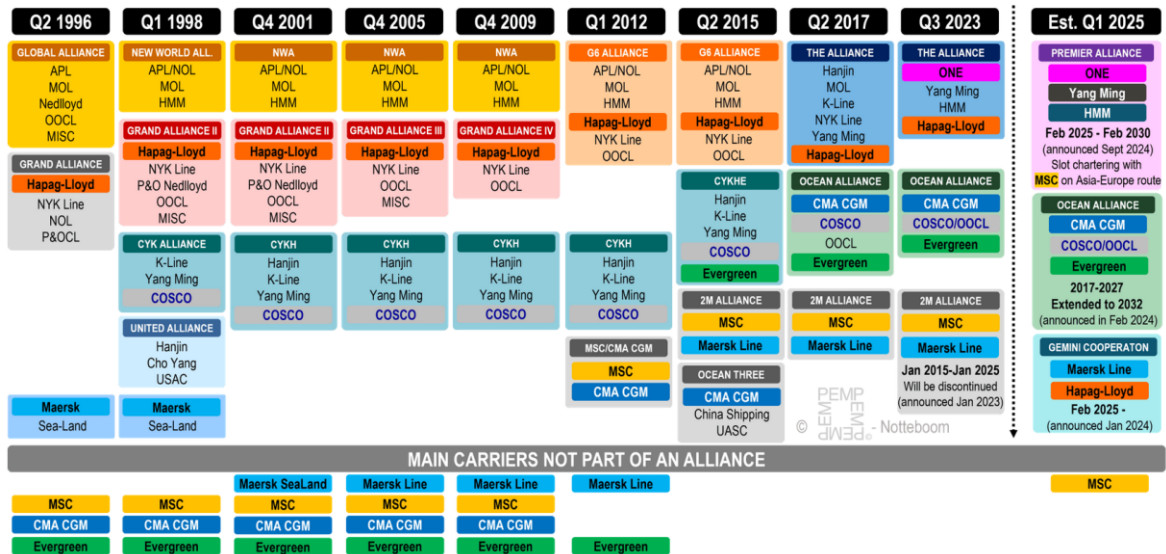
Conforme apontado por STEIN (2011 *apud* CASTRO JUNIOR, 2011), não há como estudar a economia do transporte marítimo desvinculada da economia mundial, e que como o transporte marítimo é serviço, deve-se estudar a possibilidade de aplicação de sanção pela Organização Mundial do Comércio — OMC em face de possível violação do *General Agreement on Trade in Services* — GATS. Entretanto, as negociações relacionadas ao transporte marítimo estão suspensas no âmbito da OMC desde 1996, nos termos da decisão S/L/24.

Os compromissos dos governos sobre os serviços marítimos não foram codificados pelo GATS e os compromissos posteriormente assumidos pelos membros da OMC, no âmbito das negociações da Rodada de Doha, não foram definitivos, de forma que os serviços marítimos são suscetíveis à aplicação unilateral por governos de medidas protecionistas / restritivas (ICS, 2021).

Determinados países possibilitam a atuação das empresas do setor de contêineres na forma de consórcios ou alianças, compartilhando navios e rotas como se fossem uma única empresa, entre as quais podem ser mencionadas a legislação americana *Ocean Shipping Reform Act* (1998) e o Regulamento nº 4.056/86 da Comissão da União Europeia (UNCTAD, 2018).

A dinâmica no mercado internacional de transporte marítimo de contêineres está refletida na tendência de oligopolização do setor de contêineres, fazendo com que em 2023, três grandes grupos operacionais concentrassem 80% do mercado de contêineres mundial, denominados 2M, THE e *Ocean*, conforme demonstrado na figura apresentada a seguir:

Figura 1: Consolidação de empresas no mercado internacional de transporte marítimo de contêineres.



Fonte: Alliances in Container Shipping (Port Economics, Management and Policy, 2024).

Entretanto, os aumentos históricos do frete marítimo de contêineres durante o a pandemia de covid-19 provocou reações pelo mundo todo, a exemplo do *Ocean Shipping Reform Act of 2022*, dando mais poder para a Federal Maritime Commission (FMC) nos Estados Unidos, e a decisão da Comissão Europeia de remover a isenção das normas concorrenciais que existiam no setor.

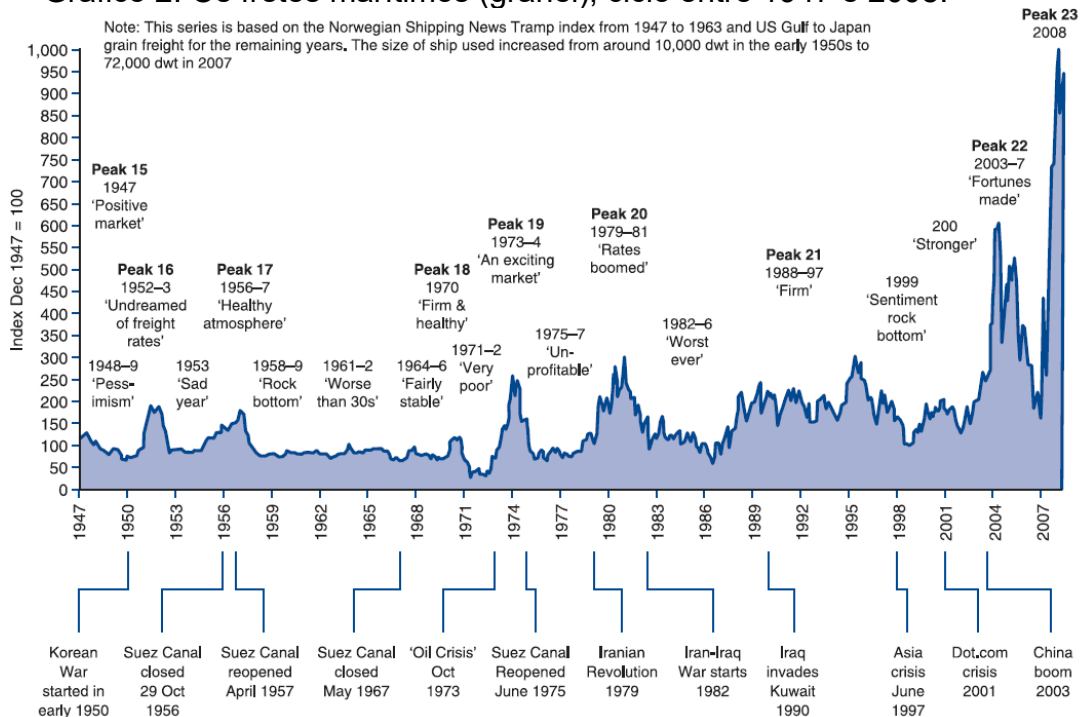
Tais movimentos desencadearam reformulação do setor, com o anúncio do fim do fim da aliança 2M para janeiro de 2025, a saída da Hapag-Lloyd da The Alliance e a criação da Gemini Cooperaton, marcando as operações conjuntas das empresas Hapag-Lloyd e Maersk apartir de fevereiro de 2025. Apesar de iniciar parceria de *Slot Charter Agreements* com a Premier Allinace, a MSC concentrará suas operações de forma independente.

Apesar de toda a movimentação provocada no mercado o setor ainda permanece muito concentrado e os reflexos para os usuários deverão ser avaliados com muita atenção.

2.3 VOLATILIDADE DOS VALORES DE FRETE MARÍTIMO INTERNACIONAL

Outro aspecto intrínseco ao transporte marítimo internacional é a volatilidade dos valores de frete e a dinâmica da oferta do serviço de transporte, denominado ciclo econômico do transporte marítimo. Para exemplificar esse comportamento, o gráfico apresentado a seguir demonstra os valores de frete para carga granel no mercado mundial, no período entre os anos de 1947 e 2008, indexados aos valores praticados em 1947.

Gráfico 2: Os fretes marítimos (granel), ciclo entre 1947 e 2008.

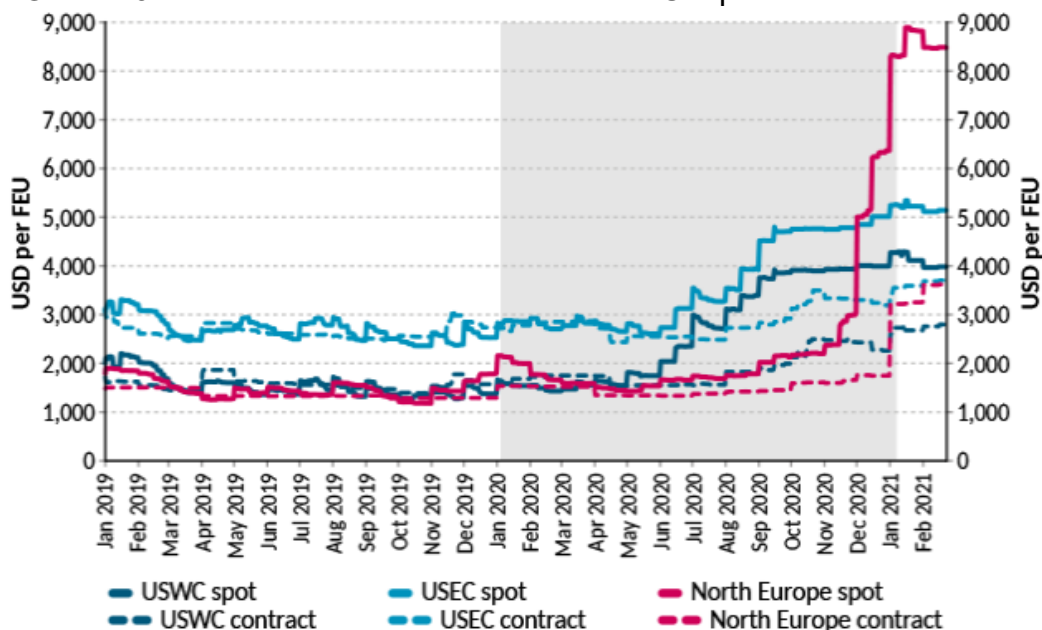


Fonte: Maritime Economie (Stopford, 2007).

Como pode ser observado por meio do gráfico acima, historicamente os picos de valores de fretes estão relacionados a eventos econômicos internacionais, situações em que os fretes aumentam expressivamente, cabendo destacar os valores alcançados pelos fretes na crise econômica de 2008.

Recentemente, em virtude dos efeitos da pandemia de Covid-19 os reflexos do ciclo econômico do transporte marítimo foram novamente percebidos pelos embarcadores. Tendo como exemplo o comportamento dos valores de frete para as principais rotas de transporte marítimo de contêineres no mundo, pode-se novamente demonstrar a expressiva variação dos valores de frete para diferentes rotas, conforme demonstrado no gráfico a seguir.

Gráfico 3: Valores de frete de contêineres FEU a partir da Ásia.



Fonte: Container Shipping: Continued Disruption Will Ensure Carrier Profitability Well Into 2021 (BIMCO, 2021)

Assim, demonstra-se que grandes variações do valor do frete são identificadas no mercado de transporte marítimo internacional.

2.4 O REGRAMENTO DO TRANSPORTE MARÍTIMO DE CABOTAGEM

Os regimes de cabotagem marítima de natureza restritiva decorrem da natureza sensível deste setor, principalmente motivado por preocupações destinadas a assegurar a capacidade de oferta do serviço de transporte marítimo (UNCTAD, 2017).

Por tais razões, o ambiente de proteção ao transporte marítimo de cabotagem ainda é uma prática entre importantes economias, inclusive as mais liberais, identificada em 80% dos países costeiros membros das Nações Unidas (SRI, 2018).

Figura 2: Países com leis de cabotagem marítima do mundo.

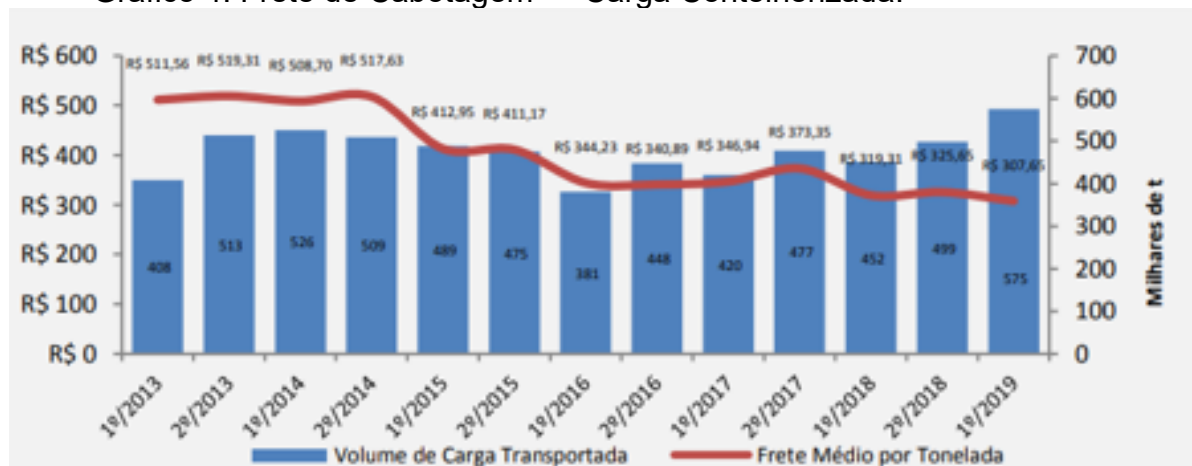


Fonte: Cabotage Laws of the World (SRI, 2018)

As legislações de cabotagem, em vigor na maioria dos países, assumem a forma de condicionantes a serem atendidas por embarcações estrangeiras para poderem prestar serviços de transporte marítimo entre dois portos dentro do mesmo país incluem, entre outras limitações, requisitos relativos a (i) controle da embarcação (relacionados, por exemplo, a limites de capital estrangeiro, requisitos de nacionalidade / residência para tripulações e gerentes) e (ii) registro dos navios (UNCTAD, 2017).

Como reflexos das regras de cabotagem, que implicam na observância das regras concorrenciais nacionais, considerando o comportamento do histórico dos valores de frete da cabotagem nacional para o segmento de contêineres, na rota entre Santos e Manaus, percebe-se menor volatilidade e tendência de redução, segundo os dados divulgados pela Empresa de Planejamento e Logística — EPL, apresentado no gráfico abaixo.

Gráfico 4: Frete de Cabotagem — Carga Containerizada.



Fonte: Boletim Logístico 1º semestre de 2019 (EPL).

2.5 EXTERNALIDADES DO TRANSPORTE MARÍTIMO DE CABOTAGEM

Entre os principais benefícios para a sociedade, além dos menores custos de frete proporcionados para os usuários, a navegação de cabotagem possui significativas vantagens operacionais, econômicas e ambientais comparativamente aos outros modais de transporte.

O modal possui grande capacidade operacional de movimentação de cargas — elevada capacidade de carregamento por veículo — gera ganhos de escala resultantes em diversas vantagens, tais como: menor consumo de combustível por tonelada transportada, menor custo por tonelada-quilômetro transportado, reduzido registro de acidentes e conseqüentemente menores custos de apólices de seguro, tanto para as cargas, quanto para as embarcações (TEIXEIRA/2018), conforme os dados apresentados na tabela a seguir.

Tabela 1: Comparação entre os modais, segundo indicadores de eficiência.

Indicador	Modal cabotagem	Modal ferroviário	Modal rodoviário
Unidades equivalentes	Embarcação de 6.000 t	2,9 comboios Hopper, 86 vagões de 70 t	172 carretas de 35 t
Consumo médio de combustível para transportar uma tonelada por mil quilômetros	4,1 litros	5,7 litros	15,4 litros
Emissão de gás carbônico (gCO ₂ /TKU)	20,0	23,3	101,2
Custo médio de transporte, carga geral por 1.000 km (R\$/t)*	R\$ 50,74	R\$ 67,54	R\$ 239,74

Fonte: Navegação de Cabotagem Brasileira (TEIXEIRA/2018).

A existência de externalidades positivas, como é o caso do transporte marítimo, resulta na produção sub-ótima do serviço de transporte (produção inferior ao socialmente ótimo), tendo em vista que somente um menor valor de frete não sinaliza adequadamente todos os seus benefícios. Tais condições, segundo a teoria econômica, justificam o desenvolvimento de políticas de estímulos e fomento para este segmento de transportes.

Assim, diferentes modalidades políticas de subsídios ao transporte marítimo são identificadas nas economias mais desenvolvidas do mundo, entre as quais os países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE, e exemplificadas na tabela a seguir.

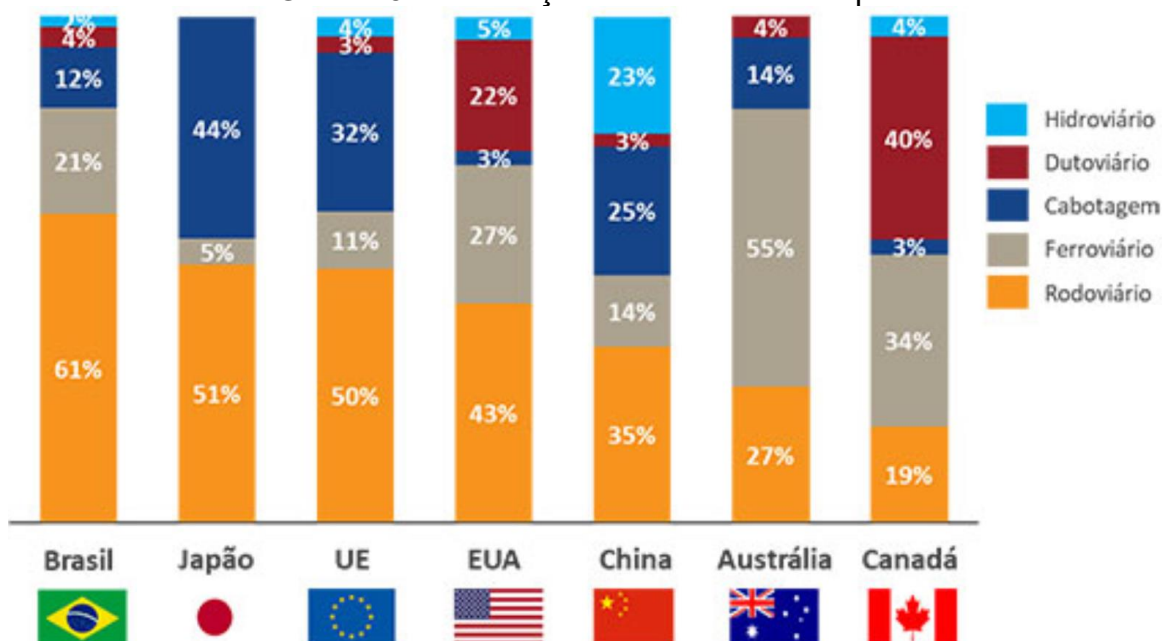
Tabela 2: Classificação dos subsídios do transporte marítimo.

	Empresas	Fatores de Custos				
		Trabalho	Capital	Energia	Infraestrutura	Tecnológico
Subsídios Diretos	<ul style="list-style-type: none"> Subsídios operacionais Subsídios para disponibilidade de frota Estado como proprietário ou acionista 	<ul style="list-style-type: none"> Custos de Treinamento para despesas de viagem e alívio 	<ul style="list-style-type: none"> Compra de navios Construção e descomissionamento Juros subsidiados 	<ul style="list-style-type: none"> Combustível Infraestrutura de abastecimento 	<ul style="list-style-type: none"> Infraestrutura portuária 	<ul style="list-style-type: none"> Projetos pilotos Desenvolvimento tecnológico
Incentivos Tributários	<ul style="list-style-type: none"> Imposto sobre a tonelagem (tonnage tax) Isonção de imposto comercial Tributação de dividendos diferenciada 	<ul style="list-style-type: none"> Isonção IR Dedução de ganhos no exterior 	<ul style="list-style-type: none"> Isonções de impostos sobre ganhos de capital Isonção sobre o IVA Depreciação acelerada Imposto reduzido para arrendamento de navio 	<ul style="list-style-type: none"> Isonção tributária para combustível e energia elétrica Eleticidade abaixo do preço de custo 		
Renúncias de Outras Receitas Governamentais	<ul style="list-style-type: none"> Abatimento de dívidas de empresas navegação estatais Capitalização de bancos que atendem o setor 	<ul style="list-style-type: none"> Isonções de previdência social Custos sociais da automação 	<ul style="list-style-type: none"> Isonções de taxas alfandegárias para o navio insumos de construção Compra favorável e aluguel de volta 		<ul style="list-style-type: none"> Redução de taxas portuárias e de acesso a canal 	
Transferência de risco para o governo	<ul style="list-style-type: none"> Transferência de risco para o governo 		<ul style="list-style-type: none"> Empréstimos e garantias para aquisição de navios Créditos de exportação para construtores navais 		<ul style="list-style-type: none"> Empréstimos para infraestrutura portuária 	<ul style="list-style-type: none"> Empréstimos para inovação marítima
Indução de Demanda	<ul style="list-style-type: none"> Reserva de carga Restrições à cabotagem Restrições de investimentos estrangeiros Conferências de frete 	<ul style="list-style-type: none"> Marítimo nacional 	<ul style="list-style-type: none"> Requisitos de construção de navios domésticos 			

Fonte: Maritime Subsidies: Do They Provide Value For Money? (ITF, 2019).

Considerados os elementos apresentados, é possível compreender a relevância da navegação de cabotagem, o nível de desenvolvimento e a participação na matriz de transportes em diferentes economias, a exemplo dos dados comparativos apresentados no gráfico abaixo.

Gráfico 5: Distribuição da matriz de transportes.



Fonte: Matriz de transportes do Brasil à espera dos investimentos (ALVARENGA/2020).

Para avaliação da matriz de transportes de cada país é fundamental considerar histórico de investimentos em infraestrutura, características geográficas e econômicas

de cada país, mas principalmente as políticas públicas de fomento ao transporte marítimo de cabotagem.

Neste contexto, em razão das singularidades existentes entre as diferentes economias, a comparação do desenvolvimento da navegação de cabotagem deve ser realizada com muita cautela, para evitar comparações do desempenho da navegação de cabotagem entre economias muito distintas, levando a conclusões completamente equivocadas.

Países com longas linhas costeiras ou ilhas geralmente contam com serviços de transporte de contêineres que atracam em mais de um porto doméstico, como é o caso do Brasil, em que há alta conectividade de transporte de contêineres entre esses portos nacionais, condição distinta do que ocorre na Alemanha, por exemplo (UNCTAD, 2017).

Assim, em razão de fatores como dimensão territorial, população concentrada em regiões costeiras, relevância do transporte marítimo para a integração regional, a importância da exportação de commodities minerais para a economia nacional, a localização no hemisfério sul, a distância dos grandes centros econômicos mundiais e principalmente pela experiência de reforma nas políticas públicas de transporte marítimo de cabotagem, identifica-se que o transporte marítimo de cabotagem australiano possui características comparáveis as brasileiras.

Dessa forma, serão apresentadas na sequência considerações identificadas como relevantes para descrever e analisar o desenvolvimento do transporte marítimo de cabotagem na Austrália e no Brasil.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração deste artigo foi realizada pesquisa bibliográfica em artigos científicos, relatórios técnicos, estudos desenvolvidos por organismos internacionais, assim como em outras publicações relacionadas à fundamentação teórica da avaliação econômica do transporte, em particular o transporte marítimo, assim como em relação às questões específicas do mercado de navegação.

Considerando os dados apresentados, é possível realizar avaliação qualitativa sobre as especificidades do setor de transporte marítimo internacional e nacional, denominada cabotagem, nos termos da Lei nº 9.432/1997.

A análise do caso australiano foi identificada como sendo de grande relevância para a avaliação da cabotagem nacional em razão de similaridades significativas identificadas no setor em ambos os países, além do fato de ambos terem promovido recentemente reformas no setor de navegação.

4 RESULTADOS

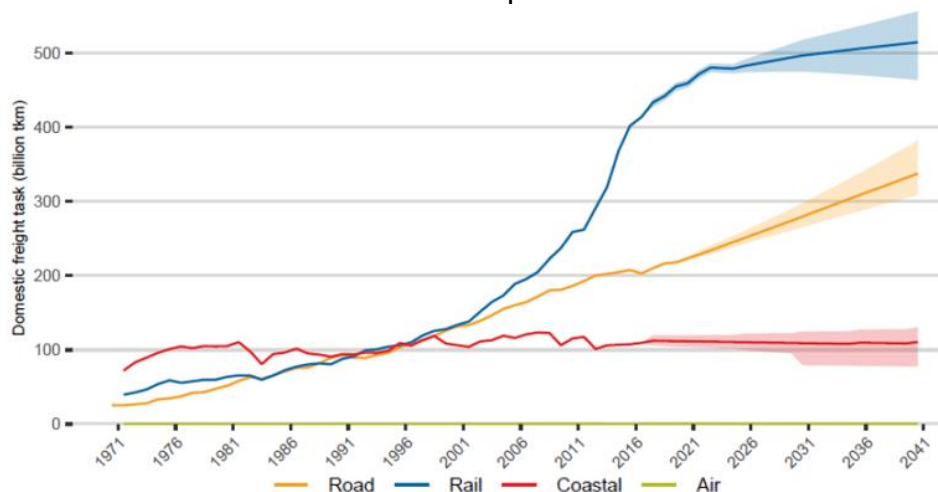
4.1 O CASO DA CABOTAGEM AUSTRALIANA

A Austrália é o maior continente insular do planeta e a maioria das grandes cidades está situada na costa, possuindo vantagem natural para a indústria marítima contribuir para o crescimento da economia (PWC, 2015).

Entretanto, a participação do modal vem registrando expressiva contração ao longo dos anos, passando de cerca de 40% para 28% da matriz de transportes entre os anos de 1988 e 2003, com a redução do número de navios registrados e envelhecimento da frota (WEBB, 2004).

A perspectiva de estagnação dos volumes transportados via cabotagem para os próximos anos vem se confirmando, em contraste ao registro do incremento da demanda dos modais ferroviários e rodoviários, conforme os dados divulgados pelo *Bureau of Infrastructure, Transport and Regional Economics* — BITRE do governo australiano, consolidados por meio do gráfico abaixo.

Gráfico 6: Histórico da matriz de transportes australiana.



Fonte: Australian aggregate freight forecasts – 2019 update (AUSTRALIAN /2019a).

Para entender a estagnação do segmento da navegação na Austrália, faz-se necessário compreender o histórico de reformas que o ordenamento do modal passou nos últimos anos.

Desde 1912, a cabotagem australiana foi regida *pele Navigation Act*, que permitia a atuação de navios estrangeiros por meio da concessão de licenças, que, até a década de 1990, eram emitidas em determinadas circunstâncias sob diretrizes ministeriais (BERTHO, 2011).

Em razão da estagnação da participação da cabotagem nos anos 1980 e da avaliação de que o custo da cabotagem australiana era elevado, o governo australiano solicitou ao BITRE a apresentação de avaliação sobre o modal.

Segundo Webb (2004), em agosto de 1996, o Ministro dos Transportes e do Desenvolvimento Regional estabeleceu o *Shipping Reform Group* (SRG), que apresentou as seguintes recomendações:

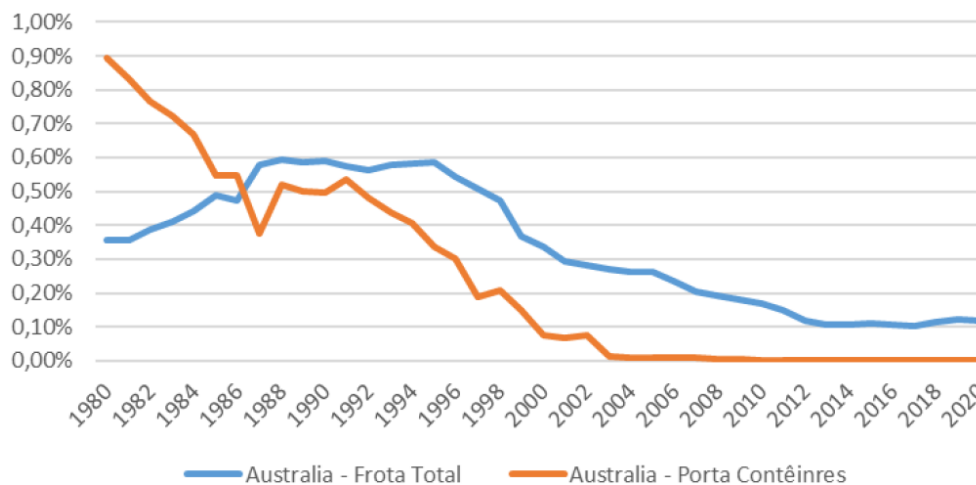
- I. Reforma da legislação trabalhista dos marítimos;
- II. Exposição da indústria naval australiana e desvinculação da cabotagem, e
- III. Equidade concorrencial das empresas de navegação australiana com as empresas estrangeiras por meio do estabelecimento de um segundo registro australiano.

Entretanto, em 1998, o governo australiano simplesmente liberalizou por meio de concessão de licenças o acesso a operadores de navios estrangeiros para atuarem na cabotagem, independentemente da propriedade, bandeira e nacionalidade da tripulação, de forma que em 2006, o mercado de contêineres passou a operar exclusivamente por navios estrangeiros sob o sistema de autorização (BROOKS, 2009).

Este ambiente, com condições concorrenciais desequilibradas, ocasionaram a desestruturação do setor de transportes marítimo australiano, em especial para o setor de transporte de contêineres. Tal situação pode ser demonstrada por meio da

comparação da relação da porcentagem da frota australiana em relação à frota mundial total de embarcações e embarcações porta contêineres, conforme apresentado no gráfico a seguir.

Gráfico 7: Participação em termos de porcentagem da frota australiana em relação à frota mundial.



Fonte: Elaborado com dados da UNCTAD.

Em 2011, em resposta a diversas demandas, inclusive do Parlamento australiano, o *Department of Infrastructure and Transport* elaborou o relatório *Reforming Australia's Shipping - Regulation Impact Statement*, equivalente à Análise de Impacto Regulatório — AIR do setor, contendo propostas de reforma do transporte marítimo australiano, visando sua revitalização.

Entretanto, a opção do governo australiano foi por reestabelecer as regras de navegação de cabotagem em 2012, com a edição da lei denominada *Navigation Act*, instituindo as seguintes licenças para realização de navegação na cabotagem do país:

- I. Licença geral — disponível para embarcações australianas registradas;
- II. Licença geral de transição — disponível a embarcações estrangeiras registradas anteriormente;
- III. Licença temporária — permitindo acesso limitado a viagens costeiras predefinidas em um período de 12 meses, sendo obrigatório o mínimo de 5 viagens; e
- IV. Licença de emergência — emitida em casos de emergência nacional.

Contudo, a simples reimplementação das regras de cabotagem não reestabeleceu o ambiente concorrencial adequado para a realização de investimento para a constituição de frota no país. Dessa forma, a restrição para utilização de navios estrangeiros com baixa disponibilidade de frota nacional limitam as opções para os usuários, razão pela qual as regras de cabotagem são alvo de severas críticas e intensos debates, sendo objeto recorrente de propostas de reformas que aumento os riscos para a realização de investimentos na constituição de frota nacional.

Em suma, a situação australiana oferece uma lição sobre o problema da liberalização do transporte marítimo doméstico, enquanto se tenta aumentar a participação do modo marítimo no frete regional. Sem condições de concorrência equitativas entre os operadores marítimos e os modos concorrentes em terra, o crescimento suficiente pode não ser alcançado para apoiar o armador, oferecendo um serviço estável e consistente (BROOKS, 2009).

Em 2018, em uma agenda voltada para a identificação das prioridades nacionais, o governo australiano publicou o *paper* denominado *Supporting Paper nº 2 - Marime Freight*, ressaltando a relevância do setor de transporte marítimo para o desenvolvimento nacional, destacando entre outros pontos, que:

- I. O transporte marítimo internacional e doméstico da Austrália é atendido por navios comerciais, incluindo graneleiros (sólido e líquido), navios porta-contêineres, navios de carga geral e navios roll-on/roll-off.
- II. Este setor oferece dois tipos principais de serviços:
 - Serviços fretados (também conhecidos como *Tramp*) em que os navios são afretados para fins específicos, geralmente entre um porto de origem e destino específicos, utilizado principalmente para cargas a granel, como petróleo, minério de ferro, grãos ou carvão.
 - Os serviços de linhas regulares têm sequências fixas de portos de escala e horários fixos, anunciados com antecedência para atrair clientes em potencial, compreendendo predominantemente o transporte de carga em contêineres.
- III. As estruturas de mercado desses dois setores são bastante distintas, sendo que os serviços *Tramp* se assemelham a um serviço de táxi (embarcador e armador). Os serviços de contêineres regulares são, em princípio, abertos a qualquer embarcador com alguma carga para despachar, assemelhando-se a um serviço de transporte público.

Figura 3: Ilustração comparativa entre linhas regulares transporte marítimo (contêineres) e serviços *tramp*.



Fonte: Elaboração própria.

- IV. Os mercados de transporte marítimo internacional apresentam um comportamento cíclico, com os valores de frete definidos pelo mecanismo de mercado de oferta e demanda.
- V. A disponibilidade de embarque depende do comportamento do mercado, vinculados aos ciclos de negócios nacionais e globais, do desenvolvimento econômico, das políticas de comércio internacional e interrupções comerciais, como guerra/conflito e choques no preço do petróleo.

A degradação do ambiente da cabotagem australiana trouxe ainda transtornos para a integração marítima com a região da Tasmânia, distante 240 km do continente. Em 2019, a política pública cujo objetivo é compensar a desvantagem do custo do frete marítimo para a região, denominada *Tasmanian Freight Equalisaon Scheme* –

TFES, passou de 60% para 100% dos valores de frete para os produtos de alta densidade (AUSTRALIAN, 2019b).

4.2 AS PRINCIPAIS POLÍTICAS DE FOMENTO A CABOTAGEM NO BRASIL

Apesar de modesta participação na matriz de transportes nacional, o transporte marítimo de cabotagem registrou crescimento de 62% entre os anos de 2010 e 2021, com destaque para o seguimento de contêineres que registrou crescimento de 258%, conforme os dados do Anuário CNT de Transporte 2022, apresentados na tabela a seguir.

Tabela 3: Volume de cargas transportadas por cabotagem de 2010 a 2021 (milhões de toneladas).

Natureza da Carga	2010	2021	Crescimento
Granel Líquido e Gasoso	100.050.184	160.750.878	61%
Granel Sólido	18.256.735	22.537.424	23%
Carga Containerizada	5.183.683	18.539.922	258%
Carga Geral	4.189.867	5.102.986	22%
Total	127.680.470	206.931.210	62%

Fonte: Anuário CNT do Transporte 2022 (CNT, 2022), elaboração própria.

O ordenamento do transporte aquaviário é estabelecido pela Lei nº 9.432/1997, que assim como a legislação do Adicional de Renovação de Frete da Marinha Mercante – AFRMM, passou por recentes alterações em razão do Programa de Estímulo ao Transporte por Cabotagem (BR do Mar), instituído pela Lei nº 14.301/2022.

Entre as diversas alterações implementadas no ordenamento do transporte aquaviário estariam a instituição da empresa brasileira de investimento na navegação, possibilitando a implementação de operações de leasing no setor, e a possibilidade de constituição de Empresa Brasileira de Navegação – EBN somente com embarcações estrangeiras afretadas. Já a medida central do programa BR do Mar é a instituição de novas formas de afretamento de embarcações estrangeiras para operar na cabotagem.

Entretanto, é fundamental registrar que para todas essas novas formas de operações de embarcações estrangeiras na cabotagem brasileira, a operação deve ser realizada por EBN, conforme a legislação brasileira. De outra forma, haveria exposição da cabotagem nacional a volatilidade e desregulamentação econômica do mercado de transporte marítimo internacional.

Outra medida de grande relevância foi a prorrogação da política de não incidência do Adicional de Renovação de Frete da Marinha Mercante – AFRMM para as mercadorias cuja origem ou cujo destino seja porto localizado na região norte ou nordeste do País, nos termos do art. 24 da Lei nº 14.301/2022.

O AFRMM, correspondente a uma Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico — CIDE, tributo com diferentes alíquotas para a navegação de longo

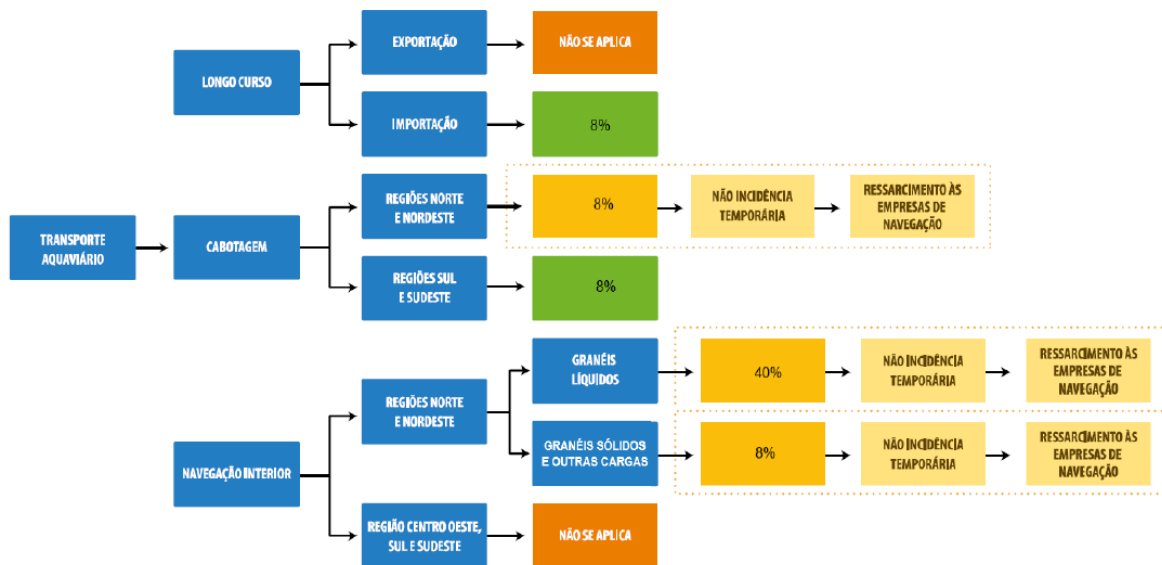
curso, cabotagem e fluvial, para as regiões norte e nordeste, calculado sobre a remuneração do transporte aquaviário, nos termos definidos pelo art. 6º da Lei nº 10.893/2004. Entretanto, o tributo tem fundamental relevância para a principal política de fomento ao transporte aquaviário nacional, a exemplo do identificado em países membros da OCDE.

Em razão da previsão de não incidência do AFRMM, os embarcadores ficam desonerados do recolhimento do tributo, sendo a parcela do valor destinado as EBNs assegurada pelos recursos do Fundo da Marinha Mercante - FMM, nos termos do art. 52-A da Lei nº 10.893/2004.

Os recursos do FMM são originados pela incidência do AFRMM em mercadorias desembarcadas nos portos brasileiros, com grande relevância para as importações. Em 2022, em razão das altas históricas do frete marítimo internacional e da agenda econômica liberalizante, houve redução das alíquotas de AFRMM, passando de 25% na importação e 10% na cabotagem para alíquota comum de 8% do valor do frete marítimo.

Na prática, a política de não incidência de AFRMM corresponde a uma subvenção de 8% dos valores do frete marítimo de cabotagem para as cargas transportadas entre a região norte ou nordeste e as demais regiões do país, e 40% do valor do frete da navegação fluvial e lacustre, quando do transporte de grânéis líquidos nas regiões norte e nordeste, conforme ilustrada na figura a seguir:

Figura 4 – Incidência do AFRMM por tipo de navegação, perfil de carga e região.



Fonte: Subcomitê Abastecimento de Combustíveis de Aviação - atualizado (Ministério de Minas e Energia, 2021).

Dessa forma, a política de subvenção desenvolvida por meio do AFRMM corresponde a incentivo para o transporte de mercadorias entre as regiões norte e nordeste e as regiões sul e sudeste do país, em especial para os combustíveis. A medida é similar à política australiana do *Tasmanian Freight Equalisaon Scheme* — TFES, que visa assegurar a integração econômica de regiões distantes e isoladas.

Em razão do curto espaço de tempo desde a implementação e da diversidade de medidas implementadas, que muitas ainda dependem de regulamentação, não é possível avaliar os impactos das recentes alterações das políticas públicas relacionadas ao transporte marítimo de cabotagem nacional. Entretanto, as movimentações que vêm ocorrendo no mercado, inclusive com a entrada de novo player no segmento de contêineres, o crescimento no transporte de carga na

cabotagem no primeiro trimestre de 2024 em relação ao ano anterior de 2,98% e de 25,06% para o segmento de contêineres, indicam que as medidas implementadas estão gerando maior concorrência e dinamismo no setor.

Porém, o transporte marítimo de cabotagem ainda sofrerá os impactos da reforma tributária, que não contemplou os incentivos tributários existentes, tão pouco, considerou as políticas de fomento ao setor identificadas em economias desenvolvidas, iniciativas identificadas como sendo de grande relevância para o desenvolvimento setor. Caso não haja reavaliação em relação às propostas de instituição do Imposto sobre Bens e Serviços – IBS e a Contribuição Social sobre Bens e Serviços — CBS em relação à cabotagem, haverá relevante impacto negativo em razão da descontinuidade das seguintes políticas:

- Isenção IPI e Imposto de Importação para materiais/equipamentos embarcações com Registro Especial Brasileiro — REB, definidos pelo art. 11 da Lei nº 9.493/1997;
- Suspensão temporária automática, com posterior isenção tributária para Imposto de Importação, IPI, PIS-COFINS - Importação, Cide-Combustível e AFRMM sobre afretamentos para a cabotagem, definidos no art. 13 da Lei nº 14.301/2022;
- Isenção Imposto de Importação de partes e peças para reparo, revisão e manutenção de embarcações, previstos na Lei nº 8.032 - art. 2º, inciso II, "j";
- Alíquota de 0% de PIS/COFINS para o pagamento para o exterior de arrendamento de embarcação, estabelecido no § 14, do art. 8º da Lei nº 10.865/2004;
- Isenção ICMS para indústria naval nacional autorizada pelo Convênio CONFAZ nº 33/77;
- Isenção de COFINS sobre receitas auferidas por estaleiros na construção e reparo de embarcações com REB, conforme Medida Provisória nº 2.158-35/2001, Art. 14, VI;
- Suspensão do Imposto de Importação sobre o afretamento de embarcações estrangeiras, definida pelo art. 75 do Decreto-Lei nº 37/1966;

O cenário apresentado demonstra reformas estruturantes da política pública de transporte marítimo no Brasil promovendo maior abertura e flexibilização para a constituição de empresas brasileiras de navegação e operação de embarcações estrangeiras nas águas jurisdicionais brasileiras, contudo, assegurando previsibilidade para a realização de investimentos. Por outro lado, identifica-se que as experiências da agenda tributária das economias mais desenvolvidas, que possuem estrutura tributária de imposto sobre o valor agregado, não foram consideradas em relação ao transporte marítimo, semelhante ao que ocorreu na Austrália.

5 CONCLUSÃO

As particularidades econômicas inerentes ao mercado de transporte marítimo demonstram que este setor deve ser avaliado sob todas as reservas existentes aos mercados com competição imperfeita, especialmente o segmento de contêineres.

A ausência de regulamentação no transporte marítimo internacional quanto às práticas anticoncorrenciais, possibilitando a atuação das empresas de navegação em consórcios, potencializa os efeitos de mercados oligopolizados para os usuários. A esse respeito, a volatilidade dos valores de frete é um dos efeitos mais perversos para

a sociedade como um todo, pois impactam negativamente nas trocas comerciais entre os países.

Porém, em razão dos menores custos de transportes proporcionados diretamente para os usuários, além de todas as externalidades positivas para a sociedade, entre as quais instrumento fundamental de integração regional, justificam o desenvolvimento de políticas públicas de fomento ao transporte aquaviário identificadas nas economias mais desenvolvidas, sendo que os regramentos para a proteção da navegação de cabotagem são identificados na grande maioria dos países.

Os regramentos de cabotagem são comumente identificados como barreiras de entrada para empresas que queiram operar na cabotagem, e motivos de muitas críticas por parte da grande maioria dos economistas que analisam este segmento. Porém, conforme apresentado neste trabalho, as políticas de cabotagem e de fomento ao transporte aquaviário são justificadas em razão da falta de regulação econômica no transporte marítimo internacional.

A experiência liberalizante da navegação australiana em 1998, demonstra os potenciais efeitos causados por medidas que buscavam proporcionar maior concorrência para o serviço de transporte marítimo de cabotagem na visão econômica comum, sem considerar as especificidades e as questões estratégicas inerentes a atividade, desconsiderando as experiências de outros países.

As consequências da desestruturação dos serviços de transporte marítimo para os usuários foram relevantes, levando o governo australiano a reestabelecer as regras de navegação de cabotagem em 2012, com a edição da lei denominada *Navigation Act*. Contudo, a medida não foi suficiente para reestabelecer o ambiente para constituição de frota para atender as demandas locais. Em 2019, governo majorou as subvenções via *Tasmanian Freight Equalisation Scheme* — TFES, demonstrando ainda há implicações para os usuários, principalmente para as regiões mais distantes e carentes de infraestrutura.

A reforma do transporte marítimo de cabotagem brasileiro ainda é muito recente e algumas medidas ainda precisam ser regulamentadas, não permitindo uma avaliação precisa dos impactos decorrentes. Mesmo com a redução das subvenções ao transporte marítimo via o AFRMM, o setor registrou atratividade para a realização de investimentos e crescimento relevante, cenário completamente distinto do ocorrido na Austrália.

Entretanto, as reformas da cabotagem na Austrália e no Brasil não consideraram as práticas tributárias existentes em países desenvolvidos e que possibilitaram o desenvolvimento do modal nos mercados nacionais e a estruturação de empresas com grande relevância no cenário internacional, a exemplo de países membros da União Europeia.

Da mesma forma que ocorre nos países membros da OCDE, a diversidade de incentivos e os sigilos tributários dificultam a avaliação dos resultados de cada uma das políticas públicas existentes. Assim, o aprofundamento de estudos a respeito dos impactos para o setor e usuários das reformas promovidas na cabotagem nacional e das alterações tributárias ainda em curso são apresentados como sugestão para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Henrique. 2020. Matriz de transportes do Brasil à espera dos investimentos. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/matriz-de-transportes-do-brasil-a-espera-dos-investimentos/>

AUSTRALIAN Government. 2011. Reforming Australia's Shipping – Regulation Impact Statement. Disponível em: <https://ris.pmc.gov.au/sites/default/files/posts/2011/10/Stronger-Shipping-RIS.pdf>

_____, ___. 2012. The Navigation Act 2012 is legislation which covers international ship and seafarer safety, protect the marine environment where it relates to shipping and the actions of seafarers in Australian waters. Disponível em: <https://www.amsa.gov.au/about/regulations-and-standards/navigation-act-2012>

_____, ___. 2018. Supporting Paper nº 2 Maritime Freight. Disponível em: https://www.infrastructure.gov.au/sites/default/files/migrated/transport/freight/freight-supply-chain-priorities/supporting-papers/files/Supporting_Paper_No2_Maritime.pdf

_____, ___. 2019a. Australian aggregate freight forecasts – 2019. Disponível em: https://www.bitre.gov.au/sites/default/files/documents/research_report_152-final.pdf

_____, ___. 2019b. Increased Assistance for high-density claims, Reduced Claim processing time and late payment interest. Disponível em: <https://www.infrastructure.gov.au/infrastructure-transport-vehicles/maritime/tasmanian-transport-schemes/tasmanian/high-density-claims>

BARAT, Josef. 1971. O Planejamento em Transportes. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/5451/4184>

Baltic and International Maritime Council – BIMCO, 2021. Container Shipping: Continued Disruption Will Ensure Carrier Profitability Well Into 2021. Disponível em: https://www.bimco.org/news/market_analysis/2021/20210225_container_shipping

BERTHO, Fabien. 2011. Maritime Transport in Australia. Cap. 13. The Impacts and Benefits of Structural Reforms in the Transport, Energy and Telecommunications Sectors in APEC Economies. 201. Asia-Pacific Economic Cooperation Policy Support Unit. Disponível em: <https://www.apec.org/Publications/2011/01/The-Impacts-and-Benefits-of-Structural-Reforms-in-Transport-Energy-and-Telecommunications-Sectors>

BRASIL, Lei nº 9.432, de 8 de janeiro de 1997, Dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9432.htm

_____, Lei nº 10.893, de 13 de julho de 2004. Dispõe sobre o Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante - AFRMM e o Fundo da Marinha Mercante - FMM, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.893.htm

_____, Decreto nº 10.544, de 16 de novembro de 2020. Aprova o X Plano Setorial para os Recursos do Mar. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.544-de-16-de-novembro-de-2020-288552390>

Empresa de Planejamento e Logística – EPL. 2019. Boletim Logístico 1º semestre de 2019. Disponível em: <https://www.epl.gov.br/boletim-logistico-1-semester-de-2019-ja-esta-disponivel-para-consulta>

BROOKS, Mary R. Liberalization in Maritime Transport. 2009. International Transport Forum – ITF / Organization for Economic Cooperation and Development – OCDE. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261950511_Liberalization_in_Maritime_Transport

CADE - Conselho Administrativo de Defesa Econômica. 2018. Mercado de transporte marítimo de contêineres. Disponível em: <http://www.cade.gov.br/aceso-a-informacao/publicacoes-institucionais/publicacoes-dee/caderno-mercado-de-transporte-maritimode-conteineres-versao-final.pdf>

CAIXETA FILHO, José Vicente; GARMEIRO, Augusto Hauber (orgs). Transporte e logística em sistemas agroindustriais. São Paulo: Atlas, 2001.

CASTRO JUNIOR, Osvaldo Agripino de. *O Direito Marítimo Em Busca de Uma Nova Ordem Marítima Mundial*. Artigo prêmio, Ravina Goni, 2º Lugar, no XV Congresso Marítimo Internacional – Panamá, 8 a 11 fevereiro 2011.

COWIE, Jonathan. 2010. The Economics of Transport. Routledge. New York.

CNT. Confederação Nacional do Transporte. Anuário CNT do Transporte 2022. 2022. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2022/#:~:text=%C2%A9%202022%20-%20Confedera%C3%A7%C3%A3o%20Nacional%20do%20Transporte>

GALVÃO, Olímpio J. de Arroxelas. 1996. Desenvolvimento dos Transportes e Integração Regional no Brasil — Uma Perspectiva Histórica. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/137>

International Chamber of Shipping - ICS. Protectionism in Maritime Economies Study Summary Report. 2021. Disponível em: <https://www.ics-shipping.org/wp-content/uploads/2021/02/Protectionism-in-Maritime-Economies-Study-Summary-Report-1.pdf>

International Transport Forum - ITF. The Impact of Mega-Ships. 2015. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico- OCDE. Disponível em: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/15cspa_mega-ships.pdf

International Transport Forum - ITF. Maritime Subsidies. Do They Provide Value for Money? Disponível em: <https://www.itf-oecd.org/maritime-subsidiesdo-they-provide-value-money>

MANKIW, Gregory N. 2018. Principles of Microeconomics. 8th Edition. Harvard University

MORGADO, Laerte Ferreira. 2011. O Orçamento Público e a Automação do Processo Orçamentário. Senado Federal. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/195968/Texto85.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PEREIRA, Arlei. 2009. Integração dos Modais de Transporte no Estado de Santa Catarina. Disponível em: <https://www.univali.br/Lists/TrabalhosGraduacao/Attachments/675/arlei.pdf>

Port Economics, Management and Policy, 2024. Alliances in Container Shipping. Disponível em: <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part1/ports-and-container-shipping/alliances-container-shipping/>

PWC - PricewaterhouseCoopers. The economic contribution of the Australian maritime industry. 2015. Disponível em: <http://www.asa.com.au/our-work/2015-economic-impact-analysis>

REYNOLDS, George S. "The regulation of international shipping: systematic issues facing states in the administration of maritime affairs and the eradication of substandard shipping". 2000. World Maritime University Dissertations. Disponível em: http://commons.wmu.se/all_dissertations/84

SRI - Seafarers Rights International. Cabotage Laws of the World, 2018. London. Disponível em: <https://www.americanmaritimepartnership.com/studies/world-cabotage-study/>

S/L/24. 1996. Decision on Maritime Transport Services. Disponível em: https://www.wto.org/english/tratop_e/serv_e/transport_e/transport_maritime_e.htm

STEIN, Marcelino André. 2011. Bandeiras de Conveniência: Análise jurídica e econômica. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/tm/sites/www.marinha.mil.br.tm/files/file/biblioteca/trabalhos_academicos/tr_2013_Marcelino_Stein.pdf

STOPFORD, Martin. Maritime Economics. 3 ed. Oxon: Routledge, 2009.

TEIXEIRA, Cássio Adriano Nunes; Rocio, Marco Aurélio Ramalho; Mendes, André Pompeo do Amaral; d'Oliveira, Luís André Sá. 2018. Navegação de Cabotagem Brasileira. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15385>

UNCTAD - Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento. Rethinking Maritime Cabotage for Improved Connectivity. 2017. Disponível em: <https://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=1965>

UNCTAD - Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento. Challenges faced by developing countries in competition and regulation in the maritime transport sector. 2018. Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/ciclpd49_en.pdf

WEBB, Richard. Coastal shipping: an overview Coastal shipping is an important component of the national transport task. This paper reviews the challenges and issues that the Australian industry faces. 2004. Information and Research Services Parliamentary Library. Disponível em: <https://www.aph.gov.au/binaries/library/pubs/rp/2003-04/04rp12.pdf>

O PAPEL DOS PORTOS COMO HUBS DE ENERGIA NO CENÁRIO DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Luana Pereira Nogueira
UFRN

David Cassimiro de Melo
Creation Research Group/UFRN

Mario Orestes Aguirre González
Creation Research Group /UFRN

Resumo: No cenário global, em busca pela transição energética, os portos estão mudando seu posicionamento estratégico, adotando a imagem de *hubs* de energia, participando, principalmente, das cadeias de valor de energias renováveis e do hidrogênio verde. Dessa forma, os portos assumem novos papéis, deixando de ser apenas pontos de movimentação de produtos e serviços e assumindo um papel ativo no contexto da transição energética global. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo analisar como os portos têm expandido suas funções dentro da cadeia de suprimentos, passando de facilitadores logísticos para agentes ativos na produção de distribuição de energia verde. Para atender a esse objetivo, essa pesquisa se desenvolveu em 4 etapas: i) definição do tema de pesquisa; ii) realização de pesquisa exploratória; iii) seleção de 3 portos para os estudos de caso; iv) análise inter-casos. Os resultados encontrados apontam para um cenário onde os portos assumem compromissos públicos relacionados à redução nas emissões de combustíveis fósseis, bem como um planejamento de longo prazo para inserção de fontes de energia renovável no ambiente portuário e a eletrificação das atividades portuárias.

Palavras-chave: Portos. *Hubs* de energia. Transição energética. Estudo de casos.

1 INTRODUÇÃO

O setor marítimo possui um importante papel na movimentação de produtos e recursos no mercado internacional. Os portos, por meio de suas atividades, são considerados intensivos no consumo de energia e possuem uma grande dependência dos combustíveis fósseis (Buonomano, 2024). Apenas o transporte marítimo internacional representa cerca de 3% das emissões globais de Gases do Efeito Estufa (GEE) (United Nations, 2023).

Por outro lado, as emissões do setor marítimo não se restringem apenas aos navios. As emissões de gases de efeito estufa relacionados à energia consumida em um porto dependem de suas cadeias de fornecimento de energia, das suas operações em terra, dos tipos de navios visitantes, do tipo de combustível, cargas e do cronograma de atracção de navios (Holder; Perci; Yavari, 2024).

Com o objetivo de minimizar as emissões desse setor, a *International Maritime Organization* (IMO) adotou um conjunto de medidas para redução das emissões dos GEE, a fim de atingir a meta de 40% de redução até 2030, quando comparado aos níveis de 2008 (IMO, 2023). Rotterdam, um dos maiores portos da Europa, pode ser visto como um exemplo que está mudando o seu posicionamento estratégico, assumindo o papel de um *hub* de energia, contando com a participação, principalmente, da energia eólica *offshore* e do hidrogênio verde para esse processo de transição energética.

Nesse contexto, os portos deixam de ser apenas pontos de movimentação de produtos e serviços e assumem um papel ativo no contexto da transição energética global. Diante disso, a questão central deste artigo é: de que forma os portos podem se consolidar como hubs de energia renovável, contribuindo para a descarbonização de suas atividades e fornecendo energia para outros setores? Para responder a essa problemática, o artigo tem como objetivo analisar como os portos têm expandido suas funções dentro da cadeia de suprimentos, passando de facilitadores logísticos para agentes ativos na produção e distribuição de energia verde.

Este artigo está dividido em 5 Seções. A presente seção apresenta a contextualização, a questão norteadora e o objetivo da pesquisa. A Seção 2 destina-se a apresentar o referencial teórico, o qual aborda sobre o papel dos portos, as emissões pelas atividades portuárias, e as iniciativas para descarbonização do setor. A Seção 3 descreve as quatro etapas do procedimento desta pesquisa. Na Seção 4 são apresentados os estudos dos 3 portos selecionados e a análise inter-casos. Por fim, a Seção 5 trata das conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O PAPEL DOS PORTOS NO CONTEXTO GLOBAL

O transporte marítimo internacional é a espinha dorsal da economia global (Burns, 2015; Wang *et al.*, 2023), sendo responsável pela movimentação de 80% do volume de mercadorias comercializadas no mundo (United Nations, 2023). No Brasil, o setor movimenta mais de 95% das cargas exportadas e importadas (Mondo *et al.*, 2024).

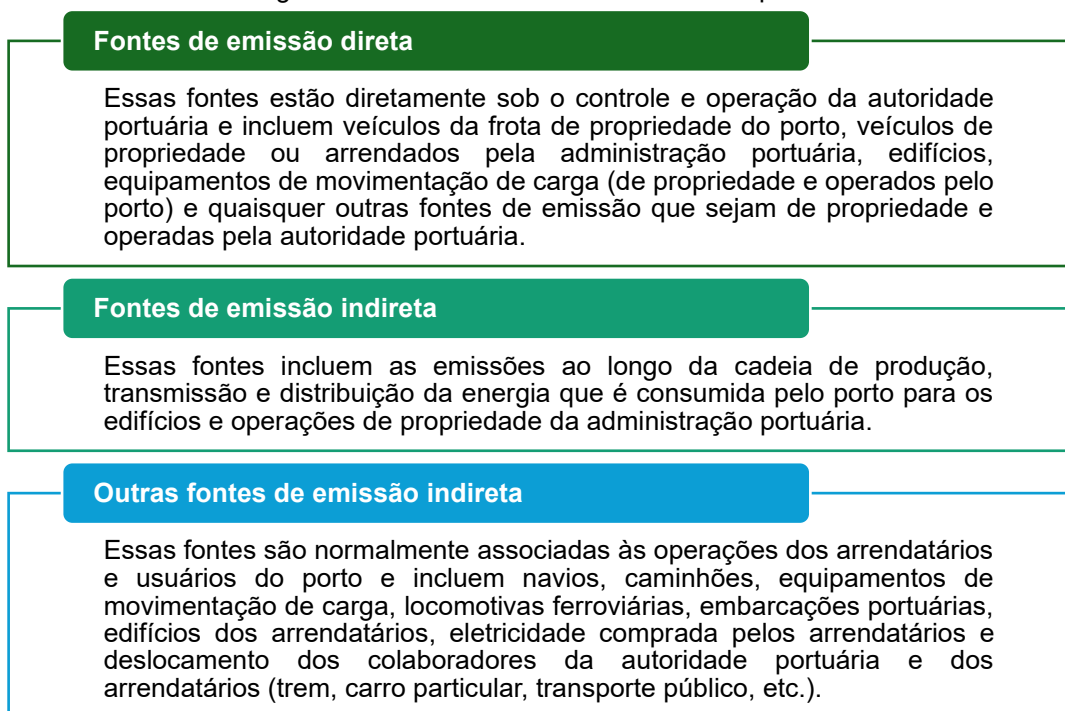
Segundo De Langen (2020), o conceito de porto está relacionado a um *cluster* funcional e espacial de atividades que se localizam no porto ou nas proximidades em razão das vantagens da região, como a redução de custos logísticos. Esse conceito de *cluster* tem sido cada vez mais aplicado à indústria portuária.

Assim, além das atividades portuárias tradicionais, como carga, logística e apoio à indústria de transporte, determinados portos também podem dar suporte a indústrias intensivas em energia, como a de produtos químicos, cimento e manufatura, bem como, apoiar a própria indústria de geração de energia. Esses *clusters* industriais necessitam de uma estratégia coordenada e uma abordagem integrada entre a autoridade portuária e todos os *stakeholders* dentro do porto para maximizar a adoção de tecnologias neutras em carbono, a fim de alcançar metas de redução de emissões de GEE (EIT InnoEnergy, 2022).

2.2 EMISSÕES DE GEE PELOS PORTOS NO MUNDO

O aumento de emissões de GEE é a principal causa do impacto que as operações portuárias têm nas mudanças climáticas globais (Azarkamand *et al.*, 2020). A indústria de transporte gera cerca de 800 a 850 milhões de toneladas de emissões de dióxido de carbono (CO₂) por ano, correspondendo a 2,3% das emissões globais (Wang *et al.*, 2023). De acordo com o controle das fontes de emissão portuária nas diretrizes de Pegada de Carbono da *World Ports Climate Initiative* (WPCI), as atividades portuárias que geram emissões são divididas em três categorias (Wang *et al.*, 2023; Azarkamand *et al.*, 2020), conforme apresentado na Figura 1.

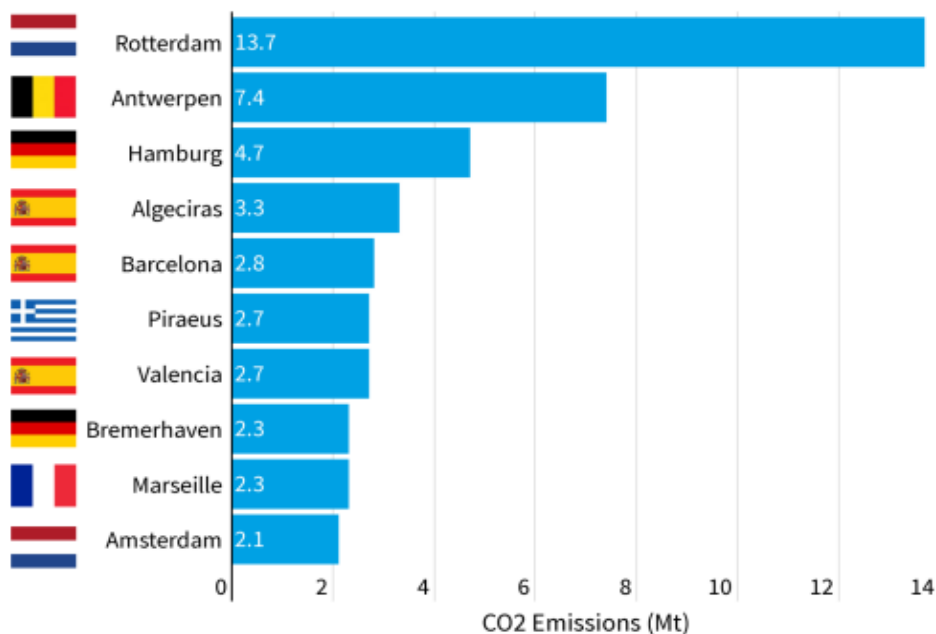
Figura 1 – Fontes de emissão de GEE em portos



Fonte: Adaptado de Azarkamand *et al.*, 2020 e Wang *et al.*, 2023.

A *Transport & Environment* (2022) analisou as emissões de navios atracados (ou seja, carregando, descarregando ou reabastecendo em portos) em portos europeus. Foram utilizados dados do Regulamento de Monitoramento, Relatórios e Verificação (MRV) de 2019, para diferentes portos com base na carga e nos passageiros movimentados em cada um deles, fornecidos pelo Eurostat. A Figura 2 apresenta os 10 principais portos europeus por emissões da cadeia de suprimentos marítima cobertas pelo MRV.

Figura 2 – Ranking de emissões de CO₂ da cadeia de abastecimento marítimo portuário na Europa



Fonte: Transport & Environment, 2022.

A Alemanha e a Holanda têm dois portos e a Espanha tem três portos entre os 10 primeiros (Transport & Environment, 2022). Como é possível analisar, o impacto climático de Rotterdam é significativo, com 13,7 Mt de CO₂, quase o dobro do segundo colocado, Antuérpia, com 7,4 Mt de emissões de CO₂ (Transport & Environment, 2022).

2.3 DESCARBONIZAÇÃO DAS ATIVIDADES PORTUÁRIAS

A eficiência energética está ganhando atenção dos portos em todo o mundo. Os portos pioneiros, reconhecendo esse papel vital, estão aproveitando as oportunidades para impulsionar a transição energética (Sifakis & Tsoutsos, 2021; Net Zero Events, s.d.).

Além disso, há diretrizes regulatórias e metas para toda a indústria como da *International Maritime Organization* (IMO), que adotou um conjunto de medidas e estratégias para reduzir a emissão GEEs, a fim atingir a meta de redução na emissão de CO₂ em pelo menos 40% até 2030, em relação aos níveis de 2008, e pelo menos 50% das emissões totais de GEE da indústria naval até 2050 (IMO, 2023; Hatteland technology, s.d.).

Para esse processo de “esverdear” o porto e cumprir os objetivos climáticos, a ESPO (2021b) apresenta as competências de cada uma das partes interessadas, visto que a autoridade portuária está no controle de sua própria gestão e atividades, mas é fundamental o envolvimento substancial dos demais *stakeholders*, como: o governo; operadores portuários; afretadores das embarcações; as indústrias da área portuária; e a comunidade ao redor do porto.

A Tabela 1 apresenta algumas boas práticas para descarbonização das atividades portuárias.

Tabela 1 – Boas práticas para descarbonização das atividades portuárias

Boas Práticas	Descrição	Autores
---------------	-----------	---------

Uso de sistemas para monitoramento de emissões	Para tomar as decisões mais informadas, as partes interessadas precisam ter acesso a dados de emissões oportunos e precisos, para identificação das emissões de várias atividades do setor (embarcações portuárias, equipamentos de movimentação de carga, ferrovias e caminhões), permitindo que as organizações se planejem de forma mais eficaz e tomem decisões em busca de operações mais sustentáveis. Azarkamand <i>et al.</i> (2020) propõem uma ferramenta especificamente para autoridades portuárias calcularem sua pegada de carbono e relatá-la adequadamente aos usuários.	(Azarkamand <i>et al.</i> , 2020; EIT InnoEnergy, 2022).
Atualização de sistemas de aquecimento, ventilação, ar-condicionado e iluminação	Renovação dos edifícios e luminárias, instalando luzes de diodo emissor de luz (LED), bem como novos sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado.	(Sifakis, Tsoutsos, 2021).
Uso de Internet das Coisas e automação	Automatização das operações utilizando sensores e controles inteligentes, otimizando o conforto dos usuários e colaboradores.	(Sifakis, Tsoutsos, 2021).
Eletrificação de equipamentos	A eletrificação de equipamentos de movimentação de carga e caminhões com baterias foi avaliada e mostrou que as reduções de emissão de GEE podem exceder 60-70%.	(Sifakis, Tsoutsos, 2021).
Uso de Veículos eletrificados e híbridos	Os veículos eletrificados híbridos são bem conhecidos e consomem combustíveis fósseis e eletricidade; muitos portos os utilizam para suas operações, principalmente as de carga.	(Sifakis, Tsoutsos, 2021).
Fornecimento de estações de carregamento e reabastecimento de embarcações	A eletrificação e o uso de hidrogênio verde e bioenergia serão essenciais para promover a transição, para isso, os portos desempenharão um papel fundamental no fornecimento de estações de carregamento/reabastecimento das embarcações.	(EIT InnoEnergy, 2022)
Energia solar em telhados de edifícios	Corresponde ao aproveitamento de áreas portuárias para geração de energia solar fotovoltaica no telhado de armazéns, instalações de armazenamento frio, oficinas, terminais e em outros edifícios dentro dos portos.	(Net Zero Events, s.d.).
Desenvolvimento de usinas solares	A área disponível de terra nos portos pode ser aproveitada para a construção de usinas solares, para abastecer as instalações portuárias, bem como exportar energia para a rede. Um exemplo, é o Porto de Hueneme, na Califórnia, que construiu uma usina solar de 10 MW em uma área disponível de 70 acres.	(Net Zero Events, s.d.).
Energia eólica <i>offshore</i> alimentando a demanda por energia portuária	A energia eólica <i>offshore</i> se apresenta com grande potencial para satisfazer as demandas de energia das atividades portuárias, bem como para produzir energia excedente para exportação. Essa fonte está em perspectiva de desenvolvimento e expansão em novos mercados, como Brasil, Austrália, EUA, o que se apresenta como uma possibilidade de investimento futuro nos portos dessas regiões.	(Net Zero Events, s.d.).
Desenvolvimento de <i>hubs</i> de energia verde sustentável	A pesquisa de Garrido Salsas <i>et al.</i> (2022) apresenta as principais recomendações de políticas para promover novos modelos de negócios para os portos, entre elas, o desenvolvimento de modelos de hubs de energia verde sustentável (comunidades de energia, estratégias de hidrogênio). O hidrogênio contribuirá para as metas de redução de GEE, visto que	(Net Zero Events, s.d.; Garrido Salsas <i>et al.</i> , 2022; Vandermeiren, 2022).

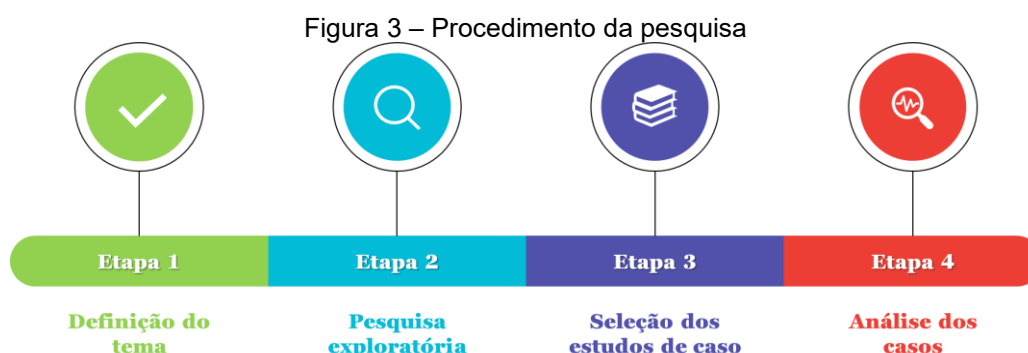
	contribuirá para melhorar a resiliência do sistema e ajudará a descarbonizar o transporte e a indústria (Vandermeiren, 2022).	
Uso de drones e outras tecnologias	Na China, entre as medidas adotadas na transformação verde das instalações portuárias, o Porto de Shenzhen faz o monitoramento de suas operações usando drones e outras tecnologias.	(Wang <i>et al.</i> , 2023).
Utilização de sistema <i>Onshore Power Supply</i> (OPS)	A alimentação elétrica em terra, conhecida como <i>Onshore Power Supply</i> (OPS), é uma solução ecológica para reduzir as emissões de GEE dos navios, visto que permite o desligamento dos motores auxiliares dos navios enquanto estão atracados. Essa iniciativa já é observada no Porto de Rotterdam.	(Wang <i>et al.</i> , 2023; EIT InnoEnergy, 2022).
Descarbonização da manutenção dos portos	Também há caminhos para descarbonizar as atividades de manutenção e obras de construção em portos, utilizando energia renovável, o armazenamento <i>off-grid</i> para equipamentos e realizando a troca de maquinário movido a diesel por opções elétricas.	(EIT InnoEnergy, 2022).

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento de uma pesquisa científica refere-se a um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, exigindo um tratamento científico para conhecer a realidade e descobrir novos fatos, relações ou leis (González, 2010). De acordo com Voss, Tsiriktsis e Frohlich (2002), os estudos de casos podem ser usados para diferentes propósitos como exploração, construção de teoria, teste de teoria e extensão/refinamento de teoria.

O presente estudo adotou uma abordagem qualitativa, adotando o procedimento de estudos de casos como método para explorar o papel dos portos na formação de hubs de energia verde e as suas iniciativas para descarbonização do setor. Quanto ao procedimento da pesquisa, foram seguidas 4 etapas, conforme Figura 3.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

- **1ª Etapa:** consistiu na definição do tema de pesquisa, analisando os principais assuntos em discussão sobre os caminhos para a descarbonização e para a transição para energia limpa do setor portuário, bem como sua contribuição para formação de *hubs* de energia verde. Esses caminhos estão sendo

amplamente discutidos, visto que o setor marítimo mundial traçou metas para a descarbonização do setor. Diante desse cenário, essa pesquisa centrou-se na análise de como os portos podem atuar como *hubs* de energia renovável e na descarbonização de suas atividades.

- **2ª Etapa:** durante a fase de pesquisa exploratória, foram realizadas buscas sobre metas de descarbonização do setor marítimo mundial, dados sobre emissões de CO₂ do setor, bem como, boas práticas adotadas pelos portos no caminho para a descarbonização e a transição para energia limpa.
- **3ª Etapa:** nessa etapa foram selecionados três estudos de caso, os quais são apresentados na Seção 4 deste artigo. Os estudos de caso buscam o levantamento de informações sobre: acordos e parcerias firmadas para apoio ao desenvolvimento de energias renováveis; as ações implementadas para desenvolvimento de *hubs* de energia no porto; e, as iniciativas adotadas pelas autoridades portuárias para descarbonização de suas operações.
- **4ª Etapa:** a análise dos estudos de caso consistiu em observar informações obtidas da etapa anterior, identificando iniciativas e metas dos portos analisados em prol do atingimento das metas de descarbonização do setor, as principais ações empregadas para o desenvolvimento de hub de energia, e, as principais ações adotadas para redução de emissões das suas operações.

4 ESTUDOS DE CASOS E ANÁLISE INTER-CASOS

4.1 PORTO DE ROTTERDAM (HOLANDA)

O Porto de Rotterdam possui a meta de se tornar neutro em CO₂ e possuir uma economia totalmente circular até 2050. Para tornar esse resultado tangível, foram estabelecidos quatro pilares em sua estratégia organizacional, os quais são apresentados a seguir (Rotterdam, s.d.).

- **Pilar 1:** aumentar a eficiência da indústria existente e construir uma infraestrutura para aquecimento, CO₂, eletricidade e hidrogênio;
- **Pilar 2:** renovar o sistema energético, mudando de combustíveis fósseis para eletricidade verde e hidrogênio;
- **Pilar 3:** mover-se para um sistema com novos materiais e combustíveis;
- **Pilar 4:** tornar o transporte mais sustentável.

Em consonância com os pilares estabelecidos, diferentes projetos, alinhados com a meta de 2050, estão sendo desenvolvidos no porto. Conforme apresentado pelo porto de Rotterdam, diversos projetos estão sendo desenvolvidos paralelamente, sendo alguns eles (Rotterdam, 2024):

- **Projeto WarmtelinQ:** o WarmtelinQ trata-se de um gasoduto subterrâneo que está sendo construído para ser utilizado no transporte de calor residual do Porto de Rotterdam para a cidade de Haia, com o objetivo de aquecer casas e empresas;
- **Projeto Porthos:** esse projeto envolve o transporte e armazenamento de CO₂ de indústrias localizadas no Porto de Rotterdam para campos de gás vazios localizados no Mar do Norte. O projeto foi iniciado em 2024 e espera-se que entre em operação a partir de 2026. Estima-se que 2,5 milhões de toneladas de CO₂ sejam capturadas anualmente e armazenadas permanentemente.

- **Gasoduto de hidrogênio:** o gasoduto está sendo desenvolvido por meio de uma parceria estabelecida entre a Autoridade Portuária de Rotterdam e a empresa Gasunie. O objetivo desse projeto é formar a espinha dorsal da futura infraestrutura de hidrogênio no maior porto da Europa. O início da sua operação está previsto para 2025.
- **Usinas eólicas offshore:** até 2030, o porto possuirá uma capacidade de 7,4 GW em usinas eólicas *offshore* conectada à rede de alta tensão do Porto de Rotterdam.
- **Construção da maior planta de hidrogênio verde:** o projeto desenvolvido contempla a instalação de um eletrolisador de 200 MW, capaz de produzir 60.000 kg de hidrogênio por dia a partir de 2025.
- **Melhorias da rede de transmissão de energia elétrica:** as empresas responsáveis pelas redes de transmissão estão desenvolvendo melhorias na infraestrutura para garantir que as indústrias tenham energia renovável suficiente para tornarem suas operações mais sustentáveis.
- **Importação de hidrogênio:** o Porto de Rotterdam está se posicionando como um dos principais portos de importação de hidrogênio. O hidrogênio recebido será destinado para uso interno e também distribuído para os demais países demandantes.
- **Refinaria de biocombustíveis:** as empresas Shell e Neste estão construindo plantas para produção de combustível sustentável para aviação (SAF) dentro do porto de Rotterdam.
- **Serviços com zero emissão:** o porto de Rotterdam participou da operação do primeiro navio holandês a utilizar propulsão elétrica por meio de contêineres de energia intercambiáveis. O navio Alphenaar opera para a cervejaria Heineken, fazendo o transporte de produtos entre as cidades Alphen ann den Rijn e Moerdijk.
- **Energia costeira (Shore-Power):** disponibilidade de energia limpa para atender aos navios atracados no cais, reduzindo a emissão de partículas, nitrogênio e CO₂, além de reduzir o ruído proveniente dos motores em funcionamento.

Com base nas iniciativas mapeadas, o Porto de Rotterdam consolida-se como um dos principais *hubs* de inovação em transição energética e descarbonização do setor portuário. As ações direcionadas para a integração de tecnologias sustentáveis de energia, como o hidrogênio verde, captura e armazenamento de carbono e a eletrificação das suas operações, demonstram o compromisso com a meta estabelecida para 2050.

4.2 PORTO DE *LONG BEACH* (ESTADOS UNIDOS)

O Porto de Long Beach, conhecido internacionalmente por suas iniciativas para o desenvolvimento sustentável, iniciou seu posicionamento como um *Greenport*, a partir da consolidação, em 2005, de sua Política de Porto Verde. Desde então, as emissões de diesel foram reduzidas em 88%, com a poluição de caminhões reduzida em 90% (Port of Long Beach, s.d.). Além disso, esse porto se propõe a realizar a transição dos equipamentos utilizados nos terminais para emissões zero até 2030 e caminhões rodoviários até 2035. A seguir, são apresentadas algumas iniciativas do porto para desenvolver-se como um porto verde e se consolidar como uma referência em eficiência energética na área.

4.2.1 Sistema Tri-gen – produção de eletricidade e hidrogênio renováveis

Em 2024, foi inaugurado, no Porto de *Long Beach*, um sistema de energia renovável para alimentar as operações de logística de uma montadora. Chamado de “Tri-gen” (Figura 4), esse sistema produz eletricidade renovável e hidrogênio renovável (Fuller, 2024). A partir de biogás de aterros sanitários da Califórnia, o sistema tem capacidade de produção de 2,3 megawatts de eletricidade. Parte dessa eletricidade será destinada para o abastecimento da instalação portuária e o excedente será destinado a uma concessionária local (Fuller, 2024).

Esse sistema Tri-gen também tem a capacidade de produção de até 1.200 quilos de Hidrogênio (H₂) por dia, o qual será utilizado para o abastecimento de modelos de veículos elétricos com célula de combustível da Toyota. Além disso, o H₂ produzido também suprirá um posto de abastecimento de hidrogênio para caminhões pesados que darão suporte às operações de logística da empresa (Čučuk, 2024; Fuller, 2024).

A expectativa da Toyota é que, ao utilizar caminhões movidos a H₂ em operações portuárias, reduza o consumo de diesel em mais de 420.000 galões por ano. Dessa forma, o Tri-gen pode ajudar a evitar a emissão de mais de seis toneladas de óxido de nitrogênio (NO_x) (Fuller, 2024).

Figura 4 – Sistema Tri-gen



Fonte: Fuller, 2024

Em pronunciamento, o CEO do Porto de *Long Beach*, afirma que essa energia verde gerada pelo sistema Tri-gen é parte de estratégia para tornar o Porto de *Long Beach* o primeiro em emissão zero do mundo (Čučuk, 2024).

4.2.2 Pier Wind – Floating Offshore Wind Staging and Integration

Em 2023, o Porto de *Long Beach* divulgou planos para desenvolvimento de uma área destinada à energia eólica flutuante, conhecida como *Pier Wind*, para suporte à fabricação e montagem de turbinas eólicas *offshore*. Essa instalação, cuja construção está orçada em US\$ 4,7 bilhões (Magli, 2024), abrangerá 400 acres (160 hectares) de terra e sua construção está prevista para iniciar em 2027, com a finalização dos primeiros 100 acres esperado para o início de 2031, os segundos 100 acres no final de 2031 e os últimos 200 acres em 2035 (Port of Long Beach, 2023), conforme Figura 5.

Figura 5 – Fases previstas do projeto Pier Wind



Fonte: Port of Long Beach, 2023

Quando estiver em operação, as turbinas serão rebocadas do Porto de Long Beach para áreas de arrendamento dos parques eólicos com distâncias de 32 a 48 quilômetros da costa da Califórnia Central e do Norte, contribuindo assim para o atingimento das metas de energia renovável do Estado e dos EUA (Baird Maritime, 2024).

4.2.3 Política energética do porto de Long Beach e a iniciativa Energy Island

Em 2014, o Porto de *Long Beach* adotou uma resolução estabelecendo a sua política energética, o *Port of Long Beach Energy Policy*, com objetivos de reduzir a dependência de recursos naturais limitados, promover a conservação e eficiência energética, otimizar a geração de energia alternativa e renovável, fomentar tecnologias energéticas inovadoras e garantir um fornecimento de energia segura e confiável para as operações (Port of Long Beach, 2017).

Em 2015, o Porto anunciou um programa abrangente de energia chamado *Energy Island Initiative*. Esse programa tem por intuito garantir confiabilidade, resiliência e competitividade econômica ao complexo portuário e aos usuários, que estão instalados em terminais marítimos, por meio de geração de energia local e da infraestrutura de abastecimento adequada para dar suporte e viabilizar o transporte limpo (Port of Long Beach, 2017).

4.3 PORTO DO PECÉM

A Companhia de Desenvolvimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém S.A (CIPP S/A) é uma sociedade anônima de economia mista (Complexo de Pecém, 2023a), que possui mais de 19 mil hectares de área e é composto por três zonas: a área industrial, a qual abriga algumas das principais unidades fabris do Nordeste do Brasil; o Porto do Pecém, um terminal *offshore*; e a primeira Zona de Processamento de Exportação (ZPE) a operar no Brasil, a ZPE Ceará, que possui uma área de mais de 1.900 hectares para receber novos investimentos (Brasil, 2024; Complexo do Pecém, 2022).

4.3.1 Hub de hidrogênio verde

O Complexo Portuário do Pecém possui infraestrutura robusta e uma privilegiada localização geográfica, destacando-se com os primeiros projetos de Hidrogênio Verde (H₂V) no Brasil (Brasil, 2024). Foi realizada a assinatura de acordos para a criação do Corredor de Hidrogênio Verde entre o Porto do Pecém e o Porto de Rotterdam, e a Parceria de Portos Verdes, entre o estado do Ceará e os Países Baixos. Com essa assinatura, será criado um corredor de ponta a ponta da cadeia de suprimentos para H₂V, incluindo a produção no Complexo de Pecém e recebimento e distribuição no Porto de Rotterdam para atender à demanda da Europa (Complexo do Pecém, 2023b).

O Estado do Ceará já firmou cerca de 30 memorandos assinados com empresas interessadas na produção de H₂V. Destes, as empresas Fortescue, Casa dos Ventos e AES já avançaram a pré-contratos e têm área reservada na ZPE do Ceará (Complexo do Pecém, 2023b). A produção estimada de H₂V deve chegar a 1,3 milhão de toneladas por ano em 2030 (Governo do Ceará, 2024a; Complexo do Pecém, 2022). A Fortescue iniciou o processo de licenciamento ambiental de seu projeto de H₂V em larga escala (Governo do Ceará, 2024b).

Os investimentos esperados já somam US\$ 8 bilhões, além disso, o Porto do Pecém planeja o desenvolvimento de um terminal de infraestrutura capaz de abrigar esses projetos, no qual será investido cerca de R\$ 2,2 bilhões (Complexo do Pecém, 2023b).

O Complexo do Pecém selecionou o consórcio *Stolthaven Terminals/Global Energy Storage* (GES) como a potencial responsável pelo planejamento, projeto, construção e operação de um terminal de amônia verde. O desenvolvimento deste terminal atenderá à produção de H₂V e à exportação de sua produção através da amônia (NH₃) verde, possibilitando meios para que os mercados acessem uma das fontes mais competitivas dessa energia renovável. A Figura 6 apresenta a localização dos principais componentes da cadeia de produção de H₂V e NH₃ no Complexo do Pecém.

Figura 6 – Localização dos principais elos da cadeia de produção de H₂V e NH₃ no Complexo do Pecém



Fonte: Governo do Ceará, 2024a.

Assim, verifica-se que o complexo está empenhado no desenvolvimento de toda a cadeia de valor, desde o fornecimento de energia renovável, passando pelo abastecimento de água (através de tratamento de água usada e dessalinizada), produção de H₂, armazenamento de amônia e distribuição, bem como, produção de fertilizantes, combustíveis sintéticos e transporte para os usuários finais.

O hidrogênio verde produzido será, inicialmente, para exportação. No entanto, a longo prazo, pretende-se utilizá-lo para consumo interno (Figueirêdo, 2024). Dessa forma, o hidrogênio poderá ser utilizado como matéria-prima na produção de produtos com maior valor agregado como: aço verde, fertilizantes nitrogenados e combustíveis sintéticos.

4.3.2 Apoio a energia eólica *onshore* e perspectivas para energia eólica *offshore*

Tendo em vista os projetos eólicos *offshore* com processo de licenciamento ambiental abertos no Ibama, em especial os localizados próximos ao Estado do Ceará, o Porto do Pecém iniciou estudos para identificar quais iniciativas serão necessárias na infraestrutura do complexo portuário para atrair investimentos para os projetos eólicos *offshore* (Eixos, 2024). A sua localização, próxima às áreas potenciais para instalação de parques, além de grande área disponível para abrigar o desenvolvimento dessa nova indústria, são alguns dos principais atrativos para esses investimentos.

Em 2023, o governo do Ceará assinou três acordos com empresas chinesas, os quais têm por objetivo impulsionar a economia do estado, especialmente na área de energias. O primeiro acordo, assinado com o Grupo Mingyang *Smart Energy*, está relacionada a implantação de um centro de tecnologia e reparo de aerogeradores no estado do Ceará. Ademais, o acordo prevê a instalação de uma planta piloto de energia eólica *offshore*, além da produção de NH₃ e H₂V no Ceará. Um segundo acordo, estabelecido com a empresa Spic, propõe a realização de estudos de viabilidade de projetos na produção de energia eólica *onshore* e *offshore*, bem como, solar, hidrogênio azul e verde e combustíveis dentro do Complexo do Pecém (Complexo do Pecém, 2023c).

O porto já detém um grau de experiência com apoio a eólica *onshore*. Em 2023, o Porto do Pecém apoiou setor eólico ao embarcar 20 pás eólicas em uma balsa para o Porto de Rio Grande, no Rio Grande do Sul, uma operação considerada pioneira no Brasil. Essas pás, produzidas pela Aeris, foram transportadas ao longo de duas

semanas (Portos & Navios, 2023). Anteriormente, em 2021, o Porto do Pecém superou a marca de 1000 pás eólicas movimentadas no ano (Governo do Ceará, 2021).

4.4 ANÁLISE INTER-CASOS

Os três portos analisados na seção 4 apresentam um compromisso com a transição para fontes de energia limpas, com ênfase no hidrogênio, energia eólica e solar, e captura de carbono. Essas iniciativas estão alinhadas com as visões estratégicas estabelecidas pelos portos quanto a redução das emissões de carbono e com as metas globais de sustentabilidade. A Tabela 2 reúne as metas declaradas pelos portos, as principais fontes de energia e iniciativas consideradas para o atingimento dessas metas.

Tabela 2 – Análise inter-casos dos portos

	Porto de Rotterdam	Porto de Long Beach	Porto do Pecém
Metas de redução das emissões	Emissão zero de carbono e economia totalmente circular até 2050.	Manuseio de carga com emissão zero até 2030 e transporte rodoviário com emissão zero até 2035.	Aumentar a participação da eletrificação nas operações portuárias, que hoje é de 70%.
Fontes de energia	<ul style="list-style-type: none"> Energia eólica; Hidrogênio; Biocombustíveis. 	<ul style="list-style-type: none"> Energia Renovável (Energia eólica <i>offshore</i>) - Em desenvolvimento; Telhado e carports solares; Hidrogênio. 	<ul style="list-style-type: none"> Energia renovável (energia eólica) - Em desenvolvimento; Hidrogênio - Em desenvolvimento.
Iniciativas relacionadas à operação do porto	<ul style="list-style-type: none"> Construção de uma rede de gasodutos destinada tanto a distribuição de calor residual, hidrogênio e CO₂ capturado; Usinas eólicas <i>offshore</i> sendo conectadas a subestações localizadas na área portuária; Construção de plantas de hidrogênio verde na área portuária; Construção de refinarias de biocombustíveis para produção de SAF; Implantação de cais exclusivo para a importação de hidrogênio de baixo carbono; Infraestrutura de suporte e abastecimento para navios com propulsão elétrica; Reforços na rede de transmissão de eletricidade para garantir o fornecimento de 	<ul style="list-style-type: none"> Informações e medidas inteligentes; Medidas de equipamentos; Combustíveis alternativos mais limpos; Eletrificação; Hibridização; Planos de Gestão de Energia; Gestão inteligente de carga; Ilha de energia; Sistema de automação e operação de terminal de contêineres; Políticas de porto verde; Redução de emissões de caminhões; 	<ul style="list-style-type: none"> Plano de Gestão Ambiental (PGA); Programa de Monitoramento de emissões atmosféricas; Descontos para navios sustentáveis; Subestação com linha de transmissão para garantir energia aos eletrolisadores; Eletrificação.

	energia limpa para as indústrias; <ul style="list-style-type: none"> • <i>Shore-Power</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de congestionamento de caminhões; • Redução de velocidade de embarcações; • <i>Shore-Power</i>. 	
--	--	---	--

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Os três portos analisados apresentam diferentes abordagens no contexto da transição energética, adaptando-se às suas características regionais e desafios locais. Rotterdam se posiciona com uma visão que integra descarbonização e economia circular, *Long Beach* se destaca pela meta ambiciosa de se tornar um porto com emissão zero no manuseio de carga até o ano de 2030 e Pecém adota uma estratégia com foco na exportação do hidrogênio verde. Diante de cada um dos contextos, nota-se uma convergência no uso de energia eólica e hidrogênio, classificando essas fontes de energia como grandes aliadas no cumprimento das metas estabelecidas.

5 CONCLUSÕES

Os portos estão assumindo novos papéis na economia mundial, deixando de ser apenas pontos de movimentação de produtos e serviços para se tornarem ativos no contexto da transição energética global. Diante desse cenário, este artigo se comprometeu em analisar os avanços dos portos para se consolidarem como *hubs* de energia renovável e suas ações em um contexto de descarbonização. Para isso, foram analisados três portos: Rotterdam; *Long Beach*; e Pecém. A análise desses portos, localizados em diferentes regiões, demonstrou que o setor está avançando na implantação de soluções de descarbonização, com portos em diferentes estágios de desenvolvimento.

O Porto de Rotterdam adota uma estratégia abrangente com foco na economia circular e na integração de diferentes tecnologias de descarbonização, como captura e armazenamento de carbono (projeto Porthos), infraestrutura de aquecimento (WarmtelinQ), além de expandir sua capacidade de importação e produção de hidrogênio e uso de biocombustíveis. O porto busca ser um *hub* de transição energética para toda a Europa, a partir da importação do hidrogênio de baixo carbono.

O Porto de *Long Beach* está na fase de planejamento para a construção que deverá ser iniciada em 2027 para apoio à energia eólica *offshore*. O porto de Pecém está em fase de captação de projetos potenciais e de planejamento para desenvolvimento do seu *hub* de hidrogênio, como mais de 30 memorandos assinados com empresas interessadas na produção de H₂V. Além disso, há empresas que já avançaram na fase de pré-contratos e têm área reservada na ZPE.

A partir da pesquisa exploratória, constatou-se o aumento de pressões regulatórias. Com isso, considerando esse contexto de estabelecimento de metas de redução de emissões de GEE, regulamentação, como a meta estabelecida pela IMO, demanda de clientes e pressão também por parte de investidores, os modelos de negócios portuários exigem o emprego de mais inovações tecnológicas que apoiem a transição energética dentro do setor.

Foram identificadas as principais ações adotadas para a descarbonização do setor, que podem ser adotadas por uma ampla gama de portos, com o objetivo de sustentar o protagonismo do transporte marítimo na busca pela transição energética, como: uso de drones; utilização de *Shore-Power*; uso de internet das coisas e automação; eletrificação de equipamentos; energia solar em telhados de edifícios;

desenvolvimento de usinas solares; conexão do porto com usinas eólicas; e a produção de hidrogênio e biocombustíveis.

A formação de parcerias é essencial para o desenvolvimento de projetos inovadores e *hubs* de energia. Foi identificada a importância da formação de parcerias para a concretização dos projetos. Como exemplo, tem-se o caso da parceria criada para o desenvolvimento e operação do sistema de hidrogênio no Porto de *Long Beach* entre a Toyota Motor North America e a FuelCell Energy. Bem como, a parceria entre o Porto de Pecém e o Porto de Rotterdam para a criação do Corredor de Hidrogênio Verde. Além disso, as parcerias tendem a se estender para acordos entre governos, como o acordo entre o Estado do Ceará e Países Baixos, visto que as metas de transição energética do setor de transportes são de responsabilidade e interesse de diversos *stakeholders*.

O avanço da eólica *offshore* em novos mercados, como Estados Unidos e Brasil, requer a adequação dos portos para aproveitar essa oportunidade de negócio e apoiar essa indústria. Por isso, os portos nesses países, como *Long Beach*, nos Estados Unidos, e o Porto do Pecém, no Brasil, demonstraram interesse em apoiar, sendo que o porto de *Long Beach* já possui um projeto avançado com construção prevista para iniciar em 2027.

Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se avaliar o impacto econômico das ações de descarbonização na atividade portuária, e analisar novos modelos de negócios que contemplem a integração o fornecimento de energias renováveis e a atividade portuária.

AGRADECIMENTOS

Ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Azarkamand, S., Ferré, G., & Darbra, R. M. (2020). **Calculating the Carbon Footprint in ports by using a standardized tool**. *Science of the Total Environment*, 734. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139407>
- Baird Maritime (2024). **New bill permits construction of offshore wind manufacturing terminal at Port of Long Beach**. Disponível em: <https://www.bairdmaritime.com/offshore/renewables/offshore-wind/new-bill-permits-construction-of-offshore-wind-manufacturing-terminal-at-port-of-long-beach>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.
- Brasil, Ministérios de Portos e Aeroportos (2024). **Complexo do Pecém se destaca com projetos de Hidrogênio Verde**. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/noticias/2024/05/complexo-do-pecem-destaca-se-com-projetos-de-hidrogenio-verde>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.
- Buonomano, A., Giuzio, G. F., Maka, R., Palombo, A., & Russo, G. (2024). **Empowering sea ports with renewable energy under the enabling framework of the energy communities**. *Energy Conversion and Management*, 314, 118693. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118693>
- Burns, M. G. (2015). **Port management and operations**. In CRC PRESS, Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315275215>
- Complexo do Pecém (2022). **Pecém factsheet 2021 Port - h2v**. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/wp-content/uploads/2022/08/Pecem-Factsheet-H%C2%B2V-Port.pdf>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.

- Complexo do Pecém (2023a). **Relatório de Sustentabilidade 2023**. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/wp-content/uploads/2024/06/Relatorio-de-Sustentabilidade-Ed.-2023.pdf>. Acesso em: 14 de outubro de 2024.
- Complexo do Pecém (2023b). **Hub de Hidrogênio Verde: Governo do Ceará e Países Baixos firmam parceria para impulsionar produção e exportação**. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/hub-de-hidrogenio-verde-governo-do-ceara-e-paises-baixos-firmam-parceria-para-impulsionar-producao-e-exportacao/#:~:text=O%20Porto%20do%20Pec%C3%A9m%20%C3%A9,30%25%20do%20Porto%20do%20Pec%C3%A9m>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.
- Complexo do Pecém (2023c). **Governo do Ceará assina três acordos na China para impulsionar economia do estado**. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/governo-do-ceara-assina-tres-acordos-na-china-para-impulsionar-economia-do-estado/>. Acesso em: 14 de outubro de 2024.
- Complexo do Pecém (2024). **Complexo do Pecém firma contrato com Casa dos Ventos para fornecimento de energia limpa e certificada para o porto**. Disponível em: <https://www.complexodopecem.com.br/complexo-do-pecem-firma-contrato-com-casa-dos-ventos-para-fornecimento-de-energia-limpa-e-certificada-para-o-porto/>. Acesso em: 15 de outubro de 2024.
- Čučuk, a. (2024). **Hydrogen-based technology to support North American Port of Long Beach**. Disponível em: <https://www.offshore-energy.biz/hydrogen-technology-to-support-north-american-port-of-long-beach/>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.
- De Langen, P. W. (2020). *Towards a Better Port Industry*. In Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203797501>
- Sifakis, N., & Tsoutsos, T. (2021). **Planning zero-emissions ports through the nearly zero energy port concept**. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 286). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125448>
- EIT InnoEnergy (2022). **A practical guide to decarbonising ports Catalogue of innovative solutions**. Disponível em: https://eit.europa.eu/sites/default/files/decarbonising_ports-catalogue_of_innovative_solutions_f.pdf. Acesso em: 09 de outubro de 2024.
- Eixos (2024). **Ceará mapeia investimentos em infraestrutura para atrair eólicas offshore e hidrogênio**. Disponível em: <https://eixos.com.br/videos-e-podcasts/ao-vivo/ceara-mapeia-investimentos-em-infraestrutura-para-atrair-eolicas-offshore-e-hidrogenio/>. Acesso em: 08 de outubro de 2024.
- ESPO, European Sea Ports Organisation (2021). **ESPO Green Guide 2021 – A manual for European ports towards a green future..** Disponível em: <https://www.espo.be/media/ESPO%20Green%20Guide%202021%20-%20FINAL.pdf>. Acesso em: 10 de outubro de 2024.
- Figueiredo, H. (2024). **O protagonismo do Porto do Pecém na transição energética mundial**. Disponível em: <https://portalbenews.com.br/opiniao/o-protagonismo-do-porto-do-pecem-na-transicao-energetica-mundial/>
- Fuller, S. L. (2024). **Toyota debuts renewable energy system at Port of Long Beach**. Disponível em: <https://www.supplychaindive.com/news/toyota-tri-gen-polb-operations-renewable-electricity-hydrogen/716949/>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.
- Garrido Salsas, J., Saurí, S., Rúa, C., & Torrent, J. (2022). **Conceptualisation of the Port of the Future based on the Business Canvas Model: Case study of the Vision 2040 for Barcelona**. *Case Studies on Transport Policy*, 10(2), 1427–1437. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.05.002>
- González, M. O. A (2010). **Processo para Gerenciar a Integração de Clientes no**

Processo de Desenvolvimento do Produto. 2010. 242 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Governo do Ceará (2024a). **Complexo do Pecém seleciona Stolthaven Terminals como operadora de amônia verde do Hub de H2V.** Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2024/07/10/complexo-do-pecem-seleciona-stolthaven-terminals-como-operadora-de-amonia-verde-do-hub-de-h2v/> Acesso em: 07 de outubro de 2024.

Governo do Ceará (2024b). **Com grande potencial em energias renováveis, o Ceará está se tornando a Casa do Hidrogênio Verde.** Disponível em: [https://www.ceara.gov.br/2024/01/01/com-grande-potencial-em-energias-renovaveis-o-ceara-esta-se-tornando-a-casa-do-hidrogenio-verde/#:~:text=O%20HUB%20de%20Hidrog%C3%AAnio%20Verde,Ind%C3%BAstrias%20do%20Cear%C3%A1%20\(Fiec\).](https://www.ceara.gov.br/2024/01/01/com-grande-potencial-em-energias-renovaveis-o-ceara-esta-se-tornando-a-casa-do-hidrogenio-verde/#:~:text=O%20HUB%20de%20Hidrog%C3%AAnio%20Verde,Ind%C3%BAstrias%20do%20Cear%C3%A1%20(Fiec).) Acesso em: 08 de outubro de 2024.

Governo do Ceará (2021). **Porto do Pecém supera as 1000 pás eólicas movimentadas em 2021.** Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2021/09/14/porto-do-pecem-supera-as-1000-pas-eolicas-movimentadas-em-2021/>. Acesso em: 08 de outubro de 2024.

Hatteland technology (s.d.). **Zero-emission shipping is coming.** Disponível em: [https://www.hattelandtechnology.com/imo-2030#:~:text=IMO's%20initial%20GHG%20strategy%20aims,by%202050%20\(IMO%202050\).](https://www.hattelandtechnology.com/imo-2030#:~:text=IMO's%20initial%20GHG%20strategy%20aims,by%202050%20(IMO%202050).) Acesso em: 05 de outubro de 2024.

Holder, D., Percy, S. D., & Yavari, A. (2024). **A Review of Port Decarbonisation Options: Identified Opportunities for Deploying Hydrogen Technologies.** In Sustainability (Vol. 16, Issue 8). <https://doi.org/10.3390/su16083299>

IMO (2023). **IMO's work to cut GHG emissions from ships.** Disponível em: <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Cutting-GHG-emissions.aspx>. Acesso em: 23 de junho de 2024.

Magli, D. (2024). **California Governor expedites Pier Wind at Port of Long Beach.** Disponível em: <https://www.porttechnology.org/news/california-governor-expedites-pier-wind-at-port-of-long-beach/>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.

Mondo, L., Turcheto, H., Oliveira, L. & Brandão, T. (2024). **O setor portuário e a descarbonização no transporte marítimo.** Disponível em: [https://blog.waycarbon.com/2024/05/o-setor-portuario-e-a-descarbonizacao-no-transporte-](https://blog.waycarbon.com/2024/05/o-setor-portuario-e-a-descarbonizacao-no-transporte-maritimo/#:~:text=A%20descarboniza%C3%A7%C3%A3o%20do%20transporte%20mar%C3%ADtimo&text=Atualmente%20a%20principal%20fonte%20de,um%20conte%C3%BAdo%20de%20carbono%20elevado.)

[maritimo/#:~:text=A%20descarboniza%C3%A7%C3%A3o%20do%20transporte%20mar%C3%ADtimo&text=Atualmente%20a%20principal%20fonte%20de,um%20conte%C3%BAdo%20de%20carbono%20elevado.](https://blog.waycarbon.com/2024/05/o-setor-portuario-e-a-descarbonizacao-no-transporte-maritimo/#:~:text=A%20descarboniza%C3%A7%C3%A3o%20do%20transporte%20mar%C3%ADtimo&text=Atualmente%20a%20principal%20fonte%20de,um%20conte%C3%BAdo%20de%20carbono%20elevado.) Acesso em: 09 de outubro de 2024.

Net Zero Event (s.d.). **Can ports serve as renewable energy hubs.** Disponível em: <https://netzero-events.com/can-ports-serve-as-renewable-energy-hubs/>. Acesso em: 05 de outubro de 2024.

Port of long beach (s.d.). **Our Brand – The Port of Choice.** Disponível em: <https://polb.com/port-info/mission-vision/#our-brand-the-port-of-choice>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.

Port of long beach (2024). **Pier Wind.** Disponível em: <https://polb.com/port-info/projects/#pier-wind>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.

Port of long beach (2023). **Port of Long Beach Releases Pier Wind Project Concept.** Disponível em: <https://polb.com/port-info/news-and-press/port-of-long-beach-releases-pier-wind-project-concept-05-09-2023/>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.

- Port of long beach (2017). **Energy initiative roadmap**. Disponível em: <https://polb.com/download/16/energy-initiatives/6735/energy-initiative-roadmap-final-june-2017.pdf>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.
- Port of Rotterdam. (s.d.). **Strategy and research: Energy transition**. Port of Rotterdam. <https://www.portofrotterdam.com/en/port-future/energy-transition/strategy-and-research>. Acesso em: 10 de outubro de 2024.
- Port of Rotterdam. (2024). **Highlights: Top 15 energy transition projects**. Port of Rotterdam. <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/highlights-top-15-energy-transition-projects>. Acesso em: 10 de outubro de 2024.
- Portos e Navios (2023). **Operação pioneira no Porto do Pecém embarca 20 pás eólicas em balsa para o Rio Grande do Sul**. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/operacao-pioneira-no-porto-do-pecem-embarca-20-pas-eolicas-em-balsa-para-o-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 08 de outubro de 2024.
- Transport & Environment (2022). **EU Ports' Climate Performance - An analysis of maritime supply chain and at berth emissions February**. Disponível em: https://www.transportenvironment.org/uploads/files/2202_Port_Rankings_briefing-1.pdf. Acesso em: 05 de outubro de 2024.
- United Nations (2023). Review of Maritime Transport. [s.l: s.n.].
- Vandermeiren (2022). **How ports can be transformed into energy hubs of the future**. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2022/04/co-creating-change-ports-as-energy-hubs-of-the-future/>. Acesso em: 05 de outubro de 2024.
- Voss, C., Tsiriktsis, N., & Frohlich, M. (2002). **Case research in operations management**. International Journal of Operations and Production Management, v. 22, n. 2, p. 195–219, DOI: <https://doi.org/10.1108/01443570210414329>
- Wang, B., Liu, Q., Wang, L., Chen, Y., & Wang, J. (2023). **A review of the port carbon emission sources and related emission reduction technical measures**. In Environmental Pollution (Vol. 320). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121000>

OTIMIZAÇÃO LOGÍSTICA PORTUÁRIA: REDUÇÃO DE DEMURRAGE E MELHORIA NA GESTÃO DE ESTOQUES

Breno Pina

Universidade do Estado do Pará

Victor Albuquerque

Centro Universitário do Pará

Amanda Mendes

Faculdade Integrada Brasil Amazônia

Resumo: O artigo explora o impacto da logística portuária nas cadeias globais de suprimentos, com foco na demurrage, uma taxa aplicada por atrasos na operação de descarregamento de navios, que pode impactar significativamente os custos logísticos. O estudo utiliza como exemplo o caso de uma refinaria de alumínio, que enfrenta desafios no descarregamento de carvão. A pesquisa baseia-se no método hipotético-dedutivo e na análise de dados históricos da estocagem e descarregamento de carvão. A partir de uma revisão da metodologia de estocagem, foi possível aumentar em 10% a capacidade de armazenamento e reduzir o ponto de ressuprimento em 50%, otimizando o fluxo logístico. A fundamentação teórica aborda conceitos de logística marítima, gestão de suprimentos, e ferramentas analíticas, como histogramas e diagramas de fluxo, que permitem melhorar o planejamento e reduzir custos. A análise de dados destacou que a aplicação de um novo ponto de ressuprimento e a reorganização do espaço de estocagem resultaram em uma redução significativa dos custos com demurrage, contribuindo para uma gestão mais eficiente e sustentável das operações. Os resultados demonstram que as melhorias implementadas reduziram os custos de demurrage em até 90%, reforçando a importância de uma logística portuária eficiente e integrada com inovações tecnológicas para garantir a competitividade no mercado global. O estudo conclui que a combinação de técnicas de gestão de estoques e análise de dados pode otimizar as operações logísticas e minimizar os custos operacionais.

Palavras-chave: Logística portuária, Demurrage, Gestão de estoques, Otimização logística, Custos operacionais.

1 INTRODUÇÃO

A logística portuária desempenha um papel crucial nas cadeias globais de suprimentos, conectando diferentes modais de transporte para o fluxo de mercadorias. A eficiência dessas operações depende fortemente da gestão do tempo de permanência de embarcações nos portos, sendo a demurrage um dos custos mais significativos associados a atrasos na movimentação de cargas. A demurrage, definida como a taxa cobrada pelo uso prolongado de navios além do período acordado, pode representar um impacto substancial nas operações logísticas. Segundo Feller (2014), a demurrage age como uma penalidade para garantir que o tempo de utilização de ativos seja otimizado, evitando o congestionamento nos portos e assegurando a eficiência operacional.

Em uma das maiores refinarias de alumina do mundo, descarrega seus navios graneleiros de carvão no Porto de Vila do Conde, um porto público situado no município de Barcarena, estado do Pará. O porto, localizado à margem direita do Rio Pará, integra o Complexo Portuário Industrial de Vila do Conde e desempenha um papel fundamental no escoamento de diversas matérias de outros players localizados na redondeza, bem como no recebimento de insumos como carvão. Por ser uma instalação pública, a gestão otimizada da fila de navios versus a capacidade de armazenagem e consumo de carvão devem ser cuidadosamente coordenada entre todas as partes envolvidas no processo, incluindo a administração portuária, os operadores logísticos, suprimentos, logística marítima e o planejamento e controle da produção para evitar atrasos e minimizar custos de demurrage.

A empresa utiliza duas qualidades de carvão, Tipo 1, uma mineradora norte-americana que produz carvão na Colômbia e o Tipo 2, uma mineradora suíça que produz e exporta carvão térmico também proveniente da Colômbia, como uma das principais fontes de energia térmica em seu processo de produção de alumina, essencial para alimentar suas caldeiras, e assegurar a continuidade das operações industriais. A compra e a estocagem de carvão são processos críticos, que requerem uma cadeia logística robusta e altamente eficiente, não apenas para garantir o abastecimento contínuo, mas também para minimizar os custos associados à manutenção de estoques elevados e atrasos logísticos que podem resultar em demurrage. Conforme Del Giudice et al. (2021), o aumento da competitividade e das demandas por eficiência nas operações portuárias tem levado empresas a buscar inovações tecnológicas e organizacionais que possam reduzir custos e melhorar a produtividade.

A gestão de estoques de carvão exige um equilíbrio cuidadoso entre a quantidade armazenada, o tempo de reabastecimento e a fila de navios em Vila do Conde para evitar interrupções no processo produtivo e também minimizar o tempo de permanência dos navios no porto, reduzindo o risco de demurrage. No contexto portuário moderno, conceitos como o de "portos inteligentes" têm possibilitado que terminais aprimorem suas operações, garantindo maior controle sobre a movimentação de cargas e reduzindo o tempo de espera (Zarzuelo et al., 2020). Além disso, práticas como a utilização de sistemas de monitoramento de movimentação de carga e a digitalização dos processos logísticos têm permitido um controle mais rigoroso sobre o fluxo de material, o que é essencial para a gestão de estoques e prevenção de sobrestadias (Rizzo et al., 2011).

A capacidade de estocagem da empresa é um dos principais fatores na gestão logística da empresa. Com um volume significativo de carvão armazenado, a empresa garante que suas operações não sejam interrompidas em caso de atrasos no

fornecimento. Contudo, a capacidade de estocagem não é ilimitada, e manter estoques muito elevados pode resultar em custos adicionais de manutenção e espaço. A aplicação do conceito de Days on Hand (DOH) é crucial nesse contexto, permitindo à empresa calcular quantos dias de operação podem ser sustentados pelo estoque atual e, com isso, otimizar o reabastecimento (Iris & Lam, 2019).

A gestão da demurrage também está intimamente ligada à eficiência da operação portuária e ao uso adequado da capacidade de estocagem. Como destacado por Acciari et al. (2018), as inovações tecnológicas e organizacionais nos portos modernos têm como foco a melhoria da eficiência, redução de custos e a implementação de práticas mais sustentáveis. Essas inovações, alinhadas ao conceito de portos verdes, também oferecem à empresa oportunidades para reduzir os impactos ambientais e, ao mesmo tempo, otimizar a logística de suas operações de estocagem de carvão (Acciari, Ghiara & Cusano, 2014).

Em suma, a demurrage, a gestão de estoques e a eficiência portuária são temas inter-relacionados que afetam diretamente a competitividade da empresa. Para reduzir custos e garantir a continuidade operacional, a empresa deve alinhar suas estratégias logísticas à capacidade de estocagem, integrando inovações tecnológicas e adotando práticas de gestão eficiente. O cenário global de aumento no volume de frete marítimo e o uso crescente de embarcações maiores exigem uma adaptação constante no planejamento e das empresas que dependem deles, que precisa mitigar os riscos e os custos associados à demurrage e à logística ineficiente.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SUPRIMENTOS E LOGÍSTICA MARÍTIMA

O planejamento da logística marítima é um processo complexo e estratégico, que envolve a coordenação de diversos elementos, desde a programação de embarques até a gestão de estoques em portos. Esse planejamento é fundamental para garantir a eficiência e competitividade nas operações de transporte, especialmente quando se trata de graneis sólidos, como minérios, grãos e carvão. Chen et al. (2019) destacam que a logística marítima é responsável pelo transporte de aproximadamente 80% do volume comercial global, exigindo um planejamento detalhado para evitar gargalos operacionais, como ocorre em grandes operações.

O afretamento de navios graneleiros é um dos pilares dessa logística, pois consiste na contratação de um navio para o transporte de uma carga específica, com condições preestabelecidas. Essa modalidade é amplamente utilizada devido à sua capacidade de transportar grandes volumes a custos relativamente baixos (BALLUO, 2006). Para garantir o bom funcionamento dessas operações, a gestão de suprimentos, que inclui combustíveis, alimentos e peças de reposição, desempenha um papel crucial, como ressalta Vieira e Souza (2015), que enfatizam a importância de uma sincronia precisa entre o transporte e o tempo de permanência dos navios nos portos, fator que impacta diretamente o custo logístico.

A logística marítima desempenha, assim, um papel vital na economia global ao conectar produtores e consumidores em diferentes continentes. Lambert, Cooper e Pagh (2001) destacam a importância da integração dos processos logísticos para alcançar a excelência operacional, enquanto Christopher (2005) aborda essa logística como um processo estratégico capaz de agregar valor às empresas e seus clientes. No contexto da gestão de suprimentos, o alinhamento entre as operações portuárias e a demanda interna de produção é essencial para assegurar o fluxo contínuo de

materiais.

Além disso, o uso de ferramentas analíticas, como diagramas de fluxo, permite visualizar melhor os processos logísticos e identificar áreas de melhoria, otimizando o fluxo de materiais (VIEIRA; SOUZA, 2015). A gestão eficaz desses processos, conforme Ballou (2006), abrange o transporte, armazenagem e o planejamento da cadeia de suprimentos, permitindo que as empresas reduzam custos, garantam o abastecimento e aumentem sua competitividade no mercado global.

Dessa forma, a logística de suprimentos, quando bem gerida, torna-se uma peça chave não apenas para o funcionamento eficiente das operações logísticas, mas também para a geração de valor e competitividade das empresas, especialmente em setores que lidam com grandes volumes de commodities.

2.2 DEMURRAGE

A demurrage representa um dos principais desafios enfrentados pelas empresas no setor portuário. Essa taxa, aplicada quando um navio permanece mais tempo que o acordado no porto, gera custos adicionais que podem impactar significativamente o orçamento das operações logísticas. Feller (2014) discute como a demurrage pode se tornar um custo elevado quando não há uma gestão eficaz das operações portuárias, resultando em atrasos na carga ou descarga dos navios.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados é um componente essencial tanto na gestão da qualidade quanto na otimização de operações logísticas e portuárias. Trata-se de um processo sistemático que envolve a coleta, organização, análise e interpretação de dados, com o objetivo de gerar insights valiosos para a tomada de decisões e a melhoria contínua. Ferramentas analíticas como o Histograma, o Diagrama de Pareto, e a Folha de Verificação desempenham um papel central nesse processo, permitindo às empresas identificar padrões, tendências e causas de problemas, além de promover a implementação de ações corretivas e preventivas. Segundo Lei e Bachmann (2019), a aplicação dessas ferramentas tradicionais da qualidade auxilia na previsão e ajuste do tempo de chegada e descarga dos navios graneleiros, o que otimiza o reabastecimento de carvão e reduz os tempos de espera, diretamente relacionados aos custos de demurrage.

Autores como William Edwards Deming, com seu enfoque no controle estatístico de processos (CEP), ressaltam a importância de métodos científicos para a solução de problemas e a melhoria contínua. Esse conceito é igualmente aplicável ao controle das variabilidades no processo logístico portuário. Joseph M. Juran, com sua trilogia da qualidade — planejamento, controle e melhoria —, contribui com uma estrutura que pode ser usada para aprimorar a eficiência das operações de estocagem e reabastecimento, garantindo um fluxo mais ágil e menos sujeito a falhas. Já Philip B. Crosby, com sua filosofia de "zero defeito", enfatiza a necessidade de eliminar erros e defeitos nos processos, um objetivo que também pode ser aplicado ao planejamento portuário, minimizando custos adicionais como a demurrage e melhorando a eficiência geral.

A aplicação de ferramentas como o Histograma é amplamente defendida por Ballou (2006), que destaca sua utilidade na visualização da distribuição de dados, como os tempos de espera dos navios no porto, facilitando a previsão de comportamentos. Além disso, o Diagrama de Ishikawa, conhecido por sua estrutura

em "espinha de peixe", é eficaz na identificação das causas principais de problemas operacionais, organizando-as em categorias que facilitam a ação corretiva. No mesmo sentido, Deming afirma que o uso de Cartas de Controle é crucial para monitorar a estabilidade dos processos ao longo do tempo, garantindo que as operações logísticas permaneçam sob controle estatístico.

Portanto, a análise de dados e a utilização de ferramentas da qualidade não se restringem apenas à indústria, mas também são essenciais para ambientes logísticos, como os portos. Aplicar essas ferramentas de forma estratégica permite otimizar operações, reduzir custos e melhorar a eficiência, seja pela identificação de padrões no fluxo de materiais ou pela previsão de comportamentos que impactam diretamente os tempos de espera e os custos associados ao reabastecimento. Assim, a integração dessas práticas garante um planejamento mais preciso e uma operação logística fluida e eficaz.

2.4 GESTÃO DE ESTOQUES E DOH (DAYS ON HAND)

2.4.1 Gestão de Estoques: Uma Análise Completa

A gestão de estoques é um componente vital da logística empresarial, envolvendo o planejamento, controle e otimização dos recursos armazenados por uma organização. Seu principal objetivo é garantir a disponibilidade de produtos para atender à demanda dos clientes, minimizando custos e maximizando a eficiência operacional. Entre os indicadores mais relevantes desse processo está o DOH (Days on Hand), que mede o número de dias que o estoque atual pode sustentar a operação antes que seja necessário um novo reabastecimento.

2.4.2 Ponto de Ressuprimentos e a Medição da Eficiência

Um conceito fundamental na gestão de estoques é o ponto de ressuprimento. Conforme Chopra e Meindl (2016), ele representa o nível de estoque abaixo do qual é necessário realizar um novo pedido para reabastecer o item. A definição desse ponto considera fatores como demanda média, tempo de lead (intervalo entre o pedido e o recebimento da mercadoria) e o estoque de segurança, que protege contra flutuações inesperadas. A eficiência do processo de reabastecimento está diretamente ligada ao acompanhamento de métricas como o DOH. Segundo Ballou (2006), um DOH elevado pode indicar excesso de estoque, resultando em custos de armazenagem e capital imobilizado. Por outro lado, um DOH baixo pode acarretar rupturas de estoque e perda de vendas, impactando diretamente a capacidade de produção.

2.4.3 A Importância de Indicadores e Ferramentas de Gestão

No contexto da produção de alumina, o DOH é uma métrica crucial para garantir que a empresa mantenha suas operações contínuas, especialmente no que diz respeito ao reabastecimento de insumos como o carvão. A aplicação de ferramentas da qualidade para monitorar e otimizar o DOH é essencial para ajustar o processo de reabastecimento, minimizando o tempo de espera dos navios no Porto de Vila do Conde. Hung, Lu e Wang (2010) reforçam que o uso de indicadores de performance, como o DOH, permite um controle preciso dos estoques, evitando tanto o excesso quanto a falta de insumos.

O monitoramento contínuo do fluxo de materiais e do consumo de carvão, por

meio de ferramentas como Histogramas e Cartas de Controle, ajuda a prever quando será necessário um novo carregamento. Além disso, a aplicação do Diagrama de Pareto facilita a identificação dos principais fatores que contribuem para variações no consumo de estoque e os custos associados ao reabastecimento.

2.4.4 Benefícios da Gestão Eficiente de Estoques

Uma gestão eficiente de estoques traz inúmeros benefícios para as organizações, como a melhoria do nível de serviço, garantida pela disponibilidade de produtos em estoque, e a redução de custos, por meio da otimização dos níveis de estoque. Além disso, a eficiência operacional aumenta, permitindo um melhor planejamento das atividades logísticas, reduzindo o tempo de ciclo e aumentando a produtividade.

Dessa forma, a gestão de estoques e o uso adequado de indicadores como o DOH são pilares essenciais para assegurar que as operações logísticas sejam executadas sem interrupções, fortalecendo a competitividade e sustentabilidade das empresas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho para redução de demurrage teve 2 principais focos: o ganho de espaço para estocagem de matéria prima através de uma mudança de metodologia e a redução do ponto de ressuprimento através de análise de dados.

A empresa em questão possui 2 tipos de espaço para estoque de carvão: coberto e descoberto. O espaço coberto é dividido em 5 galpões que totalizavam 37.000 ton de capacidade, já o espaço descoberto possuía 53.000 ton de capacidade.

Imagem 1 – Representação das áreas de estocagem e suas capacidades



Fonte: Autores.

Como citado anteriormente, a companhia utiliza 2 tipos de carvão e a necessidade de estocagem de ambos é igual, o que significa 50% do espaço total para cada espécie de carvão. Desta forma, considerando a capacidade de estoque total igual a 90.000 ton, cada carvão tinha um espaço reservado de 45.000 ton. O lote de ressuprimento que chega nos navios é de 40.000 ton, válido também para ambas as qualidades.

A metodologia de estocagem anterior dos galpões cobertos é representada abaixo:

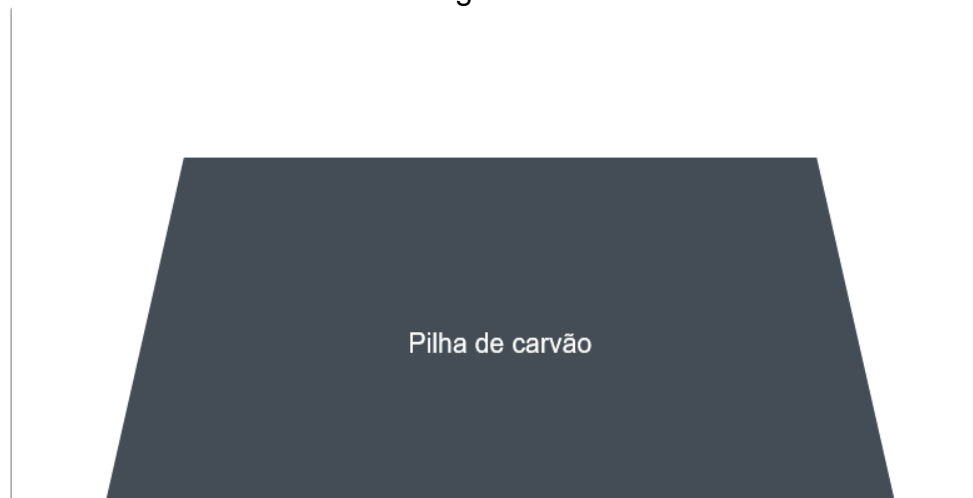
Imagem 2 – Representação da pilha de carvão nos galpões com a metodologia antiga



Fonte: Autores.

Já a metodologia de estocagem posterior passou a ser desta forma:

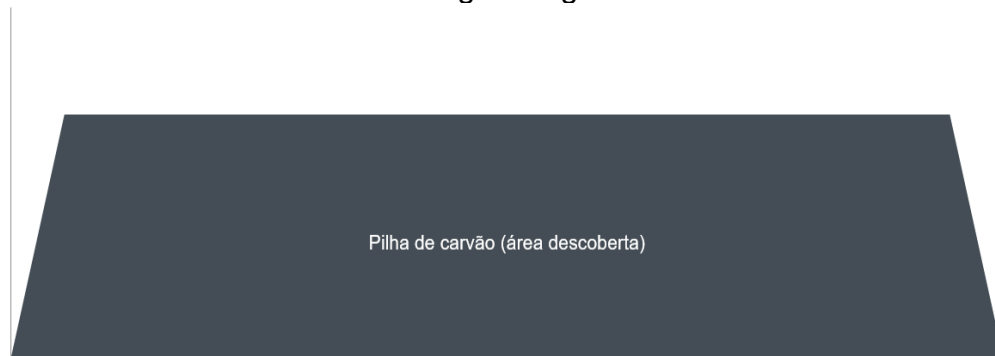
Imagem 3 – Representação da pilha de carvão nos galpões com a metodologia nova



Fonte: Autores.

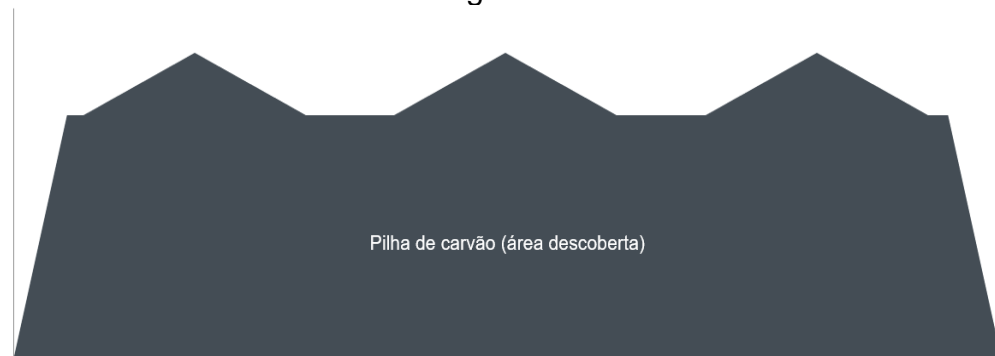
Com relação a área descoberta, a mudança baseou-se em pequenos empilhamentos cônicos em cima da pilha já existente. Estes empilhamentos tiveram como base estudos para garantir a estabilidade e segurança da área de estoque, sendo representados abaixo:

Imagem 4 – Representação da pilha de carvão da área descoberta com a metodologia antiga



Fonte: Autores.

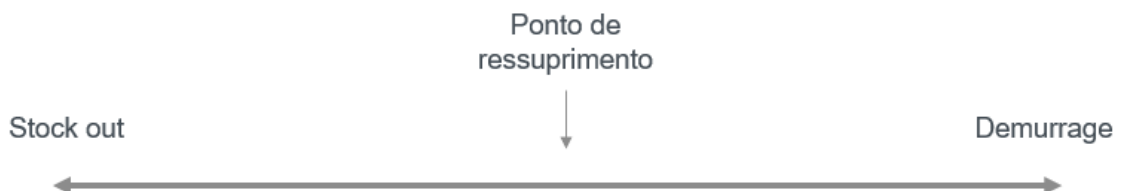
Imagem 5 – Representação da pilha de carvão da área descoberta com a metodologia nova



Fonte: Autores.

O ponto de ressuprimento é a variável de equilíbrio entre o demurrage e a falta de material, chamada de stock out. Um ponto de ressuprimento muito alto tem o objetivo de evitar o stock out, porém, é o principal causador de demurrage. Da mesma forma, um ponto de ressuprimento baixo traz mais riscos de stock out, mas também evita que o demurrage ocorra. A imagem a seguir ilustra esta relação:

Imagem 6 – Comportamento conforme ponto de ressuprimento



Fonte: Autores.

O desafio seria encontrar um ponto de ressuprimento equilibrado que significasse uma redução no demurrage que a organização vinha pagando sem ocasionar stock out de uma ou ambas as espécies de carvão.

Na companhia em estudo o ponto de ressuprimento de ambas as qualidades de carvão comercializadas pela empresa era de 20.000 ton, ou seja, quando a massa estocada chegava neste patamar o navio já deveria estar descarregando para suprir a necessidade da planta e evitar a falta de material (stock out).

A situação ideal é que a capacidade de estoque menos o lote de ressuprimento e o ponto de ressuprimento seja igual a zero, o que significa capacidade disponível para recebimento sem stock out.

Sendo a capacidade de estoque de cada carvão igual a 45.000 ton, o lote de ressuprimento igual a 40.000 ton e o ponto de ressuprimento igual a 20.000 ton, a equação abaixo exemplifica a realidade da organização antes do estudo:

$$X = \text{Cap Estq} - (\text{Lt Rsp} + \text{Pt Rsp})$$

$$X = 45.000 \text{ ton} - (40.000 \text{ ton} + 20.000 \text{ ton})$$

$$X = -15.000 \text{ ton}$$

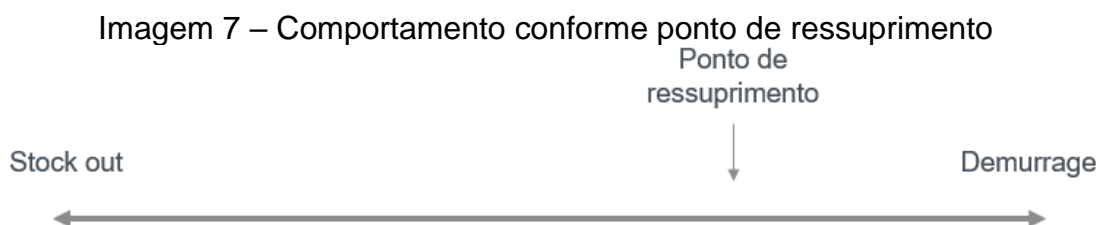
Sendo:

Cap Estq = Capacidade de estoque

Lt Rsp = Lote de ressuprimento

Pt Rsp = Ponto de ressuprimento

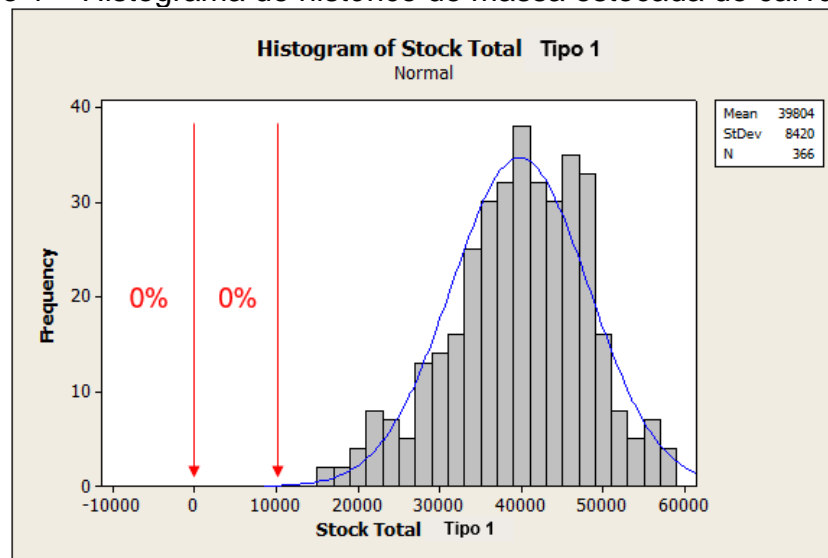
Desta forma, foi possível identificar que o ponto de ressuprimento deveria ser alterado, visto que no patamar de 20.000 ton sempre significaria o pagamento de demurrage para a organização, ou seja, sempre que o navio chegasse ainda estaria faltando espaço para 15.000 ton, obrigando o navio a desatracar. A imagem abaixo ilustra o desequilíbrio:



Fonte: Autores.

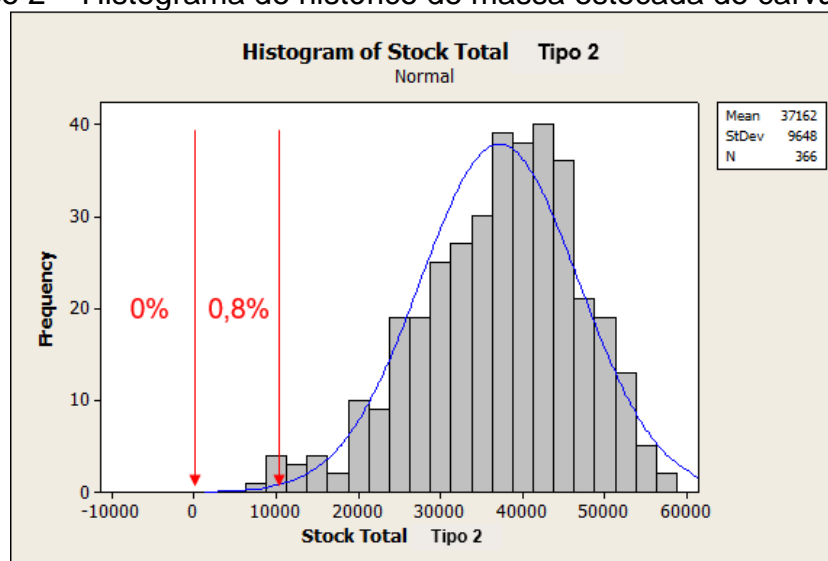
Sendo assim, foi feita uma análise de dados baseada no histórico de massa estocada desde 2022 para ambos os tipos de carvão. Para a exposição e análise destes dados utilizou-se a ferramenta histograma, e o resultado é possível ver abaixo:

Gráfico 1 – Histograma de histórico de massa estocada do carvão tipo 1



Fonte: Autores.

Gráfico 2 – Histograma de histórico de massa estocada do carvão tipo 2

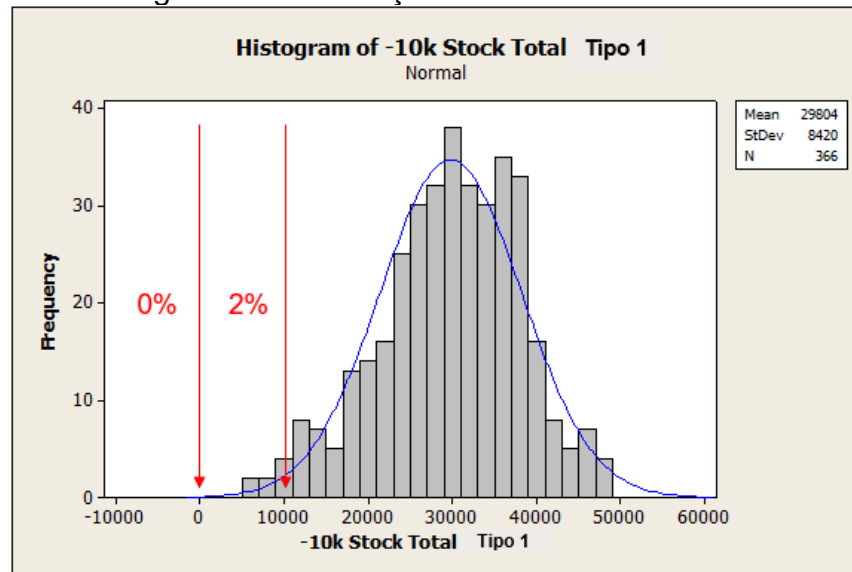


Fonte: Autores.

Foi possível verificar que nenhuma amostra do tipo 1 ficou abaixo de 10.000 ton e apenas 0,8% das amostras do tipo 2 chegou a este patamar.

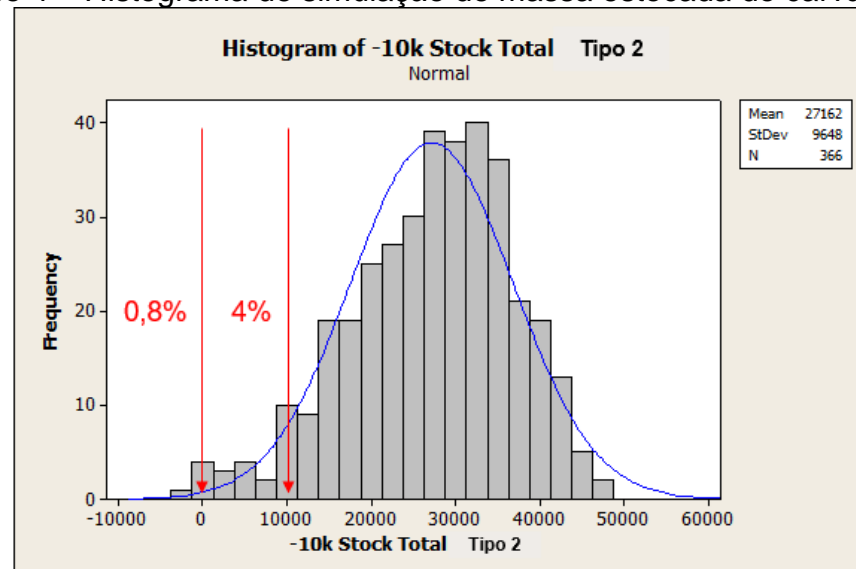
Desta forma, foi feita uma análise com os dados históricos simulando um ponto de ressuprimento 10.000 ton a menos:

Gráfico 3 – Histograma de simulação de massa estocada do carvão tipo 1



Fonte: Autores.

Gráfico 4 – Histograma de simulação de massa estocada do carvão tipo 2



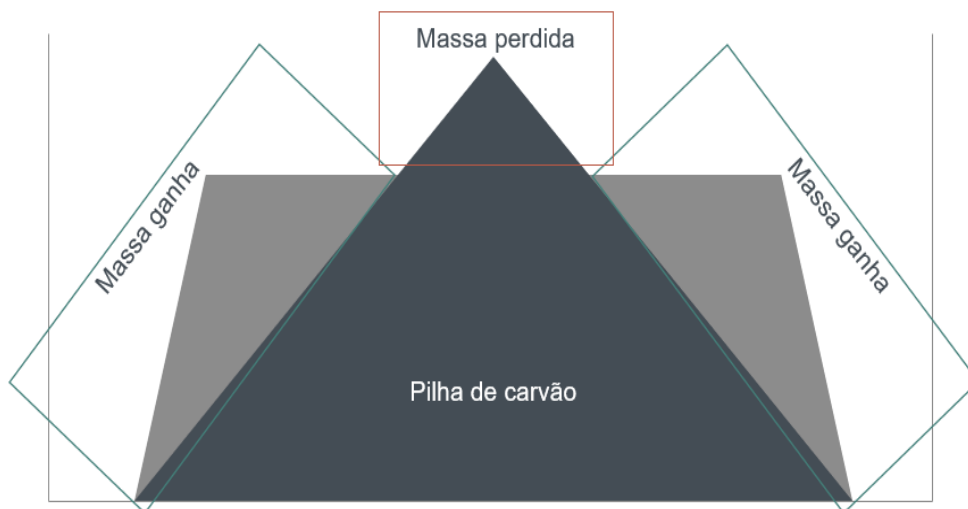
Fonte: Autores.

Tendo em vista que o ponto de ressuprimento rege como os dados se comportam, os dados moveram-se em 10.000 ton para a esquerda do gráfico, o que mostrou um risco de stock out para o tipo 1 de 0% e para o tipo 2 de 0,8%.

4 RESULTADOS

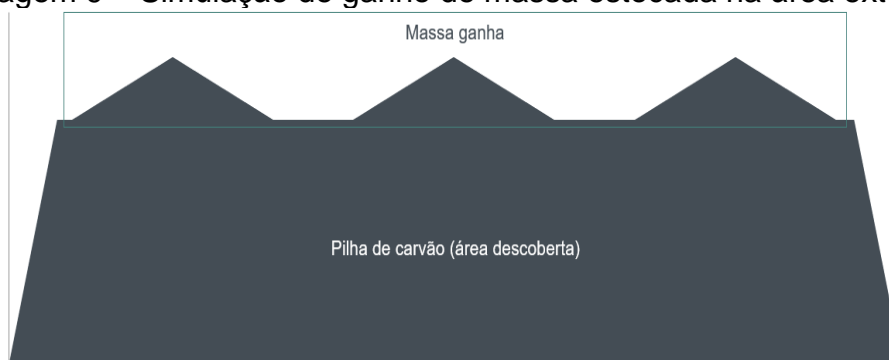
Após a mudança de metodologia de estocagem foi possível aumentar a capacidade em 10%, sendo 4% dentro dos galpões e 6% na área externa, significando 10.000 ton a mais de estoque.

Imagem 8 – Simulação de ganho de massa estocada nos galpões



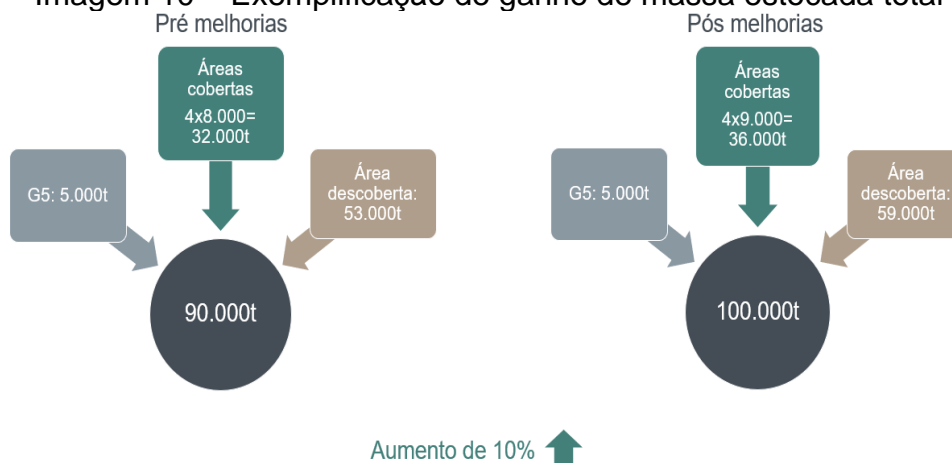
Fonte: Autores.

Imagem 9 – Simulação de ganho de massa estocada na área externa



Fonte: Autores.

Imagem 10 – Exemplificação de ganho de massa estocada total



Aumento de 10% ↑

Fonte: Autores.

Em relação ao ponto de ressuprimento, sugeriu-se reduzir em 10.000 ton visto que os dados mostravam um risco de stock out abaixo de 1% para ambas os tipos de carvão.

Desta forma, em resumo, a capacidade de estoque passou a ser oficialmente

100.000 ton, ou seja, 50.000 ton para cada material estocado. Sendo o novo ponto de ressuprimento igual a 10.000 ton, a equação abaixo demonstra a realidade da organização pós melhorias:

$$X = \text{Cap Estq} - (\text{Lt Rsp} + \text{Pt Rsp})$$

$$X = 50.000 \text{ ton} - (40.000 \text{ ton} + 10.000 \text{ ton})$$

$$X = 0 \text{ ton}$$

Sendo:

Cap Estq = Capacidade de estoque

Lt Rsp = Lote de ressuprimento

Pt Rsp = Ponto de ressuprimento

Como comentado anteriormente, a capacidade de estoque menos o lote de ressuprimento e o ponto de ressuprimento igual a zero é a situação ideal, significando disponibilidade para recebimento sem stock out.

Os gráficos abaixo simulam o comportamento dos estoques pré e pós melhoria:

Gráfico 5 – Simulação de comportamento de estoques pré melhoria

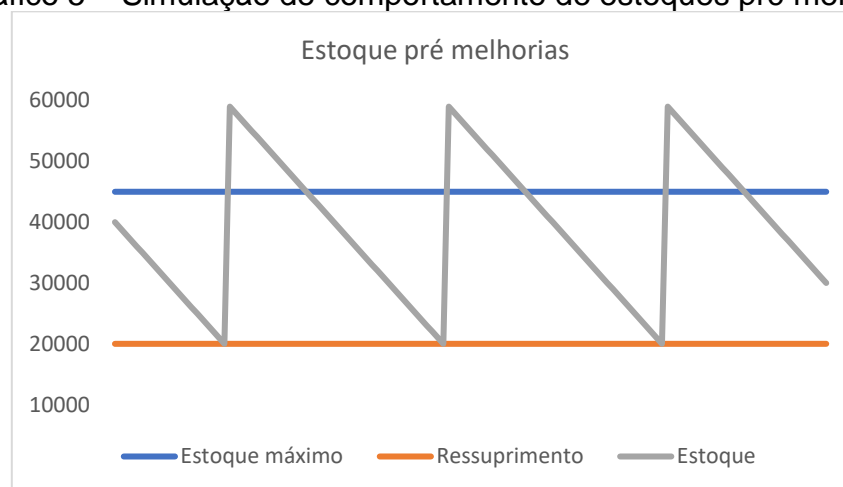
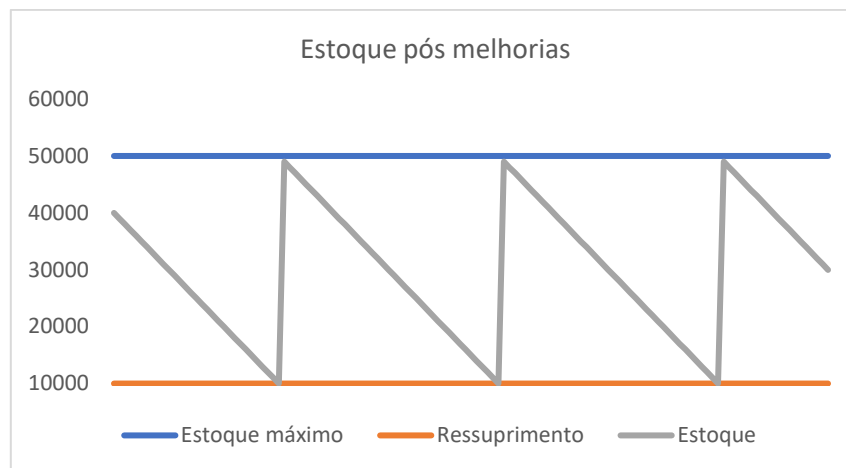
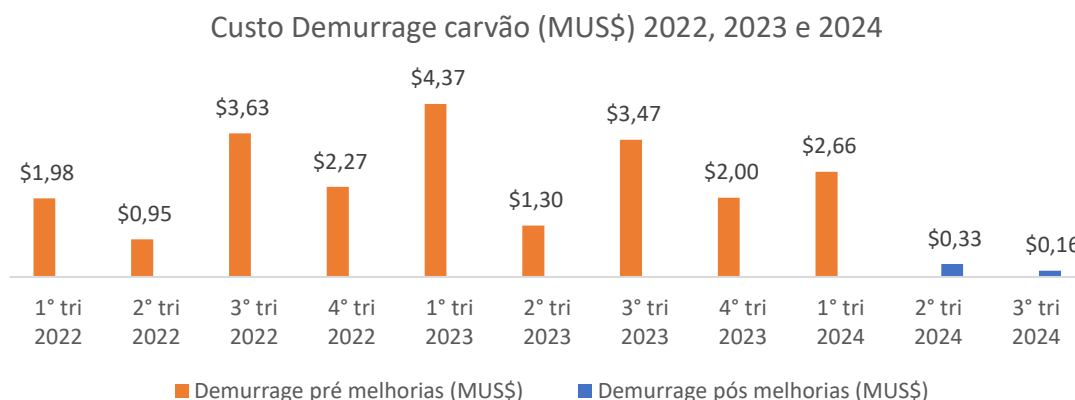


Gráfico 6 – Simulação de comportamento de estoques pós melhoria



É possível verificar que o estoque se mantém dentro dos limites de estoque máximo e ponto de ressuprimento. O gráfico abaixo demonstra como o demurrage se comportou a cada trimestre desde 2022 até o terceiro trimestre de 2023. As melhorias foram implementadas a partir do segundo trimestre de 2024:

Gráfico 7 – Ganhos em demurrage



É perceptível a redução de demurrage após as melhorias. O terceiro trimestre obteve o melhor resultado dos últimos 11 períodos estudados, atingindo um valor de US\$ 160.000, ínfimo se comparado a valores anteriores.

5 CONCLUSÕES

As melhorias implementadas pela organização em estudo tiveram um impacto significativo na redução dos custos de demurrage de carvão. O principal objetivo dessas melhorias era reduzir os custos associados ao tempo extra que os navios permanecem no porto para carga ou descarga. Esse objetivo foi alcançado através da implementação de uma nova metodologia de estocagem e da redução do ponto de ressuprimento. A nova metodologia de estocagem permitiu uma gestão mais eficiente dos estoques de carvão, garantindo que o material estivesse disponível no momento certo e na quantidade necessária. A redução do ponto de ressuprimento, por sua vez, significou que a empresa passou a reabastecer seus estoques com mais frequência, mas em menores quantidades, evitando excessos e otimizando o espaço de armazenamento.

A análise financeira dos nove períodos anteriores às melhorias mostrou um custo médio de demurrage de aproximadamente US\$ 2.500.000 por período. Após a implementação das melhorias, esse custo foi reduzido para uma média de US\$ 240.000 por período, representando uma redução de mais de 90%. As conclusões tiradas a partir desses resultados são claras: as mudanças nas premissas de estoque resultaram em uma operação mais eficiente, com menor necessidade de espaço para armazenamento e menor risco de excesso de estoque. A redução dos custos de demurrage demonstra que uma gestão mais precisa e proativa dos estoques pode ter um impacto financeiro positivo substancial. Além disso, empresas que operam em ambientes portuários podem se beneficiar significativamente de práticas de estocagem otimizadas, reduzindo custos operacionais e melhorando a eficiência geral.

Esses resultados destacam a importância de revisar e otimizar continuamente as práticas de gestão de estoque. A implementação de metodologias mais eficientes não só reduz custos, mas também melhora a capacidade de resposta da empresa às demandas do mercado, contribuindo para uma operação mais sustentável e lucrativa. A experiência dessa organização pode servir como um exemplo valioso para outras empresas que enfrentam desafios semelhantes, mostrando que investimentos em melhorias operacionais podem gerar retornos significativos.

REFERÊNCIAS

ZARZUELO, I. D.; SOEANE, M. J. F.; BERMÚDEZ, B. L. **Industry 4.0 in the port and maritime industry: A literature review.** *Journal of Industrial Information Integration*, v. 100173, 2020.

BAMFORD, D. R.; GREATBANKS, R. W. **The use of quality management tools and techniques: A study of application in everyday situations.** *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 22, n. 4, p. 376-392, 2005.

FERREIRA, A. L.; GÓES, D. B. R.; TORII, A. E. S. **Estudo da operacionalidade dos berços de atracação no Porto de Vila do Conde utilizando a Teoria das Filas.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. Anais... São Carlos: [s.n.], 2010.

DUARTE, K. P.; LIMA, M. L. P. **Análise operacional do terminal público do porto do Rio Grande usando teoria de filas.** In: [CONFERÊNCIA], [LOCAL], [ANO]. Anais... [Local]: [Editora], [Ano].

SOUZA, Roberto P.; GONÇALVES, Thales S. **Instalações Portuárias e Navais-Offshore na Baía de Todos-os-Santos: Diagnóstico Atual e Perspectivas.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESEMPENHO PORTUÁRIO, 4., 2020, [Local]. Anais... [Local]: [Editora], 2020.

SILVA, André L.; FERREIRA, Carlos E. **Implantação do Projeto de Modernização da Gestão Portuária - PMGP - na Companhia Docas do Estado da Bahia.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESEMPENHO PORTUÁRIO, 4., 2020, [Local]. Anais... [Local]: [Editora], 2020.

PEREIRA, Marcos V.; ALMEIDA, João R. **Coprocessamento como Alternativa**

Sustentável aos Resíduos e Rejeitos Gerados na Wilson Sons, Unidade Tecon Salvador. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESEMPENHO PORTUÁRIO, 4., 2020, [Local]. Anais... [Local]: [Editora], 2020.

FELLER, F. **A Importância da Demurrage de Contêiner no Transporte Marítimo de Carga.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2014.

BARROS, Elsimar; BONAFINI, Fernanda. **Ferramentas da Qualidade.** São Paulo: Pearson, 2014.

CUSTODIO, Marcos Franqui. **Gestão da qualidade e produtividade.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial.** Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gestão da cadeia de suprimentos.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. **Logistics management.** Irwin, 2001.

DEMING, W. E. **Out of the Crisis.** MIT Press, 1986.

JURAN, J. M. Juran on **Quality by Design.** Free Press, 1988.

CROSBY, P. B. **Quality is Free.** McGraw-Hill, 1979.

OTIMIZANDO A PUXADA DE CAMINHÕES PARA OPERAÇÕES DE DESCARGA NO PORTO DE ITAQUI: UMA ABORDAGEM DE EQUILÍBRIO E PRIORIZAÇÃO

Victor José Beltrão Almajano Martinez
Universidade Federal do Maranhão

Carlos Eduardo Veras Gomes
Universidade Federal do Maranhão

João Augusto Ferreira Nunes de Carvalho
Universidade Federal do Maranhão

João Dallyson Sousa de Almeida
Universidade Federal do Maranhão

Francisco Glaubos Nunes Climaco
Universidade Federal do Maranhão

Resumo: Este trabalho apresenta um modelo matemático para otimizar e automatizar o processo de puxada de caminhões durante o descarregamento de navios no Porto de Itaqui, em São Luís, Maranhão. O objetivo é equilibrar as filas de caminhões e priorizar diferentes janelas modais, que se referem ao descarregamento associado a uma combinação específica de cliente, produto e navio. O modelo busca minimizar gargalos e aumentar a eficiência das operações portuárias, automatizando a alocação de caminhões e reduzindo os tempos de espera. Simulações baseadas em dados reais foram conduzidas para avaliar o desempenho do modelo em diferentes cenários: padrão, escasso e abundante, além de situações de alta e baixa demanda. Os resultados mostraram que a configuração de prioridades iguais equilibra melhor as filas na área primária, enquanto a configuração com prioridades incrementais oferece maior flexibilidade em cenários específicos, como quando há urgência no descarregamento de determinados produtos. O estudo demonstrou a viabilidade do modelo proposto para melhorar o fluxo de caminhões e a eficiência das operações portuárias, com potencial para reduzir congestionamentos e aumentar a produtividade. Trabalhos futuros incluirão a aplicação do modelo em operações reais e a exploração de novas estratégias de otimização.

Palavras-chave: logística portuária, otimização de caminhões, automatização, priorização, eficiência operacional.

1 INTRODUÇÃO

O congestionamento portuário impacta significativamente o comércio internacional ao criar gargalos que interrompem o fluxo de mercadorias, levando a maiores custos, atrasos e ineficiências em toda a cadeia de suprimentos. O congestionamento nos portos pode aumentar as taxas de frete, como observado no caso do comércio marítimo de gás liquefeito de petróleo, onde a dinâmica de oferta e demanda é fortemente influenciada pela eficiência do porto (BAI & XU, 2022).

A análise em tempo real do congestionamento portuário usando informações de rastreamento de embarcações revela que o congestionamento pode estender os tempos de resposta do porto, afetando as implicações econômicas para as partes interessadas e necessitando de um melhor projeto de rede (BAI & XU, 2024). O modelo de equilíbrio geral computável espacial (CGE) destaca que os custos portuários atuam como barreiras comerciais, espalhando o impacto do congestionamento pelo espaço e tempo e afetando o crescimento e a desigualdade regionais (EDUARDO et al., 2010).

O congestionamento de vários serviços em portos de contêineres, onde diferentes serviços interferem, pode propagar atrasos pelos nós e links do porto, exacerbando o problema (TALLEY & NG, 2016). Com o crescimento do tráfego de contêineres e a pandemia da COVID-19 intensificaram o congestionamento, tornando os tempos de trânsito de carga incertos e aumentando as taxas de frete, necessitando de modelos preditivos para auxiliar as empresas de transporte a ajustar seus cronogramas (TALLEY & NG, 2016). Manuseio eficiente de carga e a coordenação com o interior são cruciais, pois o congestionamento nos portões do porto devido à alta variabilidade nas chegadas de caminhões pode levar à utilização desigual de recursos, que os sistemas de agendamento de caminhões (TAS) visam atenuar (NAFARRATE et al., 2027).

No Porto do Itaqui, localizado em São Luís - Maranhão (ver Figura 1), um importante centro logístico para exportação de granéis sólidos e líquidos, os desafios operacionais são substanciais. Em 2022, o porto atingiu um marco histórico ao movimentar seu maior volume de carga até o momento: 33,61 milhões de toneladas, das quais 23 milhões de toneladas consistiam em granéis sólidos, representando um aumento notável de 19% em comparação ao ano anterior (EMAP, 2024). Esse crescimento significativo na movimentação de carga intensificou a complexidade operacional do porto, principalmente no gerenciamento do fluxo eficiente de caminhões envolvidos no processo de descarga.

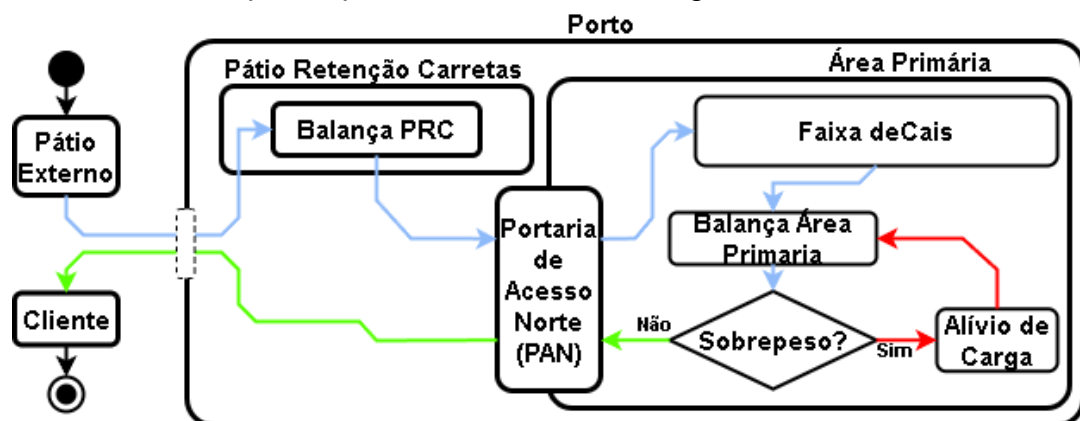
Figura 1. Porto do Itaqui, na costa oeste da ilha (Baía de São Marcos), a 11 km de São Luís.



Fonte: (JUNIOR, 2013)

No Porto do Itaqui, os navios são descarregados por caminhões que iniciam sua jornada em um pátio externo, onde aguardam para serem “puxados” para descarregamento. A Figura 2 apresenta as principais etapas desse processo, do pátio externo até a entrega personalizada. Quando o operador emite um sinal de puxar, os caminhões se movem do Pátio Externo para o Pátio de Retenção de Caminhões, onde eles são preparados para a próxima etapa, que inclui atividades como pesagem e verificação de sua prontidão para o descarregamento.

Figura 2. Processo da Operação Portuária de Descarregamento a granel no Porto do Itaqui, do pátio externo até a entrega ao cliente.



Fonte: Elaboração Própria.

Uma vez prontos, os caminhões passam pelo Portão de Acesso, entrando na Área Primária do porto, onde procedem ao descarregamento da carga dos navios. Após o descarregamento, os caminhões deixam a área primária e seguem em direção ao depósito do Cliente, onde a carga é entregue. Esse processo se repete à medida

que novos caminhões são puxados do pátio externo, garantindo operações contínuas de descarregamento e entrega de carga.

O atual sistema de puxada de caminhões é gerenciado manualmente por um operador que determina o número de caminhões a puxar para cada janela modal específica com base em observações em tempo real das condições do porto. Neste contexto, uma janela modal é uma combinação de (cliente, produto, navio). Embora este método esteja em vigor há anos, o rápido crescimento no volume de carga expõe suas limitações. A natureza manual do processo pode levar a ineficiências, como respostas atrasadas, balanceamento inadequado de filas e períodos de subutilização e superlotação. Essas ineficiências geralmente resultam em gargalos, aumento de congestionamento e interrupções no fluxo suave e contínuo de caminhões pelo porto, afetando a produtividade geral das operações de descarga.

Para abordar o problema mencionado, este trabalho propõe um modelo matemático que automatiza o processo de puxada de caminhões no porto. O modelo planeja otimizar a alocação dos caminhões nas filas, para equilibrá-las, considerando as capacidades máximas das docas e assegurando que um número mínimo de caminhões esteja sempre disponível. Com essa abordagem automatizada, o fluxo de caminhões é aprimorado, minimizando atrasos e gargalos, resultando em operações de descarregamento mais eficientes e na redução do congestionamento portuário.

O restante deste artigo é organizado da seguinte forma: a Seção 2 analisa a literatura relevante sobre congestionamento portuário e modelos matemáticos usados na otimização logística. A Seção 3 detalha o desenvolvimento do modelo matemático proposto, incluindo suas suposições, restrições e variáveis de decisão. A Seção 4 apresenta a validação do modelo, juntamente com os resultados de experimentos computacionais na Seção 5. Finalmente, a Seção 6 conclui o artigo discutindo as principais descobertas e delineando possíveis direções para pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A modelagem matemática é essencial para otimizar a distribuição de caminhões no descarregamento de navios, abordando desafios operacionais para aumentar a eficiência. Por exemplo, modelos lineares inteiros são usados para garantir que os caminhões sejam carregados dentro de suas capacidades dimensionais e de peso, considerando fatores como o centro de gravidade e minimizando o número de paletes. Sendo crucial para aplicações em empresas de distribuição (ALONSO et al., 2017).

Além disso, modelos como filas cíclicas e processos de decisão de Markov otimizam o tamanho das frotas de transporte, incluindo guindastes e caminhões, para manter a produtividade estável do porto e políticas operacionais dinâmicas, conforme demonstrado com dados empíricos do Porto de Balboa (Kang et al., 2018). Em acréscimo, o roteamento e a programação de caminhões de pátio (YTs) entre guindastes de cais (QCs) e guindastes de pátio (YCs) são otimizados usando modelos de programação inteira binária, que minimizam os custos operacionais totais e determinam o número ideal de YTs, melhorando assim a eficiência dos terminais de contêineres (TSAI et al., 2016).

Além disso, o comportamento espacial das transportadoras, particularmente no reposicionamento de caminhões vazios devido a desequilíbrios comerciais, é modelado probabilisticamente para aumentar a transparência e o planejamento operacional, o que é vital para sustentar os negócios em zonas de baixa demanda (BOUMAHDAF et al., 2023). O modelo de otimização do setor de caminhões (TSO)

avalia o impacto dos investimentos em tecnologias de economia de combustível nas emissões de gases de efeito estufa do ciclo de vida, destacando a importância da modelagem abrangente, reduzindo impactos ambientais (GUERRERO et al., 2013).

Garantir o equilíbrio de carga em toda a rota de distribuição é outro aspecto crítico abordado pelo Algoritmo de Recuperação de Balanceamento de Carga Multi-Drop (MDLBRA), que ajusta os arranjos de carga para manter a conformidade com os regulamentos de segurança e eficiência operacional (SILVA et. al, 2018). Problemas de otimização integrada envolvendo o agendamento de guindastes de cais e caminhões de pátio são resolvidos usando modelos de programação inteira mista e métodos de otimização de enxame de partículas, que reduzem significativamente a complexidade computacional, melhorando a eficiência da solução (ZHEN et al., 2019).

Modelos de filas para operações de descarga, considerando diferentes distribuições de probabilidade, ajudam a determinar o número ideal de rebocues, garantindo robustez e custo-efetividade nos processos de descarga. A interação entre localização estratégica e decisões táticas de inventário/transporte é modelada usando modelos inteiros mistos não lineares, que detalham explicitamente os custos de carga e demonstram economias significativas quando as decisões de inventário são integradas ao planejamento de localização das instalações (KESKIN & ÜSTER, 2014).

Embora vários modelos matemáticos tenham sido desenvolvidos para otimizar a distribuição de caminhões em operações portuárias, há uma lacuna na automação do processo de puxar caminhões especificamente para descarregar sólidos a granel em portos. As abordagens da literatura se concentram em aspectos gerais de roteamento, programação e balanceamento de carga, mas não abordam diretamente a automação de puxar caminhões como no contexto específico do Porto de Itaquí. O trabalho proposto aborda essa lacuna desenvolvendo um modelo matemático que automatiza esse processo, garantindo um fluxo contínuo e eficiente de caminhões.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada neste estudo envolve a construção de um modelo matemático para otimizar o processo de puxada de caminhões no porto, seguida pela validação desse modelo. Com base nos dados fornecidos pela EMAP, foram criados cenários que simulam diferentes condições operacionais, como escassez e abundância de caminhões durante o descarregamento de navios. Esses cenários permitem avaliar o desempenho do modelo sob diversas circunstâncias e testar sua eficácia na redução de gargalos e otimização do fluxo de veículos.

3.1 MODELAGEM MATEMÁTICA

O problema da alocação de caminhões para o descarregamento de navios graneleiros é modelado como um Problema de Programação Inteira. Nesse modelo, o cenário é lido e as possíveis soluções são avaliadas com base nas restrições operacionais estabelecidas. A saída do modelo é a decisão numérica da quantidade de caminhões que devem ser puxados naquele momento para atender ao descarregamento de cada janela modal. O cenário é então atualizado com os resultados obtidos, e o processo é repetido em intervalos curtos e regulares (1 minuto), simulando de forma contínua o comportamento do sistema e do operador, visando otimizar o fluxo de caminhões e minimizar o congestionamento.

Com base nisso, foi desenvolvido um modelo matemático de decisão, denominado Modelo de Puxada de Caminhões com Balanceamento por Prioridade.

Esse modelo visa coordenar a chamada de caminhões do pátio externo para a área primária, considerando a prioridade de cada janela de descarregamento. O objetivo é garantir que todas as janelas ativas sejam atendidas de forma equilibrada, evitando a ociosidade de equipamentos e a formação de longas filas, minimizando o congestionamento na área primária.

Devido à complexidade do problema e à presença de variáveis fora do controle do operador, foram adotadas as seguintes hipóteses:

1. Todos os caminhões possuem dimensões e capacidades de carga iguais, já que o operador não tem acesso a informações detalhadas sobre os diferentes modelos de veículos;
2. Não ocorre o processo de migração de veículos de uma janela para outra. Isto é, uma vez que o caminhão inicia o fluxo para uma determinada janela, ele permanece nessa janela até finalizar a entrega;
3. O abandono do motorista após o início do fluxo não é considerado. Uma vez que um caminhão é puxado, esse permanece no ciclo até a entrega ao cliente, concluindo o processo. Embora o abandono do fluxo de veículos possa ocorrer em um cenário prático, tais casos são imprevisíveis e incomuns.

3.2 MODELO DE PUXADA COM BALANCEAMENTO POR PRIORIDADE

Considere a variável de decisão $x_{nj} \in Z$ representando o número de caminhões a serem puxados para uma janela $j \in J$ do navio $n \in N$. Então define-se a função objetivo (Eq. 1) do modelo como sendo a minimização da puxada de veículos e do desequilíbrio do tamanho das filas, por meio da minimização ponderada do tamanho das filas com relação ao tamanho mínimo da fila (Min_{fila}).

$$\min \sum_{n=1}^{|N|} \sum_{j=1}^{|J_n|} x_{nj} + Q \sum_{n=1}^{|N|} \sum_{j=1}^{|J_n|} L_{nj} \frac{(x_{nj} + V_{nj} - P_{nj} Min_{fila})^2}{J_{atv}} \quad (1)$$

Em que Q representa uma penalidade atribuída ao desequilíbrio das filas. Isto é, quanto maior o valor de Q , mais desejável será para o modelo a busca pelo equilíbrio ponderado no tamanho das filas. Por outro lado, J_{atv} reflete a quantidade de janelas em atividade (ativas), enquanto V_{nj} diz respeito a quantidade de caminhões em trânsito para coleta na janela j e navio n .

Finalmente, P_{nj} representa a prioridade da janela j no navio n durante o processo de descarregamento, enquanto L_{nj} denota a penalidade associada à disponibilidade limitada de caminhões no pátio externo para aquela janela. Essa penalidade é aplicada para evitar que as janelas com escassez de caminhões recebam o mesmo tratamento que janelas com maior disponibilidade de caminhões, garantindo um balanceamento adequado.

Dessa forma, durante a simulação, cada janela possui um coeficiente de prioridade dinâmico $\frac{L_{nj}}{P_{nj}}$, ajustado conforme a disponibilidade de caminhões, mas ainda considerando a prioridade inicial definida por P_{nj} . Para garantir a integridade do modelo com relação à puxada de veículos, o modelo deve respeitar as seguintes restrições:

$$x_{nj} \leq DISP_{nj} \quad \forall n \in N, \forall j \in J_n \quad (2)$$

A restrição (2) garante que o número de caminhões puxados não exceda a quantidade de caminhões disponíveis no pátio externo $DISP_{nj}$ para uma dada janela j do navio n .

$$x_{nj} \leq Max_{fila} - V_{nj} \quad \forall n \in N, \forall j \in J_n \quad (3)$$

A restrição (3) garante que o número de caminhões puxados para uma janela j permaneça abaixo do tamanho limite da fila para evitar congestionamentos. O valor da puxada é restrito à diferença entre o tamanho máximo da fila (Max_{fila}) e a quantidade de caminhões V_{nj} que já foram chamados, mas ainda não efetuaram a coleta da carga.

$$\sum_{j=1}^{|J_n|} x_{nj} \leq Max_{navio} - \sum_{j=1}^{|J_n|} V_{nj} \quad \forall n \in N \quad (4)$$

A restrição (4) garante que o número total de caminhões designados para o descarregamento de um navio n não exceda a capacidade máxima de veículos do navio (Max_{navio}), considerando o número de caminhões já na operação (V_{nj}). Assim, prevenindo super alocação de caminhões para um único navio, evitando congestionamento nos berços.

$$\sum_{n=1}^{|N|} \sum_{j=1}^{|J_n|} x_{nj} \leq \max \left(Max_{porto} - \sum_{n=1}^{|N|} \sum_{j=1}^{|J_n|} V_{nj}, |N| \cdot Max_{navio} \right) \quad (5)$$

A restrição (5) garante que o número total de caminhões puxados para todas as operações não exceda o limite da capacidade do porto (Max_{porto}). Além disso, inclui-se uma condição de guarda para limitar o número de veículos puxados baseado na soma das capacidades individuais de cada navio.

$$x_{nj} + V_{nj} + g_{nj} \geq Min_{fila} \quad \forall n \in N, \forall j \in J_n \quad (6)$$

A restrição (6) garante que cada janela mantenha um valor mínimo de caminhões em fila na área primária (Min_{fila}), objetivando que sempre haja veículos sendo carregados, evitando a interrupção do descarregamento e a ociosidade dos equipamentos de descarga. Para lidar com situações em que não há caminhões suficientes no pátio externo, é introduzida a variável de folga g_{nj} . Essa variável permite que o modelo ajuste o número de caminhões sem violar a restrição de fila mínima, prevenindo conflitos com a disponibilidade de veículos e garantindo a continuidade das operações.

$$x_{nj} + V_{nj} - P_{nj} Min_{fila} + \theta_{nj} \geq 0 \quad \forall n \in N, \forall j \in J_n \quad (7)$$

A restrição (7) assegura que o modelo permaneça no domínio da programação linear, justificando a inclusão da variável θ , que representa o desvio em relação à média do tamanho das filas. No entanto, é necessário um ajuste no termo de equilíbrio da função objetivo, removendo o componente quadrático do termo de equilíbrio para manter a linearidade. Após o ajuste, a função objetivo é reformulada da seguinte maneira:

$$\min \sum_{n=1}^{|N|} \sum_{j=1}^{|J_n|} x_{nj} + Q \sum_{n=1}^{|N|} \sum_{j=1}^{|J_n|} L_{nj} \frac{(x_{nj} + V_{nj} - P_{nj} \text{Min}_{fila} + 2\theta_{nj})}{J_{atv}} + R \sum_{n=1}^{|N|} \sum_{j=1}^{|J_n|} g_{nj} \quad (8)$$

Além disso, em programação linear, variáveis de folga precisam ser incluídas na função objetivo para consistências dos casos cujas restrições não possam ser totalmente cumpridas. Assim, adicionou-se um termo na função objetivo que introduz as variáveis de folga g_{nj} multiplicado por uma constante $R > 0$ suficiente grande. Essas variáveis de folga são usadas para assegurar que o modelo permaneça viável mesmo quando algumas restrições - como o tamanho mínimo da fila - não podem ser estritamente satisfeitas.

3.3 VALIDAÇÃO DO MODELO

Para validar o modelo proposto, foi desenvolvido um simulador de operações portuárias com foco no descarregamento de granéis sólidos, abrangendo todas as principais etapas do processo. O simulador gera um cenário inicial com base nos dados fornecidos, carrega o modelo de otimização para acionar a puxada de caminhões do pátio externo, e registra os resultados de cada execução da simulação. Esse processo se repete em intervalos regulares de um minuto, até que o descarregamento seja finalizado e a simulação, seja encerrada.

O cenário inicial inclui dados detalhados sobre os navios, as janelas de descarregamento, as capacidades dos caminhões e os tempos médios estimados para cada etapa do processo. Esses parâmetros foram configurados com base em informações reais fornecidas pela EMAP (Empresa Maranhense de Administração Portuária), garantindo que a simulação fosse representativa das operações no Porto do Itaqui. O simulador, então, faz atribuição de valores aleatórios às entidades envolvidas, como navios e caminhões, que passam pelas seguintes etapas do processo de descarregamento:

1. **Pátio Externo:** Local onde os caminhões aguardam até que o operador emita um sinal de liberação/puxada.
2. **Deslocamento para Porto:** O tempo entre a confirmação da puxada e a chegada ao Portão de Acesso.
3. **Área Primária:** Parte interna dos portos destinada às operações de carga e descarga de mercadorias ou ao embarque e desembarque de passageiros vindos ou indo para o exterior.

4. **Deslocamento para Cliente:** A etapa final, onde os caminhões entregam a carga ao cliente.

O simulador avança em intervalos regulares de um minuto, invocando repetidamente o modelo para atualizar o *status* dos caminhões e tomar novas decisões de puxada. Como a simulação não ocorre em tempo real, ela é acelerada para validar rapidamente o comportamento do modelo. Por exemplo, alguns minutos de simulação podem representar vários dias de operações reais.

A simulação ajusta o abastecimento de caminhões no pátio externo, denotado como $DISP_{NJ}$, utilizando uma variável ρ para controlar a probabilidade de chegada de caminhões a cada iteração de simulação. Por exemplo, se $\rho = 0.5$, a simulação considera que, a cada minuto, a probabilidade de um caminhão chegar ao Pátio Externo é de 50%. Assim, foram definidos três cenários de suprimento:

1. **Abundante** ($\rho \geq 0.5$): O suprimento de caminhões excede a demanda, permitindo flexibilidade nas chamadas.
2. **Padrão** ($0.1 < \rho < 0.5$): A disponibilidade de caminhões oscila, representando condições típicas do porto.
3. **Escasso** ($0 \leq \rho \leq 0.1$): O suprimento de caminhões é insuficiente para atender à demanda, limitando a capacidade operacional.

Uma variação Gaussiana (normal) foi aplicada à variável ρ , que controla a frequência de chegada dos caminhões ao pátio externo, para evitar uma simulação uniforme e repetitiva. Essa variação utiliza um desvio padrão σ para adicionar pequenas flutuações ao redor do valor médio de ρ em cada janela operacional. Isso simula a variabilidade natural nas operações, como os tempos de chegada dos caminhões.

Além disso, foi introduzida uma variação inspirada no movimento da caminhada aleatória por meio de uma variável ω . Essa técnica altera aleatoriamente a frequência de chegada de caminhões ao longo do tempo, criando variações imprevisíveis que imitam flutuações reais nas operações portuárias, como possíveis atrasos ou períodos de alta demanda. A simulação continua até que todos os navios e suas respectivas janelas operacionais tenham completado o processo de descarregamento e entrega da carga.

4 RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados dos experimentos computacionais para validar o modelo proposto. Os experimentos foram projetados para avaliar o desempenho do modelo em cenários operacionais distintos e em diversas atribuições de prioridades para o descarregamento das janelas operacionais. Para consistência dos testes em cenários com prioridades distintas para as filas, adotou-se uma política de prioridade incremental, assim, a prioridade da fila será igual a sua posição, isto é, se uma janela for a segunda janela de um navio, sua prioridade será igual a 2.

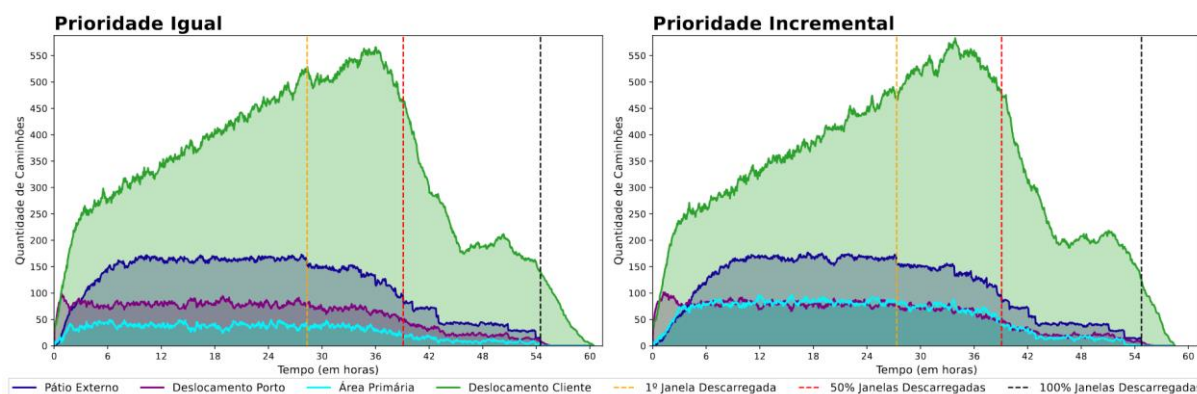
Os parâmetros do modelo como $Max_{fila} = 15$, $Min_{fila} = 10$, $Max_{porto} = 60$, e $Max_{navio} = 20$, foram baseados em dados reais fornecidos pela EMAP, refletindo as operações reais no Porto de Itaqui. O modelo foi implementado em Python 3.12, utilizando a biblioteca de Programação Linear PuLP (Dunning et. al, 2011). Os

experimentos foram realizados em um ambiente Windows 10 (64 bits), com um processador Intel® Core™ i7-11700 com 32 GB de RAM.

4.1 CENÁRIO PADRÃO

No primeiro experimento, foi realizada uma simulação para refletir uma política padrão de abastecimento do pátio externo com uma taxa de chegada de caminhões definida por $\rho = 0.2$. O cenário envolveu o descarregamento de três navios graneleiros, cada um com quatro janelas operacionais, sendo que cada janela possui uma média de carga de 10.000 toneladas e um desvio padrão de 25% dessa quantidade. A simulação começou a partir de um estado inicial vazio, no qual nenhuma operação de descarga havia sido realizada, garantindo que todas as janelas tivessem a carga completa no início.

Figura 3. Simulação do descarregamento em Cenário Padrão ($\rho = 0.2$).



Fonte: Elaboração Própria.

A Figura 3 apresenta os resultados da simulação para esse cenário. À esquerda, temos o modelo com balanceamento de filas e prioridades iguais, enquanto à direita, o modelo utiliza prioridades variando de 1 a 4, atribuídas incrementalmente durante a criação do cenário. O gráfico ilustra o número total de caminhões em cada uma das etapas do processo de descarregamento: Pátio Externo, Deslocamento para o Porto, Área Primária e Deslocamento para o Cliente. Além disso, foram inseridos marcos que indicam o progresso e a conclusão do processo de descarregamento, permitindo uma visualização clara do avanço das operações.

Ambas configurações do modelo iniciam com o incremento imediato da quantidade de caminhões, resultante da chamada de veículos tal qual estes se fazem disponíveis no pátio externo. À medida que a simulação avança, ambos os modelos alcançam um estado de estabilidade para o qual a flutuação no número de veículos no pátio externo, deslocamento para o porto e área primária são pequenas, significando que a operação está com eficiência máxima.

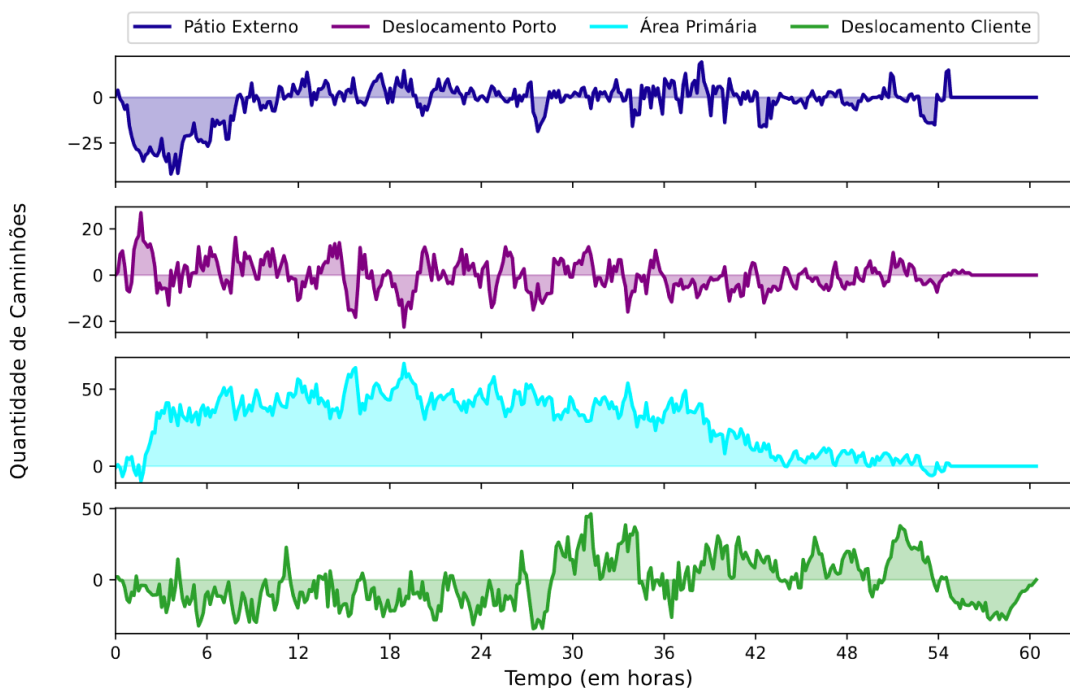
Por outro lado, a quantidade de caminhões em deslocamento para o cliente mostra um crescimento contínuo até a simulação estar próxima ao marco de Meio Descarregamento, no qual 50% das janelas concluíram o descarregamento. Nesse ponto, visualiza-se o decaimento da quantidade de veículos não só em entrega para o cliente, mas em todas as etapas. Tal comportamento reflete a adaptabilidade do

modelo à redução da demanda na chamada de caminhões, indicando o controle acerca dos congestionamentos na área primária.

À medida que mais janelas vão sendo concluídas, menor será a quantidade de veículos para cada etapa, assim até que todas as janelas tenham concluído o descarregamento, restando aos caminhões remanescentes apenas concluir a entrega ao cliente, finalizando a simulação. Ambas as configurações com prioridades igual e prioridade incremental finalizam a descarga com tempos próximos, respectivamente, 54.7 e 54.5 horas, sendo requeridas mais 6 e 3.75 horas para finalização da entrega.

Embora ambas configurações do modelo possuem comportamentos semelhantes, algumas diferenças se mostram, principalmente na quantidade de veículos na área primária. De fato, a configuração de igual prioridade obteve uma média de 2.4 caminhões na área primária, enquanto a configuração de prioridade incremental obteve um valor mais elevado de 4.85, em razão da chamada maior de caminhões para janelas de maior prioridade, resultando em um tempo de espera na área primária médio de 43.8 minutos, em contraste com os 22 minutos da configuração de prioridade igual.

Figura 4. Diferença absoluta entre a configuração de Prioridade Incremental e Prioridade Igual em um Cenário Padrão.



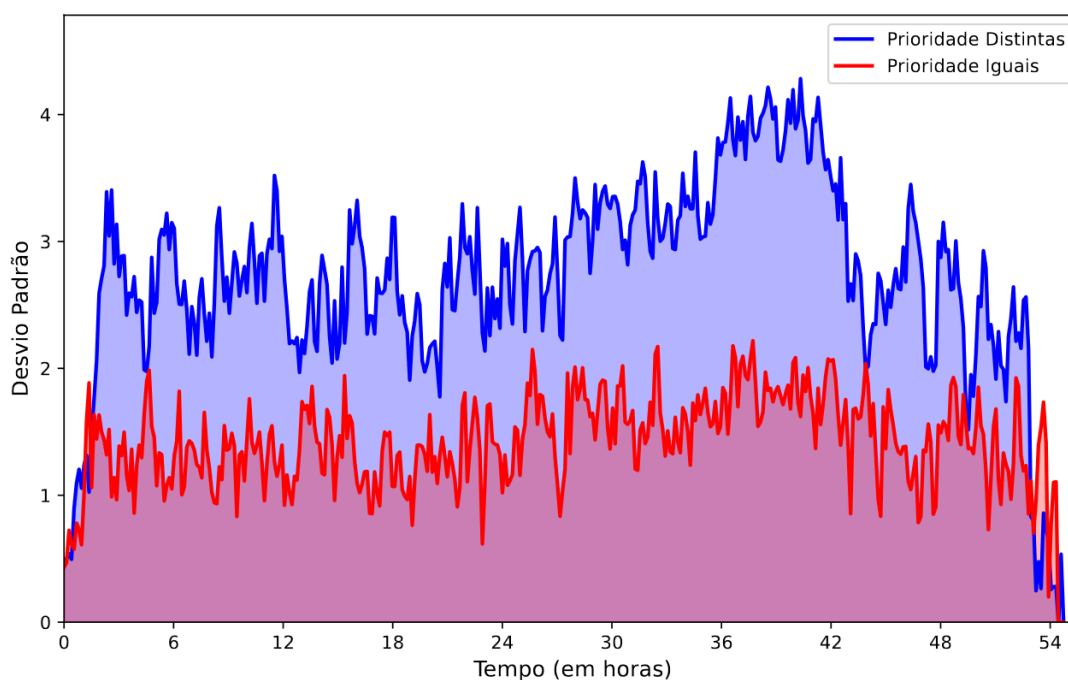
Fonte: Elaboração Própria.

A Figura 4 ilustra a diferença absoluta na quantidade de caminhões para cada uma das etapas do descarregamento entre a configuração de Prioridade Incremental e Prioridade Igual. Cada sub-gráfico mostra como a quantidade de veículos se diferencia no decorrer do processo de descarregamento. Assim, evidencia-se a diferença de veículos na área primária entre as duas configurações, sobretudo uma vez que foi alcançada a estabilização do descarregamento.

À medida que as janelas de descarregamento são concluídas, observa-se uma redução na diferença de quantidade de veículos em operação, pois o modelo ajusta a

puxada de caminhões conforme a demanda diminui. Nos demais estados, o comportamento apresentou oscilações, com flutuações na diferença de veículos em cada etapa. Essas variações são resultado da similaridade no comportamento dos modelos, aliada à aleatoriedade inerente à simulação, como a frequência de chegada dos veículos ou o aumento da carga nos caminhões em coleta.

Figura 5. Comparação do Equilíbrio entre o tamanho das filas na Área Primária para as configurações de Prioridade Distintas e Prioridade Iguais em um Cenário Padrão.



Fonte: Elaboração Própria.

A Figura 5 ilustra a comparação do equilíbrio das filas na área primária para ambas as configurações de prioridade. O eixo X representa o tempo de simulação até o descarregamento completo, enquanto o eixo Y mostra o desvio padrão no tamanho das filas. Nota-se um desvio padrão mais elevado para a configuração de prioridade incremental, uma vez que atribuir maior prioridade a uma janela resulta em uma demanda maior de veículos para essa operação, o que gera desequilíbrios nas filas.

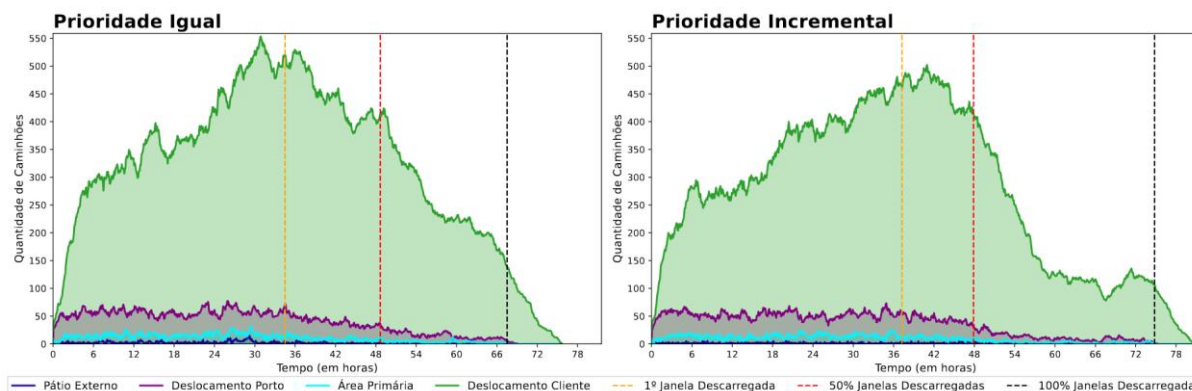
Em contrapartida, a configuração com prioridades iguais apresentou um desvio padrão significativamente menor, evidenciando um balanceamento mais eficiente das filas na área primária ao longo da operação. Esse equilíbrio não comprometeu o tempo total da operação, conforme mostrado na Figura 3, em que a diferença nos tempos de conclusão entre as duas configurações foi de apenas 17 minutos, relativamente pequena em comparação com o tempo total de descarregamento, que foi de cerca de 54 horas. Isso demonstra que o balanceamento das filas, mesmo sem priorizações diferenciadas, pode ser alcançado sem afetar significativamente a eficiência global do processo.

4.2 CENÁRIO ESCASSO

Para analisar o desempenho do modelo em situações atípicas nas operações portuárias, foi realizada uma simulação sob um cenário de escassez, onde a

frequência de chegada de caminhões no pátio externo foi reduzida significativamente. Esse cenário simula uma situação de carência de caminhões disponíveis para a puxada. A Figura 6 apresenta os resultados da simulação para ambas as configurações, utilizando uma frequência de chegada de caminhões parametrizada por $\rho = 0.1$.

Figura 6. Simulação do Descarregamento em Cenário Escasso ($\rho = 0.1$).



Fonte: Elaboração própria.

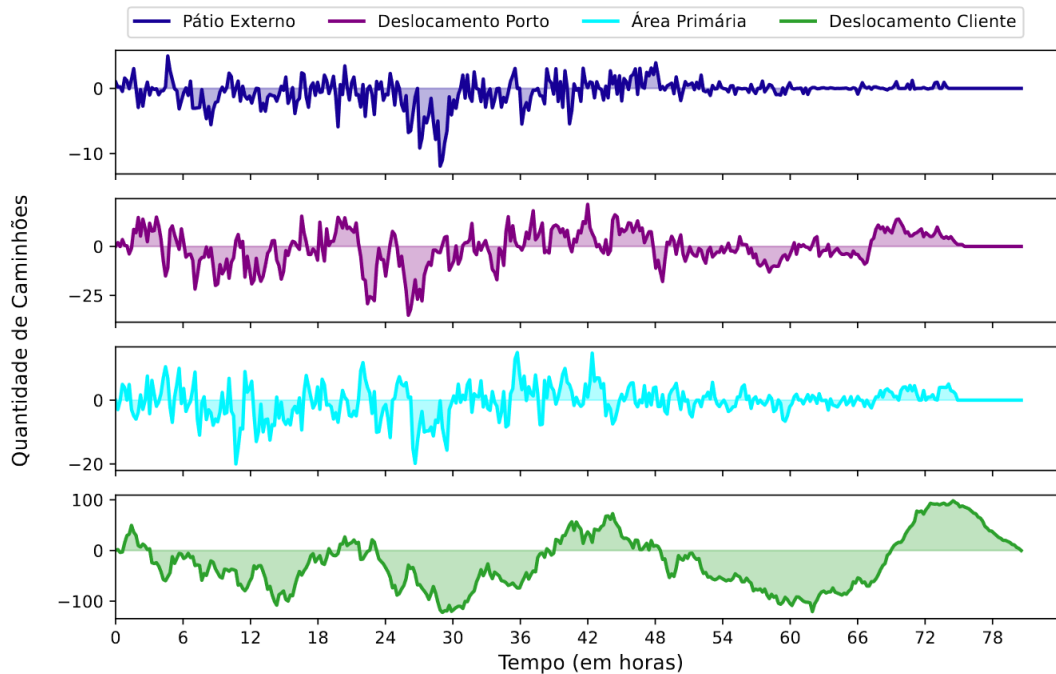
A simulação imediatamente revela uma drástica redução na quantidade de caminhões nas etapas iniciais do descarregamento, principalmente no pátio externo, em que a média de veículos aguardando puxada, para ambas as configurações, foi inferior a 0.15. O tempo médio de espera nesta etapa ficou entre 1 e 2 minutos para ambas as abordagens, o que sugere uma puxada quase instantânea: assim que um caminhão chegava ao pátio externo, ele era prontamente chamado para a operação.

Contudo, devido à indisponibilidade predominante de caminhões no pátio externo ao longo da simulação, ambos os modelos apresentaram 25% de inatividade dos equipamentos de descarregamento. Além disso, as janelas operacionais ficaram sem veículos disponíveis para puxada em média por 61.3% a 63% do tempo, independentemente da configuração adotada.

Como consequência, observou-se um aumento significativo no tempo total de descarregamento em comparação com o cenário padrão. O modelo com prioridade igual teve um tempo de operação 23.4% maior, enquanto o modelo com prioridade incremental apresentou uma elevação de 37.2%. Contudo, a Figura 3 demonstra um período de escassez severa na configuração de prioridade incremental a partir das 58 horas de simulação, marcado por uma queda acentuada no número de veículos em deslocamento para o cliente, o que contribuiu para o aumento no tempo total de descarga.

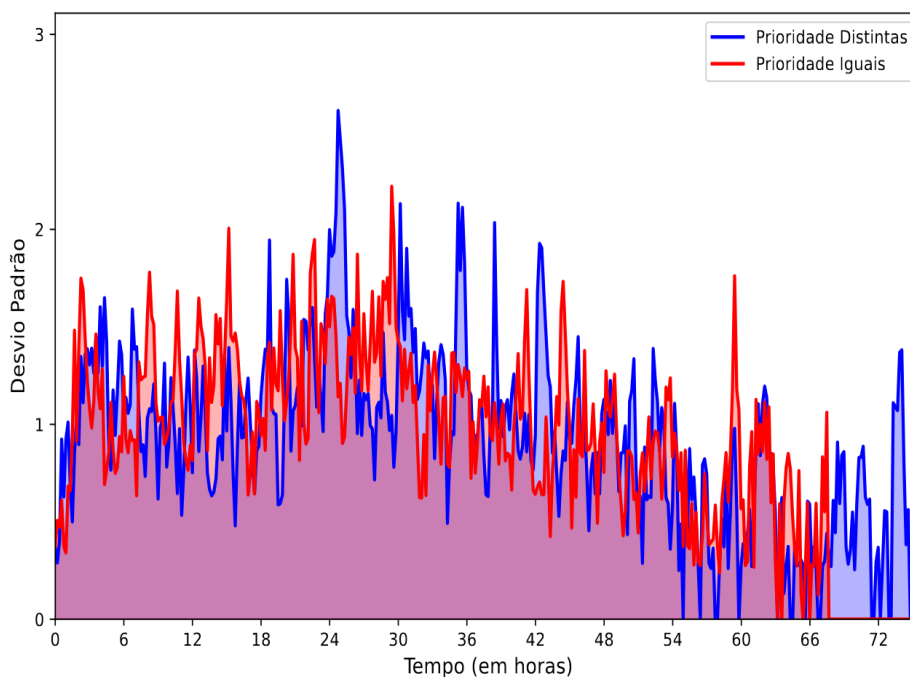
A partir das Figuras 7 e 8, observa-se não haver uma tendência clara, tanto em relação à quantidade de caminhões nas diferentes etapas do processo de descarregamento quanto no balanceamento das filas na área primária, medido pelo desvio padrão. Os valores flutuam ao longo da simulação, refletindo a aleatoriedade na frequência de chegada dos veículos. Em determinados momentos, uma configuração pode apresentar maior disponibilidade de veículos, enquanto em outros, ocorre uma escassez extrema, o que resulta nas oscilações observadas nos gráficos. Assim, conclui-se que os modelos exibem um desempenho similar em um cenário de escassez, sendo principalmente influenciados pela disponibilidade limitada de veículos no pátio externo.

Figura 7. Diferença absoluta entre a configuração de Prioridade Incremental e Prioridade Igual em um Cenário Escasso.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 8. Comparação do Equilíbrio entre o Tamanho das Filas na Área Primária para as configurações em Cenário Escasso.

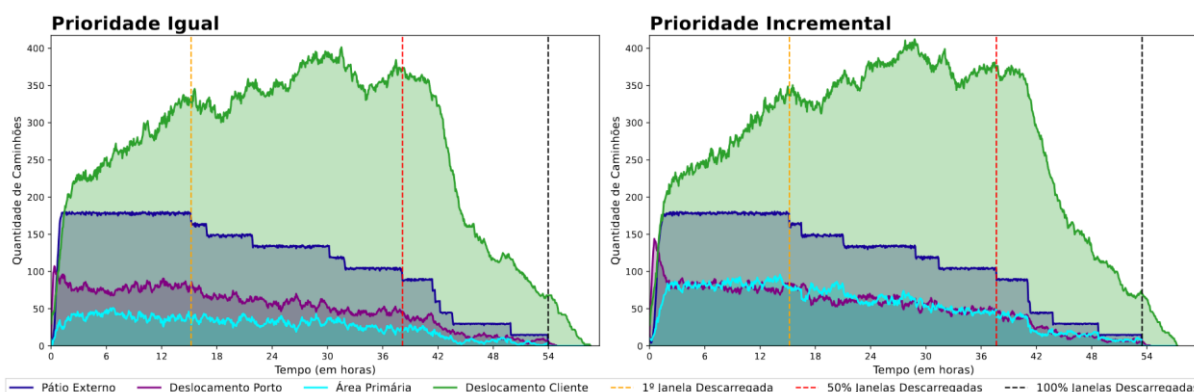


Fonte: Elaboração Própria.

4.3 CENÁRIO ABUNDANTE

No cenário abundante, a simulação foi configurada para um cenário de alta disponibilidade de veículos, com uma frequência de chegada parametrizada por $\rho = 1.0$, garantindo a presença contínua de caminhões no pátio externo. Isso permite ao modelo uma maior flexibilidade e liberdade na tomada de decisões sobre quais caminhões puxar para cada janela modal. A Figura 9 ilustra os resultados dessa simulação, comparando ambas as configurações de prioridade.

Figura 9. Simulação do Descarregamento em Cenário Abundante ($\rho = 1.0$).



Fonte: Elaboração Própria.

No início da simulação, observa-se que o pátio externo rapidamente atinge sua capacidade máxima, com a quantidade de veículos se estabilizando em uma linha horizontal. Quando os caminhões são puxados para a operação de descarregamento, o pátio externo é rapidamente reabastecido, mantendo um fluxo contínuo de veículos. Conforme a simulação avança e as primeiras janelas de descarregamento são concluídas, há uma redução perceptível na quantidade de caminhões na área primária, à medida que o modelo ajusta a puxada à nova e reduzida demanda das janelas ainda em operação. Além disso, nota-se a formação de "degraus" na quantidade de caminhões no pátio externo, indicando momentos em que a lotação máxima foi novamente atingida, mas agora ajustada à demanda restante.

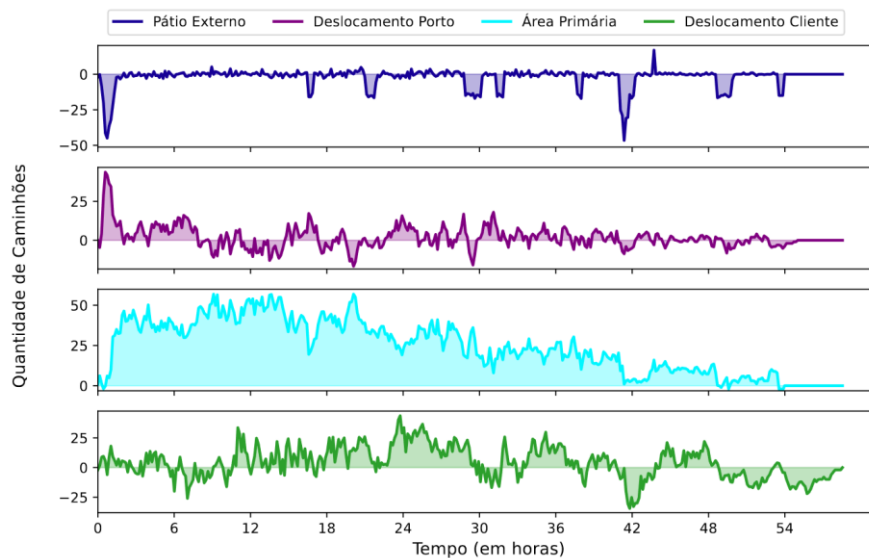
No que se refere à duração das operações, as configurações de Prioridade Igual e Prioridade Incremental levaram 53.9 e 53.4 horas, respectivamente, para concluir o processo de descarregamento. Em ambas as configurações, o percentual de tempo em que houve indisponibilidade de veículos no pátio externo foi inferior a 0,5%. Esse valor pode ser atribuído ao tempo necessário para o abastecimento inicial do pátio, já que a simulação começou com o pátio vazio.

As Figuras 10 e 11 apresentam, respectivamente, a diferença absoluta na quantidade de veículos em cada etapa da operação para ambas as configurações do modelo e o comparativo de equilíbrio das filas na Área Primária, utilizando o desvio padrão como métrica. Observa-se que os resultados obtidos no cenário abundante são bastante semelhantes aos do cenário padrão.

Em primeiro lugar, ambos os cenários mostram valores positivos na comparação da quantidade de veículos na área primária, o que indica que a configuração de prioridade incremental realizou puxadas em maior intensidade do que

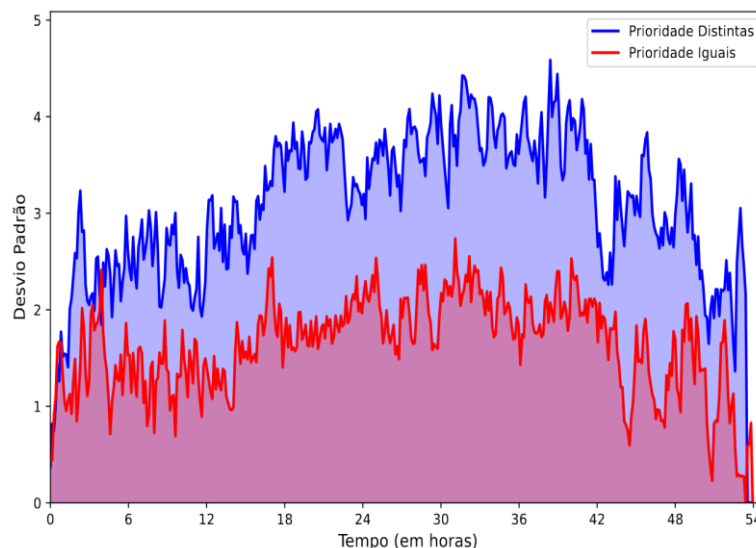
a configuração de prioridade igual. Além disso, a análise do equilíbrio das filas na área primária demonstra que, tanto no cenário abundante quanto no cenário padrão, a configuração com prioridades distintas (Incremental) gerou maior desequilíbrio nas filas.

Figura 10. Diferença absoluta entre a configuração de Prioridade Incremental e Prioridade Igual em um Cenário Abundante.



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 11. Comparação do Equilíbrio no Tamanho das Filas na Área Primária para as configurações de Prioridade Incremental e Prioridade Igual em Cenário Abundante.

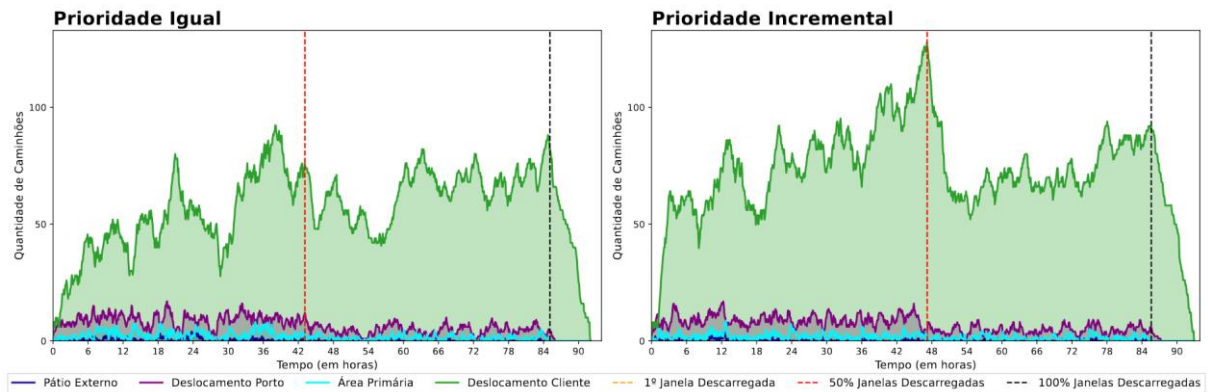


Fonte: Elaboração Própria.

4.4 CENÁRIOS EM BAIXA DEMANDA

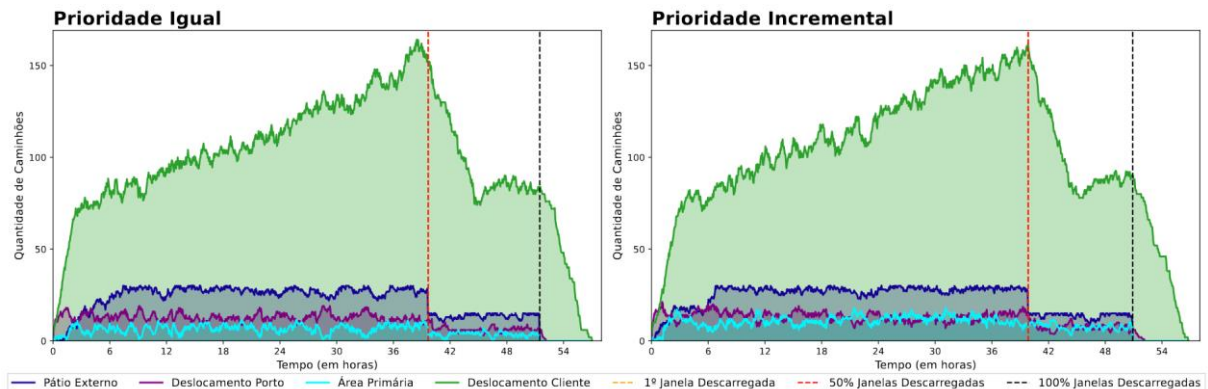
Até o momento, as simulações foram realizadas considerando cenários de descarregamento de três navios, cada um com quatro janelas operacionais, a fim de evidenciar as diferenças acarretadas pelas diferentes prioridades atribuídas. No entanto, é essencial avaliar o comportamento do modelo em situações de baixa demanda. Para isso, foi realizada uma nova rodada de simulações, reduzindo o número de navios e janelas: um único navio com duas janelas, uma de prioridade 1 e outra de prioridade 2. Esses cenários foram simulados nos contextos Padrão, Escasso e Abundante, com os mesmos valores de ρ (frequência de chegada de caminhões) $\rho = 0.2$, $\rho = 0.1$ e $\rho = 1$, respectivamente.

Figura 12. Simulação do Descarregamento – Cenário Escasso em Baixa Demanda



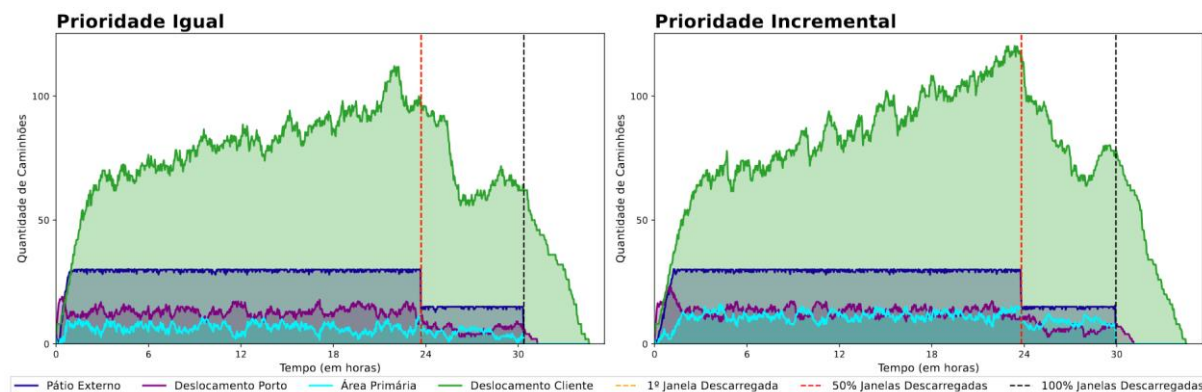
Fonte: Elaboração Própria.

Figura 13. Simulação do Descarregamento – Cenário Padrão em Baixa Demanda



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 14. Simulação do Descarregamento – Cenário Abundante em Baixa Demanda



Fonte: Elaboração Própria.

As simulações representadas nas Figuras 12, 13 e 14, realizadas em cenários de demanda reduzida, mostraram, guardadas as devidas proporções, um comportamento e características análogas às suas contrapartes em cenários de maior demanda (Figuras 3, 6 e 9). No cenário de escassez, observou-se novamente uma quantidade muito baixa de veículos nas etapas iniciais, limitando a liberdade de escolha do modelo, refletindo as restrições impostas pela falta de caminhões disponíveis no pátio externo.

Na simulação padrão, verificou-se o alcance de um equilíbrio operacional, com uma redução gradual das quantidades de veículos à medida que as janelas vão sendo descarregadas, mantendo-se a proporção de veículos na área primária. Já no cenário abundante, além de apresentar as mesmas características do cenário padrão, observou-se também uma imediata lotação do pátio externo e a formação dos "degraus", que simbolizam o ajuste do número de veículos em função da demanda remanescente, conforme já identificado em simulações anteriores.

4.5 ANÁLISE COMPARATIVA EM MÚLTIPLAS SIMULAÇÕES

Para conduzir uma análise mais extensiva, realizou-se teste de simulação para os diferentes cenários do pátio externo (Padrão, Escasso e abundante) variando a demanda de caminhões em duas situações: Baixa Demanda (1 navio, 2 janelas) e Alta demanda (4 navios, 4 janelas por navio). Cada janela possui carga média de 10.000 toneladas com desvio padrão de 25% da carga original. Para cada combinação de Abastecimento e Demanda foram realizadas 50 simulações para ambas as configurações do modelo. Os resultados para os cenários Padrão, Escasso e Abundante são mostrados nas Tabelas 1, 2 e 3.

A Tabela 1 resume os principais indicadores das simulações, apresentando as médias do tamanho das filas para cada etapa do processo de descarregamento (Pátio Externo, Deslocamento para o Porto, Área Primária e Deslocamento para o Cliente), além do desvio padrão médio do tamanho das filas na área primária, para efeitos de comparação do equilíbrio das filas de coleta. Em acréscimo, mostra-se o tempo requerido para completa descarga das janelas, o tempo para conclusão da entrega da

carga aos clientes, finalizando a simulação. As Tabelas 2 e 3 exibem informações semelhantes para os cenários de abastecimento padrão e abundante.

Tabela 1. Comparação Exaustiva dos Indicadores da Simulação para ambas configurações de prioridade em um Cenário Escasso.

Abastecimento Pátio Externo Cenário Escasso	Baixa Demanda				Alta Demanda			
	Prioridades Distintas		Prioridades Iguais		Prioridades Distintas		Prioridades Iguais	
	Fila	Tempo	Fila	Tempo	Fila	Tempo	Fila	Tempo
Média Pátio Externo	0,12	0:01:12	0,15	0:01:28	0,09	0:01:06	0,12	0:01:34
Média Deslocamento Porto	3,93	0:44:14	3,92	0:43:51	3,09	0:43:44	3,11	0:43:48
Média Área Primária	0,99	0:12:32	0,99	0:12:21	0,81	0:12:47	0,79	0:12:21
Média Deslocamento Cliente	15,89	2:58:42	16,35	3:12:28	13,18	3:10:17	13,08	3:09:07
Média Desvio Padrão	0,614		0,599		1,00		0,948	
Média Conclusão Descarregamento	62:51:48		62:59:15		78:10:02		77:45:49	
Média Conclusão Simulação	67:58:40		68:21:37		84:48:09		84:18:58	

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 2. Comparação Exaustiva dos Indicadores da Simulação para ambas configurações de prioridade em um Cenário Padrão.

Abastecimento Pátio Externo Cenário Padrão	Baixa Demanda				Alta Demanda			
	Prioridades Distintas		Prioridades Iguais		Prioridades Distintas		Prioridades Iguais	
	Fila	Tempo	Fila	Tempo	Fila	Tempo	Fila	Tempo
Média Pátio Externo	10,70	1:18:01	11,04	1:21:23	8,42	1:15:40	8,76	1:21:14
Média Deslocamento Porto	5,90	0:43:59	5,80	0:43:54	4,73	0:43:49	4,61	0:43:42
Média Área Primária	4,77	0:37:14	2,81	0:22:28	4,60	0:44:42	2,25	0:22:41
Média Deslocamento Cliente	20,02	2:36:18	19,22	2:33:07	16,28	2:38:33	16,20	2:40:35
Média Desvio Padrão	2,42		1,03		2,84		1,48	
Média Conclusão Descarregamento	42:20:43		42:39:12		51:29:19		52:09:14	
Média Conclusão Simulação	46:26:48		46:42:25		56:15:46		57:06:06	

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 3. Comparação Exaustiva dos Indicadores da Simulação para ambas configurações de prioridade em um Cenário Abundante.

Abastecimento Pátio Externo Cenário Abundante	Baixa Demanda				Alta Demanda			
	Prioridades Distintas		Prioridades Iguais		Prioridades Distintas		Prioridades Iguais	
	Fila	Tempo	Fila	Tempo	Fila	Tempo	Fila	Tempo
Média Pátio Externo	13,03	1:32:48	13,06	1:34:40	10,12	1:31:20	10,16	1:34:21
Média Deslocamento Porto	6,05	0:43:44	5,95	0:43:52	4,74	0:43:33	4,62	0:43:39
Média Área Primária	5,09	0:39:02	2,91	0:22:49	4,73	0:46:00	2,28	0:23:00
Média Deslocamento Cliente	20,06	2:30:25	20,23	2:34:15	16,04	2:32:57	15,97	2:36:47
Média Desvio Padrão	2,53		0,99		2,88		1,50	
Média Conclusão Descarregamento	42:42:58		43:05:19		51:45:57		52:30:48	
Média Conclusão Simulação	46:54:49		47:17:09		56:49:08		57:41:19	

Fonte: Elaboração Própria.

De maneira geral, os resultados revelam certas tendências no comportamento das simulações. Por exemplo, a demanda no porto se mostra proporcional ao tempo de descarga e simulação, isto é, quanto maior a demanda no porto, mais tempo será necessário para finalizar as atividades. Dessa forma, mostra-se também que a demanda influencia no tamanho médio das filas para todas as etapas do processo. De fato, em consequência das restrições (4) e (5) relativas ao limite de veículos para os navios e porto, os cenários com baixa demanda obtiveram tamanhos médios na quantidade de veículos levemente maiores para as etapas do pátio externo e área primária; e substancialmente maiores nas etapas de deslocamento para o porto e cliente.

Verifica-se também que a baixa frequência na chegada de veículos é um fator decisivo para a determinação do tempo da operação. As simulações em cenários escassos obtiveram tempo de simulação cerca de 50% maiores. Além disso, o cenário escasso obteve desvios padrões e tamanhos médios nas filas da área primária relativamente próximos, evidenciando como a baixa frequência de chegada de veículos no pátio externo é um fator limitante na decisão de puxada dos modelos, independentemente da prioridade atribuída. Assim, resultando em desempenhos similares para ambas configurações do modelo em suas respectivas demandas.

Por outro lado, a comparação entre as abordagens de prioridade nos cenários padrão e abundante, onde os modelos têm maior flexibilidade de decisão devido à maior disponibilidade de veículos, mostra uma redução significativa tanto no tamanho das filas na área primária quanto no tempo médio de espera dos veículos. Nos cenários de baixa demanda, as configurações de prioridade igual registraram reduções superiores a 40% em comparação às configurações com prioridades distintas. Já nos cenários de alta demanda, essa diferença ultrapassa 50%, evidenciando que a configuração de prioridade igual proporciona uma redução

substancial no congestionamento da área primária, região crítica da operação, sem comprometer os tempos de operação.

No que se refere ao balanceamento das filas, tanto nos cenários padrão quanto abundante, a abordagem de prioridade igual mostrou-se mais eficaz, com desvios padrões no intervalo de 1 a 1,5 caminhões. Em contraste, a abordagem de prioridades distintas apresentou desvios de até 2,88 caminhões. Esses resultados indicam não apenas um maior equilíbrio das filas, proporcionando maior satisfação dos clientes, mas também uma redução significativa no tamanho das filas e nos tempos de espera, impactando positivamente a logística e a eficiência das atividades portuárias.

Na área primária do porto, os caminhões costumam permanecer em marcha lenta enquanto aguardam para descarregar, o que contribui para emissões contínuas de gases poluentes, como dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado, além de gerar poluição sonora. Portanto, ao otimizar o fluxo de caminhões e reduzir o tempo de espera na área primária também estamos contribuindo para uma operação portuária mais sustentável, reduzindo o impacto ambiental e melhorando as condições de trabalho e de vida nas áreas próximas ao porto.

5 CONCLUSÕES

O congestionamento portuário apresenta desafios significativos para o comércio internacional, especialmente quando as operações de descarregamento são gerenciadas manualmente, como no Porto do Itaquí. Este trabalho propôs um modelo matemático que automatiza o processo de puxada de caminhões, buscando otimizar o fluxo e o equilíbrio das filas na área primária, um ponto crítico da operação portuária. O modelo considerou diferentes configurações de prioridade para cada janela modal, que compreende a combinação de cliente, produto e navio, visando maximizar a eficiência das operações e reduzir gargalos.

A validação do modelo foi realizada por meio de simulações das atividades portuárias de descarregamento a granel, contemplando todas as fases: Pátio Externo, Deslocamento para o Porto, Área Primária e Deslocamento para o Cliente. Os resultados demonstraram que o modelo é uma solução viável para o processo de chamada de caminhões durante as operações portuárias. Foram exploradas duas configurações de prioridades para as janelas: Prioridades Iguais e Prioridades Diferentes (Incremental). As simulações revelaram que, nos cenários padrão e abundante, houve uma redução de pelo menos 40% no tamanho das filas, no equilíbrio e no tempo médio de espera na área primária, sem comprometer o tempo total de operação.

Embora a configuração de prioridades iguais tenha se mostrado mais eficiente, a abordagem de prioridades distintas pode ser estratégica em situações pontuais, como na urgência de descarregar produtos com sobre estadia de navios, onde há multas associadas ao atraso. Pesquisas futuras se concentrarão na aplicação desse modelo em operações reais no Porto do Itaquí, além de explorar novas estratégias de otimização, como a maximização da vazão de carga e o ajuste do nível de ocupação das janelas.

REFERÊNCIAS

Alonso, M. T., Alvarez-Valdes, R., Iori, M., Parreño, F., & Tamarit, J. M. (2017). Mathematical models for multicontainer loading problems. *Omega*, 66, 106–117. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.02.002>

Boumahdaf, A., Broniatowski, M., Miranda, E., & Le Squeren, A. (2023). A behavioral probabilistic model of carrier spatial repositioning decision-making. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 153, 104194.

Çetinkaya, S., Keskin, B. B., & Üster, H. (2014). Characterization of facility assignment costs for a location-inventory model under truckload distribution. *Journal of the Operational Research Society*, 65(9), 1371-1379.

Costa Junior, N. D. J. (2013). Relação porto-cidade: Enfoque ambiental no Porto do Itaqui (Monografia, Universidade Federal do Maranhão). Universidade Federal do Maranhão.

Dunning, I., Mitchell, S., & O'Sullivan, M. (2011). PuLP: A Linear Programming Toolkit for Python. *Optimization Online*. <https://optimization-online.org/?p=11731>

EMAP - Empresa Maranhense de Administração Portuária. (2024). Location of Porto do Itaqui. *Porto do Itaqui*. <https://www.portodoitaqui.com/porto-do-itaqui/localizacao> (Accessed: September 22, 2024).

Guerrero, S. E., Madanat, S. M., & Leachman, R. C. (2013). The Trucking Sector Optimization Model: A tool for predicting carrier and shipper responses to policies aiming to reduce GHG emissions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 59, 85–107. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2013.08.005>

Haddad, E. A., Hewings, G. J. D., Perobelli, F. S., & dos Santos, R. A. C. (2010). Regional Effects of Port Infrastructure: A Spatial CGE Application to Brazil. *International Regional Science Review*, 33(3), 239–263. <https://doi.org/10.1177/0160017610368690>

Jia, H., Bai, X., & Xu, M. (2022). Port congestion and the economics of LPG seaborne transportation. *Maritime Policy & Management*, 49(7), 913–929. <https://doi.org/10.1080/03088839.2021.1940334>

Jia, H., Bai, X., & Xu, M. (2024). Identifying port congestion and evaluating its impact on maritime logistics. *Maritime Policy & Management*, 51(3), 345–362. <https://doi.org/10.1080/03088839.2022.2135036>

Kang, S., Medina, J. C., & Ouyang, Y. (2008). Optimal operations of transportation fleet for unloading activities at container ports. *Transportation Research Part B: Methodological*, 42(10), 970–984. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2008.02.003>

Ramírez-Nafarrate, A., González-Ramírez, R. G., Smith, N. R., Guerra-Olivares, R., & Voß, S. (2017). Impact on yard efficiency of a truck appointment system for a port terminal. *Annals of Operations Research*, 258, 195–216.

Silva, E., Ramos, A. G., & Oliveira, J. F. (2018). Load balance recovery for multi-drop distribution problems: A mixed integer linear programming approach. *Transportation*

Research Part B: Methodological, 116, 62–75.
<https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.08.001>

Talley, W. K., & Ng, M. (2016). Port multi-service congestion. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 94, 66–70.
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.07.005>

Tsai, F.-M., Lu, C.-C., & Chang, Y.-M. (2016). A network model for solving the yard truck routing and scheduling problem. *The International Journal of Logistics Management*, 27(2), 353–370. <https://doi.org/10.1108/IJLM-09-2014-0158>

Zhen, L., Yu, S., Wang, S., & Sun, Z. (2019). Scheduling quay cranes and yard trucks for unloading operations in container ports. *Annals of Operations Research*, 273(1), 455–478. <https://doi.org/10.1007/s10479-016-2335-9>

IMPLEMENTAÇÃO DE METODOLOGIA PARA AVANÇO DE MATURIDADE EM PERCEPÇÃO DE RISCO DOS TRABALHADORES PORTUÁRIOS NA MOVIMENTAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO

Luciano Pontes
VALE S/A

Márcio dos Santos Cesar
VALE S/A

Alex Zito
VALE S/A

Ana Beatriz de Oliveira de Andrade
VALE S/A

Resumo: O presente artigo analisa a percepção de risco dos trabalhadores portuários na movimentação de minério de ferro no Porto da Companhia Portuária Baía de Sepetiba (CPBS), com base na aplicação do treinamento *On-the-Job Training* (OJT) e do Dojo de Percepção de Risco. Utilizando a Curva de Bradley como referência, o estudo mapeia a evolução da cultura de segurança dos colaboradores, que foram expostos a situações práticas de risco durante o OJT, estruturado como um circuito de atividades aplicadas, e a treinamentos imersivos no Dojo. A percepção de risco foi avaliada com base nas reações dos trabalhadores diante dos cenários simulados, capturando seu progresso nos estágios dependente, independente e interdependente da Curva de Bradley. Os resultados mostraram que o OJT foi eficaz na transição da maioria dos trabalhadores para o estágio independente, enquanto o Dojo acelerou o avanço para o estágio interdependente, promovendo uma cultura de segurança mais colaborativa. Conclui-se que a combinação dessas metodologias é uma ferramenta valiosa para o desenvolvimento da maturidade em segurança nas operações portuárias.

Palavras-chave: Percepção de risco; OJT; Dojo; Curva de Bradley, Segurança portuária.

1 INTRODUÇÃO

A movimentação de minério de ferro em portos por meio de correias transportadoras constitui uma operação complexa, caracterizada por altos riscos operacionais. Tal atividade demanda não apenas o cumprimento rigoroso de normas técnicas, mas também o desenvolvimento de uma cultura de segurança robusta e interdependente entre todos os envolvidos. No contexto do porto operado pela Companhia Portuária Baía de Sepetiba (CPBS), práticas inovadoras de capacitação, como o *On-the-Job Training* (OJT) e o Dojo de Percepção de Risco, vêm se consolidando como ferramentas eficazes na sensibilização dos trabalhadores quanto aos perigos inerentes a essa operação. Essas iniciativas, além de contribuir para a redução de incidentes, potencializam a eficiência operacional.

Este artigo tem como objetivo analisar a percepção de risco dos trabalhadores portuários, tendo como referência o modelo da Curva de Bradley, ferramenta desenvolvida pela DuPont para medir a maturidade da cultura de segurança nas organizações. A Curva descreve a evolução dos indivíduos desde uma postura reativa, dependente de normas, até uma cultura interdependente, onde todos assumem responsabilidade pela segurança coletiva. Ademais, será discutido o impacto das simulações práticas proporcionadas pelo Dojo de Percepção de Risco, que imergem os trabalhadores em cenários simulados ou reais de risco, oferecendo uma abordagem formativa diferenciada.

A análise baseia-se nos resultados obtidos com a aplicação de OJT e Dojo a 100% da equipe de operação e manutenção do CPBS. A hipótese central é que o desenvolvimento de uma cultura de segurança mais madura não apenas contribui para a mitigação de acidentes, mas também promove maior engajamento dos trabalhadores e aprimoramento contínuo dos processos. Dessa forma, a segurança se revela como um elemento estratégico para o aumento da produtividade e a sustentabilidade das operações portuárias.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Curva de Bradley foi desenvolvida pela DuPont Safety Resources, uma divisão da multinacional DuPont, como parte de seu esforço contínuo para melhorar a segurança no ambiente de trabalho. O modelo surgiu a partir de observações de como a cultura de segurança evolui dentro das organizações, influenciando o comportamento dos indivíduos em relação à prevenção de acidentes.

Também conhecida como Curva de Maturidade de Segurança, foi projetada para medir o progresso das empresas ao longo de três estágios de maturidade em segurança: dependente, independente e interdependente. No estágio dependente, os colaboradores seguem normas e procedimentos de segurança de forma reativa, dependentes de supervisão direta. No estágio independente, os indivíduos começam a internalizar os procedimentos e agir de forma proativa, buscando sua própria segurança. O estágio mais avançado, o interdependente, representa um nível de maturidade em que todos os membros da organização se preocupam com a segurança de si mesmos e de seus colegas, promovendo um ambiente colaborativo de prevenção de riscos.

Esse modelo tem sido amplamente utilizado como uma ferramenta teórica e prática em diversas indústrias, incluindo a portuária, para guiar organizações na implementação de programas eficazes de segurança e no desenvolvimento de uma cultura organizacional que visa a eliminação de acidentes.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no estudo incluiu duas principais intervenções de capacitação, sendo elas:

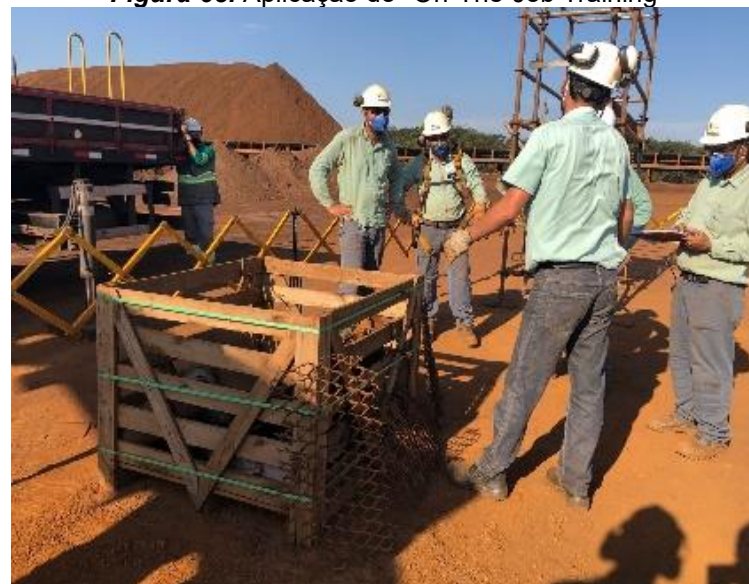
1. Treinamento OJT (On-the-Job Training): Realizado com 100% da equipe de operação e manutenção, o OJT focou na simulação de pequenas atividades realizadas ao longo de um circuito onde suas decisões definiam o seu nível de percepção aos riscos inseridos neste processo, atividades rotineiras.

Figura 67. Aplicação do "On-The-Job Training



Fonte: Arquivo pessoal do Autor

Figura 68. Aplicação do "On-The-Job Training



Fonte: Arquivo pessoal do Autor

Figura 69. Aplicação do "On-The-Job Training



Fonte: Arquivo pessoal do Autor

2. Dojo de Percepção de Risco: O Dojo é uma prática de treinamento imersivo que cria um ambiente controlado onde os trabalhadores podem identificar e reagir a situações de risco simulado. Esse treinamento foi integrado ao programa de capacitação do CPBS para aprimorar a percepção dos colaboradores quanto a riscos menos evidentes e desenvolver habilidades para a tomada de decisão rápida e eficaz diante de cenários adversos.

Figura 70. Aplicação Dojo de Percepção de Risco



Fonte: Arquivo pessoal do Autor

Figura 71. Aplicação Dojo de Percepção de Risco



Fonte: Arquivo pessoal do Autor

Figura 72. Aplicação Dojo de Percepção de Risco

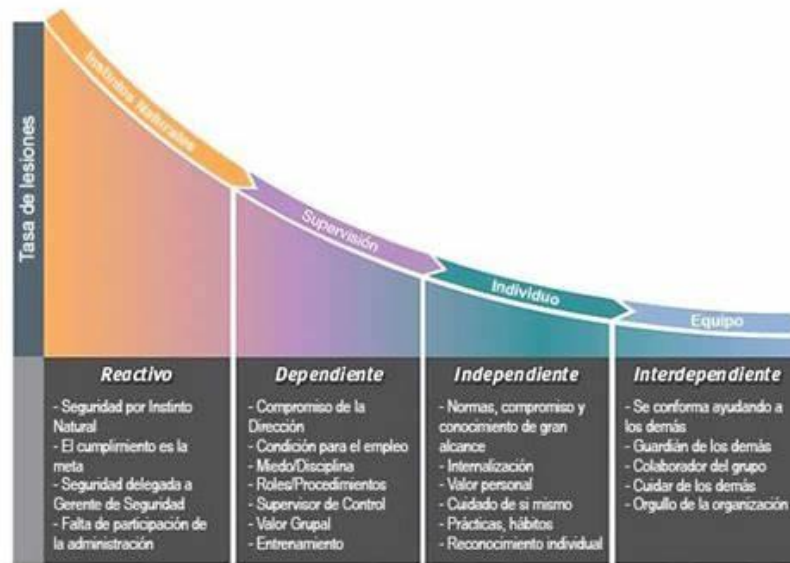


Fonte: Arquivo pessoal do Autor

A Curva de Bradley foi utilizada para avaliar a maturidade da percepção de risco dos trabalhadores antes e depois da aplicação dos treinamentos. A equipe foi classificada nos seguintes estágios:

- Dependente: Foco na obediência a regras e procedimentos sem percepção ativa de risco;
- Independente: Os colaboradores começam a identificar riscos por conta própria e a tomar medidas preventivas sem depender de ordens externas;
- Interdependente: Fase mais avançada, em que os trabalhadores colaboram ativamente para garantir a segurança de si mesmos e dos colegas.

Figura 73. Curva de Bradley



Fonte: <https://latoqualitas.com.br/2023/12/03/entendendo-a-curva-de-bradley-da-dupont-para-melhoria-da-seguranca-no-trabalho/>

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS DO OJT

O treinamento OJT forneceu uma base sólida para a evolução da cultura de segurança no CPBS. Antes da aplicação, a maioria dos trabalhadores estavam no estágio dependente da Curva de Bradley, confiando principalmente em procedimentos estabelecidos para evitar acidentes. Após o treinamento, observou-se que cerca de 65% dos colaboradores avançaram para o estágio independente, demonstrando maior consciência sobre os riscos associados às operações portuárias e uma postura proativa na mitigação desses riscos.

Figura 74. Check de inspeção OJT

CHECK DE INSPEÇÃO					
<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	6º Risco – Pannel elétrico sem cadeado.		Medida de controle	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	7º Risco – Mangueira no piso, risco de queda.		Medida de controle	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	8º Risco – Derramamento de óleo/graxa.		Medida de controle	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	9º Risco – Material no piso.		Medida de controle	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO	10º Risco – Comportamento seguro.		Medida de controle	<input type="checkbox"/>

Fonte: Arquivo pessoal do Autor

4.2 RESULTADOS DO DOJO DE PERCEPÇÃO DE RISCO

A implementação do Dojo de Percepção de Risco trouxe um avanço significativo na maturidade de segurança dos trabalhadores. O Dojo permitiu que os colaboradores experimentassem cenários reais de risco em um ambiente controlado, onde erros poderiam ser corrigidos sem consequências graves. Isso facilitou uma mudança comportamental notável, à medida que os trabalhadores começaram a identificar riscos mais sutis e a adotar uma abordagem mais colaborativa para a segurança.

Após a participação no Dojo, cerca de 25% dos trabalhadores progrediram para o estágio interdependente, conforme a Curva de Bradley, o que indica um desenvolvimento significativo na cultura de segurança. Esses colaboradores demonstraram uma preocupação genuína com a segurança dos colegas, comunicando-se de forma mais eficaz sobre possíveis riscos e adotando uma postura preventiva não apenas para si, mas para toda a equipe.

4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OJT E DOJO

A comparação entre o OJT e o Dojo revela que ambos os métodos desempenham papéis complementares na evolução da percepção de risco dos trabalhadores portuários, porém com abordagens distintas. O OJT, como um circuito de atividades práticas curtas, foi eficaz em capturar as reações imediatas dos trabalhadores diante de situações de risco. Esse formato de treinamento foi essencial para fornecer uma base sólida de conhecimento prático e avaliar a evolução do comportamento dos trabalhadores ao longo do tempo. A observação das reações dos participantes a cada tarefa permitiu um monitoramento contínuo da internalização das medidas de segurança. No entanto, o progresso para o estágio interdependente foi mais lento, dado que o OJT focou mais no desenvolvimento individual.

O Dojo de Percepção de Risco, por sua vez, ofereceu um ambiente intensivo e colaborativo, onde a percepção de risco foi desenvolvida de maneira acelerada, especialmente no aspecto coletivo da segurança. Ao enfrentar cenários críticos e de alto impacto, os trabalhadores puderam vivenciar situações de maior pressão e interdependência, o que os preparou para atuar em equipe na mitigação de riscos. O progresso para o estágio interdependente foi mais rápido, devido ao foco em situações que exigiam ação conjunta e comunicação clara entre os trabalhadores.

Ambas as abordagens, ao serem aplicadas conjuntamente, proporcionaram uma evolução equilibrada e eficaz da percepção de risco, tanto no nível individual quanto coletivo.

4.4 APLICAÇÃO DA CURVA DE BRADLEY

A utilização da Curva de Bradley no estudo permitiu uma visualização clara do avanço da percepção de risco dos trabalhadores. No início, 70% dos trabalhadores estavam no estágio dependente, 25% no estágio independente, e apenas 5% no estágio interdependente. Após os treinamentos de OJT e Dojo, observou-se que 60% dos trabalhadores estavam no estágio independente, enquanto 25% alcançaram o estágio interdependente.

Essa evolução indica um amadurecimento gradual da cultura de segurança no CPBS, reforçado pela combinação do treinamento tradicional de OJT e da abordagem prática do Dojo.

5 CONCLUSÃO

A percepção de risco dos trabalhadores portuários envolvidos na movimentação de minério de ferro no terminal CPBS foi substancialmente aprimorada com a aplicação de treinamentos OJT e Dojo de Percepção de Risco. A Curva de Bradley demonstrou que, enquanto o OJT foi eficaz na transição da equipe do estágio dependente para o independente, o Dojo foi crucial para acelerar o progresso dos colaboradores para o estágio interdependente, promovendo uma cultura de segurança compartilhada e colaborativa.

O uso combinado dessas metodologias oferece um modelo robusto para outras operações portuárias que buscam desenvolver uma cultura de segurança mais madura e resiliente, com foco tanto na prevenção individual quanto na proteção coletiva. O sucesso dessa abordagem no CPBS ressalta a importância de ambientes de treinamento imersivos e a necessidade contínua de reforçar práticas seguras no ambiente de trabalho.

REFERÊNCIAS

- DUPONT. Curva de Bradley: Evolução da Maturidade em Segurança. DuPont Safety Resources, 2001.
- KANEMOTO, T. Dojo: Aplicação do Pensamento Lean no Treinamento de Segurança no Trabalho. Revista de Gestão e Segurança Operacional, v. 14, n. 1, p. 34-42, 2016.
- SILVA, R. A.; SANTOS, L. P. Gestão de Riscos em Operações Portuárias. Revista Brasileira de Logística, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2019.

PORTO INDÚSTRIA VERDE: UMA PERSPECTIVA DO ESCOAMENTO DE CARGAS NA REGIÃO PORTUÁRIA

Sabrina Karla Rodrigues de Oliveira
FUNCITERN/SEDEC RN

Francisca Noeme Moreira de Araújo
FUNCITERN

Emília Dalva do Vale Casanova
SEDEC RN

Hugo Alexandre Meneses Fonseca
SEDEC RN

Resumo: Esse estudo aborda as perspectivas do escoamento de cargas e o diagnóstico logístico no estado do Rio Grande do Norte, com foco no projeto do *Porto Indústria Verde*, uma iniciativa do governo local. O objetivo principal do trabalho é analisar as condições logísticas para o escoamento de cargas na região, avaliando a infraestrutura dos modais de transporte necessários para a movimentação eficiente de mercadorias, especialmente em um contexto de transição energética e alinhamento às metas da *Agenda 2030 da ONU*. A metodologia utilizada foi uma pesquisa exploratória, com base em revisão bibliográfica e documental com uma análise de dados sobre a logística e a infraestrutura de transporte no estado. Foram coletadas informações a partir de estudos científicos e relatórios técnicos sobre a situação logística do RN. A abordagem qualitativa permitiu identificar os principais gargalos no escoamento de cargas, com foco nos modais rodoviário, ferroviário, aquaviário e aeroviário. Os resultados mostram que a infraestrutura logística no RN é inadequada para atender às demandas crescentes, especialmente nos setores econômicos ligados ao porto. O modal rodoviário, ainda que seja o mais utilizado, encontra-se em estado precário, com estradas que necessitam de melhorias para suportar o fluxo de cargas. O modal ferroviário está subutilizado, com ramais abandonados, enquanto o modal aquaviário, apesar do grande potencial, sofre com restrições de calado nos portos existentes. Já o modal aeroviário apresenta maior capacidade de movimentação de cargas, mas também carece de maior integração com outros modais. Conclui-se que o *Porto Indústria Verde* é uma solução estratégica para superar gargalos logísticos e promover o desenvolvimento econômico da região, especialmente no contexto de transição energética, com o Brasil se alinhando às metas globais de descarbonização. A implantação do porto proporcionará oportunidades de investimentos e melhorias na infraestrutura dos modais, otimizando o escoamento de cargas e fortalecendo o comércio internacional.

Palavras-chave: Porto Indústria Verde; Logística; Modais de transporte; Escoamento de cargas.

1 INTRODUÇÃO

Os meios de transportes no Brasil envolvem modais rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aeroviário, o modal rodoviário destaca-se como o mais utilizado para o transporte urbano e para o transporte de cargas. O referido modal se encontra em estado de saturação, o que o torna problemático para o transporte de cargas (Gomes & Silva, 2020). Apesar do Brasil produzir super safras, os modais não são interligados de forma eficiente para tornar o escoamento um processo mais dinâmico.

Diversos estudos científicos destacam obstáculos que limitam a capacidade logística do Brasil, especialmente autores como Branco *et al.* (2010) e Kawano *et al.* (2015) que apontam a precariedade da infraestrutura como um dos principais gargalos, enquanto outros, destacam as dificuldades na integração intermodal (Dalmas *et al.*, 2009; Ojima, 2006; Pontes *et al.*, 2009) e entraves regulatórios (Lacerda, 2005) também são amplamente discutidos na literatura.

De forma geral, o transporte rodoviário encontra-se sobrecarregado, principalmente a longas distâncias, em contrapartida o modal ferroviário opera abaixo de sua capacidade potencial e, além disso, a interligação entre os dois modais é insuficiente, prejudicando a intermodalidade e multimodalidade plenas. Essa saturação do sistema rodoviário impacta diretamente as exportações, uma vez que os portos brasileiros sofrem com atrasos frequentes (Gomes & Silva, 2020).

Entretanto, o modal marítimo tem características de grande capacidade para transportar cargas maiores, com economia de combustível e frete, além da baixa emissões de poluentes, mas ainda não é utilizado no Brasil com a devida frequência mesmo com a grande faixa litorânea disponível para facilitar a movimentação de cargas (Moura & Botter, 2011).

Em vista da agenda global de descarbonização do planeta, Agenda 2030 da ONU, um plano de ação está em prática para atingir até 2030 um mundo melhor para todos os povos e nações. Possui 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, um dos objetivos é proteger o planeta da degradação através do consumo responsável, produção e gestão sustentáveis dos recursos naturais e tomando medidas em relação as mudanças climáticas (Nações Unidas Brasil, 2020; GT Agenda 2030).

O Porto Indústria Verde surgiu como uma das soluções para o Brasil e foi idealizado para a transição energética, onde vários setores econômicos serão instalados com uma infraestrutura otimizada para o escoamento e movimentação de cargas. Esse estudo refere-se ao projeto Porto Indústria Verde, iniciativa do governo do estado do Rio Grande do Norte, com uma área de 13.300ha localizada, em sua maior parte, no município de Caiçara do Norte a 150 km de distância de Natal e abrange também os municípios de Galinhos e São Bento do Norte.

Essa pesquisa torna-se importante devido a transição energética que vem ocorrendo por meio da Agenda 2030 da ONU. A descarbonização é um dos objetivos centrais e consiste na adoção de uma série de medidas destinadas a diminuir as emissões de CO₂ geradas por atividades industriais (Romano *et al.*, 2021).

O Brasil, atualmente, insere-se nesse contexto, buscando alinhar suas atividades portuárias às recomendações do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), com investimentos em alternativas mais sustentáveis e de menor impacto ambiental (Brasil, 2023).

Uma das iniciativas é produzir combustíveis alternativos com baixo teor de carbono, como biocombustíveis e combustíveis sintéticos, o emprego de fontes

renováveis, como o hidrogênio verde em motores e geradores, além da energia eólica offshore, a redução da velocidade de navegação, e, mais recentemente, a implementação de rotas entre portos que possuem tecnologia para promover uma navegação com emissão zero de gases de efeito estufa (GEE), conhecidos como Corredores Verdes (Müller-Casseres *et al.*, 2021; Squadrito *et al.*, 2023; United Kingdom, 2023; Vieira *et al.*, 2022).

Além disso, ainda se justifica por mostrar a necessidade de detalhamento da cadeia logística do escoamento de cargas e a relação com os modais. Essa ideia surgiu por saber que o Brasil passa por problemas logísticos de cargas, falta investimentos em estradas para os transportes rodoviário, marítimo e ferroviário, estradas em más condições, sendo a principal via de traslado de cargas, o que interfere no prazo de entregas e em toda cadeia logística (Queiroz, 2017).

Do ponto de vista estratégico e econômico, o Porto é uma opção viável para que o escoamento de mercadorias seja realizado para não ter atrasos nas entregas e para ter oportunidades de melhorias. Além disso, contribui para a produção de conhecimento científico na área de logística portuária.

Logo, o objetivo dessa pesquisa é analisar a perspectiva de escoamento de cargas e a sua relação com a infraestrutura dos modais de transportes necessários para a movimentação do Porto Indústria Verde.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LOGÍSTICA

A logística abrange a integração de dados, transporte, estoque, armazenamento, manuseio de materiais e embalagem. Todas essas áreas que envolvem atividades logísticas proporcionam uma vasta gama de tarefas desafiadoras. Quando combinadas, essas funções tornam o gerenciamento integrado da logística uma carreira desafiadora e gratificante (Bowersox & Closs, 2007).

Diante da globalização, essa área está cada dia se desenvolvendo mais, Pissinelli (2016) aborda que a internacionalização das indústrias aumenta a importância da logística pois envolve grandes custos principalmente em relação ao transporte que possui gastos significativos na logística.

Para Castro (2019), a logística vem se adaptando as necessidades da Indústria 4.0, oferecendo maior rastreabilidade, conexões e transparência para toda à rede. Com a presença da tecnologia, aliada a quarta fase da logística, onde o foco está na visão global e das redes de suprimentos. Desta forma, assumindo não só o papel operacional, como também de gestão de informações.

2.2 INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE

A infraestrutura de transporte é composta por vias de acesso de veículos e unidades organizacionais que oferecem serviços de transporte, seja para uso próprio ou para terceiros, sendo que, no segundo caso, há uma cobrança de taxa de serviço. A natureza dessa infraestrutura também determina uma série de características econômicas e legais que variam de acordo com cada sistema modal ou multimodal. O sistema modal refere-se à forma básica de transporte (Bowersox & Closs, 2007).

O objetivo fundamental dos transportes é garantir o deslocamento de produtos, sejam eles materiais, componentes, produtos em processo ou acabados, como um dos principais objetivos a transferência de estoques para destinos específicos. Vale

ressaltar que o desempenho e a melhoria contínua dos transportes são essenciais para as compras, a produção e o atendimento ao cliente, o que evidencia o valor central dos transportes: a movimentação de produtos ao longo de toda a cadeia de suprimentos (Fernandes, 2012).

Os tipos de modais de transportes mais básicos são: rodoviário, ferroviário, aquaviário e aeroviário.

- Ferroviário – o transporte ferroviário possui a capacidade de transportar grandes volumes a um custo reduzido em longas distâncias. Esse modal é adequado para diversos tipos de produtos e não sofre interferência das condições climáticas. Além disso, tem um impacto ambiental menor em termos de emissão de poluentes. Comparado a outros modais, apresenta um custo de frete inferior, com menor incidência de roubos e acidentes. No entanto, possui limitações, como a falta de flexibilidade de rotas e a necessidade de integração com outros modais para carregar ou descarregar. Também depende da existência de uma malha ferroviária e pode ser limitada pela incompatibilidade de bitolas entre ferrovias (Gomes & Silva, 2020).

- Aeroviário - o transporte aéreo é utilizado para cargas de alto valor agregado, com volumes menores e entregas que exigem prioridade ou urgência. É o modal mais recente, porém o menos utilizado, apesar de ser o mais rápido. Sua principal limitação é a baixa capacidade de carga, além do frete mais elevado em relação a outros modais (Fernandes, 2012).

- Aquaviário - o modal aquaviário compreende o transporte de mercadorias por via marítima, tanto em rotas internacionais entre portos quanto em operações de cabotagem. No Brasil, esse modal é amplamente utilizado em processos de importação e exportação, embora os portos nacionais enfrentem desafios estruturais e, em alguns casos, problemas de calado que dificultam o recebimento de grandes embarcações (Fernandes, 2012).

- Rodoviário - o transporte rodoviário é realizado por veículos que circulam em rodovias, representando a maior parte do transporte de mercadorias no Brasil. O país depende fortemente deste modal, e o bom funcionamento da logística nacional está atrelado ao uso de caminhões. Isso resulta em uma dependência excessiva desse modal, o que impacta a manutenção e os investimentos na infraestrutura rodoviária (Fernandes, 2012).

2.3 PANORAMA DA INFRAESTRUTURA DO RIO GRANDE DO NORTE

De acordo com dados da FIERN, a infraestrutura do RN ainda é inadequada para atender à economia do estado. A necessidade de investimentos é cada vez maior, principalmente em ferrovias e rodovias, que desempenham papéis cruciais no transporte de cargas.

As rodovias são utilizadas em larga escala para grandes cargas, porém enfrentam desgastes acelerados devido ao intenso fluxo de veículos. Já as ferrovias, apesar de sua essencialidade para o transporte de cargas pesadas, como minério de ferro, ainda são pouco utilizadas devido a sua estrutura precária. Ambos os modais são parte da estratégia de desenvolvimento econômico do RN, promovendo a integração física potiguar e escoando a produção.

Por outro lado, os portos do Rio Grande do Norte enfrentam restrições de calado, tendo como solução a criação do novo porto offshore (Porto Indústria Verde) em uma área da costa que permita o acesso de grandes navios.

Grandes cargas chegam através dos portos do RN mas ainda tem uma baixa produtividade. O aeroporto internacional em São Gonçalo do Amarante, na Região

Metropolitana de Natal, possibilita a ampliação da capacidade rapidamente e promove a intermodalidade com ferrovias e rodovias, além de sua proximidade com a Zona de Processamento de Exportação de Macaíba (ZPE). A combinação de aeroportos e portos é fundamental para intensificar a conexão entre os principais polos regionais do Estado, segundo dados da FIERN.

3 METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma pesquisa exploratória por ter a finalidade de proporcionar mais informações sobre o assunto, possibilitando explorar mais um problema pouco delineado. Assume, em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso. Possui o foco em analisar sob que ótica o fenômeno está sendo observado, logo não se tem uma teoria em particular para ser testada ou descoberta, podendo revelar novos aspectos (Ganga, 2011; Prodanov & Freitas, 2013).

A abordagem adotada é qualitativa trazendo informações relevantes sobre o escoamento de cargas de forma mais abrangente na perspectiva dos órgãos oficiais. Nesse tipo de abordagem, a realidade subjetiva dos indivíduos envolvidos na pesquisa é considerada relevante e contribui para o desenvolvimento da pesquisa. Essa abordagem difere da abordagem quantitativa pelo fato de não utilizar dados estatísticos como o centro do processo de análise de um problema, não tendo, portanto, a prioridade de numerar ou medir unidades. Os dados coletados nessas pesquisas são descritivos, retratando o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada (Cauchick Miguel, 2012; Prodanov & Freitas, 2013).

O procedimento de coleta de dados foi a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental. A primeira remete a material já publicado como publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, monografias, dissertações, teses, internet, com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o assunto da pesquisa (Ganga, 2011; Prodanov & Freitas, 2013).

Já a pesquisa documental baseia-se em materiais que não receberam ainda um tratamento analítico ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa. Nessa tipologia de pesquisa, os documentos são classificados em documentos de segunda mão que, de alguma forma, já foram analisados, tais como: relatórios de pesquisa, relatórios de empresas, tabelas estatísticas, entre outros (Prodanov & Freitas, 2013). Os dados foram obtidos por meio de relatórios técnicos não publicados de fontes oficiais do Estado para o levantamento das informações dos resultados.

4 PERSPECTIVAS E DISCUSSÕES

4.1 PANORAMA LOGÍSTICO DO RN E OS PRINCIPAIS SETORES ECONÔMICOS LIGADOS AO PORTO INDÚSTRIA

A área do Porto Indústria Verde estará localizada nos municípios de Caiçara do Norte, São Bento do Norte e Galinhos, que fazem divisa com os municípios de Guamaré, Jandaíra, Parazinho e Pedra Grande. Essa região possui como principais atividades econômicas a pesca artesanal, energia eólica, sal, óleo e gás, aquicultura e carcinicultura, e o turismo na cidade de Galinhos.

Os setores destaques no Porto serão: fruticultura, sal, mineração, pesca, óleo e gás, energia eólica, hidrogênio verde e amônia verde.

O quadro 1 faz um relação dos setores econômicos do Rio Grande do Norte e o escoamento de cargas através dos modais de transporte.

Setor Econômico	Modal de Transporte até o Porto	Região Produtora	Porto - Exportação
Fruticultura	Rodoviário e cabotagem (poucas vezes)	Polo de Mossoró, Tibau, Baraúna, Upanema, Governador Dix-Sept Rosado, Apodi, Afonso Bezerra e Jandaíra	Mucuripe e Pecém (Ceará)
Salineiro	Rodoviário e marítimo (poucas vezes)	Grossos, Areia Branca, Mossoró, Porto do Mangue, Macau, Guamaré e Galinhos	Porto Ilha (Areia Branca)
Mineração	Rodoviário	Assú, Mossoró, Ipanguaçu, Macaíba, São Gonçalo, Jandaíra, Jucurutu, Cruzeta, Governador Dix-Sept Rosado, Carnaubais, Messias Targino, Apodi e Currais Novos	Porto de Recife, Fortaleza e Natal
Pesca	Aéreo e marítimo		Porto do Ceará e Porto de PE
Óleo e Gás	Rodoviário	Afonso Bezerra, Alto do Rodrigues, Apodi, Areia Branca, Assú, Caraúbas, Carnaubais, Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado, Guamaré, Macau, Mossoró, Pendências, Porto do Mangue, Serra do Mel e Upanema	
Energia Eólica	Rodoviário	João Câmara, Parazinho, Serra do Mel, São Bento do Norte, Pedra Grande, São Miguel do Gostoso, Bodó, Guamaré, Jandaíra, Areia Branca, Ceará-Mirim, Touros, Lagoa Nova, Galinhos, Rio do Fogo, Macau, Jardim de Angicos, Cerro Corá, Tenente Laurentino Cruz, Santana do Matos e Brejinho.	

Quadro 1. Relação dos setores econômicos e os modais de transporte
Fonte: Elaboração própria (2024). Adaptado Creation, 2023.

Nota-se no quadro 1 que a malha ferroviária não é citada já que é pouco utilizada para grandes cargas. O principal modal continua sendo o rodoviário.

A situação dos modais de transporte que irão a ligar as cidades adjacentes ao Porto está da seguinte forma:

- **Rodoviário:** A malha rodoviária do RN é densa com quase 22.000 km, somando vias municipais, estaduais e federais, em sua maior parte são rodovias municipais, entretanto as estaduais e federais têm maior relevância.

- Situação atual da malha de transporte e a infraestrutura para o escoamento de cargas

O acesso rodoviário para o Porto Indústria no município de Caiçara do Norte poderão ser feitas através da rodovia estadual RN-221 interligando a região de Galinhos a São Bento do Norte, e pela RN-120, ligando São Bento do Norte e Caiçara do Norte, que dá acesso a RN-221. A rodovia federal mais próxima é a BR-406, que faz intersecção com a RN-129 e a RN-402, esta dá acesso a RN-221. A figura 1 mostra os acessos por meio rodoviário.



Figura 1. Acesso rodoviário para o Porto Indústria

Fonte: Creation (2022)

A rodovia federal BR-406 se encontra bem conservada, de mão dupla e com acostamento. A rodovia estadual RN-120, que corta várias cidades e comunidades que possuem parques eólicos *onshore* tem características de mão dupla, pavimentação em bom estado, porém alguns trechos com acostamento estão sem asfalto.

A rodovia estadual RN-221 é de mão única, sem asfalto, apenas de terra, no meio da vegetação. O que demonstra uma abertura para melhorias de infraestrutura nesse acesso. A Figura 2 apresenta como está essa rodovia estadual.



Figura 2. Rodovia estadual RN-221

Fonte: Creation (2022)

Considera-se, portanto, que a rodovia estadual RN-221 é a que precisa de maiores investimentos para dar suporte ao escoamento de cargas do porto e para o porto, visto que não é asfaltada.

- **Ferroviário:** A malha ferroviária do RN tem uma extensão de 412 km e 56 km para os trens urbanos. A maior parte da extensão não é utilizada pela falta de conservação. No estado, o sistema ferroviário não realiza o transporte de mercadorias, a utilização é realizada apenas para passageiros na grande Natal.

Atualmente, não existe acesso por ferrovias até a área destinada a construção do Porto-Indústria Verde. Por esse motivo, há a necessidade de reativar o ramal que chegava até a cidade de Macau e construir um acesso ferroviário para conectar até a área do complexo portuário.

A situação das ferrovias é uma fraqueza para escoamento das cargas no Estado. Na visão até 2035, o plano estratégico do Desenvolvimento econômico do Rio Grande do Norte (2016 – 2035) apresenta o investimento na ampliação da malha ferroviária. No entanto, é necessário um planejamento para ampliação ferroviária com a conexão ao porto-indústria. Isso é um fator crítico para o desenvolvimento econômico do RN, a médio e longo prazo (Pereira, Darriba, & Nogueira, 2017).

A perspectiva é que a Ferrovia Transnordestina seja reativada para dar novos acessos aos municípios do interior do estado, inclusive dar suporte ao complexo portuário que será instalado.

A ferrovia Transnordestina é uma via considerada essencial para a integração econômica e social da região Nordeste e pretende integrar a antiga malha nordeste da Rede Ferroviária Federal (RFFSA), hoje concedida à Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN), segundo a AECIPP (2020).

- **Marítimo:** O sistema portuário do estado encontra-se com três portos marítimos: Porto organizado de Natal, Porto Ilha e o Terminal de Guamaré.

O Porto de Natal é utilizado para cargas gerais, mas principalmente para a exportação de frutas e rochas (quartzitos) e cabotagem de cargas em contêiner. Com o fim das reformas, ampliou sua capacidade de movimentação de cargas para 1 milhão de toneladas/ano, além de contar com o terminal de passageiros capaz de receber navios com até 3 mil pessoas.

O Porto Ilha de Areia Branca é um porto offshore especializado no escoamento do sal marítimo produzido no noroeste do Estado, correspondente a 95% da produção nacional. Tem capacidade para movimentar 3,4 milhões de toneladas de sal por ano.

O Porto de Guamaré é utilizado exclusivamente para embarque e desembarque de pequenas e médias cargas usadas pela Transpetro na operação da refinaria Clara Camarão.

Os portos de Natal e Areia Branca são administrados pela Companhia Docas do Rio Grande do Norte (CODERN), enquanto o Porto de Guamaré é administrado pela Transpetro.

A produção pesada do Rio Grande do Norte, como os minérios, poderá ser escoada de modo estratégico através do norte do Estado, através do novo Porto para granéis.

O acesso marítimo para o novo Porto terá algumas vantagens pela localização e pela profundidade superior em comparação aos portos vizinhos, todos os berços possuem a mesma profundidade considerada para o canal de acesso: 17 metros.

De acordo com as cartas náuticas disponibilizadas pela Marinha do Brasil, a área de Caiçara do Norte apresenta variações e aumenta sua profundidade, conforme vai se distanciando da costa.

O porto-indústria irá apresentar uma infraestrutura marítima adequada para atender os setores previstos (eólica; mineração; hidrogênio verde; contêiner; veículos), composta por 4 cais, 1 píer e 11 berços. Além dos berços e das estruturas de cais, a área interna do porto possui uma área de espera para embarcações e uma bacia de evolução para manobra das embarcações com 600 metros de diâmetro.

Para o setor offshore, será necessário um cais que suporte o peso dos guindastes e de todos os componentes de uma turbina. Outros portos precisariam reforçar o cais para atender a movimentação desses componentes específicos. Diante disso, o porto-indústria verde tem vantagem, visto que sua infraestrutura de cais e armazenagem já serão adequados, desde a concepção, para suportar essas cargas.

- **Aeroviário:** O sistema aeroportuário potiguar conta com 5 aeródromos públicos, 5 aeródromos privados e 2 helipontos.

Os principais aeroportos de cargas são: Aeroporto Internacional Augusto Severo, Aeroporto Internacional Governador Aluizio Alves, Aeroporto Dix-Sept Rosado.

O Aeroporto Augusto Severo, localizado na cidade de Parnamirim, envia cargas para os estados da Bahia, Ceará, Distrito Federal, Minas Gerais, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Sergipe e São Paulo com uma média de quase 8 milhões de toneladas de cargas (Pereira, Darriba, & Nogueira, 2017).

O Aeroporto Internacional Governador Aluizio Alves está localizado no município de São Gonçalo do Amrante possuindo uma média de 11 milhões de toneladas de cargas movimentadas para outros estados do Brasil e para o exterior (Pereira, Darriba, & Nogueira, 2017).

Além deles, o Aeroporto Dix-Sept Rosado localizado no município de Mossoró conta com uma movimentação de cargas para o Aeroporto de Guarulhos/SP, Aeroporto Augusto Severo/RN, Aeroporto Pinto Martins/CE, Aeroporto do RJ e Aeroporto Eduardo Gomes/AM (Pereira, Darriba, & Nogueira, 2017).

A integração modal ainda está em desenvolvimento pelos órgãos competentes com o objetivo de garantir a fluidez do transporte intermodal. A região do porto será acessada por meio rodoviário através da rodovia estadual RN-221, que liga a região de Galinhos a São Bento do Norte, e a RN-120, interligando São Bento do

Norte e Caiçara do Norte. Com a construção, será necessário melhorias das rodovias e implementação de ferrovias integradas para adequado escoamento de cargas.

4.2 IMPACTOS POSITIVOS COM A ABERTURA DO PORTO INDUSTRIA VERDE

Com a operacionalização do Porto Indústria os vários setores econômicos do RN serão beneficiados com a quantidade de empregos gerados, implantação de fluxos logísticos melhores, além de proporcionar o fortalecimento do comércio internacional.

4.2.1 Economia e novos investimentos

A crise energética em vários países está incentivando a exploração de novas fontes renováveis e investimentos em regiões de grande potencial de geração de energias renováveis, como o Brasil. Essa situação cria uma chance de atrair investimentos e impulsionar a industrialização do setor de energias renováveis do Brasil, em particular do Rio Grande do Norte, que possui um significativo potencial para a produção de energia eólica onshore e offshore, fabricação de hidrogênio verde e vários produtos Power-to-X.

Com a disponibilidade de fundos internacionais para negócios em economia verde, amplia-se o número de investidores interessados na área, conseqüentemente potencializa-se o surgimento de novos negócios para o porto.

Outro fator impactante é o custo nivelado de energia eólica offshore (LCOE) que teve redução significativa nos últimos anos. Essa redução de custos atrai investidores gerando novas oportunidades e investimentos. O hidrogênio verde também apresenta perspectiva de redução do seu LCOH, que é o custo nivelado de hidrogênio, à medida que a eletricidade renovável decai o preço. O Brasil tem perspectiva de ter o menor custo nivelado de hidrogênio do mundo em 2050. Com essas diminuições, a projeção é que outros custos como o da produção de e-metanol também reduza. (Creation, 2023)

4.2.2 Crescimento industrial e geração de emprego e renda

Há perspectiva de crescimento de produção e exportação nos diversos setores potenciais nos próximos anos. A cadeia de minério estima uma produção inicial de 2 milhões de toneladas ao ano durante 17 anos, seguindo por um crescimento previsto de 6 milhões de toneladas de produção ao ano com duração de 30 anos. A fruticultura também prevê um crescimento da produção, impulsionada pela realização de investimentos complementares à transposição do rio São Francisco, como a construção de açudes e adutoras e o aumento das áreas irrigadas.

Em razão de ser um grande produtor de sal, matéria prima para a produção de cloro-soda, há oportunidade de atração e crescimento da indústria cloro química.

Há oportunidade de novos negócios e de crescimento da movimentação de cargas no porto em razão de uma implementação de política industrial adequada do estado do RN, do desenvolvimento industrial metal-mecânica no estado e do desenvolvimento de indústria de bens de capital (fábrica de máquinas e equipamentos).

E ainda terá aumento no número de emprego, pois o porto atuará como um catalisador na geração de empregos diretos e indiretos, temporários e permanentes, com uma estimativa de gerar 25 mil empregos diretos e indiretos nos 4 primeiros anos

de operação do porto e, a partir do quinto ano de operação, cerca de 50 mil empregos (Creation, 2020).

4.2.3 Fluxos logísticos otimizados e fortalecimento do comércio internacional

Em decorrência da construção do Porto, os fluxos logísticos serão otimizados, as vias rodoviárias serão duplicadas e recapeadas, as ferrovias serão conectadas novamente para dar vazão a cargas pesadas e as vias marítimas, pela localização estratégica irá atender o mercado interno e mercado internacional.

Com uma localização geográfica privilegiada, próxima aos países de outros continentes como da África, Europa e América do Norte se torna uma vantagem para fortalecer o comércio internacional

A parceria da África-China-RN para exportação de produtos do Brasil (RN) para países da África é impulsionada pela capacidade produtiva e pela localização estratégica do RN com o continente africano, o que torna o porto indústria estratégico para impulsionar os negócios da China na África.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa apresenta um projeto de alta importância estratégica e econômica para o estado do Rio Grande do Norte. O Porto Indústria Verde será o marco principal do escoamento de cargas, sua criação surge como uma solução viável para melhorar a eficiência do escoamento de mercadorias, especialmente em setores como fruticultura, mineração e energia eólica, alinhando-se às metas de transição energética e sustentabilidade. A localização estratégica irá facilitar o acesso a grandes rotas marítimas, reforçando sua relevância no cenário econômico e logístico nacional.

Além de trazer soluções viáveis para os problemas de infraestrutura, o projeto Porto Indústria Verde também proporcionará novas oportunidades de investimentos e geração de empregos, fortalecendo a economia local e a integração comercial com mercados internacionais.

Para estudos futuros, será pertinente investigar como a integração modal pode ser otimizada para garantir que o porto alcance seu potencial máximo. A análise do impacto econômico de longo prazo, após a implantação do porto, e a avaliação de tecnologias sustentáveis que possam ser aplicadas à logística portuária também são áreas que merecem maior aprofundamento.

REFERÊNCIAS

Aecipp - Associação das Empresas do Complexo Industrial e Portuário do Pecém. (2020). Disponível em: <https://www.aecipp.com.br/pt-br/noticias/rn-tera-nova-chance-na-transnordestina>.

Bowersox, D. J., & Closs, D. J. (2007). *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos* (5. ed.). São Paulo: Atlas.

Brasil. (2023). *Projeto de Lei Nº 2.308. Dispõe sobre a definição legal de hidrogênio combustível e de hidrogênio verde*. Brasília: Câmara dos Deputados. Disponível em:

<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=235960>

- Cauchick Miguel, P. A. (Coord.). (2012). *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações* (2ª ed.)21. Elsevier Editora Ltda.
- Creation. (2023). Grupo de Pesquisa: Inovação de Produtos e Processos – Energias Renováveis. *Estudos econômicos, ambientais e da cadeia de valor para o desenvolvimento tecnológico da infraestrutura portuária para o setor eólico offshore e múltiplos usos do estado RN* [Relatório técnico não divulgado]. UFRN/ SEDEC RN.
- Fernandes, K. dos S. (2012). *Logística: fundamentos e processos* (1. ed. rev.). Curitiba, PR: IESDE Brasil.
- Fiern - Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://www.fiern.org.br/infraestrutura/>.
- Ganga, G. M. D. (2011). *Metodologia Científica e Trabalho de Conclusão de Curso (TCC): um guia prático de conteúdo e forma*. UFSCAR.
- Gomes, R.; & Silva, L. S. R. (2020). *Gargalos ferroviários: a logística no escoamento da safra agrícola para o Porto de Santos*. In: *Engenharia de produção: tecnologia e inovação no setor produtivo* (1. ed., p. 148-167). DOI: 10.37885/200800864.
- GT Agenda 2030. Disponível em: <https://qtagenda2030.org.br/agenda-pos-2015/>
- Moura, D. A., & Botter, R. C. (2011). *O transporte por cabotagem no Brasil: potencialidade para a intermodalidade visando a melhoria do fluxo logístico*. Produção Online: Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção, 11(2), 595-617.
- Pereira, D. C., Darriba, G. G., & Nogueira, G. M. F. (2017). *Plano de micrologística do transporte de cargas do RN: Eixos integrados de desenvolvimento*. EGRN.
- Pissinelli, G. J. (2016). *Decisão multicritério aplicada à análise para localização de terminal intermodal*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Limeira.
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. de. (2013). *Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico* (2ª ed.)1. Novo Hamburgo, RS: Feevale.
- Queiroz, T. (2017). *Intermodalidade é uma necessidade e não uma opção, afirma gerente da ANTT*. Disponível em: <https://www.abtc.org.br/index.php/noticias-do-evento/item/4324-intermodalidade-e-uma-necessidade-e-nao-uma-opcao-afirma-gerente-da-antt>.

Romano, A. *et al.* (2021). *Decarbonisation of shipping: a state of the art survey for 2000-2020*. *Ocean & Coastal Management*, 214, 105936. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2021.105936.

United Kingdom. COP 26: *Clydebank Declaration for green shipping corridors*. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/cop-26-clydebank-declaration-for-green-shipping-corridors/cop-26-clydebank-declaration-for-green-shipping-corridors>.

Vieira, G. T. T. *et al.* (2022). *Optimized configuration of diesel engine-fuel cell-battery hybrid power systems in a platform supply vessel to reduce CO2 emissions*. *Energies*, 15(6), 2184. DOI: 10.3390/en15062184.

PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DE GESTÃO POR PROCESSOS EM UNIDADE DE SEGURANÇA SOB O ISPS-CODE

Amaro José Assunção de Miranda
Companhia Docas do Pará

Resumo: O ISPS-Code é um protocolo estabelecido pela IMO – Organização Marítima Internacional, órgão integrante da Organização das Nações Unidas – ONU, destinado a promover medidas protetivas em embarcações e instalações portuárias integradas ao comércio internacional de mercadorias e transporte de passageiros. A CONPORTOS – Comissão Nacional de Segurança Pública nos Portos, Terminais e Vias Navegáveis entidade governamental brasileira subordinada ao Ministério da Justiça é a responsável pela regulação, gestão e fiscalização da aplicação dos protocolos do ISPS-Code nas instalações portuárias no Brasil, para tanto a CONPORTOS, entre outras medidas, forma gestores (Supervisores de Segurança Portuária) e auditores para atuarem na operacionalização e fiscalização do ISPS-Code nestas instalações. Os protocolos do ISPS-Code ou as diretrizes da CONPORTOS, entretanto, não determinam um modelo gerencial específico para se adotar na gestão do sistema de segurança das instalações portuárias, então cada unidade de segurança desenvolve a gestão de seu sistema de proteção de acordo com as políticas e diretrizes estipuladas pelas diretorias de suas organizações. Este estudo, portanto, oferece a possibilidade de um gestor de uma unidade de segurança regida pelos protocolos do ISPS-Code adotar um modelo gerencial no seu trabalho baseado em premissas amplamente testadas em grandes organizações com notório sucesso, chamado Gestão por Processos, como forma de alinhar e incorporar os objetivos do ISPS-Code aos objetivos dos negócios da empresa, partindo da compreensão de conceitos fundamentais de gestão, de um fluxo de tarefas de implantação, de um elenco de formulários específicos e ainda de um esboço de plano de ação a fim de estabelecer um paradigma gerencial eficaz e replicável na sua unidade de segurança. Naturalmente, por se tratar de um projeto, a implantação da Gestão por Processos, estará completamente pautada nos princípios técnicos da disciplina Gestão de Projetos.

Palavras-chave: Gestão por Processos, de Projetos, Implantação, ISPS-CODE.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O ISPS-Code (*International Ship and Port Facility Security Code*) é um protocolo desenvolvido pela IMO – *International Maritime Organization*, órgão integrante da ONU – Organização das Nações Unidas, que está incorporado na Convenção SOLAS e que se destina a promover medidas protetivas em embarcações e instalações portuárias integradas ao comércio internacional de mercadorias e transporte de passageiros. O Brasil como membro da ONU é signatário da Convenção SOLAS e, por conseguinte, todas as embarcações e instalações portuárias brasileiras integrantes da rede de comércio internacional devem, por força de lei, manter um sistema de segurança baseado nos requisitos emanados do ISPS-Code.

A CONPORTOS – Comissão Nacional de Segurança Pública nos Portos, Terminais e Vias Navegáveis e suas seccionais CESPOTOS - Comissão Estadual de Segurança Pública nos Portos, Terminais e Vias Navegáveis são as entidades governamentais subordinadas ao Ministério da Justiça responsáveis pela regulamentação, implantação, gestão e fiscalização dos protocolos do ISPS-Code no Brasil. As diretrizes oriundas destas duas comissões sobre o ISPS-Code são internalizadas nos portos, em última instância, através do “Plano de Segurança”, documento que descreve as estratégias e as táticas a serem operacionalizadas nas instalações portuárias a fim de assegurar a integridade dos bens e das pessoas envolvidas na atividade de comércio exterior.

Todavia, as diretrizes da CONPORTOS ou os protocolos do ISPS-Code não especificam um modelo gerencial que deva ser adotado na gestão dos procedimentos de proteção descritos no Plano de Segurança, assim cada unidade de segurança desenvolve a gestão de seu sistema de proteção de acordo com as políticas e diretrizes estipuladas pela direção de suas organizações, sendo esta responsabilidade atribuída ao Supervisor de Segurança Portuária.

A razão deste ensaio é apresentar uma maneira de aplicar a tecnologia chamada Gestão por Processos no gerenciamento de uma unidade de segurança portuária, como forma de alinhar os objetivos do ISPS-Code aos objetivos da companhia e de fornecer aos gestores da unidade de segurança um sistema de gestão moderno e eficaz, a fim de otimizar a fiscalização e a operacionalização das medidas de proteção em suas instalações.

Há fontes em abundância tratando das teorias de Gestão por Processos, por isso terei de ser cirúrgico para escolher o que for imprescindível, eficaz e de baixo volume para elaborar um referencial teórico que conduza verticalmente a linha da construção do conhecimento do gestor de unidade de segurança até ao plano de ação genérico para ser personalizado aos moldes do seu departamento.

Assim a linha de abordagem do tema começará no referencial teórico com as definições de processo, de gestão, de controle e análise de processo e do método de gestão PDCA, o qual será a âncora para a prática da Gestão por Processos que é o objetivo principal desta empreitada e em sequência trataremos sobre os fundamentos de Gestão de Projetos que permitirá a conformação de um plano de ação para aumentar as chances de a implantação alcançar os resultados pretendidos.

1.2 A GESTÃO POR PROCESSOS

A Gestão por Processos é um método de reconhecimento internacional que tem por objetivo primordial realizar o controle de processo, na forma que conceituaremos mais adiante. É uma metodologia empregada atualmente em inúmeras instituições do governo brasileiro, tendo como núcleo de difusão nacional a ENAP – Escola Nacional de Administração Pública que tornou esta tecnologia um paradigma gerencial da coisa pública no Brasil. A exemplo disso, uma simples pesquisa do verbete “Manual de Gestão Por Processo” na web retornará com inúmeros endereços de instituições públicas tratando do assunto.

A Gestão por Processos ganhou notoriedade e confiabilidade no âmbito organizacional não só por proporcionar oportunidades de melhorias em vários aspectos nas organizações, mas também por se apoiar solidamente nas facilidades que dispõe a tecnologia da informação, fato que acrescenta um salto de eficiência na realização dos procedimentos. A comprovação disso é que o mercado oferece inúmeras plataformas digitais para a implantação da Gestão por Processos que são perfeitamente adaptáveis às particularidades de qualquer organização usuária.

O Poder Executivo mantém a Gestão por Processos na administração direta e indireta, onde as fundações, autarquias, empresas públicas e empresas de economia mista são orientadas a reformar as estratégias e operações do “negócio” através desta ferramenta, inclusive a própria Companhia Docas do Pará teve sua organização interna e seu planejamento estratégico, há algum tempo, reformulados e reorientados para os princípios da Gestão por Processos.

Ferreira (2013) assim define Gestão por Processos:

“A gerência de processos pode ser definida como o conjunto de ações sistemáticas, baseadas em métodos, técnicas e ferramentas de análise, modelação e controle, que permitem manter estável a rotina e implantar melhorias na qualidade dos processos.”

Esta definição descreve claramente duas linhas de ação gerencial:

- a primeira é *“manter estável a rotina”* a qual carrega consigo o significado de repetir do mesmo modo e continuamente as tarefas a fim de obtermos sempre os mesmos resultados, redundando em um estado de previsibilidade para o processo, situação que garante a capacidade dele em atender as necessidades dos clientes.
- a segunda, não menos importante, é *“implantar melhorias”*, significando aperfeiçoar a qualidade dos processos internos, no sentido amplo do termo, contínua e escalonadamente levando-os a atingirem um estado de competitividade necessária e suficiente para se adaptar às constantes evoluções das necessidades dos clientes, resultando, por fim, a garantia da sobrevivência da empresa no mercado.

Assim, vejo que a definição elaborada por Ferreira (2013) está plenamente alinhada às perspectivas teóricas de Campos (1989) que denominou as duas linhas de ação gerencial citadas acima de “Rotina” e “Melhorias” respectivamente, dessa forma:

“Gerenciar uma empresa no CQTE (Controle da Qualidade Tota na Empresa) significa conduzir simultaneamente duas ações básicas: Rotina e Melhorias...”

Nesta proposição, Campos (1990) restringiu sua afirmação a um tipo de tecnologia organizacional, todavia, como comentarei no Referencial Teórico, ela tem valor e aplicação geral sobre a atividade de gerenciamento corporativo.

1.3 VANTAGENS DA GESTÃO POR PROCESSOS

Ferreira (2013) elenca as seguintes vantagens da prática da Gestão por Processos

- *a organização desenvolve-se além do seu desempenho básico;*
- *direciona os esforços para resultados, por meio da melhoria efetiva dos processos essenciais;*
- *mudança cultural (de visão por função para visão do todo);*
- *facilita a gestão do conhecimento organizacional;*
- *permite a compreensão de como as coisas são feitas na organização, revelando problemas, estrangulamento e ineficiências;*
- *redução de custos (retrabalho e problemas logísticos, por exemplo) e conflitos;*
- *aumento da satisfação dos clientes ou usuários (cidadãos e colaboradores);*
- *concentra o foco no que realmente interessa;*
- *facilita a gestão das competências;*
- *proporciona flexibilidade organizacional (descentralização, organização em rede, alianças estratégicas entre organizações).”*

A implantação da Gestão por Processos numa empresa é aderente a qualquer modelo de gestão estratégica que busque o incremento da performance organizacional, por exemplo, se esse modelo for o Balanced Scorecard - BSC que tem ações estratégicas focadas nas áreas de Clientes, Processos, Finanças e Pessoas, os impactos positivos da Gestão por Processos acontecerão nestas quatro perspectivas, como mostro no quadro a seguir alinhando as observações de Ferreira (2013) às dimensões de atuação do Balanced Scorecard- BSC.

Quadro 1 – Vantagens da Gestão por Processos no Balanced Scorecard

FI NAN ÇAS	<ul style="list-style-type: none"> • <i>redução de custos (retrabalho e problemas logísticos, por exemplo) e conflitos;</i>
PRO CES SOS	<ul style="list-style-type: none"> • <i>a organização desenvolve-se além do seu desempenho básico;</i> • <i>proporciona flexibilidade organizacional (descentralização, organização em rede, alianças estratégicas entre organizações);</i> • <i>direciona os esforços para resultados, por meio da melhoria efetiva dos processos essenciais;</i> • <i>permite a compreensão de como as coisas são feitas na organização, revelando problemas, estrangulamento e ineficiências;</i> • <i>concentra o foco no que realmente interessa;</i>
PES SOAS	<ul style="list-style-type: none"> • <i>mudança cultural (de visão por função para visão do todo);</i> • <i>facilita a gestão do conhecimento organizacional;</i> • <i>facilita a gestão das competências;</i>
CLIEN TES	<ul style="list-style-type: none"> • <i>aumento da satisfação dos clientes ou usuários (cidadãos e colaboradores);</i>

Fonte: Autoral

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS FUNDAMENTAIS DE PROCESSO

Há cinco aspectos básicos de processos organizacionais que é essencial conhecer:

- **Sistema Produtivo:** Em uma visão estática e bem ampla, um processo é um organismo singular que atua como um grande sistema produtivo composto por *Peopleware* (gestores e operadores), *Hardware* (instalações, máquinas, ferramentas, matérias-primas e insumos), *Software* (instruções de trabalho, métodos, diretrizes, normas e leis) e *Financialware* (recursos financeiros) que mediante uma ação integrada transforma recursos captados de fornecedores e entrega produtos tangíveis ou serviços a consumidores. Esse conceito independe do tamanho, da natureza ou dos objetivos da organização, seja ela empresa ou não, por essa razão, o conceito é aplicável também às divisões internas do empreendimento, aí neste caso teremos então os fornecedores e os clientes internos.
- **Transformação de Entradas em Saídas:** Sob um ponto de vista dinâmico o processo realiza a transformação de Entradas (matérias-primas) em Saídas (produtos), por meio de operações transformadoras que agregam valor ao produto. Por analogia e guardadas as devidas proporções, os diversos departamentos da organização atuam baseados no mesmo conceito, recebem entradas de um fornecedor externo e/ou interno e transformam em saídas para um cliente interno e/ou externo da empresa, de tal modo que a organização passa a ser reconhecida como uma intrincada rede de processos inter-relacionados com dimensões, propósitos e naturezas distintas.
- **Relação de Causa e Efeito:** Adicionalmente, é muito importante considerar neste momento, a interpretação sobre processos feita por Kaoru Ishikawa, um teórico japonês da Administração. Ele deduziu que na relação de Causa e Efeito de um processo as Causas podem ser estratificadas em seis categorias: Mão-de-obra, Material, Meio Ambiente, Máquina, Método e Medida. Ishikawa representou este conceito por meio de um esquema que ficou conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Espinha de Peixe pela notória similitude com o esqueleto do animal.
- **Divisão de Tarefas:** O manejo de um processo requisita dois tipos básicos de atividades: as tarefas de gestão e as tarefas de operação. Os atos de planejamento e fiscalização de forma ampla são funções da gestão e os atos de elaboração do produto conforme foi planejado correspondem às funções da operação. A divisão de tarefas gera na pirâmide hierárquica da organização dois fluxos, o primeiro no sentido da base para o topo da pirâmide (gestão) no qual aumentam a complexidade dos processos, a responsabilidade por Melhorias e os salários e o segundo no sentido do topo para a base da pirâmide (operação) na qual aumentam o nº de processos, a responsabilidade pela Rotina e o nº de empregados.
- **Convenções usuais:** Vamos estabelecer, para uso doravante, as convenções que tem grande aceitação e aplicação entre os profissionais que militam neste campo, relacionadas à dimensão dos processos e alinhadas à divisão organizacional existente nas corporações:
 - **Macro-processo:** são os processos de negócio da empresa no nível da diretoria.
 - **Processo:** representa os processos de negócio no nível departamental.
 - **Subprocesso:** são os processos subalternos ao departamento.

- **Tarefa:** é o conjunto de atividades alinhadas ao mesmo fim.
- **Atividade:** é a menor unidade de ação exequível.

Estas convenções apresentam a seguinte relação de pertinência entre si:

Macro-processo > Processo > Subprocesso > Tarefa > Atividade

2.2 TIPOS DE PROCESSOS

As organizações empresariais atuam através de dois tipos de processos, os Processos Repetitivos e os Projetos, estes processos apresentam em alguns aspectos diferenças significativas entre si, conforme visto a seguir.

Quadro 2 – Diferenças entre Processo Repetitivo e Projeto

FATOR	PROCESSO REPETITIVO	PROJETO
Tempo de realização	Indeterminado	Determinado
Objetivo	Produto em série	Produto exclusivo
Recursos Aplicados	Ilimitados	Limitados
Progressão	Cíclica	Linear

Fonte: Adaptado de ENAP (2010) e Espinha (2023)

O serviço de lavagem de roupas, a fabricação de pão em uma padaria e a montagem de automóveis em uma montadora de veículos são exemplos comuns de um Processo Repetitivo. Em se comparando estes exemplos com a tabela acima vê-se que satisfazem todas as características listadas. Ressalto que o recurso ilimitado é em relação ao tempo de operação já que não há data limite para encerrar os gastos de recursos naquele processo.

Por outro lado, a realização de uma viagem de férias em família, a construção de uma ponte para cruzar um rio e a realização de um plebiscito para criar um novo Estado em um país são exemplos de um Projeto, também conforme a tabela acima estes três exemplos satisfazem as características de um Projeto.

Outro ponto a observar nesta ambivalência é que existe uma permeabilidade entre as fronteiras do processo e do projeto pois dentro de processos repetitivos podem acontecer projetos e dentro de projetos podem ser realizados processos repetitivos, basta fazer uma análise mais detalhada dos exemplos citados acima que esta afirmação fica comprovada.

2.3 O QUE É GERENCIAR?

2.3.1 Definição

Os dois tipos de processos que ocorrem nas organizações, por conta de suas diferenças intrínsecas, ensejam o emprego de ações gerenciais distintas, a Gestão por Processos e a Gestão de Projetos que com metodologias apropriadas e atuando de forma complementar garantirão o gerenciamento eficaz dos empreendimentos.

Campos (1989), explica brilhantemente esta relação complementar, enunciando os conceitos de Rotina e de Melhorias e suas respectivas consequências de Previsibilidade e Competitividade, terminando por definir que gerenciar ou fazer gestão é:

- Obter o controle da Rotina através da obediência aos padrões de trabalho para garantir a *previsibilidade* dos resultados, ou seja, manter os atributos do produto sempre com as mesmas características;
- Obter o controle das Melhorias para alcançar melhores níveis de desempenho por etapas, adaptando-se à constante evolução dos desejos dos clientes, o que garante a *competitividade* do empreendimento.

As ações de Rotina podem ser traduzidas como a Gestão por Processos e as ações de Melhoria como a Gestão de Projetos respectivamente, de modo que concluimos assim:

- A Gestão dos Processos procura repetir as tarefas do mesmo modo e continuamente a fim de obter sempre os mesmos resultados, isso é muito importante, pois é a forma de se obter previsibilidade/confiabilidade nas características dos produtos dos processos.

- A Gestão de Projetos, por outro lado, orienta a incrementar valor aos atributos do produto, ou melhorar o modo de execução ou criar um novo produto, ou alcançar novos mercados, conforme muda ou aumenta a necessidade do cliente. Essa propriedade é muito importante, pois agrega ao processo a *competitividade*, que é a capacidade de acompanhar as exigências do mercado em relação ao seu produto, o que aumenta invariavelmente a perenidade do negócio.

Em suma, a Gestão por Processos aplica-se no controle da Rotina onde imperam os processos repetitivos e padronizados e a Gestão de Projetos aplica-se no controle das Melhorias, onde através de iniciativas singulares e escalonadas busca-se aumentar o nível da qualidade ampla dos produtos. Essas definições gerais satisfazem qualquer que seja o tamanho, a natureza e a finalidade dos processos e projetos. Assim, o fator determinante para a organização optar por uma das duas formas de trabalho será o tipo de produto a ser gerado, ou seja:

- Se o objetivo do processo for gerar um mesmo produto em série, aplica-se a Gestão por Processos;
- Se o objetivo do processo for gerar um produto exclusivo, único, aplica-se a Gestão de Projetos.

Observe na figura a seguir, com algumas atualizações, a síntese esquemática dessas concepções de Campos (1990):

Figura 1 – O que é Gerenciar



2.3.2 Gestão por Processos em Departamentos

A Gestão por Processos é um modelo gerencial concebido para aplicar em todos os setores da organização pois assim seus impactos positivos serão mais relevantes, no entanto, o modelo pode ser usado isoladamente em um departamento, só que neste caso os resultados alcançados serão de menor expressão comparativamente.

O mercado oferece inúmeros softwares para auxiliar a implantar a Gestão por Processos, estes programas incorporam todo o arcabouço técnico necessário e suficiente para uma organização obter resultados exitosos em sua gestão, todavia, este acervo técnico tem um custo que certamente inviabiliza a relação custo/benefício quando se trata de operacionalizar pequenos processos, que é o caso de um departamento organizacional, neste caso todo o procedimento de controle em pequenos processos, poderá ser feito manualmente ou com o apoio de ferramentas digitais comuns.

2.4 O CONTROLE DE PROCESSO

Como vimos, gerenciar consiste em manter o Controle do Processo (processos repetitivos e projetos) desde o manejo dos recursos até a geração do produto final ou de forma mais ampla, manter os esforços da organização na direção do objetivo desejado até alcançá-lo.

O Controle do Processo é baseado, sobretudo, na observação constante da relação de Causa e Efeito existente na transformação das Entradas em Saídas de um processo, assim será necessário monitorar o comportamento dos atributos das Entradas e o comportamento dos atributos das Saídas através de **Indicadores de Desempenho de Processo**, deste modo a mecânica do Controle de Processo será:

- Avaliar continuamente se os atributos das Saídas estão de acordo com os desejos do cliente, pois atender os desejos do cliente (internos/externos) é a finalidade do processo e objetivo da organização;
- Avaliar continuamente os atributos das Entradas para, caso haja inconformidades nos atributos das Saídas (Efeito), podermos identificar quais Entradas (Causa) estão ocasionando este resultado indesejado.

Em suma, o controle de processo será conseguido firmando duas rédeas a primeira nas características de qualidade das entradas e a outra nas características de qualidade da saída, desse modo o gestor dará a direção que precisar ao processo.

Como se vê, a conceituação de Controle de Processo é simples, no entanto o emprego dessa filosofia demanda certo trabalho, como veremos adiante, e se torna mais complexo na medida em que aumenta o tamanho da organização, porém o mais relevante é que a prática incessante desta mecânica é a forma real de manter uma gestão eficaz e capaz de perpetuar a continuidade do empreendimento.

2.5 INDICADORES DE DESEMPENHO DE PROCESSO

2.5.1 Definição

A vigilância sobre os atributos das Entradas e das Saídas recorre ao uso de indicadores de desempenho do processo. O termo Indicador de Desempenho de Processo é uma tradução da expressão *Key Performance Indicator - KPI* usada comumente na literatura internacional e adotada por vários autores nacionais. Os indicadores de desempenho de processo são variáveis utilizadas para mensurar as características de qualidade das causas e dos efeitos de um processo.

Uma **Variável** é um ente lógico que expressa os valores ou os estados possíveis de um fenômeno. A estatística classifica os seguintes tipos de variáveis:

Quadro 3 – Tipos de Variáveis

QUALITATIVAS		QUANTITATIVAS	
NOMINAL	ORDINAL	DISCRETA	CONTÍNUA
✓ Profissão	✓ Escolaridade	✓ Nº de filhos	✓ Altura
✓ Sexo	✓ Classe Social	✓ Nº de acessos	✓ Peso
✓ Religião	✓ Estágio de doença	✓ Idade	✓ Salário

Fonte: Adaptado de SILVA (2023)

2.5.2 Vantagens dos Indicadores de Desempenho do processo

Os indicadores de processo são imprescindíveis na gestão organizacional pois:

- Fornecem informações do comportamento do processo com precisão e exatidão;
- Agilizam e dão segurança na tomada de decisão;
- Permitem a criação de um quadro panorâmico sobre todas as fases do processo;
- Dão clareza e transparência na divulgação dos resultados;
- Dão subsídios para promover a melhoria contínua;
- Fornecem justificativas confiáveis sobre os investimentos no processo;
- Em última análise, dão a medida da excelência de uma organização.

2.5.3 Tipos de Indicadores de Desempenho do Processo

Há vários tipos de indicadores utilizados para o controle de processo: a **Eficiência**, a **Eficácia**, a **Capacidade**, a **Produtividade** e a **Qualidade** todos voltados para o escalão operacional e a **Lucratividade**, a **Rentabilidade**, a **Competitividade**, a **Efetividade** e o **Valor** voltados para o nível gerencial. Não há rigor quanto ao uso destes indicadores, cabendo apenas à organização escolhê-los conforme a própria conveniência.

Apresento a seguir a definição dos indicadores de desempenho empregados no nível operacional que é o foco prioritário de um departamento.

Quadro 4 – Tipos de Indicadores de Desempenho de Processo

INDICADOR	DEFINIÇÃO
EFICIÊNCIA	É a relação entre os resultados obtidos e os recursos empregados: usa os recursos da melhor maneira utilizando a menor quantidade possível. Por exemplo: as perdas de matéria-prima durante a fabricação de um bem.
EFICÁCIA	É a relação entre os resultados obtidos e os resultados pretendidos: fazer da melhor maneira, isto é: atingir os resultados esperados. Por exemplo, a quantidade de objeto vendidos comparada à meta de vendas.
CAPACIDADE	É a relação entre a quantidade que se pode produzir e o tempo para que isso ocorra. Por exemplo: A montadora X tem capacidade de produzir 200 carros por mês.
PRODUTIVIDADE	É a relação entre as saídas geradas por um trabalho e os recursos utilizados para isso. Exemplo: Um operário consegue instalar 20 m ² de piso em uma hora. Um outro, consegue instalar apenas 17 m ² de piso em uma hora, portanto, é menos produtivo que o primeiro.
QUALIDADE	É a relação entre as saídas totais, (tudo que foi produzido) e as saídas adequadas ao uso, isto é, sem defeitos ou inconformidades. Exemplo: 980 peças adequadas a cada 1.000 produzidas (98 % de conformidade).

Fonte: Adaptado de VENKI (2010)

2.5.4 Metas, Faixa de Tolerância e Capacidade do Processo

De maneira geral, os dados brutos das variáveis dão poucas informações sobre a tendência do processo e por isso precisam de um tratamento estatístico apurado para que as conclusões decorrentes da avaliação do indicador de desempenho tenham um grau de confiança suficiente para uma tomada de decisão equilibrada.

A análise dos indicadores de desempenho de processo é feita quase sempre com auxílio de um gráfico ou outra forma de apresentação estatística que demonstre a posição instantânea e o histórico do comportamento da variável. Por outro lado, a evolução ou o decaimento dos valores de um indicador de desempenho num espaço de tempo por si só traz pouco significado para o analista, por isso usam-se então três referências para tornar mais efetiva a análise, elas são:

- A **Meta** a ser alcançada por aquele indicador;

- A **Faixa de Tolerância** na qual o indicador pode variar sem que represente um problema de desempenho;
- A **Capacidade do Processo** é uma ferramenta estatística que mostrará o valor máximo de um indicador que um certo processo pode gerar nas condições atuais/normais de operação, indicando que qualquer resultado acima daquele não será alcançado e que somente uma intervenção com mudanças no processo levará o resultado para melhor.

A **Meta** é o alvo, o objetivo do processo, cada indicador de desempenho então deve ter uma meta estipulada como um nível a ser alcançado e mantido. As metas podem ser representadas por um valor singular ou uma faixa de valores, regularmente se desejam metas quantitativas pela facilidade do uso de medidas objetivas, mas em outros casos empregam-se metas qualitativas.

A **Faixa de Tolerância** é uma região na qual ocorrem variações do indicador de desempenho causadas por pequenas variações naturais e que estão fora do controle do gestor e, portanto, são “toleradas” habitualmente. O estreitamento dessa faixa pode ser feito, contudo, demandará um alto investimento em profundas mudanças no processo. A Faixa de Tolerância é determinada por tratamento estatístico apropriado e sofre grande influência do tipo de distribuição dos valores da variável escolhida para representar um indicador de desempenho.

A **Capacidade do Processo** é uma ferramenta estatística que mostrará o valor máximo que um indicador de desempenho pode alcançar nas condições atuais/normais de operação do processo, definindo que qualquer resultado acima deste valor somente será atingido mediante uma intervenção com melhorias no processo.

2.6 A ANÁLISE DE PROCESSO

A análise de processo é a verificação se todos os indicadores de desempenho do processo, tanto das entradas (causa) quanto das saídas (efeito), estão se comportando dentro da normalidade, esse monitoramento é comumente feito com o auxílio de gráficos construídos a partir dos dados coletados no processo.

O exemplo fictício na Figura 2 mostra o comportamento das vendas de dois produtos A e B. Eles têm como meta o valor de 100%, mas ao longo de 4 meses essa meta ainda não foi alcançada, ao contrário, ela ficou mais distante pois há um claro decaimento das vendas no período. O gestor do processo a partir destes resultados indesejados já tem subsídios suficientes para começar uma ação de recuperação do processo.

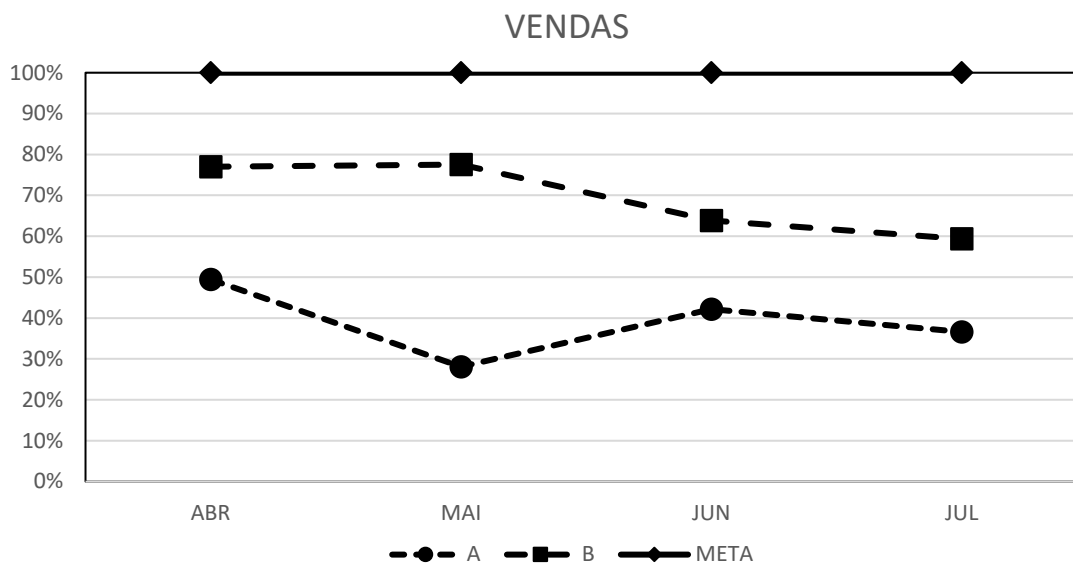


Figura 2 - Gráfico de Análise de Processo

Fonte: Autoral

De maneira geral, em caso de detecção de alguma inconformidade em algum indicador de desempenho das saídas do processo, busca-se identificar a causa do problema, averiguando qual indicador de desempenho das entradas está contribuindo para o resultado indesejado no indicador de desempenho das saídas e restaurá-lo ao modo normal de operação.

Campos (1990) vê a busca pela eliminação de uma inconformidade como de crucial importância na gestão do processo, dizendo: “A metodologia de solução de problemas mostrada no Apêndice 2 (“QC Story”) contém dentro de si a análise de processo... A análise processo é o método mais importante do CQTE.”

Assim, Campos (1989) aconselha que a metodologia de solução de problemas seja praticada de forma metódica e resiliente, entretanto, como só menciona o assunto, esta disciplina deve entrar no rol de conhecimentos necessários para o domínio da Gestão por Processos.

Um único gráfico informa o comportamento de uma variável apenas mas a Relação de Causa e Efeito natural de um processo decorre de muitas variáveis, requisitando assim uma análise sobre múltiplos gráficos, daí, para favorecer a análise, agrupam-se vários gráficos para serem visualizados simultaneamente no chamado Painel de Controle do Processo.

Os gráficos dos indicadores de desempenho e o respectivo painel de controle de processo podem ser criados facilmente nas principais suítes que dispõem de planilha de cálculo eletrônica, além do que há várias tutorias na web ensinando a construção destes elementos.

2.6 UM MÉTODO GERENCIAL

A construção da lógica de Gestão por Processos ficaria rapidamente esvanecida de dependesse exclusivamente da intuição do gestor, para evitar a dispersão das informações usa-se um método gerencial para aglutinar, delimitar e

racionalizar em compartimentos as várias etapas da gestão de um modo geral, o Ciclo PDCA.

2.6.1 O Ciclo PDCA

ORIBE (2009) relata que houveram protótipos anteriores do Ciclo PDCA e que a forma atual foi complementada pelo americano W. A. Shewhart e difundida no exterior por W. E. Deming no século passado, sendo a sigla PDCA originária assim dos vocábulos do inglês americano *Plan* (planejar); *Do* (fazer); *Check* (Verificar); *Action* (ação de correção).

A forma simples e bastante intuitiva do método pode levar alguém a inferir erroneamente que ele é praticado plenamente nas empresas, todavia numa observação mais apurada percebe-se que a falha mais comum encontrada é fazer a sequência incompleta do PDCA, seja no nível estratégico ou no operacional.

O uso do Ciclo PDCA é uma maneira sistemática de garantir a permanência do ganho de rendimento num sistema. A importância do ciclo PDCA fica evidente no momento que serve para estabilizar os níveis de rendimento na Rotina e para sustentar os avanços alcançados na Melhoria, conforme a definição anterior de Campos (1990).

Deste modo as quatro etapas do Ciclo PDCA são assim definidas

Quadro 5 - Definições do Ciclo PDCA

P	<u>Planejamento das atividades:</u> Aqui se definem os objetivos/metastas e os meios para se alcançar o que for estabelecido.
D	<u>Execução do plano:</u> Faz-se educação/treinamento dos empregados, a execução das tarefas previstas e a coleta de dados.
C	<u>Verificação dos resultados:</u> Faz-se a verificação se as metas estão sendo atingidas a partir dos dados coletados durante a execução.
A	<u>Ação Corretiva:</u> Se alguma meta não for atingida, elimina-se a causa do problema e reinicia o ciclo até que a meta seja alcançada.

Fonte: Adaptação de Campos (1990)

O PDCA é um método eficaz de gestão a ser empregado em sistemas produtivos de qualquer tamanho, em qualquer nível, seja empresa grande ou pequena, seja um departamento de empresa, seja até uma tarefa executada por um operário.

O Ciclo PDCA é uma filosofia de gestão, é um princípio básico, que faz parte de um sistema real como um elemento lógico, de certa forma essa condição o deixa invisível à boa parte dos gestores e dos operadores que não conseguem perceber sua presença nos planos de trabalho e por isso, por vezes, não pautam nele as suas ações. Portanto a fim de evitar essa "invisibilidade" os padrões de trabalho devem sempre que possível mostrar explicitamente as fases do PDCA em curso naquele processo, tarefa ou procedimento.

O Ciclo PDCA é a ferramenta primordial para estabelecer o controle de processo, mas não significa que trabalhará sozinho, ao contrário, haverá em cada fase do PDCA, o emprego de ferramentas específicas da Administração. Por exemplo:

- Na Fase P usam-se as metodologias de planejamento estratégico, de logística, de produção, de manutenção, etc., e ainda se dispõem dos métodos de padronização de procedimentos;
- Na fase D usam-se todas as estratégias e táticas de treinamento seja em sala de aula ou no local de trabalho, e a padronização de coleta de dados.
- Na fase C apropria-se de todo o aparato estatístico necessário para visualizar e demonstrar graficamente todo o tempo o comportamento dos indicadores de desempenho do processo;
- E na fase A, sempre que for necessário, emprega-se uma metodologia de solução de problemas para eliminar as causas dos resultados indesejados a cada vez que são encontrados no processo.

O Ciclo PDCA será amplamente utilizado em todos os momentos do gerenciamento, seja na Gestão por Processos seja na Gestão de Projetos. Vimos anteriormente no item “2.2 - Tipos de Processos” as diferenças intrínsecas relacionadas ao tempo, recursos, objetivos e progressão entre os Processos Repetitivos e os Projetos, essas diferenças acarretam maneiras distintas de aplicar o Ciclo PDCA, senão vejamos.

2.6.2 O Ciclo PDCA em Processos Repetitivos

A prática do PDCA na Gestão de Processos Repetitivos está vinculada umbilicalmente a um sistema de padrões que atuarão como a “receita” de um processo mantendo registrados todos os passos de qualquer tarefa. O estudo e a implantação a posteriori de um sistema de padronização, tanto dos procedimentos gerenciais quanto dos operacionais consolidará a prática da Gestão por Processos no departamento.

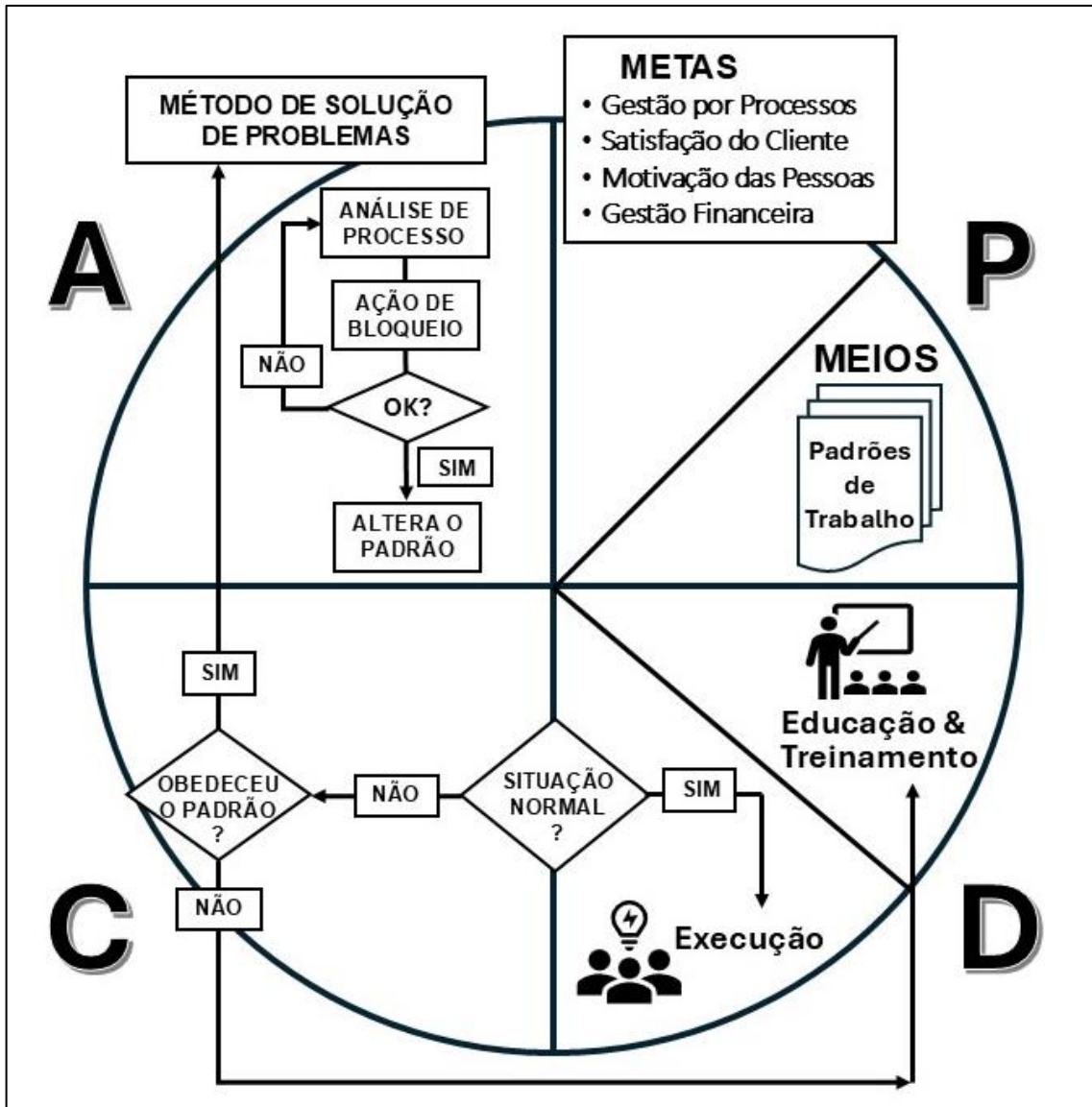


Figura 3 – O Ciclo PDCA em Processos Repetitivos
 Fonte: Adaptado de Campos (1990)

2.6.3 O Ciclo PDCA na Gestão de Projetos

A prática do Ciclo PDCA na Gestão Projetos obedece a lógica fundamental das fases cíclicas, as diferenças a acontecerão na ênfase de controle dada ao Escopo, ao Tempo, aos Recursos e à Qualidade ampla do produto do projeto que serão monitorados por meio de ferramentas específicas em cada fase do PDCA. Uma diferença notável é que a Gestão de Projetos dispensa um sistema abrangente de padronização de procedimentos, sobretudo por considerar o resultado do projeto como um produto exclusivo, visto que não vai repetir a produção não haverá necessidade de guardar para usar de novo a “receita”.

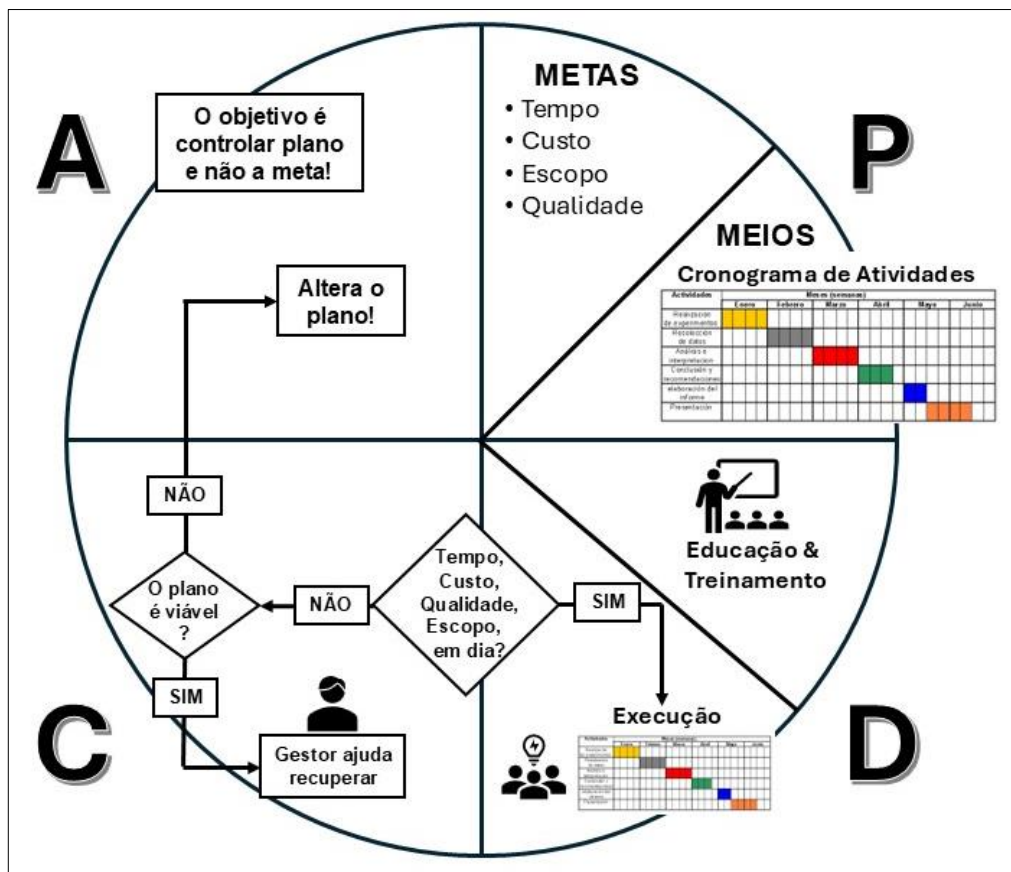


Figura 4 – O Ciclo PDCA na Gestão de Projetos

Fonte: Adaptado de Campos (1990)

2.7 A GESTÃO DE PROJETOS

Os conhecimentos aplicados em grandes projetos podem ser usados para garantir o sucesso em pequenas empreitadas também, observando-se uma aplicação proporcional de recursos para evitar o erro de o custo ser maior que o benefício.

O arcabouço conceitual visto no início deste Referencial Teórico é completamente aplicável na Gestão de Projetos, apesar de considerar essas diferenças de procedimentos e ferramental agora vistas na aplicação do Ciclo PDCA em cada tipo de processo.

Este capítulo, então, visa exatamente oferecer conhecimentos básicos de Gestão de Projetos que serão suficientes para que um gestor e sua equipe consigam realizar com sucesso a execução de pequenos projetos que em nosso caso trata da Implantação da Gestão por Processos em uma unidade de segurança portuária.

A ENAP (2010) orienta a estruturação de um projeto em 5 fases a saber: Iniciação, Planejamento, Execução, Controle e Encerramento. Carvalho (2010) endossa essa partição acentuando que tais fases constituem o Ciclo de Vida de um projeto. Essa estratificação de atividades é bem própria para grandes projetos, todavia, em se tratando de pequeno projeto onde o volume de atividades nas etapas são bem menores, adotei a estrutura de apenas 3 fases, o Planejamento, a Execução/Monitoramento e o Encerramento, incorporando a Iniciação ao Planejamento e à Execução somando o Controle, que chamei de Monitoramento, tendo em vista que as duas ocorrem simultaneamente ao longo do projeto, de forma

que usarei a estrutura em 3 fases seguintes: A) Planejamento, B) Execução/Monitoramento e C) Encerramento a serem definidos adiante.

Ressalto que haverá pequenas perdas de conteúdo tecnológico nessa aglutinação, por conta do enxugamento organizacional e da baixa amplitude do setor impactado, uma unidade de segurança portuária.

O objetivo da Gestão de Projetos é ter um plano de ação para conduzir todas as atividades necessárias para a concretização do objetivo do projeto. Teoricamente esse plano de ação realizável só surgirá no planejamento real do projeto, agora o máximo que pode ser feito é fornecer um modelo genérico para induzir a criação do plano de ação, como feito.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A implantação da Gestão por Processos em um departamento se trata de um caso de projeto, conforme a definição descrita no item “2.2 – Tipos de Processos”, por isso a implantação obedecerá aos princípios de Gestão de Projetos mesmo se tratando o caso de um pequeno projeto.

Assim, para atender o escopo do nosso artigo proponho a criação de dois modelos estratégicos, o primeiro para orientar a criação da Gestão por Processos propriamente dita e o segundo modelo para suprir a necessidade de gestão do projeto de implantação da Gestão por Processo em uma unidade de segurança portuária.

Apresento estes modelos em separado para evidenciar os detalhes de cada um, mas, obviamente o primeiro modelo, a Gestão por Processos, é o objeto de trabalho e deverá compor o escopo do segundo modelo, a Gestão de Projetos, quando se iniciar a elaboração do plano de ação.

3.1 MODELO OPERACIONAL DA GESTÃO POR PROCESSOS

A criação do modelo operacional de implantação da Gestão por Processos no departamento foi inspirada na obra de LEITÃO, MEKBEKIAN, SANTOS, SILVA e SOUZA (1994) (págs. 60 a 70) e na metodologia *BPM® - Business Process Management* (gestão de processos de negócios) que mapeia, identifica, desenha, mede e controla processos segundo CAMPOS e LIMA (2012), de forma que evoluímos até o seguinte roteiro:

- a) Mapeamento dos macroprocessos e subprocessos - Identificar os processos internos (grupos de tarefas executadas na organização),
- b) Interrelação entre os processos - Identificar as relações entre esses grupos;
- c) Hierarquização dos processos - Priorizar os processos que agregam mais valor para o negócio ou aquele que gera as maiores perdas;
- d) Fluxograma dos processos - Apresentar uma visualização gráfica desses processos e seus relacionamentos internos e externos,
- e) Definição dos indicadores de desempenho de processo - Instituir indicadores para mensurar a performance destes processos.
- f) Coleta dos dados de controle – Compilação dos dados dos processos.
- g) Analisar a Capacidade dos Processos – Realizar o tratamento estatístico adequado e padronizar os processos com Capacidade não atendida.

LEITÃO, MEKBEKIAN, SANTOS, SILVA e SOUZA (1994) disponibilizam vários formulários usados como referência para a coleta das informações nas etapas do roteiro. Em seguida, detalhamos como proceder em cada etapa com o apoio dos formulários e de outras ferramentas administrativas específicas para atingir os

propósitos de nortear e organizar a aquisição de informações e manter um registro formal das tarefas realizadas. Como resultado então obtivemos o seguinte fluxo de tarefas:

- 1) **Mapeamento dos processos** – captar informações para ter uma visão geral do macroprocesso e dos subprocessos do departamento:
 - a. Preencher o **Anexo A**.
 - b. Usar o **Anexo B** para identificar todos os subprocessos do departamento e status de documentação deles. Essa informação será útil mais tarde caso haja necessidade de Padronização.
- 2) **Interrelação entre os processos** – montar a teia de relacionamentos do departamento, os setores, os fornecedores, clientes e seus serviços.
 - a. Usar o **Anexo C** para identificar os fornecedores e os serviços recebidos em cada subprocesso.
 - b. Usar o **Anexo D** para identificar os clientes e os serviços entregues.
- 3) **Hierarquização dos processos** – classificar os subprocessos por agregação de valor ao negócio e pelo nível de satisfação dos clientes. Usar a **Matriz VIT**.
 - a. Usar a **Matriz VIT** no **Anexo E** como base para futuros projetos de melhoria.
- 4) **Fluxograma dos processos** – fazer a apresentação gráfica das relações departamentais internas e externas.
 - a. Usar um software de fluxogramas ou manualmente mesmo.
- 5) **Definir os indicadores de desempenho** – usar o desdobramento da qualidade. Isso significa transformar a percepção abstrata sobre quaisquer características das entradas ou das saídas de um processo em uma percepção objetiva capaz de ser medida.
 - a. Definir as especificações dos serviços recebidos (fornecedor) **ANEXO F** e a dos serviços entregues (clientes) **ANEXO G**.
 - b. Estipular os indicadores para os serviços recebidos baseados na Especificação do Fornecedor (**ANEXO H**).
 - c. Estipular os indicadores para os serviços entregues baseados na Especificação do Cliente (**ANEXO H**).
- 6) **Coleta de Dados** – formar um banco de dados sobre o comportamento dos indicadores.
 - a. Elaborar planilhas para coleta de dados, o sistema de medição e de visualização gráfica de cada indicador.
 - b. Realizar a coleta de dados.
 - c. Confeccionar os gráficos e montar o “painel de controle” com todos os indicadores.
- 7) **Analisar a Capacidade dos subprocessos** – Aplicar o Controle Estatístico de Processo (CEP) para determinar a Capacidade.
 - a. Avaliar se os subprocessos têm condições atuais de atender as necessidades dos clientes do departamento.
 - b. Avaliar se os fornecedores têm condições atuais de atender as necessidades do departamento.
 - c. Realizar a padronização dos processos com baixa Capacidade, seguindo a prioridade identificada no Passo “3) Hierarquização dos Processos”.

3.2 PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA GESTÃO POR PROCESSOS

Este segundo modelo, já baseado nos princípios da Gestão de Projetos a partir dos fundamentos ministrados por ENAP (2010) e Espinha (2023), descreve de forma detalhada as etapas necessárias do projeto para implantar a Gestão por Processos em uma unidade segurança, embora seja genérico, este modelo traz uma estrutura sólida para subsidiar a construção de um plano de ação,

O esquema contém as principais ações para executar nas três fases do projeto e sobretudo traz a citação das ferramentas de apoio específicas para usar em cada momento. Naturalmente haverá a necessidade de aquisição de conhecimento especializado para o domínio das competências e das ferramentas envolvidas no projeto. Essas questões preliminares devem constar no bojo do plano de ação e assim com esse roteiro na mão e usando adequadamente as ferramentas de apoio, as chances de alcançar o resultado pretendido pelo projeto serão bem maiores.

Assim a descrevo em detalhes as fases que comporão do projeto de implantação da Gestão por Processo em uma unidade de segurança e que serão o esqueleto para a construção do plano de ação.

A) PLANEJAMENTO:

A.1. Iniciação do Projeto - O motivo para iniciar um projeto pode ser tanto um problema para ser resolvido quanto uma melhoria que se queira realizar ou implantar, seja qual for o caso é necessário definir as razões de sua realização, definir os objetivos a serem alcançados e uma previsão inicial dos recursos a serem aplicados no projeto, etc. A ferramenta Modelo de Negócios Canvas será usada para formatar a Iniciação do Projeto, pois dará uma visão geral e sintética do projeto.

A.2. Estrutura Analítica do Projeto (EAP): É criada a partir da decomposição do objetivo em até 3 níveis para alcançar os pacotes de tarefas realizáveis. A EAP é a expressão sucinta do Escopo do Projeto.

A.3. Detalhamento do Escopo (Qualidade, Tempo e Custo) - são três os objetos deste passo. As especificações de Qualidade do resultado e as suas formas de medição, a relação dos recursos necessários e seus Custos e a previsão do Tempo de execução em cada pacote de trabalho, assim definidos aqui, subsidiarão a montagem dos cronogramas de monitoramento. A planilha Especificações do Produto facilitará a execução desta tarefa.

A.4. Análise de Riscos - Todo projeto está sujeito a riscos que podem ocasionar seu insucesso, por isso é importante fazer uma análise qualitativa dos riscos que afetam o projeto e descrever as medidas preventivas para mitigar ou eliminar os riscos através da Estrutura Analítica de Riscos - EAR e da Matriz de Riscos.

A.5. Elaboração dos Cronogramas e Orçamento - O Cronograma Analítico é a ferramenta que descreve a lista de tarefas a realizar, o tempo de duração, a ordem de execução entre elas, o responsável por cada uma e a data da entrega. O Cronograma Físico-Financeiro é a ferramenta que permite a comparação entre os gastos previstos e os gastos realizados por pacotes de trabalho. O Orçamento Analítico descreve a previsão dos recursos aplicados no projeto e seus respectivos custos.

B) EXECUÇÃO/MONITORAMENTO: É a realização das atividades previstas no Cronograma Analítico. Relatórios periódicos são emitidos pelos responsáveis dos pacotes de trabalho na medida em que as ações evoluem. Estes relatórios subsidiarão o Monitoramento e formarão o arquivo com os registros dos desempenhos alcançados no projeto. O Monitoramento será feito através de medições em cima da qualidade, do tempo de execução, do escopo, dos custos e dos riscos envolvidos. A partir destas análises de desempenho será decidida a forma de intervenção nas atividades em desconformidade com o plano idealizado. Assim, se for necessário, corrige-se o plano, mas mantém-se a meta. Fundamentalmente, enquanto a Execução tem foco na

operação, ou seja, na realização das tarefas que construirão o produto do projeto, o Monitoramento, por outro lado, se concentra na gestão, verificando e analisando o desempenho dos atores envolvidos no projeto.

C) ENCERRAMENTO: Em se realizando todas as atividades planejadas faz-se a avaliação dos resultados alcançados, identifica-se as falhas cometidas para evitá-las em outras ocasiões sob as perspectivas do Impacto (efetividade), da Qualidade (eficácia), do Custo e -do Tempo (eficiência). É o registro final do projeto.

Um detalhe muito importante é que para desenvolver esse projeto haverá a necessidade de capacitação da equipe de trabalho em certas disciplinas tais como: Fundamentos da Gestão por Processos, Fundamentos da Gestão de Projetos, Indicadores de Desempenho de Processo, Controle Estatístico de Processo, Padronização, domínio de programas de planilhas de cálculo, de geração de gráficos, de geração de fluxogramas.

4 RESULTADOS

Aqui, então, apresento como resultado desse estudo, os dois modelos indicados para realizar o Projeto de Implantação da Gestão por Processos em uma Unidade de Segurança.

O Quadro 12 é a forma sintética do fluxo tarefas para implantar a Gestão por Processos e o Quadro 13 é o roteiro genérico para estruturar o plano de ação. Os formulários referenciados acompanham em anexo.

Quadro 12 – Fluxo de tarefas para a implantação da Gestão por Processos

1	Mapeamento dos processos e dos subprocessos	- Listar as Entradas e Saídas do departamento.	ANEXO A – Entradas e Saídas de Processo
		- Listar os processos e os status de documentos.	ANEXO B – Processos do Departamento
2	Interrelação entre processos	- Listar os fornecedores e serviços recebidos.	ANEXO C – Fornec. E Produtos Recebidos
		- Listar os clientes e os serviços entregues.	ANEXO D – Clientes e Produtos Entregues
3	Hierarquização dos processos	- Definir quais os processos agregam mais valor para o negócio e pela satisfação do cliente	ANEXO E – Prioridade de Processos
4	Fluxograma dos processos	- Apresentar uma visualização gráfica por processo e seus relacionamentos internos e externos.	Microsoft Visio
5	Definição dos Indicadores de Desempenho	- Definir as especificações dos serviços recebidos e dos serviços entregues.	ANEXO F/G – Especific. de Produto Entregue
		- Definir os indicadores para os serviços recebidos conforme a especificação do fornecedor.	ANEXO F/G– Especific. de Produto Recebido
		- Definir os indicadores para os serviços entregues conforme as especificações dos clientes.	ANEXO H
6	Levantamento de dados	- Elaborar planilha de coleta de dados.	*_*_*
		- Coletar os dados operacionais dos indicadores de desempenho de cada processo.	Planilha 1
		- Montar um gráfico com a evolução do indicador.	Gráfico 1
7	Verificação da Capacidade dos Processos	- Fazer o tratamento estatístico dos dados para saber a Capacidade de cada processo.	CEP – Controle Estatístico de Processo

Fonte: Adaptado de FERREIRA (2013).

Quadro 13 – Roteiro do Projeto para Implantação da Gestão por Processos

FASE	AÇÕES				FERRAMENTAS
PLAN	Iniciação do Projeto	Formação do grupo de trabalho	Treinamento da equipe	Elaboração do Canvas	CANVAS
	Estrutura Analítica do Projeto - EAP	Definir pacotes de trabalho	Listar atividades		EAP
		Determinar o tempo de execução	Definir o tempo dos pacotes de trabalho	Montar cronograma	Cronograma Analítico
		Definir qualidade	Especificar os atributos do produto	Estabelecer as métricas	Modelo A
		Definir recursos	Estimar os custos	Montar o Cronograma	Cronograma Físico-Finan ou Orçam. Analít.
	Análise de riscos	Identificar os riscos	Ponderar Impacto e Probabilidade	Implantar ações preventivas	EAR, Matriz de Riscos
EXEC	Realizar ações previstas	Executar as tarefas	Fiscalizar operações	Emitir relatórios	Cronograma Analítico
					Modelo B
MONIT/ AÇÃO CORRETIVA	Comparar Previsto e realizado	Verificar Tempo/Escopo	Analisar relatórios	Analisar ferramenta	Cronograma Analítico
		Verificar Custos	Analisar relatórios	Analisar ferramenta	Cronograma Físico-Finan
		Verificar Qualidade	Analisar relatórios	Analisar ferramenta	Especificação do produto
		Analisar relatórios executivos		Implantar ação corretiva	Modelo C
ENCERRAMENTO	Analisar resultado final	Analisar Efetividade (Impacto)	Analisar Eficácia (Qualidade)	Analisar Eficiência (Custo/Tempo)	Cronogramas e Relatórios
				Emitir relatório	Modelo D

Fonte: Adaptado de ENAP (2010)

REFERÊNCIAS

CAMPOS R. A. e S. M. P. de LIMA (2012). *Mapeamento de Processos: importância para as organizações*. Rio de Janeiro: UFRRJ. Apresentação de slides em pdf para

aulas, acessada em ago/2019, disponível no endereço <http://www.ufrj.br/codep/materialcursos/projetomapeamento/MapeamentoProcessos.pdf>

CAMPOS, V. F. (1990). *Gerência da Qualidade Total: estratégia para aumentar a competitividade da empresa brasileira*. Belo Horizonte/MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG.

CARVALHO, C. do J. de. (2010) *Elaboração e Administração de Projetos – Módulo IX. Curso de Administração à Distância*. Belém/PA: UFPA.

ENAP - Escola Nacional de Administração Pública (2010). *Gerenciamento de Projetos - Guia de Estudos*, Brasília/DF.

ESPINHA, R. G. (2023). *Gestão de Projetos: tudo o que você precisa saber sobre a área*. Artigo publicado no blog Artia em 10/jul/2023, acessado em ago/2023 e disponível no endereço <https://artia.com/blog/gestao-de-projetos/>

FERREIRA, A. R. (2013) *Gestão de Processos: módulo III*. (2013). Brasília/DF: ENAP/DDG. Repositório institucional da ENAP, acessado em Ago/2014 e disponível no endereço: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/2332/1/1.%20Apostila%20-%20M%C3%B3dulo%203%20-%20Gest%C3%A3o%20de%20Processos.pdf>

LEITÃO, A. C. M. T.; MEKBEKIAN, G.; SANTOS, M. M. dos; SILVA, M. A. C.; SOUZA, R. de. (1994). *Sistema de Gestão da Qualidade para empresas Construtoras*. São Paulo/SP: CTE/ SINDUSCON-SP

ORIBE, C. Y. (2009). *PDCA: origem, conceitos e variantes dessa idéia de 70 anos*. Artigo publicado no blog Qalypro em 07/04/2009, acessado em ago/2023 e disponível no endereço <http://www.qalypro.com.br/artigos/pdca-origem-conceitos-e-variantes-dessa-ideia-de-70-anos>

SILVA, F. da. (2023). *Variáveis Quantitativas e Qualitativas: o que são e como analisar?* Artigo publicado no blog Análise Macro em 05/05/2023, acessado em Ago/2023 e disponível no endereço <https://analisemacro.com.br/econometria-e-machine-learning/variaveis-quantitativas-e-qualitativas-o-que-sao-e-como-analisar/>

VENKI. (2019). *Indicadores de Desempenho de Processo*. Artigo publicado em 01/04/2015, no site VENKI, empresa de consultoria organizacional sediada em São Paulo/SP, acessado em 20/11/2019 e disponível no endereço <https://www.venki.com.br/blog/indicadores-de-desempenho-de-processos/>

ANEXO A

Entradas e Saídas de Processo

FORNECEDOR				
PRODUTO				
Departamento:		PROCESSO		Data:
CLIENTE				
PRODUTO				
Responsável:				Rev.:

ANEXO B

Processos do Departamento

Departamento:		Data:	Responsável:
Nº	Processo	Tem procedimento documentado?	

ANEXO C

Fornecedores e Produtos Recebidos

Departamento:		Data:	Responsável:
Nº	Fornecedor	Produto Recebido	

ANEXO D

Cientes e Produtos Entregues

Departamento:		Data:	Responsável:		
Nº	Cliente	Produto Entregue	Satisfação do Cliente		
			Insatisf	Méd	Sat

OBS:

ANEXO E
Prioridade de Processos

Processo	NOTAS			V x I x T	P
	V	I	T		

LEGENDA: P – prioridade; V – valor agregado; I – Insatisfação do cliente; T – Tendência

Ponderação dos Critérios

PESO	VALOR AGREGADO	INSATISFAÇÃO DO CLIENTE	TENDÊNCIA
5	Muito alto	Muito alta	Piorar aceleradamente
4	Alto	Alta	Piorar rapidamente
3	Regular	Regular	Piorar lentamente
2	Baixo	Baixa	Piorar demoradamente
1	Insignificante	Insignificante	Não piorar

ANEXO F / G
Especificação de Produtos

DEPARTAMENTO:		FORNECEDOR / CLIENTE:		DATA:
PROCESSO:				
PRODUTO:				
CARACTERÍSTICAS DO SERVIÇO				
DESCONFORMIDADES NÃO ACEITAS				
FORNECEDOR/CLIENTE				
Data:		Assinatura:		

Nota: Essa planilha é usada tanto para Produto Recebido quanto para Produto Entregue

ANEXO H
Indicadores de Processo

Fornecedor		PROCESSO	Cliente	
Indicador	uni		Indicador	unid

PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO PARNAÍBA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A NAVEGAÇÃO FLUVIAL E CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Tainara Cristina da Silveira
EC Projetos

Leonardo Vilela Steiner
EC Projetos

Denis de Lima Cardoso
EC Projetos

Lorenzo Tornquist Nassr
EC Projetos

Tiago Buss
EC Projetos

Resumo: A bacia do rio Parnaíba é considerada a segunda principal bacia hidrográfica da região nordeste em termos de disponibilidade hídrica. A bacia apresenta grandes dimensões territoriais, com seu principal afluente, o rio Parnaíba, tendo extensão total de 1.400 km, transpassando importantes biomas brasileiros. Além da relevância ambiental, influencia diretamente no desenvolvimento econômico e social da região, já que têm grande potencial para navegação, especialmente para o transporte de granéis sólidos. Apesar das externalidades positivas, a bacia sofre com a pressão antrópica e avanço da fronteira agrícola, tendo sido incluída como bacia altamente prioritária para implantação de ações de revitalização pelo PNRBH. À vista do exposto, a metodologia adotada abrangeu a delimitação de eixos temáticos para setorização das ações de revitalização da bacia, objetivando propor sua integração em diferentes vertentes. Os seguintes eixos foram mapeados: educação ambiental, recuperação de nascentes, esgotamento sanitário, qualidade da água, abastecimento de água, regularização e fiscalização, dragagem e derrocamento e recomposição florestal. Por se tratar de projeto em escala piloto e, devido às limitações geográficas impostas pela grande extensão territorial atrelada a bacia do rio Parnaíba, se realizou a priorização das localidades alvo das ações de revitalização por meio da aplicação do método AHP e análise geoespacial. Os principais resultados obtidos foram as localidades prioritárias para execução de ações de revitalização, além da proposição de ações de revitalização que apresentem plena aderência as políticas e planos setoriais de recursos hídricos. Com isso, espera-se promover a melhoria na disponibilidade de água em termos qualitativos, contribuindo para os usos múltiplos, com destaque a navegação interior para movimentação de cargas, além da perenização do rio, promoção de uso sustentável de recursos naturais e fomento ao desenvolvimento regional.

Palavras-chave. Bacia do rio Parnaíba; Revitalização de bacias; AHP; Transporte Interior; Portos.

* A revisão ortográfica, gramatical, ABNT ou APA é de responsabilidade do(s) autor(es).

1 INTRODUÇÃO

A bacia do rio Parnaíba é uma das 12 regiões hidrográficas presentes no território nacional, sendo considerada a segunda principal bacia hidrográfica da região nordeste em termos de disponibilidade hídrica, atrás apenas da bacia do rio São Francisco (ANA, 2013a). A bacia apresenta grandes dimensões territoriais, abrangendo os territórios dos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará (PIAUÍ, 2010). Seu principal afluente, o rio Parnaíba conta com extensão total de 1400 km, transpassando importantes biomas como a caatinga, cerrado e costeiro (CODEVASF, 2014).

Além da relevância associada a componente ambiental, a bacia do rio Parnaíba influencia diretamente no desenvolvimento econômico e social da região onde se insere, uma vez que a bacia abrange uma área de 331 mil km², englobando 282 municípios com uma população estimada de 5.108.444 pessoas (CODEVASF, 2021). Ainda no contexto econômico, o rio Parnaíba apresenta grande potencial para navegação, especialmente para o transporte de granéis sólidos, como a soja (BRASIL, 2018).

A navegação interior pelas águas do rio Parnaíba é relevante no contexto socioeconômico desde o século XX, tendo sido o fator propulsor para o surgimento de núcleos populacionais ribeirinhos e início do comércio local (GANDARA, 2008). Atualmente há potencialidades atreladas a movimentação de granéis sólidos produzidos na região de MATOPIBA, contudo, a hidrovia foi perdendo sua vocação para navegação por conta das altas taxas de assoreamento e não conclusão de investimentos estruturantes em navegação e logística como a eclusa da Boa Esperança e Porto de Luís Correia, que comprometem a navegabilidade devido ao baixo calado operacional (BRASIL, 2018).

Apesar de todas as externalidades positivas advindas da bacia, há de se mencionar as problemáticas ambientais que atingem diferentes regiões banhadas pelo rio Parnaíba. No sul, tem-se municípios com vocação para a produção de grãos, com a região do MATOPIBA tida como a próxima fronteira agrícola do país (EMBRAPA, 2024). Tal expansão agropecuária acabou culminando com o cerrado encabeçando o pódio de desmatamento dos biomas brasileiros pela primeira vez, ultrapassando a Amazônia (MAPBIOMAS, 2024).

Além do vetor de degradação associado as práticas agrícolas, a bacia do rio Parnaíba apresenta em sua porção central e norte propensão à poluição hídrica e assoreamento por conta da descarga de efluentes sanitários e resíduos sólidos em seus cursos hídricos, já que uma parcela considerável de habitantes reside dentro dos limites da bacia hidrográfica e em grandes centros como Teresina e Parnaíba, duas das maiores cidades do estado do Piauí (PAULA FILHO, 2014).

Devido as problemáticas expostas, que acabam por incidir tanto na Bacia do rio Parnaíba como em outras regiões hidrográficas brasileiras, o Governo Federal desenvolveu o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH), buscando elencar áreas prioritárias para implementação de ações de conservação, recuperação e revitalização nas regiões hidrográficas, as quais incluem a Bacia do Rio Parnaíba (BRASIL, 2022a). Além disso, a revitalização de bacias é alvo de instrumentos normativos, como a Lei nº 14.182 de 2021 e o Decreto 10.838 de 2021, onde são determinadas diretrizes para o planejamento e o desenvolvimento de ações de revitalização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas (BRASIL, 2021a, 2021b).

Neste contexto, a revitalização da bacia do rio Parnaíba busca atender as políticas setoriais voltadas para recursos hídricos e revitalização de bacias atualmente

vigentes no país. Assim, busca-se atingir a resolução e/ou minimização das problemáticas ambientais presentes na bacia do rio Parnaíba, de modo que, através da implementação de ações integradas e permanentes, se promova a melhoria na disponibilidade de água em termos qualitativos (BRASIL, 2023a), contribuindo para os usos múltiplos, com destaque a navegação interior para movimentação de cargas e aprimoramento da malha logística do estado do Piauí, além da perenização do rio, promoção de uso sustentável de recursos naturais e fomento ao desenvolvimento regional.

Vale ressaltar que este artigo é derivado do Projeto Integrador Intermodal do Piauí, realizado pela EC Projetos e RSA Advogados em parceria com o Governo do Estado do Piauí.

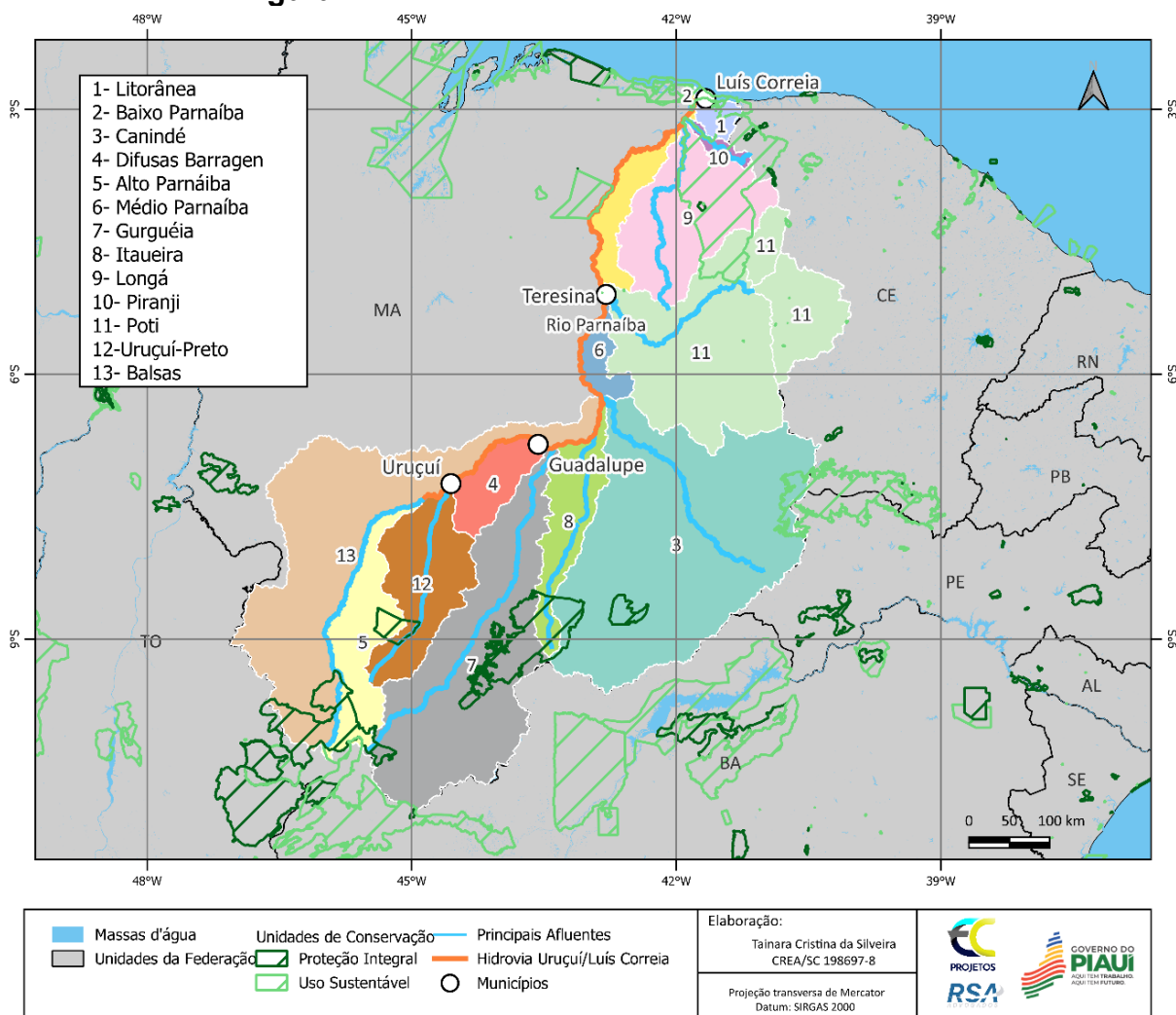
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A BACIA E O RIO PARNAÍBA

A bacia do rio Parnaíba apresenta área total de 331 mil km², ocupando aproximadamente 98% do território piauiense, além de abranger partes do Maranhão e Ceará (CODEVASF, 2016). O principal afluente da bacia é o rio Parnaíba, que apresenta 1.400km de extensão e tem sua nascente localizada na região da chapada das Mangabeiras, ao sul do Piauí e sudeste do Maranhão, área que abrange o Parque Nacional das Nascentes do rio Parnaíba (CODEVASF, 2016).

A bacia do rio Parnaíba pode ser classificada por meio de unidades fisiográficas, quais sejam: Alto, Médio e Baixo Parnaíba (CODEVASF, 2016). Contudo, a classificação proposta nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos envolve a delimitação de 13 sub-bacias e seus principais afluentes, conforme exhibe a Figura 1.

Figura 1. Bacia do rio Parnaíba e suas sub-bacias.



Em relação a disponibilidade hídrica das águas superficiais, a bacia apresenta vazão regularizada de 379 m³/s e vazão média de 767 m³/s, correspondendo a 0,43% da vazão média nacional (CODEVASF, 2016). Quanto aos recursos hídricos subterrâneos, os principais sistemas aquíferos presentes são: Serra Grande, Cabeças e Poti-Piauí, os quais são a principal fonte de abastecimento de água no semiárido, uma vez que grande parte dos rios dessa região é intermitente (CODEVASF, 2016).

Quanto à climatologia da bacia, esta apresenta incidência de clima Aw' na região sul e central, As' na região litorânea e Bs na região do semiárido (CODEVASF, 2016). A tipologia As/Aw' é caracterizada como tropical-chuvosa com inverno seco, sendo quente e úmido com chuvas de verão e outono (PIAUÍ, 2010). Já o clima Bs caracteriza-se por apresentar temperaturas elevadas e estáveis, baixas precipitações médias anuais irregularmente distribuídas ao longo do ano (CODEVASF, 2016).

Na bacia do rio Parnaíba há ocorrência dos biomas cerrado no Alto Parnaíba, Caatinga no Médio e Baixo Parnaíba e o Costeiro no Baixo Parnaíba (CODEVASF, 2016). O cerrado é constituído principalmente por formações florestais, savânicas e campestres; possui arbustos pouco desenvolvidos sob estrato herbáceo com troncos tortuosos e apresenta grande diversidade fisionômica, da qual as características são ditadas pelo clima e pelo solo (BARROS, 2012).

Já a caatinga ocorre em localidades de clima tropical semiárido, apresentando folhas grossas e espinhos como adaptações a baixa disponibilidade de água, normalmente classificadas como xerófilas (SOUZA *et. al.*, 2017). Quanto a vegetação litorânea, esta apresenta elementos de vegetação de restinga, de manguezais e de Tabuleiro (áreas de vegetação aberta em solos arenosos) (SANTOS-FILHO *et al.*, 2016).

A bacia ainda apresenta vegetação de transição, conhecida como mata de cocais, onde há elementos de mistura dos biomas cerrado e caatinga, ocorrendo em toda extensão da bacia, predominantemente na região centro-oeste (PIAUÍ, 2010).

2.2 USOS DA ÁGUA

Dentre os usos da água com maior importância na bacia do rio Parnaíba, especialmente no contexto histórico do Estado do Piauí, tem-se a navegação interior. A navegação no rio Parnaíba foi oficialmente iniciada em 1859 após a criação da Companhia de Navegação do Rio Parnaíba, que seria responsável pela prestação de serviços de navegação entre o município de Teresina e Parnaíba (ANDRADE, 2021). O vapor Uruçuí, primeira embarcação associada a navegação no rio, era responsável pelo transporte de passageiros e reboque de barcas com mercadorias (ANDRADE, 2021).

Com a aquisição de outras embarcações, o tráfego na hidrovia aumentou com o passar dos anos, especialmente entre 1930 e 1940, o que acabou influenciando diretamente no surgimento de diversos núcleos populacionais tanto nas margens do Piauí como no Maranhão (GANDARA, 2008). Além disso, a navegação proporcionou o desenvolvimento de comércio entre as cidades, ligando diversos territórios interiores ao litoral e até mesmo ao exterior (ANDRADE, 2021).

Até metade do século XX a navegação era componente relevante no desenvolvimento socioeconômico dos municípios banhados pelo rio Parnaíba (GANDARA, 2008). Contudo, devido aos incentivos a implementação do sistema rodoviário e inexistência de porto marítimo no litoral piauiense, iniciou-se o declínio da navegação interior (CRC, 2017).

A navegabilidade do rio Parnaíba é altamente influenciada pelo regime de chuvas, sendo comum a ocorrência de bancos de areia e afloramentos rochosos na maior parte do rio (BRASIL, 2018). Além dos obstáculos atrelados a configuração física do rio Parnaíba, outros empecilhos para o reestabelecimento da navegação interior podem ser atrelados, como a inconclusão das obras da eclusa da Barragem da Boa Esperança e do Porto de Luís Correia (CRC, 2017).

Atualmente, a navegação pela hidrovia se resume em pequenas embarcações para transporte de ribeirinhos e cargas de interesse regional (BRASIL, 2018). Todavia, há potencial para escoamento de grãos sólidos produzidos na fronteira agrícola do MATOPIBA, especialmente de soja e milho.

Dados mostram que, entre o ano de 2000 e o ano de 2022 houve um crescimento de 21 vezes na exportação de soja desses estados, valor bastante elevado considerando que a evolução média do país nesse período foi de cerca de 7 vezes (COMEX STAT, 2023). Ainda, 70% dessa produção é exportada através do Porto de Itaqui, sendo que o restante é escoado através do complexo Portuário de Salvador e Aratu (29%).

Conformação semelhante é observada na produção e escoamento de milho, uma vez que o Nordeste cresceu sua produção em 313% entre os anos de 2015 e 2022 (CONAB, 2023). Os grãos produzidos nestas regiões são escoados pelo Porto

de Ilhéus e Porto de Itaqui, que, juntos, representaram 98% do total exportado por esses estados.

Além do potencial para navegação interior objetivando o escoamento de graneis sólidos, o rio Parnaíba apresenta aptidão para uso hidrelétrico. Atualmente, o rio Parnaíba conta com a Usina Hidrelétrica de Boa Esperança, localizada no município de Guadalupe/PI e operada pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF), com capacidade instalada de 237.300 kW com quatro unidades geradoras (CHESF, 2023).

Além da Barragem de Boa Esperança, está em andamento o planejamento para a construção de outras cinco Usinas Hidrelétricas ao longo do curso do Rio Parnaíba. Essas usinas são a UHE Ribeiro Gonçalves, UHE Uruçuí, UHE Cachoeira, UHE Estreito Parnaíba e UHE Castelhana.

Demais usos presentes no rio Parnaíba, conforme informações da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) referente as outorgas de água emitidas e válidas são irrigação (52,5%), lançamento de efluentes (12,5%), aquicultura em tanque escavado (11,7%) e abastecimento público (10,8%) (ANA, 2023).

2.3 REVITALIZAÇÃO DE BACIAS E INTERFACE SETORIAL

Em âmbito nacional, a revitalização de bacias hidrográficas é preconizada através do Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH), desenvolvido pelo Ministério de Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR) (BRASIL, 2022a). No referido documento é concebida metodologia para priorização de ações de revitalização, em recorte territorial nacional, aplicando-se metodologia de análise multicriterial, *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e DELPHI (BRASIL, 2022a).

Dentre as áreas prioritárias estabelecidas como resultado da análise, tem-se as sub-regiões hidrográficas do Alto e Baixo Parnaíba como extremamente prioritárias para revitalização, ocupando o 3º e 6º lugares no ranking nacional (BRASIL, 2022a). As ações prioritárias devem objetivar a promoção do uso sustentável dos recursos naturais, melhoria das condições socioambientais e aumento da disponibilidade hídrica para os diversos usos da água (BRASIL, 2022a).

Ainda no contexto nacional, a Lei nº 14.182 de julho de 2021, que dispõe sobre a desestatização da Eletrobras e prevê a destinação de recursos financeiros para custeio de projetos de revitalização em bacias hidrográficas, em especial naquelas impactadas pela construção e operação de usinas hidrelétricas (BRASIL, 2021a). A lei traz em seus dispositivos o direcionamento das ações para três bacias: São Francisco, Parnaíba e Rio Grande (Furnas) (BRASIL, 2021a).

Dentre as diretrizes da lei, tem-se que as ações de revitalização de bacias hidrográficas devem priorizar a recuperação ambiental e preservação de recursos hídricos para garantir a chegada de vazões afluentes nos reservatórios e permitir a operacionalidade da geração de energia (BRASIL, 2021a). Além disso, em seu instrumento regulamentador, o Decreto nº 10.838 de outubro de 2021 estabelece que as ações devem buscar (BRASIL, 2021b):

- Favorecimento da infiltração de água no solo;
- Redução do carreamento de sólidos pelo escoamento superficial;
- Uso consciente e o combate ao desperdício no uso da água;
- Recarga de aquíferos adequada;
- Combate à poluição dos recursos hídricos;
- Prevenção e a mitigação de regimes de escoamento superficial extremos;

- Promoção das condições necessárias para disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos;
- Adoção de análises territoriais e integradas; e
- Disseminação da informação, do conhecimento e das boas práticas de conservação da água e do solo para influenciar costumes, valores, atitudes e hábitos dos cidadãos e da sociedade em relação à importância dos recursos hídricos.

Demais políticas públicas intervenientes na revitalização de bacias hidrográficas são as voltadas para o gerenciamento de recursos hídricos, com destaque a Lei das Águas, Lei nº 9433 de 1997, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (BRASIL, 1997), o Plano de Ações do Plano Nacional de Recursos Hídricos e os Planos Estaduais de Recursos Hídricos dos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará.

No Plano Nacional de Recursos Hídricos são elencados programas e subprogramas, dentre os quais destaca-se a revitalização de bacias hidrográficas através do incentivo de iniciativas de revitalização de bacias e implementação de ações de conservação da água e solo (BRASIL, 2022b).

Já nos Planos Estaduais são mencionados programas voltados para ações como recuperação de áreas degradadas, monitoramento e fiscalização, redução da poluição hídrica através da implementação de ações estruturantes de esgotamento sanitário e abastecimento de água e promoção do aumento de disponibilidade hídrica (PIAUI, 2010; MARANHÃO, 2020; CEARÁ, 2009).

À vista do exposto, verifica-se que as ações de revitalização de bacias hidrográficas estabelecidas nas políticas públicas têm como objetivo central o de garantir a segurança hídrica das regiões hidrográficas nacionais. Isto se dá por meio da melhoria da disponibilidade hídrica para os diferentes usos da água, com destaque a navegação e produção de energia, através da perenização dos recursos hídricos superficiais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia do presente trabalho iniciou com a definição de eixos temáticos para setorização das ações de revitalização da bacia do rio Parnaíba. Cada eixo proposto objetiva propor a integração da bacia em diferentes vertentes, abrangendo, assim, a resolução de diferentes problemáticas ambientais, que culminem no objetivo central de aumentar a disponibilidade hídrica quali-quantitativamente para atendimento dos usos múltiplos. A Figura 2 exhibe os eixos temáticos propostos.

Figura 2. Eixos temáticos adotados para setorização das ações de revitalização na bacia do rio Parnaíba.



Elaboração própria.

Por se tratar de projeto em escala piloto e, devido às limitações geográficas impostas pela grande extensão territorial atrelada a bacia do rio Parnaíba, se realizou a priorização das localidades alvo das ações de revitalização, para redução da abrangência do projeto. Assim, buscou-se aliar os objetivos e prerrogativas da preservação e revitalização ambiental da bacia com a necessidade de garantia da navegabilidade do Rio Parnaíba para seu uso no transporte hidroviário de cargas.

Nesse sentido, partiu-se da premissa de que as possíveis unidades básicas de aplicação da priorização das ações, nos Eixos 3, 5, 6 e 8 seriam os municípios banhados diretamente pela Hidrovia do Rio Parnaíba, entre os municípios de Uruçuí/PI e Luís Correia/PI, trecho considerado viável à navegação (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023), totalizando-se 24 municípios na margem do Piauí, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Municípios avaliados nos Eixos 3, 5, 6 e 8 para priorização de ações de revitalização.

Município	Área (km ²)	População (2022)
Teresina	1398,9	866.300
Parnaíba	413,68	162.159
Floriano	3403,9	62.036
União	1170,32	46.119
Miguel Alves	1390,97	32.150
Luís Correia	1074,01	30.641
Luzilândia	709,2	25.375
Uruçuí	8403,66	25.203
Buriti dos Lopes	686,87	19.654
Amarante	1150,51	17.234
Joaquim Pires	740,41	13.886
Palmeirais	1494,48	13.264
Porto	252,26	12.052
Matias Olímpio	223,78	10.641

Município	Área (km ²)	População (2022)
Guadalupe	1029,12	10.270
Nazária	359,87	10.262
Murici dos Portelas	480,34	9.797
Ilha Grande	152,88	9.274
Madeiro	179,75	8.032
Campo Largo do Piauí	495,35	7.419
Joca Marques	165,17	5.394
Jerumenha	1868,45	4.497
Antônio Almeida	643,99	3.152
Porto Alegre do Piauí	1167,08	2.364

Fonte: Brasil (2024).
Elaboração própria.

Nesses eixos em específico foi adotado o *Analytical Hierarchy Process* (AHP) para avaliação de critérios e escolha dos municípios que serão contemplados com as ações de revitalização. O AHP foi desenvolvido por Saaty (1990) e tem como princípio a avaliação pareada de critérios para escolha de alternativas sob a forma de árvores hierárquicas de decisão que resultam da pontuação de um parâmetro frente a outro (SAATY, 1990). As pontuações variam de 1 a 9 e são arbitradas de acordo com o corpo técnico que está conduzindo a análise, resultando num vetor prioridades, calculado pela média dos elementos da linha dividido por um termo de normalização (SAATY, 2005).

Na etapa final, os valores de importância são utilizados para ponderação dos critérios que se transformam em indicadores para ranquear as alternativas, neste caso, os municípios. A valoração de cada critério seguiu a escala de Likert, considerando-se pontuações qualitativas ou quantitativas de até 05 (cinco) tipos (LIKERT, 1932). Nesse sentido, cada eixo possuirá uma gama de critérios selecionados de acordo com a sua temática, bem como as pontuações. A Figura 3 exibe fluxograma do processo aplicado para priorização dos municípios alvo de ações.

Figura 3. Processo de seleção das municipalidades a serem contempladas pelas ações de revitalização nos eixos 3, 5, 6 e 8.



Elaboração própria.

Os critérios utilizados para cada um dos eixos avaliados por meio do AHP, juntamente com as fontes de dados utilizadas, o vetor prioridade e as valorações adotadas constam resumidas na Tabela 2. Cabe destacar que as análises dos critérios se deram por meio do uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG), por meio do *software* QGis, além da manipulação de dados através de planilhas *excel*.

Tabela 2. Critérios, bases de dados, vetor prioridade e valorações adotadas para os eixos 3, 5, 6 e 8.

Eixo	ID	Critério	Base de dados	Peso da prioridade	Valoração
Eixo 3	ES1	Cobertura de rede de esgoto por município (%)	IBGE (2024)	0,569	1- Muito alto (>50%) 2- Alto (>40% a ≤50%) 3- Médio (>30% a ≤40%) 4- Baixo (>20% a ≤30%) 5- Muito baixo (≤20%)
	ES2	Presença de banheiro de uso exclusivo no domicílio (%)			1- Muito alto (>95%) 2- Alto (>80% a ≤95%) 3- Médio (>65% a ≤80%) 4- Baixo (>50% a ≤65%) 5- Muito baixo (≤50%)
	ES3	Cobertura de coleta de lixo (%)			1- Muito alto (>75%) 2- Alto (>65% a ≤75%) 3- Médio (>55 a ≤65%) 4- Baixo (>40% a ≤55%) 5- Muito baixo (≤40%)
	ES4	Relação de pessoas assentadas pela população total do município (%)			INCRA (2024) IBGE (2024)
Eixo 5	AB1	Percentual da população abastecida pela rede geral de água (%)	IBGE (2024)	0,265	1- Muito alto (>80%) 2- Alto (>70% a ≤80%) 3- Médio (>60% a ≤70%) 4- Baixo (>50% a ≤60%) 5- Muito baixo (≤50%)
	AB2	Relação de pessoas assentadas pela população total do município (%)	INCRA (2024)	0,533	1- Muito baixa (≤5%) 2- Baixa (>5% a ≤10%) 3- Médio (>10% a ≤15%) 4- Alta (>15% a ≤20%)

Eixo	ID	Critério	Base de dados	Peso da prioridade	Valoração
	AB3	Percentual de ocorrência de área de agropecuária no município (%)	IBGE (2022)	0,089	5- Muito alta (>20%) 1- Muito baixo ($\leq 5\%$) 2- Baixo (>5% a $\leq 15\%$) 3- Médio (>15% a $\leq 25\%$) 4- Alto (>25% a $\leq 35\%$) 5- Muito alto (>35%)
	AB4	Disponibilidade hídrica superficial (Vazão/km de rio)	ANA (2013b)	0,113	1- Muito alta (>400 m ³ /s por km) 2- Alta (>300 a ≤ 400 m ³ /s por km) 3- Médio (>200 a ≤ 300 m ³ /s por km) 4- Baixa (>100 a ≤ 200 m ³ /s por km) 5- Muito baixa (≤ 100 m ³ /s por km)
	RF1	Dragagens (nº de observações por km de rio)	Projeto Integrador Intermodal do Piauí	0,325	1- Muito pouco ($\leq 0,1$) 2- Pouco (>0,1 a $\leq 0,2$) 3- Médio (>0,2 a $\leq 0,3$) 4- Grande (>0,3 a $\leq 0,4$) 5- Muito grande (>0,4)
Eixo 6	RF2	Área de atuação de mineradoras dentro da faixa de APP do rio (m ²)	ANM (2024)	0,188	1- Muito baixa (≤ 100 m ²) 2- Baixa (>100 a ≤ 250 m ²) 3- Regular (>250 a ≤ 750 m ²) 4- Alta (>750 a ≤ 1000 m ²) 5- Muito alta (>1000 m ²)

Eixo	ID	Critério	Base de dados	Peso da prioridade	Valoração
	RF3	Captações outorgadas (nº de captações/km de rio)	ANA (2024a)	0,150	1- Muito pouco ($\leq 0,3$) 2- Pouco ($>0,3$ a $\leq 0,6$) 3- Médio ($>0,6$ a $\leq 0,9$) 4- Grande ($>0,9$ a $\leq 1,2$) 5- Muito grande ($>1,2$)
	RF4	Captações observadas in loco (nº de captações/km de rio)	Projeto Integrador Intermodal do Piauí	0,281	1- Muito pouco ($\leq 0,3$) 2- Pouco ($>0,3$ a $\leq 0,6$) 3- Médio ($>0,6$ a $\leq 0,9$) 4- Grande ($>0,9$ a $\leq 1,2$) 5- Muito grande ($>1,2$)
	RF5	Assoreamento (nº de observações/km de rio)		0,055	1- Muito pouco ($\leq 0,5$) 2- Pouco ($>0,5$ a $\leq 1,0$) 3- Médio ($>1,0$ a $\leq 1,5$) 4- Grande ($>1,5$ a $\leq 2,0$) 5- Muito grande ($>2,0$)
Eixo 8	FL1	Percentual de área degradada dentro da APP (%)	INPE (2023)	0,269	1- Muito pouco ($\leq 5\%$) 2- Pouco ($>5\%$ a $\leq 10\%$) 3- Médio ($>10\%$ a $\leq 15\%$) 4- Alto ($>15\%$ a $\leq 25\%$) 5- Muito alto ($>25\%$)
	FL2	Queimadas (nº de pontos identificados dentro da APP)		0,259	1- Muito pouco (≤ 20) 2- Pouco (>20 a ≤ 40) 3- Médio (>40 a ≤ 60) 4- Alto (>60 a ≤ 80) 5- Muito alto (>80)
	FL3	Percentual de agropecuária dentro da APP (%)		0,167	1- Muito pouco ($\leq 15\%$) 2- Pouco ($>15\%$ a $\leq 30\%$) 3- Médio ($>30\%$ a $\leq 45\%$) 4- Alto ($>45\%$ a $\leq 60\%$) 5- Muito alto ($>60\%$)

Eixo	ID	Critério	Base de dados	Peso da prioridade	Valoração
	FL4	Erosão e assoreamento (nº de observações por km de rio)	Projektor Integrador Intermodal	0,136	1- Muito pouco (≤ 2) 2- Pouco (> 2 a ≤ 6) 3- Médio (> 6 a ≤ 10) 4- Alto (> 10 a ≤ 14) 5- Muito alto (> 14)
	FL5	Dragagens (nº de observações por km de rio)			0,090
	FL6	Suscetibilidade a inundação	ANA (2016)	0,047	1- Baixa 3- Média 5- Alta
	FL7	Percentual de área em reserva legal (%)	SICAR (2024)	0,031	1- Muito alto ($> 20\%$) 2- Alto ($> 15\%$ a $\leq 20\%$) 3- Médio ($> 10\%$ a $\leq 15\%$) 4- Pouco ($> 5\%$ a $\leq 10\%$) 5- Muito pouco ($\leq 5\%$)

Elaboração própria.

Para os demais eixos temáticos (eixo 1, 2, 4 e 7), as metodologias para seleção de localidades alvo de ações de revitalização variaram conforme necessidades levantadas e aplicação da temática. A Tabela 3 resume os critérios de seleção adotados.

Tabela 3. Metodologia de priorização para seleção de unidades territoriais alvo de ações de revitalização nos eixos 1, 2, 4 e 7.

Eixo temático	Metodologia de priorização
Eixo 1	Ações focadas nos Territórios de Desenvolvimento do Piauí banhados pela hidrovia do Rio Parnaíba, conforme potencialidades socioeconômicas levantadas pelo Governo do Estado, tendo as sedes municipais de cada um como polo de educação ambiental.
Eixo 2	Todas as 13 nascentes das principais sub-bacias da Bacia do Rio Parnaíba são elegíveis a ações de recuperação de nascentes.
Eixo 4	Priorizou-se o monitoramento da qualidade da água no trecho navegável da Hidrovia do Rio Parnaíba, entre Uruçuí e Luís Correia.
Eixo 7	Implementação dos serviços complementares (dragagem e derrocagem) em todos os municípios banhados pela Hidrovia do Rio Parnaíba.

Elaboração própria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados resumidos em relação aos diferentes eixos temáticos avaliados constam na Tabela 4. Verifica-se que todos os eixos temáticos propostos se integram com o objetivo central do projeto de revitalização da bacia, que é aumentar a disponibilidade hídrica em qualidade e quantidade adequada aos usos múltiplos.

As subseções posteriores detalham as ações e municípios prioritários selecionados para cada eixo temático. O resumo dos resultados e acesso aos relatórios completos do projeto pode ser consultado por meio de ferramenta de *Business Intelligence* em *Power BI*, a qual pode ser acessada por meio do link: <https://ecprojetos.com.br/revitalizacao-do-rio-parnaiba>.

Tabela 4. Resumo dos resultados para cada eixo temático avaliado.

Eixo temático	Objetivo	Ações previstas	Áreas atendidas	Público-alvo
Eixo 1	Promover a educação ambiental em pequenas comunidades rurais e ribeirinhas para o uso consciente das águas do rio Parnaíba e afluentes	<p>Palestras e oficinas com pequenos núcleos rurais e comunidades ribeirinhas às margens do Rio Parnaíba; Criação de canais de comunicação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mídias sociais, <i>Newsletters</i>; • Website; • Rádio e TV; • Parcerias. <p>Criação e distribuição de material informativo com as temáticas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso racional da água; • Importância da proteção da mata ciliar; • Práticas de agricultura sustentável; • Práticas de pesca sustentável. 	<p>Planície Litorânea: <u>Parnaíba</u> Cocais: <u>Esperantina</u> Entre Rios: <u>Teresina</u> Vale dos Rios Piauí e Itaueira: <u>Floriano</u> Tabuleiros do Alto Parnaíba: <u>Uruçuí</u></p>	Sociedade civil, setor produtivo e setor público
Eixo 2	Possibilitar a recuperação de áreas no entorno de nascentes	Implementação de PRADs com ações voltadas para monitoramento, controle de fogo e espécies invasoras, plantio de mudas, adubação e controle de processos erosivos.	Nascente de cada uma das 13 sub-bacias da bacia do rio Parnaíba	-
Eixo 3	Promover a regularização do esgotamento sanitário de	Construção de 50 sistemas em lote, por município, em áreas de	Campo Largo do Piauí; Porto; Miguel	Assentamentos rurais e comunidades rurais

Eixo temático	Objetivo	Ações previstas	Áreas atendidas	Público-alvo
	pequenas comunidades rurais através de métodos de saneamento aplicáveis no lote.	assentamentos rurais e pequenas comunidades (250 unidades, ao fim do projeto).	Alves, Jerumenha e Antônio Almeida	
Eixo 4	Avaliar a qualidade da água do Rio Parnaíba para mitigar e/ou remediar possíveis eventos de poluição e acompanhar sua evolução ao longo do tempo.	Realização de amostragens semestrais de monitoramento da qualidade da água em 40 pontos distribuídos ao longo do Rio Parnaíba, de acordo com parâmetros da Resolução nº 357/2055.	Todos os 24 municípios banhados pela hidrovia do rio Parnaíba	-
Eixo 5	Democratizar o acesso à água nas comunidades presentes nas margens do Rio Parnaíba, sem alterações significativas e não autorizadas de seu fluxo habitual	Construção de 112 cisternas em áreas de assentamentos rurais e pequenas comunidades para armazenamento de águas de chuva nas épocas de cheias.	Porto; Ilha Grande; Luís Correia; Miguel Alves; Antônio Almeida	Assentamentos rurais, comunidades rurais e ribeirinhos
Eixo 6	Inibir/coibir a ocorrência de usos da água e dragagem de forma irregular ao longo do Rio Parnaíba.	Ações de monitoramento e fiscalização ambiental.	Teresina; Luzilândia; Floriano; Amarante; Joca Marques	Comunidade local e população ribeirinha; Agricultores e pecuaristas; Pescadores; Empresas e indústrias
Eixo 7	Manutenção das condições de navegabilidade para movimentação de cargas e passageiros na Hidrovia do Parnaíba, no seu trecho entre Uruçuí e Porto de Luís Correia, priorizando o acompanhamento ambiental	Obras de dragagem e derrocagem Supervisão ambiental Obras de sinalização e balizamento Gerenciamento de material dragado	Todos os 24 municípios banhados pela hidrovia do rio Parnaíba	-



Eixo temático	Objetivo	Ações previstas	Áreas atendidas	Público-alvo
	dos serviços de dragagem e derrocagem.			
Eixo 8	Promover a restauração das margens de 41 áreas pré-selecionadas.	Plantio de mudas de vegetação nativa; Aplicação de sistema de agroflorestas; Estabilização de taludes e cercamento e proteção de áreas de regeneração. Elaboração própria.	Joca Marques; Floriano; Luzilândia; Jerumenha; União	-

4.1 EIXO 1 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL

No âmbito dos recursos hídricos, a educação ambiental é parte integrante dos processos de formação dos *stakeholders* envolvidos e tem papel crucial na promoção da conservação e revitalização de recursos hídricos pois aumenta a conscientização ambiental, o conhecimento e o engajamento da comunidade envolvida e usuária dos recursos hídricos nas ações e práticas de gestão da água.

Além disso, a educação ambiental quando aplicada a recursos hídricos promove, dentre outros fatores, a conservação de recursos por meio do engajamento entre *stakeholders* e aumento da responsabilidade socioambiental dos envolvidos, gerando um senso de pertencimento e de compromisso para com o meio ambiente e a água (ARDOIN; BOWERS; GAILLARD, 2020). Portanto, pode-se dizer que a participação e o engajamento da sociedade/comunidade se tornam fundamentais para o sucesso da implementação de medidas de gestão de recursos hídricos (VON KORFF et al., 2012; DUNGUMARO; MADULU, 2003).

À vista do exposto, verifica-se que as ações de educação ambiental e comunicação social do eixo proposto se fomentam como a principal ferramenta de difusão de conhecimento e engajamento da sociedade para com os desafios a serem enfrentados para a revitalização e conservação da bacia do rio Parnaíba. Não obstante, deve servir como concentrador dos esforços para conscientização da população acerca das ações realizadas ao longo dos outros 08 (oito) eixos temáticos do projeto, apresentando o cumprimento das metas estabelecidas e as informações inerentes a cada um deles.

Para seleção das localidades alvo de ações de educação ambiental, considerou-se o mapa de potencialidades do Piauí, o qual divide o Estado em 12 territórios de desenvolvimento. Dentre os territórios institucionalizados, selecionou-se a planície litorânea, cocais, tabuleiros do Alto Parnaíba, Vale dos rios Piauí e Itaueira e Entre Rios, territórios banhados pela hidrovia do rio Parnaíba. A Tabela 5 resume os municípios selecionados.

Tabela 5. Municípios selecionados para aplicação de ações de educação ambiental.

Território	Município sede	Municípios itinerantes
Planície Litorânea	Parnaíba	Ilha Grande; Buriti dos Lopes; Murici dos Portelas.
Cocais	Esperantina	Joaquim Pires; Luzilândia; Joca Marques; Madeiro; Matias Olímpio; Campo Largo do Piauí; Porto.
Tabuleiros do Alto Parnaíba	Uruçuí	Jerumenha; Guadalupe; Porto Alegre do Piauí; Antônio Almeida.
Vale dos Rios Piauí e Itaueira	Floriano	-
Entre Rios	Teresina	Miguel Alves;

Território	Município sede	Municípios itinerantes
		União; Nazária; Palmerais; Amarante.

Elaboração própria.

O público-alvo das ações de educação ambiental voltadas à revitalização e conservação dos recursos hídricos da bacia deve se concentrar na sociedade civil, setor produtivo e setor público. Quanto às instalações físicas para a realização das ações de educação ambiental, sugere-se a utilização de escolas da rede pública estadual para atividades em áreas urbanas e das redes públicas municipais para atividades em áreas rurais.

Em relação as ações propostas para o eixo de educação ambiental, tem-se a execução de ações educativas, as quais consistirão na realização de palestras, oficinas, dinâmicas de grupo, debates e demais ações pontuais de conscientização ambiental nos municípios contemplados, as quais abordarão temáticas, preferencialmente relacionadas à vocação econômica e perfil socioeconômico do próprio município e/ou território de desenvolvimento.

Estas ações contarão com o fornecimento de material informativo e de apoio para melhor visualização e fixação das orientações e dinâmicas realizadas, como cartilhas, folhetos, posters, dentre outros. De modo a auxiliar na divulgação de informações, prevê-se também a criação de canais de comunicação, como mídias sociais, *website*, *newsletters* e *e-mail*.

4.2 EIXO 2 – RECUPERAÇÃO DE NASCENTES

Sabe-se que as nascentes são importantes fontes de água no contexto da bacia hidrográfica, uma vez que originam os cursos de água, sendo capazes de abastecer os rios abundantemente, especialmente em períodos de seca (CODESVASF, 2016). É comum, também, que as nascentes se estabeleçam como principal fonte de água em algumas propriedades rurais (CODESVASF, 2016). Ou seja, as nascentes são importantes elementos na gestão de recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, apresentando relevância local e regional, uma vez que são capazes de assegurar a disponibilidade de água, quando bem conservadas, conforme preconizado pela Lei das Águas.

Devido a sua importância, as nascentes são protegidas num raio de 50m, sendo enquadradas como Áreas de Proteção Permanente (APP) (BRASIL, 2012). Apesar disso, observa-se, ainda, intenso processo de exploração dos recursos naturais em áreas de proteção permanente, incluindo na bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, através da retirada de cobertura vegetal nativa e intensificação da ocorrência de processos erosivos. Assim, a recuperação e proteção das nascentes integram ações extremamente prioritárias para a manutenção da saúde hídrica da bacia do rio Parnaíba.

No eixo temático de recuperação de nascentes considerou-se que todas as 13 nascentes das principais sub-bacias da Bacia do Rio Parnaíba são elegíveis a ações de recuperação de nascentes, neste caso, a realização de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). A Tabela 6 resume as nascentes contempladas no eixo 2.

Tabela 6. Nascentes contempladas pelo eixo 2.

Nascentes	SIRGAS 2000		Localização
	X (°)	Y (°)	
Uruçuí-Preto	-45,461	-9,460	Gilbués/PI
Gurguéia	-45,497	-10,256	São Gonçalo do Gurguéia/PI
Itaueira	-43,420	-9,150	Caracol/PI
Canindé	-40,833	-8,354	Acauã/PI
Piranji	-41,172	-3,509	Viçosa do Ceará/CE
Alto Longá	-42,097	-5,249	Alto Longá/PI
Poti	-40,140	-5,004	Tamboril/CE
Difusas do Alto Parnaíba	-45,822	-10,256	Barreiras do Piauí/PI
Difusas da Boa Esperança	-44,198	-7,660	Uruçuí/PI
Difusas Litoral	-41,540	-3,328	Cocal/PI
Difusas Médio	-42,773	-5,802	São Pedro do Piauí/PI
Difusas Baixo	-42,501	-4,986	Altos/PI
Balsas	-46,648	-9,364	Balsas/MA

Elaboração própria.

Como ações propostas, prevê-se a implantação de PRADs, os quais devem incorporar plano de ações de recuperação. Dentre as ações previstas no plano de ações, tem-se:

- Mobilização de entidades e proprietários envolvidos.
- Validação e estaqueamento de áreas.
- Implantação de placas de identificação e limpeza do terreno.
- Cercamento da área.
- Plantio de mudas nativas de caatinga/cerrado.
- Implantação de aceiramento (controle de queimadas).
- Controle de espécies invasoras.
- Eliminação ou mitigação de processos erosivos.
- Correção de fertilidade do solo.
- Monitoramento através da avaliação quali-quantitativa da água.
- Acompanhamento das ações e elaboração de relatórios técnicos.

4.3 EIXO 3 – ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O eixo de esgotamento sanitário parte do pressuposto de que efluentes não tratados quando infiltrados no solo ou lançados em águas superficiais diminuirão a qualidade da água e restringirão suas possibilidades de uso consideravelmente (CUI et al., 2019). Apenas na bacia do rio Parnaíba residem cerca de cinco milhões de habitantes, distribuídos entre 292 municípios nos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará (CODEVASF, 2021).

Boa parte dessa população não dispõe de tratamento de esgoto, já que o Piauí é um dos piores estados nos índices de cobertura de rede de esgoto do país, com apenas 23,3% (IBGE, 2024), ao se considerar também as residências que possuem fossa séptica adequada, esse percentual chega a 46,47% da população (IBGE, 2024).

Neste sentido, o eixo de esgotamento sanitário propõe a realização de intervenções estruturais em localidades da Bacia do Rio Parnaíba para promover o tratamento de efluentes gerados e a sua infiltração no solo de maneira adequada, promovendo-se, assim, a recarga de água e a possível diminuição de lançamentos irregulares de efluentes tanto em solo quanto em águas superficiais. A Tabela 7 resume os municípios a serem contemplados com ações estruturantes deste eixo, após aplicação do método AHP.

Tabela 7. Resultado dos indicadores para o eixo 3 – esgotamento sanitário.

Áreas Prioritárias	ES1	ES2	ES3	ES4	Indicador
Campo Largo do Piauí	Muito baixo	Baixo	Muito baixo	Baixa	4,16
Miguel Alves	Muito baixo	Baixo	Muito baixo	Baixa	4,16
Jerumenha	Muito baixo	Alto	Médio	Média	4,01
Antônio Almeida	Muito baixo	Alto	Muito alto	Média	3,88
Porto	Baixo	Médio	Médio	Alta	3,81

Elaboração própria.

As intervenções propostas dão conta da construção de sistemas de tratamento de esgoto de menor porte, nesse caso, os sistemas fossa-filtro-sumidouro, conhecidos como tanques sépticos. Os tanques sépticos são soluções relativamente simples e baratas de tratamento de efluentes sanitários e são indicados especialmente para comunidades isoladas (ABNT, 2024).

Assim, o público-alvo das ações para melhoria da infraestrutura de esgotamento sanitário são as comunidades rurais, em especial os assentamentos rurais alocados nos municípios selecionados. Ao todo, prevê-se a implantação de 250 unidades de tratamento em lote.

4.4 EIXO 4 – QUALIDADE DA ÁGUA

O monitoramento da qualidade da água é peça chave para o correto entendimento da atual situação de conservação de uma bacia hidrográfica. A água quando se encontra num nível insatisfatório de qualidade tende a afetar uma série de possíveis usos e comprometer até mesmo a saúde de quem a consome ou a utiliza indiretamente para outros fins, podendo causar doenças gastrointestinais de origem viral, bacteriana e por protozoários (PANDEY et al., 2014).

Tendo em vista esses aspectos, a presença de uma rede de monitoramento de qualidade da água, ou de campanhas periódicas de monitoramento, torna-se fundamental para pautar o planejamento de ações de gestão de curto, médio e longo prazo no contexto da bacia hidrográfica. Sendo assim, o Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba propõe em seu Eixo 4 – Qualidade da Água, a elaboração e implantação de um Programa de Monitoramento da Qualidade da Água no Rio Parnaíba, em seu trecho navegável entre Uruçuí e Luís Correia.

Ao todo, prevê-se o monitoramento de 40 pontos de monitoramento, com análises semestrais. Dentre os parâmetros a serem avaliados, tem-se os constantes na Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005 para rios de água doce classe 2 (BRASIL, 2005). Além disso, os resultados das amostragens realizadas no decorrer do ano serão apresentados e discutidos em dois (02) relatórios semestrais e um (01)

relatório consolidado a serem elaborados após as coletas realizadas no primeiro e segundo semestre de cada ano.

4.5 EIXO 5 – ABASTECIMENTO DE ÁGUA

No Brasil, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 84,9% da população total têm acesso ao abastecimento de água por meio de rede (BRASIL, 2022c). Já no Piauí, esse mesmo índice cai para 72,8% (BRASIL, 2022c), evidenciando uma maior fragilidade dos sistemas de abastecimento de água do estado, quando se comparado com o restante do país.

Além disso, o Piauí é caracterizado pela presença de regimes de seca e chuva bem definidos, com período chuvoso entre janeiro e maio e o de seca entre maio e dezembro (PIAUI, 2010). Tais fatores, climáticos e sociais, expõem a população residente da bacia, especialmente de assentamentos rurais à insegurança hídrica, por apresentarem maiores fatores impeditivos para acesso à água potável (ex. isolamento de comunidades, falta de investimento) (SIMONATO et al., 2019).

Assim, a implementação de soluções para aumentar o nível de abastecimento de água na bacia do Parnaíba, em especial nas épocas de seca, aproveitando-se os grandes volumes de chuva da temporada chuvosa, se faz relevante. A Tabela 8 resume os municípios selecionados a partir da aplicação do AHP para o eixo de abastecimento de água.

Tabela 8. Resultado dos indicadores para o eixo 5 – abastecimento de água.

Áreas prioritárias	AB1	AB2	AB3	AB4	Indicador
Porto	Médio	Alta	Baixo	Baixa	3,33
Ilha Grande	Muito baixo	Muito alta	Muito baixo	Muito baixa	3,13
Luís Correia	Muito alto	Muito baixa	Alto	Muito alta	2,78
Miguel Alves	Alto	Baixa	Baixo	Médio	2,64
Antônio Almeida	Muito baixo	Médio	Baixo	Muito alta	2,61

Elaboração própria.

A solução estruturante proposta prevê a implantação de cisternas feitas a partir de placas, com capacidade de reservação de 52 mil litros e uma área de captação de água da chuva de 200 m² (BRASIL, 2023b). Ao todo, devem ser instaladas 112 cisternas, tendo como público-alvo as comunidades rurais e ribeirinhas, em especial os assentamentos rurais.

4.6 EIXO 6 – REGULARIZAÇÃO E FISCALIZAÇÃO

Por se tratar de um recurso finito, as águas devem ser alvo de uma gestão sistemática, na qual o controle dos usos da água desempenha papel crucial (BRASIL, 1997). O Brasil definiu por meio da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei Federal nº 9.433 de 1997, a outorga do uso da água como um de seus instrumentos (BRASIL, 1997). O principal objetivo da outorga é assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (BRASIL, 1997). Sendo, também, utilizada na busca pela minimização dos conflitos entre os diversos setores usuários (ESPÍRITO SANTO, 2024).

Contudo, sabe-se que nem todos os usuários de água apresentam as exigências legais mencionadas, realizando suas atividades sem as outorgas exigidas. Essa retirada indiscriminada, tanto de sedimentos e água do rio, sem o devido cálculo de vazão máxima outorgada, pode contribuir para a redução de vazão no rio e ocorrência de processos de erosão e assoreamento de margens, comprometendo sua capacidade de navegação e a possibilidade de autorização de maiores vazões para usos socioeconomicamente relevantes na bacia.

Neste sentido, este eixo é pautado pela realização de um programa de fiscalização e regularização de captações de água e operações de dragagem que venham a ocorrer de forma irregular ao longo do Rio Parnaíba, partindo-se do princípio da educação ambiental e conscientização frente aos processos legais e administrativos que devem ser seguidos para que essas atividades possam ocorrer de forma segura e amparada em base técnica. A Tabela 9 resume os municípios selecionados para execução das ações fiscalizadoras.

Tabela 9. Resultado dos indicadores para o eixo 6 – regularização e fiscalização.

Áreas prioritárias	RF1	RF2	RF3	RF4	RF5	Indicador
Teresina	Médio	Muito alta	Muito grande	Pouco	Médio	3,40
Luzilândia	Grande	Alta	Muito pouco	Pouco	Grande	2,99
Floriano	Muito pouco	Alta	Muito pouco	Muito grande	Muito pouco	2,69
Amarante	Muito pouco	Regular	Muito pouco	Grande	Médio	2,33
Joca Marques	Muito pouco	Baixa	Muito pouco	Grande	Muito grande	2,25

Elaboração própria.

Assim, o público-alvo das ações de regularização e fiscalização engloba a comunidade local e população ribeirinha, agricultores e pecuaristas, pescadores, empresas e indústrias, além do setor público com destaque para as agências reguladoras em conjunto com as Organizações Não Governamentais (ONGs) e o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

Segregou-se a execução das ações de fiscalização em três etapas: planejamento, vistoria e monitoramento. A primeira etapa tem como objetivo a criação de uma rota com os pontos críticos e de maior importância de inspeção em cada município definido como alvo das campanhas de fiscalização, envolvendo levantamento de dados e informações acerca das localidades e usos.

Em seguida, parte-se para as vistorias de campo, as quais devem seguir as rotas estabelecidas no planejamento previamente realizado. Nesta fase devem ser obtidas informações junto aos usuários mapeados, avaliando-se as operações realizadas de modo a se identificar possíveis irregularidades.

Por fim, há a etapa de monitoramento, a qual consiste na análise de dados e composição de relatório técnico e acompanhamento das irregularidades identificadas por meio de vistorias de campo. As vistorias devem ter caráter orientativo, contudo, advertências podem ser emitidas para estimular o início do processo de regularização

junto aos órgãos responsáveis, seja a ANA ou a Agência Nacional de Mineração (ANM).

4.7 EIXO 7 – DRAGAGEM E DERROCAMENTO

O eixo dragagem e derrocagem consiste na execução de serviços de dragagem e derrocagem na Hidrovia do Parnaíba, entre os municípios de Uruçuí e Luís Correia, trecho considerado viável economicamente no Projeto Integrador Intermodal do Piauí. Esses serviços têm como principal objetivo garantir a navegabilidade da hidrovia para transporte de cargas e passageiros e promover um maior escoamento de água a longo de seu curso principal, hoje bastante assoreado e apresentando pontos de erosão significativa em suas margens, decorrentes também da sua ocupação por diversas atividades. Neste eixo, todos os 24 municípios banhados pela hidrovia serão contemplados com as ações previstas nas obras, que incluirão:

- Dragagem de 10,20 milhões de m³ de sedimentos;
- Derrocagem de 1,13 milhões de m³ de rochas;
- Obras de sinalização e balizamento;
- Supervisão ambiental e gerenciamento de obras;
- Gerenciamento ambiental do material dragado;
- Supervisão ambiental das áreas de bota-fora para fins benéficos.

A duração prevista para o programa é de 3 (três) anos, de modo a acompanhar o cronograma de obras da hidrovia. Prevê-se a análise trimestral de águas e sedimentos, ao longo dos três anos de obra de hidrovia, além de batimetria no início e fim das obras.

4.8 EIXO 8 – RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL

O Rio Parnaíba, um dos mais importantes cursos d'água do Nordeste brasileiro, desempenha um papel crucial na sustentação da biodiversidade e no fornecimento de recursos hídricos para as comunidades locais (ANA, 2024b). No entanto, ao longo dos anos, a degradação ambiental, resultante de atividades humanas como a agricultura intensiva, o desmatamento e a urbanização descontrolada, tem causado sérios impactos nas áreas de mata ciliar que margeiam seu curso (IBGE, 2015).

A mata ciliar, que atua como uma barreira natural contra a erosão do solo e o assoreamento dos corpos d'água, tem sofrido uma redução significativa, comprometendo a qualidade da água e a estabilidade dos ecossistemas locais (BRASIL, 2017).

Logo, a recomposição florestal e proteção das áreas de mata ciliar, objetivo do presente eixo, pode ser lida como uma medida para mitigar os impactos já existentes de assoreamento e erosão observados no rio Parnaíba. A Tabela 10 resume os municípios selecionados para serem alvo das ações de recomposição florestal.

Tabela 10. Resultado dos indicadores para o eixo 8 – recomposição florestal.

Município	FL1	FL2	FL3	FL4	FL5	FL6	FL7	Indicador
Joca Marques	Muito alto	Muito pouco	Alto	Muito alto	Alto	Mé dia	Pouco	3,58

Floriano	Médio	Muito alto	Mé io	Pouco	Muito pouco	Mé dia	Pouco	3,23
Luzilândi a	Alto	Pouco	Alto	Médio	Pouco	Alta	Alto	3,15
Jerumen ha	Muito pouco	Muito alto	Mé io	Alto	Médio	Bai xa	Muito pouco	3,08
União	Alto	Alto	Pou co	Pouco	Muito pouco	Bai xa	Muito pouco	3,01

Elaboração própria.

A partir dos municípios indicados pelo AHP, realizou-se a seleção de lotes para recomposição florestal. Ao todo, foram selecionados 41 lotes que somados totalizam 470 hectares para implantação de projeto piloto. A seleção das áreas considerou locais com cobertura vegetal escassa mediante análise de imagens de satélite e cruzamento com as percepções colhidas em campo no Projeto Integrador Intermodal do Piauí. Dentre as ações contidas no eixo, tem-se:

- Análise prévia do lote: abrange a avaliação de aspectos como vegetação local, condições do solo, fatores e grau de degradação.
- Limpeza da área: pode ser realizada através de roçada manual, removendo-se a vegetação indesejada.
- Escolha das espécies: deve-se considerar aspectos como, espécies nativas, tolerância ao encharcamento, diversidade de espécies, tipos de plantas, exigência de luz e respeito ao habitat natural.

Os métodos de recomposição florestal indicados foram o plantio em área total e sistemas agroflorestais (SAFs). O primeiro método envolve o plantio de espécies ao longo da área a ser restaurada, por semeadura direta ou mudas (PIAÚÍ, 2024). Já os SAFs são indicados para os lotes onde há ocorrência de atividade agropecuária, já que abrange o plantio de árvores exóticas ou nativas com culturas agrícolas, trepadeiras, forrageiras e arbustivas em arranjos espaciais e temporais pré-estabelecidos (EMBRAPA, 2024).

5 CONCLUSÕES

A revitalização da bacia do rio Parnaíba é essencial para a garantia da disponibilidade hídrica regional e para o desenvolvimento socioeconômico, uma vez que se trata de uma das regiões hidrográficas mais importantes do nordeste do país, abrangendo diferentes biomas e abrigando milhares de habitantes. Com as ações propostas, busca-se promover a melhoria na disponibilidade de água em termos qualiquantitativos, contribuindo para os usos múltiplos, com destaque a navegação interior para movimentação de cargas e viabilização de um sistema logístico integrado e diversificado no Piauí, utilizando-se do potencial e vocação do Rio Parnaíba, além da perenização do rio, promoção de uso sustentável de recursos naturais e fomento ao desenvolvimento regional.

O emprego de metodologias como o AHP, aliadas à análise geoespacial, permite um planejamento condizente com as especificidades locais e adequadas as limitações geográficas empregadas pela grande extensão territorial da bacia. Além disso, permite assegurar que as intervenções sejam direcionadas para áreas prioritárias, maximizando os ganhos advindos das ações propostas.

Dentre os municípios destacados pelo método AHP, pode-se citar Campo Largo do Piauí, Miguel Alves, Jerumenha, Antônio Almeida e Porto no eixo de esgotamento sanitário. No eixo de abastecimento de água, as áreas prioritárias foram Porto, Ilha Grande, Luís Correia, Miguel Alves e Antônio Almeida. Por fim, nos eixos de regularização e fiscalização teve-se a definição de Teresina, Luzilândia, Floriano, Amarante e Joca Marques enquanto a recomposição florestal deve estar focada em Joca Marques, Floriano, Luzilândia, Jerumenha e União.

Por meio de diferentes frentes de trabalho, foi considerada uma visão integrada de ações de revitalização, na qual a garantia das diversas possibilidades de uso possui igual importância e valor, colocando a preservação dos recursos hídricos da bacia como principal balizador deste processo. Além disso, o projeto possui plena aderência às políticas e planos setoriais de recursos hídricos e lastro normativo para ser implementado de forma plena e condizente com seus objetivos estruturantes.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 17076:2024. **Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte** - Requisitos. Primeira edição 26.04.2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Outorgas emitidas**. 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/outorga/outorgas-emitidas>. Acesso em: 20 jul. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO (ANA). A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília, DF, 2002. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2013a**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 13 jun. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Metadados SNIRH. 2016. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/c800a4bf-455a-4714-b1be-823aa675d585>. Acesso em: 17 jun. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Outorgas emitidas**. 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/outorga/outorgas-emitidas>. Acesso em: 17 jun. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Disponibilidade Hídrica Superficial (BHO 2013)**. 2013b. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/0c75f8eb-f5c7-4643-9f91-5bf86a09fb63>. Acesso em: 16 Não é um mês valido! 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE. Dados Abertos. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/sistema-de-informacoes-geograficas-da-mineracao-sigmine>. Acesso em: 17 jun. 2024.

ANA. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba**. 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/cbh-parnaiba>. Acesso em: 18 jun. 2024.

ANDRADE, Andreia Rodrigues. Na trilha das águas: a navegação a vapor e sua importância para as cidades piauienses no oitocentos. **Contraponto**, v. 10, n. 2, p. 155-169, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/contraponto/article/view/13745>. Acesso em: 06 set. 2024.

ARDOIN, Nicole M.; BOWERS, Alison W.; GAILLARD, Estelle. Environmental education outcomes for conservation: a systematic review. **Biological Conservation**, [S.L.], v. 241, p. 108224, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>.

BARROS, José Sidiney. **ASSOCIAÇÃO ENTRE SOLOS E VEGETAÇÃO NAS ÁREAS DE TRANSIÇÃO CERRADO-CAATINGA-FLORESTA NA BACIA DO PARNAÍBA – SUB-BACIA DO RIO LONGÁ-PI**. 2012. 157 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

BRASIL. Anexo da Instrução Normativa SESAN nº 10, de 03 de março de 2023. **Diário Oficial da União 07 de março de 2023b**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=442978>. Acesso em: 19 jun. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 19 jun. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.8038 de 18 de outubro de 2021. Regulamenta os art. 6º e art. 8º da Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021, para dispor sobre os programas de revitalização dos recursos hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio São Francisco e do Rio Parnaíba e daquelas na área de influência dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Furnas. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2021b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Decreto/D10838.htm#art1. Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. **Hidrovia do Parnaíba**. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/old/hidrovia-do-parnaiba>. Acesso em: 13 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Acesso em: 13 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro

de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 15 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MDR). **Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas**. Brasília, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/bacias-hidrograficas/revitalizacao-de-bacias>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR). 2024. Disponível em: <https://www.car.gov.br/>. Acesso em: 17 jun. 2024.

BRASIL. **Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg)** / Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação. – Brasília, DF: MMA, 2017.

BRASIL. **Revitalização de Bacias Hidrográficas**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/seguranca-hidrica/revitalizacao-de-bacias-hidrograficas-1>. Acesso em: 06 set. 2024.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Painel do Setor**. 2022c. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel>. Acesso em: 18 jun. 2024.

CEARÁ. **Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará**. Fortaleza, Ceará, 2009. 408 p. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2018/09/Plano-Estrat%C3%A9gico-dos-Recursos-H%C3%ADricos-do-Cear%C3%A1.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2024.

Comex Stat – Dados do Comércio Exterior Brasileiro. **Exportações e Importações Geral**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 10 ago. 2023.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). **Plano Nascente Parnaíba. Plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia do tio Parnaíba**. 2016. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/biblioteca-geral-do-rocha/publicacoes/planos/plano-nascente-parnaba.pdf>. Acesso em: 06 set. 2024.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). **Bacia do Parnaíba abriga 4,8 milhões de pessoas, 279 municípios e três diferentes biomas**. 2014. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2014/bacia-do-parnaiba-abriga-4-8-milhoes-de-pessoas-279-municipios-e-tres-diferentes-biomas>. Acesso em: 06 set. 2024.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). **Parnaíba**. 2021. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/parnaiba>. Acesso em: 13 jun 2024.

COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO (CHESF). **Boa Esperança**. 2023. Disponível em:

<https://www.chesf.com.br/SistemaChesf/pages/sistemageracao/boaesperanca.aspx>. Acesso em: 08 set. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Séries Históricas Das Safras**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras#gr%C3%A3os-2>. Acesso em: 4 ago. 2023.

COORDENAÇÃO DE REGISTRO E CONSERVAÇÃO (CRC). **Patrimônio Cultural do Piauí - A navegação do rio Parnaíba**. 2017. Disponível em: <https://crcfundacpiaui.wordpress.com/2017/01/02/a-navegacao-do-rio-parnaiba-2/>. Acesso em: 069 set. 2024.

CUI, Qijia; HUANG, Yong; WANG, Hui; FANG, Tingting. Diversity and abundance of bacterial pathogens in urban rivers impacted by domestic sewage. **Environmental Pollution**, [S.L.], v. 249, p. 24-35, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2019.02.094>.

DUNGUMARO, Esther W.; MADULU, Ndalaha F.. Public participation in integrated water resources management: the case of tanzania. *Physics And Chemistry Of The Earth, Parts A/B/C*, [S.L.], v. 28, n. 20-27, p. 1009-1014, jan. 2003. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2003.08.042>.

EMBRAPA. **Estratégia de recuperação | Sistemas Agroflorestais - SAFs**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/plantio-por-mudas>. Acesso em: 17 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Matopiba**. 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema>. Acesso em: 06 set. 2024.

ESPÍRITO SANTO. Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH). **O que é outorga?**. 2024. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/o-que-e-outorga#:~:text=%C3%89%20o%20documento%20que%20assegura,de%20utilizar%20os%20recursos%20h%C3%ADricos.&text=A%20outorga%20%C3%A9%20um%20instrumento,justa%20e%20equilibrada%20desse%20recurso>. Acesso em: 20 jun. 2024.

GANDARA, Gercinair Silvério. **Rio Parnaíba: Cidades-Beira**. 2008. 397 f. Tese (Doutorado em História)-Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.rlbea.unb.br/jspui/handle/10482/1661>. Acesso em: 06 set. 2024.

IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável** : Brasil : 2015 / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de Geografia. – Rio de Janeiro : IBGE, 2015. 352p. – (Estudos e pesquisas. Informação Geográfica, ISSN 1517-1450 ; n. 10)

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2022. **Cobertura e Uso da Terra**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra.html>. Acesso em: 16 jun. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. SIGEF - Sistema de Gestão Fundiária. Disponível em: <http://sigef.incra.gov.br>. Acesso em: 16 jun. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Banco de dados de áreas degradadas e queimadas. TerraBrasilis, 2023. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/ams/>. Acesso em: 17 jun. 2024.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, 1932.

MAPBIOMAS. **RAD 2023: MATOPIBA passa a Amazonia e assume a liderança do desmatamento no Brasil.** 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/05/28/matopiba-passa-a-amazonia-e-assume-a-lideranca-do-desmatamento-no-brasil/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

MARANHÃO. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão. **Relatório Executivo.** Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais -SEMA –São Luís: SEMA, 2020. Disponível em: <https://www.sema.ma.gov.br/programas-ou-campanhas/manuais-e-publicacoes>. Acesso em: 16 jun. 2024.

PANDEY, Pramod K; KASS, Philip H; SOUPIR, Michelle L; BISWAS, Sagor; SINGH, Vijay P. Contamination of water resources by pathogenic bacteria. **Amb Express**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 51-51, 28 jun. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13568-014-0051-x>.

PAULA FILHO, F. J. **Avaliação integrada da Bacia de drenagem do Rio Parnaíba através de fatores de emissão de cargas de nitrogênio e fósforo e índices de qualidade de águas.** 2014. 192 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/17677>. Acesso em: 13 jun. 2024.

PIAUI. **Relatório Técnico RT-3 - TOMO II: Plano de Conservação de Nascentes e Rios.** Teresina. 2024. 87 p.

PIAUI. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí. Teresina: SEMAR, 2010. Disponível em: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bra183822.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

SAATY, T. L. (2005). Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks. Pittsburgh: **RWS Publications**.

SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 48, n. 1, p. 9-26, set. 1990. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-i](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-i).

SANTOS-FILHO, Francisco Soares *et al.* A FLORA DE CAJUEIRO DA PRAIA: uma área de tabuleiros do litoral do piauí, brasil. **Revista Equador**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 21-35, 6 jun. 2016. Universidade Federal do Piauí. <http://dx.doi.org/10.26694/equador.v5i2.4460>.

SIMONATO, Danitielle Cineli et al. Saneamento rural e percepção ambiental em um assentamento rural–São Paulo–Brasil. **Retratos de Assentamentos**, v. 22, n. 2, p. 264-280, 2019. Disponível em: <https://www.retratosdeassentamentos.com/index.php/retratos/article/view/336>. Acesso em: 18 jun. 2024.

SOUZA, Mailson Pereira de; COUTINHO, Joxleide Mendes da Costa Pires; SILVA, Leovandes Soares da; AMORIM, Felipe Silva; ALVES, Allyson Rocha. Composição e estrutura da vegetação de caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 210, 17 jun. 2017. Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i2.4588>.

VON KORFF, Yorck; DANIELL, Katherine A.; MOELLENKAMP, Sabine; BOTS, Pieter; BIJLSMA, Rianne M.. Implementing Participatory Water Management: recent advances in theory, practice, and evaluation. **Ecology And Society**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 1-14, 2012. Resilience Alliance, Inc.. <http://dx.doi.org/10.5751/es-04733-170130>.

PROPOSIÇÃO DE UM *FRAMEWORK* PARA AUTOMATIZAÇÃO DA ANÁLISE AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE) DE PORTOS UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Denis de Lima Cardoso
EC Projetos

Leonardo Vilela Steiner
EC Projetos

Tainara Cristina da Silveira
EC Projetos

Lorenzo Tornquist Nassr
EC Projetos

Tiago Buss
EC Projetos

Resumo: Os portos são cruciais para o comércio global, facilitando a troca de mercadorias e impulsionando o crescimento econômico. No entanto, suas operações geram impactos ambientais significativos que afetam a qualidade de vida local e a saúde dos ecossistemas. Para mitigar esses efeitos, a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) surge como uma solução de planejamento. Neste contexto, o presente artigo explora a possibilidade de aplicação da AAE de forma automatizada em instalações portuárias brasileiras. O *framework* proposto parte da premissa de utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Inteligência Artificial (IA) para analisar dados de localização e condicionantes ambientais, permitindo uma avaliação mais precisa e ágil de empreendimentos portuários. Além disso, a AAE automatizada considera impactos cumulativos e sinérgicos, frequentemente negligenciados em estudos tradicionais, garantindo que os planos de desenvolvimento respeitem as características locais. Como resultado, tem-se uma proposta de *layout* de implantação da AAE no sistema portuário brasileiro de forma automatizada, a qual inicia a análise com a inserção de dados de localização do empreendimento, analisados em conformidade com a legislação vigente. As áreas de influência são definidas para os meios físico-biótico e socioeconômico, considerando aspectos como áreas protegidas e impactos nas comunidades locais e, na sequência, gera-se um relatório automático com informações sobre o licenciamento esperado para o empreendimento, suas características ambientais e principais pontos de atenção. Dessa forma, espera-se que com essa abordagem seja possível delinear e construir um sistema, seja para entes públicos ou privados, que possa prover de maneira rápida as informações necessárias para a tomada de decisão sobre a viabilidade ambiental de empreendimentos portuários.

Palavras-chave: Portos; Avaliação Ambiental Estratégica (AAE); Sustentabilidade, Licenciamento Ambiental; Inteligência Artificial (IA).

* A revisão ortográfica, gramatical, ABNT ou APA é de responsabilidade do(s) autor(es).

1 INTRODUÇÃO

Os portos desempenham um papel central na economia global e no comércio internacional, atuando como pontos estratégicos para a entrada e saída de mercadorias. Eles facilitam as trocas de produtos entre nações, promovem o fluxo de bens e capitais, impulsionam o crescimento econômico e gerando empregos (MEROLA, 2017). De acordo com o relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) de 2024, aproximadamente 80% do comércio mundial, em volume, é realizado por via marítima, destacando a importância do sistema portuário para a economia global (UNCTAD, 2024). Além disso, os portos contribuem significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) de muitos países, gerando receitas através de taxas portuárias e impulsionando setores como o de transportes, logística e serviços de apoio (MEROLA, 2017). A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) ressalta que os portos são motores de crescimento econômico, particularmente em regiões costeiras, onde podem estimular o desenvolvimento de infraestrutura e atrair investimentos (OCDE, 2014).

No entanto, as operações portuárias também estão associadas a impactos ambientais significativos, como poluição do ar, água e solo, além de ruído, que afetam a qualidade de vida local e a saúde dos ecossistemas. A relação Porto-Cidade exige atenção à saúde ambiental na área de influência (MEROLA, 2017). Reconhecendo a atividade portuária como poluidora, diversas ações de gestão têm sido implementadas, baseadas em instrumentos econômicos, voluntários e regulatórios (MEROLA, 2017). A Agência Nacional de Transporte Aquaviário (ANTAQ) desenvolveu mecanismos de avaliação como o Índice de Desenvolvimento Ambiental dos Portos Brasileiros (IDA) (ANTAQ, 2024) e a Agenda Ambiental Portuária (ANTAQ, 2024b). A legislação, como a Lei Federal 12.815/2013, Lei de Portos, exige que autoridades portuárias apresentem Planos de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) (BRASIL, 2013). Além disso, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), estabelecida pela Lei nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981) e a Resolução CONAMA nº 001/1986 (BRASIL, 1986), propõem a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para atividades com alto potencial poluidor, como os portos.

Dada a complexidade e a escala dos impactos ambientais associados às operações portuárias, é essencial realizar estudos aprofundados para mitigar danos e promover práticas sustentáveis, entretanto, os estudos ambientais recentes têm frequentemente relegado as questões socioambientais a um segundo plano e não têm considerado adequadamente os impactos cumulativos e sinérgicos no meio ambiente e na qualidade de vida das comunidades locais (COSTA, 2005).

Nesse contexto, a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) surge como uma importante ferramenta que permite uma análise abrangente dos impactos ambientais em nível estratégico, ou seja, antes de se dar entrada em processos de licenciamento (COSTA, 2005). A AAE é um instrumento de planejamento que considera variáveis ambientais para identificar a sustentabilidade de áreas destinadas aos empreendimentos portuários (COSTA, 2005). Elaborada pelo Poder Público antes das Políticas, Planos e Programas (PPPs), a AAE integra considerações ambientais nas políticas de desenvolvimento portuário, equilibrando crescimento econômico com proteção ambiental e bem-estar das comunidades (COSTA, 2005).

Diante desses desafios, a necessidade de uma abordagem estratégica e automatizada para a avaliação ambiental torna-se importante, podendo até ser aplicada em entes privados como uma ferramenta de tomada de decisão. Assim, o objetivo deste artigo é delinear um *framework* da AAE de forma automatizada com foco em sua aplicabilidade nos portos brasileiros por meio do uso de SIG e IA. Vale ressaltar que este artigo é derivado de um projeto que está sendo realizado pela EC Projetos (<https://ecprojetos.com.br/en/home/>).

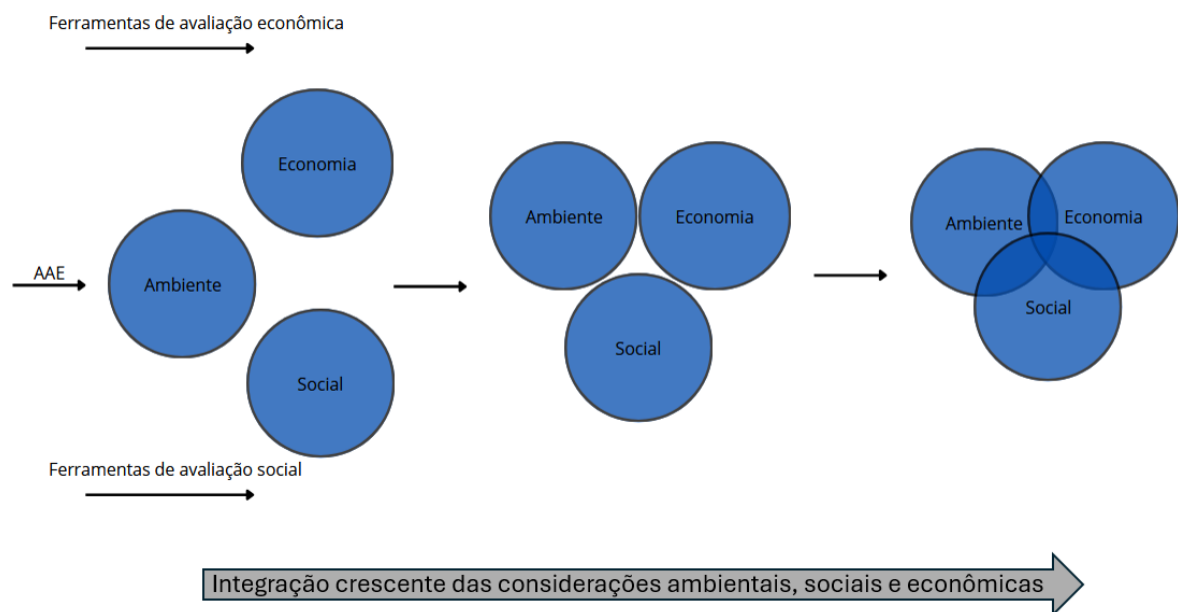
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ANÁLISE AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE)

A AAE é um método desenvolvido para garantir que as questões ambientais sejam levadas em consideração na tomada de decisões sobre políticas, planos e programas governamentais (COSTA, 2005).

Seu papel no processo decisório envolve três funções principais: analisar e documentar os efeitos ambientais de propostas, identificar alternativas e medidas para mitigar efeitos adversos, e garantir que as conclusões sejam integradas ao processo decisório (REC, 2001). Diferentes abordagens de AAE evoluíram para enfrentar desafios políticos, sociais, culturais, jurídicos e institucionais (Chaker et al., 2006). A OCDE (2012) descreve duas abordagens extremas (Figura 1): a Integração Ambiental, que fortalece a variável ambiental na decisão estratégica, e a Avaliação Integrada, que pondera fatores ambientais, sociais e econômicos.

Figura 1. Sequência de abordagens para a AAE.



Fonte: Elaboração própria, adaptado de SANTOS apud OCDE (2015).

O tamanho crescente do círculo representa o "peso" atribuído ao ambiente, enquanto a sobreposição indica o nível de integração. No início da sequência, identifica-se a verdadeira sustentabilidade, onde todos os três pilares recebem o mesmo "peso" e estão plenamente integrados. O propósito da integração do ambiente é, inicialmente, introduzir considerações ambientais na formulação de políticas,

planejamento e tomada de decisão; posteriormente, promover uma integração crescente das considerações ambientais, sociais e econômicas.

Embora a abordagem de Integração Ambiental seja mais comum atualmente, a abordagem mais holística enfrenta barreiras institucionais (OCDE, 2012). A AAE pode ser crucial para alcançar o desenvolvimento sustentável, integrando dimensões ambientais, sociais e econômicas nas decisões governamentais (EGLER, 2001). A experiência internacional destaca que a AAE deve ser flexível e estratégica, adaptando-se ao ciclo de decisão contínuo e iterativo, onde decisões estratégicas são tomadas em momentos críticos (PARTIDÁRIO, 2007). Ela também foca no processo de concepção de ações estratégicas, facilitando a integração de questões ambientais e de sustentabilidade, seguindo um modelo centrado na decisão (CARATTI; DALKMANN; JILIBERTO, 2004; PARTIDÁRIO, 2007).

2.2 ANÁLISE AMBIENTAL ESTRATÉGICA NO BRASIL

Nos últimos anos, a Avaliação Ambiental Estratégica tem se expandido no Brasil, aplicada a projetos como a exploração de petróleo no litoral sul da Bahia e o anel viário de São Paulo (SÁNCHEZ, 2008). Embora ainda não regulamentada, a AAE é promovida por gestores que acreditam em sua eficácia e por demandas de instituições financeiras internacionais, como o Banco Mundial e o BID (OBERLING, 2008). As primeiras iniciativas formais surgiram nos anos 1990, como o gasoduto Brasil-Bolívia, exigido por financiadores internacionais (CRUZ; TOLEDO NETO, 2009). O Ministério do Meio Ambiente tem incentivado a AAE e o Tribunal de Contas da União recomendou sua adoção em planejamentos governamentais (SÁNCHEZ, 2008). Em Minas Gerais, a AAE foi integrada a programas estratégicos, resultando em estudos para planos de transporte e energia (OBERLING, 2008). No setor privado, a AAE foi usada para avaliar impactos de indústrias poluidoras em ecossistemas frágeis, como no Programa de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural na Bacia Camamu-Almada (MARIANO, 2007). A experiência brasileira em AAE pode ser dividida em iniciativas pontuais para financiamentos externos e esforços governamentais para discutir um sistema de AAE no país (TEIXEIRA, 2008).

2.3 TECNOLOGIAS DE AUTOMATIZAÇÃO NA AAE

A Indústria 4.0 e a Internet das Coisas (IoT) estão revolucionando a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) ao integrar tecnologias que aprimoram a coleta e análise de dados ambientais. A Indústria 4.0, com suas tecnologias como sistemas ciberfísicos, IoT e computação em nuvem, permite o planejamento em tempo real e a auto-otimização de processos industriais, influenciando significativamente a execução de operações (SANDERS et al., 2016; ROSSINI et al., 2019). A IoT, em particular, conecta dispositivos e sensores que monitoram o ambiente, permitindo que dados em tempo real sejam coletados e analisados, o que facilita a tomada de decisões rápidas e eficientes (MAGOMADOV, 2020).

No contexto da AAE, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são essenciais para visualizar e interpretar dados geoespaciais, ajudando a identificar áreas sensíveis e prever impactos ambientais (SILALAHÍ et al., 2024). O monitoramento por satélite oferece uma visão abrangente e atualizada das mudanças ambientais ao longo do tempo, crucial para monitorar o impacto de grandes projetos e políticas em áreas extensas e de difícil acesso (SILALAHÍ et al., 2024).

A Inteligência Artificial (IA) complementa essa análise ao processar grandes volumes de dados e identificar padrões complexos que podem não ser imediatamente visíveis, permitindo a modelagem de cenários ambientais e a previsão de impactos potenciais (FERRARI et al, 2021). O uso de *big data* na AAE permite a análise de grandes conjuntos de dados ambientais, sociais e econômicos, fornecendo dados mais precisos sobre os impactos potenciais de políticas, planos e programas (FERRARI et al, 2021).

Essas tecnologias, quando integradas, melhoram a eficácia e a eficiência da AAE, proporcionando uma base mais sólida para a tomada de decisões. A aplicação dessas inovações tecnológicas na AAE não apenas melhora a precisão e eficiência das avaliações, mas também fortalece a base para decisões sustentáveis, alinhando-se com as tendências emergentes de automação e conectividade na gestão ambiental (CHOI et al., 2016).

2.4 TECNOLOGIAS DE AUTOMATIZAÇÃO NA AAE NO BRASIL

2.4.1 Iniciativas do Governo do Pará

O Governo do Pará, pioneiro em clima e sustentabilidade, lançou várias iniciativas digitais para aprimorar a gestão ambiental (NASCIMENTO, 2023). Entre elas, o Cadastro Ambiental Rural Automatizado (CAR 2.0) que realiza a análise e liberação de cadastros, facilitando a regularização de propriedades rurais (NASCIMENTO, 2023). O Módulo de Inteligência Territorial (MIT) monitora compromissos do Plano Estadual Amazônia Agora, integrando dados ambientais e produtivos para melhorar a gestão territorial e econômica, com foco inicial na pecuária (NASCIMENTO, 2023). A nova versão do Selo Verde, integrada ao CAR 2.0, oferece um diagnóstico abrangente da conformidade legal e rastreabilidade da pecuária, utilizando dados de 12 instituições para garantir a conformidade com o Código Florestal e o Protocolo do MPF (NASCIMENTO, 2023). Essas ferramentas são parte de uma estratégia de transformação digital que promove a sinergia entre setores público e privado (NASCIMENTO, 2023).

2.4.2 Relatórios Automatizados de Alertas de Desmatamento

Diante do aumento do desmatamento ilegal e restrições de recursos, foi criado o Relatório Automatizado de Alertas de Desmatamento, utilizando imagens de satélite Planet/Dove de alta resolução (DITTMAR; MROZINSKI, 2022). Essa ferramenta melhora a gestão e produtividade no combate a crimes ambientais, permitindo a criação rápida de Informações Policiais e Laudos Periciais.

Integrando dados de diversas instituições, como INCRA, FUNAI e IBAMA, o sistema fornece relatórios detalhados que cruzam informações de áreas públicas e privadas (DITTMAR; MROZINSKI, 2022). A plataforma, aprovada pela Polícia Federal e disponível através do Programa Brasil M.A.I.S., já auxiliou em mais de 70 operações, com 12 mil usuários cadastrados, gerando prejuízos de R\$ 987 milhões aos infratores (DITTMAR; MROZINSKI, 2022). O "Relatório Analítico de Alertas de Desmatamento" permite ações rápidas, com a possibilidade de flagrantes em até um dia após a detecção da exploração ilegal (DITTMAR; MROZINSKI, 2022).

2.4.3 MapBiomass

O MapBiomass utiliza imagens do satélite *Landsat*, com resolução de 30 metros, para criar mosaicos anuais que cobrem o Brasil (MAPBIOMASS, 2024). Com mais de 9 bilhões de pixels, essas imagens são processadas para remover nuvens e artefatos, resultando em mosaicos limpos que representam o comportamento de cada pixel através de 105 métricas (MAPBIOMASS, 2024). Esses mosaicos são usados para classificar a cobertura e uso do solo por meio do algoritmo "*random forest*", treinado com amostras de referência (MAPBIOMASS, 2024).

Filtros espaciais e temporais são aplicados para garantir a consistência dos dados, eliminando pixels isolados e corrigindo inconsistências (MAPBIOMASS, 2024). Os mapas de cada classe são integrados em um único mapa anual, representando a cobertura e uso da terra (MAPBIOMASS, 2024). Mapas de transição são criados para visualizar mudanças no uso do solo, permitindo a análise do dinamismo territorial (MAPBIOMASS, 2024). Esses mapas são refinados com filtros espaciais e usados para gerar matrizes de transição para diferentes cortes territoriais (MAPBIOMASS, 2024).

2.4.4 Projeto Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER)

O Projeto DETER-B foi desenvolvido para atender à necessidade de identificar desmatamentos menores na Amazônia, que passaram a ser mais comuns e não eram detectados pelo DETER-A devido à sua resolução de 250 metros (INPE, 2024). O DETER-B utiliza imagens de satélites como o CBERS-4 e IRS, com resoluções de 64 e 56 metros, respectivamente, permitindo mapear desmatamentos e alterações florestais a partir de 1 hectare (INPE, 2024).

Os dados são enviados diariamente ao IBAMA sem restrição de área mínima, mas para o público, os polígonos são disponibilizados com uma dimensão mínima de 6,25 hectares, alinhando-se aos critérios do projeto PRODES (INPE, 2024). Há um intervalo de cinco dias entre a detecção e a disponibilização dos dados, necessário para validação (INPE, 2024).

A identificação das alterações florestais é feita por interpretação visual baseada em cor, tonalidade, textura, forma e contexto, utilizando a técnica de Modelo Linear de Mistura Espectral (INPE, 2024). As classes mapeadas incluem desmatamento (com solo exposto ou vegetação), mineração, degradação, cicatrizes de incêndio e exploração madeireira (INPE, 2024).

Os resultados das detecções estão disponíveis no portal TerraBrasilis, onde podem ser consultados e baixados em formatos como shapefile e CSV (INPE, 2024). Devido à variabilidade da cobertura de nuvens e resolução dos satélites, o INPE não recomenda comparar dados de diferentes meses, pois podem incluir desmatamentos de períodos anteriores (INPE, 2024).

O DETER-B é um sistema de alerta para apoiar a fiscalização, não devendo ser usado como indicador de taxa mensal de desmatamento (INPE, 2024). O projeto PRODES, com imagens de melhor resolução, fornece as taxas anuais oficiais de desmatamento na Amazônia Legal desde 1988 (INPE, 2024).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa utilizada no desenvolvimento do *layout* proposto para o sistema de Análise Ambiental Estratégica (AAE) automatizada adotará uma abordagem quantitativa. O ponto inicial será a construção de um banco de dados

robusto e atualizado, integrando informações de órgãos ambientais e legislações nos níveis federal (Tabela 29) e estadual (

Tabela). Esse banco de dados será essencial para determinar qual será o órgão licenciador responsável (federal, estadual ou municipal) com base na localização do empreendimento, seu porte e o tipo de carga movimentada.

Tabela 29. Legislação ambiental federal.

Legislação Federal	Descrição
Resolução CONAMA nº 001/1986	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental
Resolução CONAMA nº 237/1997	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental
Instrução Normativa IBAMA nº 184/2008	Estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental federal.
Resolução CONAMA nº 428/2010	Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.
Lei Complementar nº140/2011	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.
Decreto Federal nº 8.437/2015	Regulamenta o disposto no art. 7º, caput, inciso XIV, alínea "h", e parágrafo único, da Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União.

**Fonte: Legislação Federal referente a licenciamento portuário.
Elaboração própria.**

Tabela 3. Órgãos licenciadores estaduais.

Estado	Órgão
Alagoas	Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA/AL)
Amapá	Instituto do Meio Ambiente e de Ordenamento Territorial do Amapá (IMAP)
Bahia	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA)
Ceará	Secretaria do Meio Ambiente (SEMA)
Espírito Santo	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA)
Maranhão	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA)
Pará	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS)
Paraíba	Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA)
Paraná	Instituto Água e Terra (IAT)
Pernambuco	Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH)
Piauí	Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR)
Rio de Janeiro	Instituto Estadual do Ambiente (INEA)
Rio Grande do Norte	Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA)
Rio Grande do Sul	Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM)
Rondônia	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM)
Santa Catarina	Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA/SC)
São Paulo	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB)
Sergipe	Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA)

Elaboração própria.

3.2 FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS EMPREGADAS NA ANÁLISE

Dentre as tecnologias necessárias para proposição da implementação da ferramenta de AAE automatizada, se tem os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Inteligência Artificial (IA) e banco de dados.

O SIG será incorporado à ferramenta AAE, permitindo que os usuários insiram a localização do empreendimento. Alguns dos SIGs disponíveis estão listados na Tabela Essa abordagem possibilitará a visualização e análise espacial de informações, facilitando a identificação de condicionantes ambientais específicas para a área em questão e contribuindo para uma avaliação mais precisa e fundamentada no processo de licenciamento ambiental.

Tabela 4. Ferramentas de SIG que podem ser utilizadas.

SIG	Descrição
ArcGIS	Plataforma de SIG desenvolvida pela Esri, reconhecida por sua robustez e ampla gama de

SIG	Descrição
	ferramentas para análise espacial e mapeamento (ESRI, 2024).
QGIS	Ferramenta de SIG de código aberto, amplamente utilizada, com extensões para diversas funcionalidades e personalizações (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2024).
Google Earth Engine	Plataforma baseada em nuvem para processamento de grandes conjuntos de dados geoespaciais, com foco em imagens de satélite e análise temporal (GOOGLE, 2024).

Elaboração própria.

Quanto ao Banco de Dados Ambiental, a ferramenta integrará um banco de dados abrangente, que armazenará informações, especialmente geoespaciais, sobre os aspectos socioambientais relevantes (Tabela) dos meios físico-bióticos e socioeconômicos. Esse banco de dados será aplicável para diferentes tipos de empreendimentos portuários, portes e cargas movimentadas. Isso permitirá a consulta rápida e automatizada de informações quando um projeto for inserido.

Tabela 5. Base de dados disponíveis para informações socioambientais.

Condicionante Ambiental	Base Georreferenciada	Órgão Federal	Órgão Estadual
Área de Preservação Permanente (APP)	Cadastro Ambiental Rural (CAR); Mapas de Unidades de Conservação; Atlas da Mata Atlântica; Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC); Base de Dados de APPs do IBGE	IBAMA, MMA, FUNAI, ICMBio, IBAMA, SOS Mata Atlântica, IBGE	Órgãos estaduais de meio ambiente
Áreas Urbanizadas	Mapas Urbanos e Dados de Ocupação do Solo	IBGE	Secretarias de Urbanismo
Biomassas	Mapas de Vegetação e Sensibilidade Ambiental	IBAMA, ICMBio, MapBiomassas	Órgãos estaduais de meio ambiente
Bens Tombados	Cadastros de Patrimônio Histórico	IPHAN	Órgãos estaduais de cultura
Comunidades Tradicionais	Mapas de Comunidades Tradicionais	FUNAI, INCRA	Órgãos estaduais de assistência social
Patrimônio Arqueológico	Mapas de Sítios Arqueológicos	IPHAN	Órgãos estaduais de cultura

Condicionante Ambiental	Base Georreferenciada	Órgão Federal	Órgão Estadual
Recursos Hídricos	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos	ANA (Agência Nacional de Águas), IBAMA	Órgãos estaduais de meio ambiente e recursos d'água
Tipos de Vegetação	Mapas de Cobertura Vegetal e de Uso do Solo	IBGE, INPE, MapBiomas	Órgãos estaduais de meio ambiente
Unidades de Conservação	Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)	ICMBio, IBAMA	Órgãos estaduais de meio ambiente
Uso e Ocupação do Solo	Mapas de Uso do Solo	IBGE, INPE	Secretarias de Planejamento ; Prefeituras Municipais
Zoneamento	Planos Diretores Municipais e Mapas de Zoneamento	Ministério das Cidades	Secretarias de Planejamento

Elaboração própria.

Por fim, a Inteligência Artificial (IA) será utilizada para analisar e compilar dados históricos e prever condicionantes ambientais com base na localização, porte e tipo de carga movimentada. Essa tecnologia permitirá a automação da pré-análise, facilitando e otimizando a geração de relatórios que apresentem as condicionantes relevantes de forma clara e concisa para o usuário. Com a IA, será possível identificar padrões e tendências, proporcionando uma visão mais aprofundada das exigências ambientais e auxiliando na tomada de decisões mais informadas durante o processo de licenciamento.

3.3 MAPEAMENTO E MODELAGEM DE PROCESSOS

Para desenvolver uma proposta de *layout* final, além do referencial teórico, é essencial aplicar ferramentas gerenciais de mapeamento e modelagem de processos. De acordo com Capote (2011), o mapeamento de processos envolve a coleta de informações sobre o processo, seus recursos e regras, com o objetivo principal de aprimorar processos existentes ou implementar uma nova estrutura (VILELLA, 2000). A modelagem de processos, por sua vez, refere-se à representação dos processos, complementando a técnica de mapeamento (VILLELA, 2000).

Para a elaboração do *layout* final, foi escolhida uma linguagem de modelagem que representa adequadamente os processos e seus fluxos, facilitando o entendimento e a visualização da sequência de procedimentos e como eles se encaixam (CUNHA, 2012). Optou-se pelo *Business Process Model and Notation* (BPMN) devido à sua fácil leitura, praticidade e intuitividade. O *software* selecionado para criar o *layout* foi o *Bizagi Modeler*, que utiliza a notação BPMN e permite criar e

documentar processos de negócio, visando melhorar a compreensão de cada etapa, identificar oportunidades de melhoria e aumentar a eficiência organizacional (BIZAGI, 2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

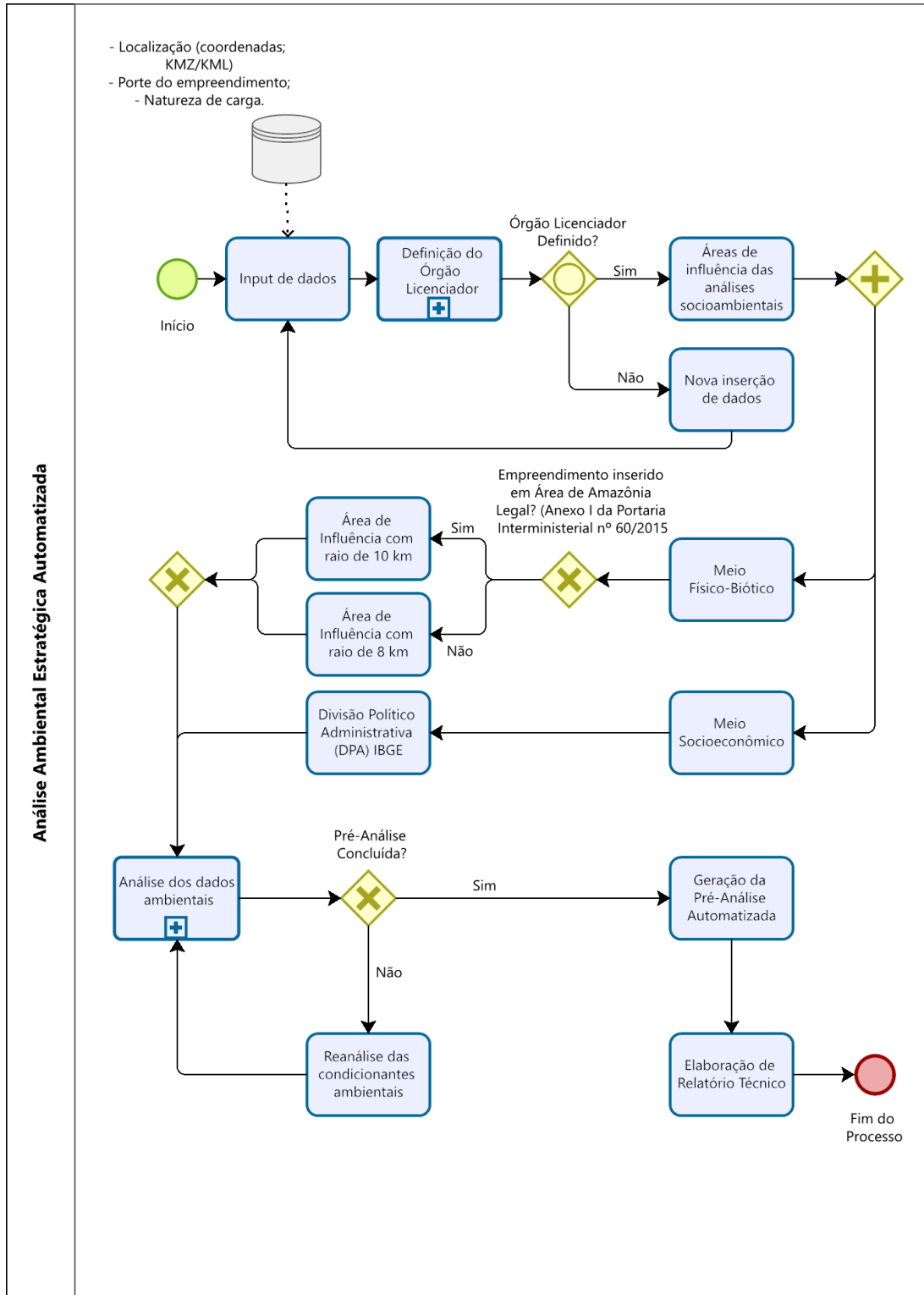
Os terminais portuários, classificados como atividades potencialmente poluidoras (BRASIL, 1997), estão sujeitos ao licenciamento ambiental. Esse procedimento define as condicionantes que as autoridades e instalações portuárias devem cumprir para minimizar os impactos ambientais. Essas condicionantes variam conforme fatores como tamanho, localização e atividades do porto, bem como o tipo de costa (DARBRA et al., 2005). No entanto, algumas condicionantes são comumente aplicadas às atividades portuárias em geral (PUIG et al., 2014, 2017; DARBRA et al., 2005, 2009), abrangendo aspectos típicos da operação portuária.

A partir desse conhecimento, pode-se desenvolver uma proposta de *layout* para *software* de Análise Ambiental Estratégica (AAE) automatizada que busca otimizar o processo de pré-avaliação ambiental, se portando como uma ferramenta especialmente voltada para a tomada de decisão de gestores. Esse sistema automatizado pode proporcionar maior agilidade na identificação das condicionantes ambientais aplicáveis a cada projeto portuário, integrando informações de diversas fontes, e facilitando a identificação das normas ambientais a serem seguidas para garantir um desenvolvimento sustentável.

4.1 PROPOSTA DE FRAMEWORK

O layout proposto para a implementação do software de AAE Automatizada é apresentado na Figura 2

Figura 2. Layout proposto para o software de Análise Ambiental Estratégica Automatizada



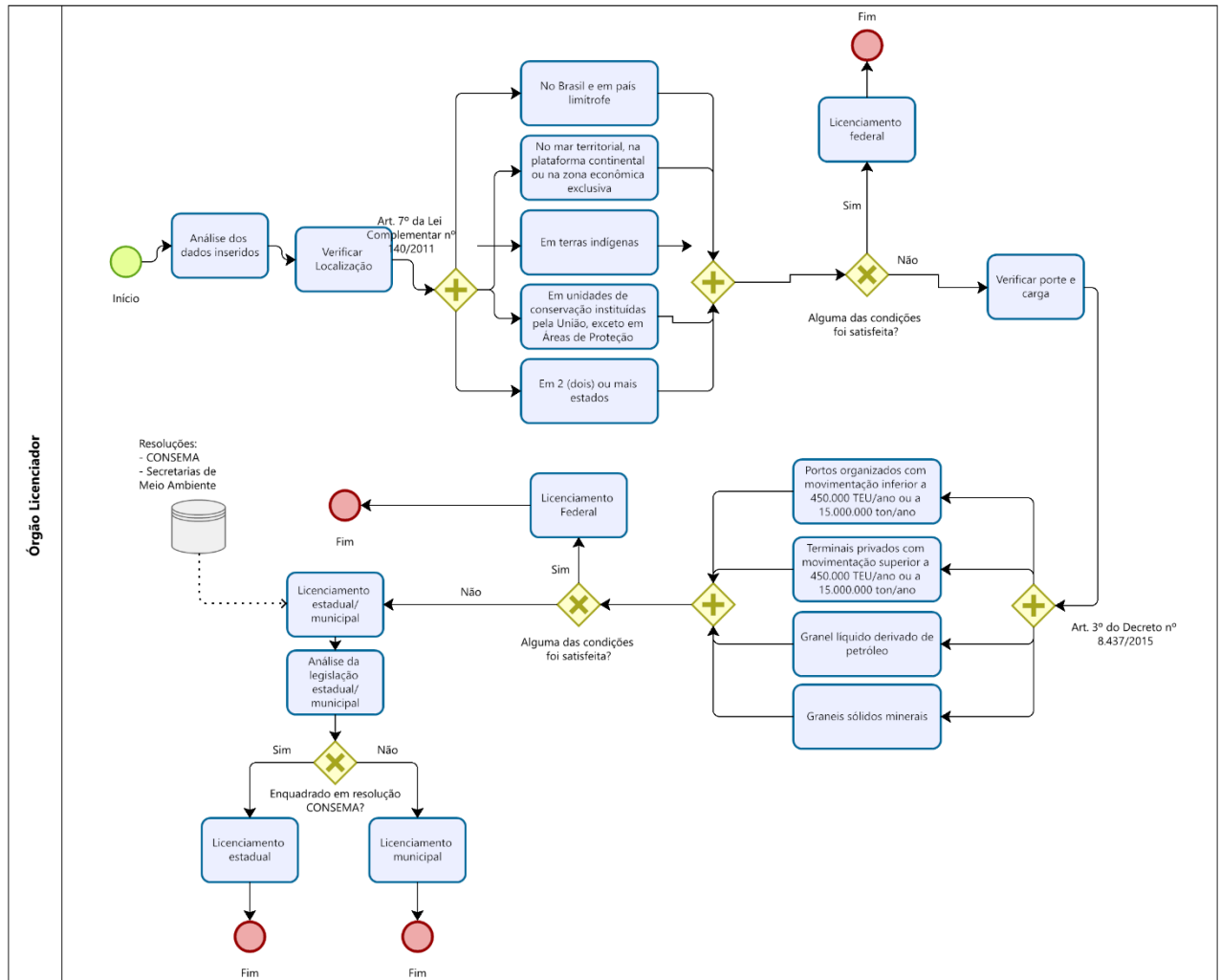
Fonte: Elaboração própria.

O processo de automatização da Análise Ambiental Estratégica para o licenciamento de atividades portuárias integra uma combinação de legislações

ambientais federais e estaduais com o uso avançado de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), bancos de dados ambientais e Inteligência Artificial (IA).

A análise começa com o usuário fornecendo os dados de localização do empreendimento, que podem ser inseridos por meio de um arquivo KMZ/KML ou coordenadas específicas do porto. Com o input de dados, o *software* espacializa a localização e, em combinação com a legislação ambiental e ferramentas de SIG, inicia a primeira etapa da análise (Figura).

Figura 3. Layout proposto para a definição do órgão licenciador.



Fonte: Elaboração própria.

Com a localização do empreendimento portuário definida, utiliza-se o Art. 7º da Lei Complementar 140/2011 (BRASIL, 2011), que fixa normas de licenciamento e estabelece que os seguintes empreendimentos serão licenciados pelo órgão federal:

- Localizados ou desenvolvidos conjuntamente no Brasil e em país limítrofe;
- Localizados ou desenvolvidos no mar territorial, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva;
- Localizados ou desenvolvidos em terras indígenas;

- Localizados ou desenvolvidos em unidades de conservação instituídas pela União, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs);
- Localizados ou desenvolvidos em 2 (dois) ou mais estados.

Caso o empreendimento não se enquadre em nenhuma das condicionantes, é então verificado acerca do porte e natureza de carga movimentada pelo porto. Para isto, utiliza-se o Art. 3º do Decreto 8.437/2015 (BRASIL, 2015a), que estabelece as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União:

- Portos organizados, exceto as instalações portuárias que movimentem carga em volume inferior a 450.000 TEU/ano ou a 15.000.000 ton/ano;
- Terminais de uso privado e instalações portuárias que movimentem carga em volume superior a 450.000 TEU/ano ou a 15.000.000 ton/ano;
- Exploração e produção de petróleo, gás natural e outros hidrocarbonetos fluidos nas seguintes hipóteses:
 - exploração e avaliação de jazidas, compreendendo as atividades de aquisição sísmica, coleta de dados de fundo (piston core), perfuração de poços e teste de longa duração quando realizadas no ambiente marinho e em zona de transição terra-mar (offshore);
 - produção, compreendendo as atividades de perfuração de poços, implantação de sistemas de produção e escoamento, quando realizada no ambiente marinho e em zona de transição terra-mar (offshore);
 - produção, quando realizada a partir de recurso não convencional de petróleo e gás natural, em ambiente marinho e em zona de transição terra-mar (offshore) ou terrestre (onshore), compreendendo as atividades de perfuração de poços, fraturamento hidráulico e implantação de sistemas de produção e escoamento.

Se o empreendimento não se enquadrar em nenhuma das condições mencionadas, a análise avança para o nível estadual. Nesse estágio, o sistema consulta a base de dados para identificar a legislação ambiental estadual pertinente à localização do porto e que se relacione ao processo de licenciamento. Caso o empreendimento não seja abrangido pela resolução em questão, o órgão atuante no processo de licenciamento será municipal.

Após a definição do órgão licenciador responsável, serão estabelecidas as áreas de influência para os meios físico-biótico e socioeconômico. Para isso, utiliza-se a Portaria Interministerial nº 060/2015 (BRASIL, 2015b) que, em seu Anexo I (Tabela6), apresenta as definições de raio de área de influência a partir do ponto central do empreendimento, adotado como área de influência do meio biótico-físico.

Tabela 6. Áreas de influência para cada meio avaliado.

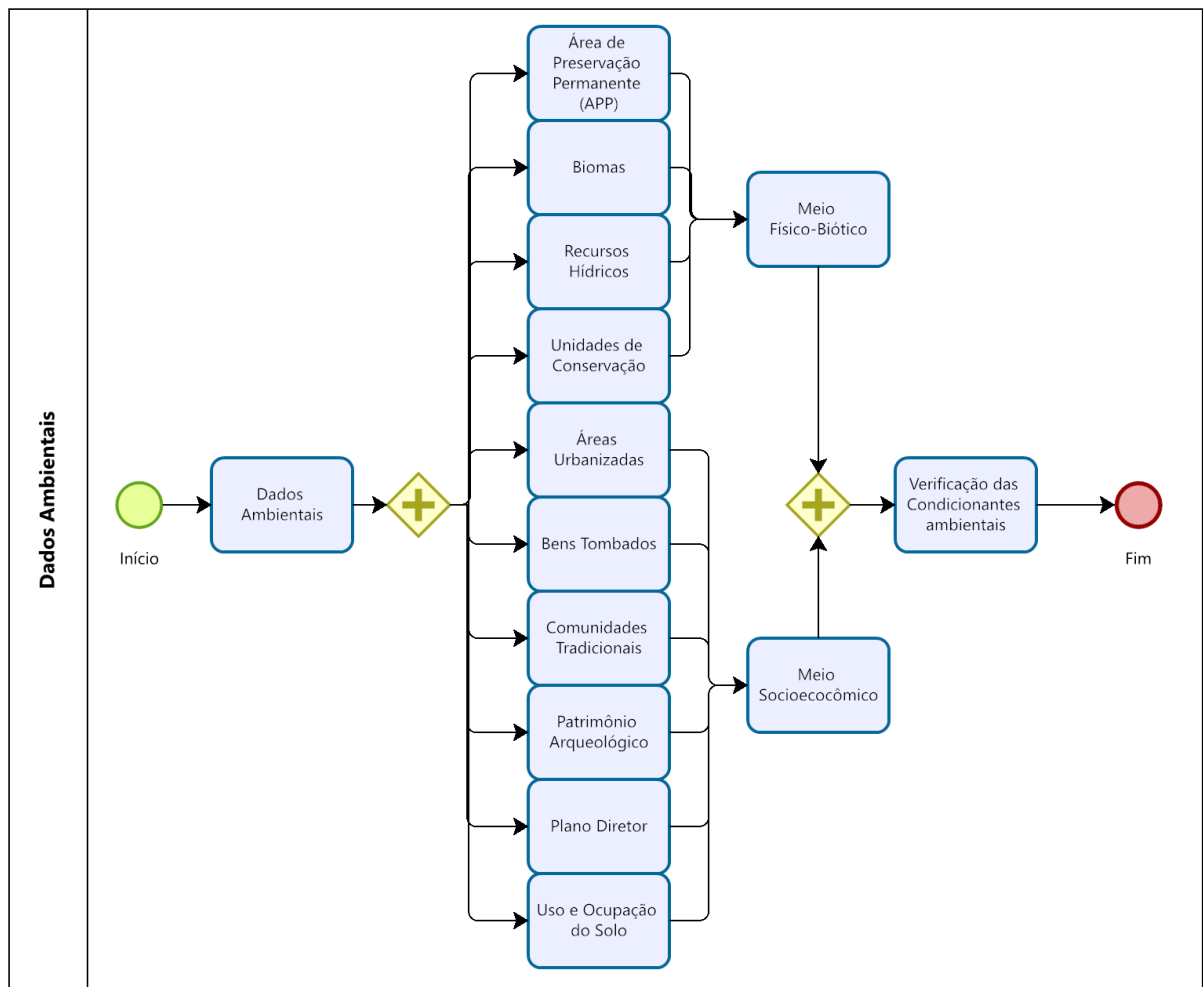
Meio	Tipologia	Área de Influência	
		Amazônia Legal	Demais Regiões
Biótico-Físico	Empreendimentos pontuais (portos, mineração e termoelétricas)	Buffer de 10 km	Buffer de 8 km

Meio	Tipologia	Área de Influência	
		Amazônia Legal	Demais Regiões
Socioeconômico	-	Limite do município em que se insere o empreendimento	

Fonte: BRASIL (2015).

Para o meio socioeconômico adota-se como área de influência os limites territoriais definidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no qual insere-se o empreendimento. Definidas as Áreas de Influência, inicia-se a análise das condicionantes ambientais (Figura 75). Este processo envolve a identificação e avaliação das regulamentações e requisitos que impactam a área delimitada, considerando aspectos socioambientais.

Figura 75. Dados ambientais utilizados para os meios físico-bióticos e socioeconômicos.



Fonte: Elaboração própria.

O diagnóstico socioambiental pode ser considerado como o estudo que envolve a coleta, levantamento e análise de dados e informações, com o intuito de constituir um retrato das condições ambientais e sociais de uma área de interesse definida (MAZZUCATO et al.; ORTEGA et al, 2012). Sendo uma ferramenta para o reconhecimento das componentes ambientais, a fim de interpretar a situação

ambiental de um determinado objeto de estudo, utilizando das interações e dinâmicas de seus elementos, físicos e biológicos além de fatores socioculturais (MAZZUCATO et al.; ORTEGA et al, 2012).

As análises socioambientais são fundamentais para compreender as interações entre os ambientes e as comunidades, possibilitando um diagnóstico detalhado dos impactos do empreendimento.

Com a definição da área de influência do empreendimento, o software de AAE Automatizada utiliza de Sistemas de Informação Geográfica para realizar uma análise precisa das condicionantes ambientais. Com as informações cedidas pelo usuário e a área de influência definida, o software realizará o recorte das camadas temáticas, selecionando apenas as informações relevantes dentro da área delimitada. Entre as camadas analisadas estão Áreas de Preservação Permanente (APP), Unidades de Conservação (UC), biomas e recursos hídricos. O recorte é essencial para otimizar a análise, concentrando-se apenas nas intersecções relevantes entre a área do empreendimento e as condicionantes ambientais.

A etapa seguinte envolverá a sobreposição das camadas recortadas e a comparação com a legislação vigente utilizada para o processo de licenciamento. O sistema verifica, por exemplo, se o empreendimento está localizado dentro de áreas protegidas, como UCs, ou se interfere em APPs.

Além disso, para a análise do meio socioeconômico, serão utilizadas bases de dados que identificam zonas urbanas, uso e ocupação do solo, comunidades vulneráveis e patrimônio cultural ou arqueológico na área de influência.

Após o cruzamento das informações, o software gerará um relatório preliminar com a pré-análise ambiental. Esse relatório fornecerá uma visão geral das condicionantes ambientais identificadas, apresentando um mapa geral com todas as condicionantes sobrepostas, além de mapas específicos para cada elemento identificado. Cada mapa indica a distância até o empreendimento, as aplicações legais pertinentes e informações detalhadas sobre as áreas impactadas.

O relatório preliminar incluirá textos pré-programados e pareceres automáticos baseados nas análises realizadas. Esse documento servirá como uma primeira referência para o gestor do empreendimento, destacando os principais pontos de atenção e orientando o planejamento das próximas etapas.

Além disso, o será gerado e enviado ao usuário, um relatório final assinado por um técnico qualificado, que complementa a pré-análise automatizada com uma avaliação aprofundada das condicionantes. Esse relatório apresentará recomendações específicas e orientações técnicas sobre o desenvolvimento do projeto, garantindo que todas as exigências legais e ambientais sejam atendidas. O documento final conterá mapas detalhados e pareceres técnicos mais complexos, oferecendo uma base sólida para a tomada de decisão informada.

Com essa integração de dados geoespaciais e legislações, o software de AAE automatizada promoverá maior eficiência e precisão no processo de licenciamento ambiental. A agilidade proporcionada pelo sistema facilita a identificação de condicionantes ambientais críticas e assegurará que o projeto portuário esteja alinhado às normativas vigentes, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e para a mitigação dos impactos socioambientais.

5 CONCLUSÕES

Diante do exposto, nota-se que a Análise Ambiental Estratégica (AAE) Automatizada no Brasil ainda está em processo de desenvolvimento, sendo utilizada,

em sua maioria, por órgãos governamentais. A implementação de uma AAE automatizada no setor portuário representa um avanço significativo na análise ambiental, integrando condicionantes ambientais desde as fases iniciais de planejamento e promovendo um desenvolvimento mais sustentável. Essa abordagem não apenas simplifica o processo de avaliação, mas também permite maior precisão na identificação de impactos ambientais.

A automatização proporciona uma análise ágil de dados provenientes de múltiplas fontes, facilitando a identificação de áreas protegidas, restrições legais e aspectos socioeconômicos relevantes. Além disso, o sistema automatizado considera os impactos cumulativos e sinérgicos, frequentemente negligenciados em avaliações tradicionais, permitindo a mitigação mais eficaz de danos ambientais e sociais.

Ao oferecer uma visão integrada dos aspectos físico-bióticos e socioeconômicos, o framework proposto facilita o cumprimento da legislação ambiental e a elaboração de planos que respeitem as características locais. Isso contribui tanto para a eficiência operacional dos portos quanto para a saúde ambiental das áreas circundantes, promovendo um equilíbrio entre crescimento econômico e conservação ambiental.

Com base na análise apresentada, conclui-se que a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Inteligência Artificial (IA) no desenvolvimento da AAE automatizada permite uma abordagem mais precisa e eficiente na gestão ambiental dos portos. O sistema acelera o processo de avaliação e integra as condicionantes ambientais com mais profundidade, oferecendo respostas rápidas e detalhadas. Os relatórios automáticos e técnicos, enriquecidos por mapas e análises específicas, fornecem subsídios para a tomada de decisão por gestores e autoridades portuárias.

A implementação deste sistema beneficia tanto entes públicos quanto privados, oferecendo uma ferramenta robusta para a avaliação da viabilidade ambiental de novos empreendimentos. A integração de dados de localização e normas ambientais vigentes garante que os projetos respeitem as particularidades de cada território, minimizando impactos adversos e promovendo práticas sustentáveis.

Em síntese, a AAE automatizada proposta neste artigo tem o potencial de transformar a gestão ambiental dos portos brasileiros, alinhando eficiência econômica e sustentabilidade. Dessa forma, a AAE automatizada emerge como uma importante ferramenta para os desafios contemporâneos do licenciamento ambiental portuário, ajudando a garantir que os portos continuem a desempenhar seu papel vital na economia, sem comprometer a qualidade de vida das comunidades e a integridade dos ecossistemas locais.

Cabe destacar que a ferramenta AAE está atualmente em desenvolvimento e implantação pela EC Projetos.

REFERÊNCIAS

ANTAQ. **Agendas Ambientais**. Disponível em: <https://www.gov.br/antag/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agendas-ambientais-1>. Acesso em: 20 set. 2024.

ANTAQ. **Índice de Desenvolvimento Ambiental dos Portos Brasileiros (IDA)**. Disponível em: <http://web.antag.gov.br/ResultadosIda/>. Acesso em: 20 set. 2024

BIZAGI. **Bizagi Modeler**. 2021. Disponível em: <https://www.bizagi.com/pt/plataforma/modeler>. Acesso em: 09 out. 2024.

BRASIL. DECRETO Nº 8.437, DE 22 DE ABRIL DE 2015: Regulamenta o disposto no art. 7º, caput, inciso XIV, alínea “h”, e parágrafo único, da Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8437.htm. Acesso em: 08 out. 2024.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Divisão Político-Administrativa (DPA). Censo Demográfico 2023.

BRASIL. LEI COMPLEMENTAR Nº 140, DE 8 DE DEZEMBRO DE 2011: Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp140.htm. Acesso em: 08 out. 2024.

BRASIL. LEI Nº 12.815, DE 5 DE JUNHO DE 2013.: dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; altera as leis nºs 5.025, de 10 de junho de 1966, 10.233, de 5 de junho de 2001, 10.683, de 28 de maio de 2003, 9.719, de 27 de novembro de 1998, e 8.213, de 24 de julho de 1991; revoga as leis nºs 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, e 11.610, de 12 de dezembro de 2007, e dispositivos das leis nºs 11.314, de 3 de julho de 2006, e 11.518, de 5 de setembro de 2007; e dá outras providências.. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; altera as Leis nºs 5.025, de 10 de junho de 1966, 10.233, de 5 de junho de 2001, 10.683, de 28 de maio de 2003, 9.719, de 27 de novembro de 1998, e 8.213, de 24 de julho de 1991; revoga as Leis nºs 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, e 11.610, de 12 de dezembro de 2007, e dispositivos das Leis nºs 11.314, de 3 de julho

BRASIL. LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981: dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 20 set. 2024.

BRASIL. O Sistema de Informações Geográficas do Programa Cidades Sustentáveis. 2024. Disponível em: https://www.cidadessustentaveis.org.br/institucional/planejamento-integrado_sig-pcs. Acesso em: 04 out. 2024.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015. Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de

competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Brasília, DF, 24 mar. 2015.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, páginas 2548-2549.** 1986. Disponível em:

https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em: 08 out. 2024.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 257 de 19 de dezembro de 1997.** Brasília, DF, Conama, 1997. Disponível em:

https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf. Acesso em: 10 ago. 2021.

BRASIL. **RESOLUÇÃO Nº 428, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2010.** 2010. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wp-content/uploads/sites/32/2019/05/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CONAMA-n%C2%BA-428-2010.pdf>. Acesso em: 08 out. 2024.

CAPOTE, G. **Guia para formação de analistas de processos – BPM.** v. 1. Rio de Janeiro: Gart Capote, 2011.

CARATTI, P., DALKMANN, H. E JILIBERTO, R. (EDS.) **Analytical Strategic Environmental Assessment: Towards Better Decision-Making.** Edward Elgar Publishing Ltd, Cheltenham. Environmental Assessment Policy and Management, 3, iii – ix.

CHAKER, A.; EL-FADL, K.; CHAMAS, L.; HATJIAN, B. **A Review of strategic environmental assessment in 12 selected countries.** Environmental Impact Assessment Review, Amsterdam, v.26, n.1, p.15-56, Jan.

CHOI, Hoan-Suk; KANG, Deok-Hee; RHEE, Woo-Seop. RISE: Role-based internet of things service environment. In: 2016 Eighth International Conference on Ubiquitous and **Future Networks (ICUFN).** IEEE, 2016. p. 520-525.

COSTA, Sandra Dias. **O uso da avaliação ambiental estratégica para definição de políticas portuárias:** o caso do porto de santos/sp. 2005. 99 f. Monografia (Especialização) - Curso de Direito, Universidade de Brasília, Brasília, 2005. Disponível em: https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/documentos/trabalhos-cientificos/monografia_sandra_dias.pdf. Acesso em: 20 set. 2024.

CRUZ, W. S.; TOLEDO NETO, E. **A Avaliação ambiental estratégica como instrumento para a solução de conflitos do licenciamento ambiental na regulação do petróleo.** In: VI Congresso Brasileiro de Regulação – ABAR. Rio de Janeiro, 2009.

CUNHA, A. U. **Mapeamento de processos organizacionais na UnB: caso Centro de Documentação da UnB - CEDOC.** 2012. 66 f., il. Monografia (Especialização em

Gestão Universitária)—Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/4191>. Acesso em: 09 out. 2024

DARBRA, R. M. et al. A procedure for identifying significant environmental aspects in sea ports. **Marine pollution bulletin**, v. 50, n. 8, p. 866-874, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.04.037>

DITTMAR, Herbert; MROZINSKI, logo Ricardo. Utilização dos relatórios automatizados de alertas de desmatamento na melhoria do processo investigativo criminal ambiental. **Revista Brasileira de Ciências Policiais**, Brasil, v. 13, n. 9, p. 1-16, 2022.

EGLER, P.C.G. – **Perspectivas de Uso no Brasil do Processo de Avaliação Ambiental Estratégica**. Parcerias Estratégicas 11: 175-190.

ESRI. **What is ArcGIS?** Esri. Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-online/overview>. Acesso em: 08 out. 2024.

EUROPE. **Proceedings of International Workshop on Public Participation and Health Aspects in Strategic environmental Assessment Convened to support the development of the UN/ECE Protocol on Strategic Environmental Assessment to the Espoo Convention**. Szentendre, Hungary, 2001.

FERRARI, Aline Gabriela *et al.* Indústria 4.0 e Sustentabilidade: Uma Aplicação da Internet das Coisas (IoT) na Proteção Ambiental. **IX Ensus - Encontro de Sustentabilidade em Projeto**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 1-16, maio 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/228929/vol%2003%20-21-36.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 set. 2024.

GOOGLE. **Google Earth Engine**. Disponível em: <https://earthengine.google.com/>. Acesso em: 08 out. 2024.

GRASS DEVELOPMENT TEAM. **GRASS GIS Manual**. Disponível em: <https://grass.osgeo.org/documentation/manuals/>. Acesso em: 08 out. 2024.

IBAMA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA IBAMA Nº 184, DE 17 DE JULHO DE 2008**. 2008. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2008/in_ibama_184_2008_licenciamentoambientalfederal_rev_g_in_65_2005_altrd_in_ibama_14_2011.pdf. Acesso em: 08 out. 2024.

IBAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997 Publicada no DOU no 247, de 22 de dezembro de 1997, Seção 1, páginas 30841-30843**. 1997. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237. Acesso em: 08 out. 2024.

INPE. **Projetos e Pesquisas**. 2024. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/deter.php. Acesso em: 04 out. 2024.

MAGOMADOV, V.S. The Industrial Internet of Things as one of the main drivers of Industry 4.0. IOP Conf. Series: **Materials Science and Engineering**, 2020.

MAPBIOMAS. **ATBD – ENTENDA CADA ETAPA**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/atbd-entenda-cada-etapa/>. Acesso em: 20 set. 2024.

MARIANO, J. B. **Proposta de Metodologia de Avaliação Integrada de Riscos e Impactos Ambientais para Estudos de Avaliação Ambiental Estratégica do Setor de Petróleo e Gás Natural em Áreas Offshore**. 592 p. Tese. (Doutorado em Ciência em Planejamento Energético) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MAZZUCATO, Eliana; BACCI, Denise de La Corte. O Diagnóstico Socioambiental como um instrumento para a Geoconservação. **Región y sociedad**, v. 24, n. 53, p. 37394, jan./abr. 2012. DOI: https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_37394.

MEROLA, Vivian F.M. **Os portos na nova economia global: uma proposta de gestão ambiental estratégica para a promoção da sustentabilidade e da saúde em cidades portuárias** - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

NASCIMENTO, Igor. **Pará lança automatização do Cadastro Ambiental Rural e beneficia, de uma só vez, mais de 40 mil produtores**. 2023. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/46108/para-lanca-automatizacao-do-cadastro-ambiental-rural-e-beneficia-de-uma-so-vez-mais-de-40-mil-produtores>. Acesso em: 20 set. 2024.

NETELER, M.; M. H. Open Source GIS: A GRASS GIS Approach. **Springer**, 2015. Disponível em: <https://www.springer.com/gp/book/9783319118909>. Acesso em: 08 out. 2024.

OBERLING, D. F. **A Avaliação Ambiental Estratégica da Expansão de Etanol no Brasil**: uma proposta metodológica e sua aplicação preliminar. 225p. Dissertação (Mestrado em Ciência em Planejamento Energético)- Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, 2008.

OECD, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2014). **The Competitiveness of Global Port-Cities**. Publishing, Paris, 2014 <https://doi.org/10.1787/9789264205277-en>.

OECD, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Applying Strategic Environmental Assessment: Good Practice Guidance for Development Co-operation**. OECD, 2012.

ORTEGA ARMENTA, Rosa Hidemi et al. Diagnóstico socioambiental como fundamento para uma estratégia de educação ambiental em Colonet, Baja California. **Región y sociedad**, v. 24, n. 53, p. 1-20, jan./abr. 2012. ISSN 2448-4849 (on-line); ISSN 1870-3925 (impresso).

PARTIDÁRIO, M. R. **Guia de boas práticas para avaliação ambiental estratégica: orientações metodológicas.** Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente, 2007.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS User Guide.** Disponível em: https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/. Acesso em: 08 out. 2024.

REC, REGIONAL ENVIRONMENTAL CENTER FOR CENTRAL AND EASTERN

ROSSINI, MATTEO.; COSTA, FEDERICA.; TORTORELLA, G.; STAUDACHER, ALBERTO. The interrelation between Industry 4.0 and lean production: an empirical study on European manufacturers. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 2019.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação Ambiental Estratégica e sua aplicação no Brasil.** 2008. Texto preparado como referência para o debate “Rumos da Avaliação Ambiental Estratégica no Brasil”, realizado em 9 de dezembro de 2008 no Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (USP). Disponível em: <http://www.iea.usp.br/publicacoes/textos/aaeartigo.pdf>. Acesso em: 20 set. 2024.

SANDERS, ADAM; ELANGESWARAN, CHOLA; WULFSBERG, JENS P. Industry 4.0 implies lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)**, Barcelona, Vol. 9, Iss. 3, pp. 811-833, 2016.

SANTOS, S. M. **A Avaliação Ambiental Estratégica e o Planejamento dos Recursos Hídricos: a experiência francesa e as contribuições para os Planos de Bacia Hidrográfica do Brasil.** 2015. 166f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

SILALAH, H.T.; BASYUNI, M.; ARITONANG, E.y.; SLAMET, B.; HARTINI, K.s.; WEE, A. Management of mangrove landscape and ecosystem for ecotourism. **Global Journal Of Environmental Science And Management**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 1977-1992, out. 2024. GJESM Publisher (Professor J. Nouri). <http://dx.doi.org/10.22034/gjesm.2024.04.29>.

Teixeira, I.M.V. (2008). **O uso da avaliação ambiental estratégica no planejamento da oferta de blocos para exploração e produção de petróleo e gás natural no Brasil: uma proposta.** 2008. 288f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

UNCTAD, Conferência das Nações Unidas Sobre Comércio e Desenvolvimento. **High-level Forum on Multi-Stakeholder Partnerships 2024 - Thematic session.** 2024. Disponível em: <https://unctad.org/osgstatement/high-level-forum-multi-stakeholder-partnerships-2024-thematic-session>. Acesso em: 20 set. 2024.

VILLELA, C. S. S. **Mapeamento de processos como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional.** 2000. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de



Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível
em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/78638>. Acesso em: 09 out. 2024.

PROPOSTA DE FRAMEWORK DE AVALIAÇÃO DE OPERAÇÕES PORTUÁRIAS COM BASE NAS DIMENSÕES DO AMBIENTAL, SOCIAL E DE GOVERNANÇA

João Vitor Rego Muniz
EMAP - Porto do Itaquí

Thauany Drielly Leite Santos

Resumo: A atividade portuária é uma das formas logísticas mais antigas utilizadas pela humanidade, possuindo grande importância econômica onde quer que seja implementada. No entanto, sua operação provoca impactos diretos e indiretos sob diversas perspectivas de análise. Este trabalho tem como objetivo desenvolver um framework para analisar operações portuárias, adotando uma abordagem baseada nas dimensões do ESG (Ambiental, Social e Governança). A pesquisa se fundamenta nos conceitos teóricos do ESG, na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e na gestão portuária. Para isso, foi empregada uma metodologia para examinar cada uma das dimensões do ESG: (a) na dimensão de governança, foram analisados os processos envolvidos em cada tipo de operação, incluindo os tempos e recursos utilizados, com o intuito de identificar possíveis gargalos; (b) na dimensão social, foi conduzido um estudo qualitativo sobre a relação entre porto e cidade, considerando tanto o público interno quanto os moradores da área próxima ao porto; e (c) na dimensão ambiental, utilizou-se a Avaliação do Ciclo de Vida para realizar um estudo comparativo entre as operações, buscando identificar suas consequências para o meio ambiente. Após a elaboração, foi realizado um estudo de caso para validar a metodologia proposta. Conclui-se que a metodologia é relevante e aplicável, sendo essencial sua implementação em outros tipos de operações e a adoção de métricas.

Palavras-chave: ESG. Operações Portuária. Avaliação do Ciclo de Vida. Porto-Cidade.

1 INTRODUÇÃO

As atividades portuárias, sendo um componente vital da economia global, agem como pontos nodais que unem diferentes partes do mundo mediante o comércio. A complexidade inerente a essas operações, que inclui não apenas o transporte de mercadorias, mas, também, a sua manipulação e armazenamento, proporciona aos portos uma elevada importância estratégica. Dentre as operações, a importação de mercadorias, que pode ser realizada por meios mecanizados ou manuais, é uma das mais críticas, considerando o volume de bens que são constantemente movimentados (BRYAN, 2006).

O aspecto ambiental nas operações portuárias é multifacetado. Quando se trata de importações, os materiais manipulados podem ser diversos, desde grãos a produtos químicos. O manuseio inadequado ou acidentes durante essa fase podem resultar em contaminação. Por exemplo, se ocorrer um derramamento de produtos químicos, não apenas o solo e a água na área imediata podem ser contaminados, como também os ecossistemas aquáticos e terrestres circundantes podem ser gravemente afetados. Além disso, emissões atmosféricas provenientes de equipamentos portuários podem contribuir para a poluição do ar e alterações climáticas (LIM et al., 2019).

No que se refere à dimensão social, as operações portuárias têm implicações significativas. Os trabalhadores envolvidos na importação de mercadorias enfrentam vários riscos ocupacionais e, portanto, sua saúde e segurança devem ser priorizadas. Além disso, as comunidades que circundam os portos frequentemente enfrentam desafios como aumento do tráfego, ruído e, em alguns casos, riscos associados a acidentes ambientais. O bem-estar dessas comunidades e sua capacidade de participar e beneficiar-se das atividades econômicas associadas ao porto são fundamentais (BATALHA et al., 2023).

A governança desempenha um papel central em como as questões ambientais e sociais são abordadas nas operações portuárias. Isso implica no estabelecimento de estruturas decisórias que se encontram além do mero cumprimento das normativas legais, e que englobem práticas éticas e levem em consideração os interesses dos diversos stakeholders, como a comunidade local e os funcionários (IBGC, 2022).

Neste cenário, uma governança eficaz também significa adotar uma postura proativa em relação à gestão de operações, o que inclui garantir a implementação de ações preventivas e estabelecer planos de contingência para diminuir o impacto de eventualidades. Assim, dentro da esfera de gestão portuária, tópicos como minimização de perda de tempo, redução de desperdício de material e mitigação de impactos financeiros resultantes de erros operacionais tornam-se cruciais. Uma governança sólida visa otimizar os processos, reduzir ineficiências e garantir que os recursos sejam utilizados de maneira eficaz, resultando em operações portuárias mais sustentáveis e responsáveis.

Ao reconhecer a sinergia entre as dimensões ambientais, sociais e de governança nas operações portuárias, emerge a oportunidade de cultivar uma abordagem mais abrangente que transcende a percepção convencional dos portos como simples operadores de comércio. Reconhecendo que as atividades portuárias estão intrinsecamente entrelaçadas em um emaranhado de interações e consequências, fica evidente o quão essencial é abordar esses elementos de uma maneira unificada. Ao unir essas três dimensões em uma abordagem coesa, os portos têm a oportunidade de evoluir em direção a um modelo de operação que não apenas

fortalece sua eficácia econômica, mas, também, assegura sua contribuição positiva para a sociedade e o meio ambiente (GRI, 2019).

Este trabalho tem por objetivo propor um *framework* de avaliação de operações portuárias levando em consideração a união das três dimensões do ESG (*Environmental, Social and Governance*), focando a metodologia de análise em aspectos diretamente relacionados a operação portuária e suas peculiaridades.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PORTOS

O porto consiste em uma região, resguardada de ondas e correntes marítimas, situada à margem de um oceano, mar, lago ou rio, que serve como ponto de ancoragem para barcos e navios. Além disso, é equipado com o pessoal e os serviços necessários para o carregamento e descarregamento de mercadorias, assim como espaços para armazenamento temporário destas. Também dispõe de infraestruturas que facilitam o trânsito de pessoas e mercadorias na área portuária e, ocasionalmente, terminais específicos para receber passageiros (MILANI, 2015).

No que se refere à infraestrutura, os portos exigem estruturas cuidadosamente projetadas para garantir a ancoragem segura de embarcações. Isto inclui quebra-mares, molhes, bacias de manobra, entre outras, cujo projeto geralmente é realizado por especialistas em engenharia hidráulica, que se valem de modelos matemáticos e ensaios físicos em laboratórios de hidráulica marítima (TALLEY, 2009).

Portos de carga com alto fluxo de movimentação necessitam de conexão com uma extensa malha ferroviária que ligue o porto a zonas agrícolas e/ou industriais, facilitando assim a distribuição de uma variedade de produtos para diferentes regiões do país e internacionalmente. Os portos estão sujeitos a diversas estratégias integradas que visam qualidade, meio ambiente, segurança e saúde ocupacional, com o objetivo de garantir a total satisfação de seus stakeholders (VIEIRA, 2014).

2.2 OPERAÇÕES PORTUÁRIAS

A operação portuária abrange todas as etapas do transporte aquático aos meios terrestres, desde a chegada do navio ao cais até a saída das mercadorias da área portuária por meio de estradas, ferrovias, dutovias (tubulações) ou embarque em outro transporte marítimo. Essa operação é vista como um conjunto integrado de atividades que viabilizam a transição de mercadorias entre o transporte marítimo e terrestre, e vice-versa (SMITH, 2017).

O objetivo central da operação portuária é buscar constantemente a eficiência e a eficácia em suas atividades. Isso implica em reduzir os custos relacionados ao transporte e armazenamento de mercadorias, ao mesmo tempo em que se aumenta o volume de carga movimentada dentro de um determinado período. Além disso, é fundamental garantir que essas atividades ocorram de forma rápida e segura, sem comprometer a qualidade do serviço (TIJAN, 2021).

Para alcançar essa eficiência e eficácia, os portos precisam utilizar recursos humanos qualificados, tecnologia avançada e práticas operacionais inovadoras. Alguns aspectos críticos incluem o planejamento e coordenação, a utilização de tecnologia e automação, o cumprimento de regulamentos, a flexibilidade para lidar com diferentes cargas e variações na demanda, a comunicação e colaboração eficazes, e a adoção de práticas sustentáveis. Ao alinhar todos esses aspectos, a

operação portuária se torna uma peça vital no mecanismo do comércio global, desempenhando um papel significativo na economia e contribuindo para o desenvolvimento e prosperidade das nações (KHAN, 2022).

2.3 ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOVERNANCE

A sigla ESG, em inglês *Environmental, Social and Governance*, refere-se a três pilares centrais que são usados para medir a sustentabilidade e o impacto ético de uma empresa ou organização. O conceito de ESG está se tornando cada vez mais importante para investidores, reguladores, e o público em geral, já que as organizações estão sendo cada vez mais avaliadas não apenas em termos financeiros, mas, também, com base em seu desempenho ambiental, social e de governança (MARQUES, 2022).

2.4 DIMENSÃO AMBIENTAL

A dimensão ambiental do ESG, quando aplicada ao contexto portuário, foca na administração dos impactos ambientais decorrentes das atividades realizadas nos portos. Isso engloba diversas ações e medidas que podem ser adotadas para minimizar e gerenciar esses impactos. Entre elas, destacam-se a mitigação da poluição atmosférica e hídrica, a gestão adequada de resíduos, a diminuição das emissões de gases que intensificam o efeito estufa, e a salvaguarda da biodiversidade nos ambientes marinhos (IBGC, 2022).

No âmbito das operações portuárias, pode-se recorrer a tecnologias mais sustentáveis nos equipamentos e veículos em uso, o que contribui para reduzir emissões poluentes. Adicionalmente, os portos podem implementar sistemas de gestão ambiental rigorosos que visem limitar os impactos negativos sobre os ecossistemas marinhos nas proximidades (IBGC, 2022).

Isso pode envolver, por exemplo, procedimentos para o tratamento de águas de lastro dos navios de forma a prevenir a introdução de espécies invasoras, ou práticas de manutenção que evitem derramamentos de substâncias nocivas no mar. Deste modo, as operações portuárias podem evoluir para serem mais responsáveis e alinhadas com os princípios de sustentabilidade ambiental (BOUDA et al., 2018).

2.5 DIMENSÃO SOCIAL

Na dimensão social do ESG, as atividades portuárias desempenham um papel fundamental, uma vez que exercem influência direta sobre as comunidades locais e sobre os colaboradores e demais profissionais envolvidos nas operações. Nesse contexto, é essencial que haja um comprometimento com o bem-estar desses grupos. Uma das vertentes desse comprometimento envolve assegurar que os colaboradores tenham um ambiente de trabalho seguro e justo (ARLI, 2017). Isso implica em cumprir normas de saúde e segurança, fornecer equipamentos de proteção adequados, oferecer treinamentos para lidar com os riscos das operações portuárias, além de proporcionar salários dignos e benefícios, sem que haja qualquer forma de discriminação ou exploração (TSVETKOVA, 2020).

O engajamento com as comunidades locais também é uma parte crucial desse processo. Isso pode ser feito por meio de consultas públicas, participação em iniciativas comunitárias e transparência em relação às operações do porto. É importante considerar e lidar de forma responsável com questões como tráfego de

caminhões, ruído e outras formas de poluição que possam afetar a qualidade de vida dos residentes das áreas adjacentes (IBGC, 2022).

Além disso, os portos têm um papel significativo no desenvolvimento econômico das regiões onde estão situados. Eles têm o potencial de criar empregos, facilitar o comércio e alavancar a economia local. No entanto, isso deve ser feito de maneira sustentável e responsável, garantindo uma distribuição justa dos benefícios e minimizando impactos negativos desproporcionais sobre determinados grupos ou sobre o meio ambiente (KAISER, 2018).

2.6 DIMENSÃO DE GOVERNANÇA

No contexto das atividades portuárias, a dimensão de governança do ESG desempenha um papel relevante ao assegurar que os portos operem de forma transparente, ética e responsável. A transparência é uma pedra angular da governança, e envolve não apenas a divulgação de informações relevantes sobre as operações e finanças, mas, também, a clareza na tomada de decisões. Isso é essencial para construir confiança com as partes interessadas, incluindo os trabalhadores, a comunidade local, os clientes e os reguladores (DAMASCENO, 2009).

Além disso, a ética desempenha um papel vital na governança. Isso significa operar de maneira íntegra, justa e em consonância com os valores sociais. Os portos, como grandes infraestruturas que afetam comunidades e têm impacto ambiental, têm uma responsabilidade de garantir que suas operações não sejam prejudiciais e de fato contribuam positivamente para a sociedade e o meio ambiente. Parte disso envolve a adoção de políticas claras que orientem a tomada de decisões de uma maneira que esteja alinhada com os princípios éticos (TIJAN, 2021).

A responsabilidade é outra faceta-chave da governança. Isso implica em ter mecanismos eficazes de gestão de riscos e operações, que permitam identificar, avaliar e mitigar riscos que possam afetar não apenas a operação do porto, mas, também, as comunidades e o meio ambiente ao redor. Um bom sistema de gestão de riscos deve ser proativo e não apenas reativo, buscando prevenir problemas antes que eles ocorram (IBGC, 2022).

Finalmente, a aderência às regulamentações e leis aplicáveis é um componente crítico da governança. Isso inclui não apenas o cumprimento das leis ambientais e de segurança, mas, também, regulamentações que possam afetar a operação dos portos de outras maneiras, como as leis trabalhistas e de comércio. Cumprir as regulamentações não é apenas uma obrigação legal, mas, também, uma maneira de demonstrar compromisso com a operação responsável e ética (DE LANGEN, 2016).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho possui uma classificação de natureza aplicada, uma vez que utiliza conhecimentos já existentes para desenvolver uma análise aplicada a um estudo de caso do setor logístico e portuário. Quando a sua abordagem é classificada como misto, pois, por analisar aspectos das vertentes ambiental, social e de governança, a forma de abordagem da análise será variada de acordo com objeto de estudo específico.

Seu procedimento tem como base as etapas descritas abaixo:

1. **Levantamento** bibliográfico em artigos, dissertações, teses, livros, documentos de portos e sites, buscando obter fundamentos teóricos para proposição da metodologia.
2. **Observação** das operações portuárias in loco e, assim, por meio da percepção dos pesquisadores e conversa com usuários e trabalhadores, pode-se entender como as abordagens de estudos de análise das dimensões de ESG teóricas conversão com a operação portuária.
3. **Compilação** dos dados obtidos nas etapas 1 e 2, buscando estabelecer conexão entre a análise qualitativa realizada presencialmente e as informações disponíveis na literatura.
4. **Proposição** da metodologia deste artigo baseada na literatura, mas alinhada à realidade da operação portuária
5. **Implementação** do *framework* em um estudo de caso visando analisar a viabilidade da metodologia proposta.

4 RESULTADOS

4.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Para analisar as metodologias de análise existentes na literatura, foi realizada uma busca ampla de artigos no portal de Periódicos da Capes, uma vez que este possui mais de 396 bases de dados de conteúdo acadêmico e possui periódicos revisados por pares. Para a busca foram utilizadas palavras chaves da pesquisa, associando termos por meio de operadores booleanos. A pesquisa foi realizada em todos os tipos de materiais, qualquer idioma e com datas de publicação de publicação nos últimos 10 anos, tendo em vista que o termo ESG emergiu durante este período. Desta forma, obteve-se o resultado quantitativo apresentado na Tabela 1 para a busca realizada nos idiomas português e inglês.

Tabela 1: Estratégia de busca para levantamento de produções científicas dentro da temática estudada.

ESTRATÉGIA DE BUSCA	RESULTADOS
“operações portuárias”	32
“ <i>port operations</i> ”	836
“ambiental social e de governança”	12
“ <i>environmental, social and governance</i> ”	2.169
“dimensões ESG”	0
“ <i>ESG dimensions</i> ”	48
“ESG”	15.782
“ <i>port operations</i> ” AND “ <i>environmental, social and governance</i> ”	2
“operações portuárias” AND “ambiental social e de governança”	0
“ <i>port operations</i> ” AND “ESG”	1
“operações portuárias” AND “ESG”	0
“ <i>port operations</i> ” AND “ <i>ESG dimensions</i> ”	0
“operações portuárias” AND “dimensões ESG”	0

Fonte: Autor, 2023.

social extravasam o âmbito das operações portuárias, sendo assim, esta parte do estudo visa questionar se o porto cumpre seu papel transformador na realidade social em que está inserido.

Para isto é aplicado um questionário com o público interno e externo do porto. A avaliação interna busca atingir um público de diferentes segmentos do setor portuário, sendo eles trabalhadores diretos ou stakeholders, e relacionados direta ou indiretamente com a operação portuária. Neste público busca-se medir se os entrevistados possuem ciência das atividades de cunho social das empresas contidas no complexo portuário e, dentro da temática de avaliação Gestão de Riscos, busca avaliar o quanto essas pessoas se sentem assistidos por políticas de segurança voltadas para o público interno.

Já o questionário aplicado ao público externo visa medir a percepção dos moradores de regiões próximas ao porto sobre as ações mitigatórias ou compensatórias realizadas pelas empresas ali contidas. Esta fase busca responder os seguintes questionamentos:

- As ações realizadas são suficientes para compensar ou eliminar os impactos causados pela atividade portuária?
- A população interna e externa recebe os benefícios gerados por estas ações?
- A população tem conhecimento das iniciativas?
- As realizações chegam ao público realmente impactado?

4.3.3 Análise da Dimensão Ambiental

Para o estudo da dimensão Ambiental utiliza-se a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para os diferentes tipos de operações buscando compará-los. Optou-se pela ACV porque ela auxilia a apontar os possíveis impactos gerados por cada uma das operações. Caso fossem utilizadas análises de solo, efluente e biota, por exemplo, seria muito difícil desassociar os impactos gerados por cada tipo de operação.

Para realização da ACV utiliza-se a metodologia descrita na norma ISO 14040, que incluem as seguintes etapas:

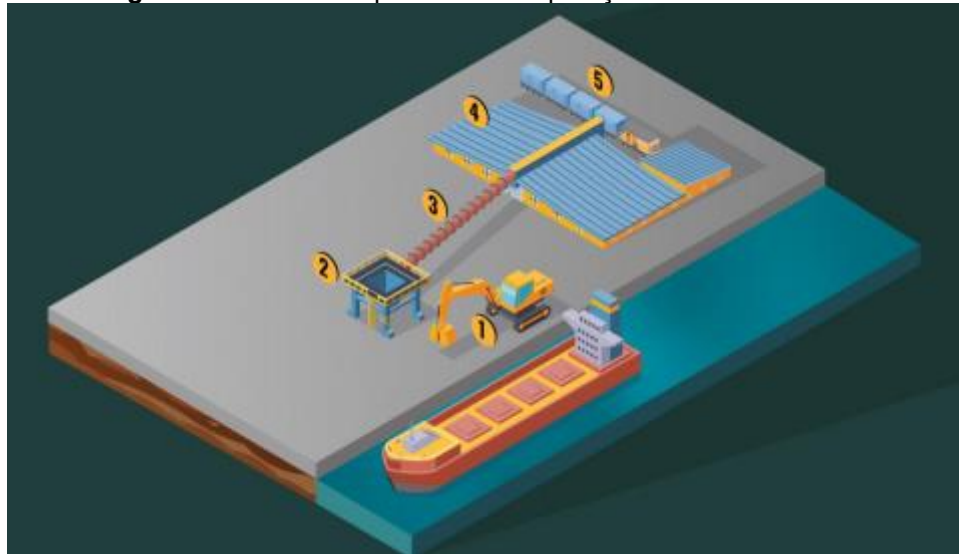
1. Definição do Escopo, em que são definidos o sistema de estudo, os limites, indicadores ambientais que serão avaliados, unidade funcional e o cenário de comparação;
2. Coleta de dados para o estudo, de forma que, tomando como base as definições da etapa anterior, são coletadas informações dos setores diretamente envolvidos com a operação, além de consulta a fabricantes e stakeholders;
3. Determinação do Inventário do Ciclo de Vida, no qual são avaliados todos os fluxos de entrada e saída de materiais e energia em um sistema ou operação;
4. Construção da modelagem, que normalmente é feita utilizando-se softwares especializados;
5. Análise dos resultados de impactos gerados;
6. Interpretação e discussão dos resultados.

4.4 IMPLEMENTAÇÃO DO *FREAMEWORK*

Para avaliar a implementação do *Framework* foi realizado um estudo de caso para um porto multicargas, analisando-se a de forma comparativa as operações de importação de graneis sólidos, nas modalidades não automatizada, semiautomatizada e automatizada.

No âmbito da governança das operações, iniciou-se pela etapa 1 observando as operações e montando o fluxo gráfico de cada uma, como mostra a Figura 1.

Figura 1: Desenho esquemático da operação semiautomatizada



Fonte: Autor, 2023.

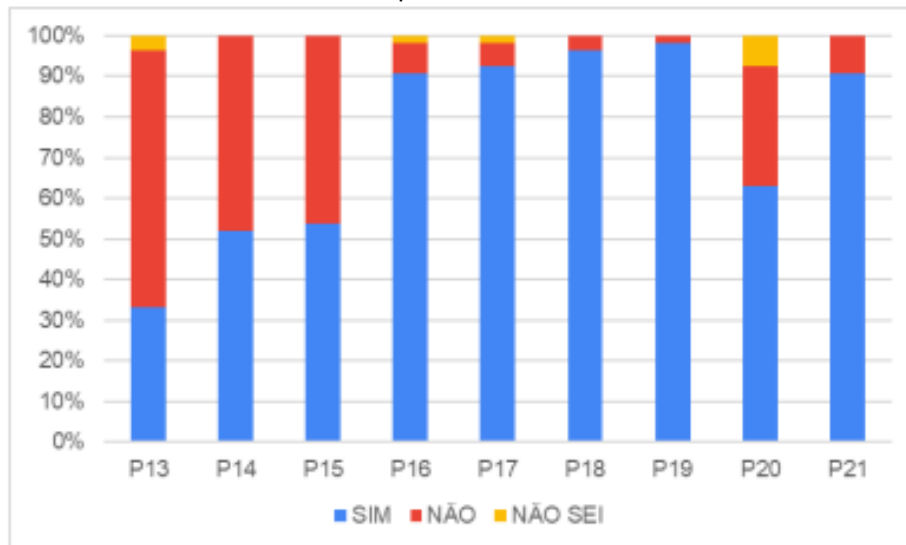
Esta observação permitiu a identificação de pontos de melhoria na operação, como pontos de perda de material (operacional e ambiental) e riscos para os trabalhadores portuários avulsos (social), tais observações mostram a conexão existente entre as dimensões do ESG.

Já na etapa 2 da dimensão de governança foram mensuradas as perdas em todos os seus tipos. Destaca-se as perdas de tempo obtidas, resultado do sobrepeso de carga em caminhões nas operações não automatizadas, ocasionando a necessidade de alívio de carga.

Para a análise da dimensão social foram aplicados questionários estruturados para os públicos internos e externos, totalizando cinquenta respondentes. Os resultados obtidos em ambos os públicos corroboram, uma vez que os evidenciam o desconhecimento dos impactos gerados pela atividade portuária para a sociedade e não conhece as ações de responsabilidade social realizadas pela empresa.

Analisando isoladamente as perguntas 13 a 21 aplicadas ao público interno, que fazem referência à percepção de risco existente na atividade operacional portuária, foi obtido o resultado apresentado na Figura 2, onde é evidenciada uma elevada percepção de possíveis riscos químicos físicos e biológicos, nas perguntas 13, 14 e 15, ponto elencado como positivo do estudo.

Figura 2: Respostas para perguntas relacionadas com a percepção de segurança dos trabalhadores portuários.



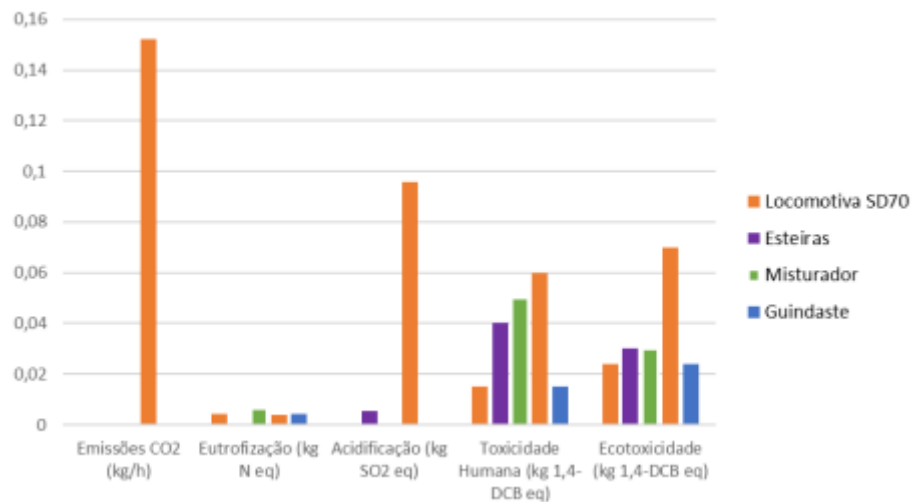
Fonte: Autor, 2023.

Por fim, a análise da dimensão ambiental tem como sistema estudado as operações de importação, do portão de entrada do porto até o portão de chegada ao cliente. Utilizou-se como indicadores de impacto ambiental consumo de energia e combustível, emissões de gases de efeito estufa, uso de recursos naturais, e geração de resíduos, para a unidade funcional de transporte de uma tonelada de fertilizantes para o cliente final utilizando os cenários comparativos das operações semiautomatizadas e não automatizadas.

Para a ACV, foram imputados os dados coletados no software SimaPro 7 utilizando sua vasta biblioteca de dados e é capaz de gerar resultados detalhados sobre o impacto ambiental em várias categorias, como emissões de gases de efeito estufa, consumo de energia, e uso da água, associada ao Ecolnvent.

Como dados mais relevante, tem-se o levantamento de impactos por categoria na operação semiautomatizada, representado pela Figura 3. Nela nota-se o destaque das Locomotivas nas emissões de CO₂, potencial de acidificação, toxicidade humana e ecotoxicidade. Isto evidencia que a maior parte dos impactos está na etapa logística, fora da operação portuária. Associado a este dado tem-se um movimento para eletrificação das locomotivas, que tendo uma fonte limpa reduzirá consideravelmente seus impactos.

Figura 3: Processo global das categorias de impacto para operação semiautomatizada



Fonte: Autor, 2023.

5 CONCLUSÕES

Analisando a literatura disponível e, em especial, a realidade portuária, o *framework* mostra-se adaptativo e alinhado à realidade portuária, uma vez que leva em consideração aspectos reais e relevantes das operações portuárias, sobretudo, considerando pontos de conexão entre as dimensões.

A eficácia do *framework* pôde ser comprovada pelo estudo de caso realizado. Sua aplicabilidade foi comprovada para estudos com graneis sólidos nas operações de importação, mas mostrando replicável para outros tipos de cargas e operações.

Por fim, aponta-se como oportunidade para próximos trabalhos o teste da metodologia para outros tipos de operação, além da adoção de métricas e/ou escalas de desenvolvimento dentro das dimensões do ESG.

REFERENCIAS

ARLI, Erdal. The Importance of Social Responsibility in The Preference Of Port Operations by International Commerce Companies –A Study In Kocaeli Area/Turkey. International scientific journal "Trans Motauto World". Vol. 2, n. 3, p. 110-111, 2017. Acesso em: 12 fev. 2023.

BATALHA, Eduardo et al. Defining a social role for ports: managers' perspectives on whats and whys. Revista Sustainability. Vol. 15, n. 3, p. 2646, 2023. Acesso em: 17 mar. 2023.

BOUDA, Abderrahmane et al. Risk analysis of invasive species introduction in the Port of Arzew, by calculation of biofouling surface on ships' hulls. Environmental Modeling & Assessment. Vol. 23, p. 185-192, 2018.

BRYAN, Jane et al. Assessing the economic significance of port activity: Evidence from ABP operations in industrial South Wales. Maritime Policy & Management. Vol. 33, n. 4, p. 371- 386, 2006.

DAMASCENO, Cristina Ribeiro. Governança no cluster portuário: um estudo de caso de uma tomada de decisão estratégica no Porto de Salvador. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

DE LANGEN, P. Stakeholders, Conflicting interests and governance in port clusters. In: BROOKS, M.; CULLINANE, K. (ed.). Research in Transportation Economics. 1. ed. Oxford: Elsevier, 2016. v. 17. p. 457–477.

GRI. ASG como estratégia para perenidade dos negócios no século XXI: perspectivas de profissionais de sustentabilidade e conselheiros de administração. Amsterdã: GRI, 2019.

IBGC. Governança corporativa. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.ibgc.org.br/conhecimento/governanca-corporativa>.

IBGC. Boas práticas para uma agenda ESG nas organizações. São Paulo: IBGC, 2022

KAISER, Brooks A.; PAHL, Julia; HORBEL, Chris. Arctic ports: Local community development issues. Arctic marine resource governance and development, p. 185-217, 2018.

KHAN, Rafi Ullah et al. Analyzing human factor involvement in sustainable hazardous cargo port operations. Ocean Engineering, v. 250, p. 111028, 2022.

LIM, Sehwa; Pettit, Stephen; Abouarghoub, Wessam; Beresford, Anthony (2019). Port sustainability and performance: A systematic literature review. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 72(), 47–64. doi:10.1016/j.trd.2019.04.009

MARQUES, Gabriela Andrade. Proposição de um modelo para avaliação de desempenho ambiental, social e de governança para micro e pequenas empresas da Grande Florianópolis-SC. 2022.

MILANI, P. Análise da relação entre modelo de gestão portuária e eficiência em portos e contêineres. Revista Gestão Industrial, v. 11, n. 2, p.1-25, 2015.

SMITH, John. Port operations and logistics: Enhancing efficiency and competitiveness. In: HARRISON, Robert (ed.). Handbook of Maritime Management and Operations. London: ABC Publishing, 2017.

TALLEY, W. Port Economics. The Asian Journal of Shipping and Logistics. v. 25, p. 333– 336, 2009.

TIJAN, Edvard et al. The role of port authority in port governance and port community system implementation. Sustainability, v. 13, n. 5, p. 2795, 2021.

TSVETKOVA, Antonina. Social responsibility practice of the evolving nature in the sustainable development of Arctic maritime operations. Arctic Marine Sustainability:



Arctic Maritime Businesses and the Resilience of the Marine Environment, p. 119-143, 2020.

VIEIRA, G. B. B.; et al. Critérios de Escolha Portuária: Uma Revisão Sistemática da Literatura. Revista Gestão Industrial, v. 10, n. 3, 2014.

REDES DE TRANSPORTE MARÍTIMO NO BRASIL: UMA ANÁLISE DA CONECTIVIDADE DOS PORTOS

Carolina de Lima Simões
Universidade Federal de Pelotas

Gabrielito Menezes
Universidade Federal de Pelotas

Rodrigo da Rocha Gonçalves
FURG

Greike Aguiar
Universidade Federal de Pelotas

Resumo: O transporte é essencial para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil, promovendo a conectividade entre diversos setores, a mobilidade de pessoas, insumos e bens, além de ampliar o acesso a mercados. A navegação de cabotagem desempenha um papel fundamental no escoamento de cargas ao longo do território brasileiro e na busca por uma matriz de transportes mais equilibrada. Este artigo aplica a teoria de redes complexas ao transporte aquaviário, com foco específico no modal de cabotagem. Foi elaborada uma matriz da cabotagem brasileira para o período de 2016 a 2022, possibilitando a identificação de diversas métricas de redes, como grau, coeficiente de aglomeração e intermediação. Verificou-se que os portos de Santos (SP) e Suape (PE) apresentam os maiores graus de entrada e saída, consolidando-se como *hubs* da cabotagem brasileira. Os resultados indicam um excesso de movimentação de cargas nos *hubs* e um grande número de portos com baixa movimentação. Em linhas gerais, o estudo evidencia a necessidade de políticas públicas voltadas para uma maior participação de portos com menor movimentação, o que contribuiria para dinamizar as economias regionais e melhorar a competitividade logística nacional. Portanto, é crucial realizar uma análise atualizada da cabotagem no Brasil e de seu progresso, de modo a orientar políticas públicas e fornecer uma base técnica para decisões que estimulem e expandam o uso desse modal.

Palavras chaves: Portos, Redes, Conectividade.

1 INTRODUÇÃO

O transporte é imprescindível para o desenvolvimento socioeconômico do país, promovendo a conectividade entre diversos setores e agentes econômicos, viabilizando a mobilidade de pessoas, insumos e bens e ampliando o acesso a mercados. A promoção de sua eficiência, fluidez e alcance contribui para a construção de uma base sólida para a retomada do crescimento e desenvolvimento econômico, especialmente para um país de dimensões continentais, como o Brasil (CNT, 2022).

Dessa forma, o alto nível de crescimento econômico, a rápida urbanização, o aumento da renda disponível, a diversificação das atividades sociais e de lazer, o rápido crescimento do número de veículos particulares e a distribuição desigual de materiais e recursos energéticos aumentam a demanda por transporte (NICOLAU *et al.*, 2020; SABOORI *et al.*, 2014). A partir da necessidade de transportar as produções surgem os modos de transporte, dependendo da localização esse transporte terá que ser feito por terra, ar ou água. Para o transporte de cargas, esses modais são classificados em cinco categorias: rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e aeroviário.

O transporte aquaviário pode ser definido como aquele que movimenta cargas e/ou passageiros por meio de embarcações (tais como navios e barcas) utilizando-se, como “vias”, os corpos d’água: oceanos, mares, rios, lagos, lagoas e canais artificiais (CNT, 2019A). O mar é como uma grande rodovia que liga os continentes, visto que, diferentemente das rotas terrestres, não possui condições geográficas consideradas obstáculos, ou seja, é simplesmente uma planície aberta que permite o acesso a todas as direções do globo (FERREIRA *et al.*, 2020). O Brasil destaca-se por possuir 8,5 mil quilômetros de costa navegável, 19,5 mil quilômetros de hidrovias economicamente navegáveis e cerca de 58% da população concentrada em uma faixa de até 200 quilômetros do litoral (CNT, 2018). Somado a esse perfil, existem centenas de instalações portuárias, públicas ou privadas, localizadas ao longo da costa demonstrando o imenso potencial marítimo brasileiro (ANTAQ, 2022A).

Essas características geográficas e espaciais são bastante favoráveis ao desenvolvimento do transporte aquaviário, mas o potencial brasileiro não tem sido devidamente explorado (CNT, 2019). Já que, atualmente, a matriz de transporte brasileira apresenta um desequilíbrio entre os seus diversos modais, apresentando muita dependência do transporte rodoviário (EPL, 2015). Segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT), enquanto o modal rodoviário é responsável por cerca de 64,9% de todas as cargas transportadas no país, o modal aquaviário responde por apenas 15,72%, do volume transportado no país (CNT, 2023).

Em relação à operação do transporte aquaviário, de acordo com as características geográficas da via utilizada, têm-se o transporte hidroviário (também denominado de navegação interior, transporte fluvial, transporte lacustre) e o transporte marítimo (CNT, 2019A). A navegação marítima engloba a navegação de longo curso, realizada entre países, e a navegação de cabotagem, realizada entre portos ou pontos do território nacional, utilizando vias marítimas ou uma combinação de vias marítimas e hidrovias navegáveis (CNT, 2019).

Sendo assim, a navegação de cabotagem é de extrema importância para o escoamento de cargas ao longo do território brasileiro, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social do país e para a obtenção de uma matriz de transportes mais equilibrada (ANTAQ, 2022A). Em 2022, foi responsável pelo transporte de 201.951.393 milhões de toneladas de cargas, deste montante aproximadamente 77,6% são correspondentes a petróleo e derivados e 9% de

contêineres, equivalentes a 1,870 milhões de contêineres transportados (ANTAQ, 2023).

Desse modo, a cabotagem é um modal cada vez mais utilizado dentro do país (ABAC, 2020). Isso vem, principalmente, devido as grandes vantagens apresentadas quando comparadas aos outros modais, entre elas as reduções do consumo energético por toneladas por quilômetro útil (TKU); redução de caminhões nas estradas, que resulta na minimização de impactos ambientais (redução de emissões de poluentes, de ruídos, de acidentes rodoviários e dos custos de manutenção das estradas); aumento da segurança da carga (menor risco de roubos e desvios de carga, quando comparado com o transporte nas rodovias); e prática de menor frete (em torno de 30%), contribuindo com a redução do custo Brasil (QUINTELLA; SUCENA, 2020).

Nesse sentido, torna-se essencial elaborar um panorama recente da cabotagem no Brasil e sua evolução, com o objetivo de direcionar as políticas públicas e embasar tecnicamente as tomadas de decisões voltadas para o incentivo e a ampliação do uso desse modal. Por isso, visando contribuir para o contexto nacional e a literatura empírica, este artigo tem como objetivo inferir análises estatísticas por meio da construção de uma rede marítima da cabotagem brasileira e mapear o cenário atual dessa atividade, estabelecendo um panorama recente propício para tomadas de decisões mais assertivas e adequadas às demandas do modal de cabotagem no Brasil.

Com o propósito de analisar a estrutura portuária brasileira e o transporte de cabotagem, este estudo foi organizado em cinco seções. A introdução apresenta a motivação e os objetivos da pesquisa. A seção subsequente aborda a estrutura portuária do Brasil, abrangendo as instalações portuárias e o transporte de cabotagem. Na terceira seção, é descrita em detalhes a metodologia utilizada para a análise dos dados. Na quarta seção, são discutidos os resultados obtidos e suas implicações para o transporte de cabotagem no país. Por fim, na seção de considerações finais, são apresentadas as principais conclusões do estudo, bem como sugestões para pesquisas futuras.

2 ESTRUTURA PORTUÁRIA BRASILEIRA E AS REDES MARÍTIMAS

A presente subseção tem por objetivo fornecer uma visão geral da infraestrutura portuária brasileira e do sistema de transporte de cabotagem no país, além de abordar os tópicos estudados para a fundamentação da pesquisa. Serão abordados os principais portos do Brasil, destacando sua capacidade e movimentação de cargas, além de fornecer informações sobre o sistema de cabotagem, suas características e importância para a logística nacional. A compreensão da estrutura portuária e do sistema de cabotagem é essencial para o entendimento das dinâmicas logísticas no Brasil e para o aprimoramento da gestão e operação dos portos e do transporte marítimo em território nacional.

2.1 INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS

Em um país de grande território como o Brasil, com extensa costa marítima e rico em bacias hidrográficas, o sistema aquaviário tem papel estratégico na integração regional, para o transporte de mercadorias e passageiros (CNT, 2006). Seja costeiro, de cabotagem ou de longo curso, atualmente o transporte marítimo é responsável por, aproximadamente 95% do comércio exterior (em toneladas) (ANTAQ, 2022A).

Quanto à sua composição, o sistema aquaviário constitui-se de vias marítimas, fluviais e lacustres utilizadas para a realização do transporte e de terminais portuários. Compreende, ainda, os operadores do transporte e suas embarcações, as infraestruturas de apoio e os agentes públicos e privados que atuam sobre o setor, entre outros elementos (CNT, 2019A).

Salienta-se que os portos têm um importante papel na cadeia logística, sendo assim o nível de eficiência portuária influencia, enormemente, a competitividade de um país. Por conseguinte, uma alta eficiência portuária conduz a baixas tarifas de exportações que, por sua vez, favorecem a competitividade dos produtos nacionais em mercados internacionais (BRUMATTI *et al.*, 2019).

Sendo assim, os terminais de contêineres desempenham um papel importante na cadeia de suprimentos global e fornecem uma interface entre o transporte marítimo e terrestre (LU *et al.*, 2016). Neto *et al.* (2009) sustentam que a atuação portuária é essencial para a performance do processo logístico de um país ou região, sendo determinante nas relações comerciais de importação e exportação.

Já que, também proporcionam um custo mais baixo quando comparado aos outros modais de transporte (EPE, 2019). Visto que, uma das maiores vantagens desta modalidade está na capacidade de se transportar grandes volumes de produtos por longas distâncias a um preço reduzido. Isso ocorre pois, ao se aumentar o volume transportado, dilui-se o custo final do frete por quilômetro percorrido. Dessa maneira, o custo médio de transporte pode ser até cinco vezes menor do que o custo para se realizar o transporte de um mesmo volume de mercadorias por meio do modal rodoviário (CNT, 2022).

Nesse sentido, os portos nacionais são as principais portas de entrada e saída para importações e exportações brasileiras (DANTAS, 2013). No Brasil, o setor portuário movimentou no ano de 2022, 1,206 bilhão de toneladas de cargas, essa é a segunda maior movimentação portuária registrada desde 2010. A movimentação ficou somente 0,60% abaixo do ano de 2021, quando o setor portuário teve o seu recorde de movimentação, 1,214 bilhão de toneladas transportadas (ANTAQ, 2023).

Com relação as exportações brasileiras, estima-se que no ano de 2022 foi exportado um total de US\$ 335 bilhões, maior valor da série histórica, crescimento de 19,3% na média diária exportada em relação a 2021. O preço dos bens exportados se expandiu em 13,6% e o volume embarcado aumentou 5,5%. (MDIC, 2023). As importações também apresentaram o maior valor histórico ao somarem US\$ 272,7 bilhões, aumento de 24,3% em relação a 2021 (MDIC, 2023).

Salienta-se que a balança comercial por via marítima fechou o terceiro trimestre de 2022 com superávit de 18,9 bilhões de dólares. As exportações por via marítima chegaram a 79,1 bilhões de dólares, com um crescimento de 15,1% em relação ao mesmo período de 2021. Já as importações somaram 60,2 bilhões de dólares, crescendo 41,71% (IRAJÁ, 2022).

Nessa perspectiva, os terminais portuários são as instalações utilizadas na movimentação de passageiros e na movimentação ou armazenagem de mercadorias, destinadas ou provenientes do transporte aquaviário (CNT, 2019A). Como explica Chang *et al.* (2014) portos são meios de integração na economia mundial, onde ocorrem transferências de passageiros e/ou cargas entre hidrovias e estradas, geralmente localizados em costas que contêm um ou mais ancoradouros em que navios e barcos podem atracar (YANG; CHEN, 2016; SONG; GEENHUIZEN, 2014). Eles são importantes elos da cadeia logística, pois permitem a integração entre os modais e, com isso, tornam mais eficiente o transporte de cargas e passageiros (CNT, 2019A).

Os portos podem ser classificados quanto ao tipo de transporte que é realizado, como: porto de carga (trata-se apenas da transferência de carga), porto de passageiros (trata-se apenas da transferência de passageiros) ou uma combinação carga/passageiro (manipulando a transferência de ambos) (TALLEY, 2017). E quanto a sua administração, como: Porto organizado, bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária ou Porto Privado, instalações portuárias exploradas mediante autorização e localizadas fora da área do porto organizado (CNT, 2019A).

Salienta-se que os Portos Privados correspondem, principalmente, aos Terminais de Uso Privado (TUP), Estação de Transbordo de Cargas (ETC) e Instalação Portuária Pública de Pequeno Porte (IP4). No qual, conceitua-se TUP como uma instalação portuária explorada mediante autorização e localizada fora da área do porto organizado; ETC como uma instalação portuária explorada mediante autorização, localizada fora da área do porto organizado que é utilizada exclusivamente para operação de transbordo de mercadorias em embarcações de navegação interior ou cabotagem e IP4 como uma instalação portuária explorada mediante autorização, localizada fora do porto organizado e utilizada em movimentação de passageiros ou mercadorias em embarcações de navegação interior (CNT, 2019A).

Um Porto Organizado deve ser construído e explorado pela União, ou operar sob um regime de concessão, sua operação está sujeita a uma Autoridade Portuária, e o administrador do porto se relaciona com os usuários através da prestação de serviço público mediante pagamento de tarifas. Ressalta-se que os serviços prestados no Porto Organizado, apesar de tarifado, têm a natureza de serviço público e não podem ser excepcionados a qualquer usuário independente de sua natureza legal (FONSECA, 2015).

Na Figura 1 é apresentado os Portos Organizados brasileiros. Atualmente, existem 36 Portos Organizados, 171 Terminais de Uso Privado e 40 Estações de Transbordo de Carga no país. Além de 38 Instalações Portuárias Públicas de Pequeno Porte (CNT, 2023).

Figura 1: Portos Organizados Brasileiros



Fonte: Atlas do Transporte CNT (2019).

Segundo o Anuário Estatístico Aquaviário de 2023 da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), durante o período de 2016 a 2022, a movimentação nos portos brasileiros cresceu 21%, passando de 1 bilhão de toneladas (ano de 2016) para, aproximadamente, 1,2 bilhão de toneladas (ano de 2022). Nesse período, a movimentação em portos privados cresceu 20,8%, enquanto a movimentação em portos organizados apresentou crescimento de 23,15%. Da movimentação total portuária de 2022, os portos privados responderam por 65% e os portos organizados, por 35%.

Diante dessa perspectiva, durante o ano de 2022 os portos organizados movimentaram cerca de 422,2 milhões de toneladas de peso bruto total, o que corresponde a um acréscimo de 12,8 milhões de toneladas ao total movimentado durante o ano de 2021, uma variação percentual direta de 3,13%. Esse bom desempenho apresentado pelos portos públicos no período foi devido, principalmente, pelo aumento na tonagem total operada de milho (+115,1%), assim como de pasta de celulose (+45,1%), resíduos da extração do óleo de soja (+21,2%) e etanol (+16,9%) (ANTAQ, 2023).

Com relação ao período que compreende a 2016 – 2022, é importante salientar que os dez principais portos públicos em termos de movimentação geral, conforme listados na Tabela 1, registraram uma movimentação de aproximadamente 2305,81 milhões de toneladas, o que representou 86,09% do total de movimentação dos 32 portos públicos que operaram durante o período em questão. Entre os principais portos que apresentaram crescimento na movimentação, destacam-se o Porto de

Santarém (+171,27%), o Porto de Vila do Conde (+85,30%) e o Porto do Rio de Janeiro (+45,88%). Por outro lado, em relação aos portos que apresentaram uma diminuição na carga bruta movimentada, destacam-se o Porto de Itaguaí, com uma redução de 11,78%, e o Porto de Rio Grande, com uma queda de 1,83% (ANTAQ, 2023).

Tabela 1: Principais Portos Públicos em Movimentação 2016 – 2022 em milhões de toneladas

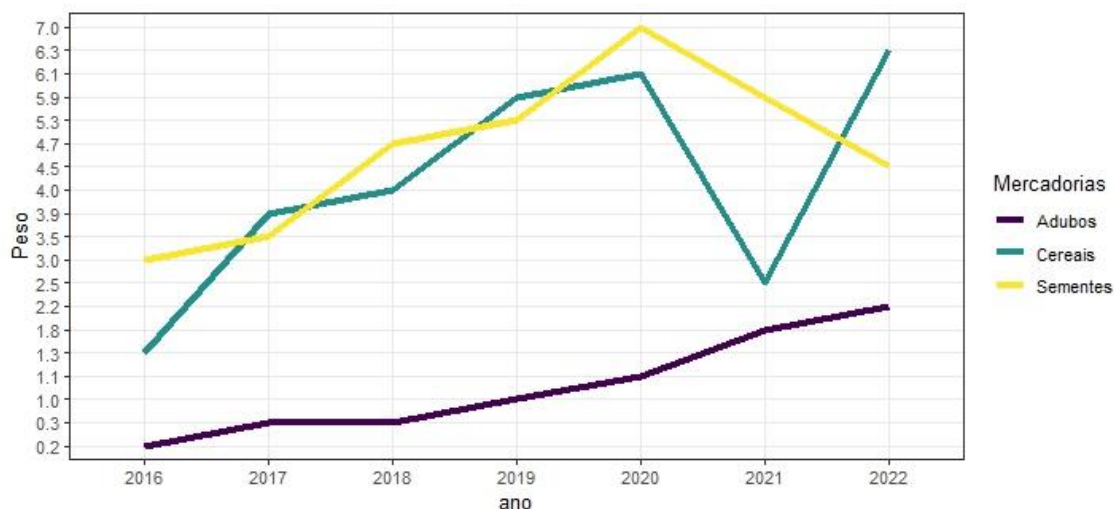
Portos Públicos	Movimentação 2016 - 2022*	Varição % 2016/2022
Porto de Santos	770,61	41,04%
Porto de Itaguaí	360,11	-11,78%
Porto de Paranaguá	338,30	29,10%
Porto de Rio Grande	180,28	-1,83%
Porto de Itaquí	173,67	20,41%
Porto de Suape	166,21	6,54%
Porto de Vila do Conde	107,00	85,30%
Porto de São Francisco do Sul	82,34	24,76%
Porto de Santarém	72,73	171,27%
Porto do Rio de Janeiro	54,56	45,88%
Outros Portos	372,51	21,60%
TOTAL	2678,32	23,18%

Fonte: Elaborado pela autora com base em Anuário Estatístico Aquaviário da Antaq (2023).

Ao analisar o Gráfico 1, é possível constatar que o Porto de Santarém, localizado no Pará, teve um aumento significativo na movimentação durante o período de 2016 a 2022 (+171,27%). Esse crescimento foi grandemente impulsionado pela movimentação de sementes, cereais e adubo. A movimentação de sementes representou aproximadamente 46,63% do total movimentado entre o período de 2016 a 2022. O porto paraense registrou a movimentação de mais de 33,9 milhões de toneladas de sementes, sendo considerado a principal mercadoria em movimentação. (ANTAQ, 2023).

Também como mercadoria de destaque em movimentações encontra-se os cereais e adubos. Os cereais representaram 41,27% de toda a movimentação no período compreendido entre 2016 a 2022, enquanto os adubos representaram 9,54%. Dessa forma, pode-se verificar que, juntas, as três principais mercadorias corresponderam a um total de 97,44% da movimentação em questão.

Gráfico 1: Evolução das principais mercadorias movimentadas em 2016-2022 no Porto de Santarém (milhões de toneladas).

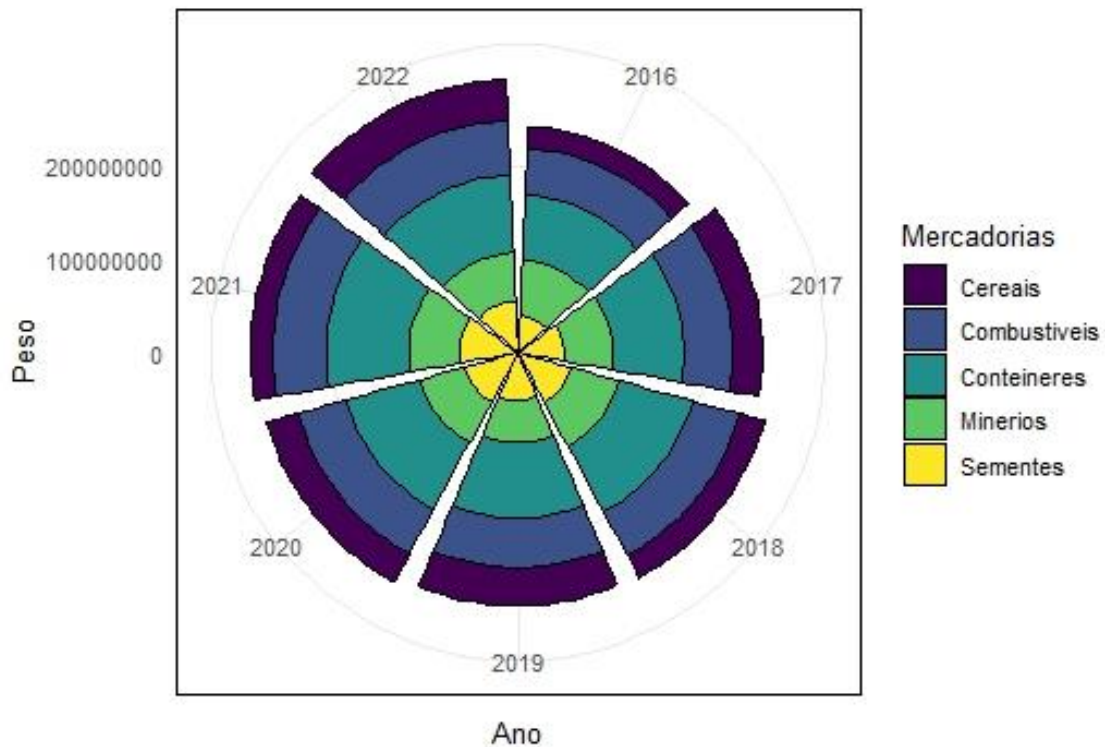


Fonte: Elaborado pela autora com base em Anuário Estatístico Aquaviário da Antaq (2023).

Ao analisar as principais mercadorias movimentadas nos portos públicos em geral, podemos destacar alguns desempenhos significativos. Destaca-se como principais mercadorias os contêineres, sementes, combustíveis, minérios e cereais. A movimentação de contêineres por parte dos portos públicos foi de 562.4 milhões de toneladas o que representa 21% do total movimentado entre todas as mercadorias. Em seguida, destaca-se as Sementes com um total de 377.5 milhões de toneladas movimentadas durante o período observado, o que representa 14.1% do total movimentado entre todas as mercadorias. Dessa forma, ao analisar a participação dessas mercadorias durante o período, observa-se que elas correspondem a 71,24% do total de mercadorias movimentadas.

Salienta-se que durante esse período houve um crescimento de 18,45% na movimentação de contêineres, bem como um aumento de 38,97% na movimentação de Sementes, além de um aumento de 17,6% na movimentação de Combustíveis e de 88,05% na movimentação de Cereais. Por outro lado, foi observado uma queda nas movimentações de Minérios, apresentando um recuo de -11,86% nos comparativos entre o ano de 2016 e 2022.

Gráfico 2: Principais mercadorias movimentadas nos portos públicos (toneladas) 2016 -2022



Fonte: Elaborado pela autora com base em Anuário Estatístico Aquaviário da Antaq (2023).

Durante o ano de 2022, os portos públicos movimentaram aproximadamente 82,9 milhões de toneladas de carga em contêineres, registrando uma queda de -6,5% em relação a 2021. Quando essa movimentação é medida em *Twenty Foot Equivalent Unit* (TEU), que é a unidade padrão para mensuração das operações com contêineres, a variação apresentada para o mesmo período foi de -3,53%, com mais de 7 milhões de TEUs movimentados.

Ao analisar essa variação entre TEUs e toneladas, é observado que, embora o peso total da carga containerizada tenha sido menor em 2022 em comparação direta com 2021, a quantidade de contêineres, medida em sua unidade padrão, teve uma queda menor. Isso pode indicar um maior número de contêineres vazios operados durante esse período. É importante destacar que a operação de contêineres vazios não significa necessariamente a falta de mercadorias para transporte, uma vez que os contêineres vazios muitas vezes são embarcados para retornar ao seu proprietário ou ponto de origem, e frequentemente são realocados entre portos para atender às demandas logísticas das cargas aguardando embarque (ANTAQ, 2022).

Diante dessas considerações, e conforme já mencionado, os portos representam um meio de transporte eficiente e de baixo custo que pode contribuir para reduzir a sobrecarga nas estradas rodoviárias. Assim, é fundamental explorar cada vez mais o potencial dos portos no país, visando garantir o desenvolvimento econômico, a manutenção da balança comercial e a geração de empregos para o progresso do Brasil.

2.2 CABOTAGEM

O transporte de mercadorias por via marítima ocupa posição de destaque no cenário internacional, sendo responsável por 90% do comércio global e conectando países e culturas de diversas partes do mundo (NEVES, 2022). Esse modal abrange a navegação interior (realizada em vias navegáveis interiores) e o transporte marítimo (realizado em mar aberto). O transporte marítimo, por sua vez, subdivide-se em quatro modalidades: longo curso, cabotagem, apoio marítimo e apoio portuário (EPE, 2019).

Conforme o inciso IX do Artigo 2º da Lei nº 9.432, de 8 de janeiro de 1997, a navegação de cabotagem é definida como aquela realizada entre portos ou pontos do território brasileiro, utilizando a via marítima e as vias navegáveis interiores (BRASIL, 1997). Segundo a Resolução Normativa nº 5 da ANTAQ, de 23 de fevereiro de 2016, cabotagem refere-se à navegação costeira entre portos do mesmo país ou entre esses portos e pontos interiores, caracterizando-se pela movimentação de cargas nacionais por via marítima (BRASIL, 2016).

A navegação de cabotagem no Brasil tem uma profunda ligação com a história nacional, cuja origem remonta à chegada dos portugueses. Está intrinsecamente associada à extensa costa marítima e ao processo de colonização, que foi realizado a partir do povoamento do litoral em direção ao interior, com o estabelecimento de feitorias e, posteriormente, de capitânicas hereditárias (CNT, 2013).

Do século XVI ao início do século XX, período em que os meios aquaviários eram a única opção para o transporte de cargas a longas distâncias, a cabotagem desempenhou um papel preponderante na interligação entre portos brasileiros e na consecução das atividades comerciais (TEIXEIRA *et al.*, 2018). Oliveira e Pinheiro (2016) destacam que a importância da cabotagem para o Brasil remonta ao período colonial, sendo crucial para o desenvolvimento comercial interno do país.

Entretanto, conforme dados da CNT, a relevância da cabotagem diminuiu consideravelmente nos últimos cem anos, à medida que o transporte rodoviário e a indústria automobilística foram incentivados (CNT, 2019). Teixeira *et al.* (2018) indicam que essa mudança se intensificou a partir do governo de Washington Luiz, no final da Primeira República, entre 1926 e 1930, inaugurando uma era de priorização do transporte rodoviário. Essas políticas de incentivo geraram um desequilíbrio estrutural na matriz de transportes brasileira, causando ineficiências e aumentando os custos logísticos (JUNIOR *et al.*, 2015).

O desequilíbrio na utilização dos modais de transporte prejudica o Brasil, uma vez que dificulta o escoamento da produção, causando perdas significativas ao longo do processo (COLAVITE; KONISHI, 2015). Estima-se que os custos logísticos evitáveis, caso a matriz de transportes fosse mais equilibrada, somariam aproximadamente US\$ 2,5 bilhões por ano. A racionalização dos custos de transporte poderia produzir efeitos significativamente benéficos, considerando que, em determinadas condições, os fretes hidroviários e ferroviários podem ser 62% e 37% mais baratos, respectivamente, do que os fretes rodoviários (MINISTÉRIO DA DEFESA E DOS TRANSPORTES, 2007).

Apesar desse desequilíbrio, a cabotagem é amplamente utilizada no Brasil e se insere em um novo padrão de organização territorial, impulsionado pelas transformações econômicas, políticas e sociais ocorridas nas últimas décadas. Esse padrão é caracterizado pela busca de maior fluidez territorial, necessária para intensificar os fluxos materiais e imateriais resultantes da integração do país ao mercado global (FONSECA, 2015A).

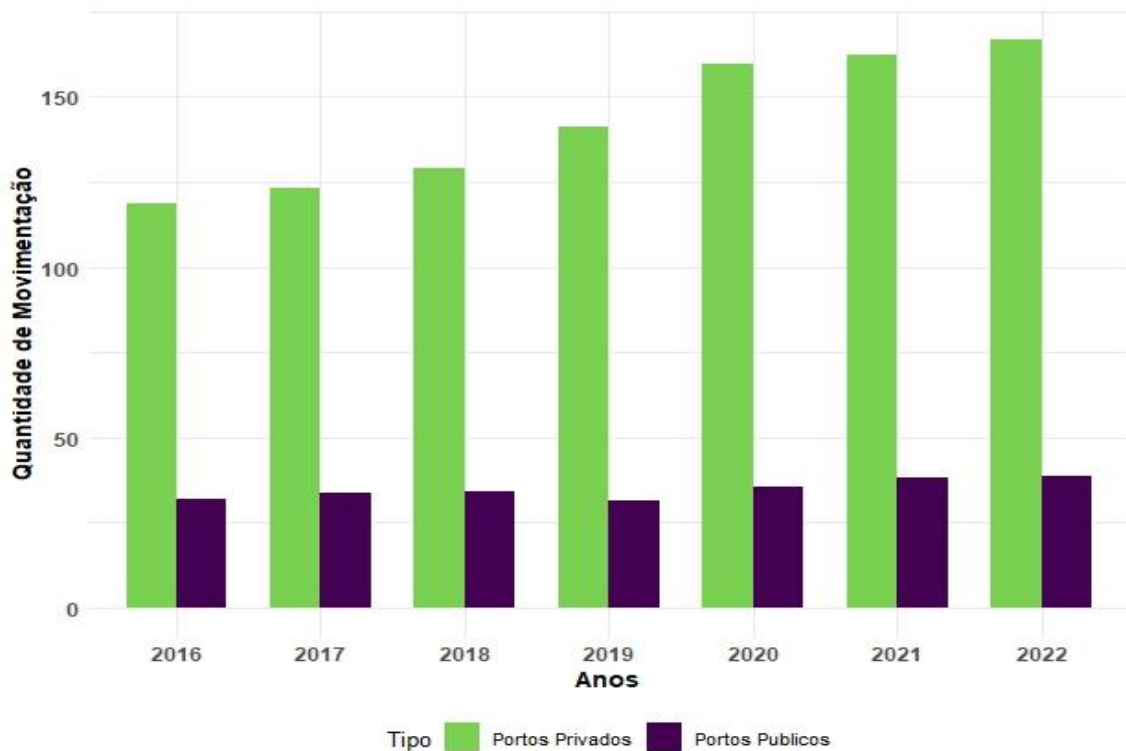
Atualmente, as empresas brasileiras e globais buscam vantagens competitivas, adequação às expectativas dos clientes, desenvolvimento econômico e transformação cultural (BORGES *et al.*, 2018). A navegação de cabotagem apresenta

vantagens operacionais, econômicas e ambientais em relação a outros modais de transporte (TEIXEIRA *et al.*, 2018). Nesse contexto de intensas transformações, a cabotagem se destaca como uma estratégia empresarial para agregar valor ao cliente e fortalecer a competitividade no mercado (BORGES *et al.*, 2018).

De acordo com o Anuário Estatístico Aquaviário da ANTAQ, a navegação de cabotagem no Brasil registrou um aumento de 2,68% na movimentação de cargas em 2022 em comparação com o ano anterior, totalizando 205,5 milhões de toneladas. Destas, 81,2% foram movimentadas por portos privados e 18,8% por portos públicos.

Entre 2016 e 2022, a movimentação de cargas por cabotagem aumentou significativamente. Nos portos privados, o crescimento foi de 40,91%, enquanto nos portos públicos a variação positiva foi de 20,23%, evidenciando a importância crescente desse modal no cenário logístico brasileiro.

Gráfico 3: Movimentação por tipo de Instalação Portuária (toneladas).



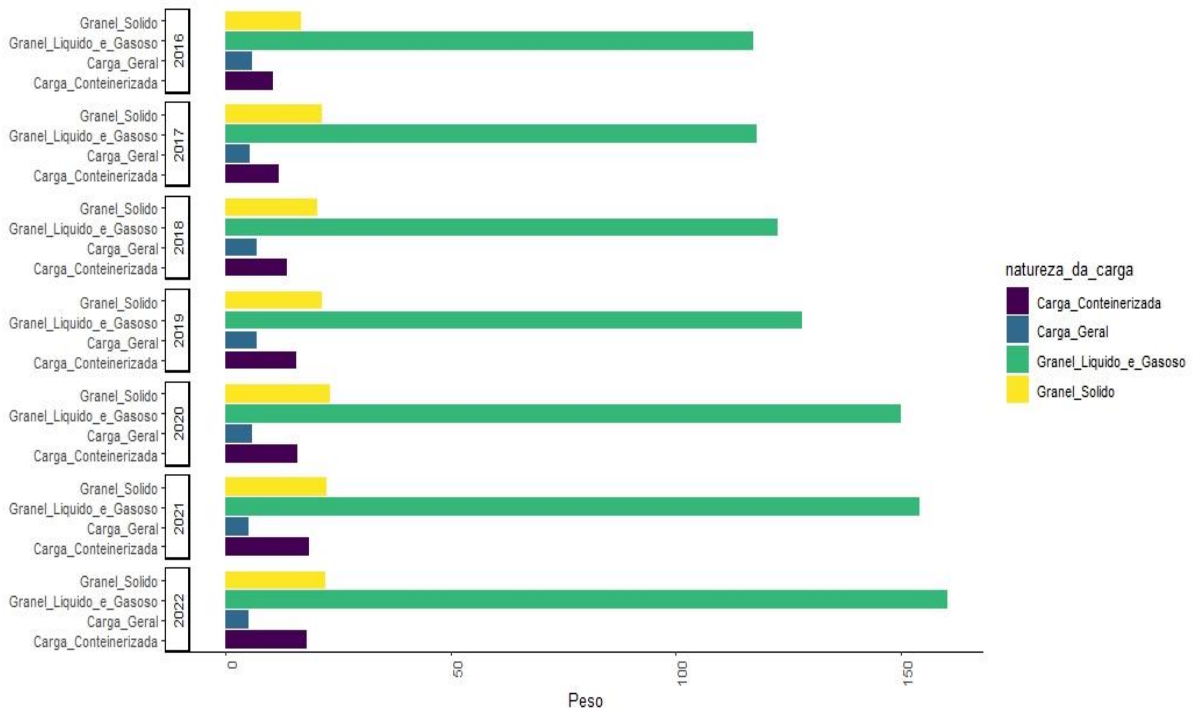
Fonte: Elaborado pela autora com base em Anuário Estatístico Aquaviário da Antaq (2023).

Ao analisar o Gráfico 4, que apresenta o histórico dos últimos sete anos da movimentação de cargas pela navegação de cabotagem, observa-se um detalhamento dos perfis de cargas movimentadas. Nota-se uma evolução expressiva no transporte de contêineres, cujo volume praticamente dobrou nesse período, passando de 10,5 para 18,1 milhões de toneladas. Em contrapartida, uma análise acumulada do transporte de carga geral revela uma queda superior a 16% no volume transportado, com destaque para os anos de 2018 e 2019, quando o crescimento em relação ao ano base de 2016 alcançou 15% e 17%, respectivamente, seguido de uma desaceleração em 2020.

Atualmente, no Brasil, a cabotagem está fortemente concentrada no transporte de grânéis sólidos e líquidos, embora o transporte de contêineres também tenha registrado um crescimento notável em comparação com anos anteriores (SOUZA;

LEITE, 2023). Em relação ao transporte de granel líquido e gasoso, entre 2016 e 2022, houve um aumento de aproximadamente 27%, enquanto o transporte de granel sólido cresceu cerca de 23,6%. Especificamente no ano de 2022, o transporte de granel líquido e gasoso alcançou uma participação significativa de 77,98% no mercado de cabotagem, seguido pelos granéis sólidos (10,74%), carga containerizada (8,82%) e carga geral (2,45%).

Gráfico 4: Evolução da Movimentação de Cabotagem (milhões de toneladas) – Perfil de carga.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Anuário Estatístico Aquaviário da Antaq (2023).

Portanto, após esse panorama geral, observa-se que a cabotagem no Brasil está fortemente voltada para o transporte de granéis líquidos e gasosos, cuja participação anual supera consistentemente 75% da movimentação total. Carvalho (2023) destaca que a carga predominante na cabotagem é composta por granéis líquidos, com destaque para produtos relacionados ao petróleo e seus derivados, que representam impressionantes 96,6% de todo o volume de carga movimentado nesse modal.

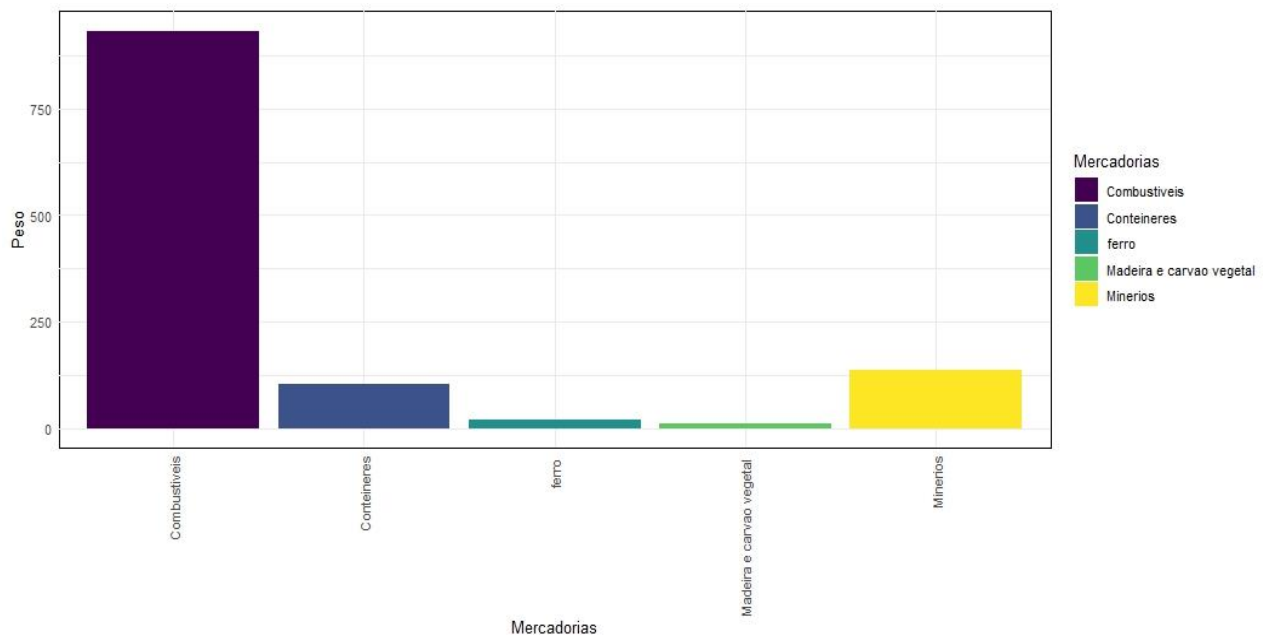
2.2.1 Mercadorias e Principais Portos

O desempenho da movimentação de cargas no modal aquaviário, especificamente na cabotagem, pode ser analisado não apenas em termos das operações das instalações portuárias, mas também sob a perspectiva das mercadorias mais movimentadas e dos portos com maior volume de movimentação. Esse enfoque permite uma visão mais abrangente do panorama do mercado nacional e das relações regionais de comércio, facilitando o mapeamento das rotas do

transporte aquaviário e proporcionando uma melhor compreensão da diversidade nas correntes de comércio de mercadorias.

Ao examinar o Gráfico 5, observa-se que as principais mercadorias movimentadas pela cabotagem, entre 2016 e 2022, foram: combustíveis (74,96%), minérios (11%), contêineres (8,4%), ferro (1,5%) e madeira e carvão vegetal (0,9%). Os combustíveis se destacam como o principal produto em termos de participação, totalizando 932,6 milhões de toneladas movimentadas nesse período e alcançando, em 2022, um recorde de 157,8 milhões de toneladas movimentadas.

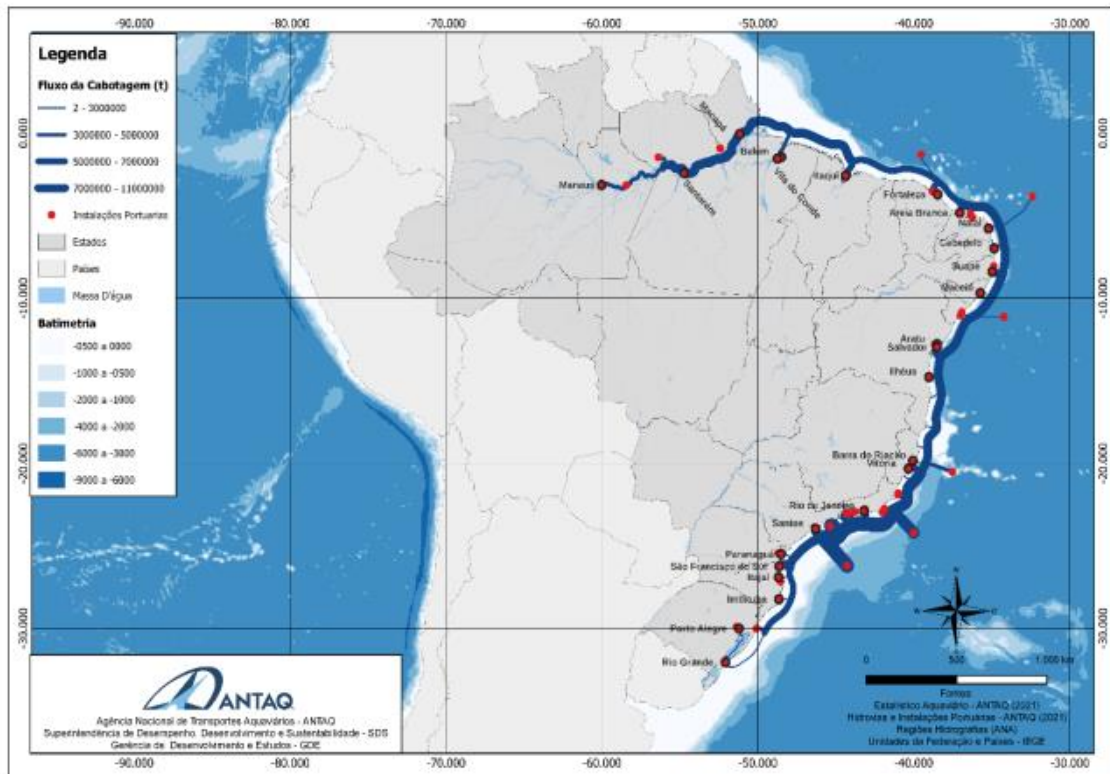
Gráfico 5: Principais mercadorias movimentadas na Cabotagem (toneladas) 2016-2022.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Anuário Estatístico Aquaviário da Antaq (2023).

A Figura 2 ilustra os fluxos de transporte por cabotagem ao longo da costa brasileira e nas vias interiores no ano de 2021. A densidade desses fluxos é representada pela espessura das linhas, que é proporcional ao volume total de cargas movimentadas, em toneladas, em cada segmento entre pontos indicativos de instalações portuárias ou plataformas marítimas de petróleo.

Figura 2: Mapa de fluxo de transporte por Cabotagem – 2021.



Fonte: TKU 2021: TKU da navegação interior, de cabotagem e longo curso em vias interiores – Antaq (2022B).

Conforme a ANTAQ (2022B), o transporte de contêineres pela cabotagem geralmente é realizado em linhas regulares. O principal eixo de transporte conecta as regiões Norte e Nordeste às regiões Sul e Sudeste, formando diversos pares de origem e destino por meio de escalas em pontos intermediários. Em 2021, observou-se uma expressiva redução de 42,8% no transporte de contêineres na rota entre Espírito Santo e São Paulo (principal rota em 2020), com um total de 753,6 mil toneladas e 728,9 milhões de toneladas-quilômetro. Em contrapartida, a rota entre Amazonas e São Paulo, que se tornou a principal em 2021, apresentou um aumento de 25,4%, totalizando 1,3 milhão de toneladas e 8,7 bilhões de toneladas-quilômetro.

No ano de 2022, conforme apresentado na Tabela 2, a movimentação de contêineres (TEU) na cabotagem superou 1,8 milhão de unidades. Entre as principais instalações portuárias que movimentaram esse tipo de carga, destacam-se o Porto de Santos, o Terminal Portuário do Pecém, o Porto de Suape, o Porto do Chibatão e o DP World Santos. Esses portos, em conjunto, responderam por mais de 55,65% de toda a movimentação de contêineres na cabotagem ao longo do ano.

Tabela 2: Principais Instalações portuárias na movimentação de Contêineres na cabotagem (TEU) – 2022.

Nome da Instalação	Total Transportado Cabotagem (TEU)
Santos	284.472
Terminal Portuário do Pecém	193.712
Suape	189.863
Porto do Chibatão	167.438
DP World Santos	166.436

Fonte: Elaborado pela autora com base em Anuário Estatístico Aquaviário da Antaq (2023).

Os dados apresentados na Tabela 2 destacam o papel preponderante de alguns portos brasileiros na movimentação de cargas de cabotagem, com uma concentração significativa nos portos de Santos e Suape. Esses portos têm uma presença dominante nas rotas de cabotagem, evidenciando sua importância como nós centrais da rede marítima. Observa-se que a alta participação desses portos é resultado de fatores como a infraestrutura robusta e a localização estratégica, que facilitam a movimentação de grandes volumes de carga e o atendimento a navios de grande porte. Essa centralização de atividades, conforme apontado por Bondezan *et al.* (2014), promove uma maior eficiência nas operações portuárias, mas também levanta questões sobre a necessidade de políticas públicas que incentivem uma distribuição mais equilibrada do tráfego. A ampliação da capacidade de portos secundários pode não apenas reduzir a pressão sobre os *hubs* principais, mas também fomentar o desenvolvimento econômico regional e aprimorar a resiliência da rede de cabotagem como um todo.

2.3 REDES MARÍTIMAS

Os portos marítimos são um dos principais elementos de transporte em todo o mundo, atuando como pontos que permitem o escoamento de cargas nas cadeias de abastecimento globais (BURNS, 2018). De fato, como as cargas têm origem e destino de um número quantificável de fretes, a rede de transporte marítimo pode ser entendida como uma rede direcionada com arestas ponderadas (DOROGOVTSEV; MENDES, 2013).

Ducruet *et al.* (2010) afirma que se pode supor que as redes marítimas geram “pequenos mundos” cujo conteúdo pode variar no espaço e no tempo sob a influência de padrões de comércio e transporte, enquanto na geografia portuária e marítima tais unidades espaciais não são bem definidas e delimitadas, como região portuária, sistema portuário, faixa portuária ou fachada marítima. Dessa forma, com a evolução das redes marítimas é gerado “pequenos mundos” definidos como grupos regionais ou especializados que são definidos como *clusters* específicos onde os portos observam uma elevada dependência de um ou de um grupo de outros portos (DUCRUET *et al.*, 2010).

A modelação do tráfego marítimo como uma rede em que os portos são equivalentes a nós de rede e os movimentos de navios correspondem a arestas, provou ser uma ferramenta eficaz para a representação do tráfego marítimo desde a primeira abordagem documentada há mais de cinquenta anos (ROBINSON, 1968). Desde então, muitos exemplos na literatura comprovam o princípio do modelo de rede, e mais especificamente da rede complexa, para entender os fluxos marítimos

(ÁLVAREZ *et al.*, 2021). No entanto, a pesquisa em transporte marítimo está longe de ser tão amplamente estudada quanto outros modos de transporte (DUCRUET, 2015; DUCRUET *et al.*, 2010).

Ducruet *et al.* (2010) aponta que essa escassez se deve a raridade de informações detalhadas sobre a circulação marítima, incluindo vértices (portos), arestas (rotas marítimas) e fluxos (de trânsito). Historiadores e geógrafos tendiam a representar padrões de circulação de uma forma muito ampla com base em fontes qualitativas (WESTERDAHL, 1995). O tempo necessário para coletar e codificar dados de várias fontes baseadas em papel sobre movimentos de embarcações (JOLY, 1999), bem como o custo da informação numérica existente, explicam facilmente a relutância dos geógrafos de transporte em enfrentar tal questão.

Mesmo com o registro das primeiras análises cartográficas e teóricas de gráficos dos fluxos marítimos nas décadas de 1940 e 1960, foi somente a partir dos anos 2000 que a análise de redes marítimas cresceu rapidamente, apoiada por novos dados de navegação disponíveis, maior poder computacional e estruturas conceituais renovadas para o estudo de redes em geral (DUCRUET, 2020).

Ducruet (2020) afirma que a evolução da análise de redes marítimas, na geografia e outras ciências, é marcada por uma grande diversidade de métodos e temas, que podem ser classificados em três partes principais. Primeiramente, estudos que analisam os fluxos marítimos em um espaço abstrato, com foco em aspectos operacionais, estatísticos ou gerenciais, onde a navegação, a estrutura gráfica e as estratégias das empresas são as principais preocupações. Em segundo lugar, pesquisas em que os fluxos e redes marítimas são marcadores e vetores de estruturas e dinâmicas geoeconômicas mais amplas, como desigualdades regionais e áreas de dominância. Por fim, as redes marítimas também foram consideradas como partes integrantes de territórios e sistemas encadeados mais amplos, como redes urbanas, redes regionais e redes acopladas.

Dessa forma, Ducruet (2020) salienta que o número total de publicações relacionadas à rede por meio de transporte marítimo, entre 1950 e 2020, manteve-se à sombra das outras redes de transporte, passando de 0,31% para 2,26% do total de publicações. A importância dos sistemas de comunicação terrestres (rodoviária, ferroviária e fluvial) e das telecomunicações é avassaladora e constante ao longo do tempo, seguida da rede aérea. Apesar da quase ausência de estudos da rede marítima nas primeiras décadas e do seu menor peso, atualmente, esta categoria registrou a maior taxa de crescimento entre as duas últimas décadas (de 2000 a 2009 – 0,52% e de 2010 a 2020 – 2,26%).

As redes complexas são capazes de capturar a interação entre as entidades que as compõem (ÁLVAREZ *et al.*, 2021). Elas evidenciam propriedades que não são óbvias quando se considera cada uma das partes de forma independente, sendo o seu caráter de rede uma das características da estrutura destes sistemas (ESTRADA, 2012). Por esta razão, diferentes modos de transporte têm sido estudados a partir da perspectiva das redes complexas nos últimos anos. Alguns exemplos podem ser encontrados ao modelar redes de tráfego urbano (DING *et al.*, 2019); demanda de viagens urbanas (SABERI *et al.*, 2018); o transporte público na Grã-Bretanha (REGT *et al.*, 2019) e Cingapura (SOH *et al.*, 2010); redes de transporte aéreo da China (WANG *et al.*, 2011) e dos EUA (XU; HARRISS, 2008); redes de rotas aéreas (LORDAN *et al.*, 2014); estrutura da rede rodoviária (DENG *et al.*, 2010); Australian Airport Network (HOSSAIN; ALAM, 2017); redes ferroviárias (YANG *et al.*, 2015), (QING, 2012) ou (OUYANG *et al.*, 2014), entre outras. Outros exemplos do estudo da vulnerabilidade em diferentes modais de transporte podem ser encontrados em Cats

e Jenelius (2014) para redes de transporte público e O’Kelly (2015) para o setor de transporte aéreo.

Álvarez *et al.* (2021) ressalta que, no caso do transporte marítimo, como nos casos descritos para os outros modos de transporte, uma abordagem de rede complexa para modelar a rede pode ajudar a entender melhor os pontos fortes (robustez) ou fracos (vulnerabilidade) da rede. Portanto, não há dúvida de que o transporte marítimo em particular, mais do que os sistemas globais de transporte em geral, podem se enquadrar nessa representação, e a literatura publicada confirma essa afirmação.

As redes marítimas são consideradas grafos não planares, uma vez que suas arestas podem se cruzar sem criar um nó (RODRIGUE, 2020). A primeira aplicação da teoria dos grafos ao transporte marítimo foi realizada por Robinson (1968) em seu estudo sobre as conexões de Vancouver com outros portos da Colúmbia Britânica, baseando-se profundamente na análise espacial da geografia quantitativa. Sua análise foi motivada pela busca de compreender a organização espacial das funções portuárias dentro de uma rede composta por "rotas imaginárias". A maioria dos estudos estava centrada em gráficos planares, e a abordagem de Robinson se destaca por ter adotado uma perspectiva diferente ao explorar a complexidade das redes marítimas (DUCRUET; BEAUGUITTE, 2014).

Com o surgimento do campo de pesquisa de redes complexas no final dos anos 1990, foi observado um aumento do interesse por redes de todos os tipos, incluindo redes marítimas (DUCRUET, 2020). Enquanto as redes sem escala contêm poucos nós de grande grau e muitos nós de baixo grau (BARABASI; ALBERT, 1999), as redes de pequeno mundo, além disso, incluem áreas de interação densa ou "comunidades" (WATTS; STROGATZ, 1998). Esta nova estrutura foi particularmente adaptada para analisar grandes redes, em um contexto de novos dados marítimos disponíveis e maior poder computacional.

O presente estudo realizou análises com relação a posição relativa dos portos dentro de uma determinada rede, evidenciando os *hubs ports* da cabotagem brasileira e seus vértices de centralidade. Além de representar suas conectividades dentro da rede. Essas propriedades da rede foram ativamente pesquisadas em escala global no caso do transporte de contêineres (DENG *et al.*, 2009; HU; ZHU, 2009), bem como graneleiros sólidos e petroleiros (KALUZA *et al.*, 2010; CUI, 2014), na maioria das vezes concluindo pela existência de características de lei de potência na distribuição de centralidade de grau, condição necessária para que a rede seja livre de escala.

Ducruet *et al.* (2010), Ducruet; Notteboom (2012), Laxe *et al.* (2012) fornecem mais evidências da eficácia da centralidade portuária na determinação de uma hierarquia portuária e na indicação de todos os atributos que a sustentam. A centralidade portuária pode ser vista como uma qualidade espacial dentro da arena de mercado que o porto atende e, portanto, indica como os portos estão estrategicamente localizados dentro do sistema de transporte. A análise das redes marítimas globais usando tais métodos revelou importantes informações ocultas, como a hierarquia da centralidade do porto (ZHAO *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2019), em diferentes níveis de conectividade (YU *et al.*, 2017) e com base em vértices em vez de nós (ZHANG *et al.*, 2018).

Ducruet (2022) aponta que as relações entre conectividade portuária e especialização foram exploradas mais recentemente através da análise da situação dos portos dentro de redes marítimas compostas por diferentes camadas. A maioria dos estudos concentrou-se em apenas um segmento do transporte marítimo,

principalmente o transporte de contêineres, enquanto outros analisaram diferentes segmentos tomados separadamente.

Salienta-se que no presente estudo foi proposto uma análise em nível agregado de especializações ao incluir todos os tipos de carga (geral, graneis e contêineres), na mesma rede, sendo essa rede apenas do transporte via cabotagem. Kaluza *et al.* (2010), por exemplo, comparou a estrutura da rede global e a distribuição comunitária de redes globais de petroleiros, contêineres e graneis secos, enquanto Montes *et al.* (2012) comparou redes de carga geral e de contêineres. Outros estudos analisaram, por exemplo, redes de cruzeiros (RODRIGUE; NOTTEBOOM, 2013), redes de gás liquefeito (PENG *et al.*, 2020) e redes de petróleo (PENG *et al.*, 2019). No entanto, tais trabalhos não investigaram como as diferentes camadas de circulação marítima estão interconectadas nem como a centralidade dos portos varia entre as camadas. A perspectiva multicamadas foi proposta pela primeira vez por Ducruet (2013) usando cinco camadas diferentes (contêineres, carga geral, graneis sólidos, graneis líquidos e passageiros/veículos).

Entre os resultados, foi observado que os portos que recebem mais tipos de embarcações concentram mais tráfego, são mais centrais, têm maior alcance de interação e são mais densamente conectados entre si do que o restante da rede. Corroborando os resultados verificados por Santos *et al.* (2019) que em sua análise para a cabotagem brasileira identificou os portos de Santos e Suape como os *hubs ports* do Brasil no tempo determinado entre os anos de 2010 a 2015.

Existe uma vasta quantidade de literatura focada na classificação dos portos por meio de indicadores de centralidade, apresentando diferentes abordagens e inovações (WANG; CULLINANE, 2008; LAM; YAP, 2011; MONTES *et al.*, 2012; CULLINANE; WANG, 2012; Doshi *et al.*, 2012; LAXE *et al.*, 2012; SEOANE *et al.*, 2013; WANG; CULLINANE, 2014; KANG *et al.*, 2014; BARTHOLDI *et al.*, 2016). Alguns desses estudos, embora nem sempre façam referência explícita a "redes complexas", avançaram na análise da centralidade portuária ao examinar a interação entre a centralidade e a taxa de transferência real do porto (KIM; LU, 2015; WANG; CULLINANE, 2016; KANG; WOO, 2017). Esses estudos combinaram análise de redes com técnicas de regressão múltipla e análise de envoltória de dados para proporcionar uma compreensão mais aprofundada da relação entre a posição central de um porto na rede e seu desempenho real em termos de movimentação de carga.

Já, com relação a análises voltadas para a verificação de *hubs ports*, Ducruet (2020) ressalta que nessa vasta literatura o foco principal é o próprio *hub*, deixando para trás os nós secundários dos quais eles dependem. Salienta-se que a definição mais comum de *hub* é a participação dominante das atividades portuárias nas operações de transbordo mar-mar, principalmente no transporte de contêineres, devendo ser bem equipados, acessíveis, bem localizados ao longo das linhas principais e próximos aos principais mercados (FLEMING, 2000; RODRIGUE; NOTTEBOOM, 2010).

Ducruet (2020) afirma que as abordagens centradas no *hub* lidam com a vulnerabilidade da rede em nível global no sentido da falha do *hub* e sua distribuição espacial. O centro desses estudos está mais voltado no interesse de entender, por meio de estudos de caso de regiões específicas, quais nós são vulneráveis e sobre quais *hubs*.

A distribuição de tráfego desigual e a vantagem competitiva dos portos centrais estiveram no centro do palco nos estudos da nova "rota marítima da seda" (WANG *et al.*, 2018; MOU *et al.*, 2018; JIANG *et al.*, 2019), mas também dentro do Mediterrâneo (ARVIS *et al.*, 2019), o Mar Amarelo (GUO *et al.*, 2017) e o Bohai Rim (LU *et al.*, 2018).

Compreender as forças dos *hubs* nas redes marítimas gerou o conceito de “*hub* dependência”, ou seja, até que ponto um nó depende de outro nó na rede.

Ducruet (2022) confirma a importância avassaladora dos portos mais diversificados, que movimentam o grosso do comércio global e por sua alta centralidade atuam como pivôs para portos menores. Ele analisa a interação entre 20 tipos de tráfego marítimo conectando mais de 1.600 portos, cobrindo cerca de 155.000 movimentos diários de 24.321 navios em 2008. Os principais resultados mostram que a rede global é altamente dependente de nós mais diversificados, que por sua vez capturam mais tráfego e exibem maior conectividade.

A atividade portuária como um todo é altamente influenciada pela capacidade dos nós marítimos de se inserir em múltiplas camadas de circulação. Essas camadas, apesar de suas diferenças em termos de cobertura de mercado, operação e tecnologia respectivas, convergem em alguns grandes *hubs*, sendo Roterdã e Cingapura os núcleos dessa hierarquia de várias camadas (DUCRUET, 2022).

Portanto, a análise da rede marítima, impulsionada pelo avanço na disponibilidade de dados e métodos analíticos, apresenta um potencial significativo para abordar questões de longa data, como a estrutura espacial da economia mundial e os processos de integração regional (DUCRUET, 2020). A abordagem de redes complexas tem se mostrado eficaz para aprimorar a compreensão da estrutura e evolução do tráfego marítimo, bem como para investigar as conexões comerciais estabelecidas entre os portos (ÁLVAREZ *et al.*, 2021). Através dessa perspectiva, torna-se possível identificar padrões, *hubs* e relações estratégicas na rede marítima, contribuindo para o desenvolvimento de políticas e estratégias mais eficientes na gestão e operação dos portos e para o aprimoramento geral do sistema de transporte marítimo.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, será descrita a metodologia utilizada neste estudo para analisar a complexidade das redes portuárias brasileiras. Para isso, serão apresentados os passos seguidos para a construção das redes complexas, bem como as medidas de complexidade utilizadas para avaliar as propriedades estruturais dessas redes. Além disso, serão descritas as fontes de dados utilizadas e as etapas de pré-processamento necessárias para a construção das redes.

3.1 TEORIA DE REDES

Existem muitos tipos de redes em muitos domínios diferentes e as coisas que se conectam podem ter muitos significados (FIGUEIREDO, 2011). O termo redes complexas refere-se a um grafo que apresenta uma estrutura topográfica não trivial, composto por um conjunto de vértices (nós) que são interligados por meio de arestas (BARABÁSI, 2003). De forma mais geral, uma rede é uma abstração que permite codificar algum tipo de relacionamento entre pares de objetos (FIGUEIREDO, 2011). O estudo de redes na forma de grafos é um dos pilares da matemática discreta e teve início em 1735, quando Euler propôs uma solução para o problema das pontes de Königsberg, originando a teoria dos grafos (METZ *et al.*, 2007).

Desse modo, diversos aspectos do mundo real podem ser representados por meio de redes complexas a partir de analogias para a resolução de problemas específicos (METZ *et al.*, 2007). Pode-se assim considerar redes formadas por qualquer tipo de objeto, tais como um conjunto de indivíduos, de páginas Web, de

neurônios, ou de computadores. E assim, para cada par de indivíduos teremos ou não a existência do relacionamento sendo considerado (FIGUEIREDO, 2011).

Os estudos das redes complexas foram iniciados em meados de 1930, quando sociólogos utilizavam essas redes com a finalidade de estudar o comportamento da sociedade e a relação entre os indivíduos. Essas pesquisas eram baseadas em características muito peculiares das redes, como a centralidade (o vértice mais central) e a conectividade (vértices com maior número de conexões). As redes sociais eram constituídas por indivíduos, que eram representados por vértices, e pelas interações entre eles, as arestas (METZ *et al.*, 2007).

Dessa forma, segundo Figueiredo (2011) o conjunto de objetos da rede será denotado por V e o número de objetos será dado por $n = |V|$. Estes objetos são chamados de vértices ou nós da rede. A existência de um relacionamento entre dois objetos é representada por um par não-ordenado. Desta forma, se $i, j \in V$ estão relacionados, representa-se isto pelo par não-ordenado (i, j) . Este par ordenado, que representa a existência do relacionamento, é chamado de aresta. O conjunto com todos os relacionamentos existentes entre os objetos em V , ou seja, o conjunto de arestas da rede, é denotado por E . Sendo assim, temos $E = \{(i, j) | i, j \in V, i \text{ está relacionado com } j\}$. O número de arestas da rede, m , é dado pelo número de pares não-ordenados no conjunto E , ou seja $m = |E|$. Finalmente, uma rede será definida por estes dois conjuntos, $R = (V, E)$.

Essa representação trata-se apenas de relacionamentos simétricos. Entretanto, nem todo relacionamento é simétrico, sendo muito deles assimétricos. Neste caso, o fato de um objeto i estar relacionado com outro j não implica que j esteja relacionado com i . Para isto representa-se o relacionamento como um par ordenado, onde a ordem dos vértices no par é importante. Ou seja, o par (i, j) é diferente do par (j, i) , pois codificam dois possíveis e distintos relacionamentos (FIGUEIREDO, 2011).

Pode-se representar a estrutura de uma rede, através de uma matriz. Esta matriz codifica todas as arestas da rede e é conhecida como matriz de adjacência, denotada por A . A matriz A é quadrada e cada elemento $A(i, j)$ representa o par de vértices (i, j) . Se o par estiver relacionado, então $A(i, j) = 1$, caso contrário $A(i, j) = 0$ (FIGUEIREDO, 2011). Pode-se então definir a matriz A da seguinte forma:

$$(1) \quad A(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{se } (i, j) \in E \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Se a rede estiver codificando um relacionamento simétrico, então a matriz de adjacência será simétrica com relação a sua diagonal principal. Pois neste caso, temos que $A(i, j) = A(j, i)$. Por outro lado, se o relacionamento for assimétrico, a matriz não será simétrica (FIGUEIREDO, 2011). Conforme o exemplo abaixo:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

(2)

Onde as letras que identificam os vértices na figura foram mapeadas em números representando sua posição no alfabeto ($A = 1, B = 2, etc$). Conforme Figueiredo (2011), grau é o número de arestas que incidem sobre um determinado vértice da rede e representa o número de relacionamentos que existem com o vértice. Esse grau pode ser obtido somando os elementos da sua respectiva linha na matriz de adjacência. Caso a matriz seja simétrica o grau também pode ser obtido somando a respectiva coluna, já que a linha i é idêntica a coluna i em uma matriz simétrica. Onde d_i é o grau do vértice $i \in V$. É importante notar que a soma do grau de todos os vértices é igual ao dobro de número de arestas da rede. Ou seja,

$$\sum_{i \in V} d_i = 2m$$

(3)

Pode-se ainda obter o grau médio de uma rede, que é dada pela média aritmética do grau de todos os vértices. Ou seja,

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i \in V} d_i = \frac{2m}{n}$$

(4)

Usando o número de vértices e arestas de uma rede, pode-se definir a densidade da rede, ρ , que representa a fração de arestas que a rede possui. Ao considerar uma rede com n vértices e m arestas. Para calcular a densidade, determina-se o maior número de arestas que a rede poderia ter. Isto ocorre quando todos os vértices estão relacionados entre si, ou seja, cada vértice possui o maior grau possível que é $n - 1$. Portanto, o total de arestas será $n \frac{n-1}{2}$ e precisa-se dividir por dois, pois cada aresta na multiplicação $n(n - 1)$ está sendo contada duas vezes (FIGUEIREDO, 2011). Ou seja,

$$\rho = \frac{m}{n \frac{n-1}{2}} = \frac{\bar{d}}{n-1}$$

(5)

Dessa forma, a representação de uma rede social se dá através de um grafo, representada pela equação $R = \{V, E\}$, na qual elementos de V são chamados de

vértices e os elementos de E são chamados de arestas (GROSS; YELLEN, 1999). Ademais outros conjuntos podem ser utilizados dentro de R, como exemplo, conjuntos que informam sobre a evolução da rede no tempo (SANTOS *et al.*, 2019). No âmbito deste trabalho, será elaborada uma rede marítima sob uma perspectiva estática, com arestas dirigidas que representam relações direcionadas de um vértice a outro.

Atualmente, são comuns estudos com redes envolvendo milhões ou bilhões de vértices, as quais antes eram compostas por dezenas ou, em casos extremos, centenas de vértices. Descobriu-se que a topologia e a evolução das redes do mundo real apresentam propriedades organizacionais bastante robustas e distintas das redes aleatórias. Essa é a principal razão pela qual as redes passaram a ser chamadas de redes complexas (METZ *et al.*, 2007).

As redes complexas possuem propriedades que as diferenciam dos grafos não complexos, a exemplo da distribuição dos graus, coeficiente de aglomeração, estrutura de comunidade em qualquer escala, evidência de estrutura hierárquica, etc (SANTOS *et al.*, 2019). Elas podem ser úteis nas análises dos mais diversos aspectos das redes e com os mais variados propósitos. Ademais, é importante salientar que existem três principais modelos de redes complexas: redes aleatórias, redes pequeno-mundo e redes livres de escala (METZ *et al.*, 2007). A seguir, serão apresentados brevemente os detalhes de cada um desses modelos.

O modelo de redes aleatórias é caracterizado por ter uma distribuição de graus que segue uma distribuição normal. Essas redes são geradas a partir de ligações aleatórias entre os vértices de um conjunto (SANTOS *et al.*, 2019). O modelo possui vários nomes e também é conhecido por $G(n, p)$, modelo binomial e às vezes até mesmo por “modelo de rede aleatória”, dada sua grande influência. Esse modelo é bastante simples e possui apenas dois parâmetros, n e p . O parâmetro n determina o número de vértices da rede e estes são rotulados de 1 a n . O parâmetro p determina a probabilidade de uma determinada aresta ser incluída na rede. Além disso, cada possível aresta será incluída de forma independente das outras. Importante destacar que o modelo não determina a estrutura da rede, e sim o processo aleatório que irá gerar a estrutura da rede. Desta forma, a rede gerada pelo modelo é tratada como uma variável aleatória (FIGUEIREDO, 2011).

Rede de mundo pequeno, caso as conexões entre os vértices favoreçam distâncias curtas entre quaisquer dois vértices da rede, tornando a rede eficiente, do ponto de vista da transmissão de informação (SANTOS *et al.*, 2019). O efeito pequeno-mundo é observado nas redes em que a maioria dos vértices se conecta a outros através de um caminho mínimo. O caminho mínimo, também chamado de caminho geodésico ou distância geodésica, é aquele formado pelo menor número de arestas que conectam um vértice origem e um vértice destino (METZ *et al.*, 2007).

O modelo de rede livre de escala é caracterizado pela sua distribuição de graus, que segue uma lei de potência, $P(k) \sim k^{-\gamma}$, o que favorece a existência de *hubs* (vértices que concentram muitas conexões) (SANTOS *et al.*, 2019). Uma das principais características, denominada conexão preferencial, é a tendência de um novo vértice se conectar a um vértice da rede que tem um grau elevado de conexões. Essa característica implica em redes com poucos vértices altamente conectados, denominados *hubs*, e muitos vértices com poucas conexões. As redes com essas características são denominadas livres de escala devido à representação matemática da rede (METZ *et al.*, 2007).

Ela segue uma função $f(x)$ que permanece inalterada com um fator multiplicativo sob um reescalamento da variável independente x . Em outras palavras, isso significa que as redes livres de escalas são aquelas em que a

distribuição de graus segue a Lei de Potência, desde que exista uma solução somente para $f(ax) = bf(x)$ (METZ *et al.*, 2007).

As redes complexas possuem a capacidade de capturar as interações entre as entidades que as compõem. Elas evidenciam propriedades que não são facilmente percebidas quando se considera cada parte de forma isolada, sendo o seu caráter de rede uma das principais características da estrutura desses sistemas (ESTRADA, 2012).

Nesse contexto, o sistema marítimo é considerado um modelo complexo e não trivial, com inúmeras possibilidades de interação. De acordo com Álvarez *et al.* (2021), a modelagem do tráfego marítimo como uma rede, na qual os portos são equivalentes aos nós da rede e os movimentos de navios correspondem às arestas, tem se mostrado uma ferramenta eficaz para a representação do tráfego marítimo desde a sua primeira abordagem documentada há mais de cinquenta anos. Essa abordagem de rede tem proporcionado insights valiosos para entender e analisar a complexidade do sistema marítimo e suas dinâmicas.

Com efeito, uma abordagem de rede complexa para modelar a rede de transporte marítimo pode fornecer *insights* valiosos para compreender tanto os pontos fortes (robustez) quanto os pontos fracos (vulnerabilidade) da rede. Através da aplicação de medidas clássicas de redes complexas, como centralidade ou grau, é possível identificar os nós mais importantes da rede (ÁLVAREZ *et al.*, 2021). Esses nós-chave desempenham um papel crucial na eficiência e na resiliência da rede, tornando-se alvos estratégicos para melhorar o funcionamento do sistema marítimo ou para garantir a sua segurança e estabilidade. A utilização de métricas de rede permite uma análise mais aprofundada e sistêmica do sistema de transporte marítimo, ajudando a tomar decisões informadas e aprimorar a gestão dessa importante infraestrutura logística.

Diante dessas considerações, e levando em consideração a carência de estudos efetivos nessa área do conhecimento, conforme apontado por Ducruet (2012), o presente estudo tem como objetivo elaborar uma rede marítima complexa da Cabotagem brasileira entre os portos organizados durante o período de 2016 a 2022. Esse mapeamento será realizado através do software *Gephi*, visando identificar os *hubs ports* (portos principais) e traçar o cenário atual desse importante modal de transporte. A análise da rede permitirá a identificação de nós estratégicos e a compreensão das interações entre os portos, o que contribuirá para o aprimoramento do entendimento sobre a dinâmica e a eficiência desse sistema logístico fundamental para o Brasil.

3.2 DADOS

Os portos ao redor do mundo compartilham a característica de servirem como nós de transferência cruciais, sendo responsáveis por lidar com a maior parte dos volumes do comércio internacional. No entanto, é importante ressaltar que a quantidade e a natureza dos fluxos movimentados variam significativamente entre eles. Nesse contexto, compreender a relação entre o tamanho do tráfego e a diversidade do tráfego assume uma relevância fundamental (DUCRUET, 2022).

Dessa forma, a Rede Marítima da Cabotagem brasileira foi construída a partir de vértices que são os portos organizados e as arestas que são estabelecidas pela movimentação de cargas entre estes portos. Os dados foram coletados através do Sistema Anuário Estatístico Aquaviário da ANTAQ que dispõe de uma base de dados gratuita e constantemente atualizada sobre toda a navegação marítima nacional.

Nesse sistema são fornecidos dados relacionados ao tipo de navegação marítima utilizada, o tipo de carga, ano/mês da movimentação dessa carga, portos envolvidos e diversas outras informações que permitem o desenvolvimento de muitos estudos voltados ao sistema aquaviário nacional.

Sendo assim, para a elaboração da Rede Marítima da Cabotagem brasileira para o período de 2016 a 2022, foram coletados os seguintes dados:

- Todos os tipos de cargas movimentadas via cabotagem entre os anos de 2016 a 2022;
- Todos os tipos de cargas movimentadas via cabotagem mensalmente entre os anos de 2016 a 2022;
- A cidade e o estado de origem da carga;
- A cidade e o estado de destino da carga;
- O tipo de instalação marítima de origem da carga (utilizou-se apenas as movimentações dos portos organizados);
- O tipo de instalação marítima de destino da carga (utilizou-se apenas as movimentações dos portos organizados);
- O total da carga transportada via cabotagem entre os anos de 2016 a 2022 entre os portos organizados (tonelagem).

É fundamental destacar que a base de dados utilizada se refere exclusivamente a navios que realizaram viagens ao longo da costa brasileira, caracterizando, assim, a navegação exclusiva por cabotagem. Consequentemente, estão excluídas dessa base de dados quaisquer informações referentes a navios que efetuaram viagens de longo curso ou por vias interiores. A delimitação dessa abrangência garante que a análise seja focada especificamente nas operações de cabotagem, proporcionando uma visão mais precisa e relevante do sistema de transporte marítimo no contexto brasileiro durante o período de 2016 a 2022.

Após a coleta de dados, foi elaborado sete matrizes de adjacências sobre a movimentação de cargas via cabotagem no Brasil entre os portos organizados durante os anos de 2016 a 2022, considerando todos os meses de cada ano e todos os tipos de carga (geral, graneis e contêineres), essas matrizes são chamadas de matrizes origem e destino da movimentação de cargas via cabotagem.

Em seguida, as matrizes foram parametrizadas com os comandos operacionais do software *Gephi 0.10.1*, criado para a realização de análises exploratórias de dados. E então, sete novas matrizes da movimentação marítima de cargas via cabotagem no Brasil foram construídas derivadas das originais e adaptadas para utilização no programa *Gephi 0.10.1*. De posse dos dados, foi possível condensar todas as informações entre os anos de 2016 a 2022 em uma única matriz conforme resumo desta na Tabela 3.

Tabela 3: Matriz origem e destino da movimentação de cargas via cabotagem entre portos organizados de 2016 a 2022 - *Gephi 0.10.1*.

Source	Target	Type	Weight	Data	Início	Fim
3	28	Directed	4927	jan/16	1	1
28	3	Directed	7256	jan/16	1	1
28	31	Directed	9253	jan/16	1	1
9	19	Directed	12106	jan/16	1	1
11	32	Directed	182	jan/16	1	1
25	32	Directed	38	jan/16	1	1
29	9	Directed	36804	jan/16	1	1
3	17	Directed	40283	jan/16	1	1
3	28	Directed	4839	jan/16	1	1
3	31	Directed	48352	jan/16	1	1
6	14	Directed	5733	jan/16	1	1
6	31	Directed	36593	jan/16	1	1

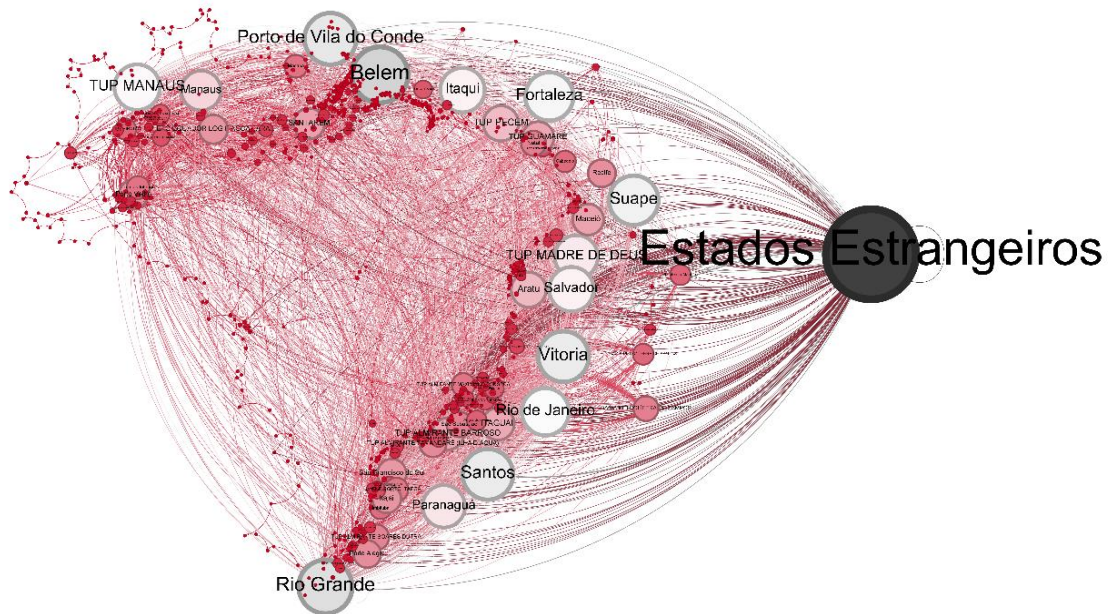
Fonte: Elaborado pela autora.

A análise dos dados apresentados na Tabela 3 revela padrões de movimentação que destacam a importância dos portos de Santos e Suape como principais *hubs* na rede de cabotagem brasileira. Esses portos, além de concentrar um volume significativo de cargas, também possuem altos índices de conectividade, o que lhes confere uma posição estratégica na logística nacional. Tal concentração reforça a centralidade desses *hubs*, alinhando-se com as características descritas por Ducruet (2022), que enfatiza o papel dos portos diversificados na atração de tráfego e no fortalecimento da conectividade dentro das redes portuárias. Essa estrutura centralizada, embora aumente a eficiência em algumas rotas, pode tornar a rede suscetível a gargalos e interrupções. Para mitigar esses riscos, a diversificação e o fortalecimento de portos secundários podem ser estratégias viáveis, promovendo uma distribuição mais equilibrada do tráfego e aumentando a resiliência da rede.

4 RESULTADOS

Com base na construção da matriz de origem e destino da movimentação de cargas por cabotagem entre portos organizados, no período de 2016 a 2022, foi possível mapear a rede marítima de cabotagem no Brasil. Essa rede é composta por 33 vértices, que representam os portos, e 13.688 arestas, que correspondem às viagens realizadas entre esses portos ao longo do período analisado. A Figura 3 apresenta a representação gráfica dessa rede.

Figura 3: Rede Marítima da Cabotagem Brasileira entre portos organizados, 2016-2022.



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a CNT (2019), portos *hubs* são aqueles estrategicamente localizados, com maior profundidade e capacidade para atender navios de grande porte, concentrando um volume substancial de cargas. Bondezan *et al.* (2014) explicam que um *hub port*, ou porto concentrador, tem como função principal a concentração de cargas e linhas de navegação. Os resultados indicam que a rede global depende fortemente de nós diversificados, que capturam mais tráfego e exibem maior conectividade (Ducruet, 2022).

Além disso, Bondezan *et al.* (2014) apontam que esses portos concentradores favorecem a criação de mega terminais, especialmente aqueles que lidam com contêineres. Nota-se que há uma grande quantidade de portos concentradores em regiões com elevado potencial econômico. Esses portos possibilitam que navios porta-contêineres sejam carregados e descarregados em uma única parada por região, evitando o aumento significativo do custo por unidade transportada devido a múltiplas escalas ou à navegação com capacidade ociosa. Assim, a logística entre os portos torna-se mais eficiente.

A análise da rede marítima (Figura 3) evidencia a presença de dois *hubs* principais, que se destacam pelo elevado número de arestas: o Porto de Santos, em São Paulo, e o Porto de Suape, em Pernambuco. Ambos se destacam pela movimentação de carga ao longo dos anos e são considerados as principais zonas de influência portuária no Brasil, conforme também observado por Santos *et al.* (2019) no período de 2010 a 2015.

Vale ressaltar também o volume de movimentação dos portos de Salvador (BA), Rio Grande (RS) e Paranaguá (PR). Com base nos dados de movimentação, percebe-se que esses portos possuem potencial para, no futuro, desempenharem papéis tão relevantes quanto os de Santos e Suape, tornando-se *hubs*. Segundo o IPEA (2010), os grandes diferenciais que um porto pode oferecer incluem um calado adequado para navios de grande porte, berços especializados no tratamento de cargas, além de

automação e mecanização do manuseio e sistemas eficientes de controle e informação.

A determinação desses portos como *hubs* depende de suas rotas, do volume de fluxo de cargas e de seu posicionamento estratégico, além da capacidade de infraestrutura física. Os *hubs* permitem que grandes navios sejam operados em uma única escala por região (ZELAYA *et al.*, 2015). Portanto, caso esses portos recebam investimentos em infraestrutura logística, como o aumento do calado, expansão dos terminais de carga e descarga e a construção de plataformas logísticas que facilitem a multimodalidade, poderão se destacar ainda mais como *hubs*. A Tabela 4, a seguir, apresenta os principais índices de rede para os portos brasileiros que mais se destacaram nesta análise da rede marítima.

Tabela 4: Índices para a Rede Marítima Geral e centralidade dos vértices que mais se destacaram

Índices da Rede Marítima Geral					
n	m	<K>	D	<l>	(%) Maior Componente
33	13688	378,99	4	1,78	100%
Centralidades					
Porto	K(in)	K(out)	B' (Centralidade de intermediação)		
Porto de Santos	1705	1716	0,128		
Porto de Suape	1540	1302	0,085		
Porto de Salvador	855	1605	0,021		
Porto de Rio Grande	1001	802	0,077		
Porto de Paranaguá	1045	684	0,069		
Porto de Vitória	687	803	0,032		
Porto de Rio de Janeiro	596	763	0,0010		
Porto de Fortaleza	762	460	0,041		
Porto de Itaquí	701	515	0,051		
Porto de Belém	601	705	0,0009		

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao analisar a Tabela 4, verifica-se que o Porto de Santos - SP registrou um total de 1.705 viagens de chegada e 1.716 viagens de partida, enquanto o Porto de Suape - PE contabilizou 1.540 viagens de chegada e 1.302 de partida. Juntos, esses dois portos representam 45,8% do total de movimentações dos portos organizados de cabotagem, destacando-se como os principais *hubs* de conectividade no Brasil. O Porto de Rio Grande - RS, embora ocupe o quarto lugar em número de viagens (1.803), posiciona-se em terceiro em termos de intermediação ($B' = 0,077$). Isso indica que o Porto de Rio Grande exerce uma função relevante na conectividade entre outros portos, superando, nesse aspecto, o Porto de Salvador ($B' = 0,021$), que, embora tenha o maior número de viagens (1.920), possui menor intermediação. Observa-se um fenômeno similar no Porto de Itaquí, que é o nono em número de viagens (1.216), mas ocupa a quinta posição em intermediação ($B' = 0,051$).

Conforme Wang *et al.* (2018), embora a concentração de tráfego em *hubs* possa aumentar a eficiência operacional em determinadas rotas, ela cria um sistema desigual que pode ser vulnerável a interrupções. Gomes *et al.* (2013) sugerem que a expansão da infraestrutura em portos secundários poderia reequilibrar a rede,

umentando a competitividade e promovendo uma distribuição mais uniforme do tráfego. Redes altamente concentradas, como observado por Álvarez *et al.* (2021), são suscetíveis a falhas, destacando a importância de um fluxo de cargas mais equilibrado para a sustentabilidade da rede.

A intermediação e centralidade, geralmente associadas aos grandes portos, desempenham um papel importante no tráfego inter e intrarregional. Funções intermediárias estão associadas ao transbordo, o que não necessariamente reflete a economia local, mas sim a capacidade da infraestrutura portuária de redistribuir o tráfego, como indicado por Rodrigue e Notteboom (2010) e Slack e Gouvenal (2015).

Portos intermediários, que funcionam como elos entre *hubs* globais e portos regionais, são fundamentais para a rede, conforme apontado por Rocha Neto e Cravidão (2014). Desempenhar um papel cooperativo e integrado é um desafio para as comunidades portuárias modernas, como destaca Porto (2019), que também ressalta que a conectividade e integração podem agilizar o fluxo de informações, reduzir custos e aumentar a eficiência dos portos na cadeia logística.

O Brasil possui muitos portos organizados com baixa movimentação de entrada e saída de cargas, refletindo uma significativa diferença de volume de viagens entre os *hubs* e demais portos. A presença de condições geográficas favoráveis, como rios navegáveis e calado adequado, além de economias de escala nas benfeitorias portuárias, explica a concentração de navios e mercadorias em poucos portos, ao invés de uma distribuição uniforme ao longo da costa (LANGEN, 2003).

Assim, a movimentação de cargas por cabotagem tende a se concentrar nos *hubs*, devido à falta de infraestrutura e tecnologia adequada nos demais portos. Esses *hubs* atuam como polos de atração de tráfego, criando sistemas portuários desiguais em termos de distribuição e conectividade (DUCRUET, 2022). A criação de polos concentradores e distribuidores de carga impulsiona o crescimento da cabotagem, já que, em setores como granéis e contêineres, as economias de escala favorecem apenas alguns portos para receber navios de grande porte e centralizar fluxos que são redistribuídos a portos menores ou ao interior (DUCRUET, 2022).

Por fim, conforme salientado por Ducruet (2022), essa tendência à concentração em *hubs* se dá pelas limitações de infraestrutura e tecnologia dos demais portos. Isso resulta em desigualdade na conectividade dos sistemas portuários. Como observado por Langen (2003), as economias de escala favorecem naturalmente os portos maiores. Nesse contexto, uma abordagem multicamada, conforme sugere Santos (2018), poderia orientar políticas públicas voltadas para a inclusão de portos secundários, promovendo uma rede de cabotagem mais integrada e eficiente. Esse modelo de rede permitiria uma melhor adaptação às flutuações de tráfego e condições econômicas, reduzindo a dependência de poucos *hubs* e fortalecendo a resiliência global do sistema portuário.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo contribui para o aprimoramento do conhecimento sobre a cabotagem em um contexto econômico e social no Brasil. A navegação de cabotagem, além de ter sido uma das primeiras atividades a impulsionar a economia nacional, desempenhou por séculos um papel central no transporte de mercadorias. Hoje, esse modal volta a ser tema de discussão em relação à sua modernização e desenvolvimento, especialmente no contexto de uma economia globalizada que exige eficiência logística e sustentabilidade.

O transporte marítimo, historicamente, é um dos meios mais antigos e fundamentais de interação humana, com mais de 90% do comércio internacional ocorrendo por via marítima. No Brasil, a indústria portuária assume um papel crucial, conectando os meios aquático e terrestre, e movimentando grande parte do comércio internacional (DUCRUET, 2020; JÚNIOR; PINHEIRO, 2022). No contexto brasileiro, a cabotagem pode desempenhar um papel ainda mais relevante, dado o potencial de crescimento identificado.

A cabotagem, que é um modal intrínseco ao Brasil desde a colonização, tem perdido relevância nas últimas décadas em comparação com o transporte rodoviário. Apesar disso, sua competitividade em termos de sustentabilidade ambiental e segurança o tornam um meio estratégico para o desenvolvimento econômico, especialmente em um país com extensas áreas costeiras e concentração populacional litorânea (TEIXEIRA *et al.*, 2018). Em 2022, o modal aquaviário movimentou mais de 203 milhões de toneladas, demonstrando um potencial significativo para expansão.

Os dados do período de 2016 a 2022 evidenciam uma concentração de atividades em alguns portos organizados, com destaque para Santos e Suape, que juntos responderam por 45,8% do total de movimentações. A cabotagem brasileira poderia ser mais bem explorada com políticas públicas que promovam a infraestrutura em portos menores, reduzindo a atual concentração hierárquica e proporcionando um sistema de transporte mais equilibrado e resiliente. Essa abordagem pode impulsionar a competitividade regional e nacional, além de fortalecer a conectividade entre portos menores e maiores, facilitando o fluxo de mercadorias e beneficiando as economias locais (ÁLVAREZ *et al.*, 2021; SANTOS, 2018).

O estudo evidenciou que a rede de cabotagem brasileira é fortemente dependente de portos diversificados e de alta conectividade, como Santos e Suape, que funcionam como pivôs essenciais para o comércio nacional e global. No entanto, a concentração de tráfego nesses poucos *hubs* torna o sistema vulnerável a interrupções e limita o desenvolvimento de portos secundários. Portanto, é fundamental considerar uma diversificação do portfólio de tráfego e um investimento mais robusto em portos de menor movimentação.

A aplicação da teoria de redes complexas revelou-se uma ferramenta valiosa para a análise da dinâmica portuária, fornecendo insights sobre as interações entre os portos e as mudanças estruturais que afetam a rede. Além disso, como sugerido por Ducruet (2013) e Santos (2018), uma abordagem multicamada e dinâmica pode oferecer uma perspectiva mais completa, permitindo que se explorem fatores temporais e espaciais na estrutura da rede.

Para estudos futuros, é recomendável investigar a relação entre especialização, tamanho e conectividade em uma perspectiva temporal, considerando também as dependências de localização e de trajetória dos portos, para uma análise mais profunda da resiliência e flexibilidade da rede. Elementos dinâmicos, como estratégias de diversificação e containerização, devem ser incorporados para avaliar seu impacto na competitividade e na sustentabilidade da cabotagem. Além disso, a formulação de políticas públicas que favoreçam a integração de portos secundários pode auxiliar na distribuição mais uniforme do tráfego e promover uma rede de cabotagem mais robusta e integrada.

Em resumo, o potencial de crescimento da cabotagem no Brasil é evidente, e sua expansão requer um planejamento cuidadoso, focado na modernização da infraestrutura portuária e na implementação de políticas que assegurem um equilíbrio na matriz de transportes, contribuindo assim para a eficiência logística e o desenvolvimento econômico do país.

REFERÊNCIAS

ANTAQ - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Anuário Estatístico Aquaviário 2023**. ANTAQ, 2023. Disponível em: <http://ea.antaq.gov.br/QvAJXZfc/opendoc.htm?document=painel%5Cantag%20-%20anu%20C3%A1rio%202014%20-%20v0.9.3.qvw&lang=pt-BR&host=QVS%40graneleiro&anonymous=true> .

ANTAQ - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Boletim Aquaviário 3º Trimestre – 2022**. Brasília. ANTAQ, 2022.

ANTAQ - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Quantitativo de cargas da Cabotagem Transportadas em Embarcações Nacionais em comparação com as Estrangeiras - AGENDA PLURIANUAL DE ESTUDOS 2021/2024**. Brasília. ANTAQ, 2022A.

ANTAQ - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **TKU 2021: TKU da navegação interior, de cabotagem e longo curso em vias interiores – 2021**. Brasília. ANTAQ, 2022B.

ÁLVAREZ, N. G.; ADENSO-DÍAZ, B.; CALZADA-INFANTE, L. Maritime traffic as a complex network: A systematic review. **Networks and Spatial Economics**, v. 21, n. 2, p. 387-417, 2021.

ARVIS, J. F.; VESIN, V.; CARRUTHERS, R.; DUCRUET, C.; LANGEN, P. W. Maritime Networks, Port Efficiency, and Hinterland Connectivity in the Mediterranean. **World Bank Group**, International Development in Focus, 2019.

BARABÁSI, A. L. Linked: How everything is connected to everything else and what it means for business. **Science and everyday life**. 2003.

BARTHOLDI, J.J., JARUMANEEROJ, P., RAMUDHIN, A. A new connectivity index for container ports. **Maritime Economics & Logistics**, v. 18, p. 231-249, 2016.

BONDEZAN, M. G.; MELLO, J. R.; SILVA, P. J. Melhoramentos do Porto de Santos para sua adequação à condição de Porto Concentrador. In: **Proceedings of Safety, Health and Environment World Congress**. p. 175-179. 2014.

BORGES, I. B.; GONÇALVES, W.; FREITAS, R. R. Análise da navegação das rotas de cabotagem sob ponto de vista econômico e sustentabilidade do negócio. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 7, n. 9, 2018.

BRASIL. Lei nº. 9.432, de 08 de janeiro de 1997: dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário. Brasília: Senado Federal. 1997. Disponível em: [L9432 \(planalto.gov.br\)](http://planalto.gov.br) .

BRASIL. Resolução Normativa nº 5, de 23 de fevereiro de 2016. Brasília: Senado Federal. 2016. Disponível em: https://in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21172346/Imprns_Nacional

BRUMATTI, L. E.; NASCIMENTO, G. F. M.; NASCIMENTO, M. V. Movimentação de Cargas no Terminal Marítimo Almirante Barroso e o seu impacto no faturamento do Porto de São Sebastião. **CIMATech**, v. 1, n. 6, p. 385-396, 2019.

BURNS, M. G. **Port management and operations**. CRC press, 2018.

CARVALHO, M. A. **Navegação de Cabotagem para o Transporte de Cargas: história, desafios, regulação e futuro**. Instituto Serzedello Corrêa, Escola Superior do Tribunal de Contas da União. Brasília. 2023.

COLAVITE, A. S.; KONISHI, F. A matriz do transporte no Brasil: uma análise comparativa para a competitividade. **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, v. 12, p. 28, 2015.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Atlas do Transporte 2006**. Brasília: CNT, 2006. Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/bitstream/123456789/116/1/Atlas%20Transporte%202006.pdf> .

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Atlas Do Transporte, 2ª ed., 2019**. Brasília: CNT, 2019A. Disponível em: <https://atlas.cnt.org.br/#download> .

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Boletins Técnicos CNT – Boletim Estatístico**. Brasília: CNT, março de 2023.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **O transporte move o Brasil: propostas da CNT aos candidatos 2018**. Brasília: CNT, 2018. Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/handle/123456789/171> .

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **O transporte move o Brasil: resumo das propostas da CNT ao país**. Brasília: CNT, 2019.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT do transporte aquaviário - Cabotagem 2013**. Brasília: CNT, 2013.

CATS, O.; JENELIUS, E. Dynamic vulnerability analysis of public transport networks: mitigation effects of real-time information. **Networks and Spatial Economics**, v. 14, p. 435-463, 2014.

CHANG, Y.; SHIN, S.; LEE, P. T. Economic impact of port sectors on South African economy: An input–output analysis. **Transport Policy**, v. 35, p. 333-340, 2014.

CUI, D. The complex properties of Chinese ship-transport networks. In: **Applied Mechanics and Materials**. Trans Tech Publications Ltd, p. 6483-6486, 2014.

CULLINANE, K.P.B.; WANG, Y. The hierarchical configuration of the container port industry: an application of multiple linkage analysis. **Maritime Policy & Management**, v. 39, n. 2, p. 169-187, 2012.

DANTAS, R. S. **A importância dos Portos para o Comércio Exterior Brasileiro**. Secretaria de Comércio Exterior. 2013. Acesso em <https://www.senado.leg.br/atividade/materia/getPDF.asp?t=124363&tp> .

DENG, W. B.; LONG, G.; WEI, L.; XU, C. Worldwide marine transportation network: efficiency and container throughput. **Chinese Physics Letters**, v. 26, n. 11, p. 118901, 2009.

DENG, Y. J.; YANG, Y. F.; MA, R. G. Highway network structure characteristics based on complex network theory. **China Journal of Highway and Transport**, v. 23, n. 1, p. 98, 2010.

DING, R.; UJANG, N.; HAMID, H. B.; MANAN, M. S. A.; LI, R.; ALBADAREEN, S. S.; WU, J. Application of complex networks theory in urban traffic network researches. **Networks and Spatial Economics**, v. 19, p. 1281-1317, 2019.

DOROGOVTSEV, S. N.; MENDES, J. F. Evolution of networks: From biological nets to the Internet and WWW. **OUP Oxford**. ISBN 0199686718. 2013.

DOSHI, D.; MALHOTRA, B.; BRESSAN, S.; LAM, J.S.L. Mining maritime schedules for analyzing global shipping networks. **International Journal of Business Intelligence and Data Mining**, v. 7, n. 3, p. 186-202, 2012.

DUCRUET, C. Maritime networks. **Spatial structures and time dynamics**, 2015. ISBN: 1138911259.

DUCRUET, C. Network diversity and maritime flows. **Journal of Transport Geography**, v. 30, p. 77-88, 2013.

DUCRUET, C. Port specialization and connectivity in the global maritime network. **Maritime Policy & Management**, v. 49, n. 1, p. 1-17, 2022.

DUCRUET, C. **Port regions and globalization**, in T.E. Notteboom. Ports in proximity: Competition and coordination among adjacent seaports, Aldershot: Ashgate, 41-54. 2012.

DUCRUET, C. The geography of maritime networks: A critical review. **Journal of Transport Geography**, v. 88, p. 102824, 2020.

DUCRUET, C.; NOTTEBOOM, T. E. The worldwide maritime network of container shipping: spatial structure and regional dynamics. **Global networks**, v. 12, n. 3, p. 395-423, 2012.

DUCRUET, C.; BEAUGUITTE, L. Network science and spatial science : Review and outcomes of a complex relationship. **HAL Post-Print**, n. hal-03246947, 2014.

DUCRUET, C.; ROZENBLAT, C.; ZAIDI, F. Ports in multi-level maritime networks: Evidence from the Atlantic (1996–2006). **Journal of Transport geography**, v. 18, n. 4, p. 508-518, 2010.

ESTRADA, E. **The structure of complex networks: theory and applications**. Oxford University Press. 2012.

EPE – EMPRESA DE PERQUISA ENERGÉTICA. **Precificação de óleo combustível marítimo para cabotagem**. Rio de Janeiro: dezembro de 2019.

EPL – EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A. **Transporte inter-regional de carga no Brasil - Panorama 2015**. Brasília: EPL, 2015. Disponível em: <https://www.epl.gov.br/transporte-inter-regional-de-carga-no-brasil-panorama-2015>.

FERREIRA, D. N.; MONTENEGRO, L. A.; NOBRE, F. R. F. O poder marítimo do Brasil: Uma análise da potencialidade do Nordeste Brasileiro no fomento da projeção de poder sobre o Atlântico Sul. **REI - Revista de Estudos Internacionais**. v. 11, n. 2. 2020.

FIGUEIREDO, D. R. Introdução a redes complexas. **Atualizações em Informática**, PUCRio, p. 303–358, Cap. 7, 2011.

FLEMING, D.K. A geographical perspective of the transshipment function. **International Journal of Maritime Economics**, v. 2, p. 163-176, 2000.

FONSECA, R. O. A navegação de cabotagem de carga no Brasil. **Mercator (Fortaleza)**. v. 14, p. 21-46. 2015.

FONSECA, R. O. Circulação e Cabotagem: Aportes para uma leitura geográfica da conjuntura do modal no Brasil. **Formação (Online)**, v. 1, n. 22, 2015A.

GOMES, C. F. S.; SANTOS, J. P. C.; COSTA, H. G. Eficiência Operacional dos Portos Brasileiros: Fatores Relevantes. **Sistemas & Gestão**, v. 8, n. 2, p. 118-128, 2013.

GROSS J.; YELLEN, J. **Discrete mathematics and its applications**, 1999.

GUO, J.; WANG, S.; WANG, D.; LIU, T. Spatial structural pattern and vulnerability of China-Japan-Korea shipping network. **Chinese Geographical Science**, v. 27, p. 697-708, 2017.

HOSSAIN, M. M.; ALAM, S. A complex network approach towards modeling and analysis of the Australian Airport Network. **Journal of Air Transport Management**, v. 60, p. 1-9, 2017.

HU, Y.; ZHU, D. Empirical analysis of the worldwide maritime transportation network. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 388, n. 10, p. 2061-2071, 2009.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Portos brasileiros: Diagnóstico, Políticas e Perspectivas. Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro**. Comunicados do Ipea n. 48, 2010.

IRAJÁ, V. Comércio por via marítima cresce 25,2% no terceiro trimestre de 2022. **VEJA**, 2022. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/radar-economico/comercio-por-via-maritima-cresce-252-no-terceiro-trimestre-de-2022/>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

JIANG, L.; JIA, Y.; ZHANG, C.; WANG, W.; FENG, X. Analysis of topology and routing strategy of container shipping network on “Maritime Silk Road”. **Sustainable Computing: Informatics and Systems**, v. 21, p. 72-79, 2019.

JOLY, O. **La structuration des réseaux de circulation maritime: position des plates-formes d'interconnexion en Europe du Nord-Ouest.** 1999. Tese de Doutorado. Le Havre.

JÚNIOR, V. G. A.; PINHEIRO, P. R. Sobre portos, cargas, competição e concentração de mercado na indústria portuária brasileira. **Gestão Executiva**, v. 1, n. 3, p. 18-24, 2022.

JUNIOR, I. C. L.; VALVA, D. C.; GUIMARÃES, V. A.; TEODORO, P. Análise da Matriz de Transportes Brasileira: Consumo de Energia e Emissão de CO₂. **Revista Uniabeu**, v. 8, n. 18, p. 49-64, 2015.

KALUZA, P.; KÖLZSCH, A.; GASTNER, M.T.; BLASIUS, B. The Complex Network of Global Cargo Ship Movements. **Journal of the Royal Society Interface**, v. 7, n. 48, p. 1093-1103, 2010.

KANG, D.J.; BANG, H.S.; WOO, S. A study on the liner shipping network of the container port. **Journal of Korea Port Economic Association**, v. 30, n. 1, p. 73-96, 2014.

KANG, D.J.; WOO, S.H. Liner shipping networks, port characteristics and the impact on port performance **Maritime Economics & Logistics**, v. 19, p. 274-295, 2017. ***
KIM, A.; LU, J. A study on the effects of network centrality and efficiency on the throughput of Korean and Chinese container ports. In: **Fifth International Conference on Transportation Engineering**, p. 760–769, 2015.

LAM, J.S.L.; YAP, W.Y. Dynamics of liner shipping network and port connectivity in supply chain systems: analysis on East Asia. **Journal of Transport Geography**, v. 19, n. 6, p. 1272-1281, 2011.

LANGEN, P. W. **The performance of seaport clusters: a framework to analyze cluster performance and an application to the seaport clusters of Durban, Rotterdam and the lower Mississippi.** 2003. Tese (PHD) - Erasmus University Rotterdam, 2003.

LAXE, F. G., SEOANE, M. J. F., MONTES, C. P. Maritime degree, centrality and vulnerability: port hierarchies and emerging areas in containerized transport (2008–2010). **Journal of Transport Geography**, v. 24, p. 33-44, 2012.

LORDAN, O.; SALLAN, J. M.; SIMO, P. Study of the topology and robustness of airline route networks from the complex network approach: a survey and research agenda. **Journal of Transport Geography**, v. 37, p. 112-120, 2014.

LU, C. S.; LAI, P. L.; CHIANG, Y. P. Container terminal employees' perceptions of the effects of sustainable supply chain management on sustainability performance. **Maritime Policy & Management**, v. 43, n°5, p.597- 613, 2016.

LU, W.; PARK, S.H.; LIU, S.; NAM, T.H.; YEO, G.T. Connection analysis of container ports of the Bohai Rim Economic Circle (BREC). **The Asian Journal of Shipping and Logistics**, v. 34, n. 2, p. 145-150, 2018.

METZ, J; CALVO R.; SENO, E. R. M.; ROMERO, R. A.; LIANG, Z. **Redes complexas: conceitos e aplicações**. Relatórios Técnicos do ICMC (Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação), Universidade de São Paulo, 2007. ISSN: 0103-2569.

MINISTÉRIO DA DEFESA E DOS TRANSPORTES. **Plano Nacional De Logística e Transportes: 2008-2033. Relatório Executivo**. Brasília, DF. Abril, 2007.

MDIC – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. **Resultados da Balança Comercial Brasileira de 2022**. Brasília, 02 de janeiro de 2023.

MONTES, C. P.; SEOANE, M. J. F.; LAXE, F. G. General cargo and containership emergent routes: a complex networks description. **Transport Policy**, v. 24, p. 126-140, 2012.

MOU, N., LIU, C., ZHANG, L., FU, X., XIE, Y., LI, Y., PENG, P., 2018. Spatial pattern and regional relevance analysis of the Maritime Silk Road shipping network. **Sustainability**, v. 10, n. 4, p. 977, 2018.

NETO, C. A. S. C.; FILHO, B. P.; ROMMINGER, A. E.; FERREIRA, I. M.; VASCONCELOS, L. F. S. **Gargalos e demandas da infraestrutura portuária e os investimentos do pac: mapeamento IPEA de obras portuárias**. Textos para Discussão n°1423. Brasília: IPEA, 2009.

NEVES, M. J. Regras de Rotterdam: A viabilidade de adesão e ratificação em favor do transporte marítimo. **Revista de Direito da Unigranrio**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2022.

NICOLAU, O. N. B.; CHAVES, G. L. D.; ZANCHETTA, I. T. Avaliação do consumo energético e emissões de dióxido de carbono do transporte rodoviário do Brasil (2016-2026). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 54, 2020.

O'KELLY, M. E. Network hub structure and resilience. **Networks and Spatial Economics**, v. 15, p. 235-251, 2015.

OLIVEIRA, R. G. D.; PINHEIRO, R. F. Oportunidades e desafios da atividade de Cabotagem no Brasil: Um levantamento do potencial da Cabotagem voltado à integração entre modais e seus respectivos gargalos através dos componentes logísticos operacionais. **XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2016.

OUYANG, M.; ZHAO, L.; HONG, L.; PAN, Z. Comparisons of complex network based models and real train flow model to analyze Chinese railway vulnerability. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 123, p. 38-46, 2014.

PENG, P.; CHENG, S; LU, F. Characterizing the Global Liquefied Petroleum Gas Trading Community Using Mass Vessel Trajectory Data. **Journal of Cleaner Production**, v. 252, p. 119883, 2020.

PENG, P.; POON, J.P.; YANG, Y.; LU, F.; CHENG, S. Global Oil Traffic Network and Diffusion of Influence Among Ports Using Real Time Data. **Energy**, v. 172, p. 333-342, 2019.

PORTO, S. L. Z. Portos na Cadeia Logística Brasileira – Passado, Presente e Futuro. In: **VI Congresso Internacional de desempenho portuário**. 2019.

QING, Y. E. Vulnerability analysis of rail transit based on complex network theory. **China Safety Science Journal**, v. 2, p. 122-126, 2012.

QUINTELLA, M.; SUCENA, M. Cabotagem no Brasil: grande oportunidade pós COVID-19?. **FGV Transportes**, 2020.

REGT, R.; FERBER, C.; HOLOVATCH, Y.; LEOVKA, M. Public transportation in Great Britain viewed as a complex network. **Transportmetrica A: Transport Science**, v. 15, n. 2, p. 722-748, 2019.

ROBINSON, R. **Spatial Structuring of Port-Linked Flows: The Port of Vancouver, Canada, 1965**. Tese de Doutorado. University of British Columbia, 1968.

ROCHA NETO, J. M.; CRAVIDÃO, F. D. Portos no contexto do meio técnico. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, p. 23-37, 2014.

RODRIGUE, J. P. **The Geography of Transport Systems**, Routledge, 2020.

RODRIGUE, J.P.; NOTTEBOOM, T.E. Foreland-Based Regionalization: Integrating Intermediate Hubs with Port Hinterlands. **Research in Transportation Economics**, 27 (1): 19–29. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2009.12.004> , 2010.

RODRIGUE, J.P.; NOTTEBOOM, T. E. The Geography of Cruises: Itineraries, not Destinations. **Applied Geography**, v. 38, p. 31-42, 2013.

SABERI, M.; RASHIDI, T. H.; GHASRI, M.; EWE, K. A complex network methodology for travel demand model evaluation and validation. **Networks and Spatial Economics**, v. 18, p. 1051-1073, 2018.

SABOORI, B.; SAPRI, M.; MAIZAN, B. B. Crescimento econômico, consumo de energia e emissões de CO2 no setor de transportes da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico): Uma abordagem de relacionamento bidirecional totalmente modificada. **Energia**, v. 66, p. 150-161, 2014.

SANTOS, C. C. R. **Redes marítimas e TVG da cabotagem brasileira: estrutura especial e dinâmica regional**. 2018. 109 f. Tese (Doutorado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial) – Programa de Pós-Graduação, Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2018.

SANTOS, C. C. R.; PEREIRA, H. B. B.; CUNHA, M. V. Identificando hubs na rede marítima da cabotagem brasileira utilizando time-varying graphs. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão (ISSN: 2525-4782)**, v. 3, n. 2, 2018.

SANTOS, C. C. R.; PEREIRA, H. B. B.; PALMEIRAA. S.; CUNHA, M. V. Aplicação da Teoria de Redes para Análise Logística dos Hubsports da Cabotagem Brasileira. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão**, Paranaguá, PR, v. 4, n. 3, maio de 2019.

SEOANE, M. J. F.; LAXE, F. G.; MONTES, C. P. Foreland determination for containership and general cargo ports in Europe (2007–2011). **Journal of Transport Geography**, v. 30, p. 56-67, 2013.

SLACK, B.; GOVERNAL E. Container Transshipment and Logistics in the Context of Urban Economic Development. **Growth and Change** 47 (3): 406–415. <https://doi.org/10.1111/grow.12132> , 2015.

SOH, H.; LIM, S.; ZHANG, T.; FU, X.; LEE, G. K.; HUNG, T. G.; WONG, L. Weighted complex network analysis of travel routes on the Singapore public transportation system. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 389, n. 24, p. 5852-5863, 2010.

SONG, L.; GEENHUIZEN, M. V. Port infrastructure investment and regional economic growth in China: Panel evidence in port regions and provinces. **Transport Policy**, v. 36, p. 173-183, 2014.

SOUZA, G. R.; LEITE, N. A. M. A BR do Mar e as operações de Cabotagem no Brasil: Um estudo exploratório. **Revista Foco**, Curitiba (PR), v. 16, n. 6, p. e2218-e2218, 2023.

TALLEY, W. K. **Port economics**, Routledge, 2017.

TEIXEIRA, C. A. N.; ROCIO, M. A. R.; MENDES, A. P. A.; OLIVEIRA, L. A. S. Navegação de cabotagem brasileira. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 47, p. 391-435, 2018.

WANG, Y.; CULLINANE, K. P. B. Determinants of port centrality in maritime container transportation. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 95, p. 326-340, 2016.

WANG, Y.; CULLINANE, K. P. B. Measuring container port accessibility: an application of the Principal Eigenvector Method (PEM). **Maritime Economics & Logistics**, v. 10, p. 75-89, 2008.

WANG, Y.; CULLINANE, K. P. B. Traffic consolidation in East Asian container ports: a network flow analysis. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 61, p. 152-163, 2014.

WANG, J.; MO, H.; WANG, F.; JIN, F. Exploring the network structure and nodal centrality of China's air transport network: A complex network approach. **Journal of Transport Geography**, v. 19, n. 4, p. 712-721, 2011.

WANG, L.H., ZHU, Y., DUCRUET, C., BUNEL, M., LAU, Y.Y., 2018. From hierarchy to networking: the evolution of the “21st century maritime silk road” container shipping system. **Transport Reviews**, v. 38, n. 4, p. 416–435, 2018.

WATTS, D. J.; STROGATZ, S. H. Collective dynamics of “small-world” networks. **Nature**, v. 393, n. 6684, p. 440-442, 1998.

WESTERDAHL, C. Traditional zones of transport geography in relation to ship types. **Shipshape. Essays for Ole Crumlin-Pedersen**, p. 213-230, 1995.

XU, Z.; HARRISS, R. Exploring the structure of the US intercity passenger air transportation network: a weighted complex network approach. **GeoJournal**, v. 73, p. 87-102, 2008.

YANG, Y.; CHEN, S. Determinants of global logistics hub ports: Comparison of the port development policies of Taiwan, Korea, and Japan. **Transport Policy**, v. 45, p. 179-189, 2016.

YANG, Y.; LIU, Y.; ZHOU, M.; LI, F.; SUN, C. Robustness assessment of urban rail transit based on complex network theory: A case study of the Beijing Subway. **Safety science**, v. 79, p. 149-162, 2015.

YU, H.; FANG, Z.; PENG, G.; FENG, M. Revealing the linkage network dynamic structures of Chinese maritime ports through automatic information system data. **Sustainability**, v. 9, n. 10, p. 1913, 2017.

ZHAO, Y. Z.; ZHOU, J. M.; KUANG, H. B. Hierarchical structures of hub ports in the global container shipping network based on centralities analysis. **Advances in Transportation Studies**, 2014.

ZHANG, W.; DENG, W.; LI, W. Statistical properties of links of network: a survey on the shipping lines of worldwide marine transport network. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 502, p. 218-227, 2018.

ZELAYA, L. G.; MATTOS, N. O.; CORREIA, S. Z.; CORREIA, M. F. Z. Logística portuária brasileira sua evolução do setor e perspectivas. In: **XI Congresso Nacional De Excelência Em Gestão**, p. 28, 2015.

SABER COMO SE REINVENTAR DIANTE DAS ADVERSIDADES – UM ESTUDO DE CASO DO PORTO DE SÃO FRANCISCO DO SUL/SC/BRASIL

Sandro Luiz Zalewski Porto
OGMO

Resumo: Este trabalho tem como objetivo conhecer a trajetória evolutiva do porto de São Francisco do Sul frente as adversidades e adaptações às necessidades e mudanças do mercado e do transporte marítimo. O porto está localizado no litoral norte de Santa Catarina/Brasil onde disputa mercado com outros 4 portos/TUP's no estado além de TUP's menores estabelecidas no complexo portuário de Itajaí e também com o Porto de Paranaguá no estado vizinho do Paraná. Para simplificar o entendimento o autor dividiu o tempo em fases relacionadas a transformações e fatos marcantes ao porto. As informações neste trabalho poderão também ser importantes como dados históricos aos pesquisadores dedicados a este tema.

Palavras-chave: Porto de São Francisco do Sul, Evolução portuária, Evolução histórica, Movimentação portuária.

1 INTRODUÇÃO

Frase atribuída a Charles Darwin faz muito sentido no contexto deste trabalho: “não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta as mudanças”. Para completar o pensamento de Darwin, Jean de La Fontaine também escreveu: “paciência e tempo dão mais resultado do que a força reativa”.

O setor portuário brasileiro desde a década de 1990 vem sofrendo mudanças significativas em relação a toda sua história, talvez mais relevante que a década de 1990 somente a abertura dos portos brasileiros as nações amigas em 1808. A Lei 8.630/93 (Lei de Modernização dos Portos) no governo do presidente Fernando Henrique Cardoso, com a implantação de concessões, privatizações de portos e outras atividades, obrigam os portos brasileiros a se reinventarem ou se adaptar as mudanças.

O governo saindo de cena como principal patrocinador dos portos, inicia-se uma série de privatizações cabendo agora à iniciativa privada investir para torná-los competitivos, não só para remunerar o capital investido, mas também para minimizar os custos portuários os quais impactam diretamente no custo final dos produtos.

Desde sua fundação até a década de 1990 a principal transformação foi estrutural ou de infraestrutura portuária, daí por diante além de infraestrutura devido a rápida evolução tecnológica dos navios empregados no transporte marítimo as questões econômicas aparecem com grande força.

Até 1993 o lucro dos empresários do setor não estava ligado à produtividade, qualidade ou custos baixos e sim na taxa de administração de mão-de-obra, ou seja, um percentual sobre o valor da mão-de-obra utilizada nas operações de carga e descarga. Desta forma quanto maior o número de trabalhadores e maior a ineficiência nas operações maior a lucratividade, uma das razões pela qual nunca se implementou nenhum programa de gestão de processos para se aumentar a produtividade com menor custo.

Ao faturamento das empresas do setor eram somadas as aplicações financeiras pelo período em que o navio permanecia operando usando-se o montante destinado ao pagamento dos trabalhadores avulsos adiantado pelos armadores (donos de navios), além de uma taxa de agenciamento marítimo tabelada.

A proposta deste trabalho é conhecer as transformações desde a origem do porto de São Francisco do Sul, passando pela década de 1990 até os dias atuais. O porto usado como estudo de caso (São Francisco do Sul/SC), conhecer sua evolução histórica, identificar dificuldades, acertos, oportunidades, perdas etc., comprovando assim a relevância do tema, contribuindo para novos estudos, até mesmo no âmbito histórico e ser exemplo prático aos portos que estejam passando pelo mesmo processo de adequação e também conhecer a evolução do complexo portuário Baía Babitonga que teve sua origem no Porto Público de São Francisco do Sul.

2 METODOLOGIA

A pesquisa científica é um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos, atividade que busca solucionar problemas diversos utilizando-se de processos científicos. Trazem uma reflexão quanto a importância de direcionar a pesquisa para o conhecimento da realidade, assim será uma realização concreta de uma investigação planejada, desenvolvida e regida de acordo com as normas da metodologia consagradas pela

ciência. (GIL, 2010; CERVO E BERVIAN, 1996; MARCONI E LAKATOS, 2007; RUIZ, 1991)

Uma das metodologias usadas neste trabalho foi a pesquisa exploratória usando a revisão da literatura, estudos multicascos o qual segundo Silva e Menezes (2001), resultará do processo de levantamento e análise do que já foi publicado sobre o tema de pesquisa. Permitirá um mapeamento de quem já escreveu e o que já foi escrito sobre o tema e/ou problema da pesquisa.

Exploratória porque a discussão deve atingir uma finalidade com o objetivo da pesquisa para a *posteriori*, realizar a articulação destes elementos com objetivo de propor um quadro comparativo integrado a análise das abordagens. É preciso fazer levantamento bibliográfico dos temas discutidos.

Considerada também descritiva, com objetivo de responder às questões de pesquisa, estabelecendo relações de análise entre as abordagens analisadas visando identificar as divergências e convergências pesquisadas.

Para Trivinos (1987), a pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Este tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade.

Nunes (*et al*, 2016), nos explica que a pesquisa descritiva inclui um estudo observacional, onde se compara dois grupos similares, sendo assim, o processo descritivo visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo. A grande contribuição deste tipo de pesquisa é proporcionar novas visões sobre uma realidade já conhecida.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 ORIGEM DO PORTO E CIDADE DE SÃO FRANCISCO DO SUL

a) Primeira e segunda fases

Conta-nos a história que uma expedição francesa comandada por Binot Palmier de Gonneville com seu veleiro L'Espoir visitou em 1504 a latitude 26°S na costa do Brasil, provavelmente pelas descrições da viagem, as terras da Ilha de São Francisco do Sul. (BERNSTORFF, 1989).

A história do porto se confunde com a da cidade de São Francisco do Sul, pois, mesmo antes de 1955 quando foi inaugurado oficialmente o porto onde se encontra hoje, a cidade já recebia navios que realizavam operações de carga, descarga de mercadorias e passageiros ao largo e posteriormente nos trapiches rústicos de madeira na margem Francisquenses da Baía Babitonga.

Pela sua constituição geográfica, antes mesmo do descobrimento oficial, São Francisco já tinha seu destino traçado como cidade portuária. Diriam os espiritualistas que o desvio da rota sofrida pela expedição de Binot Palmier de Gonneville, cujo destino era as Índias, não foi obra do acaso. Estaria na hora de apresentar esse lugar privilegiado aos olhos do mundo. (SEIBEL, 2005).

A Baía Babitonga torna-se uma porta de entrada no norte de Santa Catarina para as cidades como Joinville e planalto norte através da serra Dona Francisco levando imigrantes e mercadorias importadas e mercadorias para exportação de e para navios fundeados na baía.

Bernstorff (2005), nos explica que naquele tempo a navegação fluvial entre os portos de São Francisco, Araquari e Joinville, era intensa predominando o transporte de madeiras (pinho), erva-mate e trigo conduzidos por chatas (alvarengas) através da Baía Babitonga e dos, então bem navegáveis, rios Cachoeira e Parati.

A Baía Babitonga desempenhou um papel de ligação entre o interior do estado com outros portos brasileiros e portos estrangeiros na entrada de imigrantes e mercadorias.

A gênese do litoral norte se dá a partir do povoamento de São Francisco do Sul em meados do século XVII. Durante este período, o porto tratava-se de um ancoradouro natural, decorrente das privilegiadas condições da Baía Babitonga, constituía-se por trapiches, e equipamentos rudimentares. (CABRAL, 2011).

As figuras 01, 02 e 03 mostram já uma infraestrutura de trapiches rudimentares que permitiam as atracções das embarcações evitando as operações ao largo com os navios fundeados, trapiches estes que com o decorrer do tempo com a evolução dos navios tornaram-se ineficientes, quando se deu origem a construção das instalações que hoje é o porto de São Francisco do Sul.

Figura 01



Figura 02



Figura 03



Fonte: Museu Histórico de São Francisco do Sul.

3.2 EVOLUÇÃO DO PORTO A PARTIR DO SÉCULO XX

Podemos dizer que neste momento o porto já passou por duas fases importantes que foram inicialmente as operações de carga e descarga de mercadorias e movimentação de passageiros ao largo, ou seja, o navio fundeado na baía sem atracar. A construção dos trapiches de madeira permitiu que os navios atracassem para realizar as operações com mais segurança e agilidade.

a) Terceira fase

A terceira fase com os trapiches rudimentares os quais permitiam atracação dos navios teve seu momento mais importante em 1912 quando o Decreto nº 9.967, de 26 de dezembro do mesmo ano, concedeu à Companhia da Estrada de Ferro São Paulo – Rio Grande, permissão para implantar uma estação marítima na baía de São Francisco do Sul (SC), porém a obra não foi efetivada.

Segundo a SCPAr (2023), a execução sob responsabilidade do órgão estadual Companhia do Porto de São Francisco do Sul sofreu vários impedimentos, somente prosseguindo com a outorga de uma nova concessão, nos termos do Decreto nº 6.912, de 1º de março de 1941.

A inauguração oficial do Porto deu-se em 1º de julho de 1955 e em 24 de novembro do mesmo ano, o estado criou a autarquia “Administração do Porto de São Francisco do Sul – APSFS”.

Ainda em 1901, a Companhia Estrada de Ferro São Paulo – Rio Grande demonstra interesse de construir uma ferrovia para o leste, partindo da linha tronco e conectando-se ao litoral.

No mesmo ano um decreto autoriza a construção de um ramal ligando o planalto ao município de São Francisco/SC ou Guaratuba/PR; opta-se pelo porto catarinense, e as obras iniciam em 1904. É neste contexto que, em 1908, é executado, pelos engenheiros da Brazil Railway Company, o primeiro estudo para a construção

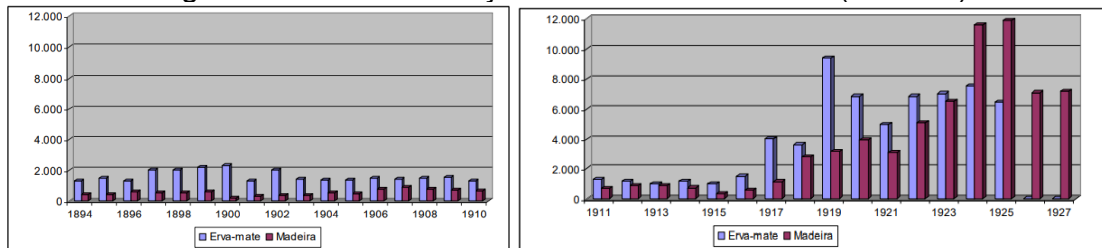
de outro porto em São Francisco, distante do centro urbano da cidade. (CABRAL, 2011).

Entre 1892 e 1901, a erva-mate era responsável por 75% das exportações, seguida por solas, pregos e arroz. Em 1916, o mate representava 35% das transações externas, em segundo lugar aparecia a farinha de trigo (20%), sendo significantes também as exportações de produtos têxteis, pregos, fósforos, velas e cola.

A grande quantidade de erva-mate comercializada no porto até a década de 1930 e a intensificação da movimentação de madeira a partir de 1916 até a década de 1940, sem as melhorias necessárias, acabava comprometendo o desempenho do porto Francisquense.

A evolução das exportações é mostrada na figura 04:

Figura 04 – Movimentação entre 1904 até 1927 (Mil/tons)



Fonte: CUNHA, 1982.

b) Quarta fase

Parte do porto que conhecemos hoje foi inaugurado oficialmente, no dia 1º de julho de 1955, pelo governador Irineu Bornhausen, quando foram entregues dois berços com 550 metros e dois armazéns com 4.000 m². Ainda em 1955, foi sancionada pelo governo do Estado a Lei n.º 1.404, que deu origem e organizou a autarquia Administração do Porto de São Francisco do Sul (APSFS), sob a jurisdição da Secretaria da Viação e Obras Públicas (GOULARTI FILHO, 2005).

Esta quarta fase do porto de São Francisco do Sul como chamado neste trabalho, foi sem dúvidas um marco para evolução do porto, pois, agora toda estrutura era de concreto e ao lado de 2 armazéns de grande capacidade, permitindo assim a atracação de navios maiores com maior segurança e maior capacidade de carga como mostrado na figura 05.

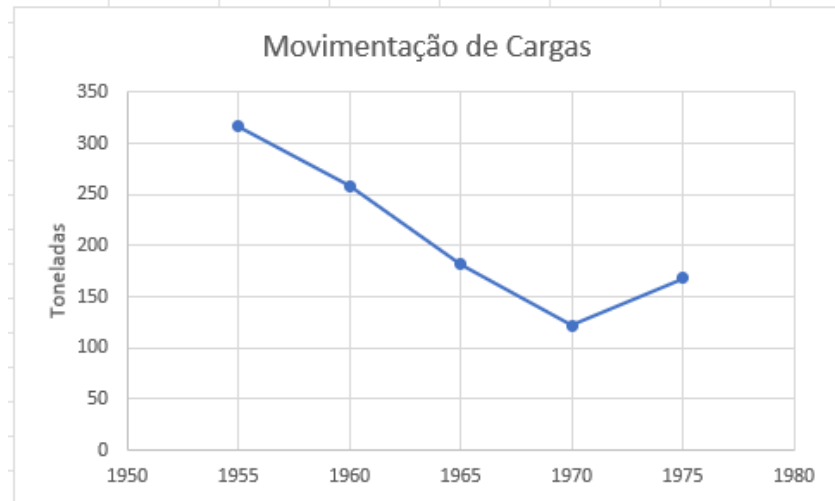
Figura 05 – Porto em 1955



Fonte: Museu Histórico.

A nova estrutura portuária inaugurada em 1955, deveria alavancar as atividades do porto, pois, possibilitava a atracação de navios de maior porte e aumentava consideravelmente as áreas para armazenagem de mercadorias, mas na realidade não foi isso que ocorreu, como mostra a figura 06 o volume de carga movimentada.

Figura 06 – Movimentação de Cargas



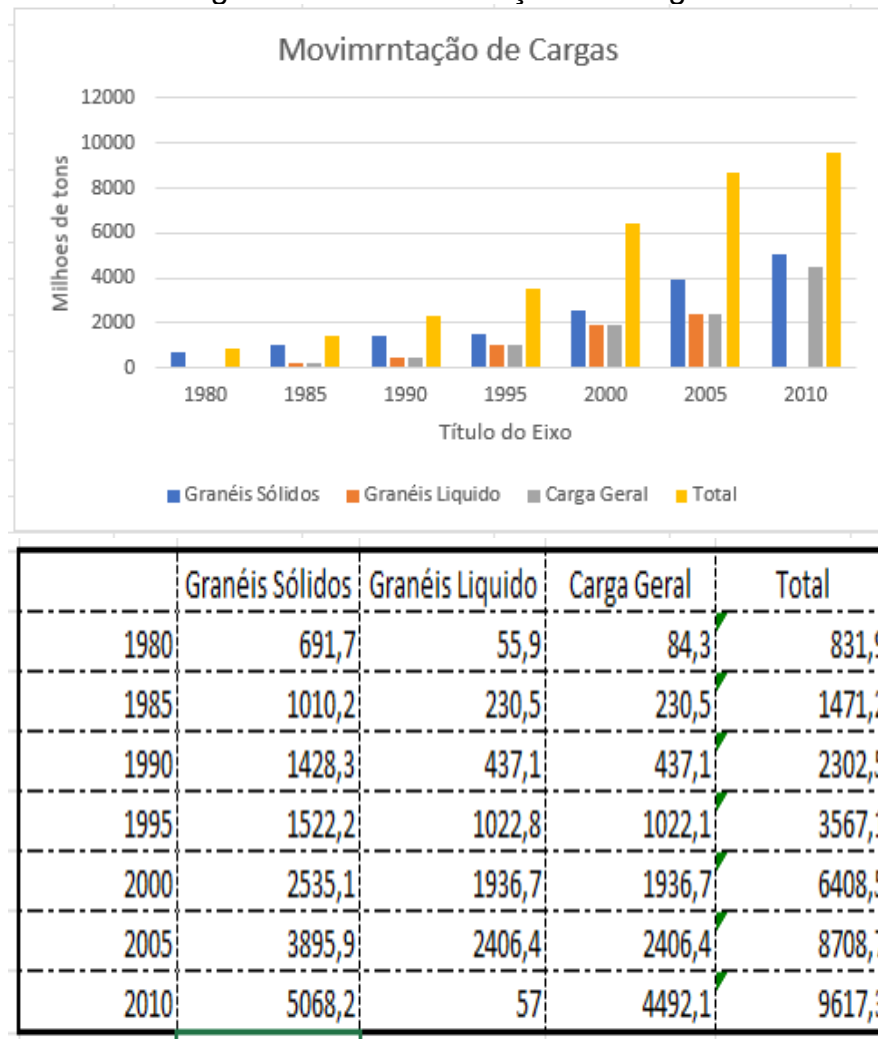
Fonte: Cabral (2011)

c) Quinta fase

A quinta fase do porto de São Francisco do Sul inicia-se com investimentos federais e estaduais, culminando com a implantação do TERFRAN – Terminal São Francisco administrado pela Petrobras para movimentação de petróleo com destino a refinaria de Araucária. O TERFRAN não está instalado no porto diretamente, mas 4 milhas náuticas distante da costa na área leste do município, onde os navios descarregam petróleo em uma monobóia (como é conhecida) e o petróleo é armazenado em tanques na praia de Enseada através de dutos e dali da mesma forma segue para a refinaria.

O porto teve sua alavancagem na movimentação de cargas após 1978 com o início das atividades do Terminal COCAR, hoje conhecido como SCPAR Porto de São Francisco do Sul que compõe o corredor de exportação, predominantemente na movimentação de graneis sólidos, como podemos ver na figura 07.

Figura 07 – Movimentação de Cargas



Fonte: Cabral (2011)

Com a instalação do terminal graneleiro a demanda por navios maiores acontece, além também do aumento dos navios porta contêineres, mas o apoio portuário como rebocadores e lanchas eram deficientes, foi quando a Portobras, distribuiu entre os portos brasileiros rebocadores para auxiliar e aumentar a segurança das manobras nos portos. São Francisco do Sul recebeu o Rebocador Rio Preto de 1.600 H.P. e 19 tons de tração estática.

Até aquele momento o porto só dispunha de um rebocador “São José” com potência de 150 H.P. Em meados da década de 1980 a empresa Wilson Sons através de sua subsidiária Saveiros Camuyrano envia para São Francisco do Sul mais dois rebocadores de 19 tons de tração estática completando assim um conjunto de 3 rebocadores que permanecem até os dias atuais sendo completado por mais embarcações de outras duas companhias, SAAN e Svitzer.

d) Sexta fase

Com certeza as grandes transformações nas atividades portuárias no Brasil e não diferente em São Francisco do Sul ocorreram nas décadas de 1990 e 2000, e com a Lei 8.630 de 1993.

A Lei 8.630/93 foi a colaboração do governo Collor na modernização dos portos brasileiros, seguido pelo governo FHC, com o Plano Real levando a taxa de inflação

a níveis muito baixos e conseqüentemente inviabilizando o ganho com a especulação financeira reduzindo assim substancialmente o ganho dos empresários do setor.

Neste momento, tornou-se primordial o investimento em produtividade nos terminais portuários. O arrendamento de áreas em portos públicos, melhoria de infraestrutura, reaparelhamento dos terminais com a aquisição de máquinas, transteineres (guindastes para movimentação de contêineres nos pátios), contêineres (guindastes para carregamento de containers em navios), pois a nova geração de navios porta-contêineres não mais estava equipada com guindastes.

Nesta época acabara a folia de lucro fácil onde quem arcava com os prejuízos pela falta de eficiência dos portos sempre era o armador que conseqüentemente transferia estes custos para o valor dos fretes afetando diretamente o custo dos produtos, causada por excesso de mão-de-obra, falta de gestão de processos produtivos por parte dos empresários, falta de qualidade, sem controle de custos, etc.

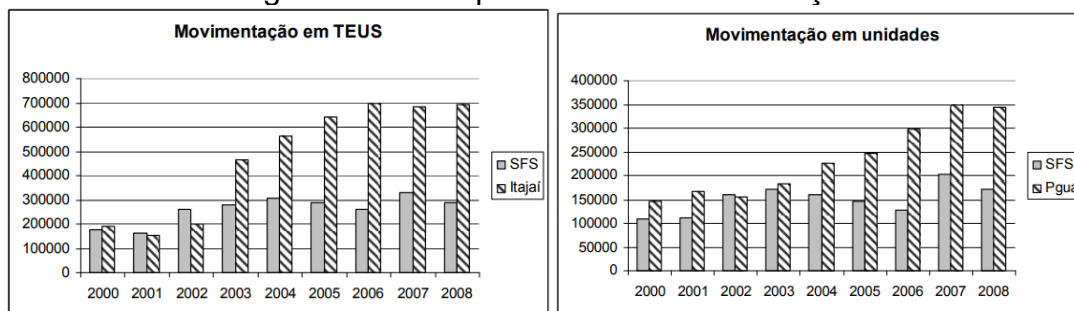
Inicia-se então uma nova era onde a forma de contratação de serviços portuários muda radicalmente. Agora, o mercado começa a estabelecer padrões internacionais de preços e serviços, ou seja, começa a exigir produtividade com preços pré-estabelecidos por unidade (container) ou no caso de mercadorias não containerização o valor dos serviços é pago por tonelada movimentada.

Na tentativa de se adequar as novas regras do mercado internacional inicia-se a corrida para recuperar o tempo perdido com investimentos pesados em equipamentos portuários e redução na quantidade de mão-de-obra para reduzir custos, mas seguindo um caminho contrário ao da indústria brasileira e mundial que desde o Pós-Guerra vem implementando sistemas de gestão de processos baseados na qualidade, produtividade, custos e tecnologia, ainda os portos brasileiros apenas priorizaram produtividade e custos baixos.

O porto público de São Francisco do Sul sempre concorreu com seus vizinhos Itajaí e Paranaguá na movimentação de containers, lembrando que nesta época ainda não estavam em funcionamento os portos de Itapoá e Navegantes.

A figura 08 nos mostra a evolução das cargas containerizadas na década de 2000 nos portos de São Francisco do Sul em comparação a seus concorrentes Itajaí e Paranaguá.

Figura 08 – Comparativo em Movimentação



Fonte: Administração dos portos de São Francisco do Sul, Paranaguá e Itajaí.

e) Sétima fase

Entramos agora na sétima fase do porto de São Francisco do Sul, que inicia na década de 2010 aproximadamente. O que todos temíamos aconteceu!! O fim das operações de contêineres em São Francisco do Sul. Para que todos os leitores entendam, a operação de navios de contêineres movimenta um número grande de empresas e pessoas para atender a demanda, assim a saída dos contêineres do porto

público de São Francisco do Sul para as TUP's recém-inauguradas causaria perda financeira e diminuição das atividades econômicas da cidade, sendo o porto o maior gerador de renda direta e indiretamente, por esta razão o temor.

Gerou na cidade e porto uma sensação de perda, a cidade e a comunidade portuária estão perdendo uma fatia grande da economia. Mas qual a razão? A falta de investimentos no porto para receber navios cada vez mais especializados, e o início das operações do Terminal de Itapoá, que iniciou em 2011.

Um evento importante para o porto de São Francisco do Sul foi o início das operações da Usina ANCELOR MITAL VEGA DO SUL, em 2002. A empresa importa via cabotagem bobinas brutas as quais são beneficiadas e o produto final distribuído a clientes na região sul do Brasil.

Na década de 2000 inicia uma corrida dos armadores e operadores de contêineres para portos especializados, onde os próprios armadores tornam-se sócios destes terminais, com o intuito de agilizar as operações diminuindo o tempo de espera nos portos tanto para atracação quanto nas operações, a final, o lucro dos armadores está na rapidez entre o recebimento e a entrega do contêiner possibilitando uma nova viagem com mais fretes abordo.

Mesmo com o início das atividades em Itapoá, o porto de São Francisco do Sul ainda continuou com suas atividades no segmento de contêineres, mas no dia 13 de março de 2016 foi realizada a última operação de contêineres, no navio MOL Premium.

O porto continua em transformação, nas gestões dos governos dos presidentes Lula e Dilma, recebeu investimentos em melhorias, como nos coloca Seibel (2005), conclusão da Derrocagem da Lage da Cruz (2006), dragagem do canal de acesso ao porto (2010) e a recuperação dos berços 102, 103 e 201 entre 2009 e 2010.

Canal de acesso largo e profundo, bacia de evolução e berços com calado adequado aos navios usados no comercio internacional, chama a atenção e atrai clientes novos em potencial.

Berços de atracação reestruturados com maior profundidade, além do aumento longitudinal do berço 201 e o canal de acesso ao porto agora com 14 metros de profundidade proporcionava um calado de 12,80 metros, trouxe ao porto um novo status.

Estas melhorias no canal de acesso ao porto beneficiaram São Francisco do Sul, mas também ao porto de Itapoá, que a partir deste momento vamos chamar ou identificar como **COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAIÁ BABITONGA**.

f) Oitava fase

Foi assim que o porto de São Francisco do Sul chamou a atenção de seus novos clientes, em sua nova fase. Navios que esperavam longos períodos no porto de Paranaguá, espaço disponível para atracação com a saída dos navios de contêineres, atraíram importadores tentando minimizar seus prejuízos com sobrestada de navios.

A partir de 2016 com o término das operações de contêineres, ficam liberados espaços de atracação para navios de maior porte operarem outras cargas e ocupando o espaço deixado.

Foi aí que o porto se reinventa, novamente, se transforma, iniciam-se e intensificam-se operações com fertilizantes, madeira, produtos siderúrgicos, celulose, carga geral, etc., como podemos observar na figura 09 e 10, onde a movimentação se mantém constante com poucas variações nos últimos 8 anos e um crescimento acima da média em 2023.

Figura 09 – Movimentação Portuária (Porto Público e TUP)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Movimentação portuária de cargas em milhões de toneladas									
Soja	4,64	4,04	4,89	5,48	4,34	5,38	5,06	3,27	5,03
ferro e Aço	2,69	2,07	2,46	2,39	2,42	2,39	3,75	3,42	4,58
Milho	2,61	1,02	1,45	0,42	1,33	0,95	0,48	1,71	3,63
Fertilizante	1,35	2,1	2,08	2,16	2,28	2,45	3,29	3,29	2,45
Madeira				0,09	0,17	0,22	0,35	0,54	0,72
Celulose					0,14	0,26	0,33	0,34	
Carga Geral		0,87	0,92	0,87	0,51	0,44	0,15	0,08	0,42
TOTAL	11,29	10,1	11,8	11,41	11,19	12,09	13,41	12,65	16,83

Fonte: Adaptação do autor. Fontes: ANTAQ (2023) & Sind. Dos Conferentes de SFS (2023)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ano de 2022 veio com boas notícias para o porto público de São Francisco através do Terminal TESC (TUP dentro do porto público) com investimento vultuoso por parte dos novos sócios do terminal. Foi a transformação de parte do terminal em graneleiro, com a construção de 3 silos com capacidade perto de 27 mil toneladas cada, correias transportadoras e um moderno carregador/pórtico de grãos em navios de grande porte.

O investidor AGRIBRASIL, divulgou na mídia que pretende movimentar 7 milhões de toneladas/ano de milho e soja pelo seu novo terminal, aumentando assim consideravelmente o volume de cargas que passam pelo porto de São Francisco do Sul.

Também a ampliação das instalações da usina ArcelorMittal que tem como objetivo aumentar consideravelmente a produção, traz bastante otimismo aos usuários do porto, pois, toda a matéria prima são bobinas de aço bruta que chegam através do porto em navios de cabotagem vindas da CST de Tubarão/ES.

Na última década o porto apesar da saída das atividades relacionadas aos contêineres, o porto conseguiu reconquistar o volume em outros seguimentos de carga perdida e se manter com um volume considerável de cargas entre 10 e 13,5 milhões de toneladas (Figura 10), uma variação de 20% para mais e para menos, levando em conta as crises, pandemia e outras adversidades.

Figura 10 – Movimentação de Cargas



Fonte: Adaptação do Autor. ANTAQ (2023) & Sind. Dos Conferentes de SFS (2023)

Como mencionado anteriormente, a movimentação de cargas containerizadas gera maior circulação monetária na região, pois, o manuseio das cargas que exigem maior estrutura de armazéns, pátios de estocagem de contêineres, porto seco, profissionais especializados, etc.

O ocorrido em São Francisco do Sul é que em um primeiro momento os contêineres foram substituídos por *comodities*, como fertilizantes, mercadorias em grandes volumes, mas que pouco movimenta direta ou indiretamente a economia da cidade, através de geração de empregos e renda.

O ano de 2023 termina e inicia 2024 com um novo investimento em um novo terminal para movimentação de graneis sólidos como soja, milho e outros, conhecido como TGSC – Terminais de Granéis de Santa Catarina S.A. Segundo informações no site da empresa será um terminal portuário focado na exportação de granéis agrícolas. Com berço exclusivo que possibilitará a atracação de navios do tipo Capesize, de até 125 mil toneladas e possibilitará a movimentação de 6 milhões de toneladas por ano.

Também iniciou suas operações na Baía Babitonga o Terminal Gás Sul – TGS, localizado a 300 metros da costa no lado Francisquense da baía, e o gás será transferido para a cidade de Garuva através de um gasoduto sob o solo marítimo com 33 km de extensão, com a promessa de aumentar em 179% a oferta do insumo em Santa Catarina.

Mais de um século de existência do porto desde as primeiras operações de carga, descarga e embarque de passageiros ao largo na Baía Babitonga passando pelos trapiches rudimentares, autorização de uma estação marítima, inauguração do atual porto público até os dias atuais com o que podemos chamar de COMPLEXO PORTUÁRIO BAIÁ BABITONGA, composto por porto público, porto público de uso privado, TUPs como Itapoá e TGSC, terminal Transpetros na movimentação de petróleo e o novo terminal de Gás.

Nos últimos anos vemos uma recuperação na movimentação de cargas mais rentáveis ou mais favoráveis à geração de emprego e renda após a saída dos contêineres, como produtos siderúrgicos vindos da China, ampliação da usina ArcelorMittal produtora de chapas planas, madeira, e assim o porto público de São Francisco do Sul se mantém dinâmico gerando emprego e renda na cidade e continua sendo um motivo de orgulho a todos nós Francisquense.

REFERÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO DO PORTO DE PARANAGUÁ E ANTONINA. Disponível em: Acesso em 01.08.2009.

ANTAQ – www.gov.br/antag Acesso em Dez/2023.

BERNSTORFF, Mário. **Notas Sobre a Baía Babitonga e Porto de São Francisco do Sul S.C.** 1989.

BERNSTORFF, Mário. **Quadras, crônicas e contos de uma velha terra.** Center Cópias Ltda, Ribeirão Preto/SP, 2005.

CABRAL, Eliza Bezerra. **Estudo geográfico do porto de São Francisco do Sul e do terminal de Itapoá-SC.** Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, 2011.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. **Metodologia científica**. São Paulo, Atlas, 2010.

CUNHA, Idaulo José. **Evolução econômico-industrial de Santa Catarina**. Florianópolis, Fundação Catarinense de Cultura, 1982.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed, São Paulo, Atlas, 1994.

GOULARTI FILHO, Alcides. **Sistema portuário catarinense: a construção dos portos de São Francisco do Sul, Itajaí e Imbituba**. In: Primeiras Jornadas de Economia Regional Comparada, 2005, Porto Alegre.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Metodologia científica**. São Paulo, Atlas, 1991.

NUNES, Ginete C.; NASCIMENTO, Maria Cristina.; LUZ, Maria Aparecida C.A. **Pesquisa científica: conceitos básicos**. Id on line Revista Multidisciplinar e de Psicologia. Ano 10, no. 29 Fev/2016. Disponível em: <http://idonline.emnuvens.com.br/id> Acesso em: Out/2022.

PORTO DE ITAJAI. www.portoitajai.com.br. Acesso em: jan/2022.

RUIZ, J.A. **Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos**. 6.ed.2 São Paulo, Atlas, 2008.

SCPar – Porto de São Francisco do Sul. Disponível em: https://www.scpa.sc.gov.br/?post_type=companies&p=2408, 2023 Acesso em: Jan/2023

SEIBEL, Nelci Terezinha. **História do Porto de São Francisco do Sul**. S&A Editora, Joinville/SC, 2005.

SILVIA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e elaboração de dissertação**. 3º Ed. Florianópolis/SC. Laboratório de ensino a distância da UFSC, 2001.

Sindicato do Conferentes de Carga e Descarga de São Francisco do Sul. Disponível em: www.conferentes-sfs.com.br Acesso em: Fev/2023.

TRIVINOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo, Atlas, 1987.

SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA PORTUÁRIO DE DESCARGA E EMBARQUE DE AÇÚCAR EM SANTOS

Nery Carvalho Filho
Universidade Federal do Paraná

Resumo: Este estudo apresenta um modelo de simulação de eventos discretos para o sistema portuário de descarga e embarque de açúcar no Porto de Santos. A pesquisa enfoca a eficiência operacional do terminal açucareiro, essencial para o escoamento da produção crescente de açúcar. Foram utilizados dados coletados diretamente no terminal e o software SIMUL8 para desenvolvimento do modelo. O estudo analisou quatro cenários para otimizar a operação, identificando que o aumento na descarga de caminhões e vagões reduz significativamente os custos de Demurage (custo de espera de navios para atracação e operação) e as filas de navios, melhorando a rentabilidade. A simulação de descargas de veículos e carregamentos de navios é fundamental para maximizar os ganhos em operações portuárias por várias razões: otimização de recursos, redução de custos operacionais, planejamento e na logística

Palavras-chave: Sistema portuário, eficiência operacional, SIMUL8, Demurage, exportação de açúcar.

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro se destaca como um segmento que muito contribui para a economia nacional. A atividade agropecuária cresceu 15,1% de 2022 para 2023, influenciando o desempenho do PIB do país. Além disso, a agropecuária representou em 2023 49% da exportação brasileira. O açúcar teve papel importante nesses números, sendo exportado pelo porto de Santos 21,2 mil toneladas de produto a granel segundo a empresa Raizen, produtora de açúcar.

Em 2023, o crescimento da produção de açúcar no Brasil foi impulsionado por vários fatores, incluindo condições climáticas favoráveis, investimentos em tecnologia agrícola e aumento da demanda global. A expansão da produção pode ter sido influenciada pelo aumento da área cultivada com cana-de-açúcar, melhorias na produtividade e eficiência dos processos de produção. Além disso, as políticas governamentais e as tendências de mercado também podem ter desempenhado um papel significativo no crescimento da produção de açúcar no país.

Alguns estudos destacam os efeitos adversos na competitividade dos produtos brasileiros, decorrentes dos desafios logísticos ocasionados pela falta de eficiência operacional e infraestrutura deficitária (DUBKE, 2006; WANKE & HIJJAR, 2009; HILSDORF & NOGUEIRA NETO, 2015);

A pesquisa operacional aborda questões relacionadas à condução e coordenação eficiente de operações (MOREIRA, 2017). Por outro lado, a simulação aplicada a eventos operacionais possibilita a análise de teorias e hipóteses em diferentes cenários (FILHO, 2008).

Com base no exposto, o estudo em questão visa simular o processo de recebimento e armazenamento de açúcar. A escolha recaiu sobre um terminal marítimo de exportação localizado no Porto de Santos, denominado terminal açucareiro. O objetivo principal dessa simulação é avaliar e dimensionar a capacidade operacional do terminal no que se refere ao recebimento e armazenagem de açúcar, melhorar as atracções dos navio minimizando as filas de espera e otimizando os giros dos veículos que originam o produto.

Em decorrência disso, uma pesquisa exploratória e quantitativa foi conduzida, com coleta de dados realizada diretamente no terminal. Posteriormente, decidiu-se pela utilização do programa de simulação SIMUL8, versão acadêmica, para a execução da simulação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os modos de transporte desempenham um papel crucial na economia global, permitindo o fluxo eficiente de pessoas e mercadorias. A escolha do modo de transporte adequado depende de uma série de fatores, incluindo a natureza da carga, a distância a ser percorrida, o custo e a urgência do transporte. Os principais modos de transporte que usamos neste trabalho são: o marítimo, o rodoviário e o ferroviário, cada um com suas próprias características e aplicações (Rodrigues, Comtois, & Slack, 2017).

O transporte marítimo é o mais antigo e um dos mais importantes modos de transporte, especialmente para o comércio internacional. Navios cargueiros transportam a maior parte das mercadorias mundiais, e portos marítimos são essenciais para o carregamento e descarga dessas cargas. A UNCTAD (Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento) publica anualmente o

"Review of Maritime Transport", que analisa as tendências e estatísticas do transporte marítimo mundial, incluindo o desempenho dos portos (UNCTAD, 2023).

Portos são mais do que simples terminais para navios; eles são centros de atividade econômica e interfaces críticas entre o transporte marítimo e outros modos de transporte. A regionalização de portos, discutida por Notteboom e Rodrigue (2005), é um fenômeno que reflete a evolução dos portos como hubs logísticos regionais. Outra publicação recente é "Port Systems in Global Competition: Spatial-Economic Perspectives" (2023), que inclui capítulos que discutem a evolução dos sistemas portuários e a competição entre portos em diferentes regiões do mundo. Este trabalho explora como os portos se adaptam às mudanças econômicas e tecnológicas, reforçando sua posição como nós logísticos essenciais (Routledge).

A eficiência e a capacidade de um porto podem ter um impacto significativo na competitividade de uma região no comércio internacional. Portos bem gerenciados e eficientes podem atrair mais navios e carga, enquanto portos congestionados ou com infraestrutura deficiente podem levar ao aumento dos custos de transporte e atrasos nas entregas. A economia de escala em grandes navios é um fator importante a ser considerado no desenvolvimento portuário (Cullinane & Khanna, 2000).

Além disso, a interface entre portos e cidades é uma área em constante transição, com impactos significativos no desenvolvimento urbano e na economia local (Hayuth, 1987). A compreensão dos aspectos econômicos do setor marítimo é fundamental para o planejamento e a gestão de portos, como discutido por Stopford (2009).

O transporte rodoviário é o mais flexível e acessível, permitindo a entrega direta de bens a praticamente qualquer local. Caminhões são vitais para a distribuição local e a entrega final de bens importados ou exportados.

O transporte ferroviário é eficiente para transportar grandes volumes de carga sobre longas distâncias, oferecendo uma forma econômica de transportar cargas a granel.

Em resumo, os modos de transporte e os portos são componentes críticos da infraestrutura global, permitindo o fluxo de bens e serviços entre países e regiões. A escolha do modo de transporte adequado e a eficiência dos portos são fundamentais para o sucesso do comércio internacional e para a conectividade global.

A multimodalidade, por sua vez, é a combinação de diferentes modos de transporte, como o ferroviário, rodoviário, marítimo, para otimizar o processo logístico. Essa abordagem permite que as empresas de transporte e logística aproveitem as vantagens de cada modo de transporte, resultando em soluções mais eficientes, rápidas e econômicas (Rodrigues, Comtois, & Slack, 2017).

A integração do transporte ferroviário e rodoviário na multimodalidade é particularmente benéfica para o transporte de cargas a granel. Terminais intermodais, que servem como pontos de transferência entre diferentes modos de transporte, são fundamentais para a operação multimodal eficiente. Esses terminais permitem a transferência rápida e eficiente de cargas entre trens, caminhões e navios, reduzindo os custos de transporte e melhorando a confiabilidade da cadeia de suprimentos (Bontekoning, Macharis, & Trip, 2004).

Portos são mais do que simples terminais para navios; eles são centros de atividade econômica e interfaces críticas entre o transporte marítimo e outros modos de transporte. A regionalização de portos, discutida por Notteboom e Rodrigue (2005), é um fenômeno que reflete a evolução dos portos como hubs logísticos regionais. De acordo com estudos mais recentes, os portos modernos desempenham um papel fundamental na facilitação do comércio regional e global, integrando-se

profundamente com outros modos de transporte, como ferrovias e rodovias, para formar corredores logísticos eficientes (Rodrigue & Notteboom, 2021; Monios, Wilmsmeier & Ng, 2023). A implementação de políticas públicas que incentivem a multimodalidade e o transporte ferroviário, como investimentos em infraestrutura e redução de barreiras regulatórias, é essencial para o sucesso dessa abordagem. O Banco Mundial e outras organizações internacionais têm destacado a importância da multimodalidade para o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental (World Bank, 2017).

Simulações de operações portuárias são ferramentas valiosas para o planejamento, análise e otimização dos processos envolvidos no manejo de carga e movimentação de navios em portos. Essas simulações podem ser utilizadas para avaliar o desempenho de terminais portuários, testar estratégias operacionais e de gestão, e prever o impacto de mudanças na infraestrutura ou no fluxo de tráfego. A literatura sobre simulações de operações portuárias cobre uma ampla gama de tópicos, incluindo modelagem de sistemas portuários, otimização de processos, análise de riscos e impactos ambientais.

Legato, P., & Mazza, R. M. (2001) apresenta em seu artigo um modelo de simulação para analisar e melhorar as operações de um terminal de contêineres real. Os autores descrevem a metodologia de simulação e os resultados obtidos, destacando a aplicabilidade da simulação para otimizar os processos portuários.

Os autores, Hu, Z., Chen, Y., & Li, K. X. (2010) propõem um modelo de simulação para operações de terminais de contêineres, com foco na modelagem e análise dos processos operacionais. O artigo discute a aplicação da simulação para melhorar a eficiência e a confiabilidade das operações portuárias.

O artigo de Bierwirth, C., & Meisel, F. (2010) revisa os problemas de alocação de berços e escalonamento de guindastes de cais em terminais de contêineres. Os autores discutem as técnicas de simulação e otimização utilizadas para abordar esses problemas, fornecendo uma visão geral dos métodos e desafios associados.

O estudo realizado por Zeng, Q. C., & Yang, Z. Z. (2009) aborda a otimização das operações de caminhões de pátio em um terminal de contêineres usando simulação. Os autores descrevem a metodologia e os resultados da aplicação de técnicas de simulação para melhorar a eficiência operacional.

O artigo de Liu, C. I., Jula, H., & Ioannou, P. (2004) apresenta o design, simulação e avaliação de terminais de contêineres automatizados. Os autores exploram a utilização de simulações para projetar e avaliar sistemas de transporte automatizados em portos.

Os autores Gamboa, D., & Manganelli, R. (2017) realizam uma revisão da literatura sobre simulações em sistemas portuários, analisando as tendências e desenvolvimentos no uso de simulações para o planejamento e gestão de portos.

O artigo escrito em 207 por Tang, L. X., & Cheung, R. K. (2007) aborda o problema do escalonamento dinâmico de guindastes em pátios de armazenamento de contêineres. Os autores utilizam técnicas de simulação para desenvolver estratégias de escalonamento eficientes.

Essas referências fornecem uma visão geral dos métodos e aplicações de simulações em operações portuárias. A literatura nesta área é vasta e abrange uma variedade de técnicas e abordagens, refletindo a complexidade e a importância das operações portuárias para o comércio global.

Para descrever um processo de simulação de uma operação de descarga portuária e embarque de navios de açúcar utilizando o Simul8, é importante primeiro entender que o Simul8 é um software de simulação que permite modelar e simular

processos complexos para analisar e melhorar o desempenho de sistemas. No contexto de operações portuárias, o Simul8 pode ser usado para simular o fluxo de carga, o manejo de materiais, o tempo de atracação e outros aspectos críticos do processo de descarga e embarque.

3 SIMULAÇÃO

A seguir, um exemplo simplificado do processo de simulação:

1. Definição do Objetivo da Simulação:

- O objetivo é avaliar a eficiência do processo de descarga de navios que transportam açúcar e o subsequente embarque do açúcar em caminhões ou vagões de trem para distribuição.

2. Modelagem do Sistema:

- Utilizando o Simul8, o modelo da operação portuária é construído. Isso inclui a representação dos berços, pátios de armazenamento, caminhões de acesso, entre outros componentes do porto.

- São definidos os parâmetros iniciais, como a capacidade dos navios, a velocidade de descarga, o número de carregadores de navios disponíveis, a capacidade dos veículos de transporte e os horários de operação do porto.

3. Simulação do Processo:

- O processo de descarga começa com a chegada do navio ao porto e sua atracação no berço designado.

- Os carregadores de navios são utilizados para carregamento do açúcar do local de armazenamento para o navio.

- O açúcar é movimentado utilizando equipamentos chamados correias transportadoras.

- O processo de embarque ocorre com o carregamento do açúcar nos veículos de transporte para distribuição.

- São simulados eventos aleatórios, como atrasos na chegada dos navios, falhas nos equipamentos ou variações no tempo de operação.

4. Coleta de Dados e Análise:

- Durante a simulação, são coletados dados sobre o tempo de descarga, o tempo de espera dos navios, a utilização dos carregadores de navios, a ocupação do pátio de armazenamento e outros indicadores de desempenho.

- Os dados são analisados para identificar gargalos, otimizar a utilização dos recursos e melhorar a eficiência do processo.

5. Validação e Ajuste do Modelo:

- O modelo é validado comparando os resultados da simulação com dados reais do porto.

- Ajustes são feitos no modelo para melhorar sua precisão e refletir as condições reais do porto.

6. Execução de Cenários:

- São criados diferentes cenários para testar variações no processo, como aumento da capacidade dos navios, mudança no número de carregadores de navios ou alterações nos horários de operação.

- Cada cenário é simulado para avaliar o impacto nas operações e no desempenho do porto.

7. Relatório e Recomendações:

- Os resultados da simulação são compilados em um relatório que inclui gráficos, tabelas e análises.

- São feitas recomendações baseadas nos resultados da simulação para melhorar o processo de descarga e embarque de açúcar no porto.



(1) Armazém de Açúcar no porto



(2) Embarque de açúcar a granel

As figuras 1 mostram um armazém com açúcar armazenado aguardando o embarque em navios graneleiros, a figura 2 mostra um embarque de açúcar a granel no porto de Santos.

A figura 3 demonstra o fluxo de chegada de cargas utilizando os modais rodoviário e ferroviário e seu fluxo até o carregamento nos navios programados.

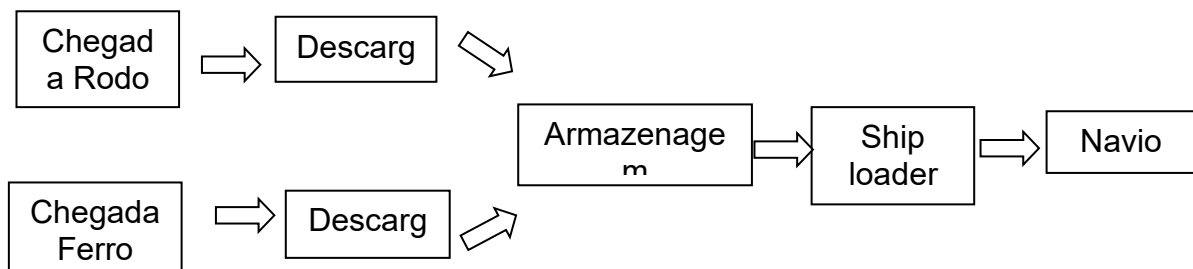


Fig. 3 Processo de recepção e embarque de açúcar em um terminal portuário (desenho do autor)

A figura 4 demonstra o modelo do simul8 utilizado para formular os cenários testados, foi utilizado como dados de entradas de caminhões e vagões tabelas, que trazem os valores reais de chegadas de veículos aos pontos de descarga, no caso dos trens, passamos por uma transformação de trens unitários para vagões, uma vez que cada trem tem capacidade de 120 vagões. No caso do armazém onde se faz o estoque dos produtos, temos nessa simulação um estoque inicial de 30 mil t, simulando um momento já com produtos descarregados anteriormente. As chegadas de navios também são imputadas as informações dos dados através de uma planilha, que traz dados de chegadas reais de navios ao porto, os navios têm capacidade de levar 40.000 toneladas de açúcar em cada viagem.

O simulador faz a busca de navios na fila sempre que o armazém tem 40 mil armazenada, descarregados e armazenados, nesse momento o navio se movimenta da fila para o ponto de carregamento. Estamos utilizando nessa simulação 2 berços de atracação, ou seja, podemos ter em algum momento 2 navios carregando simultaneamente, dependendo apenas das descargas.

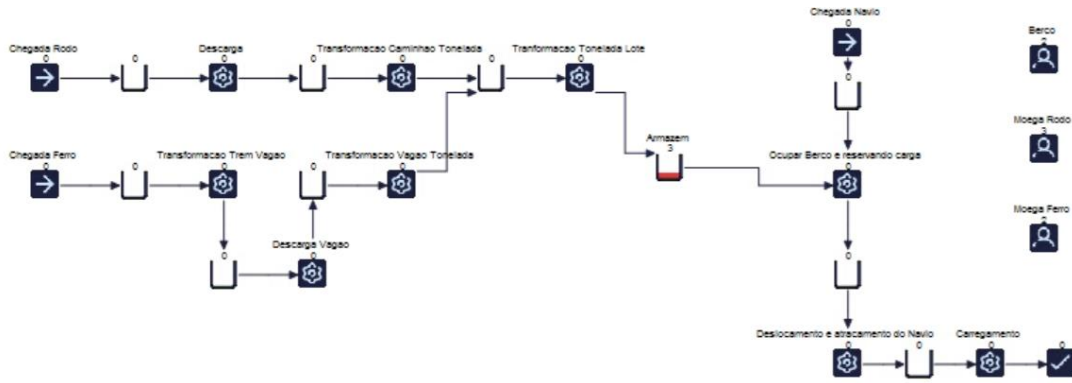


Figura 4

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise manual dos dados da planilha revelou correlações significativas entre a eficiência operacional e os custos. A eficiência de descarga dos caminhões mostrou-se diretamente relacionada ao número de navios embarcados, indicando que melhorias nesta área podem aumentar os carregamentos dos navios. A gestão das filas de navios foi identificada como um fator crítico para a redução de custos, particularmente os custos de Demurage, que são diretamente impactados pelo tamanho da fila de navios.

Este estudo não foca nos tempos de descarga, pois identificamos uma sobra de capacidades de equipamentos de descarga. Em vez disso, concentramos a análise na quantidade de navios carregados em um determinado período e nos cálculos dos custos de navios esperando em fila.

Construímos 4 cenários de trabalho:

Cenário 1 (Base): Descarregou 53.988 caminhões e 13.800 vagões, com a chegada de 115 navios no mesmo período para carregamento. Os caminhões têm capacidade de 40 toneladas e os vagões 90 toneladas. Os navios foram considerados com uma capacidade média de 40.000 toneladas cada.

Análise do Cenário 1: Tivemos 30 navios aguardando carregamento por falta de carga suficiente, gerando um Demurage de R\$247.500. Isso representa uma perda de R\$0,29 por tonelada movimentada, corroendo os lucros devido às margens apertadas no processo de exportação de açúcar.

A redução dos custos de Demurage é uma prioridade na gestão das operações portuárias, pois esses custos afetam significativamente os custos operacionais. O Demurage é uma penalidade paga pelo atraso na descarga de navios, causada por falhas na operação do porto. Portanto, qualquer redução no Demurage estimado reduzirá os custos operacionais, melhorando a eficiência e a rentabilidade das operações portuárias.

Novos Cenários

Cenário 2: Aumentamos a chegada de caminhões mantendo a mesma quantidade de vagões. Resultado: Redução de 43% nos custos de Demurage em comparação ao cenário base. No entanto, ainda há uma quantidade significativa de navios esperando em fila, indicando oportunidades de melhoria.

Cenário 3: Aumentamos a quantidade de vagões descarregados retornando à quantidade base de caminhões. Resultado: Piora na quantidade de navios

aguardando em fila (de 13 para 19 navios), mostrando que aumentar a quantidade de vagões sem ajustar a quantidade de caminhões não traz bons resultados.

Cenário 4: Aumentamos a quantidade de caminhões e vagões descarregados. Resultado: Quase zeramento da fila de carregamento de navios e uma queda significativa nos custos de Demurage (90%), tornando a operação mais rentável.

Cenário de 4 meses de operação, com estoque inicial de 30 mil t.

Cenários	Quantidade de caminhões	Quantidade de vagões	Estoque final	Quantidade total de navios	Quantidade de navios em fila	Quantidade de navios embarcados	Demurage estimado pelo período - US\$	Custo em Real (R\$ 5,50)	Redução de Custo Demurage, em relação a S1
S1	53.988	13.800	20.000	115	85	30	45.000	247.500	-
S2	70.608	13.800	30.000	115	13	102	19.500	107.250	43%
S3	53.988	18.480	10.000	115	19	96	28.500	156.750	63%
S4	70.608	18.480	10.000	115	3	112	4.500	24.750	90%

Tabela 1

Estudamos um período determinado de 4 meses, e não temos certeza absoluta de que atingimos o ponto ótimo de veículos descarregados. Não foi possível simular um período maior de tempo devido à demora do modelo de simulação para trazer resultados, devido à complexidade das ações dentro do mesmo.

5 CONCLUSÕES

Para melhorar a situação, foram feitas recomendações específicas:

Redução da Fila de Navios: Melhorias na eficiência operacional, como o aumento da velocidade de descarga dos caminhões, podem reduzir a fila de espera dos navios e os custos associados.

Gestão Eficiente das Filas de Navios: Implementar melhores agendamentos ou otimização do uso das instalações para reduzir os custos de Demurage.

Monitoramento Contínuo das Métricas: Acompanhar as métricas relacionadas à gestão das filas de navios para identificar novas oportunidades de melhoria.

Investir em Infraestrutura e Processos: Aumentar a eficiência de descarga dos caminhões para aumentara quabtidade de navios embarcados.

A eficiência de descarga dos caminhões está diretamente relacionada ao número de navios embarcados, pois a quantidade de caminhões descarregados influencia a capacidade de carga dos navios. Quando a eficiência de descarga é alta, há uma taxa mais rápida de processamento dos carregamentos, permitindo que mais navios sejam atendidos em um período menor. Isso libera espaço nas instalações portuárias mais rapidamente, permitindo novos carregamentos e embarques com menos atraso. Em resumo, a melhor eficiência de descarga reduz o tempo de espera dos navios no porto, o que é crucial para a otimização das operações portuárias, resultando em mais navios embarcados e redução nos custos de Demurage. Que ficou comprovado pela simulação, onde vemos uma diminuição da fila de navios e um aumento dos embarcados, conforme vamos aumentando a quantidade de veículos descarregados, em uma combinação entre vagões e caminhões.

A redução dos custos de Demurage é uma prioridade porque está ligada à melhoria da eficiência operacional, redução de custos e aumento da rentabilidade das operações portuárias.

REFERÊNCIAS

- Cullinane, K., & Khanna, M. (2000). Economies of scale in large container ships. *Journal of Transport Economics and Policy*, 34(2), 105-124.
- Dubke, A. F. (2006). *Modelo de localização de terminais especializados: Um estudo de caso em corredores de exportação da soja* (Tese de doutorado). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- Filho, P. J. F. (2008). *Introdução a modelagem e simulação de sistemas com aplicação em Arena* (2ª ed.). Visual Books.
- Hilsdorf, W. C., & Nogueira Neto, M. de S. (2015). Porto de Santos: Prospecção sobre as causas das dificuldades de acesso. *Gestão & Produção*, 23(1), 219–231. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1370-14>
- Legato, P., & Mazza, R. M. (2001). A simulation model for the analysis and improvement of a real container terminal. In *Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference* (pp. 1170-1177). IEEE.
- Liu, C. I., Jula, H., & Ioannou, P. (2004). Design, simulation, and evaluation of automated container terminals. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 5(4), 181-197.
- Moreira, D. A. (2017). *Pesquisa operacional: Curso introdutório* (2ª ed.). Cengage Learning.
- Notteboom, T., & Rodrigue, J.-P. (2005). Port regionalization: Towards a new phase in port development. *Maritime Policy & Management*, 32(3), 297-313.
- Rodrigues, J.-P., Comtois, C., & Slack, B. (2017). *The geography of transport systems* (4ª ed.). Routledge.
- Simul8 Corporation. (2023). *Simul8 User Guide*. Simul8 Corporation.
- Stopford, M. (2009). *Maritime economics* (3ª ed.). Routledge.
- Tang, L. X., & Cheung, R. K. (2007). Dynamic crane scheduling in container storage yards. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 8(4), 683-695.
- UNCTAD. (2023). *Review of maritime transport*. Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento.
- Wanke, P. F., & Hijjar, M. F. (2009). Production. *Production*, 19(1), 1-10. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132009000100010>

SUSTENTÁVEL AMBIENTAL PORTUÁRIA E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA ÁREA PORTUÁRIA

Sheyla Lopes Rodrigues Soares
Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo: O desenvolvimento sustentável surgiu como resposta às crises sociais e ambientais da segunda metade do século XX, buscando atender às necessidades atuais sem comprometer o futuro. A gestão de resíduos é uma questão central nesse contexto, enfrentando desafios crescentes devido ao aumento populacional e ao consumismo. O manejo inadequado de resíduos pode causar graves problemas ambientais e de saúde. O Porto de São Francisco do Sul exemplifica uma abordagem eficaz, implementando o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e a Supervisão do Gerenciamento de Resíduos Sólidos (SGRS). Entre 2017 e 2023, o porto gerou 3.580,04 toneladas de resíduos, ressaltando a importância da segregação e do descarte correto. A conscientização e a educação ambiental são fundamentais para o sucesso dessas práticas, promovendo a participação da comunidade e a colaboração entre os setores público e privado. Em resumo, o desenvolvimento sustentável e a gestão eficaz de resíduos são essenciais para garantir um futuro equilibrado, integrando aspectos sociais, econômicos e ambientais, e necessitam de políticas públicas e conscientização da população para promover mudanças significativas.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos; Políticas Públicas; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável emergiu como uma resposta às crescentes crises sociais e ambientais que o mundo enfrenta desde a segunda metade do século XX. Com o aumento da industrialização, urbanização e crescimento populacional, tornou-se evidente que os modelos tradicionais de desenvolvimento estavam comprometendo não apenas a saúde do planeta, mas também a qualidade de vida das futuras gerações.

Um dos principais desafios associados ao desenvolvimento sustentável é a gestão de resíduos. A rápida urbanização e o aumento do consumo resultaram em uma geração excessiva de resíduos, cuja disposição inadequada pode causar sérios impactos ambientais e à saúde pública. A falta de infraestrutura adequada e a consciência sobre práticas sustentáveis ainda são barreiras significativas em muitos contextos, especialmente em países em desenvolvimento.

No Brasil, o gerenciamento de resíduos sólidos tem avançado com a implementação de legislações específicas, como a Lei Federal nº 12.305, de 2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos. No entanto, a eficácia dessas políticas depende fortemente da conscientização e do engajamento da população e das empresas.

Neste cenário, a gestão de resíduos no Porto de São Francisco do Sul se destaca como um modelo a ser seguido. Através da implementação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) o porto tem promovido ações eficazes de coleta, segregação e destinação de resíduos. A experiência acumulada entre 2017 e 2023 fornece importantes lições sobre a importância da colaboração entre setores e da educação ambiental na construção de um futuro sustentável.

2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O conceito de "desenvolvimento sustentável" surgiu como resposta às crises sociais e ambientais enfrentadas pelo mundo a partir da segunda metade do século XX. Esse termo ganhou destaque especialmente após o relatório "Nosso Futuro Comum", produzido pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida como Comissão de Brundtland, sob a presidência de Gro Harlem Brundtland. O documento, elaborado ao longo de três anos, aborda questões sociais cruciais, como uso da terra, abastecimento de água, habitação e serviços sociais, ressaltando que o desenvolvimento sustentável deve atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades.

O desenvolvimento sustentável foi oficialmente incorporado na Agenda 21, um documento chave da Conferência do Rio de Janeiro em 1992, e tem sido um tema central em várias agendas de direitos humanos e desenvolvimento. Satterthwaite define sustentabilidade como "a resposta às necessidades humanas nas cidades com o mínimo ou nenhuma transferência dos custos da produção, consumo ou lixo para outras pessoas ou ecossistemas, hoje e no futuro." (SATTERTHWAITE, 2004).

Assim, o desenvolvimento sustentável é uma busca constante por soluções que garantam qualidade de vida, justiça social e preservação ambiental, desafiando a sociedade a reexaminar seus padrões de produção e consumo em prol de um futuro mais equilibrado e sustentável.

3 GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Desde os tempos antigos, os seres humanos têm buscado alternativas para o descarte de resíduos gerados em suas atividades diárias. Durante a Idade Média, a falta de planejamento na gestão de resíduos levou a práticas prejudiciais, como o despejo de lixo nas ruas, resultando na proliferação de pragas e na disseminação de doenças, incluindo a peste bubônica, que devastou a população europeia. Essa situação alarmante forçou os gestores públicos a desenvolver métodos de descarte mais eficazes, como a disposição em aterros sanitários, que era uma solução simples e de baixo custo.

Com a Revolução Industrial, os problemas relacionados à disposição de resíduos sólidos se intensificaram. O crescimento populacional foi impulsionado por melhorias nas condições de vida, avanços no combate a doenças e aperfeiçoamentos no saneamento básico. O aumento do consumo de recursos, tanto renováveis quanto não renováveis, trouxe consigo um aumento significativo na geração de resíduos. Esse novo cenário tornava o gerenciamento de resíduos mais complexo, superando a capacidade de absorção do meio ambiente.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972, representou um marco nas discussões globais sobre meio ambiente e desenvolvimento.

Em 1983, a ONU estabeleceu a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), que enfatizou a interrelação entre meio ambiente e desenvolvimento. O relatório de Brundtland, publicado em 1987, destacou a pobreza e a desigualdade como causas dos problemas ambientais e solidificou o conceito de desenvolvimento sustentável. Em 1992, a Cúpula da Terra no Rio de Janeiro resultou na Agenda 21, que visava a implementação de práticas sustentáveis, como a redução do uso de energia e a incorporação de custos ambientais nas decisões de produção e consumo.

Após a Revolução Industrial, a abordagem das empresas focou na eficiência produtiva, considerando os recursos naturais como ilimitados e ignorando os impactos ambientais. Na década de 1970, a degradação ambiental se intensificou, levando à criação de legislações que incluíam a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e a Constituição Federal de 1988, que trazia um capítulo sobre meio ambiente.

A gestão ambiental no Brasil, tradicionalmente baseada em uma abordagem de Comando e Controle, tratava as questões ambientais de maneira pontual. As empresas, ao focarem apenas na conformidade com os padrões legais, frequentemente adotavam soluções de controle de poluição que resultavam na transferência de resíduos de um meio para outro, sem resolver os problemas fundamentais.

Na década de 1990, em resposta a pressões regulamentares e à demanda por práticas mais sustentáveis, as empresas começaram a enxergar as externalidades ambientais como custos. A Conferência Rio-92 foi um marco nesse contexto, promovendo uma conscientização maior sobre a importância do desenvolvimento sustentável. Mudanças nas práticas industriais foram necessárias, com um foco crescente na prevenção em vez de mitigação. A Cúpula da Terra gerou a Agenda 21, um programa de ação que busca implementar as declarações da conferência, propondo a redução do uso de energia e materiais, a disseminação de tecnologias ambientais e a inclusão de custos ambientais nas decisões de produção e consumo (SANTOS, 2005).

A norma NBR 10.004 classifica os resíduos com base em seus riscos potenciais para a saúde pública e o meio ambiente, organizando-os em três categorias: Resíduos

Classe I (perigosos), Classe II (não perigosos) e subcategorias de Classe II (não inertes e inertes). Essa classificação é fundamental para a gestão adequada dos resíduos, permitindo um tratamento específico que minimiza riscos.

A amostragem correta dos resíduos é essencial para sua classificação, envolvendo um planejamento detalhado que inclui avaliação do local, pontos de amostragem e métodos de preservação. A identificação precisa dos resíduos, baseada em suas propriedades físicas e químicas, é crucial para garantir que sejam tratados de maneira segura e eficiente.

Em suma, a geração de resíduos é uma questão complexa que evoluiu ao longo do tempo, desde práticas rudimentares até a implementação de legislações rigorosas. A conscientização sobre a importância do gerenciamento sustentável de resíduos continua a crescer, e é fundamental que tanto as empresas quanto os governos adotem abordagens que priorizem a redução, recuperação e reuso, em alinhamento com os princípios do desenvolvimento sustentável.

4 A SUSTENTABILIDADE COMO RESPOSTA À GESTÃO DE RESÍDUOS

O conceito de desenvolvimento sustentável está intrinsecamente ligado à ideia de sustentabilidade, que se refere à possibilidade de garantir condições de vida adequadas e melhores para as gerações presentes e futuras dentro de um ecossistema. Clovis Cavalcanti (2003) enfatiza que isso implica reconhecer limites para o progresso material e o consumo, desafiando a noção de crescimento infinito sem considerar suas consequências ambientais.

Henri Acselrad também aborda a sustentabilidade a partir de várias perspectivas, incluindo eficiência, escala, equidade, auto-suficiência e ética. Esses elementos sublinham a importância de racionalizar o uso dos recursos e de se estabelecer limites quantitativos ao crescimento econômico, destacando a interdependência entre justiça social e a preservação do meio ambiente. Essa abordagem enfatiza a necessidade de um novo paradigma que articule crescimento econômico com responsabilidade ambiental.

Para facilitar a compreensão do conceito de sustentabilidade, o autor Wolfgang Sachs (1993) propõe uma divisão em cinco categorias: sustentabilidade ambiental, econômica, ecológica, social e política. Essa divisão é essencial para entender como cada aspecto se inter-relaciona na busca por um desenvolvimento sustentável. A sustentabilidade ambiental refere-se à capacidade dos ecossistemas de se manterem e se recuperarem diante das agressões humanas, enquanto a sustentabilidade econômica trata da gestão eficiente dos recursos.

A sustentabilidade urbana emerge como um conceito crucial, definindo a capacidade das políticas urbanas de atender às demandas sociais de forma equilibrada, considerando a oferta de serviços e a qualidade ambiental. Conforme Acselrad (1999), envolve o uso racional dos recursos naturais e a capacidade das cidades de se adaptarem às necessidades de seus habitantes, minimizando a transferência de resíduos para outros ecossistemas. Essa visão é fundamental, pois as cidades, em todo o mundo, estão atingindo seus limites de exploração dos recursos naturais. Nesse contexto, a gestão de resíduos se torna uma área crucial na busca pela sustentabilidade. O aumento da geração de resíduos nas cidades exige uma abordagem integrada que considere não apenas o tratamento e descarte, mas também a redução na sua geração, o reuso e a reciclagem. Estratégias de gestão eficazes devem promover a conscientização e a educação ambiental, estimulando a participação da comunidade no processo de mudança.

A implementação de políticas públicas que incentivem práticas sustentáveis, como a compostagem de resíduos orgânicos e a reciclagem, é fundamental para minimizar os impactos ambientais. Além disso, deve haver uma colaboração entre setores público e privado para desenvolver tecnologias limpas e promover uma economia circular, onde os resíduos são considerados recursos em potencial.

Para consolidar a sustentabilidade como um valor central nas políticas urbanas, é essencial promover uma maior integração entre as diferentes esferas do governo, a sociedade civil e o setor privado. A participação ativa da comunidade na formulação e execução de políticas pode fortalecer a cidadania e garantir que as soluções atendam às necessidades locais. É vital que as ações em direção à sustentabilidade sejam reais e efetivas, promovendo uma mudança duradoura nas sociedades contemporâneas.

5 METODOLOGIA

A metodologia empregada para o monitoramento do Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas instalações da SCPAR Porto de São Francisco do Sul foi estruturada em duas etapas.

A primeira etapa, que envolve a execução do PGRS, consiste na implementação de ações para a coleta, transporte e geração de resíduos por empresas licenciadas. Durante esta fase, os resíduos são identificados e quantificados por meio dos Manifestos de Transporte de Resíduos (MTRs), o que possibilita a categorização e a destinação adequada de cada tipo de material.

Na segunda etapa, que se concentra no monitoramento da SGRS, o foco está na prevenção de impactos e na busca por melhorias. Esta fase abrange aspectos organizacionais e estruturais, sendo essencial a realização de inspeções para assegurar o cumprimento dos procedimentos e normativas estabelecidos no PGRS. As atividades dos inspetores incluem medir o nível dos contentores, registrar e comunicar desvios, participar de treinamentos e campanhas educativas, além de acompanhar atividades que tenham impacto ambiental relevante.

A responsabilidade pelo cumprimento das exigências legais cabe à Gerência de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (GSSMA), que supervisiona as equipes de fiscalização ambiental e trata as não conformidades. Além disso, a GSSMA implementa programas ambientais e orienta as empresas terceirizadas sobre os requisitos legais a serem observados. Assim, a SGRS se mostra eficaz na promoção da melhoria contínua, contribuindo para a implementação de ações corretivas e preventivas no terminal portuário.

6 RESULTADOS

A SCPAR Porto de São Francisco do Sul/SC tem realizado com eficácia o monitoramento da geração de resíduos. Entre 2017 e 2023, essa responsabilidade foi delegada à empresa de consultoria Acquaplan Tecnologia e Consultoria Ambiental, que atua no apoio à implementação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e na Supervisão do Gerenciamento de Resíduos Sólidos (SGRS). Os objetivos desse monitoramento incluem a quantificação e qualificação dos resíduos, a realização de inspeções de campo, a avaliação do estado funcional dos contentores e a verificação da conformidade com a legislação vigente, conforme estipulado pela Lei Federal nº 12.305 de 2010.

Os resultados da análise realizada entre 2017 e 2023 na SCPAR Porto de São

Francisco do Sul fornecem um panorama das duas etapas do processo, permitindo identificar pontos fortes, áreas que precisam de melhorias e ações corretivas a serem implementadas.

Na primeira etapa, por meio dos Manifestos de Transporte de Resíduos (MTRs), foi possível quantificar os resíduos gerados, totalizando 3.580,04 toneladas. Dentre esses, foram identificados materiais contaminados com óleo, lâmpadas fluorescentes, latas contaminadas, papelão, plástico, resíduos orgânicos, madeira, papel e cartão, entre outros. A colaboração de 24 empresas ao longo desse período foi crucial para garantir a coleta, transporte e destinação final desses materiais, em conformidade com as normativas ambientais. A análise dos dados revelou como pontos fortes a diversidade de resíduos gerenciados e as parcerias com empresas especializadas. Contudo, áreas de melhoria foram identificadas, como a necessidade de reforçar a segregação correta dos resíduos e o uso de recipientes adequados para cada tipo.

Na segunda etapa, durante as inspeções na área operacional, foram contabilizados cerca de 60 recipientes de resíduos, divididos entre fixos e rotativos. As inspeções mostraram que 85,89% dos recipientes apresentavam Níveis 01 e 02 de armazenamento (baixo e médio), indicando que a capacidade de descarte é adequada à demanda. No entanto, 14,11% dos recipientes estavam classificados no Nível 03 (alto), sugerindo a necessidade de um recolhimento imediato para evitar excedentes. Essa análise destaca a importância de revisar e readequar os procedimentos de descarte, além de recomendar a utilização de recipientes apropriados e, quando necessário, o estabelecimento de contentores maiores.

A participação dos operadores e terceirizados foi fundamental para o sucesso do programa. A capacitação e a conscientização ambiental, promovidas por meio de treinamentos e campanhas educativas, contribuíram para a adoção de práticas adequadas de gerenciamento de resíduos, resultando em uma gestão mais eficiente e ambientalmente responsável, que reduziu o impacto ambiental e melhorou as condições operacionais.

Os resíduos gerados pelo SCPAR Porto de São Francisco do Sul estão em conformidade com os requisitos legais, incluindo a Lei Federal 12.305/2010 e a NBR 10.004/2004, assegurando um gerenciamento adequado. O Porto tem implementado medidas de controle através dos MTRs apresentados à instituição ambiental fiscalizadora. Ao seguir essas práticas recomendadas, o terminal portuário demonstra seu compromisso com a preservação ambiental, a segurança dos colaboradores e a promoção da cultura da sustentabilidade, mantendo a conformidade com as normativas ambientais.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre desenvolvimento sustentável e gestão de resíduos é fundamental para um futuro equilibrado, englobando não apenas a preservação ambiental, mas também a justiça social e o crescimento econômico. O desenvolvimento sustentável busca atender às necessidades atuais sem comprometer os recursos para futuras gerações. Nesse contexto, a gestão de resíduos é um dos desafios mais significativos, exigindo uma abordagem integrada que inclua a redução, reutilização e reciclagem.

Um exemplo prático dessa abordagem é o Porto de São Francisco do Sul, que implementou o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e monitorou a geração de resíduos e se comprometeu com a educação ambiental,

envolvendo a comunidade e as empresas. Essa colaboração é essencial, pois promove um senso de responsabilidade compartilhada, potencializando os esforços individuais e coletivos.

No entanto, é crucial que essa trajetória de sucesso seja sustentada e ampliada. O risco de a sustentabilidade se tornar apenas uma ferramenta retórica deve ser evitado por meio de ações concretas. A gestão de resíduos deve ser integrada a uma visão mais ampla de sustentabilidade, que considere os aspectos sociais, econômicos e ambientais. O engajamento da sociedade civil e a participação ativa da população nas políticas de gerenciamento são fundamentais para que as iniciativas de sustentabilidade gerem melhorias tangíveis.

Por fim, o desenvolvimento sustentável é um objetivo viável, mas requer comprometimento e ação contínua. Somente com esforços conjuntos e uma mentalidade sustentável será possível enfrentar os desafios atuais e garantir um futuro próspero para as próximas gerações.

REFERÊNCIAS:

ACSELRAD, Henri e LEROY, Jean P. **Novas premissas da sustentabilidade democrática**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, 1, 1999.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004 - Resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004. BRASIL.

BRASIL. **Lei Federal Nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Brasília, DF, 2010.

CAVALCANTI, Clóvis. (org.). **Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 2003.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de Transição para do século XXI – Desenvolvimento e Meio Ambiente**. São Paulo: S tudio Nobel – Fundação para o desenvolvimento administrativo, 1993.

SANTOS, C. **Prevenção a Poluição Industrial: oportunidades, análise dos benefícios e barreiras**. 2005. 287f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SATTERTHWAITE, David. **Como as cidades podem contribuir para o Desenvolvimento Sustentável**. In: MENEGAT, Rualdo e A LMEIDA, Gerson (org.). **Desenvolvimento S ustentável e Gestão Ambiental n as Cidades, Estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS Editora, pp. 129-167, 2004.



RELATÓRIOS TÉCNICOS

A INFLUÊNCIA DA VAZÃO FLUVIAL DO RIO MEARIM NA MORFODINÂMICA DA BAIA DE SÃO MARCOS – PORTO DO ITAQUI

Wesley Lima Barbosa
EMAP Porto do Itaqui

Jose Airton Alves da Silva Brasil
Empresa Maranhense de Administração Portuária

Ana Carolina Brito França
Empresa Maranhense de Administração Portuária

Gabriel Lira Maciel
Universidade Federal do Maranhão

Resumo: O Oceano Atlântico desempenha um papel crucial na redistribuição de água doce, calor e nutrientes através da circulação meridional do Atlântico (AMOC), influenciando diretamente a plataforma continental do Maranhão. A região é impactada pelo padrão migratório da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que controla as chuvas e, conseqüentemente, as vazões dos rios Mearim, Pindaré e Grajaú, os quais descarregam sedimentos na Baía de São Marcos (BSM). A vazão do Rio Mearim, especialmente, contribui para a morfodinâmica da BSM, onde está localizado o Porto do Itaqui, um importante complexo portuário. O Porto do Itaqui, particularmente os berços 106 e 108, é vital para o transporte de graneis líquidos. A estabilidade desses berços é ameaçada pela perda de sedimentos na região, resultado do aumento da vazão do Rio Mearim e da dinâmica das correntes locais. A remoção de sedimentos pode expor as estacas de fundação dos berços, aumentando o risco de instabilidade estrutural e potenciais danos operacionais. O estudo realizado identificou uma relação entre a vazão do Rio Mearim e as mudanças na batimetria ao redor dos berços 106 e 108, demonstrando a importância do monitoramento contínuo da morfodinâmica local. A pesquisa sugere a implementação de monitoramento em tempo real para melhor responder às variações ambientais e assegurar a integridade das operações portuárias, contribuindo para a segurança e sustentabilidade do Porto do Itaqui.

Palavras-chave: Batimetria; Baía de São Marcos; monitoramento

1 INTRODUÇÃO

O Oceano Atlântico é um canal de navegação vital entre os continentes e tem recebido crescente atenção nas últimas décadas devido ao seu papel crucial na redistribuição de grandes quantidades de água doce, calor e nutrientes através da circulação meridional do Atlântico (AMOC) (Brandt et al., 2015; Foltz et al., 2019).

Parte desse oceano banha a plataforma continental do estado do Maranhão, que é influenciada por ventos de superfície dominados pelo padrão migratório da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Essa faixa de nuvens apresenta um ciclo sazonal proeminente, oscilando entre sua posição mais ao norte do equador em julho-setembro e sua posição mais ao sul em fevereiro-abril (Schneider et al., 2014; Nnamchi et al., 2021).

O grande volume de chuva associado a este sistema meteorológico provoca o aumento do volume dos três principais rios que formam a bacia hidrográfica do Mearim, sendo estes rios o Pindaré, o Mearim e o Grajaú, cujas águas deságuam na região sul da Baía de São Marcos (BSM), transportando cargas sólidas suspensas, principalmente argila e silte, com valores médios anuais de aproximadamente 250 mg/L (Malheiro da Silva 2011).

A parte sul da baía de São Marcos termina na confluência dos rios Mearim e Pindaré, os quais são responsáveis pela drenagem de uma extensa área continental do estado do Maranhão. Os efeitos de descarga fluvial se fazem sentir no extremo sul da baía, que em situações de cheia alcançam vazões da ordem de 830 m³/s. Comparado aos prismas de maré através da desembocadura da baía, que na sizígia é equivalente a 8,0 x 10⁶ m³/s e na quadratura a 4,0 x 10⁶ m³/s, as vazões destes rios correspondem a 0,1% e 0,2% do aporte na baía nestas condições respectivamente (Malheiro da Silva 2011).

A direta relação entre precipitação e vazão descreve o quanto o transporte sedimentar depende das condições atmosféricas em diversas escalas de fenômenos meteorológicos. A região do nordeste brasileiro apresenta variações nas vazões em escala interanuais e decadais associadas à variabilidade natural do clima, na mesma escala temporal de variabilidade de fenômenos interdecadais dos oceanos Pacífico e Atlântico tropicais (MARENGO, 2008). Este último apresenta o gradiente inter-hemisférico responsável pelo padrão zonal migratório da ZCIT, a qual é a principal responsável pelos acumulados de chuva e consequentemente aumento da vazão do rio Mearim (Chiessi et al., 2021; Steinman et al., 2022; Martín-rey et al., 2023).

A vazão do rio Mearim impacta especialmente a BSM, a qual apresenta um canal central muito bem definido, com profundidades de até 97 metros (Marinha do Brasil 1999a), que serve como hidrovia para as principais instalações portuárias: Porto de São Luís, Porto de Itaqui, terminal de Ponta da Madeira e terminal da Alumar. O Complexo Portuário do Itaqui está localizado na cidade de São Luís/MA e conta com um canal de acesso profundo. Este porto é composto por nove berços. Sua extensão de cais é de 2.420 metros, e seus berços possuem profundidades que variam de 12 a 24 metros, permitindo a atracação de navios de grande porte.

Os berços 106 e 108 são responsáveis pelo transporte de graneis líquidos, como gasolina, etanol, diesel, GLP e querosene de aviação, substâncias altamente nocivas ao meio ambiente. Esses terminais possuem uma rede de dutos essenciais para o transporte dessas matérias-primas. A perda de sedimentos na região onde se encontram os pilares dos berços é um fator de risco para a estrutura. Portanto, monitorar a integridade estrutural dos berços 106 e 108 é crucial para garantir uma exportação segura e sustentável.

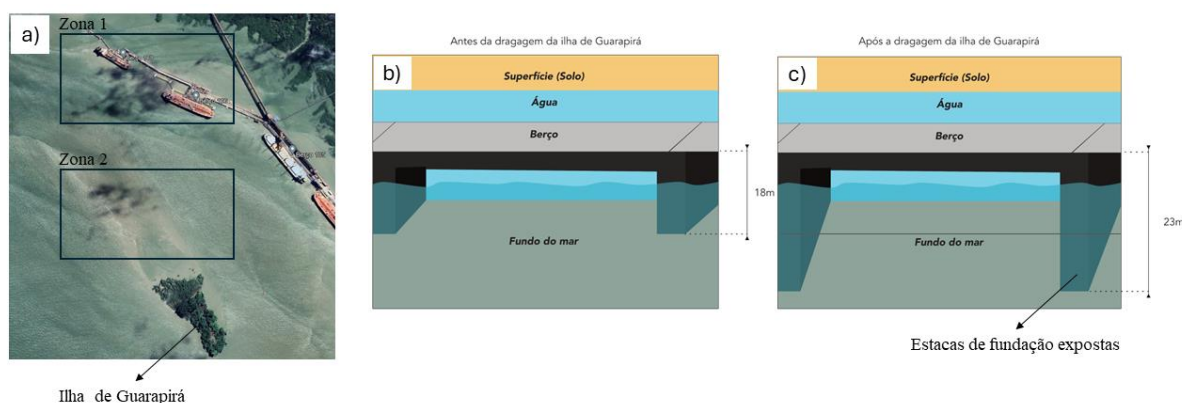
2 CONTEXTO

O presente relato descreve uma análise de risco identificada nos berços 106 e 108 do Porto do Itaqui situado na BSM em São Luís do Maranhão. A região é fortemente influenciada por um regime de macromarés do tipo semidiurna (duas preamaras e duas baixamars por dia lunar). As componentes harmônicas dessas marés apresentam amplitude média de 4,6 m e máxima de 7,2 m. Esse fenômeno induz fortes correntes de marés que as principais responsáveis pela circulação hidrodinâmica da baía (Portobrás, 1988 apud Mochel et al., 2006).

A combinação da vazão do rio Mearim com a preamar está influenciando o transporte de sedimentos nas regiões próximas aos pilares que sustentam o piso dos berços 106 e 109. A identificação do problema ocorreu após notar perdas sedimentológicas em uma taxa de 3 m a cada ano. O grande problema associado a essa perda de sedimento é a exposição da estaca de fundação que pode perder estabilidade e vir ao desmoronamento a qualquer evento extremo associado a condições oceanográficas e meteorológicas.

Na Figura 1, observa-se uma representação esquemática de como esses berços estão sendo afetados pela dinâmica das águas na região. A perda sedimentológica foi observada após a dragagem da Ilha de Guarapirã, identificada como zona 2 na figura. Após essa dragagem, o sedimento ao redor das estacas de fundação foi removido, aumentando a profundidade de 18 para 23 metros. Inicialmente, cogitou-se que as correntes de maré estariam transportando o sedimento dos berços para a área dragada próxima à Ilha de Guarapirã. No entanto, ao analisar a dinâmica de microescala e as teleconexões, verificaram-se mecanismos que sugerem a remoção de sedimentos pelo canal de acesso ao Porto do Itaqui.

Figura 1 – a) A zona 1 referente à localização dos berços 106 e 108 e zona 2 referente à dragagem da ilha de Guarapirã. b) Profundidade de 18m das estacas de fundação dos berços 106 e 108 antes da dragagem da zona 2 e c) profundidade de 23m das estacas de fundação dos berços 106 e 108 após a dragagem da zona 2.



3 INTERVENÇÃO

As gerências de Operação (GEOPE) e de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (GEPDI) do Porto do Itaqui uniram esforços para propor diagnósticos e soluções a respeito da problemática. Inicialmente foi realizado um estudo metaoceanográfico para descrever as condições dinâmicas da região que compreende as operações do Porto. Após a compreensão dos agentes ambientais

responsáveis pela exposição das estacas de fundação deve-se então iniciar projetos de engenharia para conter os danos causados pela remoção de sedimentos na região.

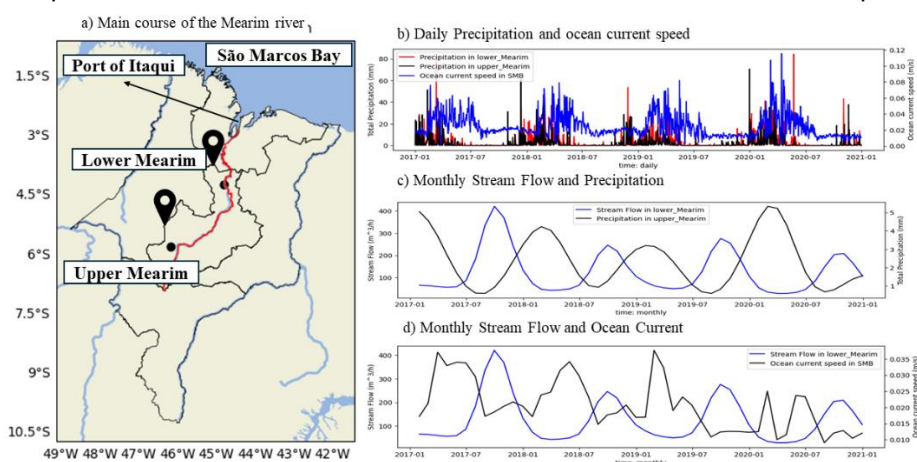
4 RESULTADOS OBTIDOS

Este relato apresenta como resultados análises estatísticas que relacionam a vazão do rio Mearim e a dinâmica de meaoscala próxima aos berços 106 e 108. Com o objetivo de verificar a influência da vazão do rio Mearim na velocidade de correntes da BSM, foram selecionados dados de vazão do rio Mearim da Agência Nacional das Águas (ANA), velocidade de correntes oceânicas da reanálise Glorys e de precipitação da reanálise climática global ERA5 (Hersbach et al., 2020; Jeanmichel et al., 2021). Foram calculadas as correlações cruzadas entre a precipitação e vazão do rio Mearim em dois pontos distinto ao longo do rio.

Os dados de precipitação foram coletados no alto curso do rio Mearim e correlacionados com os dados de vazão no baixo curso do rio Mearim (Figura 2-a). Na figura 2-b,c,d observa-se as series temporais de precipitação e velocidade de corrente na BSM, precipitação e vazão, corrente e vazão, respectivamente. Com exceção da vazão, as demais variáveis apresentam picos positivos no mesmo período. A estação chuvosa no norte do estado corresponde aos meses de verão e outono (janeiro, fevereiro, março, abril e maio). Nesses meses observa-se máximos diários de precipitação próximos de 60 mm, uma característica anômala em relação aos máximos diários convencionais.

Observa-se que para o mesmo período de máxima precipitação, ocorrem velocidades máximas de correntes na BSM (figura 2-b). O aumento de chuvas no alto curso do Mearim influencia a velocidade das correntes na BSM, isso é possível devido à um aumento da vazão do Mearim após as chuvas. Nota-se que os máximos de vazão no baixo curso do Mearim são fora de fase com os máximos de precipitação (figura 2-c), o que sugere uma influência da precipitação sobre a vazão após alguns meses em que ela ocorre sobre o alto curso do Mearim.

Figura 2 – a) Localização das séries temporais de precipitação e vazão no alto e baixo curso do rio Mearim, respectivamente. b) Séries temporais de precipitação velocidade de corrente em uma frequência diária. c) Séries temporais da precipitação e vazão do rio Mearim em uma frequência mensal. d) séries temporais da velocidade de corrente e vazão do rio Mearim em uma frequência mensal.

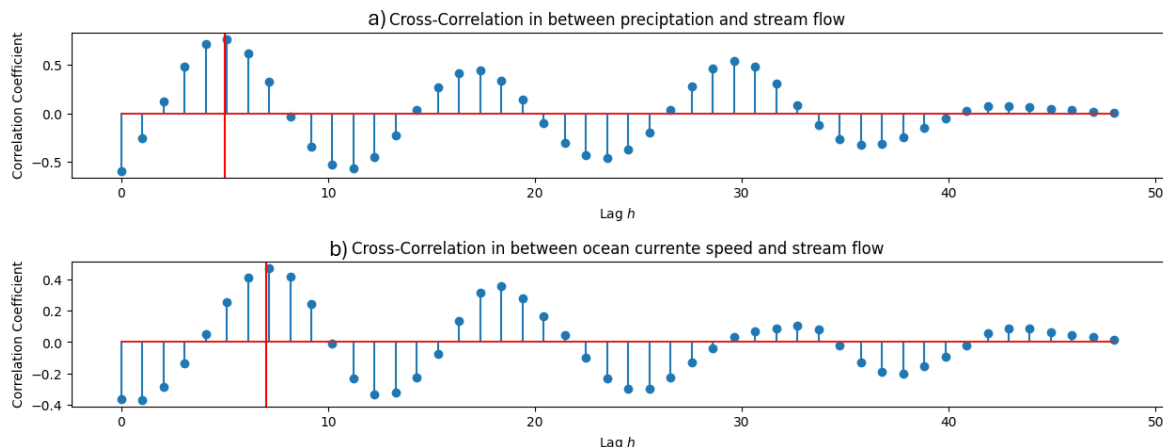


O ponto chave desse trabalho é entender em quantos meses ocorre a influência da chuva sobre a vazão e da vazão sobre a velocidade de corrente na baía. Uma forma de verificar a influência de uma variável ambiental sobre outra é por meio da correlação cruzada. Fenômenos capturado por séries temporais podem não acontecer

exatamente ao mesmo tempo, o que sugere um atraso entre eles. É esse atraso que queremos medir quando usamos a função de correlação cruzada. Neste caso queremos medir o deslocamento entre dois sinais periódicos que são idênticos em frequência, mas um é deslocado para frente no tempo. Ao observar a análise de correlação cruzada, devemos ser capazes de recuperar o quanto uma das séries temporais está à frente (ou atrasada!) da outra.

Na figura 3 observa-se as series temporais de correlação cruzadas entre a precipitação e vazão (figura 3-a) e velocidade de corrente e vazão (figura 3-b). A precipitação influencia de forma positiva os valores de vazão em um intervalo de tempo próximo de 4 meses após acontecer sobre o alto curso do Mearim (figura 3-a). Ou seja, toda a água que precipita sobre a região mais ao sul do estado demora aproximadamente 4 meses para chegar na região do baixo Mearim. A partir do baixo curso, observa-se que toda a corrente associada a vazão do rio demora aproximadamente 3 meses para chegar até à BSM e influenciar de forma positiva os picos de velocidade de correntes (figura 3-b).

Figura 3 - (a) Correlação cruzada entre a precipitação no alto curso do Rio Mearim e a vazão no baixo curso do Rio Mearim, evidenciando a relação temporal e espacial entre os eventos de chuva e o escoamento fluvial. (b) Correlação entre a vazão do Rio Mearim e a velocidade da corrente na Baía de São Marcos, destacando a influência hidrodinâmica na região costeira e os impactos potenciais nos processos sedimentares e na circulação local.



O ponto central dessas correlações é compreender como a batimetria é influenciada pelas variações na velocidade das correntes, que são indiretamente afetadas pelas chuvas e diretamente pela vazão do rio. As mudanças na morfodinâmica de fundo da Baía de São Marcos, especialmente nas proximidades dos berços 106 e 108, são evidenciadas nas figuras 4 e 5. Nessas figuras, observa-se a evolução temporal da batimetria do Porto do Itaqui. Embora a análise não seja contínua no tempo (dados discretos), é possível identificar variações na profundidade em regiões próximas aos berços. Como exemplo, a figura 4-a,c mostra um aumento na profundidade ao longo de um intervalo de 7 meses.

Ao analisar espacialmente as mudanças na batimetria ao longo de toda a área de atracação de navios, identificam-se diferenças positivas na profundidade entre as batimetrias realizadas em 2017 e 2018. De forma semelhante, diferenças positivas, embora de menor magnitude, foram encontradas nas batimetrias realizadas nos meses de janeiro e abril de 2022. O aumento interanual da profundidade levanta preocupações quanto à integridade das estruturas dos berços de atracação, que ficam expostas às intempéries por determinados períodos do ano. Com o aumento da

profundidade, os pilares que sustentam os berços tornam-se mais suscetíveis à instabilidade, o que pode resultar em danos operacionais.

O aumento da profundidade na região do Porto do Itaquí está diretamente relacionado ao aumento da vazão do Rio Mearim. À medida que a vazão do rio aumenta, ocorre uma intensificação no transporte de sedimentos em direção à Baía de São Marcos, onde esses sedimentos são redistribuídos pela dinâmica das correntes locais. Essa redistribuição pode resultar na remoção de sedimentos do fundo, aprofundando áreas próximas aos berços de atracação. Assim, o incremento na vazão não apenas influencia a morfodinâmica da região, mas também contribui para a erosão do leito, levando ao aumento da profundidade, o que, por sua vez, pode comprometer a estabilidade das estruturas portuárias ao longo do tempo.

Figura 4 - Evolução temporal da profundidade nos berços 106 e 108 do Porto do Itaquí. A série temporal ilustra as variações discretas na batimetria entre os anos de 2017 e 2023, destacando o aumento da profundidade nas áreas adjacentes aos berços (retângulos em vermelho).

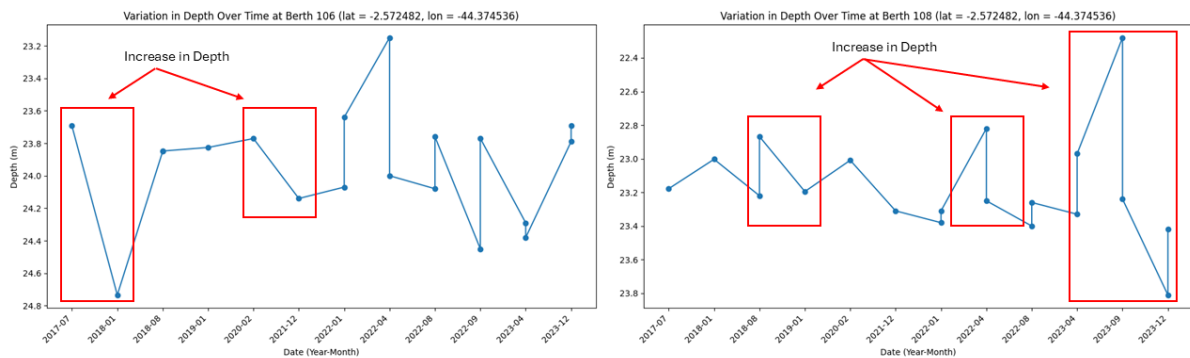
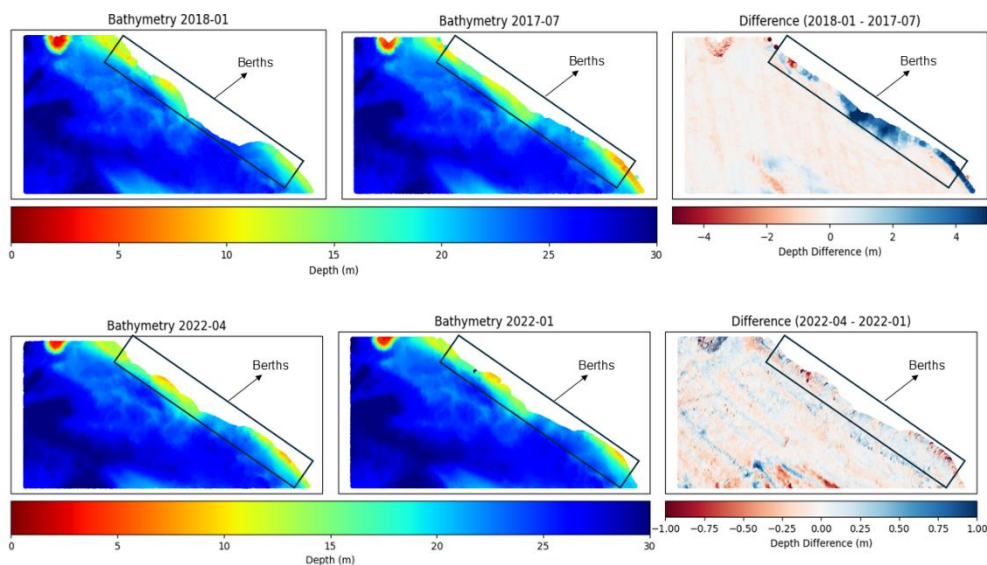


Figura 5 - Comparação da batimetria nos berços 106 e 108 do Porto do Itaquí. A figura mostra a batimetria dos anos de 2017 e 2018, destacando as diferenças na profundidade entre esses anos. Na segunda linha é apresentada a batimetria nos meses de janeiro e maio de 2022, com a respectiva variação na profundidade ao longo desses meses.



5 CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi amplamente atendido ao identificar e analisar as correlações entre a vazão do Rio Mearim, a batimetria e a integridade estrutural dos berços 106 e 108 do Porto do Itaquí. A compreensão dessas relações é crucial, dada

a importância desses berços para o transporte de substâncias altamente nocivas ao meio ambiente. A pesquisa destacou a necessidade de monitoramento contínuo da morfodinâmica da região, especialmente considerando o aumento da profundidade e o consequente risco à estabilidade das estruturas portuárias.

Como contribuições, o estudo fornece insights valiosos para a gestão portuária, enfatizando a necessidade de ações preventivas para garantir a segurança e a sustentabilidade das operações. No entanto, uma sugestão para aprimoramento futuro seria a implementação de monitoramento contínuo e em tempo real das mudanças batimétricas, além de estudos mais detalhados sobre o impacto a longo prazo das variações na vazão do rio. Isso permitiria uma resposta mais ágil e precisa às mudanças ambientais, contribuindo ainda mais para a segurança operacional e a preservação ambiental na região.

REFERÊNCIAS

BRANDT, P. et al. On the role of circulation and mixing in the ventilation of oxygen minimum zones with a focus on the eastern tropical North Atlantic. *Biogeosciences*, v. 12, p. 489-512, 2015.

CHIESSI, C. M.; MULITZA, S.; TANIGUCHI, N. K.; PRANGE, M.; CAMPOS, M. C.; HÄGGI, C.; SCHEFUß, E.; PINHO, T. M. L.; FREDERICHS, T.; PORTILH-RAMOS, R. C.; SOUZA, S. H. M.; CRIVELLARI, S.; CRUZ, F. W. Mid- to late-Holocene contraction of the Intertropical Convergence Zone over northeastern South America. *Paleoceanography and Paleoclimatology*, v. 36, e2020PA003936, 2021.

FOLTZ, G. R. et al. The tropical Atlantic observing system. *Frontiers in Marine Science*, v. 6, p. 206, 2019.

JEAN-MICHEL, L.; ERIC, G.; ROMAIN, B.-B.; GILLES, G.; ANGÉLIQUE, M.; MARIE, D.; CLÉMENT, B.; MATHIEU, H.; OLIVIER, L. G.; CHARLY, R. et al. The Copernicus global 1/12 oceanic and sea ice GLORYS12 reanalysis. *Frontiers in Earth Science*, v. 9, p. 698876, 2021.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, v. 22, p. 83-96, 2008.

MALHEIRO DA SILVA, R. Técnica de interferometria SAR e modelagem hidrodinâmica para avaliação de locais adequados ao aproveitamento da energia das correntes de maré. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Oceânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

MARINHA DO BRASIL. Carta Náutica 410: Proximidades da Baía de São Marcos. Escala: 1:50.000, 1999.

MARTÍN-REY, M.; VALLÈS-CASANOVA, I.; PELEGRÍ, J. L. Upper-ocean circulation and tropical Atlantic interannual modes. *Journal of Climate*, v. 36, n. 8, p. 2625-2643, 2023.

NNAMCHI, H. C.; LATIF, M.; KEENLYSIDE, N. S.; KJELLSSON, J.; RICHTER, I. Diabatic heating governs the seasonality of the Atlantic Niño. *Nature Communications*, v. 12, p. 376, 2021.



SCHNEIDER, T.; BISCHOFF, T.; HAUG, G. H. Migrations and dynamics of the intertropical convergence zone. *Nature*, v. 513, p. 45-53, 2014.

STEINMAN, B. A.; STANSELL, N. D.; MANN, M. E.; COOKE, C. A.; ABBOTT, M. B.; VUILLE, M.; BIRD, B. W.; LACHNIET, M. S.; FERNANDEZ, A. Interhemispheric antiphasing of neotropical precipitation during the past millennium. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 119, e2120015119, 2022.

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE CAMA DE GRANULADO SOB PILHA DE PRODUTO DE MINÉRIO DE FERRO

Brunna Abrantes de Andrade

Vale

Izabella Cavalieri da Silva Cavalieri

Vale

Roberto Correa

Vale

Lucas Silva

Vale

Victor Olímpio Martins de Araujo

Vale

Resumo: A crescente demanda por minério de ferro, somada às condições desafiadoras de drenagem nos pátios de estocagem, exige soluções ágeis para garantir a continuidade operacional. Este estudo apresenta a aplicação de uma camada granular sob as pilhas de minério de ferro como uma solução emergencial para mitigar os impactos do acúmulo de água nos pátios de estocagem, principalmente durante períodos de alta pluviometria. A intervenção foi implementada em um terminal portuário da Vale e mostrou resultados positivos, reduzindo o tempo necessário para preparação do pátio e minimizando os riscos operacionais associados ao contato direto do minério com a água. Em cenários com excesso de água nos pátios de estocagem, é recomendado que antes de iniciar um novo empilhamento, se prepare a área de estocagem até que esta esteja isenta de água acumulada. A implantação de camada granular evita o contato direto da pilha com a água. Dessa forma, a necessidade de preparação da área é reduzida ou descartada. Com isso, o tempo de espera entre um empilhamento e outro é otimizado, o que permite um aumento na produtividade e aumento de giro, durante períodos de alta pluviometria. Este relato técnico discute os ganhos e desafios desta solução e sugere melhorias futuras para otimizar a eficiência das operações de estocagem e drenagem.

Palavras-chave: pilha de produto; estocagem; drenagem; pátio; granulado.

1 INTRODUÇÃO

O minério de ferro representa importante relevância econômica, com crescente demanda para impulsionar a indústria siderúrgica. É necessário o beneficiamento do material bruto para a obtenção do produto final, em outras palavras, tem-se a necessidade de adequação das características químicas e físicas desejadas para a sua comercialização.

Após o beneficiamento, geralmente, há as fases de transporte e estocagem, que antecede a etapa para embarque comercial. A necessidade da realização de estoques se dá para melhorar a homogeneização do material ou atingir algumas propriedades químicas e ou físicas. Conforme Fortes (2012), “os estoques funcionam como reserva para a operação em épocas de chuva, nas paradas previstas ou não, amortecer oscilações na produção entre operações com lead times diferentes, aguardar embarque ou mesmo homogeneizar o material.”

Esta estocagem temporária recebe o nome de “pilha de produto”. Cruz (2003), destaca a formação dessas pilhas através de empilhadeiras que se deslocam longitudinalmente ao pátio por meio de pares de trilhos. Estas empilhadeiras são similares a guindastes, com correias acopladas, que formam pilhas ao despejar minério de ferro nos pátios de estocagem.

De acordo com Hawley (2017), os principais fatores que influenciam a estabilidade da pilha de produto são: Altura, volume e inclinação da pilha de produto, bem como a qualidade do material que compõe a pilha, as características da fundação abaixo da pilha de produto, método construtivo, condições climáticas e piezométricas, taxa de empilhamento e sismicidade.

Conforme Fortes (2012), “nos estoques de minério, a qualidade é deteriorada. Cada etapa do manuseio é capaz de trazer consequências vistas como negativas para a qualidade do produto. Podem acontecer segregação granulométrica, degradação granulométrica (por queda ou esmagamento), desprendimento de poeira ou perda de rastreabilidade do material.”

A indústria de mineração enfrenta constantes desafios para garantir a eficiência das operações de estocagem de minério de ferro, especialmente em períodos de alta pluviometria. Uma das principais dificuldades está relacionada a drenagem dos pátios de estocagem, onde o acúmulo de água na base das pilhas pode comprometer tanto a estabilidade geotécnica quanto a eficiência operacional. Como boa prática de segurança, o empilhamento deve ser interrompido até que a água acumulada seja removida e a área preparada novamente.

Nos últimos anos, a necessidade de implementar soluções ágeis e eficazes para lidar com esses desafios tornou-se crucial. Entre as alternativas emergenciais, destaca-se a aplicação de uma camada granular sob as pilhas de minério, uma solução temporária que visa evitar o contato direto do minério com a água acumulada, otimizando o tempo de preparação da área de estocagem e aumentando a produtividade do pátio.

Este relato técnico aborda a experiência de implementação de uma camada granular sob as pilhas de minério de ferro, realizada em um terminal portuário da Vale, no Rio de Janeiro, que visou minimizar o contato da água com a base das pilhas, e, conseqüentemente, reduzir o tempo de preparação da área de estocagem, otimizando as operações durante períodos de alta pluviometria.

O presente trabalho traz a experiência com o emprego de uma camada granular sob a base da pilha, com o objetivo de reduzir o contato entre o material (pilha) e a água represada. O emprego desta camada traz benefícios como a possibilidade de

aumento de giro de pátio, em períodos de alta pluviometria e redução de horas gastas para preparação de base e conseqüente ganho de produtividade. O objetivo deste relato é apresentar os resultados obtidos e as lições aprendidas com a implementação da solução, mostrando como uma medida emergencial, pode atender às necessidades operacionais e garantir a continuidade das operações em cenários críticos.

2 CONTEXTO

O crescimento da demanda por minério de ferro aumentou a necessidade de otimizar as operações de estocagem nos terminais portuários. No entanto, em períodos de alta pluviometria, a drenagem superficial nem sempre acompanha o ritmo acelerado de movimentação de material, o que resulta em desafios operacionais durante estes períodos.

O acúmulo de água nos pátios de estocagem cria uma série de problemas. Além de comprometer a estabilidade geotécnica das pilhas de produto, a presença de água "represada" sob as pilhas dificulta as operações de empilhamento, pois o material não pode ser estocado diretamente sobre áreas com água. A prática recomendada é interromper o empilhamento até que a área esteja completamente seca e preparada novamente, o que resulta em perda de tempo e queda na produtividade.

Conforme informado por Moreira (2022), garantir um produto com baixo teor de umidade é essencial para manter a segurança e eficiência ao longo de toda a cadeia logística, desde o pátio até o transporte final em navios.

Os pátios de estocagem dos terminais portuários, são os locais onde o produto é concentrado em pilhas, aguardando carregamento de navios, para posterior transporte, através dos navios até os clientes. Durante esse tempo, a eficiência da drenagem pode determinar se o minério de ferro terá um teor de umidade adequado para transporte ou se será necessário um tratamento adicional.

Com a demanda crescente por área de estocagem e aumento de capacidade, tem-se o desafio de, ao mesmo tempo, garantir a segurança em relação ao deslizamento de pilhas e uma boa eficiência operacional. A pilha de produto disposta em área com drenagem superficial ineficiente ou sobre locais com acúmulo de água, não é uma prática de segurança adequada. Porém, muitas vezes, garantir o cenário ideal (livre de água) pode despende muitas horas operacionais, representando longos períodos sem estocar. Cenários com água acumulada na área de estocagem podem ocorrer em períodos de alta pluviometria, onde direcionar as águas industriais requer tratamentos adequados e grandes reservatórios para essa água.

A aplicação de uma solução emergencial, como a camada granular sob as pilhas, busca mitigar os efeitos negativos da alta pluviometria e/ou de um sistema de drenagem inadequado. Além de prevenir o contato direto do minério com a água acumulada, a camada granular reduziu o tempo necessário para a preparação do pátio entre os ciclos de empilhamento. Isso refletiu diretamente na melhoria da eficiência operacional, já que permite a continuidade das operações sem comprometer a segurança.

3 INTERVENÇÃO

A camada de granulado ou "cama" de lons é benéfica especialmente em casos de problemas com a drenagem superficial dos pátios de estocagem e/ou em

momentos de intensa pluviometria. Conforme apresentado em IBRAM (2021), estudos apontam que o controle da umidade do minério desde o pátio de estocagem é essencial para garantir a segurança durante o manuseio, transporte ferroviário, descarregamento nos viradores de vagão e, finalmente, o embarque em navios. A água acumulada nas pilhas pode prejudicar a cadeia logística, causando desde a paralisação de navios até problemas no transporte de minério para os clientes.

A camada de granulado foi implementada no pátio de estocagem, como uma medida emergencial visando mitigar esses riscos e otimizar as operações durante períodos de alta pluviometria.

Situações de água represada e presença excessiva de água na área de estocagem, não representam um bom cenário para a estocagem. Para estes casos, é comum o estabelecimento de restrições quanto ao empilhamento. Como boa prática de segurança pode-se até mesmo impedir o estoque nessas condições.

3.1 IMPLANTAÇÃO: ESTUDO DE CASO COM EMPREGO DE CAMA DE GRANULADO

O estudo de caso no Terminal Portuário da Vale, no Rio de Janeiro, contou com a implantação da cama de granulado em pilhas definidas estrategicamente, a partir de uma avaliação dos pontos críticos de acúmulo de água nos pátios.

Conforme apresentado nas Figuras 01 e 02, a implementação da camada granular, visou elevar a base das pilhas de produto, evitando o contato direto com a água acumulada, e assim reduzir o tempo necessário para a preparação da base das pilhas após cada recuperação.

Figura 01 - Fotografias da base de granulado apresentado a área disponível para empilhamento sem acúmulo de água e canaleta lateral com água.



Fonte: Autor.

Figura 02 - Fotografias da base de granulado a pilha formada sob a camada de granulado.



Fonte: Autor.

3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS CONSTRUTIVAS

Conforme apresentado nas Figuras 03 e 04, a seguir. Sua implantação ocorreu seguindo as seguintes etapas:

- 3 *Definição dos pontos críticos de maior acúmulo de água nos pátio de estocagem.*
- 4 *Definição do material granular a ser utilizado e planejamento integrado para recuperação, preparação de base e empilhamento do material granular nas pilhas programadas.*
- 5 *Nivelamento do material granular na base do pátio respeitando os limites das canaletas laterais.*
- 6 *Configurar novo limite inferior da lança para evitar a recuperação do granulado e consequente contaminação da carga.*

As figuras 03 e 04, apresentam respectivamente, a preparação de um dos pátios e a configuração dos limites inferiores da lança após conclusão da etapa de preparação da cama de granulado.

Figura 03 – Etapa de preparação da camada de granulado.



Fonte: Autor.

Figura 04 – Etapa de configuração do novo limite inferior da lança para evitar a recuperação do granulado e consequente contaminação da carga



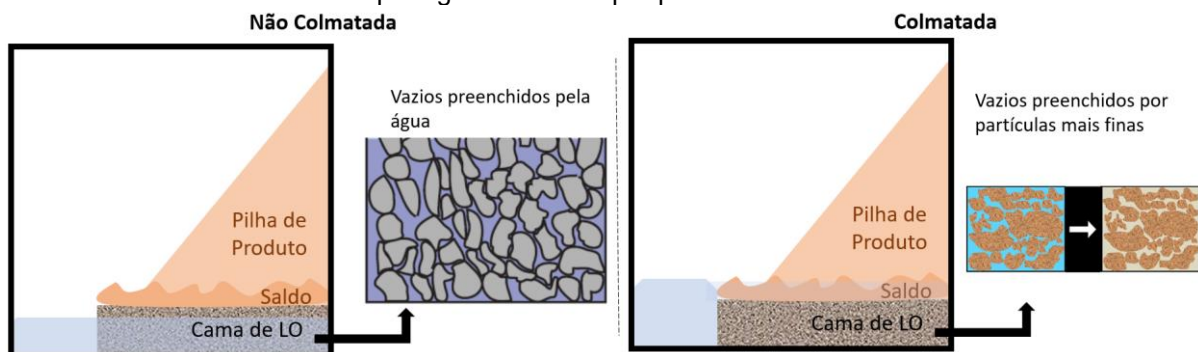
Fonte: Autor.

3.3 CUIDADOS COM A CAMA DE GRANULADO

Um dos principais cuidados com a camada granular é que esta não se degrade ao longo do tempo, ou seja, que não haja colmatção desta camada. Com a colmatção, os vazios da camada granular são preenchidos por partículas menores, proveniente muitas vezes da quebra do próprio material granular, ou, mais comumente, do material do empilhamento.

O grande problema da camada granular, ou cama de lons, colmatada é que esta perde a capacidade de manter a pilha distante da água represada, perdendo a eficiência, com tendência a retornar a condição de água em contato com a pilha de produto. A Figura 05 exemplifica a diferença na lâmina de água (água represada no pátio, por ineficiência da drenagem superficial) com a camada colmatada e sem colmatção.

Figura 05. Exemplo de camada colmatada e não colmatada. A primeira, com os vazios preenchidos por água e a última por partículas finas.



Fonte: Autor.

Com isso, com a cama de LO colmatada, há a tendência de formação de bolsões de água no topo da camada de granulado, interface com a pilha e assim, tem-se a perda da eficiência do sistema.

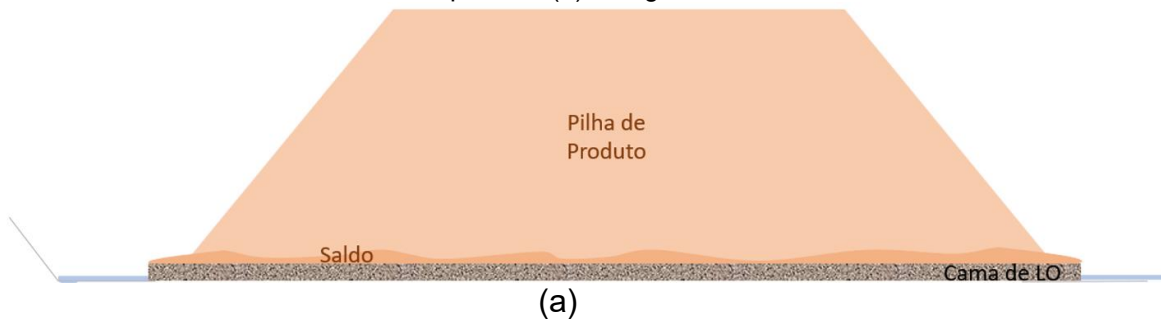
A fim de reduzir a taxa de colmatção da camada, é recomendado que se faça uma transição granulométrica, como num filtro, para reduzir esta “degradação”. Assim, nas interfaces próximas a pilha inserir material de granulometrias menores, até atingir a camada mais grossa próxima ao solo.

De outra forma, deve-se prever a manutenção ou troca da cama de lons de tempos e tempos. A frequência da manutenção deve estar de acordo com as condicionantes do local e se recomenda a realização de verificação in situ, especialmente após períodos de alta pluviometria.

Outro cuidado importante, ligado diretamente com a interface entre a pilha e a camada granular, é relativa aos riscos de contaminação do carregamento. Ou seja, o carregamento ou pilha de produto não pode ter sua qualidade afetada ou desvios em curva granulométrica, devido a recuperação ou retomada parcial de materiais provenientes da cama de granulado.

É importante que seja prevista uma pequena camada, neste trabalho denominada de “saldo”, que seja compatível com os materiais da pilha de produto. Desta forma, em caso de recuperação do saldo, não há o comprometimento da qualidade do material da estocagem. As Figuras 06 (a) e (b) exemplificam a disposição desta camada.

Figura 06. (a) Esquemático da camada de lons com saldo na interface para evitar contaminação do material empilhado. (b) Fotografia do local



Fonte: Autor.

Outro cuidado importante é o ajuste da capacidade de estocagem, já que a altura total disponível para o empilhamento ou pilha de produto é afetado pela presença da camada de granulado com o saldo. Esse impacto na capacidade de estocagem precisa ser avaliado previamente, já que também influencia diretamente na segurança, ou raio de alcance de deslizamento do material.

4 RESULTADOS OBTIDOS

A aplicação da camada granular sob as pilhas de minério de ferro nos pátios de estocagem mostrou ser uma solução emergencial eficaz em cenários de alta pluviometria. Após a aplicação da camada granular, o tempo de preparação das áreas foi reduzido consideravelmente, permitindo o empilhamento contínuo, mesmo durante períodos de alta pluviometria,

Anteriormente, o tempo de inatividade causado pela necessidade de preparação das áreas de empilhamento em períodos chuvosos era significativo, com perdas de produtividade devido ao acúmulo de água na base das pilhas. Sem a presença da camada granular, o acúmulo de água sob as pilhas, exigia que a cada empilhamento, fosse necessário remover essa água antes de reiniciar a operação, ver Figura 7. Esse processo de preparação resultava em perda de eficiência, esse processo de preparação resultava em perda de eficiência, especialmente em períodos de alta pluviometria, quando as áreas de estocagem ficavam saturadas.

Figura 07 - Preparação de área em períodos de alta pluviometria.



Fonte: Autor.

Com a implementação da camada granular, a base das pilhas foi elevada, evitando o contato direto com a água acumulada, ver Figura 08. Isso permitiu que as operações de empilhamento continuassem sem a necessidade de interrupções para remoção da água e preparação da área. O tempo "aguardando preparação de área" foi consideravelmente reduzido, o que resultou em um ganho significativo de produtividade.

Figura 08 - Pilha sobre cama de granulado durante período chuvoso, sem contato direto com a água o local.



Fonte: Autor.

4.1 INSPEÇÃO TESTE PARA VERIFICAÇÃO DO GRAU DE COLMATAÇÃO

A cama de granulado, do estudo de caso do presente trabalho, foi construída antes de iniciar os meses de maior pluviometria para a região. Durante os meses de alta pluviometria, a camada performou bem em ganhos operacionais, como visto no item anterior. Após o período de chuvas, foi realizada inspeção para avaliar a condição de degradação da cama.

A inspeção se deu de maneira táctil-visual e se constituiu de retirar uma amostra para avaliação meramente visual. A retirada da amostra foi possível com o auxílio de escavadeira, em que foi possível avaliar a condição do interior da camada.

Nos pontos onde não havia a presença da camada de saldo, ou próximo dos locais de maior acúmulo de água, havia uma colmatação mais severa. Ou seja, na interface pilha-camada era possível observar a presença de lama impedindo a visualização do topo da camada granular.

Foi percebido um certo grau de partículas granulares quebradas. Esta quebra pode ter se dado durante o teste com a escavadeira, ou mesmo com o emprego de material já degradado. Esta observação traz a luz que o emprego do material para compor a camada deve ser o mais livre de finos possível, evitando partículas quebradas ou degradadas, ou ainda de baixa resistência.

Outra observação possibilitada pela retirada da amostra foi a verificação da umidade presente no interior da camada granular. Espera-se que o material da pilha de produto seja capaz de dissipar sua umidade, parcialmente, através da cama de granulado. A Figura 09 ilustra o teste de inspeção realizado.

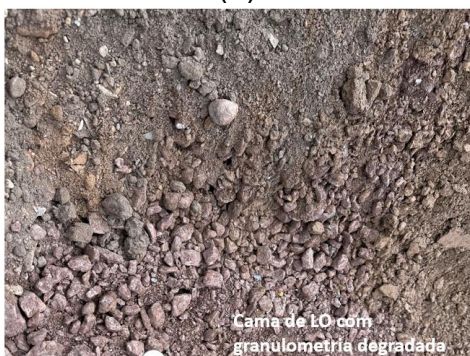
Figura 09. (a) Posicionamento da escavadeira para retirada da amostra. (b) Fotografia do local, com pontos colmatado. (c) Fotografia do lons degradado. (d) Umidade no grão.



(a)



(b)



(c)

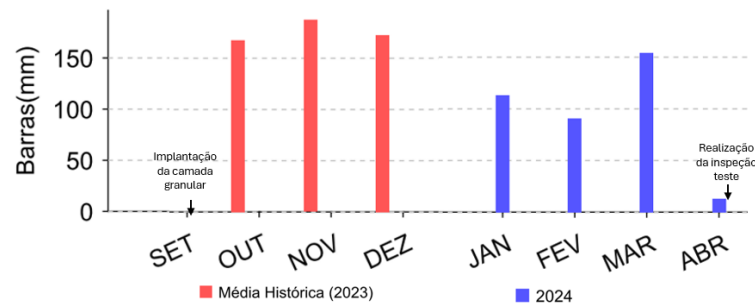


(d)

Fonte: Autor.

O gráfico da pluviometria acumulada nos meses que antecederam a inspeção pode ser visualizado na Figura 10.

Figura 10 - Pluviometria acumulada dos meses que antecederam o teste.



Fonte: Autor; pluviômetro local próprio.

5 CONCLUSÃO

Como visto, a aplicação da camada granular sob as pilhas de minério de ferro nos pátios de estocagem provou ser uma solução emergencial eficaz em cenários de alta pluviometria. Principalmente quando a drenagem superficial se encontra comprometida, ocorrendo baixo escoamento ou água represada na área de estocagem.

A implementação da camada granular possibilitou um ganho expressivo em redução de tempo gasto para preparação da área de estocagem, para eliminar os pontos com acúmulo de água. Com isso, houve aumento da produtividade operacional e aumento de giro de pátio.

Embora a solução temporária tenha sido suficiente para atender às necessidades operacionais emergenciais, é preciso avaliar os impactos na capacidade de estocagem, já que a camada “rouba” altura útil da pilha de produto. Assim, a espessura da camada deve ser dimensionada, de modo que não implique em perdas significativas na capacidade de estocagem, e não interfira no raio de alcance em caso de deslizamento.

Os cuidados para garantir a boa eficiência de performance da camada são imprescindíveis. Recomenda-se que sejam realizadas inspeções periódicas a fim de avaliar o grau de degradação da camada e se avaliar a necessidade de substituição integral ou parcial a cada período chuvoso.

É importante garantir a drenagem superficial no entorno da camada de lons, mantendo os canais/ canaletas laterais desobstruídas e com livre escoamento de água. Manter a área de estocagem livre de água represada é importante também para a vida útil da camada de lons.

É de suma importância que o material que irá compor a camada granular, tenha partículas em boas condições, sem quebras ou partículas de baixa resistência e que esteja livre de finos.

Deve-se cuidar para que não haja a retomada ou recuperação de alguma parcela da camada granular, a fim de evitar o comprometimento da qualidade do carregamento. Uma boa medida para evitar esta contaminação, é dispor uma camada de saldo com característica transitória e similar com o carregamento, de tal forma que em caso de recuperação, não impacte na qualidade do embarque.

Assim, pode-se dizer que em cenários de crise, com excesso de água na área de estocagem, a camada granular ou cama de lons, representa ganhos operacionais com redução de hora no preparo da área e se comportou como uma boa medida emergencial para solucionar problemas de giro, em cenários de alta pluviometria.

Em síntese, o sucesso desta solução emergencial reforça a importância da drenagem nos pátios de estocagem e sugere que melhorias contínuas devem ser aplicadas para atender aos padrões de segurança e eficiência da cadeia logística.

6 CONTRIBUIÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Pode-se realizar uma investigação sobre a quantidade de horas gastas para preparar a área nas condições de água acumulada, a fim de melhor quantificar o ganho na produtividade e aumento de giro.

Uma premissa que pode ser adotada nas inspeções in situ, a fim de verificar o grau de colmatação da camada granular, é o de coletar amostra e realizar ensaio de granulometria, para verificar o percentual de finos presentes.

Como visto, o ideal é que se faça camadas de granulometria transitórias, como um filtro, a fim de reduzir e minimizar a taxa de colmatação e aumentar a durabilidade da camada.

REFERÊNCIAS

- Cruz, André Vargas Abs da. (2003). "Otimização de planejamento com restrições de precedência usando algoritmos genéticos e co-evolução cooperativa." Dissertação. DEE, PUC-RJ, Rio de Janeiro
- Fortes, F. F., Pereira, A. C., (2012), *Manuseio, Estocagem e Qualidade do Minério de Ferro*. Tecnol. Metal. Mater. Miner., São Paulo, V. 9, N. 2, p. 117-122, abr.-jun. 2012. Disponível em: <<http://tecnologiammm.com.br/doi/10.4322/tmm.2012.018/>>. Acesso em: 15 março 2024.
- Hawley, M.; Cunning, J. (2017) *Mine Waste Dump and Stockpile Design*, CSIRO Publishing, Clayton South, Australia, 30 p.
- Moreira, Debora Dias Costa. "Estudo da influência da distribuição granulométrica dos finos de minério de ferro na liquefação durante o transporte marítimo". 2022. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia). PRODERNA/ITEC.
- Newsletter, IBRAM. "A importância do limite de umidade para transporte marítimo de minério". 2021. Disponível em: <<https://ibram.org.br/noticia/a-importancia-do-limite-de-umidade-para-transporte-maritimo-de-minerio/>> Acesso em: 06 out. 2024.

**APLICAÇÃO DO PDCA PARA REDUÇÃO DO RETRABALHO NAS
MANUTENÇÕES DE PÁTIOS DE ESTOCAGEM DE UMA MINERADORA
DURANTE O PERÍODO CHUVOSO**

Alex Zito
Vale S.A

Lucas Silva
Vale S.A

Bruno Santos
Vale S.A

Resumo: Neste estudo, é explorada a aplicação da metodologia PCDA para mitigar os desafios operacionais enfrentados por uma mineradora durante a temporada de chuvas. O PDCA é uma abordagem de gestão que visa garantir o cumprimento das metas cruciais para a sustentabilidade de uma organização. O objetivo deste trabalho foi identificar soluções eficazes para minimizar os impactos relacionados à preparação de áreas para empilhamento e à drenagem de pátios. Os resultados indicaram que houve um aumento no uso dos equipamentos portuários, uma diminuição nos impactos da preparação de áreas e no tempo de espera para drenagem, o que ocasionou um aumento na receita e uma redução dos riscos para os colaboradores durante o processo de preparação de área para empilhamento.

Palavras-chaves: utilização; PDCA; preparação de área para empilhamento; drenagem.

1 INTRODUÇÃO

No cenário global atual, uma das vantagens competitivas entre as concorrentes de empresas multinacionais, estão relacionados pelo diferencial de mercado, sem perda de qualidade dos produtos ou serviços além do nível de atendimento da satisfação dos clientes.

Na área portuária, o crescente avanço tecnológico, aliado ao desenvolvimento logístico impulsionam os portos públicos e privados a cada vez mais aprimorar ou elaborar ações estratégicas, com o propósito de obtenção de posição mais vantajosa no mercado. Nesse sentido, a empresa Vale S/A, uma das maiores organizações de mineração do mundo, presente em 37 países e sede no Brasil, possui sistema de operações que integra mina-ferrovia-porto, no qual são focalizados esforços e investimentos em novas tecnologias, pessoas e meio ambiente. As operações da Vale, em território nacional, estão divididas, de acordo com sua localização, nos complexos Norte, Sul e Sudeste.

Especificamente, no complexo portuário Sul é formado pelos Terminais da Ilha Guaíba (TIG) e pela Companhia Portuária Baía de Sepetiba (CPBS), com capacidade de embarque de próxima de 75 milhões de toneladas por ano. Uma das maiores alavancas deste processo portuário, estão as conexões dos processos das funções manter e função operar de forma que juntas formam os processos fins do negócio para melhoria da produtividade e cumprimento dos volumes destes terminais.

Partindo desse contexto, apresenta-se o seguinte tema objetivo de pesquisa: “APLICAÇÃO DO PDCA PARA REDUÇÃO DO RETRABALHO NAS MANUTENÇÕES DE PÁTIOS DE ESTOCAGEM DE UMA MINERADORA DURANTE O PERÍODO CHUVOSO”

Para responder tal pergunta, tem-se o objetivo: analisar o impacto gerado antes da implementação do PDCA para redução do retrabalho na manutenções de pátios de estocagem durante o período chuvoso nos Portos da Vale no Rio de Janeiro, e logo os ganhos expressivos pós implementação. Desta forma, o universo do estudo volta-se para o complexo portuário Sul da Vale, sendo o Terminal da Ilha Guaíba (TIG), Companhia Portuária Bacia de Sepetiba (CPBS), o objeto de pesquisa investigado. Ou seja, será verificada a condição do “antes” e “depois” a implementação.

Este trabalho, trata-se de estudo de caso do tipo exploratório, com pesquisa de campo no Complexo Portuário Sul da Vale, especificamente no Terminal da Ilha Guaíba (TIG) e Companhia Portuária Bacia de Sepetiba (CPBS), uso de abordagem qualitativa e quantitativa, procedimentos de pesquisa documental, associada à técnica de observação participante, além de aplicação de sistemas de software como instrumento de coleta de dados.

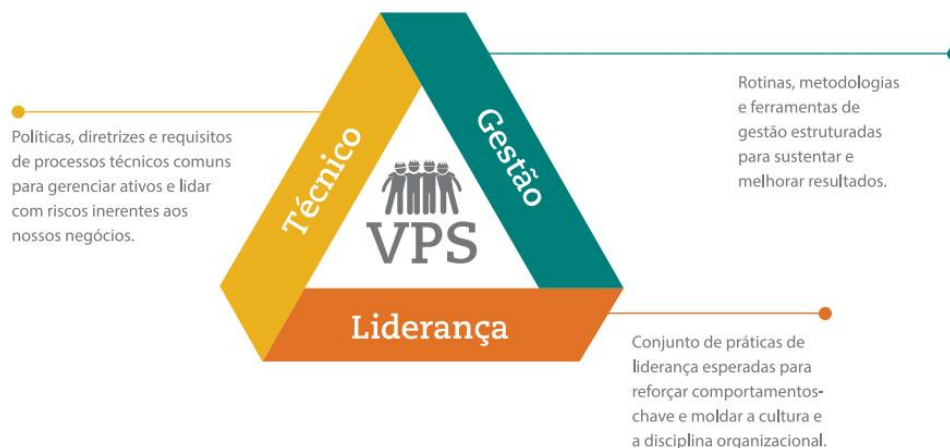
2 CONTEXTUALIZAÇÃO

O TIG, juntamente com o CPBS faz parte do Complexo Portuário Sul da Vale. O TIG iniciou suas operações em 1973 e está capacitado para embarcar 50Mt de minério de ferro por ano. Conta com dois berços de atracação de navios com capacidade nominal de 11.500ton/h, três empilhadeiras-recuperadoras com capacidade nominal de empilhamento de 8.000ton/h e de recuperação 8.400ton/h e dois viradores de vagões com capacidade nominal de 8.000ton/h cada. Por sua vez, o terminal da CPBS iniciou suas operações como parte da Vale em 2007 e está capacitado para embarcar 25Mt de minério de ferro por ano, contando com um berço

de atracação com capacidade nominal de 9.000ton/h, duas empilhadeiras-recuperadoras com capacidade nominal de empilhamento de 7.000ton/h e de recuperação 4.500ton/h e um virador de vagões com capacidade nominal de 6.600ton/h.

O TIG, objeto do presente estudo, localiza-se a Leste da Baía da Ilha Grande, na barra de entrada, logo no início da Baía de Sepetiba, sendo que a Ilha Guaíba se situa perto da costa, ligada ao continente por uma ponte ferroviária por onde recebe o minério, não havendo ligação por via rodoviária. O terminal fica a cerca de 65 milhas náuticas da entrada da Baía da Guanabara (Rio de Janeiro) e dista cerca de 3 milhas náuticas de Mangaratiba. Em suas operações, a Vale adota o modelo de gestão VPS (Sistema Vale de Produção), com foco em resultados. Assim, prevê a implementação de práticas para viabilizar operações seguras e ambientalmente responsáveis e garantir a integridade de nossas pessoas e ativos. Ele fortalece a cultura organizacional da empresa por meio do desenvolvimento das pessoas, da disciplina operacional e do cumprimento da rotina. É um modelo em constante evolução que se consolida e melhora continuamente na sua abordagem, alinhado à cultura do aprendizado coletivo. O modelo é composto por três dimensões: Liderança, Técnico e Gestão (FIGURA 1).

Figura 1 – As 3 Dimensões do Modelo de Gestão Vale



Fonte: VALE. **VPS**: Vale Production System [Manual]. 2020. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/472146949/Manual-do-VPS-pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

Liderança: Os elementos da dimensão liderança estabelecem um conjunto de práticas de liderança esperadas para reforçar comportamentos-chave e moldar a cultura e a disciplina organizacional. Sendo comportamento e compromisso da liderança, gestão de pessoas e desenho organizacional.

Técnico: Os elementos técnicos estabelecem políticas, diretrizes e requisitos de processos técnicos comuns para gerenciar ativos e lidar com riscos inerentes aos negócios, sendo eles percepção e gerenciamento de riscos, saúde, segurança meio ambiente e comunidades, projetos e construções, operação, manutenção, gerenciamento de mudanças, sistema e tecnologia, suprimentos e serviços e planos de emergência.

Gestão: Os elementos de gestão estabelecem rotinas, metodologias e ferramentas de gestão estruturadas para sustentar e melhorar resultados. Sendo desdobramento da estratégia, gerenciamento da rotina, processos e padronização, solução de problemas e melhoria contínua, avaliação do modelo e gestão e

resultados. Pelo mapeamento da cadeia de valor da Vale, os processos portuários compõem-se das funções operar e manter. No TIG, a integração entre essas funções ocorria de modo deficiente, principalmente durante o processo de solução dos problemas identificados nas áreas operacionais. O Problema caracteriza-se como a diferença entre a condição atual (como está) e a condição ideal (como deveria estar) de um processo ou resultado (FIGURA 2).

Figura 2 – Exposição do problema/oportunidade



Fonte: Autor da pesquisa

Considera-se como pior cenário aquele em que não há nenhum problema, sinalizando que não há definição de referências ou percepção de problemas e, por consequência, oportunidades, portanto, não há planejamento para melhoria de resultados, daí a importância em controle e diagnóstico frequentes. É importante ressaltar que para haver um problema, deve haver necessariamente um desvio em relação à uma referência ou condição normal. Por isso, o VPS estabelece que devem ser definidas referências claras para que as anormalidades fiquem evidentes nas atividades, processos e resultados, e, que os problemas sejam expostos, principalmente aqueles que afetam a estabilidade. Além de criar consciência em relação à existência de problemas, referências promovem autonomia e senso de urgência para que decisões sejam tomadas no sentido de restabelecer a condição normal (contenção) e de tratá-los (endereço a causa raiz), garantindo a contínua promoção de resultados.

Essa mineradora conta com três processos que se correlacionam:

- **Descarregamento:** O processo de descarregamento conta com 2 viradores de vagões que atuam de forma independentes (Figura 3). Esses viradores possuem um “barril” no qual é utilizado para realizar o giro dos vagões, fazendo com que o minério seja despejado em correias transportadoras com rumo aos pátios de estocagem e/ou rota do embarque.

Figura 3 - Virador de Vagões.



Fonte: Autor (2023).

- **Pátio de estocagem:** Este processo visa estocar o minério provindo do descarregamento e/ou recuperar o minério das pilhas de estocagem para a rota do embarque com fins de carregamento dos navios atracados. O processo conta com 3 máquinas de pátio que empilham e recuperam. Quando é empilhado, o minério é estocado em área de estocagem e forma uma pilha de minério (Figura 4).

Figura 4 - Pátio de Estocagem.



Fonte: Autor (2024).

- c) **Embarque:** O processo de embarque contém 1 carregador de navios que conta com uma defletora na ponta da lança. O carregador de navios é responsável por direcionar o minério diretamente para os porões do navio, onde com o apoio da defletora, faz com que o minério não seja despejado fora dos porões (Figura 5). Esse minério pode ser provindo da recuperação das máquinas de pátio e/ou diretamente da rota do descarregamento para o embarque (trem para o navio).

Figura 5 - Carregador de Navios.



Fonte: Autor (2023).

3 INDICADORES DE PRODUÇÃO

A empresa utiliza o OEE para realizar a medição da eficiência das máquinas. Este indicador é composto por uma relação de outros 3 indicadores, sendo eles:

- ✓ **Disponibilidade Física:** Tempo em que o equipamento fica disponível após realizar as manutenções necessárias para seu funcionamento. Sua fórmula de cálculo considera como denominador as horas calendário (24 horas por dia) e no numerador uma subtração entre as horas calendário e as horas de manutenção (manutenções corretivas, preventivas e de oportunidade). Exemplo: Um equipamento que ficou 12 horas em manutenção, teve uma disponibilidade física de 50%.
- ✓ **Utilização Física:** Tempo em que o equipamento operou enquanto esteve disponível para operação. Sua fórmula de cálculo considera como denominador as horas disponibilizadas para operar (provindo da Disponibilidade Física) e no numerador as horas operadas. Exemplo: Um equipamento que ficou 12 horas disponível para operação, operou durante 8 horas. Sua Utilização Física foi de 66%.
- ✓ **Taxa Efetiva:** Indicador que mede a performance operacional. Quanto maior for a performance, mais toneladas de minério por hora passam nas correias transportadoras. Sua fórmula de cálculo considera como denominador as horas operadas e no numerador o volume (em toneladas) que passou na correia durante aquele período. Exemplo: Um equipamento que operou durante 8 horas e embarcou 60.000 toneladas, teve uma taxa efetiva de 7.500 t/h.

4 IMPACTOS NA UTILIZAÇÃO FÍSICA

Os impactos na utilização física são denominados “horas improdutivoas”, ou seja, são horas que meu equipamento esteve disponível para operar, mas que por algum motivo não pôde operar. Esses impactos trazem consequências negativas para o negócio, uma vez que o processo tende a ficar parado até a resolução do problema. Esses impactos são divididos por agrupamento, de acordo com a responsabilidade. Sendo eles:

- b) **Ociosidade:** Na maioria dos casos, quando há falta de minério;
- c) **Pré Ope:** Impactos que ocorrem antes do início da operação;

- d) **Ope:** Impactos que ocorrem durante a operação. Exemplo: Aguardando preparação de área para empilhamento;
- e) **Pós Ope:** Impactos que ocorrem após a operação, impedindo o início do carregamento/descarregamento seguinte. Exemplo: Aguardando maré para desatracação de um navio.

5 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Conforme Mariani (2005), uma abordagem fundamental para gerenciar processos e tomar decisões com maior precisão é trabalhar com base em fatos e dados, ou seja, utilizar informações geradas no processo e interpretá-las corretamente para eliminar o empirismo. Ele também destaca a existência de técnicas importantes e eficazes, conhecidas como ferramentas da qualidade, que permitem a coleta, o processamento e a apresentação clara das informações disponíveis ou dos dados relacionados aos processos gerenciados dentro das organizações.

Para Falconi (2013), a melhor prática para o gerenciamento da rotina é o PDCA. Ele destaca que a metodologia é capaz de: padronizar todas as tarefas prioritárias, estabelecer um tratamento das anomalias, iniciar a monitoração dos resultados do processo. Ele enfatiza também que o PDCA também é chamado de “método para controle de processos” ou método para o “controle estatístico de processos”.

De acordo com (GARVIN, 2002) qualidade é uma palavra que remete a inúmeras interpretações e por este motivo, "é essencial um melhor entendimento do termo para que a qualidade possa assumir um papel estratégico". Procurando um significado razoável da qualidade, observamos que vários autores a definem, de acordo com seus pontos de vista e bagagem teórica.

Crosby (1979), tem uma visão mais globalista a respeito da qualidade, definindo-a como atendimento a requisitos, e acatando a ideia de que o administrador não precisa se preocupar com análises subjetivas de qualidade como “agradar o cliente”, mas principalmente focar-se no atendimento as melhorias e especificações do produto, sendo que a satisfação do cliente seria consequência natural do atendimento a estes pressupostos.

Deming (1986), definia a qualidade mais como peculiar da percepção do cliente, e de acordo com o autor a qualidade de um produto é estabelecida através da percepção do cliente final analisando o produto, sendo que um produto pode atender a todas as normalizações técnicas e ser vendido a um preço justo, mas se não for reconhecido pelo cliente, certamente não tem qualidade. Vejamos no Quadro abaixo as ideias de alguns autores sobre qualidade:

Quadro 1 - As Concepções de Qualidade segundo Crosby, Deming e Juran

Definição da qualidade	Conformidade com os requisitos	Um grau previsível de uniformidade e confiança a baixo custo e adequação ao mercado.	Adequação ao uso.
Grau de responsabilidade da gerência sênior	Responsável pela qualidade	Responsável por 94% dos problemas da qualidade.	Menos de 20% dos problemas da qualidade são devido aos trabalhadores.
Padrão de desempenho/motivação	Zero defeito	Qualidade tem muitas escalas. Usar estatísticas para medir o desempenho em todas as áreas. Crítico do zero defeito.	Evitar campanha para "fazer trabalho perfeito".
Abordagem geral	Prevenção, não inspeção	Reduzir a variabilidade através de contínuos melhoramentos em massa.	Abordagem de gerenciamento geral da qualidade - especialmente dos elementos "humanos".
Estrutura	14 passos para o melhoramento da qualidade	14 pontos para o gerenciamento.	10 passos para o melhoramento.
Base de melhoramento	Um "processo", não um programa. Metas de melhoramento.	Contínuo, para reduzir a variação. Eliminar metas sem métodos.	Abordagem de grupo projeto-a-projeto. Estabelecer metas.
Trabalho em grupo	Grupos de melhoramentos da Qualidade. Conceito da Qualidade.	Participação do empregado na tomada de decisão. Demolir as barreiras entre os departamentos.	Abordagens de grupos e círculos da qualidade.
Custo da qualidade	Custo da não-conformidade. A qualidade não tem custo.	Não existe ótimo - o melhoramento é contínuo.	Abordagens de grupos e círculos da qualidade.
Compras e mercadorias recebidas	Formular os requisitos. O fornecedor é uma extensão do negócio. A maior parte das falhas é devida aos próprios compradores.	A inspeção é demasiado tardia - permite que os defeitos entrem no sistema. A evidência estatística e os gráficos de controle são necessários.	Os problemas são complexos. Realizar análises formais.
Avaliação dos fornecedores	Necessárias para fornecedores e compradores. Auditorias da Qualidade são úteis.	Não-crítico da maioria dos sistemas.	Sim, porém deve-se ajudar o fornecedor a melhorar.

Fonte: Oakland (1994).

Juran (1989) analisava a qualidade como aquele produto que melhor se adapte ao uso, segundo ele a qualidade de um produto é determinada a partir do alcance das expectativas colocadas pelas necessidades dos clientes finais. Desse modo, as necessidades dos clientes devem ser entendidas e colocadas como especificações e inseridas no processo de produção.

A qualidade é a busca pela perfeição, objetivando agradar os clientes que estão cada vez mais exigentes e conscientes da quantidade que as empresas devem fornecer, devendo elas melhorar seus procedimentos, distende daí a necessidade de analisar a gestão da qualidade total, como uma ferramenta de auxílio para alcançar vantagens competitivas. (ARAÚJO, 2007)

Conforme Corrêa (2002), Gestão da Qualidade são atividades estabelecidas pelo planejamento, organização, direção e controle buscando padronizar características relacionados com a qualidade nas organizações.

Juran (1997) apud (CORRÊA, 2002), considera a importância da gerência para o alcance da qualidade, segundo ele, a gerência para a qualidade é realizando-se três processos gerenciais sejam eles: planejamento, controle e melhoramento, o autor ainda fundamenta a relevância da sequência processual e a dependência de cada etapa em considerando a anterior.

Para Corrêa (2011, p. 185), pode ser classificada a trilogia da qualidade em três etapas:

1. **Planejamento:** é o processo de estabelecer os objetivos para qualidade e desenvolver os planos para atingir esses objetivos;
2. **Controle de Qualidade:** é o processo contínuo usado pelo pessoal operacional com meio para atingir os objetivos planejados;
3. **Melhoramento da Qualidade:** esse terceiro membro da trilogia tem o objetivo de melhorar os níveis atuais de desempenho da qualidade.

A implantação desta abordagem é fundamentada na formação de equipes para a solução de problemas, um a um, buscando a melhoria da qualidade ininterruptamente, desse modo pode ser demonstrada através de um diagrama simples de acordo com a figura.

Figura 6 - Trilogia da Qualidade.



Fonte: Rodrigues (2012).

A reflexão sobre os fatores Material, Máquina, Mão de Obra e Método (4M) auxilia na definição dos requisitos mínimos a serem considerados como referências. Para auxiliar na definição do que é necessário nos processos, utilizamos o conceito 4M (método, mão de obra, materiais e máquinas). A Tabela 1, a seguir, traz exemplos de perguntas que podem ser utilizadas para obter essas informações.

Tabela 1 - Perguntas chave 4M

4M	Perguntas chave
Máquina	Qual a quantidade e quais equipamentos, ferramentas, máquinas, sistemas e recursos são necessários para produzir de acordo com demanda do cliente?
Material	Qual a quantidade e quais as especificações de material para cumprir o programado? Quando o material deve estar disponível?
Mão de obra	Qual a quantidade de pessoas necessárias para cumprir o programado? As pessoas estão capacitadas para executar?

Fonte: Elaborado pelo autor

Para que processos e atividades sejam estáveis, assim como elementos de Muri, Mura e Muda descritos a seguir.

- h) **Muri (Sobrecarga):** Operações difíceis e/ou não naturais (afetam a ergonomia, provocam fadiga física ou mental). Devem ser priorizadas. Exemplos: peso excessivo, velocidade excessiva, posição desconfortável.
- i) **Mura (Flutuações):** Variabilidade no tempo de execução de uma mesma atividade, ocasionada por fatores como falta de referências claras, necessidade de tomadas de decisão, dificuldades em se executar algum passo, desnivelamentos da carga de trabalho etc.
- j) **Muda (Desperdícios):** Atividades que não agregam valor, divididas em 7 categorias: Transporte, Movimento, Defeito/Retrabalho, Processamento excessivo, Superprodução, Espera e Inventário, a saber:
 - k) **Transporte:** Acontece quando um produto é transportado desnecessariamente de um lugar para outro, com movimento de peças para dentro e fora do estoque, movimento de material de uma estação de trabalho para outra, transporte de peças erradas, envio de materiais
 - a. para o local errado ou na hora errada ou envio de documentos para lugares que não deveriam ser enviados;
 - l) **Movimento:** São movimentos realizados por pessoas no momento das atividades como procura de peças, ferramentas, documentos etc.;
 - m) **Defeito/Retrabalho:** Acontecem quando o trabalho contém erros ou quando há enganos ou falta de alguma coisa necessária, gerando retrabalho ou sucateamento;
 - n) **Processamento Excessivo:** São etapas do processo desnecessárias ou repetidas que resultam no aumento do custo de produção, sem agregar valor ao cliente como limpeza de peças em excesso, múltiplas inspeções, processos além do necessário;
 - o) **Superprodução:** Acontece quando a produção é maior ou mais rápida que a demanda do cliente (próxima etapa do processo, cliente interno ou externo). Planejamento mal elaborado, excesso de capacidade etc.;
 - p) **Espera:** Acontece quando um colaborador ou uma equipe fica com tempo ocioso, esperando por materiais, peças ou informações que não estão disponíveis;
 - q) **Inventário:** São materiais, peças ou produtos encontrados nas diversas etapas do processo. Podem ser originados na compra e armazenamento de excedentes de insumos, materiais ou outros recursos.

6 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

As análises foram realizadas utilizando as "Ferramentas da Qualidade", onde todo o planejamento foi realizado com base na metodologia PDCA (Figura 7).

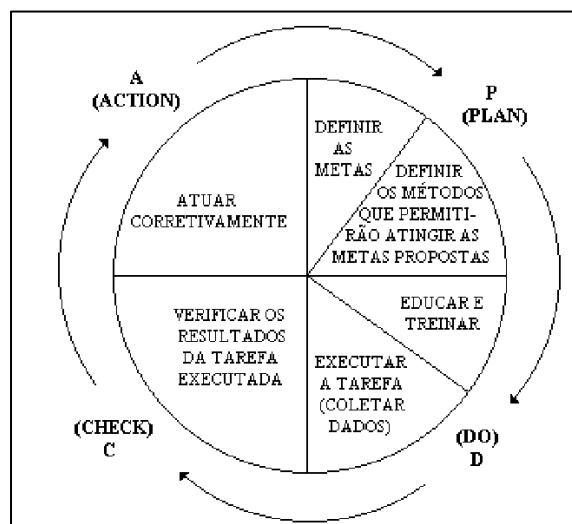
Figura 7 - Etapas do PDCA



Fonte: Periard (2011).

De acordo com SILVA (2006), o PDCA é um método para realizar o controle. Segundo LIMA (2006) o Ciclo PDCA é uma ferramenta usada para a efetivação das atividades de controle dos processos, como norteamto da “diretriz de controle”, planejamento da qualidade, manutenção de padrões e modificação da diretriz de controle, ou de um modo geral, efetuar melhorias. Tais ações se dividem em quatro etapas elementares que são repetidas continuamente. Tais etapas, constituídas de seis fases, são apresentadas na figura a seguir:

Figura 8 - Fases do Ciclo PDCA



Fonte: SILVA (2006)

Ainda segundo Silva (2006):

1 - Plan (P) – Planejamento - Fase em que o plano é traçado. Nesta fase se fixa a diretriz de controle, ou seja, definem-se os itens de controle e se estabelecem metas para estes itens. Nesta etapa também, são decididos os métodos para atingir as metas pré-estabelecidas, que podem ser procedimentos padrões, planos de

controle, em suma, uma ação ou uma sequência de ações que levem ao cumprimento da meta. Algumas ferramentas como Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto, brainstorming e 5W2H são muito úteis nesta fase, para suporte à tomada de decisões. Quanto melhor você planejar, melhores metas você atingirá. Deixe os fatos e dados (informação e conhecimento) iluminarem seu planejamento (CAMPOS, 1994). Deve-se lembrar que a fase de planejamento é sempre a mais complexa e a que exige mais esforços. No entanto, quanto maior for o número de informações utilizadas, maior será a necessidade do emprego de ferramentas apropriadas para coletar, processar e dispor estas informações. (WERKEMA, 1995).

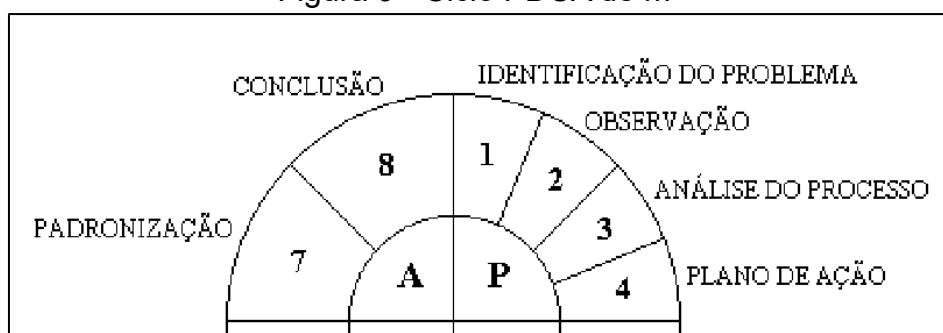
2 - Do (D) – Execução - Fase em que se executa o plano traçado na fase anterior, exatamente como previstas, de acordo com o procedimento operacional padrão. Deve-se educar e treinar todas as pessoas envolvidas, antes do início da execução, para que haja comprometimento e a execução saia conforme o planejado. Neste passo, ocorre a coleta de dados, para futura verificação na fase de verificação (checagem).

3 - Check (C) – Verificação – Fase em que se verifica os resultados da tarefa executada e os compara com a meta planejada, à partir dos dados coletados na fase anterior. É de suma importância o suporte de uma metodologia estatística para que se minimize a possibilidade de erros e haja economia de tempo e recursos. A análise dos dados desta fase indicará se o processo está de acordo com o planejado.

4 - Act (A) – Atuar corretivamente – De posse das análises realizadas na etapa anterior (verificação), decide-se atuar no sentido de adotar como padrão o plano proposto, no caso das metas terem sido alcançadas; ou atuar corretivamente sobre as causas que não permitiram que a meta fosse atingida. Ao final dessa fase, origina-se a primeira fase do próximo PDCA (gira o ciclo, voltando ao planejamento), permitindo que se faça o processo de melhoria contínua. De acordo com LIMA apud. RIBEIRO (2006), a conexão entre a última e a primeira fase (Agir - Planejar) é denominada circularidade do Ciclo PDCA.

Para LIMA (2006), o Ciclo PDCA padroniza as informações do controle da qualidade, evita erros lógicos nas análises, e torna as informações mais fáceis de se entender. Pode também ser usado para facilitar a transição para o estilo de administração direcionada para melhoria contínua.

Figura 9 - Ciclo PDCA de m



Fonte: LIMA (2006)

1 -Plan (P) – Planejamento:

- 1 - Identificação do problema, com definição clara do mesmo;
- 2 - Observação, investigação das características do problema;
- 3 - Análise, descoberta das causas fundamentais.

Nesta fase deve-se investigar o relacionamento existente entre o fenômeno, concentrando a atenção no foco do problema identificado na fase anterior e quaisquer deficiências que possam existir no processo. (WERKEMA, 1995)

- 4 - Planejamento da Ação, planejar a ação de bloqueio das causas do problema;

2 -Do (D) – Execução (Ação):

3 - Check (C) – Verificação:

4 - Act (A) – Atuar corretivamente:

5 - Ação, executar o plano de ação para bloquear as causas fundamentais;

6 - Verificação, verificar se o bloqueio foi efetivo;

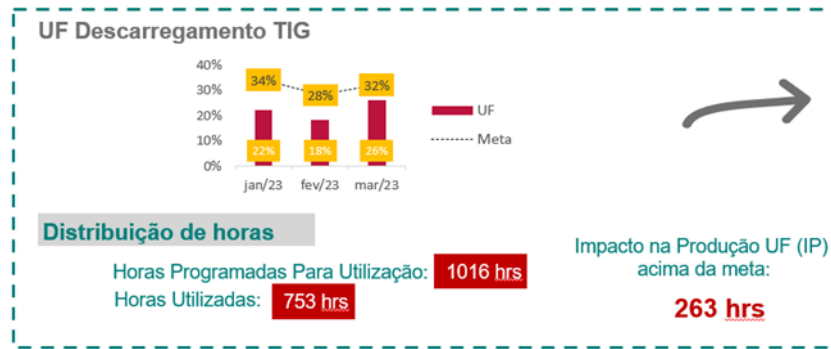
7 - Padronização, prevenir contra o reaparecimento do problema (POP);

8 - Conclusão recapitulação de todo o processo e planejamento das ações futuras.

7 INTERVENÇÃO

Durante a análise do indicador de utilização física no processo de descarregamento, foi observado que as metas estabelecidas não foram alcançadas nos primeiros três meses de 2024 (Figura 10). Isso levou à necessidade de investigar as causas fundamentais por trás dessa falta de cumprimento do indicador, focalizando especificamente nas horas improdutivas durante a operação.

Figura 10 - UF do Descarregamento.



Fonte: Autor (2023).

Após o desdobramento em mais um nível do indicador, foi observado que a parcela operacional corresponde à parcela de segundo maior impacto (Figura 11).

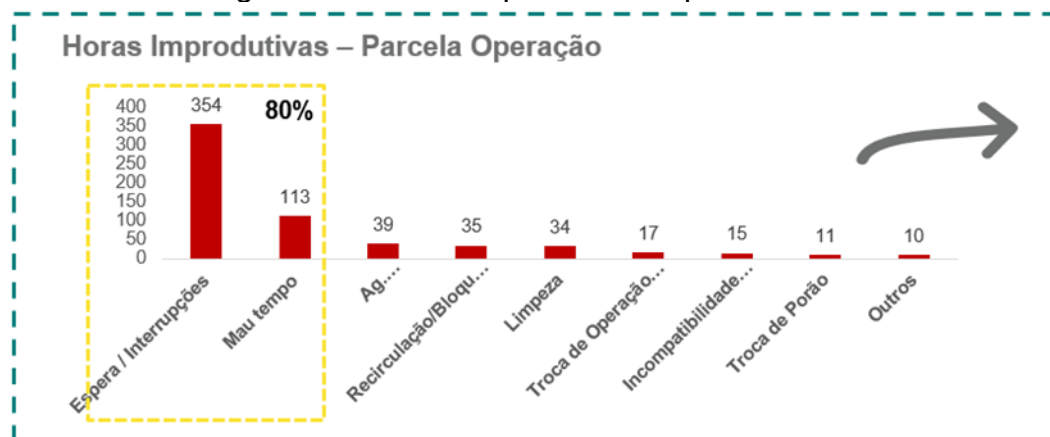
Figura 11 - Estratificação das horas IP.



Fonte: Autor (2023).

Desdobrando em mais um nível, foi observado que as parcelas de Esperas e Interrupções e a Mau Tempo correspondem a 80% das de horas improdutivas, portanto, foco para este trabalho (Figura 12).

Figura 12 - Horas Improdutivas Operacionais.



Fonte: Autor (2023).

Com os grupos da parcela operacional priorizados, foi realizada a definição da meta geral do trabalho. Para a definição da meta geral, foi utilizado o método da lacuna, onde para calcular a lacuna é realizado uma subtração entre a média dos resultados obtidos no período e o melhor resultado (Figuras 12 e 13).

Figura 12 - Estatística descritiva

Estatísticas Descritivas									
Variável	Número de dados	Média	Desvio Padrão	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo	Amplitude
Esperas/Interrupções	3	117,88	57,85	52,13	52,13	140,50	161,00	161,00	108,87
Mau Tempo na Ocupação	3	37,50	31,99	8,00	8,00	33,00	71,50	71,50	63,50

Fonte: Autor (2023).

Figura 13 - Aplicação do método da lacuna.

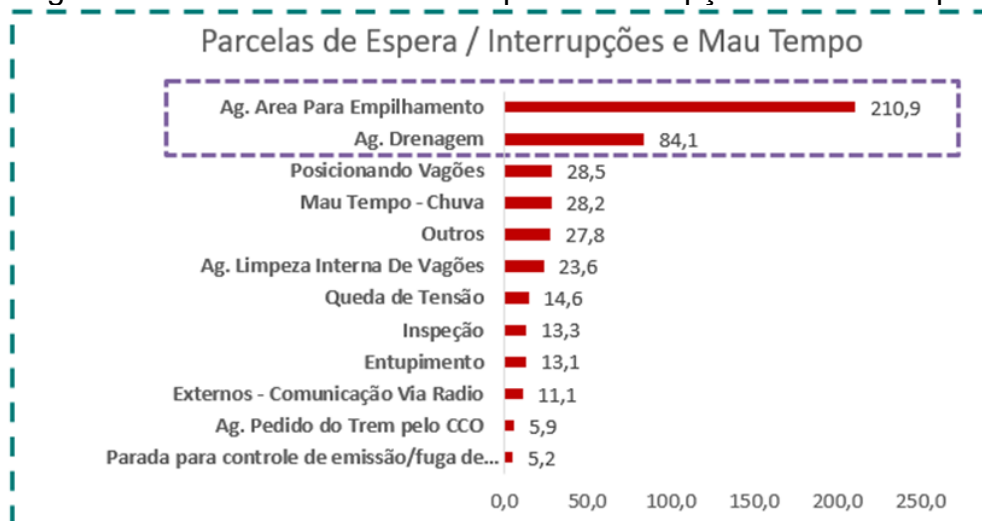
Método da Lacuna		Método da Lacuna	
Média	117,88	Média	37,50
Mínimo	52,13	Mínimo	8,00
Lacuna	65,75	Lacuna	29,50
25% da Lacuna	16,44	25% da Lacuna	7,38
Meta	101,44	Meta	30,13

Fonte: Autor (2023).

Após a identificação do problema e a definição da meta geral, passou-se para a etapa de análise do fenômeno, onde foi definida a meta específica a ser trabalhada. Para isso, foi necessário desdobrar as parcelas de Esperas e Interrupções e Mau tempo em mais um nível.

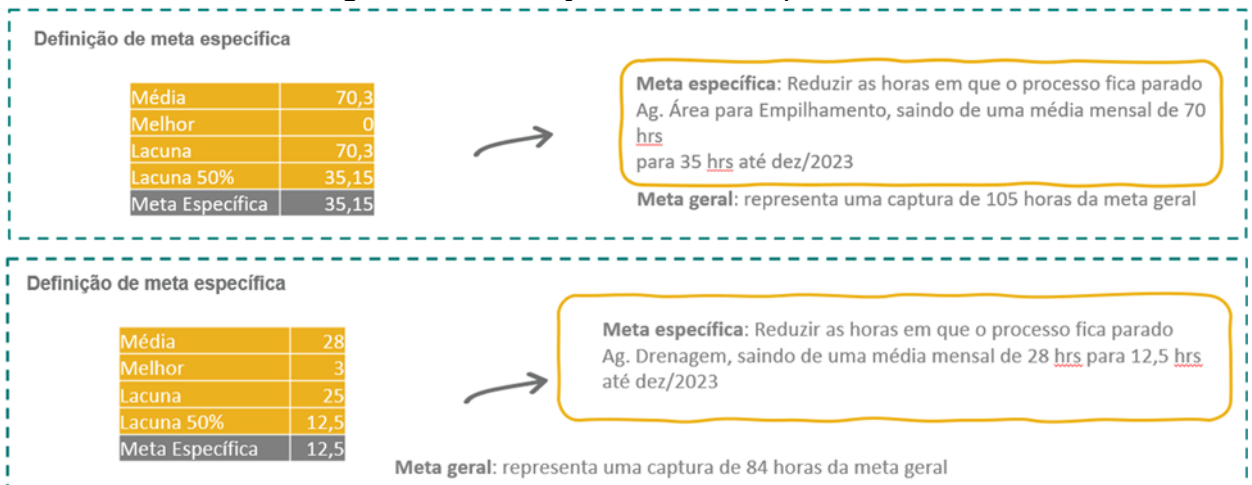
Com este desdobramento, foi possível observar que Ag. Área para Empilhamento e Ag. Drenagem foram as parcelas que mais impactaram no período, sendo elas selecionadas para estudo e para definição da meta específica (Figura 14 e 15).

Figura 14 - Desdobramento de Esperas/Interrupções e Mau Tempo.



Fonte: Autor (2023).

Figura 15 - Definição da Meta Específica.



Fonte: Autor (2023).

7.1 PREPARAÇÃO DE ÁREA PARA EMPILHAMENTO

Realizar a preparação do pátio antecedendo ao empilhamento tem vital importância para a estabilidade física das pilhas de produto. Dentre as principais atividades relacionadas a preparação dos pátios, temos: o esgotamento de acúmulos de água, regularização do caimento transversal e longitudinal do pátio e, execução do recheço.

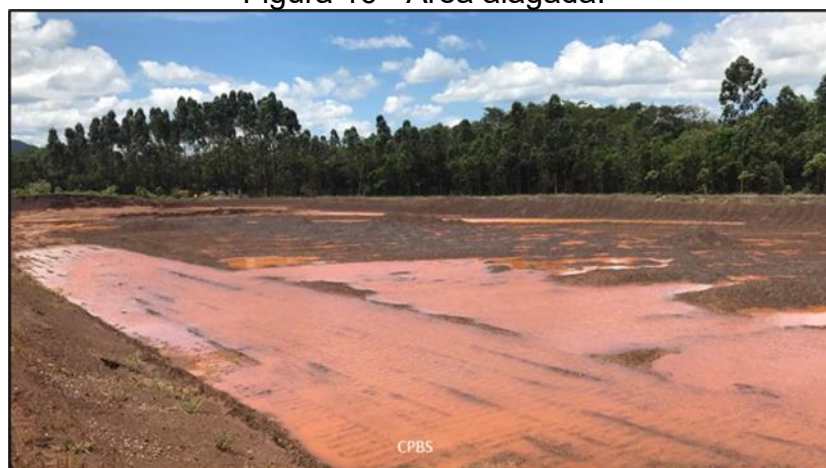
Para preparar a área, é necessário o apoio de um trator ou de uma Patrol. Eles são responsáveis pela raspagem do solo, eliminando possíveis restícios de produto que possam contaminar o empilhamento seguinte ou poças d'água que possam comprometer a estabilidade da pilha.

A preparação de área penaliza o indicador de utilização física a partir do momento em que é necessário que um equipamento entre na área para realizar a preparação e quando não há outra área disponível para empilhamento.

Casos em que é necessário realizar a preparação de área para empilhamento:

- Quando há a troca de um produto para evitar contaminação. Exemplo: troca de um minério fino para um minério superfino.
- Quando há bolsões d'água visíveis, o que se agrava durante o período chuvoso (Figura 16).

Figura 16 - Área alagada.



Fonte: Autor (2023).

7.2 DRENAGEM

O processo de drenagem é realizado quando há chuvas intensas no terminal e que gera um passivo de água nos pátios de estocagem. Essa drenagem ocorre de maneira superficial (declínio do pátio) e com o apoio de um caminhão vácuo.

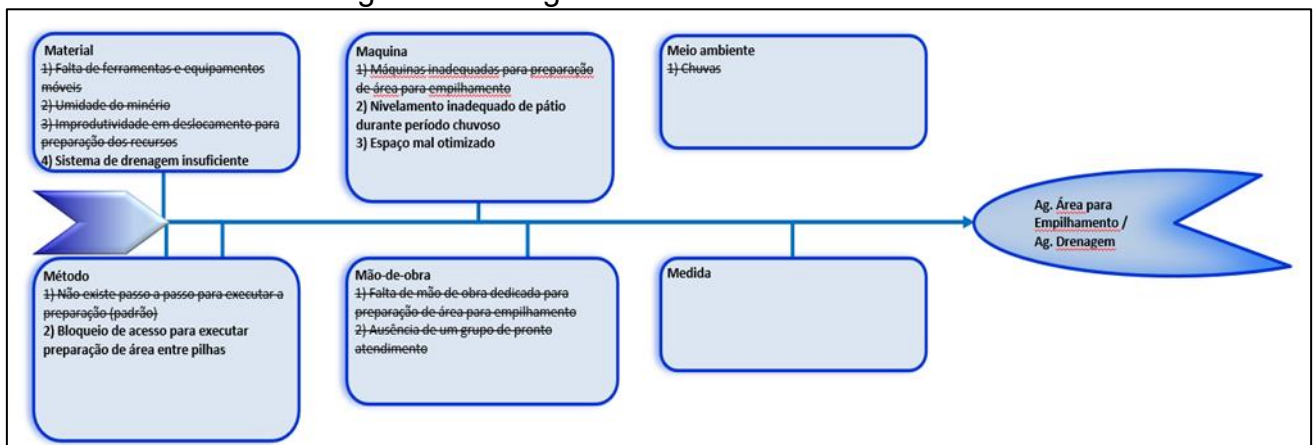
A falta de drenagem compromete diretamente a qualidade e os riscos presentes durante o empilhamento de um material, pois uma base empoçada, pode ocasionar em uma umidade maior nas pilhas, além de aumentar o risco de deslocamento de massa.

7.3 ANÁLISE DO PROCESSO

Através da ferramenta *Brainstorming* foi levantado as prováveis causas potenciais que intensificam o tempo em que o processo fica parado aguardando área para empilhamento e aguardando drenagem.

Após esse levantamento, foi utilizado o diagrama de causa e efeito correlacionando as causas potenciais nos 6 M's (Figura 17).

Figura 17 - Diagrama de causa e efeito



Fonte: Autor (2023).

7.4 PRIORIZAÇÃO DAS CAUSAS POTENCIAIS

Através de uma matriz de priorização, correlacionando os critérios de: Impacto no problema, custo para implantação, facilidade de eliminação e frequência de ocorrência, foram priorizadas as seguintes causas para acompanhamento no Gemba:

- Sistema de drenagem ineficiente;
- Nivelamento inadequado de pátio;
- Bloqueio de acesso entre pilhas;
- Espaço mal otimizado no pátio.

7.5 COMPROVAÇÃO DAS CAUSAS RAÍZES

Com as causas definidas, a próxima etapa foi a de realizar o *check* indo ao Gemba para realizar a observação. As quatro causas foram comprovadas, conforme abaixo:

- **Sistema de drenagem ineficiente:** Comprovou-se, após chuvas recentes, que o terminal não conseguiu drenar toda a água presente nas motorizações dos

pátios. Esse problema faz com que a água suba até a base das pilhas, gerando a parada do processo (Figura 18).

Figura 18 - Sistema de drenagem ineficiente.



Fonte: Autor (2023).

- **Nivelamento inadequado de pátio:** Comprovou-se, após chuvas recentes, a inexistência de um alteamento na base das áreas de estocagem, para evitar que a água das canaletas laterais das pilhas transborde até a base da pilha. Esse problema faz com que a água suba até a base das pilhas, gerando a parada do processo devido aguardando drenagem e na sequência aguardando preparação de área para empilhamento (Figura 19).

Figura 19 - Sistema de drenagem ineficiente



Fonte: Autor (2023).

- **Bloqueio de acesso entre pilhas:** Comprovou-se, que quando há uma pilha próxima à outra que foi totalmente recuperada, não é possível entrar com o maquinário para realizar a preparação da área para empilhamento devido ao risco de desmoronamento presente no local. Esse problema faz com que o

processo fique parado aguardando área para empilhamento até que a pilha próxima a área que foi recuperada seja recuperada (Figura 20).

Figura 20 - Risco de desmoronamento de pilha



Fonte: Autor (2023).

- **Espaço mal otimizado:** Comprovou-se, que existe uma área cujo não está sendo utilizada para empilhamento devido à um material contaminado existente no local. Essa área poderia contribuir quando o pátio chegasse em sua capacidade máxima de estocagem, reduzindo assim o impacto de aguardando área para empilhamento (Figura 21).

Figura 21 - Área com material contaminado.



Fonte: Autor (2023).

7.6 Estabelecimento do plano de ação

Com as causas comprovadas, a próxima etapa passa a ser o levantamento das possíveis ações para resolução dos problemas. Para essa etapa, contamos com um brainstorming realizado com os times de operação, manutenção e programação, onde na sequência, com o apoio de uma matriz de priorização, saímos com as ações priorizadas. Com o apoio da ferramenta 5W2H, foi feito o direcionamento da ação para o responsável pela execução, com seu respectivo prazo (Figura 22).

Figura 22 - 5W2H.

5W2H

Causa a ser tratada	O que	Por que?	Quem	Quando
Sistema de drenagem insuficiente	Instalar bomba na motorização da TC3B	Drenar água na motorização do ERG2	Manutenção	30/06/2023
Sistema de drenagem insuficiente	Instalar bomba na motorização da TC3C	Drenar água na motorização do ERG3	Manutenção	30/06/2023
Nivelamento inadequado do pátio	Altear pilhas com material granulado (LONS)	Criar camada alta com material de maior granulometria e consequente maior estabilidade	Programação	30/09/2023
Espaço mal otimizado	Disponibilizar vazios para carregamento de material contaminado	Revender material passivo do pátio reduzindo desperdício	Programação	30/09/2023
Espaço mal otimizado	Preparar área para empilhamento	Disponibilizar a área para capacidade de empilhamento	Operação	30/09/2023
Acesso bloqueado entre pilhas	Realizar um aditivo no contrato da JSL para utilização de equipamentos móveis via joystick	Permitir o acesso entre pilhas uma vez que o operador estará fora da cabine	Operação	30/09/2023

Fonte: Autor (2023).

7.8 Execução do plano de ação

Na figura abaixo (Figura 23), tem-se a situação do antes e do depois, buscando a tratativa da causa de Sistema de drenagem Insuficiente:

Figura 23 - Sistema Drenagem.



Fonte: Autor (2023).

Comprovou-se a eficácia das ações realizadas após a observação das chuvas de um determinado dia de dezembro, no qual foram registrados mais de 60 milímetros de chuvas no terminal. A área, que antes demorava 192 horas para drenar por completo, estava disponível para acesso em menos de 24 horas.

Para esses resultados, foram instaladas novas bombas nas motorizações das máquinas de pátio do terminal, aumentando a capacidade de drenabilidade. Além disso, essas bombas foram interligadas nas estações de tratamento de água, no qual a água da chuva dessa região passou a ser reaproveitada para uso nas atividades de limpeza operacional.

Na figura abaixo (Figura 24), tem-se a situação do depois, buscando a tratativa da causa de nivelamento inadequado do pátio:

Figura 24 - Alçamento com granulado.



Fonte: Autor (2023).

Foi realizado um alçamento com material granulado na base das pilhas que mais apresentavam problemas com aguardando área para empilhamento. Dessa forma, a base da pilha ficou 70 cm mais alta que as canaletas. Quando a canaleta atinge o nível máximo fazendo com que a água transborde para a base, o alçamento com granulado apresentou bons resultados de drenabilidade, impedimento que a água alcançasse a base das pilhas empilhadas por cima.

Comprovou-se por meio da observação em campo, que para as áreas que estivessem com o alçamento com granulado, não seria necessário realizar a preparação da área para empilhamento, uma vez que o material funcionou como uma cama drenante, impedindo a presença de poças na base.

Na figura abaixo (Figura 25), tem-se a situação do depois, buscando a tratativa da causa de bloqueio de acesso entre pilhas:

Figura 25 - Operação remota com joystick.



Fonte: Autor (2023).

Para mitigar o problema de acesso entre pilhas, foi feita uma alteração no contrato dos equipamentos móveis incluindo a operação via joystick. Dessa forma, o operador comanda o equipamento à distância, não tendo riscos para ele. Na figura abaixo (Figura 26), tem-se a situação do depois, buscando a tratativa da causa de espaço mal otimizado:

Figura 26 - Espaço preparado



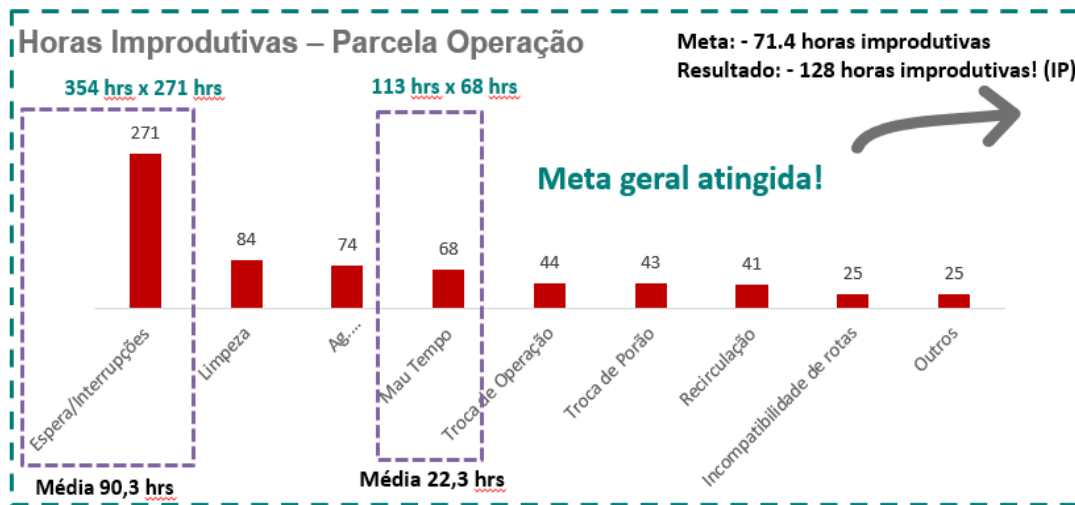
Fonte: Autor (2023).

A liberação do espaço para empilhamento ocasionou em um aumento da capacidade de estocagem em + 30 mil toneladas, aumentando assim a potencial receita que a empresa pode ter quando os pátios estiverem cheios. Além desse fato, o material contaminado que estava nesse local foi reprocessado e vendido, gerando receita para a companhia.

8 RESULTADOS OBTIDOS

Na etapa seguinte verificou-se o atingimento da meta geral que foi proposta no trabalho, no qual das 71 horas previstas para capturar, foram capturadas 128 horas, o que representa 180% da meta imposta (Figura 27):

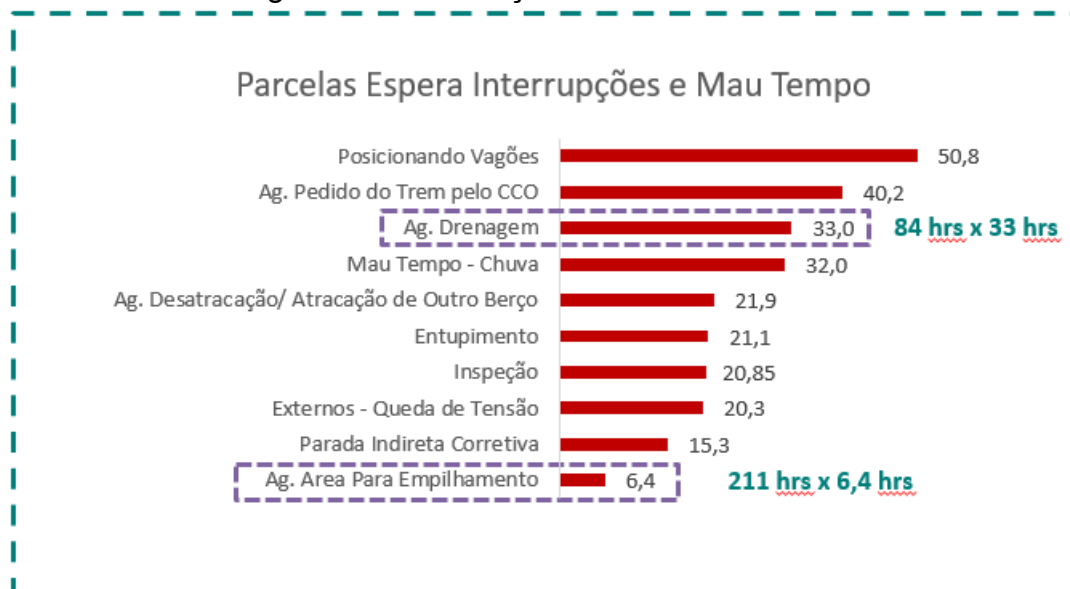
Figura 27 - Verificação dos resultados



Fonte: Autor (2024).

Com a eficácia das ações que fez com que fosse possível os resultados demonstrados acima, as parcelas de aguardando área para empilhamento e aguardando drenagem que antes representavam a primeira e a segunda posição no ranking de maiores impactos da utilização física operacional, deixaram de ocupar essas posições (Figura 28):

Figura 28 - Verificação dos resultados.

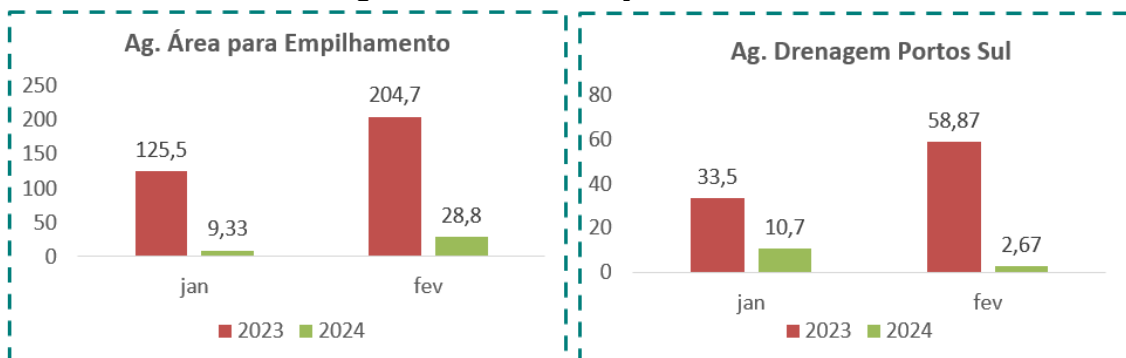


Fonte: Autor (2024).

8.1 SUSTENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Para verificar se os indicadores estão se sustentando no ano de 2024, foi realizada a estratificação das parcelas e a apuração dos resultados nos primeiros meses do ano, onde se comprovou que mesmo com o finalizar do ano de 2023, os resultados continuam ocorrendo (Figura 29):

Figura 29 - Sustentação dos resultados



Fonte: Autor (2024).

8.2 GANHOS TANGÍVEIS E INTANGÍVEIS

Ganhos tangíveis:

- Redução dos impactos de aguardando área para empilhamento e aguardando drenagem saindo de 295 horas de impacto no primeiro trimestre para 40 horas de impacto no quarto trimestre;
- Ganho potencial no descarregamento em mais 64 lotes por ano, o que representa quase 1 milhão de toneladas;
- Aumento da capacidade de estocagem em mais 30 mil toneladas;
- Ganho de receita com o reprocessamento do material que estava no espaço que foi liberado para empilhamento;
- Reaproveitamento de água das chuvas com o tratamento da água sendo realizado pelas estações de tratamento (+- 140 m³ por hora).

Ganhos intangíveis:

- Melhora da sinergia entre as turmas de operação, manutenção e engenharia;
- Maior conexão entre as áreas de expedição das minas e de operação do porto;
- Redução da exposição de colaboradores à riscos, elevando a satisfação dos profissionais;
- Redução de esforço operacional devido impactos produtos;
- Melhora do 5s de pátio com a retirada do material contaminado do espaço que foi liberado para empilhamento.

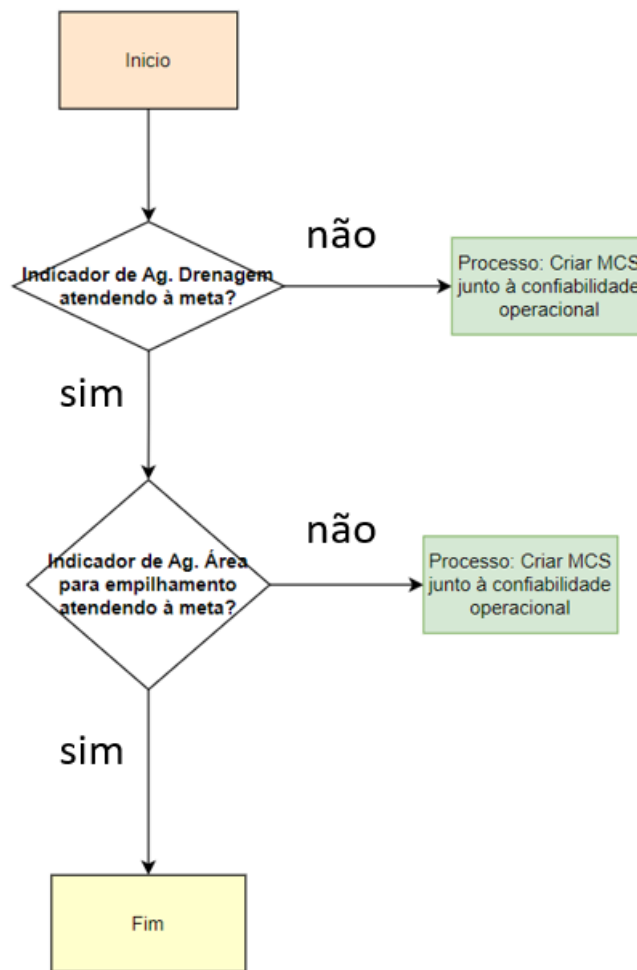
8.3 PADRONIZAÇÃO

Na etapa de padronização, focou-se na criação de instrução de trabalho para os operadores, para garantir que os equipamentos fossem operados da melhor forma possível após a execução das ações do trabalho.

Os procedimentos operacionais também foram revisados e publicados no sistema oficial da companhia.

Para identificar a existência de anomalias crônicas e direcioná-las para tratativa, foi criado o OCAP (Figura 30):

Figura 30 - OCAP.



Fonte: Autor (2024).

Para finalizar a etapa de padronização, tem-se a replicação das ações realizadas nesse trabalho. A principal replicação ocorreu com o alteamento com granulado, no qual outros terminais portuários da mineradora aderiram à ação, visto os ganhos que a implementação trouxe para o processo.

9 CONCLUSÕES

A utilização do PDCA se mostrou bastante eficiente para a redução dos impactos operacionais e de manutenção de pátios de estocagem da mineradora em questão, trazendo ganhos tangíveis e intangíveis para o processo. As reuniões mensais realizadas pela equipe que executou esse trabalho, demonstram que os resultados permanecem com suas metas sendo atingidas, também é perceptível a melhora da moral da equipe e da satisfação dos colaboradores. Com a aplicação desse caso prático em uma mineradora, recomenda-se que a metodologia do PDCA seja utilizada em todas as companhias e processos cujo possuam dados confiáveis para medição.

Para concluir o presente estudo sobre a “*APLICAÇÃO DO PDCA PARA REDUÇÃO DO RETRABALHO NAS MANUTENÇÕES DE PÁTIOS DE ESTOCAGEM DE UMA MINERADORA DURANTE O PERÍODO CHUVOSO*” é importante resumir as descobertas, destacar os principais pontos e fornecer uma visão geral das implicações e recomendações. Relacionamos os seguintes:

- **Impacto Positivo na Eficiência Operacional:** A implementação do PDCA nas operações portuárias demonstrou ter um impacto positivo na eficiência. A organização e padronização dos processos levaram a uma redução de atrasos, movimentação mais eficiente do minério e uma melhoria geral na produtividade.
- **Redução de Desperdícios e Custos:** A metodologia PDCA ajudou a eliminar desperdícios de tempo, materiais e recursos. Isso resultou em redução de custos operacionais e maior utilização eficiente dos recursos disponíveis.
- **Melhoria na Segurança:** A ênfase na organização e na manutenção preventiva promoveu um ambiente de trabalho mais seguro. A redução de acidentes e incidentes contribuiu para um ambiente mais protegido para os funcionários.
- **Melhoria na Qualidade do Minério e Satisfação do Cliente:** A organização adequada do minério e a minimização de contaminação ou danos resultaram em uma melhoria na qualidade do minério de ferro. Isso pode levar a uma maior satisfação dos clientes e à manutenção de relacionamentos comerciais de longo prazo.
- **Engajamento dos Funcionários e Cultura de Melhoria Contínua:** A implementação da metodologia PDCA envolveu todos os níveis da organização, promovendo o engajamento dos funcionários. A cultura de melhoria contínua foi incentivada, com os funcionários contribuindo ativamente para a manutenção do ambiente de trabalho organizado e eficiente.
- **Conformidade com Regulamentos e Normas:** A metodologia PDCA ajudou a garantir o cumprimento de normas e regulamentos, que são particularmente importantes em operações portuárias de minério de ferro, que são frequentemente regulamentadas de perto.
- **Resiliência a Mudanças e Desafios:** A implementação da metodologia PDCA tornou o ambiente de trabalho mais resiliente a mudanças e desafios inesperados, como flutuações no mercado de minério de ferro, crises econômicas ou pandemias.
- **Imagem Positiva e Sustentabilidade:** A aplicação da metodologia PDCA aprimorou a imagem do porto perante órgãos reguladores, investidores e a comunidade local. Além disso, a redução de desperdícios e o uso mais eficiente de recursos contribuíram para a sustentabilidade da operação.
- **Treinamento e Compromisso da Alta Direção:** A implementação bem-sucedida da metodologia PDCA requer treinamento e comprometimento da alta direção, pois a mudança cultural e a manutenção dos padrões exigem o apoio da liderança.

Em resumo, a implementação da metodologia PDCA em operações portuárias de minério de ferro pode trazer uma série de benefícios significativos, incluindo a melhoria da eficiência, segurança, qualidade do produto e satisfação do cliente. Essa abordagem promove uma cultura de organização, eficiência e melhoria contínua, o que é crucial em um ambiente complexo e altamente regulamentado como um porto de minério de ferro.

REFERÊNCIAS

MARIANI, Celso Antônio. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: Um estudo de caso. RAI - Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005.

PERIARD, Gustavo. O Método PDCA e a melhoria contínua. Uma publicação para o site: sobre administração, 2017.

CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia. 9ª. Ed. Nova Lima: FALCONI Editora, 2013.

1972. Tese (Doutorado em Administração). FEA/USP, São Paulo, Pioneira, 1989. 208 p.

AAKER, David A. Administração estratégica de mercado. Porto Alegre: Artmed, 2008.

ABDULMOUTI, HASSAN The Role of Kaizen (Continuous Improvement) in Improving Companies' Performance: A Case Study. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Dubai, 2015.

ALUKAL, GEORGE; MANOS, ANTHONY. **Lean Kaizen**, Milwaukee, *American Society for Quality, Quality Press*, 2006.

ARYA, AMIT KUMAR; JAIN, SANJIV KUMAR Impacts of Kaizen in a small-scale industry of India: a case study. International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 5 Iss. 1, 2014.

BARBARÁ, Saulo (organizador). **Gestão por processos: fundamentos, técnicas e modelos de implementação**. 2.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à teoria geral da administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. 7ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003

CHIAVENATO, Idalberto. Recursos humanos: o capital humano das organizações. São Paulo: Atlas, 8.ed., 2004

CROSBY, Philip B. **Qualidade é investimento**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1999.

CRUZ, Tadeu BPM&BPMS BUSINESS PROCESS MANAGEMENT & BUSINESSMANAGEMENT Systems. Rio de Janeiro 2009 2ª edição.

CRUZ, Tadeu. **Sistemas, organizações e métodos**: estudo integrado das novas tecnologias. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1998.

CURY, A. Organização e métodos: uma visão holística. São Paulo: Atlas S.A, 2012.

CURY, Antônio. **Organização e métodos**: uma visão holística. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

DE SORDI, José Osvaldo. **Gestão por processos: uma abordagem da moderna administração**. 3.ed., rev. e atual.. São Paulo: Saraiva, 2012

DEMING, William Edwards. Saia da crise. São Paulo: Futura, 2003.

FIEL FILHO, A. Gestão dos processos e a eficiência na Gestão Pública. In: KANAANE, R. FIEL FILHO, A.; FERREIRA, M. G. (orgs.). Gestão pública: planejamento, processos, sistemas de informação e pessoas. São Paulo: Atlas, 2010. 241 p.

FÓRUM online: FÓRUM DE DISCUSSÕES PROFISSIONAIS. Disponível em: <<http://imasters.com.br/>> Acesso em: 02 jan. 2020.

GALBRAITH, Jay. Projetando a organização inovadora. In: STARKEY, K. (Org.). Como as organizações aprendem. São Paulo: Futura, 1977.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. **Os novos desafios da empresa do futuro.** RAE - Revista de Administração de Empresas, v. 37, n. 3, jul./set. 1997.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. Processo, que processo. **RAE – Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 4, 2000, p.8-19.

GONDHALEKAR, SHRINIVAS; BABU, A. SUBASH; GODREJ, N. B. **Towards TQM using kaizen process dynamics: a case study.** *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 12 Iss. 9, 1995.

OAKLAND, Jonh. **Gerenciamento da Qualidade Total.** São Paulo: Nobel, 1994

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico:** conceitos, metodologia e práticas. 23. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. Sistemas, organização e métodos: Uma abordagem gerencial. 18. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

OLIVEIRA, S. L. de. **Tratado de metodologia científica:** projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira, 1997.

PEREIRA, Maria José Lara de Bretãs; FONSECA, João Gabriel Marques. Faces da Decisão: As mudanças de paradigmas e o poder da decisão. São Paulo: Makron Books, 1997.

APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E VISÃO COMPUTACIONAL PARA EFICIÊNCIA E SEGURANÇA NO SETOR PORTUÁRIO

Thiago Mantovani Martins
IA SENSE

Matheus Arroyo de Lima

Jean-Jacques De Groot

Diego Rafael Moraes

Resumo: O uso de Inteligência Artificial e Visão Computacional tem se expandido significativamente no setor portuário, oferecendo soluções inovadoras para aumentar a eficiência operacional, segurança e sustentabilidade. Este relato técnico descreve como essas tecnologias estão sendo aplicadas para resolver problemas comuns e melhorar processos dentro dos portos. São apresentadas intervenções que incluem monitoramento automatizado de contêineres, análise preditiva de manutenção de equipamentos, sistemas de navegação autônoma e previsão de colisões em canais portuários, além da otimização do gerenciamento de estacionamento e tráfego de caminhões nos portos. As soluções discutidas reduziram o tempo de operação, aumentaram a segurança e geraram economias operacionais significativas. São processos que estão em evolução, abrindo as portas para novas aplicações conforme as técnicas de inteligência artificial evoluem, trazendo novas possibilidades para a visão computacional em forma de inferências mais sofisticadas, precisas e rápidas. Essa evolução torna a gestão portuária mais eficaz, auxiliando inspetores e analistas com resultados consistentes que podem ser registrados em infraestruturas em nuvem que otimizam o acesso aos dados e são facilmente escaláveis.

Palavras-chave: inteligência artificial; visão computacional; eficiência operacional; inovação portuária; automação.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os portos globais enfrentaram desafios crescentes relacionados à eficiência logística, segurança e sustentabilidade, acentuados pelo aumento no volume de comércio internacional. Portos como os de Roterdã, Singapura e Hamburgo estão à frente na adoção de soluções tecnológicas para mitigar esses desafios. A aplicação de tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial (IA) e Visão Computacional, tem sido uma estratégia cada vez mais utilizada para reduzir tempos de movimentação de cargas, melhorar a segurança e promover a automação de processos operacionais em diferentes setores portuários.

Visão Computacional é um campo da ciência da computação que permite que máquinas "vejam" e interpretem imagens e vídeos, extraindo informações relevantes de maneira semelhante à forma como o olho humano percebe o ambiente. Utilizando algoritmos sofisticados de processamento de imagem e aprendizado de máquina, a Visão Computacional pode identificar padrões, detectar objetos e realizar análises detalhadas em tempo real. Por exemplo, câmeras instaladas em um terminal portuário podem identificar automaticamente a chegada de contêineres, monitorar atividades em áreas restritas e até prever comportamentos suspeitos.

Essa tecnologia está diretamente conectada à Inteligência Artificial, que abrange o desenvolvimento de sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana. Isso inclui o aprendizado de máquina (*machine learning*) e o aprendizado profundo (*deep learning*), que permitem que os sistemas aprendam a partir de dados e tomem decisões autônomas. Quando combinada com IA, a Visão Computacional não apenas "vê" imagens, mas também aprende a reconhecer padrões complexos, prever eventos futuros e automatizar processos. Essa combinação de IA e Visão Computacional será fundamental para a automação e otimização das operações portuárias, resolvendo problemas como a sobrecarga de tráfego de caminhões, falhas inesperadas em equipamentos e a necessidade de melhorar a segurança nas operações diárias. Também podemos citar que com o desenvolvimento de navios autônomos, surge o desafio de adaptar procedimentos operacionais para essas embarcações, levando em consideração fatores humanos e automação.

A seguir, serão discutidas algumas das principais intervenções baseadas em IA e Visão Computacional que estão sendo aplicadas ao setor portuário.

2 CONTEXTO

O setor portuário é um dos mais complexos e críticos para o comércio global, exigindo operações eficientes e seguras. Um dos principais problemas enfrentados é a alta dependência de processos manuais, que consomem tempo e são suscetíveis a erros, especialmente no monitoramento de contêineres e no controle do tráfego de caminhões e navios. A introdução de tecnologias de IA e Visão Computacional visa reduzir os tempos de movimentação e o impacto de falhas operacionais, bem como otimizar o uso de recursos portuários.

Estudos indicam que falhas inesperadas em equipamentos podem aumentar o custo de operação em até 15%, enquanto o tráfego congestionado nas áreas portuárias gera atrasos que podem reduzir a capacidade operacional em até 20%. A aplicação dessas tecnologias aparece como uma solução promissora para esses desafios, sendo usada em portos inovadores ao redor do mundo.

3 VISÃO COMPUTACIONAL

A Visão Computacional (Szeliski, 2010) é uma tecnologia avançada que permite que sistemas automatizados processem e analisem imagens e vídeos de maneira semelhante à visão humana.

O núcleo da Visão Computacional é o treinamento de algoritmos de aprendizado profundo (deep learning), que são treinados com grandes conjuntos de imagens previamente anotadas ou rotuladas (Figuras 1 e 2).



Figura 1 - Bancos de imagens que formam a base para Redes Neurais Fonte: Negative Space. Disponível em: <https://negativespace.co/colorful-shipping-containers/>.



Figura 2 - Imagens marcadas para segmentação semântica por meio de Redes Neurais Convolucionais. Fonte: Autoria própria.

Essas imagens são "marcadas" com informações relevantes, como a identificação de objetos (contêineres, guindastes, veículos), o que permite que o algoritmo "aprenda" a reconhecer padrões e características específicas nas imagens. Esse processo de aprendizado envolve o uso de redes neurais, mais especificamente as Redes Neurais Convolucionais (CNNs) (LeCun et al., 1989), que são particularmente eficientes no processamento de dados visuais (Figura 3).

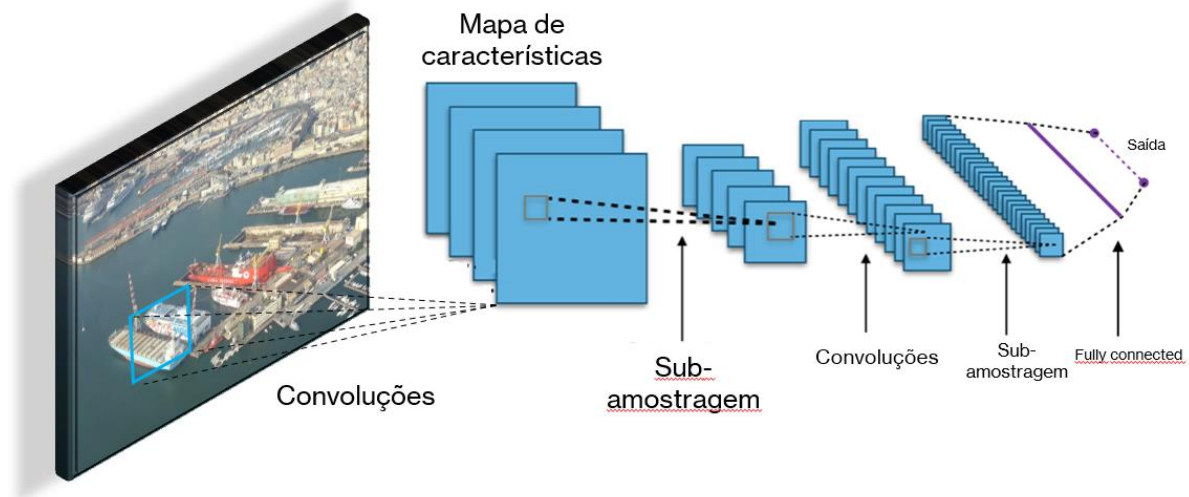


Figura 3 - Representação de uma rede CNN. Fonte: adaptado de Typical_cnn.
Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Typical_cnn.png.

O processo de treinamento envolve "alimentar" a rede com imagens rotuladas (treinamento supervisionado). Por exemplo, para automatizar a detecção de contêineres, imagens de contêineres seriam apresentadas à rede junto com as suas respectivas marcas (por exemplo, o número de identificação ou o estado físico). O sistema ajusta seus parâmetros internos para minimizar erros ao tentar reconhecer os objetos, usando métodos como o gradiente descendente e backpropagation, que ajustam as conexões entre os neurônios da rede para melhorar a precisão a cada ciclo de aprendizado. Além de reconhecer os objetos presentes nas imagens, técnicas como o OCR (Reconhecimento Óptico de Caracteres) podem ser aplicadas para extrair informações textuais, como números de identificação de contêineres ou outras marcas alfanuméricas importantes. Isso é especialmente útil em cenários portuários onde informações textuais desempenham um papel crítico na rastreabilidade e verificação de mercadorias (Figuras 4, 5).

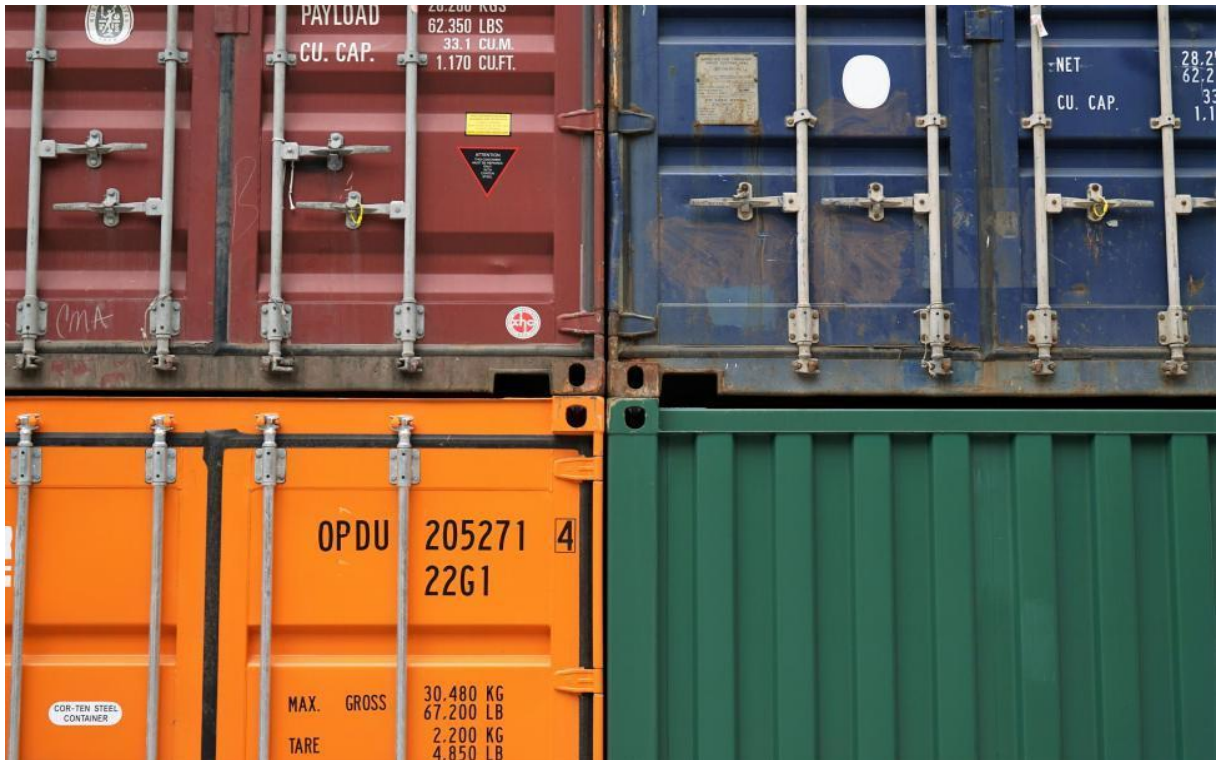


Figura 4 - Containers. Fonte: FreeRangeStock. Disponível em: <https://negativespace.co/colorful-shipping-containers/>

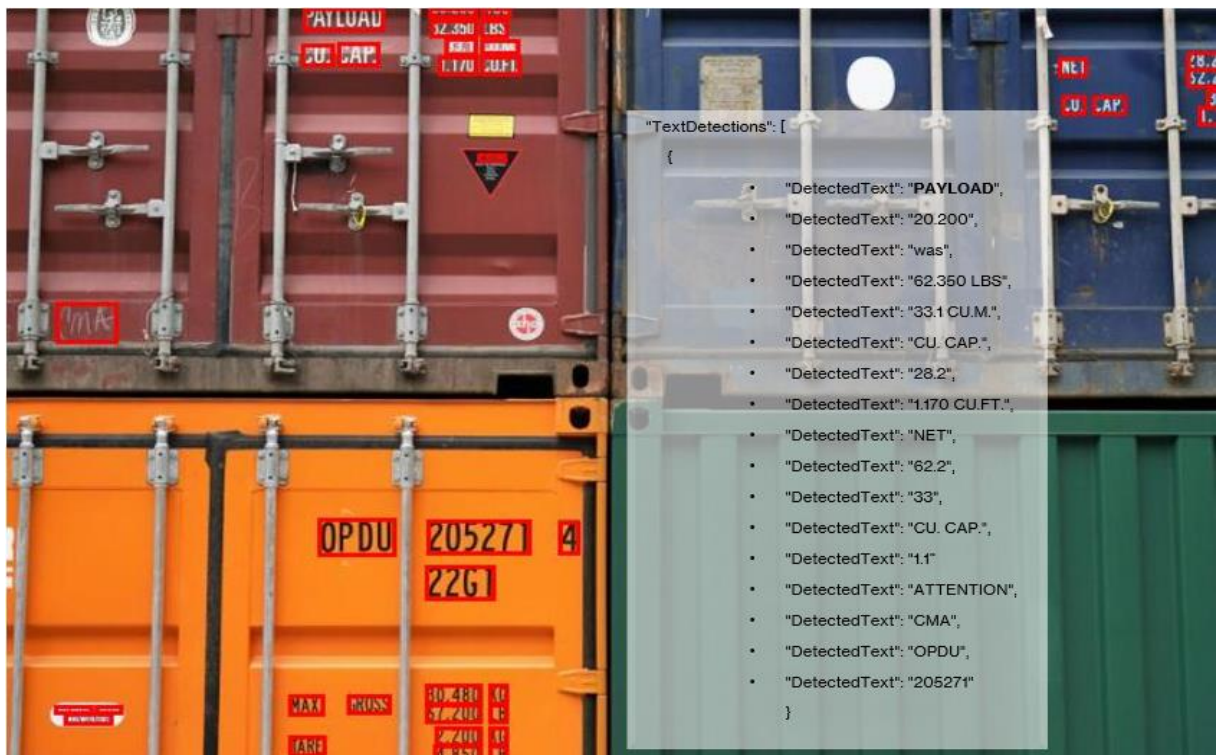


Figura 5 - Reconhecimento de caracteres a partir das detecções automáticas de regiões contendo texto por meio de redes neurais. Fonte: Autoria própria.

Após o treinamento, o sistema é testado com um conjunto de imagens novas (dados de validação) para verificar se ele pode generalizar suas previsões corretamente. O desempenho do modelo é medido por métricas como precisão,

revocação e F1-score, que ajudam a garantir que ele esteja suficientemente preciso para ser utilizado em ambientes portuários.

Para implementar Visão Computacional em portos, os seguintes frameworks e bibliotecas são amplamente utilizados devido à sua robustez e flexibilidade, como o Tensorflow (Abadi et al., 2015), Pytorch (Paszke et al., 2019), Keras (Chollet et al., 2015) e para o processamento das imagens visando melhorar o desempenho das redes neurais existem bibliotecas como o OpenCV (Bradski, 2000).

4 APLICAÇÕES DE VISÃO COMPUTACIONAL

A implementação de IA e Visão Computacional tem permitido uma série de inovações em portos ao redor do mundo. Entre as intervenções com maior impacto, destacam-se os trabalhos a seguir.

4.1 MONITORAMENTO AUTOMATIZADO DE CONTÊINERES (CUONG, 2024).

O crescimento anual médio no setor de terminais de contêineres, que está preparado para enfrentar uma demanda crescente nos próximos anos. Os portos e o transporte marítimo atualmente gerenciam mais de 90% do volume de comércio internacional.

A introdução de tecnologias avançadas, como Internet das Coisas (IoT), análises de big data, blockchains e inteligência artificial (IA) em terminais de contêineres automatizados, está atraindo uma atenção considerável de pesquisadores em todo o mundo. Estas tecnologias são vistas como essenciais para melhorar a produtividade dos portos, gerenciar custos eficazmente, otimizar operações e reduzir tempos de inatividade.

4.1.1 Evolução dos Smart Ports

A emergência dos portos inteligentes é discutida como um fator crucial devido à sua capacidade de utilizar tecnologias avançadas para otimizar e transformar operações portuárias. A Assistência a *Reach Stackers* (RSA), que utiliza visão computacional para melhorar a segurança e eficiência no manuseio de contêineres, é apresentada como um componente crítico nesse novo paradigma de operações portuárias inteligentes.

A visão computacional emerge como uma força transformadora nos portos, oferecendo novos níveis de insights, controle e otimização operacional. As capacidades de detecção de objetos e estimativa de distâncias, fundamentais para a segurança e vigilância dos portos, são discutidas como revolucionárias para a natureza fundamental de operações dos terminais de contêineres.

O porto de Hamburgo utiliza Visão Computacional para leitura automatizada de contêineres. Câmeras instaladas estrategicamente captam imagens dos contêineres, permitindo que o sistema registre automaticamente informações cruciais como número de identificação e estado físico. Isso resultou em uma redução de 30% no tempo de verificação (CUONG, 2024).

4.1.2 Análise Preditiva de Manutenção

No porto de Roterdã, sensores em guindastes e outras máquinas críticas monitoram condições como temperatura e vibração. Utilizando algoritmos de IA para

análise preditiva, os operadores conseguem identificar possíveis falhas antes que ocorram, resultando em uma diminuição de até 20% em interrupções operacionais inesperadas (CUONG, 2024).

4.2 Alocação de vagas de estacionamento em um porto marítimo (LEE, 2023).

A IA e a Visão Computacional oferecem uma série de benefícios na construção de ecossistemas de estacionamento sustentáveis e eficientes, ajudando a enfrentar os desafios de transporte eficiente de contêineres dentro dos portos e otimizar a alocação de espaços.

4.2.1 Identificação de Espaços de Estacionamento Disponíveis

Câmeras de CCTV capturam vídeos para identificar vagas disponíveis em tempo real. Algoritmos de visão computacional monitoram e gerenciam o fluxo de tráfego e a alocação de espaços, otimizando o uso do estacionamento nos portos.

4.2.2 Otimização do Fluxo de Tráfego

Técnicas de aprendizado de máquina analisam padrões de tráfego e otimizam rotas dentro dos portos, reduzindo congestionamentos. Sistemas inteligentes de gerenciamento coordenam a movimentação de veículos pesados e garantem operações mais rápidas e suaves.

4.2.3 Integração com Sistemas de Cidades Inteligentes

As soluções de IA e Visão Computacional se integram com sistemas mais amplos de gerenciamento urbano, contribuindo para o planejamento sustentável e eficiente.

4.2.4 Uso de Sensores e Fusão de Dados

Múltiplos tipos de sensores (ultrassônicos, ópticos) coletam dados sobre a ocupação dos espaços de estacionamento. A fusão desses dados gera uma visão abrangente e confiável, permitindo uma gestão otimizada do estacionamento e redução de congestionamentos.

Por exemplo, o porto de Singapura adotou IA para gerenciar o tráfego de caminhões, utilizando sensores e algoritmos de Visão Computacional para monitorar e otimizar a logística de entrada e saída. Com essa solução, o tempo de espera de caminhões foi reduzido em até 15%, contribuindo para uma operação mais ágil.

4.2.5 Sustentabilidade e Melhores Decisões Baseadas em Dados

As tecnologias aplicadas ajudam a reduzir o tempo de espera para estacionamento e, conseqüentemente, diminuem as emissões de carbono dos veículos pesados, alinhando-se com os objetivos de sustentabilidade. O uso integrado de CV e IA proporciona dados valiosos que podem ser utilizados para tomar decisões informadas e proativas sobre a gestão do espaço e do tráfego nos portos.

4.3 NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA E PREVISÃO DE COLISÕES (ZHANG, 2024).

Existe uma necessidade crítica de navegação segura nos canais portuários, que são hubs vitais para o comércio global, dadas as densidades de tráfego marítimo e as condições meteorológicas que influenciam a complexidade da navegação.

Limitações dos sistemas de navegação tradicionais, que dependem de radar e GPS, particularmente em ambientes portuários complexos onde estes sistemas lutam para alcançar percepção de alta precisão e previsão de colisão precisa.

As vantagens da visão computacional sobre o radar são dadas em termos de alcance de detecção, riqueza de informações e precisão na medição de ângulos, além de abordar as limitações do uso de sensores de visão computacional em condições climáticas extremas.

A combinação de visão computacional e tecnologia lidar pode transformar significativamente as operações nos portos, aumentando a segurança e eficiência por inovações tecnológicas avançadas.

Os métodos envolvem a implementação mapas tridimensionais do canal do porto através de escaneamento por radar a laser, uso de tecnologia de percepção visual para processar dados e identificar elementos ambientais e utilização de um detector multi-boxes de disparo único (SSD) para posicionar navios e obstáculos. O modelo de colisão é aprimorado com K-Means e Faster R-CNN, alcançando alta precisão e eficiência operacional

Tecnologias de Visão Computacional, combinadas com LiDAR e IA, têm sido aplicadas para navegação autônoma e previsão de colisões em canais portuários. O uso dessas tecnologias reduziu o risco de colisão em até 8%, conforme estudo recente aplicado em portos da China.

Para navios tripulados e autônomos, Nasur et al (2024) explora a modelagem de procedimentos de desatracação de emergência. Perigos potenciais, como condições meteorológicas severas e acidentes em áreas portuárias, podem exigir que navios desatracuem rapidamente para evitar danos. Procedimentos de desatracação de emergência são essenciais, especialmente para os navios autônomos, que têm características operacionais diferentes das embarcações convencionais.

Utilizando o Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM) e o Sistema de Análise e Classificação de Fatores Humanos para Acidentes Marítimos (HFACS-MA). O objetivo é preparar navios autônomos para emergências que exigem que deixem o porto rapidamente, comparando os procedimentos de desatracação entre navios tripulados e não tripulados. As variações no processo são analisadas em termos de segurança e fatores humanos, utilizando uma abordagem combinada que oferece uma visão mais profunda dos riscos e variações no processo. A pesquisa visa identificar as diferenças operacionais críticas entre navios convencionais e autônomos e melhorar a segurança desses procedimentos.

Sistemas de Segurança Inteligentes: No porto de Tianjin, na China, a Visão Computacional é utilizada em sistemas de segurança para monitoramento de áreas restritas. A tecnologia inclui reconhecimento facial e rastreamento de veículos, o que resultou em uma redução de 25% nas violações de segurança.

5 CONCLUSÕES

As tecnologias de IA e Visão Computacional demonstraram ser ferramentas relevantes para enfrentar problemas críticos no setor portuário, resultando em melhorias significativas na eficiência operacional, segurança e sustentabilidade. As intervenções analisadas neste relato técnico evidenciam o potencial transformador

dessas tecnologias, como no monitoramento automatizado de contêineres, análise preditiva de manutenção, gestão de tráfego e segurança aprimorada.

Um aspecto fundamental da Visão Computacional é que suas redes neurais, utilizadas para reconhecimento de padrões e análise de imagens, passam por um processo de aprendizado contínuo. Isso significa que, à medida que mais dados são capturados e novas situações surgem no ambiente portuário, as redes são continuamente aprimoradas. O uso de técnicas de aprendizado profundo (*deep learning*), em particular, permite que as redes neurais se tornem cada vez mais precisas na detecção de objetos, previsão de eventos e automação de processos. Inovações em frameworks como TensorFlow, PyTorch e Keras têm apresentado inovações constantes para esse aprimoramento, permitindo o desenvolvimento de modelos mais robustos e eficientes, que são treinados e otimizados com volumes crescentes de dados complexos.

Além disso, a integração da Visão Computacional com sistemas em nuvem oferece aos gestores portuários uma plataforma de grande utilidade para monitoramento em tempo real e análise preditiva. O processamento de grandes volumes de dados capturados pelas câmeras instaladas nos portos pode ser feito em tempo real na nuvem, utilizando serviços como o Amazon Web Services (AWS) e o Microsoft Azure, o que facilita o acesso a dashboards de controle, análise de tendências e a tomada de decisões rápidas, independentemente da localização geográfica. Essa conectividade permite que os gestores visualizem dados e análises em tempo real, otimizando a resposta a problemas operacionais e a manutenção de equipamentos.

Outro ponto a ser considerado é a crescente convergência da Visão Computacional com a Internet das Coisas (IoT). Sensores IoT, instalados em equipamentos portuários e veículos de movimentação de carga, podem fornecer dados como temperatura, vibração e localização. Ao integrar esses dados com sistemas de Visão Computacional, cria-se um ecossistema inteligente onde a captura de imagens e os dados de sensores trabalham em conjunto para fornecer uma visão holística das operações portuárias. Essa integração permite, por exemplo, que o sistema preveja falhas em guindastes com base em dados de vibração, além de monitorar visualmente o uso dos equipamentos.

Essa convergência de tecnologias abre caminho para uma nova geração de portos inteligentes, onde a automação, a análise preditiva e a segurança operacional podem ser gerenciadas de forma integrada. As inovações descritas não apenas proporcionam ganhos operacionais imediatos, como também colocam as operações portuárias em uma posição mais sustentável e eficiente a longo prazo.

Para o futuro, espera-se que estas tecnologias continuem a evoluir, trazendo mais avanços, como a automação total de terminais, sistemas de navegação autônoma completa e a integração mais profunda entre IoT, Visão Computacional e IA. O desenvolvimento contínuo dessas redes neurais, combinado com a capacidade expansiva dos sistemas em nuvem e IoT, permitirá que os portos se tornem centros de inovação tecnológica, cada vez mais conectados e eficientes.

REFERÊNCIAS

ABADI, Martín; et al. **TensorFlow**: Large-scale machine learning on heterogeneous systems. 2015. Software disponível em: <https://www.tensorflow.org>.

BRADSKI, Gary. The OpenCV Library. *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*, 2000.

- CHOLLET, François et al. Keras. 2015. Disponível em: <https://keras.io>.
- Cuong, T. N.; You, S.-S.; Cho, G.-S.; Choi, B.; Kim, H.-S.; Vinh, N. Q.; Yeon, J.-H. Safe operations of a reach stacker by computer vision in an automated container terminal. *Alexandria Engineering Journal*, v. 109, p. 285-298, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.08.080>
- LECUN, Yann; et al. Backpropagation applied to handwritten zip code recognition. *Neural Computation*, v. 1, n. 4, p. 541-551, 1989.
- LEE, H.; CHATTERJEE, I.; CHO, G. (2023). A Systematic Review of Computer Vision and AI in Parking Space Allocation in a Seaport. *Applied Sciences*, 13, 10254. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app131810254>. Acesso em: 12 out. 2024.
- LI, Y., & ZHOU, T. (2023). Intelligent Surveillance Systems for Port Security: Trends and Challenges. *International Journal of Maritime Affairs*, 19(3), 88-105.
- NASUR, Jan; et al. (2025). Toward modeling emergency unmooring of manned and autonomous ships – A combined FRAM+HFACS-MA approach. *Safety Science*, 181. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106676>. Acesso em: 12 out. 2024.
- PASZKE, Adam; et al. PyTorch: An Imperative Style, *High-Performance Deep Learning Library*. In: ADVANCES IN NEURAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS 32, 2019. p. 8024-8035. Curran Associates, Inc. Disponível em: <http://papers.neurips.cc/paper/9015-pytorch-an-imperative-style-high-performance-deep-learning-library.pdf>.
- ROSEN, M. & KÜHN, M. (2021). Application of AI in Container Handling: A Case Study in the Port of Hamburg. *Journal of Port Technology*, 35(2), 45-56.
- SZELISKI, Richard. *Computer Vision: Algorithms and Applications*. London: Springer, 2010.
- TAN, S. (2023). Traffic Management in Ports: The Role of Artificial Intelligence. *Asian Journal of Logistics*, 12(1), 67-80.
- VAN DER VEEN, A. & MEIJERS, J. (2022). Predictive Maintenance in Port Equipment Using Machine Learning. *Journal of Industrial Automation*, 28(4), 102-117.
- ZHANG, Zhan; YANG, Nanwu; YANG, Yijian. (2024). Autonomous navigation and collision prediction of port channel based on computer vision and lidar. *Scientific Reports*, 14, 11300. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-60327-9>. Acesso em: 12 out. 2024.

ARRAIÁ DO PORTO - FESTIVIDADE E FERRAMENTA DE APROXIMAÇÃO PORTO-CIDADE

Gessica Silva
SCPAR Porto de Imbituba

Amanda Cristhie Trummer Gomes
SCPAR Porto de Imbituba

Marlei Goldmeyer
SCPAR Porto de Imbituba

Resumo: Na interação diária com as cidades, os desafios portuários permeiam diversos aspectos, nem sempre palpáveis e visíveis. Há situações relacionais, de percepção sobre o porto e gerenciamento de expectativas da população, que cabem às autoridades portuárias gerenciar. No Porto de Imbituba (SC), esse panorama se soma à sua trajetória histórica, marcada pela substituição de sua gestão, em 2012, de um ente privado para a administração pública. Nesse contexto, visando reacender os laços que por tanto tempo ligam o Porto e a cidade, e diante da emergência de ações que efetivamente trouxessem os munícipes para mais próximo da realidade portuária, pensou-se na realização de um evento, com cinco objetivos: 1) Aproximação porto-cidade; 2) Fortalecimento da imagem do Porto; 3) Apoio social; 4) Fomento da cultura local; e 5) Celebração do aniversário do município. Assim nasceu, em 2022, o Arraiá do Porto, um evento anual construído de forma sinérgica, envolvendo as iniciativas pública, privada e o terceiro setor. Com o amplo apoio da comunidade portuária, o projeto faz uso da poligonal de forma cultural e educativa, com atrações típicas e visitas guiadas, ao mesmo tempo em que incentiva o voluntariado e apoia causas sociais locais. A participação da comunidade mais que dobrou do primeiro para o segundo ano, e cresceu mais de 30% na terceira edição, em relação a 2023. Já a renda revertida às instituições sociais quadruplicou em 2024, se comparada à 1ª edição. Com o tratamento dos desafios enfrentados, o Arraiá vem crescendo ano a ano e, com três edições concluídas, já está mais do que consolidado. A iniciativa inovadora executa práticas ESG, em especial o aspecto Social, e está alinhada aos ODS. Pensada para a realidade em Imbituba, pode ser facilmente replicável em outro porto público, adaptando-a às necessidades do contexto específico.

Palavras-chave: relação porto-cidade, arraiá do porto, festa portuária, visita ao porto.

1 INTRODUÇÃO

Além da grande participação econômica, visível no expressivo repasse de impostos e geração de emprego e renda, os portos podem gerar externalidades para as cidades onde estão presentes, tais como trânsito, resíduos, ruídos e odores. Estes aspectos geralmente são fonte de pressão da comunidade, que é quem vivencia na prática esses efeitos (SILVA, 2021).

Tem-se que a gestão de *stakeholders* passa por viabilizar a coexistência harmônica de diferentes grupos. E, nesse contexto, a realização de atividades recreativas na área de interface porto-cidade pode ser um dos fatores para tangibilizar o bom relacionamento com a comunidade e o alcance da sustentabilidade portuária (SILVA, 2021).

Criado na década de 1880 para ser um importante braço no escoamento de carvão do Sul de Santa Catarina, o Porto de Imbituba está há mais de um século na vida do município de Imbituba. Assim como os demais portos nacionais e internacionais, este Complexo Portuário vive importantes conquistas e desafios em seu dia a dia. Com operações multipropósito, recebe atualmente movimentações de graneis, contêineres e cargas gerais, que somam mais de 7 milhões de toneladas por ano (SCPAR PORTO DE IMBITUBA, 2024b). No campo social, gera cerca de cerca de 2 mil postos de trabalho diretamente na área portuária (SCPAR PORTO DE IMBITUBA, 2024a).

Desde 2012, quando a União e o Estado de Santa Catarina celebraram o convênio de delegação, a Autoridade Portuária é exercida pela SCPAR Porto de Imbituba, a qual tem como missão prover condições para o exercício da atividade portuária de forma sustentável. Dentre seus Valores, a 1) Integração com a sociedade e comunidade portuária e a 2) Responsabilidade socioambiental (SCPAR PORTO DE IMBITUBA, 2023). Ano a ano, a Autoridade Portuária põe em prática diversas ações para diminuir cada vez mais as externalidades negativas e ampliar o seu impacto positivo para os cidadãos, com medidas como a plena execução de seu Plano de Controle Ambiental e o constante diálogo com a comunidade portuária e a gestão municipal, em direção a soluções sistêmicas para os desafios que se apresentam.

2 CONTEXTO

Na sua jornada histórica, o desenvolvimento do Porto e da cidade de Imbituba por vezes se confundiram. O aparelhamento portuário, no século XX, pela empresa privada Companhia Docas de Imbituba (CDI), veio acompanhado do que pode ser considerada uma verdadeira revolução na infraestrutura local. Imbituba recebeu uma rede canalizada de água potável, usina de energia elétrica, granja, linha telegráfica, casas para operários e engenheiros, hotel, estação meteorológica e uma fábrica de cerâmica (SILVA, 2021). Essa transformação, alinhada à operação do Porto e sua atuação próxima do dia a dia da comunidade, criou fortes vínculos porto-cidade, os quais acabaram sendo estremecidos com o fim da concessão da gestão do Porto à CDI, em 2012.

Com uma estrutura completamente diferente de gestão, agora pública, com um novo modelo de empregabilidade (que no momento de transição causou algumas demissões) e mecanismos de contratação pautados por parâmetros do setor público, a SCPAR Porto de Imbituba, nova empresa, teve desde então o desafio de trazer novamente a comunidade para mais próximo do Porto de Imbituba. Este cenário foi impactado, também, por cada vez mais mecanismos de controle de acesso à área

portuária, em virtude de ações relativas majoritariamente à segurança e controle aduaneiro. Isso, inevitavelmente, restringiu o acesso ao Porto, local que, como contam alguns municípios, outrora as crianças brincavam e tinham acesso facilitado.

Em sua dissertação de mestrado, a autora Gécica da Silva (2021) identificou a latência da comunidade pela promoção de mais ações sociais por parte do Porto de Imbituba. Dentre suas conclusões, o estudo propõe 10 diretrizes de comunicação para fortalecer o relacionamento entre porto e a cidade, a partir da identificação de lacunas e oportunidades nessa relação com agentes públicos e privados. As propostas são relacionadas principalmente ao aumento da divulgação e à implementação de canais de relacionamento com os cidadãos, dentre elas, a autora sugere, como 5ª diretriz:

REALIZAR EVENTOS SOCIOCULTURAIS PORTO-CIDADE E DE REFORÇO DA IDENTIDADE PORTUÁRIA

Propõe-se que o Porto de Imbituba seja um dos importantes agentes que valorizam as identidades históricas, sociais e culturais da cidade, através da realização de eventos em seus espaços de integração, quais sejam, o Centro de Atividades Múltiplas, as bases de apoio às famílias dos caminhoneiros e o espaço que abriga a Capela São Pedro, promovendo o maior uso dessas áreas (SILVA, p. 158, 2021).

As diretrizes 9 e 10, propostas no estudo, também se aproximam da resolução da situação-problema: 9. Promover a comunicação educativa sobre a atividade portuária e 10. Fomentar eventos e projetos socioculturais e esportivos locais (SILVA, 2021).

Além disso, de maneira mais informal, a demanda por estreitar os laços entre o Porto e a cidade era presente e frequente nas diferentes interações dos colaboradores do Porto (diretoria, empregados concursados e comissionados) com a comunidade local, via desenvolvimento de programas de educação ambiental, reuniões do Conselho de Autoridade Portuária do Porto de Imbituba e com a prefeitura municipal, associações e demais instituições imbitubenses, diálogo com os veículos de imprensa ou, de forma mais direta, via canais de comunicação.

Importante mencionar que, por um longo período de tempo, dentro da área do Porto Organizado, funcionou uma cooperativa, onde as pessoas mantinham relações comerciais para atendimento de suas necessidades básicas de subsistência. Tal espaço foi reformado e hoje é um Centro de Atividades Múltiplas. Outro elo de conexão das pessoas com o Porto era através da Capelinha, que, em 2018, foi transposta de um ponto central da área portuária para um local de fácil acesso da comunidade.

Dentro desse contexto, a administração portuária organizou, em 2022, a 1ª edição do Arraiá, um evento pensado para ser um dia porto-cidade, com atividades recreativas para o público local. O sucesso inquestionável registrado inicialmente alavancou a expectativa para novas edições e consolidou-se como um importante elo para trazer o Porto para mais próximo da comunidade.

Como uma iniciativa que objetiva harmonizar a relação porto-cidade, o Arraiá do Porto foi incluído na atualização do Plano Mestre do Complexo Portuário de Imbituba e Laguna, publicado em julho de 2024 pelo Ministério de Portos e Aeroportos. O evento é citado como uma das ações que podem atenuar os impactos causados pela operação portuária, minimizando os conflitos entre a atividade portuária e o município (MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS, 2024).

3 INTERVENÇÃO

Para reacender os laços que por tanto tempo ligam o Porto e a cidade de Imbituba, e diante da emergência de ações e atividades que efetivamente trouxessem os munícipes para mais próximo da realidade portuária, pensou-se na realização de um evento, com cinco objetivos:

- 8) Aproximação porto-cidade: o objetivo principal, a gênese da iniciativa, uma forma de reencontro com a comunidade, que se configure também como uma oportunidade de expansão do conhecimento sobre as atividades do Porto, por meio de visitas guiadas;
- 9) Fortalecimento da imagem do Porto: a interação social qualificada impacta na imagem percebida da organização e o sucesso da iniciativa, conseqüentemente, fortalece a marca da Autoridade Portuária;
- 10) Apoio social: uma forma de envolver instituições filantrópicas, difundir suas atividades e destinar os recursos arrecadados para causas sociais;
- 11) Fomento da cultura local: o resgate de aspectos históricos, das raízes da cultura local, que se faz presente na culinária, atrações, feira de artesanato e no próprio local do evento, a Capela São Pedro;
- 12) Celebração do aniversário da cidade: combinou-se a época das festas juninas com o dia do aniversário de emancipação político-administrativa do município de Imbituba, celebrado em 21 de junho.

O Arraiá do Porto foi incluído no Planejamento Estratégico da SCPAR Porto de Imbituba e compõe o calendário de eventos da instituição. Sua realização é anualmente dividida em seis etapas:

1. Elaboração do plano de trabalho: delineamento geral do evento, com descrição da programação prévia e divisão das atividades em Grupos de Trabalho (GTs). Os trabalhos são capitaneados pelo Setor de Comunicação Social da empresa, contando com apoio da diretoria executiva, das gerências e dos colaboradores da SCPAR Porto de Imbituba. Nesse momento, são considerados os aprendizados obtidos nas edições anteriores e as expectativas do Porto, dos parceiros e da comunidade portuária para a edição que está sendo planejada;
2. Alinhamento de parcerias: é realizado o convite aos parceiros dos anos anteriores e a novos possíveis parceiros, apresentando a festa, seus objetivos e a programação prévia. A primeira edição teve o desafio adicional de escolha da entidade social que seria apoiada. Neste ponto, optou-se pela Associação Lanche da Amizade, sociedade filantrópica mantenedora da Casa de Repouso Imaculada Conceição de Imbituba, pela capacidade de organização de eventos desta magnitude, pela possibilidade de assumirem a produção e venda dos quitutes juninos, que era um desafio de execução para a Autoridade Portuária, e pelo grande trabalho social que desenvolvem na cidade há 30 anos junto aos idosos;
3. Organização: nesta etapa ocorre o trabalho prévio de organização da festa, a partir da confirmação das parcerias e do plano de trabalho. Este é o momento de elaboração dos materiais de divulgação, contratação de serviços, compra de materiais, solicitação de alvarás e autorizações, convite aos colaboradores que querem trabalhar no evento e alinhamento dos GTs;
4. Divulgação: com os materiais promocionais prontos, aproximadamente, um mês antes do evento, dá-se início à sua divulgação nos meios de comunicação diversos, ou seja, redes sociais, murais de cartazes, flyers, entrevistas em rádios, matérias em jornais e no site da SCPAR. No momento da divulgação, é

- aberta, também, a inscrição para as visitas institucionais, que ocorrem durante o evento;
5. Execução: é a realização do evento em si, fase em que a maioria dos GTs entra em ação, onde cada colaborador voluntário sabe exatamente as atividades a desempenhar;
 6. Avaliação e agradecimentos: após a festividade, a equipe interna se reúne para avaliar a execução e resultados do evento, expondo possibilidades de aprimoramento. É, também, o momento de agradecimento aos colaboradores e parceiros, e de divulgação dos resultados à comunidade, como forma de prestação de contas.

O Arraiá do Porto se propõe a ser construído de forma sinérgica, envolvendo as iniciativas pública, privada e o terceiro setor. Na área pública, a Autoridade Portuária está à frente da organização e diversos colaboradores são voluntários para trabalhar no dia do evento. O Arraiá conta também com o apoio institucional do Governo do Estado, por meio da Secretaria de Portos, Aeroportos e Ferrovias, que incentiva a gestão dos portos nessa interação com a comunidade, e a Prefeitura de Imbituba, uma grande parceira no provimento de parte da infraestrutura e na inclusão da festa no calendário oficial de festividades do aniversário da cidade.

No âmbito privado, as despesas do evento são custeadas majoritariamente pela comunidade portuária (operadores, agências marítimas, rebocadores, práticos, sindicatos do setor, Órgão Gestor de Mão de Obra etc.), os quais apoiam o Arraiá do Porto por meio de patrocínios. Este aporte financeiro é fundamental para tornar realidade a iniciativa.

Junto ao terceiro setor, a parceria com a Associação Lanche da Amizade consiste na gestão de toda a parte culinária. Com a Associação dos Amigos dos Autistas de Imbituba (AMAI), fica a operação das barracas de brincadeiras juninas, como pescaria, pontaria ao alvo e jogo de argolas. O espaço chamado de Quermesse reúne as integrantes do Projeto Costa Butiá (iniciativa socioambiental da Autoridade Portuária, que atua na produção de artesanato com a palha do butiazeiro), além das equipes do Instituto Australis (focado na proteção, monitoramento e conservação da natureza, em especial, da baleia-franca), a Rede Feminina de Combate ao Câncer e o SEST SENAT (com ações de conscientização do trânsito). Essas instituições expõem suas atividades, trazem orientações e comercializam seus produtos. Também há a participação de pequenos empreendedores artesãos, que têm espaço dentro do Arraiá para venda de suas criações, com o apoio da Superintendência Municipal de Cultura. Em 2024, houve também a participação das escolas municipais, com apresentações de danças juninas e casamento jeca, além de uma pequena feira de adoção de filhotes, organizada por uma ONG da cidade.

De certa forma, pode-se constatar que o Arraiá do Porto é um evento cocriado por muitas pessoas de diferentes instituições. Além daquelas já mencionadas, as equipes de empresas terceirizadas da Autoridade Portuária muito colaboram não só prestando os seus serviços, mas trazendo sugestões que possibilitam a melhoria do evento. Os veículos de imprensa abraçaram o Arraiá, colaborando muito na divulgação. Ademais, é comum os participantes trazerem suas sugestões à equipe organizadora, durante a execução da festa. Por fim, com o passar do tempo, foi possível obter retornos positivos de parceiros no sentido mais abrangente, por exemplo, fornecedores disseram estar satisfeitos em fazer parte da iniciativa, pois sentiram-se prestigiados em poder contribuir de alguma forma. Esse sentimento também foi compartilhado por instituições que fizeram parte da programação cultural do evento.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Após três edições, registra-se que a iniciativa tem crescido, assim como seus resultados e impactos. Já no primeiro ano, foi verificado que a expectativa local de um evento porto-cidade era muito maior que o dimensionamento da festa realizado pela Autoridade Portuária (Foto 1), resultando em um público acima do projetado e algumas situações pontuais, como a grande procura por visitas ao Porto, mesmo com as inscrições já finalizadas, e o esgotamento de grande parte dos quitutes produzidos.

Inicialmente, tinha-se que convidar a comunidade para participar de uma experiência inédita. Assim, organizou-se um evento com uma ideia estimada de 800 participantes, que poderia se consolidar ou não. Ou seja, foi uma aposta, e a adesão da sociedade veio já na primeira edição. Para chamar o público, o Setor de Comunicação Social da SCPAR Porto de Imbituba atuou fortemente nos veículos de comunicação locais, especialmente, com envio de releases e entrevistas nas rádios, que têm grande audiência em Imbituba. Também houve maiores esforços de divulgação nas redes sociais e site do Porto, e distribuição de cartazes e flyers dentro e fora da área portuária, em espaços de grande circulação pública, como a prefeitura, padarias e supermercados. Além do resultado obtido na presença de grande público, registra-se a participação de cidadãos de todas as idades no Arraiá, os quais querem visitar o Porto, saborear pratos típicos, assistir a apresentações culturais e ainda ajudar causas sociais.

Foto 1 — 1º Arraiá do Porto



Fonte: SCPAR Porto de Imbituba, 2022.

Nos anos seguintes, foram realizados os ajustes necessários e, como consequência, aumentado o espaço físico do evento. A realização de uma festa aberta ao público na área portuária, por si só, já é um grande desafio, mas não intransponível. Diante da clara necessidade de expandir a área da festa, para comportar melhor a programação e os participantes, da impossibilidade de adentrar ainda mais a poligonal do Porto, mantendo a Capela São Pedro, na interface porto-cidade, como ponto de

referência do Arraiá, buscou-se uma solução junto à prefeitura. A expansão do ambiente da festa ocorreu em parceria com o executivo municipal, que passou a isolar um espaço maior da rua em frente à igreja, viabilizando instalar uma estrutura adequada ao público esperado anualmente (em torno de 4 mil pessoas). Foram instaladas tendas para melhor acomodar as atrações dos anos de 2023 (Foto 2) e 2024 (Foto 3).

Foto 2 — 2º Arraiá do Porto



Fonte: SCPAR Porto de Imbituba, 2023.

A ampliação da festa dependeu da captação de mais patrocinadores, além das 17 instituições que apoiaram inicialmente. Em 2023, foram 28 empresas e entidades unidas em torno da realização do dia porto-cidade e, em 2024, 33.

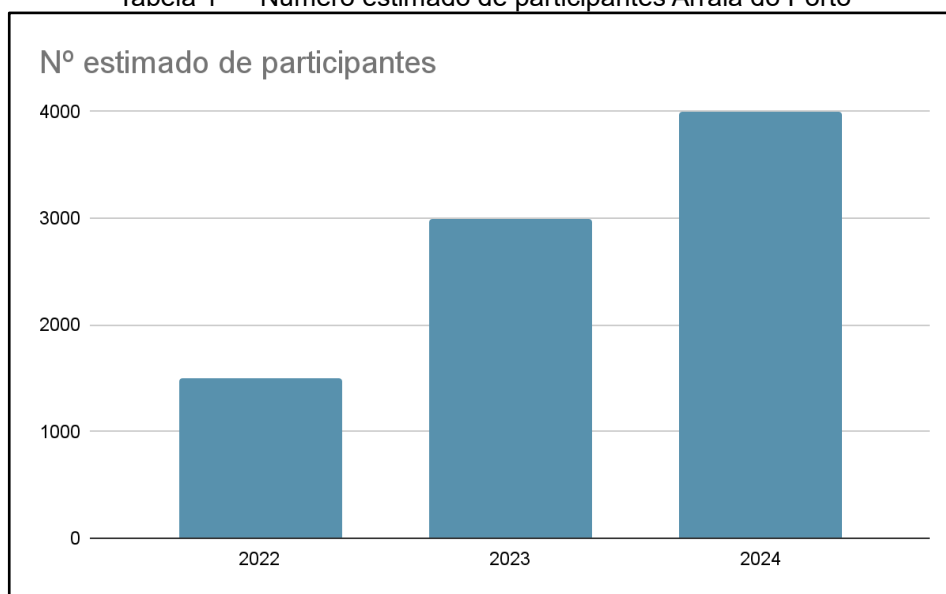
Foto 3 — 3º Arraiá do Porto



Fonte: SCPAR Porto de Imbituba, 2024.

O resultado de participação da comunidade, que desde o princípio superou as perspectivas da administração portuária, mais que dobrou (Tabela 1) do primeiro para o segundo ano, e cresceu mais de 30% na terceira edição, em relação a 2023.

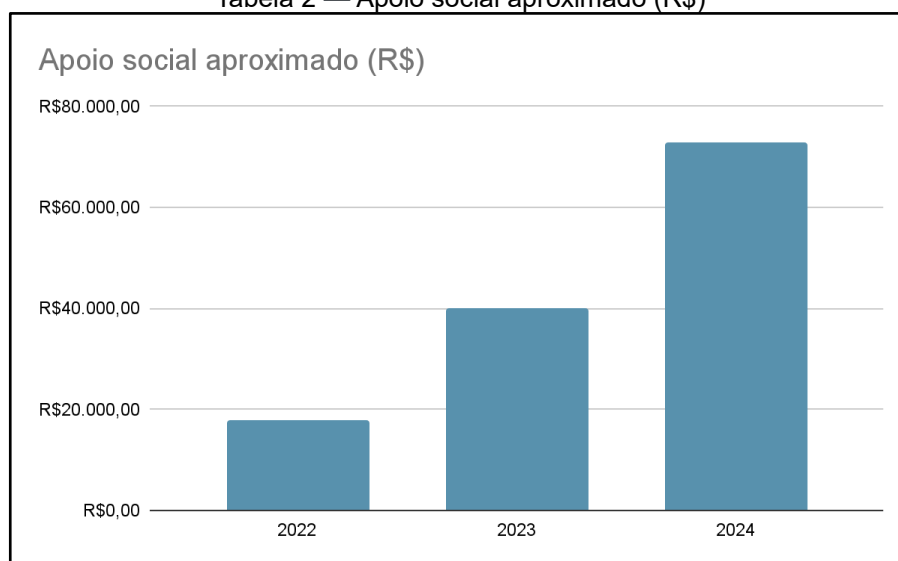
Tabela 1 — Número estimado de participantes Arraiá do Porto



Fonte: SCPAR Porto de Imbituba, 2024.

Além da Associação Lanche da Amizade, o apoio social foi sendo estendido ao longo dos anos para outras entidades e a renda revertida às causas sociais quadruplicou em 2024, se comparada à 1ª edição (Tabela 2).

Tabela 2 — Apoio social aproximado (R\$)



Fonte: SCPAR Porto de Imbituba, 2024.

Um ponto crucial na atração de participantes para o Arraiá são as visitas ao Porto de Imbituba (Fotos 4 e 5), que se esgotam em poucas horas. No primeiro ano, as inscrições foram realizadas diretamente no evento, o que acabou levando muitas pessoas ao local. No entanto, dada a limitação de atendimento e de acesso à área portuária, alguns interessados não conseguiram participar da ação.

Foto 4 — Visitas guiadas 1º Arraiá do Porto



Fonte: SCPAR Porto de Imbituba, 2022.

Para melhor organização da logística e como forma de evitar possíveis frustrações dos cidadãos que comparecem ao Arraiá para visitar o Porto, em 2023 e 2024, as inscrições ocorrem em momentos prévios ao evento. Se, na primeira edição, a possibilidade de visita foi um grande chamariz de público, o sucesso inicial do Arraiá consolidou a participação comunitária para os anos seguintes. Anualmente, são entre 250 e 300 pessoas atendidas nas visitas guiadas disponibilizadas no evento, e as inscrições se esgotam em poucas horas. Esta limitação de vagas foi atenuada em 2024 com a disponibilização de nova oportunidade de recepção da comunidade no Porto, ao longo do ano, em uma tentativa de diminuir a demanda latente, principalmente dos moradores locais.

Foto 5 — Visitas guiadas 3º Arraiá do Porto



Fonte: SCPAR Porto de Imbituba, 2024.

Outro atrativo relevante é a programação cultural, que fortalece as tradições, como o boi de mamão (Foto 6), o artesanato, o forró, o casamento na roça, a quadrilha junina, o espetáculo circense, dentre outras atrações.

Foto 6 — Apresentação boi de mamão 2022



Fonte: SCPAR Porto de Imbituba, 2022.

Destaque para a última edição (2024), onde o ponto alto da festa foi a apresentação da Orquestra Camerata Florianópolis (Foto 7) que, para ser viabilizada, contou com o apoio do Governo do Estado, através da Fundação Catarinense de Cultura (FCC).

Foto 7 — Apresentação da Orquestra Camerata Florianópolis



Fonte: SCPAR Porto de Imbituba, 2024.

Observa-se que, além dos impactos visíveis, como a promoção de uma grande festa, oportunidade de visita ao Porto, ampliação do acesso à cultura, apoio a causas

sociais e envolvimento da comunidade portuária, há que se destacar os impactos intangíveis que se atinge na relação porto-cidade, com recepção muito positiva da população em relação à iniciativa, ganhos na imagem das instituições envolvidas e a crescente expectativa para as próximas edições.

O Arraiá do Porto busca a participação de diversos segmentos de *stakeholders*, envolvendo-os até mesmo na viabilização operacional e custeio do evento, o que demonstra a essencialidade das parcerias. Houve o desafio inicial de sensibilizar a comunidade portuária para “abraçar” a causa, pois o apoio financeiro dos agentes privados era essencial, não apenas pela abrangência de sua possibilidade de compras e agilidade nas contratações necessárias (se comparada aos trâmites da administração pública), mas também como forma de validação institucional da ideia. O apoio da comunidade portuária foi possível por meio do esclarecimento da proposta por parte da gestão da Autoridade Portuária. Desde a primeira edição, os usuários têm marcado presença não só por meio da concessão de patrocínios, mas, também, comparecendo ao evento com suas famílias.

Ano a ano, se vislumbra o crescente interesse de iniciativas sociais pela sua inclusão no rol de entidades participantes e destaca-se que a principal instituição apoiada coloca, literalmente, a mão na massa, reunindo cerca de 20 voluntárias na preparação dos quitutes.

Os resultados positivos também chamaram a atenção dos colaboradores da Autoridade Portuária, que passaram a se engajar mais a partir da segunda edição. A organização dos trabalhos de algumas equipes por turno, a participação de ex-estagiários e entrega de certificado de agradecimento como forma de reconhecimento dos voluntários foram os diferenciais da terceira edição. A adesão dos voluntários passou de cerca de 20 colaboradores, em 2022, para aproximadamente 50 funcionários neste ano, os quais atuam, dentre outras funções, na recepção dos visitantes, atendimento nas barracas, montagem do espaço, e brigada de emergência.

Nesse contexto, considera-se que, para além dos números já conquistados, a execução exitosa da iniciativa inovadora já se revela ao conseguir engajar diversos *stakeholders*, desde relações institucionais, governamentais, com clientes, colaboradores, ações sociais etc. O concatenamento de diferentes atores em prol da comunidade certamente é um ponto-chave.

A opção de entretenimento local, após o longo período de distanciamento social da pandemia, e em um município com poucas opções de grandes eventos abertos ao público, também é fator relevante. A adesão popular, desde o início, demonstra que a comunidade anseia por mais eventos como esse.

Ademais, o cunho filantrópico, com a possibilidade de ajudar instituições beneficentes, ao mesmo tempo em que se diverte, adicionou-se aos resultados positivos do Arraiá.

Também, a possibilidade de conhecer de perto o Complexo Portuário, com as visitas, foi um poderoso instrumento para despertar o interesse de participação no Arraiá, porque decorre da latente demanda por maior aproximação com o Porto, além da curiosidade por acompanhar de perto as atividades portuárias.

A Autoridade Portuária objetiva melhorar a iniciativa a cada ano, em seus diversos aspectos, seja no espaço, estrutura, cardápio, diversificação da programação e organização em geral, o que certamente tem contribuído para manter e ampliar este sucesso.

5 CONCLUSÕES

O Arraiá do Porto é uma iniciativa com resultados efetivos, tangíveis e intangíveis, a qual tem sido cada vez mais aguardada no município e com potencial indiscutível de continuidade e crescimento, além de difusão por outros portos. É original, na medida em que objetiva a relação porto-cidade, com a realização de uma tradicional festa dentro da programação de aniversário do município, conta com o amplo apoio da comunidade portuária, faz uso do espaço portuário de forma cultural e educativa, ao mesmo tempo em que incentiva o voluntariado e apoia iniciativas e causas sociais locais. Sua magnitude ultrapassa os limites do município de Imbituba, atraindo participantes de localidades próximas.

Ao buscar atender a demanda da sociedade local por maior proximidade do Porto, acaba por promover a sustentabilidade das atividades portuárias, uma vez que amplia o relacionamento com a comunidade com uma abordagem colaborativa e inclusiva. É também dizer que contribui para a manutenção do que a literatura coloca como licença social para o porto operar, que é a aprovação não formal, mas subjetiva, provida pela comunidade, de acordo com a imagem que ela tem do porto como ator legítimo e responsável (SILVA, 2021).

Dentro dos critérios ESG (*Environmental, Social and Governance* – Ambiental, Social e Governança), o Arraiá do Porto ressalta o aspecto Social, por vezes, o mais difícil de efetivamente ser trabalhado no meio portuário, em função do seu caráter relacional, que envolve justamente relações humanas, comunicação efetiva e direta.

Importante destacar que a iniciativa também permeia três Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS/ONU): 4º Educação de qualidade; 11º Cidades e comunidades sustentáveis; e 17º Parcerias e meios de implementação. Isso porque promove oportunidades de aprendizagem, com as visitas ao Porto, valoriza a diversidade cultural, com uma programação que inclui apresentações de danças, artesanato e comidas típicas, especialmente, do Boi de Mamão, uma manifestação folclórica tradicional do litoral catarinense, além do tema da festa em si, um Arraiá, evento popular brasileiro. É uma prática que fortalece a salvaguarda de patrimônios culturais, visto que é realizada, também, em um espaço muito simbólico para a comunidade imbitubense, pois abriga um monumento, a igrejinha, que está há mais de um século no Porto de Imbituba, proporcionando o uso público do espaço. Além disso, fomenta parcerias públicas, público-privadas e com a sociedade civil, em torno da mobilização de recursos para o bem-estar social e o ganho mútuo (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2024).

Pensada para a realidade da relação porto-cidade em Imbituba, a iniciativa pode ser facilmente replicável em outro porto público, adaptando-a às necessidades do contexto específico. Isso porque a constelação de *stakeholders* das autoridades portuárias se assemelha, a necessidade de alinhamento público-privado também está presente e a demanda por um relacionamento qualificado com a comunidade é indiscutível. Além disso, a festa junina é um evento típico em todo território nacional, com maiores e menores graus de expressão popular, mas que se realiza país afora.

Aos interessados em replicar esse projeto, sugere-se que a iniciativa porto-cidade seja mantida ao longo do tempo, para se consolidar na agenda local. É essencial que o ambiente em torno da organização seja acolhedor e abrace a ideia, que todos os envolvidos sejam valorizados e sintam-se bem em participar como parceiros e voluntários.

REFERÊNCIAS

MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS. Plano Mestre Complexo Portuário de Imbituba e Laguna 2024. Disponível em: https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/planejamento-portuario/plano-de-desenvolvimento-e-zoneamento-pdz/arquivos-pdz/PM_Imbituba_Laguna_16072024.pdf. Julho, 2024.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SCPAR PORTO DE IMBITUBA. Planejamento Estratégico Integrado 2024-2028 Versão Sintética. Disponível em: <http://transparencia.portodeimbituba.com.br/wp-content/uploads/2024/01/PEIN-2024-2028-Vers%C3%A3o-Sint%C3%A9tica-Atualizada.pdf>. 2023. Acesso em: 30 ago 2024.

_____. SCPAR Porto de Imbituba possui cerca de 2 mil colaboradores trabalhando diretamente na área portuária. Publicado em: 02/05/2024, 2024a. Disponível em: <https://portodeimbituba.com.br/scpar-porto-de-imbituba-possui-cerca-de-2-mil-colaboradores-trabalhando-diretamente-na-area-portuaria/> Acesso em: 07 out 2024.

_____. Relatório de Sustentabilidade 2023. Imbituba, 2024b. Disponível em: <https://portodeimbituba.com.br/download/relatorio-anual-de-responsabilidade-socioambiental-2023/> Acesso em: 07 out 2024.

SILVA, Géssica da. Proposta de diretrizes de comunicação porto-cidade: o caso de Imbituba. 2021. 185 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas, Mestrado em Administração, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/00008f/00008fd3.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

BEBÊ A BORDO - SALA DE AMAMENTAÇÃO PARA RETORNO PÓS LICENÇA MATERNIDADE

Maria Medeiros
VALE S/A

Elton Russe
VALE S/A

Rogério venturin
VALE S/A

Kelly Duarte
VALE S/A

Claudia Mendes
VALE S/A

Vitoria Sousa
VALE S/A

Resumo: Com o compromisso em contribuir para um ambiente de trabalho inclusivo, afetivo e acolhedor o Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM) teve a ideia de criar por meio da SST, um espaço preparado a fim de receber as mães no momento de retorno ao trabalho após sua licença materna de seis meses para que tenham um ambiente que lhes ofereça estrutura para retirada de leite materno de forma higiênica e segura. O ambiente tem como objetivos acolher e propor um lugar de segurança psicológica as empregadas no momento do retorno da licença maternidade, bem como prevenir doenças tais como o ingurgitamento mamário, mastite e outras infecções e estimular a produção de leite pós retorno ao trabalho para que amamentação continue ocorrendo nesse período. Bebê a bordo como foi batizado foi construído em uma sala climatizada de 8,8 m² lotado de mobília específicas para amamentação, freezer e todo conforto para atingimento do seu objetivo principal. Desde a sua inauguração em março de 2023 já foi utilizado por 22 mulheres as quais tem deixado depoimentos como esse a seguir, que nos deixa motivado cada dia mais a manter esse ambiente inclusivo. *"Primeiramente amei o lugar! Você sente o carinho com que foi feito em cada detalhe, todo o cenário com imagens e frases que me fizeram lembrar da minha filha e sentir ela mais perto de mim. É muito importante para as mães que estão retornando ao trabalho depois da licença maternidade, ter esse ambiente privativo e aconchegante para ordenhar o leite com tranquilidade. Fico muito feliz que agora tenho onde tirar e armazenar o leite para minha filha e assim conseguir estimular e manter a minha produção de leite por mais tempo."* Nos disse a Suzanne Jardim ao usar o espaço!

Palavras-chave: amamentação, estrutura adequada, inclusão ,segurança psicológica

* A revisão ortográfica, gramatical, ABNT ou APA é de responsabilidade do(s) autor(es).

1 INTRODUÇÃO

O presente Relato Técnico caracteriza-se como uma boa prática de SST, sendo desenvolvido e aplicado no Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM), localizado na região Nordeste do Brasil, estado do Maranhão, cidade de São Luís, na margem leste da Baía de São Marcos, situado a 8 quilômetros ao sul do centro da cidade, à qual está ligado por rodovia no endereço Av. dos Portugueses s/n CEP 65085-580. O TMPM tem capacidade de acomodar até cinco navios. Utilizamos para transportar principalmente minério de ferro, minério de manganês e concentrado de cobre. O TMPM é gerido pela empresa Vale S/A, uma mineradora global com sede no Rio de Janeiro, criada como empresa estatal em 1º de junho de 1942 pelo Decreto-Lei nº 4.352, sendo privatizada em 1997. A Vale é a maior produtora mundial de minério de ferro e pelotas, matérias-primas essenciais para a fabricação de aço.

Hoje a empresa está presente em cerca de 20 países, compartilhando a missão de transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável. Além da mineração, atua em logística – com ferrovias, portos, terminais e infraestrutura de última geração -, em energia e em siderurgia, sendo a maior produtora mundial de minério de ferro, pelotas e níquel. A Vale tem uma rede de logística que integra minas, ferrovias, navios e portos, garantindo agilidade e segurança no transporte do minério, estando presente no Brasil, Indonésia, Omã, Malásia e China.



Figura 1 – Objetivos organizacionais da empresa Vale S/A

Para integrar as operações nos cinco continentes, a Vale conta com uma rede de portos e terminais conectados às minas por meio das ferrovias. Entre eles estão portos com calado profundo, aptos para receber os Valemax. As estruturas são operadas no Brasil, na Indonésia, na Malásia e em Omã, atendendo também serviço de carga para terceiros.

O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) localizado em São Luís (MA), foi o porto que mais movimentou minério de ferro em todo o Brasil em 2021, de acordo com levantamento feito pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq). Em 2023 embarcou 166,3 milhões de toneladas de minério de ferro segundo o último relatório anual da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), e em 2024 está completando 38 anos de operação no estado.

O porto de Ponta da Madeira tem uma área de aproximadamente 1800 hectares, o que equivale a 100 Estádios do Maracanã, e embarca produtos como: minério de ferro, manganês e pelotas.

É dele que são embarcadas diariamente milhares de toneladas de minério de ferro para o funcionamento de indústrias da construção civil, automobilística, naval e entre outras. A boa atuação do TPM está diretamente ligada às condições favoráveis que São Luís tem para o setor industrial: privilegiada posição geográfica entre as regiões Norte e Nordeste do país, com o litoral estrategicamente localizado, o que permite economia de combustíveis e redução no prazo de entrega de mercadorias para os mercados transoceânicos. A capital também possui uma das maiores variações de maré existentes (aproximadamente 7 metros).

(Fonte: <https://imirante.com/noticias/brasil/2022/02/08/terminal-maritimo-de-ponta-da-madeira-e-lider-em-movimentacao-de-cargas-no-brasil>)

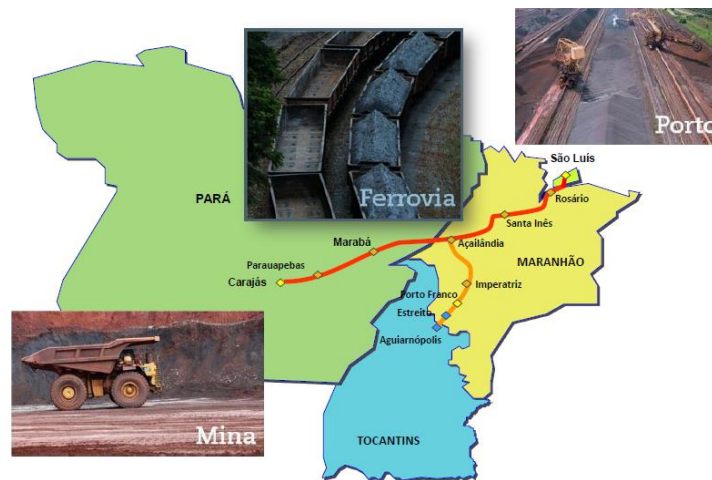


Figura 2 – Mapa do sistema de produção mineral e logística mina-ferrovia-porto

A Baía de São Marcos, em São Luís, foi escolhida para receber o escoamento da produção mineral de Carajás pelo aspecto técnico, pois apresenta maior largura e profundidade adequada para receber os navios graneleiros de até 400 mil toneladas e um canal de acesso natural que permite o tráfego simultâneo, em ambos os sentidos, de navios de grande porte. Além disso, conta a favor a boa visibilidade, pois a região se encontra fora de qualquer rota de tempestades, o que permite a operação durante todo o ano.

O TPM é dividido basicamente em 4 grandes macro processos:

- Viradores de vagão – onde se recebe o minério da ferrovia; O Porto Norte possui **8 viradores de vagões**, que descarregam uma média de 52 lotes de 110 vagões por dia;
- Empilhamento de minério nos pátios; são **18 máquinas de pátio**, realizando as atividades de empilhamento e recuperação **em 15 pátios**, com capacidade de armazenar até 7,2 milhões de toneladas.
- Recolhimento de minério nos pátios e movimentação pelos **transportadores** até os carregadores; são cerca de 120 quilômetros de correias transportadoras movimentam o minério, direcionando-o aos píeres;
- Carregamento dos navios nos **píeres: I, III (norte e sul) e IV (norte e sul)**, que hoje têm condições de embarcar até 5 navios simultaneamente.



Figura 3 – Mosaico com apresentação das instalações do TMPM

2 A SST NO PORTO NORTE (TMPM)

O Serviço Especializado em Engenharia e Medicina do Trabalho (SESMT) do TMPM é bem superior ao quadro da NR04 do MTE, é composto por uma Coordenação de Saúde Ocupacional e duas Coordenações de Segurança Ocupacional conforme detalhamento nas figuras abaixo.

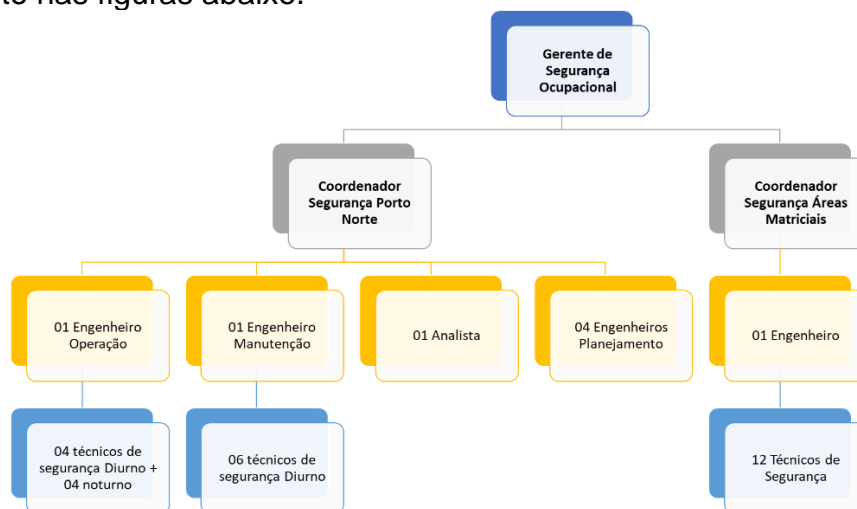


Figura 4 – Organograma Segurança Ocupacional Porto Norte

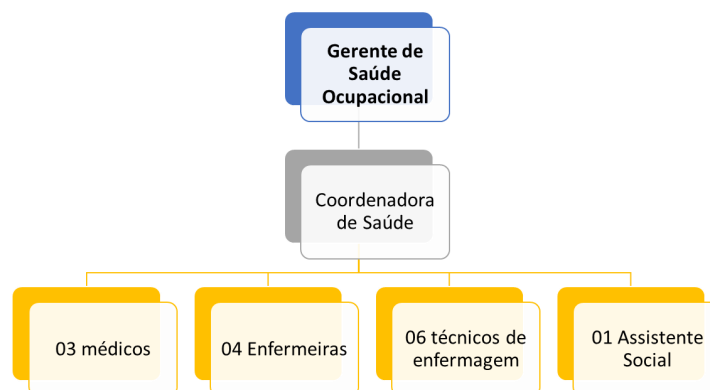
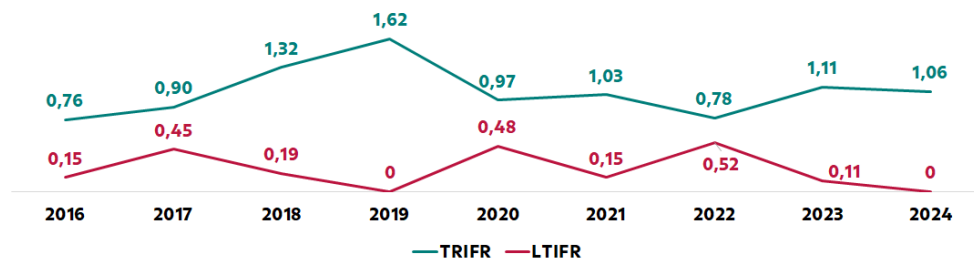


Figura 5 – Organograma Saúde Ocupacional Porto Norte

As principais ações da equipe de SST são voltadas para gerenciamento de riscos em campo, capacitações em saúde e segurança, inspeções em áreas operacionais com foco nas melhorias da segurança dos trabalhadores e eliminação de riscos de doenças ocupacionais, aplicação de diálogos comportamentais voltado para mudança orientado para o comportamento, realização de simulados de respostas a emergência no mar e na retro área Portuária, elaboração de procedimentos e programas técnicos em SST, avaliação de riscos das atividades operacionais de manutenção, operações e suporte a atividades operacionais, análise ergonômica das atividades, realização de ginástica laboral, realização de exames ocupacionais e de promoção a qualidade de vida, gerenciamento de estatísticas, indicadores de processo e demais atividades voltadas para gestão em SST.

A figura 4 abaixo evidencia que o número de acidentes do trabalho no TMPM tem se mantido estável nos últimos anos.



	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
TRIFR	3	5	6	8 ^(*)	7	7	6	9	3
LTIFR	1	4	1	-	2	1	4	1	-

TRIFR - Taxa de Frequência de Acidentes Registráveis (Fatalidade, Afastamento, Tratamento médico e Restrição)
LTIFR - Taxa de Frequência de Acidentes (Afastamentos)

Figura 4 – Histórico de Acidentes do Trabalho no TMPM

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio (CIPA) do TMPM é constituída por 36 integrantes, sendo 18 eleitos pelos empregados e 18 indicados pela empresa. A CIPA tem um plano de trabalho abrangente com ações voltadas para levantamento de condições de riscos em campo através de inspeções nas áreas operacionais, ações voltadas para conscientização de hábitos saudáveis como campanhas de saúde (alimentação saudável e vacinação), ações voltadas para mudança de comportamento, revisão dos mapas de riscos, investigação de acidentes e doenças do trabalho.

A classificação de riscos é definida por uma matriz conforme figura 5 onde se faz o cruzamento de severidade do dano e probabilidade da ocorrência.

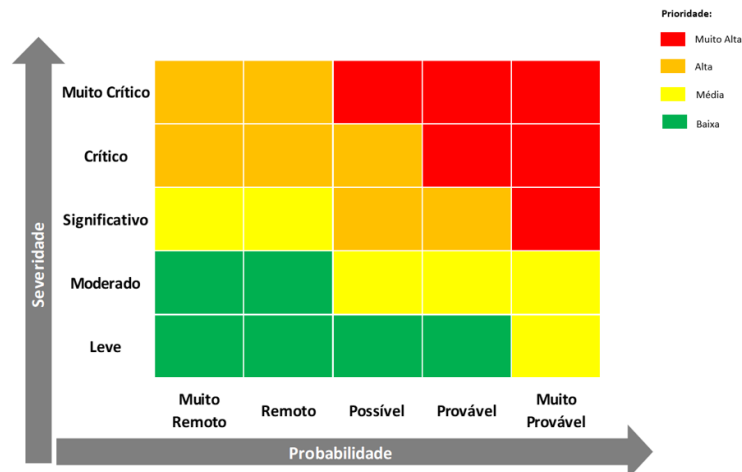


Figura 5 – Matriz de classificação de riscos

3 O PROBLEMA

Sem um ambiente adequado para a retirada de leite materno, as funcionárias podem enfrentar dificuldades para conciliar a amamentação com suas responsabilidades profissionais. Isso pode impactar negativamente a produção de leite, a continuidade da amamentação e até mesmo a saúde física e emocional das mães.

Além disso, a falta de um espaço preparado para a ordenha do leite materno pode gerar desconforto, estresse e ansiedade nas funcionárias, afetando diretamente seu bem-estar e produtividade no trabalho. Sem um ambiente adequado, as mulheres podem se sentir desestimuladas a continuar amamentando após o retorno ao trabalho, o que pode impactar tanto a saúde do bebê quanto o vínculo entre mãe e filho.

4 A BOA PRÁTICA

Com o compromisso em contribuir para um ambiente de trabalho inclusivo, afetivo e acolhedor tivemos a ideia da criação de um espaço preparado a fim de receber as mães no momento de retorno ao trabalho após sua licença materna de seis meses para que tenham um ambiente que lhes ofereça estrutura para retirada de leite materno de forma higiênica e segura. O ambiente tem como objetivos acolher e propor um lugar de segurança psicológica as empregadas no momento do retorno da licença maternidade, bem como prevenir doenças tais como o ingurgitamento mamário, mastite e outras infecções e estimular a produção de leite pós retorno ao trabalho para que amamentação continue ocorrendo nesse período. Bebê a bordo como foi batizado foi construído em uma sala climatizada de 8,8 m² lotado de mobília específicas para amamentação, freezer e todo conforto para atingimento do seu objetivo principal. Desde a sua inauguração em março de 2019 e já foi utilizado por 22 mulheres.

"Bebê a Bordo" pode ser replicada por organizações de diversos setores, especialmente aquelas que valorizam a inclusão, o bem-estar dos funcionários e a equidade de gênero. Empresas de grande, médio e pequeno porte podem se inspirar nessa iniciativa para promover um ambiente de trabalho mais acolhedor e inclusivo para as mães que retornam ao trabalho após a licença maternidade.

Equipes de recursos humanos, gestão de pessoas, responsabilidade social empresarial e equipes dedicadas à saúde e bem-estar dos funcionários podem liderar

a replicação dessa iniciativa, garantindo que as necessidades das mães trabalhadoras sejam atendidas de maneira sensível e eficaz. Além disso, organizações que buscam promover.

Além disso, organizações que buscam promover a igualdade de gênero e o suporte às famílias também podem encontrar inspiração no "Bebê a Bordo" para implementar práticas que apoiem as funcionárias durante a transição da licença maternidade para o retorno ao trabalho.

Essa iniciativa pode ser adaptada e replicada por uma variedade de organizações, desde empresas privadas até instituições públicas, trazendo benefícios tangíveis para as mães trabalhadoras e suas famílias.

5 RECURSOS NECESSÁRIOS

Para implementar a lição aprendida com o "Bebê a Bordo", é necessário considerar diversos recursos materiais, humanos e financeiros.

a) Recursos Materiais:

- Espaço físico adequado, como uma sala privativa equipada para a extração de leite materno, com mobiliário confortável e funcional.
- Equipamentos para extração de leite, cadeira confortável para amamentação, freezer para armazenamento do leite materno.
- Materiais de higiene e limpeza, como lenços umedecidos, álcool em gel, recipientes para armazenamento do leite, entre outros.

b) Recursos Humanos:

- Engajamento da equipe de recursos humanos para implementar e comunicar a iniciativa.
- Treinamento e conscientização dos gestores e demais colaboradores sobre a importância e funcionamento do espaço "Bebê a Bordo".
- Suporte de profissionais de saúde para orientar as mães sobre a extração e armazenamento adequados do leite materno.

c) Recursos Financeiros:

- Investimento na adaptação do espaço físico para atender às necessidades do "Bebê a Bordo".
- Aquisição dos equipamentos necessários para a extração e armazenamento do leite materno.
- Possível custeio de treinamentos e materiais de conscientização.

d) Visão Geral da Complexidade: A implementação da lição aprendida envolve aspectos que vão desde a infraestrutura física até o engajamento e suporte aos colaboradores. Requer um investimento financeiro inicial, além do comprometimento da organização em promover um ambiente de trabalho acolhedor e inclusivo. A complexidade reside na necessidade de integrar diversos setores da empresa, garantir a sensibilização dos colaboradores e oferecer suporte contínuo às funcionárias que utilizarão o espaço "Bebê a Bordo". Essa iniciativa demanda planejamento cuidadoso, envolvimento de diferentes áreas da empresa e um compromisso sólido com a saúde e bem-estar das mães trabalhadoras.

6 OS RESULTADOS

"Bebê a Bordo" é uma iniciativa incrível que valoriza e apoia as mães trabalhadoras. É fundamental proporcionar um ambiente acolhedor e prático para que elas possam conciliar a maternidade com o retorno ao trabalho. A amamentação é um

momento especial e oferecer suporte para que as mulheres consigam continuar esse vínculo mesmo durante o expediente é realmente louvável. Parabéns por reconhecer e valorizar a importância desse apoio às mães!

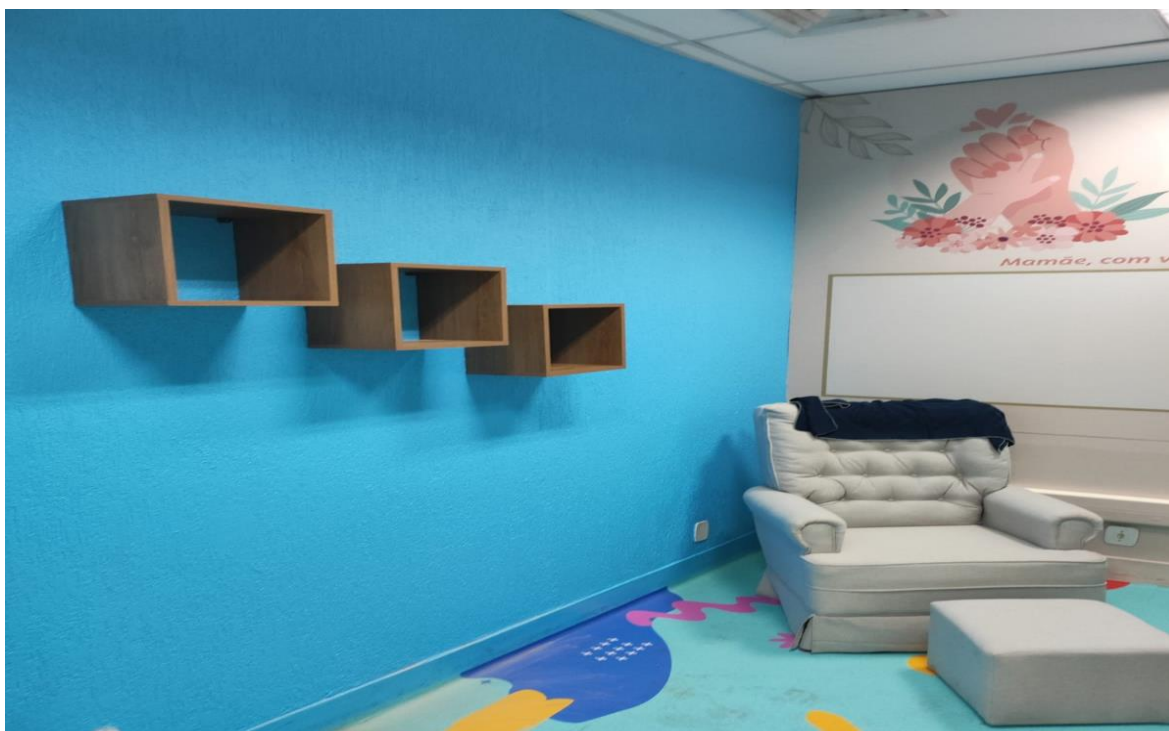


Figura 6 – Espaço "Bebê a Bordo" / Sala amamentação



Figura 7 – Espaço "Bebê a Bordo" / Sala amamentação



Figura 8: Amanda Oliveira, mãe do Tito Figura 9: Suzanne Jardim

6.1 DEPOIMENTOS

São vários os fatores que corroboram para amamentação, o estado psicológico é um deles! Ter um lugar pensado com carinho para usarmos nesse momento, tranquiliza, relaxa e fortalece esse vínculo de amor, obrigada. Tito e eu agradecemos-
Amanda Oliveira

Primeiramente amei o lugar! Você sente o carinho com que foi feito em cada detalhe, todo o cenário com imagens e frases que me fizeram lembrar da minha filha e sentir ela mais perto de mim. É muito importante para as mães que estão retornando ao trabalho depois da licença maternidade, ter esse ambiente privativo e aconchegante para ordenhar o leite com tranquilidade. Fico muito feliz que agora tenho onde tirar e armazenar o leite para minha filha e assim conseguir estimular e manter a minha produção de leite por mais tempo."- **Suzanne Jardim**

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

"Bebê a Bordo/ sala de Amamentação" é oferecer um ambiente acolhedor e seguro para as mães no momento de retorno ao trabalho após a licença maternidade, permitindo a extração de leite materno de forma higiênica, prevenindo doenças e estimulando a continuidade da amamentação durante o período de trabalho. Além disso, busca proporcionar um lugar de segurança psicológica para as empregadas nesse momento de transição.

CLUSTERS LOGÍSTICOS PORTUÁRIOS: ESTRUTURA, BENEFÍCIOS E IMPLICAÇÕES

Cristiano Farias Almeida
Universidade Federal de Goiás

Yaeko Yamashita
Universidade de Brasília

Ana Carolina Lima Silva
Universidade de Brasília

Jean Marchal
Université de Liège

Bernard Piette
Logistics in Wallonia

Resumo: Os clusters logísticos portuários, concentrações geográficas de empresas e instituições ao redor de portos marítimos, são uma estratégia eficaz para aumentar a competitividade e o desempenho econômico regional. Eles promovem sinergias, inovação, redução de custos e maior eficiência operacional. A proximidade facilita a colaboração, troca de informações e coordenação de atividades. Esses clusters atraem investimentos, geram empregos e transformam regiões em *hubs* logísticos estratégicos, como evidenciado pelos portos de Roterdã, Xangai e Liège. Para serem eficazes, exigem políticas públicas favoráveis, práticas sustentáveis e adaptação tecnológica. A análise inclui uma revisão de literatura e estudos de caso, enfatizando a cooperação e inovação contínua como essenciais para o sucesso dos clusters logísticos portuários.

Palavras-chave: cluster logístico; cluster logístico portuário; desenvolvimento econômico regional.

1 INTRODUÇÃO

Os clusters logísticos têm sido amplamente estudados e implementados em diferentes setores, incluindo o portuário. Um cluster logístico portuário é definido como uma concentração geográfica de empresas e instituições interconectadas na área de logística e transporte, especificamente em torno de um porto marítimo. Essas estruturas de negócios, compostas por empresas interconectadas e especializadas, fornecedores de serviços e instituições associadas, têm sido identificadas como uma estratégia de sucesso para melhorar a competitividade e o desempenho econômico de regiões e países. Esta configuração promove sinergias, inovação, redução de custos e aumento da eficiência operacional. Este artigo busca explorar a importância dos clusters logísticos portuários como uma estratégia de sucesso para o desenvolvimento econômico regional. Este artigo examina a estrutura e os benefícios dos clusters logísticos portuários, apresentando casos de sucesso ao redor do mundo e propondo diretrizes para a implementação eficaz dessa estratégia. A análise baseia-se em uma revisão abrangente da literatura, complementada por estudos de exemplos de sucessos a fim de fornecer uma compreensão do tema.

2 O QUE SÃO CLUSTERS?

Clusters são concentrações geográficas de empresas e instituições interconectadas em um determinado campo (Porter, 2000). Os clusters abrangem uma série de indústrias interligadas e outras entidades importantes para a concorrência. Incluem, por exemplo, fornecedores de insumos especializados, como componentes, máquinas e serviços, e fornecedores de infraestrutura especializada (Porter, 1998). Considerando esse assunto, surgiram uma série de características de clusters comumente aceitas (Davis et. al., 2006), a saber:

- ✓ As empresas estão ligadas entre si por meio de relações negociadas e não negociadas;
- ✓ As empresas interligadas estão geograficamente próximas e;
- ✓ Os clusters abrangem uma combinação de organizações públicas e privadas, tais como instituições de investigação, fornecedores e prestadores de serviços empresariais, que fornecem competências especializadas e infraestruturas de valor ao cluster.

3 CLUSTER PORTUÁRIO

Existem diversas definições para o conceito de clusters. Segundo Damasceno C.R. (2009), apud Ellison e Glaeser (1997) e Karlsson (2007), a única característica geralmente aceita é que um cluster representa uma concentração espacial não aleatória de uma atividade econômica. Para Martin e Sunley (2003), apud Sugden, Wei e Wilson (2006), o termo "cluster" é utilizado de maneira caótica, sendo visto como uma solução universal para os problemas econômicos de uma região em busca de desenvolvimento.

Segundo Almeida et al. (2021), muitos nomes têm sido usados para descrever diversas iniciativas como logística de aldeia, parque logístico, centro logístico, porto interior ou seco, entre outros. Todos estes nomes funcionam segundo o princípio da produção e apropriação de agregação de valor, com base na divisão geográfica de localização, no acesso a infraestruturas e conectividade, bem como na disponibilidade de capital humano e na inovação.

A conceituação de Damasceno C.R 2009 apud Sugden, Wei e Wilson (2006) se alinha com a idéia de Langen (2003), que afirma que um cluster existe em uma localidade se esta tem uma gama de organizações e instituições interconectadas focadas numa atividade produtiva, e no ponto em que fala das relações entre os atores econômicos (firmas, organizações públicas em diferentes níveis de governo, organizações privadas, instituições e pessoas).

Outra definição um pouco mais específica refere-se a cluster logístico, Neste caso, segundo Sheffi (2012), clusters logísticos são aglomerações de firmas e operações de diversos tipos. Esses clusters incluem firmas que prestam serviços logísticos a empresas, como operações de manutenção de caminhões, fornecedores de software, escritórios de advocacia especializados, prestadores de serviços financeiros internacionais, entre outros.

Para esse estudo clusters portuários são aglomerações de empresas e instituições interconectadas, operando em proximidade geográfica, que colaboram e competem simultaneamente. A estrutura de um cluster logístico portuário promove sinergias, inovações e eficiência operacional, tornando-se um diferencial competitivo significativo (Porter, 1998).

3.1 ESTRUTURA DOS CLUSTERS LOGÍSTICOS PORTUÁRIOS

Os clusters logísticos portuários são caracterizados pela proximidade geográfica e pela interdependência entre as empresas envolvidas nas atividades portuárias e logísticas (De Langen, 2004). Essas empresas incluem operadores portuários, transportadoras, agentes de carga, armazéns e provedores de serviços logísticos. A proximidade física facilita a colaboração, a troca de informações e a coordenação das atividades, resultando em uma maior eficiência e competitividade (Notteboom & Rodrigue, 2005).

Os componentes principais de um cluster portuário são: terminais portuários, empresas de logística, transportadoras, autoridades portuárias e instituições de Pesquisa e Desenvolvimento para facilitar a inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias. A integração desses componentes permite a criação de um ecossistema colaborativo que melhora a eficiência e reduz custos operacionais. Os clusters logísticos portuários são caracterizados pela proximidade geográfica e pela interdependência entre as empresas envolvidas nas atividades portuárias e logísticas (De Langen, 2004). Essas empresas incluem operadores portuários, transportadoras, agentes de carga, armazéns e provedores de serviços logísticos. A proximidade física facilita a colaboração, a troca de informações e a coordenação das atividades, resultando em uma maior eficiência e competitividade (Notteboom & Rodrigue, 2005).

Os clusters logísticos seja portuário ou não, se utilizarem o conceito da cadeia de negócio conforme Yamashita et al. (2004) podem ser mais eficientes onde utilizam uma cadeia de produção/suprimento/agregação de valor. Com base nesses conceitos pode se desenhar um cluster logístico portuário conforme a figura 1.



Figura 1: Exemplo de Cluster logístico portuário

3.2 BENEFÍCIOS DOS CLUSTERS LOGÍSTICOS PORTUÁRIOS

Os clusters logísticos portuários oferecem benefícios econômicos e operacionais que aumenta a competitividade das regiões portuárias. A proximidade entre os atores do cluster facilita a coordenação logística e a redução de custos de transporte, e assim as empresas dentro do cluster podem compartilhar infraestrutura e serviços, resultando em operações mais eficientes (Ketels, 2006). Além disso, a concentração de empresas em um setor permite que elas compartilhem recursos, otimizando o uso da infraestrutura existente e alcançando economias de escala (Langen & Visser, 2005).

A interação entre empresas e instituições de pesquisa dentro do cluster promove a transferência de conhecimento e inovação. Esta dinâmica incentiva o desenvolvimento de novas tecnologias e práticas que melhoram a eficiência e a sustentabilidade das operações logísticas (Enright, 2003). A colaboração e a troca de conhecimento também possibilitam a criação de novos produtos e processos inovadores, contribuindo para o crescimento econômico e a criação de novos negócios (Langen, 2002).

Os clusters logísticos portuários desempenham um papel importante no desenvolvimento econômico regional. Eles atraem investimentos, geram empregos e promovem o crescimento das empresas locais. A presença de um cluster pode transformar uma região em um hub logístico estratégico, atraindo ainda mais empresas e investimentos (Bergqvist & Egels-Zandén, 2012). Além disso, os clusters ajudam a atrair e reter talentos, proporcionando um pool de mão de obra qualificada para as empresas (Akgüngör, 2004). Isso melhora a qualidade de vida das comunidades locais e contribui para o desenvolvimento econômico regional (Langen, 2004).

A colaboração entre empresas e entidades governamentais dentro do cluster facilita a implementação de práticas sustentáveis. Iniciativas como a utilização de tecnologias de baixo carbono e a otimização de rotas de transporte contribuem para a redução dos impactos ambientais das atividades portuárias (Notteboom & Rodrigue,

2005). A adoção de práticas sustentáveis não só melhora a eficiência operacional, mas também garante a aceitação social e a longevidade dos clusters logísticos portuários.

3.3 EXEMPLOS DE CLUSTERS LOGÍSTICOS PORTUÁRIOS DE SUCESSO

3.3.1 Porto de Roterdã, Países Baixos

O Porto de Roterdã é um dos maiores e mais eficientes portos do mundo, em grande parte devido à estrutura de seu cluster logístico. O porto integra uma vasta rede de terminais, empresas de logística, transportadoras e instituições de pesquisa. Esta integração promove a inovação e a eficiência, tornando Roterdã um hub logístico global (Notteboom & Rodrigue, 2005).

3.3.2 Porto de Xangai, China

O Porto de Xangai exemplifica como a formação de um cluster logístico pode impulsionar o crescimento econômico e a competitividade. Com investimentos massivos em infraestrutura e tecnologia, o porto se tornou o mais movimentado do mundo, beneficiando-se da proximidade e colaboração entre os diversos atores logísticos (Bergqvist & Egels-Zandén, 2012).

3.3.3 Porto de Liège, Bélgica

Liège é considerado um importante centro econômico localizado no coração da rede de transportes europeia com vantagens logísticas caracterizadas pela existência do Porto Autônomo de Liège, o qual é o segundo maior porto fluvial europeu. O Porto de Liège juntamente com o Trilogiporto são partes da plataforma multimodal ao longo do Canal Albert, ambos constituem o Cluster Logístico da Valônia (Almeida et. al., 2021).

4 POLÍTICAS PÚBLICAS E REGULAÇÃO

Para que um cluster logístico portuário alcance seu pleno potencial, é fundamental que haja políticas públicas eficazes e um ambiente regulatório favorável. Governos podem desempenhar um papel crucial ao fornecer incentivos para investimentos em infraestrutura e inovação, bem como ao estabelecer normas que facilitem a cooperação entre os diversos atores do cluster (Enright, 2003). Além disso, a implementação de práticas sustentáveis para a sobrevivência dos clusters logísticos portuários. A colaboração público-privada pode fomentar o desenvolvimento de soluções ambientalmente responsáveis, como o uso de energias renováveis e a redução de emissões de gases de efeito estufa (Bergqvist & Egels-Zandén, 2012). Ademais, os clusters logísticos portuários devem ser ágeis e capazes de se adaptar rapidamente às mudanças tecnológicas e às dinâmicas de mercado. A incorporação de tecnologias emergentes, como a digitalização e a automação, pode aumentar significativamente a eficiência e a competitividade dos clusters (Ketels, 2006).

5 CONCLUSÃO

Os clusters logísticos portuários representam uma estratégia eficaz para

umentar a competitividade e promover o desenvolvimento econômico das regiões portuárias. A estrutura colaborativa e integrada dos clusters permite a otimização das operações logísticas, a promoção da inovação e a atração de investimentos. A cooperação entre as empresas é essencial para o sucesso do cluster, e as empresas devem participar de iniciativas conjuntas, como marketing, treinamento e desenvolvimento de infraestrutura. Além disso, as empresas devem se concentrar em suas competências essenciais e terceirizar atividades não essenciais para outras empresas do cluster, e estar atentas às mudanças no mercado e na tecnologia, adaptando suas estratégias de negócios em conformidade.

REFERÊNCIAS

- Almeida, C. F.; Yamashita, Y.; Cools, M.; Marchal, J.; Piette, B. (2021). *Methodology Focused on Identifying Variables Necessary to Develop Logistics Clusters*. Journal of Sustainable Development; Vol. 14, Nº. 3; ISSN 1913-9063.
- Akgüngör, S. (2004). *Industrial clusters and firm competitiveness: A study of Turkey's footwear industry*. *Economic Geography*, 80(2), 191-209.
- Bergqvist, R., & Egels-Zandén, N. (2012). *Green port dues - The case of hinterland transport*. *Research in Transportation Business & Management*, 5, 85-91.
- Damasceno, C. R. (2009). *Clusters and regional development: A review of the literature*. *Journal of Economic Development*, 34(1), 1-23.
- Davis, C. H.; Arthurs, D.; Cassidy, E; Wolfe, D. (2006). *What Indicators for Science, Technology and Innovation Policies in the 21st Century?* Ottawa, September.
- Enright, M. J. (2003). *Regional clusters: What we know and what we should know*. In *Innovation Clusters and Interregional Competition* (pp. 99-129). Springer, Berlin, Heidelberg.
- KARLSSON, Charlie. *Cluster, functional regions and cluster policies*. Stockholm: CESIS, 2007. 25 p., n. 84.
- Ketels, C. (2006). *Michael Porter's Competitiveness Framework—Recent Learnings and New Research Priorities*. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 6(2), 115-136.
- De Langen, P. W. (2004). *Clustering and performance: The case of maritime clustering in The Netherlands*. *Maritime Policy & Management*, 29(3), 209-221.
- Langen, P. W., & Visser, E. J. (2005). *Collective action regimes in seaport clusters: The case of the Lower Mississippi port cluster*. *Journal of Transport Geography*, 13(2), 173-186.
- Notteboom, T. E., & Rodrigue, J. P. (2005). *Port regionalization: towards a new phase in port development*. *Maritime Policy & Management*, 32(3), 297-313.
- Porter, M. E. (1998). *Clusters and the new economics of competition*. *Harvard Business Review*, 76(6), 77-90.
- Porter, M. E. (2000). *Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy*. *ECONOMIC DEVELOPMENT QUARTERLY*, Vol. 14 No. 1, February, 15-34, Sage Publications, Inc.
- Sheffi, Y. (2012). *Logistics Clusters: Delivering Value and Driving Growth*. The MIT



Press.

SUGDEN, Roger; WEI, Ping; WILSON, James. *Cluster, governance and the development of local economies: a frame work for case studies*. In: PITELES, Christos; SUGDEN, Roger; WILSON, James. *Cluster and Globalization: The development of urban and regional economies*. Deusto: Edward Elgar Publishing, 2006. p. 61-95. 787

**CRESCIMENTO EM CONJUNTO: OS IMPACTOS DO PROGRAMA DE APOIO À
PESQUISA APLICADA DO PORTO DO ITAQUI NO FORTALECIMENTO DA
RELAÇÃO PORTO-CIDADE E NO DESENVOLVIMENTO DE PESSOAS**

Raíssa Fernanda dos Santos Sales
Empresa Maranhense de Administração Portuária

João Vitor Rego Muniz
Empresa Maranhense de Administração Portuária

Thauany Drielly Leite Santos
Empresa Maranhense de Administração Portuária

Resumo: O presente relato técnico possui o objetivo de abordar a forma como um recorte de três pesquisas financiadas pelo Porto do Itaqui geram impactos positivos para o crescimento científico aplicado do Maranhão e, mais especificamente, para o desenvolvimento das pessoas ligadas aos projetos abordados no texto. Ao longo do trabalho, serão mostrados depoimentos de personagens conectadas a três pesquisas diferentes, todas voltadas aos eixos Porto-Cidade e Operações Portuárias. Por meio das falas apresentadas, é possível perceber que o programa de apoio à pesquisa do Porto do Itaqui alcança plenamente os objetivos descritos no edital e seguem as boas práticas de gestão, pois, ao serem executados, os projetos cumprem o papel de transformar o cotidiano e as perspectivas de quem está vinculado de forma direta e/ou indireta à construção das pesquisas.

Palavras-chave: Porto do Itaqui; pesquisa aplicada; impactos; relação porto-cidade; desenvolvimento.

1 INTRODUÇÃO

Para destacar um recorte dos impactos refletidos no desenvolvimento de pessoas e no fortalecimento da relação porto-cidade por meio de três pesquisas aplicadas financiadas pelo Porto do Itaqui, este relatório apresentará depoimentos de personagens ligadas aos projetos e suas percepções sobre os impactos gerados.

Antes de iniciar as discussões, é necessário descrever o contexto no qual as pesquisas atuam. Cada projeto é selecionado mediante edital lançado pelo Porto do Itaqui, através da Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), em parceria com a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA).

Situada em São Luís do Maranhão desde 1998, a EMAP exerce o papel de autoridade portuária, responsável por administrar e explorar tanto o Porto Organizado do Itaqui quanto os Terminais Delegados da Ponta da Espera, do Cujupe e o Cais de São José de Ribamar (EMAP, 2022).

A respeito do Porto do Itaqui, cabe mencionar que sua fundação aconteceu em 1972, quando o principal intuito era promover o escoamento da produção dos estados do Maranhão e da região conhecida hoje como MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia).

A partir do crescimento dessa região e dos investimentos voltados à infraestrutura portuária, houve um aumento relevante do Porto do Itaqui, que atualmente possui 9 berços de atracação. Os resultados mais recentes do Porto também são destaque. No mês de julho de 2024, o Porto atingiu o maior volume mensal de movimentação de cargas da sua história, alcançando 3,7 milhões de toneladas.

Dentro desse contexto, a EMAP tem a consciência de que as atividades portuárias carregam o poder de impactar as mais diferentes esferas do estado. Por isso, a Empresa se dedica a trazer mais inovação, pesquisa e desenvolvimento para todo o Complexo Portuário. É nesse sentido que surge o Programa de Apoio à Pesquisa no Porto do Itaqui.

Na tentativa de construir parcerias com as universidades locais para desenvolver, de forma conjunta, soluções voltadas aos desafios enfrentados pelo Porto, a EMAP financia projetos destinados à pesquisa científica aplicada nas mais diversas áreas do conhecimento ligadas aos setores portuário, marítimo, logístico e suas cadeias produtivas.

Com o total de 37 pesquisas apoiadas em 15 cidades diferentes do Maranhão, a iniciativa surgiu no ano de 2022 e hoje está na sua segunda edição. Ao todo, são 298 pessoas envolvidas nos projetos que versam sobre os seguintes eixos: Operações Portuárias, Meio Ambiente, Relação Porto-Cidade, Desenvolvimento Tecnológico e Gestão Pública Portuária.

Neste trabalho, será feito um recorte dos impactos causados nas pessoas envolvidas em três pesquisas: duas do eixo Porto-Cidade e uma do eixo de Operações Portuárias, ambas aprovadas no Edital FAPEMA/EMAP nº 07/2023. Os depoimentos mostram como a pesquisa científica movimenta e resulta em benefícios de curto, médio e longo prazo, que vão além dos produtos gerados por cada uma.

2 CONTEXTO

Em primeira análise, é preciso considerar o potencial da pesquisa aplicada de gerar impactos significativos. Essa modalidade de pesquisa é composta por uma série

de atividades que utilizam conhecimentos pré-existentes para reunir, selecionar e analisar informações e dados, com o objetivo de obter e validar resultados, além de produzir efeitos tangíveis (FLEURY; WERLANG, 2017).

Dessa forma, a pesquisa aplicada pode resolver problemas práticos que superam os muros das universidades. Trata-se de contextos que afetam diretamente a sociedade, tais como questões ambientais, de saúde pública e de educação. Por isso, reconhecendo a importância da pesquisa aplicada e sua evidente capacidade de resolução dos mais variados problemas, a EMAP decidiu investir nessa área, focando na resolução de desafios enfrentados pelo Porto do Itaquí.

Vale mencionar que, de acordo com estudos de Cruz e Ornelas (2010), a relação entre portos e cidades é complexa e multifacetada. Para os autores, tal relação é caracterizada por uma interdependência histórica, entretanto, as mudanças impulsionadas pela globalização e pela tecnologia geraram uma nova dinâmica que pode ser tanto desafiadora quanto cheia de oportunidades. Por isso, é essencial adotar uma perspectiva que considere, além dos aspectos econômicos, as características sociais e ambientais, buscando um equilíbrio que beneficie os portos e as comunidades urbanas (CRUZ; ORNELAS, 2010).

Nesse enfoque, para integrar de forma mais assertiva o Porto do Itaquí às comunidades dos territórios que estão em seu entorno, o Edital FAPEMA/EMAP nº 07/2023 aprovou projetos do eixo Porto-Cidade a partir dos seguintes temas:

- a.** Projetos que fazem o mapeamento da necessidade de serviços das empresas do complexo portuário e a capacidade de atendimento instalada nas comunidades vizinhas ao porto, criando, por meio de tecnologias, a integração entre demanda e oferta;
- b.** Projetos que realizam o levantamento das necessidades dos pequenos empreendedores das comunidades vizinhas ao complexo portuário, visando sua inserção no complexo portuário (formalização, documentação, formação, investimentos);
- c.** Projetos que levantam as necessidades de mão de obra do complexo portuário e propõem soluções inovadoras para inclusão no mercado de trabalho, em especial, de jovens em situação de vulnerabilidade das comunidades da região do Porto do Itaquí, bem como iniciativas para estimular a contratação desses jovens pelas empresas integrantes do complexo portuário;
- d.** Projetos focados no mapeamento dos atores envolvidos e impactados pelo descarte irregular de resíduos sólidos na Avenida dos Portugueses, bem como o mapeamento da origem e características desses resíduos;
- e.** Projetos voltados ao mapeamento da participação de mulheres no setor portuário, em especial, no Complexo Portuário e Industrial do Itaquí, identificando perfil, dados estatísticos e históricos, desafios e oportunidades;
- f.** Projetos destinados à preservação e documentação da história e da cultura dos trabalhadores portuários, em especial, trabalhadores do Itaquí.

Em relação ao eixo de Operações Portuárias, o edital abarcou pesquisas submetidas para estimular maior eficiência e produtividade dessas atividades. Tal eixo contemplou temas como:

- a.** Projetos dedicados aos estudos de implantação de técnicas inovadoras para diminuição da corrosão nas defensas marítimas e/ou quaisquer equipamentos, estruturas metálicas submersas ou não no Porto do Itaquí;
- b.** Projetos trabalhados com métodos de simulação computacional para prever o comportamento estrutural e o tempo de vida útil das balanças do Porto do Itaquí em

diferentes condições operacionais, identificando áreas que podem exigir reforços ou substituições;

- c. Projetos relacionados às condições de serviço das estruturas metálicas presentes no setor portuário (esforços, particulados, vibrações, temperatura, oxidação etc.);
- d. Projetos de desenvolvimento e implementação de novas tecnologias para o controle do abastecimento e consumo de água e energia no Porto do Itaqui;
- e. Projetos destinados à análise e diagnóstico das manutenções corretiva, preventiva e preditiva realizadas pelo Porto do Itaqui.

Após a devida análise de cada proposta submetida, a EMAP e a FAPEMA selecionaram as pesquisas que mais se adequavam ao contexto do Porto. Do eixo Porto-Cidade, destacam-se, neste relato, a pesquisa intitulada “Comércio de Alimentos no Terminal do Cujupe: Condições Higiênico-Sanitárias, Segurança Alimentar e Proposta de Intervenção Educativa como Promoção do Trabalho Decente e do Crescimento Econômico” e a pesquisa “Aportando nas Águas da Memória: Escutar, Conhecer, Contar e Preservar Histórias de Vidas do Itaqui”.

Conduzido pela Professora Dra. Nancyleni Chaves, docente da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), o projeto sobre o comércio de alimentos do Terminal do Cujupe, já em implementação, busca avaliar as condições higiênico-sanitárias dos alimentos comercializados no Terminal do Cujupe - MA e realizar uma intervenção educativa junto aos comerciantes locais. O intuito é promover a segurança alimentar, o trabalho decente e o crescimento econômico da região.

Situado no município de Alcântara - Maranhão, o Terminal do Cujupe recebe embarcações vindas do terminal de ferry-boat da Ponta da Espera, em São Luís, realizando a travessia São Luís - Alcântara – São Luís. No terminal, são transportados, anualmente, quase dois milhões de passageiros e 330 mil veículos (EMAP, 2019).

Diante desse contexto de alta movimentação de pessoas que transitam pelo Terminal do Cujupe, é importante dedicar as melhores condições higiênico-sanitárias aos alimentos vendidos. Essa característica impacta não só na qualidade dos produtos, mas, conseqüentemente, na saúde de quem os consome.

Hoje, dezenas de comerciantes trabalham em boxes padronizados no Terminal do Cujupe. Tais boxes são disponibilizados pela EMAP para gerar emprego e renda a muitas famílias, além de oferecer ao consumidor um espaço mais bem estruturado.

Assim, percebe-se a necessidade do planejamento e implementação de intervenções educacionais e de promoção da saúde no comércio ambulante de alimentos na localidade a fim de garantir que a população esteja protegida contra Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHAs).

Já a pesquisa intitulada “Aportando nas Águas da Memória: Escutar, Conhecer, Contar e Preservar Histórias de Vidas do Itaqui” foca no resgate e na documentação da história e das relações construídas junto aos colaboradores do Porto do Itaqui e de quem vive em comunidades vizinhas ao Complexo Portuário.

O projeto, sob coordenação do Professor Dr. Ronaldo Sodré, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), parte de um entendimento de relação porto-cidade sustentável voltada à promoção de um ambiente de trabalho decente vinculado ao crescimento econômico. Além disso, a pesquisa atende à necessidade de descentralizar o diálogo ao dar voz às pessoas que fazem parte da história do Porto do Itaqui.

A terceira pesquisa apresentada neste relato é intitulada “Desenvolvimento de ROV Marinho para batimetria e monitoramento ambiental nas zonas operacionais do Porto do Itaqui”. O projeto busca desenvolver ROV's marinhos para a realização de batimetrias eficientes e de baixo custo na baía de São Marcos. Coordenado pelo

professor Dr. Danilo Francisco Corrêa, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), o projeto é desenvolvido em colaboração com docentes e discentes do curso de Engenharia de Transportes, Engenharia de Pesca e Engenharia da Computação.

Os equipamentos desenvolvidos pelo projeto buscam viabilizar a coleta de dados precisos e em tempo real sobre a batimetria de portos e lagos, característica que facilitará a identificação de mudanças no terreno submerso. Além de reduzir os riscos e custos associados a operações de mergulho, a iniciativa realizará o diagnóstico e monitoramento das áreas aquáticas do Porto.

3 INTERVENÇÃO

Com base nos contextos mencionados em relação a cada pesquisa, foi dado início ao processo de aplicação dos projetos e seus respectivos objetivos. Entretanto, pelo fato deste relato focar nos depoimentos de pessoas ligadas às pesquisas, voltando-se assim para a parte do desenvolvimento desses indivíduos, será feito a seguir apenas uma breve descrição acerca de atualizações da pesquisa.

No que tange ao projeto referente ao comércio de alimentos, a pesquisa avaliou 33 boxes de alimentos de um total de 48 existentes. Tal coleta de dados utilizou um instrumento de listagem de verificação, que consistiu em 132 critérios de avaliação, organizados em 10 grupos, como edificação, higienização, controle de pragas e manejo de resíduos. A aplicação desse checklist permitiu classificar as condições higiênico-sanitárias dos boxes de acordo com normas brasileiras, registrando conformidades e não conformidades.

Para avaliar a qualidade microbiológica dos alimentos, foram realizadas análises específicas, incluindo a pesquisa de patógenos como *Salmonella sp.* e *Escherichia coli*. Adicionalmente, foi feita a análise da potabilidade da água utilizada no terminal a partir da presença de coliformes totais. A coleta e análise das amostras de água se deu com base em metodologias microbiológicas adequadas, assegurando a confiabilidade dos resultados.

Além da coleta de dados e análises laboratoriais, a metodologia incluiu a realização de intervenções educativas junto aos comerciantes. A pesquisa propôs a elaboração de uma cartilha e a realização de cursos de formação, com o intuito de disseminar boas práticas de manipulação e melhorar a segurança alimentar no terminal. É nesta etapa de capacitação que o projeto se encontra. A primeira aula da oficina aconteceu no dia 24 de setembro e contou com o engajamento de 42 vendedores locais.

Sobre a pesquisa “Aportando nas Águas da Memória”, foi dado início ao processo de workshops com 5 estudantes do Ensino Médio. Tais alunos são bolsistas do projeto e fazem parte do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA) do Tamancão, bairro da periferia de São Luís, localizado em uma área próxima ao Porto. Cada estudante recebe treinamentos sobre participação comunitária, cartografia social, comunicação, bem como a importância da preservação da história oral e da memória das pessoas como ferramenta de transformação social. Após finalizar essa etapa de treinamento, os estudantes participarão de forma ativa de entrevistas com membros das comunidades do entorno do Porto do Itaqui.

É importante destacar ainda as diferentes abordagens trabalhadas no projeto: o documentário, que já está em processo de produção com depoimentos de diversos trabalhadores ligados à história do Porto do Itaqui; a aproximação com pessoas das comunidades por meio da história oral; e a inserção dos alunos do IEMA à iniciação científica, característica que não só gera oportunidades de apresentação ao mundo

acadêmico, mas cultiva um sentimento de pertencimento em relação às histórias que cada estudante vai conhecer, afinal, trata-se da história construída por pessoas do lugar onde eles vivem.

No que diz respeito à pesquisa do ROV Marinho, o projeto avançou significativamente após a conclusão da construção do ROV. Com a estrutura física finalizada, o cronograma seguiu para a criação e implementação dos softwares necessários voltados à operação do veículo. Esses softwares são fundamentais para garantir que o ROV funcione de maneira eficiente e segura. Concluído o desenvolvimento dos sistemas de controle, iniciaram-se os testes em ambiente controlado, permitindo uma avaliação rigorosa do desempenho do ROV em condições simuladas. Essa atual fase de testes é determinante para identificar e corrigir possíveis falhas, assegurando que o veículo esteja pronto para suas futuras operações no ambiente marinho do Porto do Itaquí.

Vale mencionar que a pesquisa envolve 10 pessoas diretamente ligadas ao projeto, principalmente alunos de graduação ou que já finalizaram o curso de Engenharia de Transporte, Engenharia de Pesca e Engenharia da Computação. Cada participante é incluído em atividades da pesquisa que tenham mais similaridade com sua área de formação. Assim, tudo é construído de forma conjunta e interdisciplinar.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Para abordar sobre os resultados obtidos em relação ao desenvolvimento das pessoas ligadas às atuais fases dos projetos apresentados neste relato, serão expostos depoimentos de três personagens, um de cada pesquisa. A primeira personagem está conectada à pesquisa sobre o Comércio do Terminal do Cujupe. Lembrando que esta pesquisa se encontra na etapa de oficinas educativas de condições higiênico-sanitárias dos alimentos comercializados no terminal.

As oficinas são ministradas pela coordenadora do projeto, Nancyleni Chaves, que, de forma muito didática, respeitosa e simples, aborda os resultados já obtidos a partir da coleta de alimentos dos comerciantes. Até o momento, as capacitações foram bem recebidas pelos vendedores, que expressaram interesse e participação durante a aula. Um desses vendedores é o Luiz Gonzaga, de 62 anos. Ele concedeu um depoimento sobre a primeira oficina.

“Meu nome é Luiz Gonzaga. Eu trabalho no Terminal do Cujupe há vários anos. Aqui, eu vendo churrasquinho, galinha caipira, cozidão, assado de panela e torta de camarão. Cada vez que a gente participa de uma aula dessas, nós saímos mais enriquecidos em conhecimento. É muito bom participar das aulas, pois nós só temos a ganhar com isso. Tudo que é ensinado é a gente que aprende”. **(Luiz Gonzaga, vendedor de alimentos do Cujupe).**



Figura 1: Oficina de Segurança Alimentar em Unidade de Alimentação - Treinamento para manipuladores de alimentos. À esquerda, está o comerciante Luiz Gonzaga. À direita, registros da oficina realizada no terminal do Cujupe.

Fonte: Autores, 2024.

O depoimento do comerciante Luiz Gonzaga demonstra receptividade e agradecimento pelos ensinamentos que foram repassados naquele dia. Percebe-se uma abertura para as informações conduzidas pelo projeto. Dessa forma, é possível dizer que a pesquisa aplicada gerou uma relação de confiança e transparência entre os professores e os comerciantes. Em nenhum momento durante a oficina houve um tom de julgamento ou cobrança por parte da ministrante, mas sim de escuta e responsabilidade pela importância do assunto.

A consciência do Luiz Gonzaga, ao perceber que essas informações servirão para melhorar a sua atividade profissional, é o primeiro passo para a adoção de práticas seguras na manipulação de alimentos, fato que vai beneficiar tanto os trabalhadores quanto os consumidores.

Portanto, a oficina estimula a interação entre desenvolvimento pessoal, consciência comunitária e manipulação adequada dos alimentos. Além disso, a troca de conhecimento não apenas melhora as práticas individuais, mas também pode gerar um efeito em cadeia, no qual um vendedor capacitado influencia positivamente outros, criando um ambiente de trabalho melhor para todos. Assim, a evolução nas condições de venda e na qualidade dos alimentos resulta em maior satisfação dos clientes, o que pode levar a um aumento nas vendas e, conseqüentemente, a um impacto econômico positivo na região.

A pesquisa “Aportando nas águas da memória”, por sua vez, está na etapa de oficinas com os alunos do IEMA Tamancão. Por isso, será compartilhado o depoimento de uma das bolsistas contempladas pelo projeto, a Marivânia da Conceição Pinheiro, de 16 anos.

“Meu nome é Marivânia da Conceição Pinheiro. Sou aluna do IEMA Tamancão, tenho 16 anos, faço o curso técnico em informática e moro no bairro do Alto da Esperança. Participar desse projeto está sendo muito importante para mim. É bom saber que nós estamos tendo a possibilidade de aprender coisas novas. Eu estou vendo coisas que eu ainda não tinha visto em sala de aula. É muito bom também saber que eu vou ter contato com outras pessoas, conhecer histórias novas e ter novos objetivos” (Marivânia da Conceição Pinheiro, bolsista do projeto).

A fala de Marivânia Pinheiro ilustra como a participação no projeto contribui para o seu desenvolvimento em diferentes níveis. Por meio do aprendizado prático,

da interação com histórias e do surgimento de novos objetivos, a estudante tem a chance de se preparar academicamente e ainda se desenvolver como uma cidadã consciente e engajada. Essa experiência reforça a importância de iniciativas que promovam a educação e a conexão com a comunidade, especialmente em áreas com desafios sociais, como o Alto da Esperança, bairro da periferia de São Luís e que está próximo ao Porto. Logo, projetos assim fazem com que jovens como a Marivânia possam se tornar agentes de mudança em suas comunidades, fortalecendo a relação entre a juventude e o seu entorno social.

Outro ponto importante a citar é a maneira como a pesquisa aplicada dialoga com diversos atores. O projeto surge de uma necessidade do Porto, que se alia à expertise da universidade. A universidade, cumprindo seu papel, envolve estudantes, professores e pesquisadores na execução da pesquisa. Em seguida, essa pesquisa se conecta com pessoas das comunidades e é aí que entra a participação dos alunos do ensino médio de escolas públicas do Maranhão, que são inseridos no universo portuário e na ciência. A pesquisa, então, impacta o passado, o presente e o futuro dos seus participantes.



Figura 2: Oficina "Aportando em nossas histórias de vida" com alunos do IEMA Tamancão. À esquerda, foto da Marivânia. À direita, fotos dos alunos bolsistas e dos professores que fazem parte do projeto.

Fonte: Autores, 2024.

Por fim, será analisado o depoimento do engenheiro de pesca, Danilo Pereira de Oliveira, um dos integrantes da pesquisa do ROV Marinho. Danilo é formado pela UFMA – Campus Pinheiro e viu na pesquisa científica uma forma de aplicar os ensinamentos aprendidos ao longo da graduação e, mais que isso, permanecer no Maranhão para contribuir com o desenvolvimento do estado.

“Uma das minhas maiores preocupações durante a graduação era saber como eu ia aplicar o conhecimento adquirido na área de tecnologia à engenharia de pesca aqui no Maranhão. Mas com a chegada dessa pesquisa do ROV Marinho, eu pude desenvolver o que aprendi ao longo da graduação e contribuir com a solução de problemas da minha região. Então o programa de apoio à pesquisa do Porto do Itaqui me fez permanecer no meu estado para produzir ciência” (Danilo Pereira de Oliveira, Engenheiro de Pesca e integrante da pesquisa do ROV Marinho).

O depoimento de Danilo Pereira enfatiza uma série de elementos que evidencia a importância da pesquisa aplicada no desenvolvimento regional e na retenção de talentos locais. Primeiramente, Danilo inicia sua fala expressando uma preocupação comum entre estudantes universitários: a aplicação do conhecimento teórico adquirido durante a graduação. Essa inquietação revela uma busca por conexão prática entre o que se aprende e as realidades do mercado de trabalho, especialmente em um campo como a engenharia de pesca, que possui características e desafios específicos no Maranhão. Com a chegada da pesquisa do ROV Marinho, o pesquisador encontrou a oportunidade de integrar sua formação acadêmica às necessidades locais.

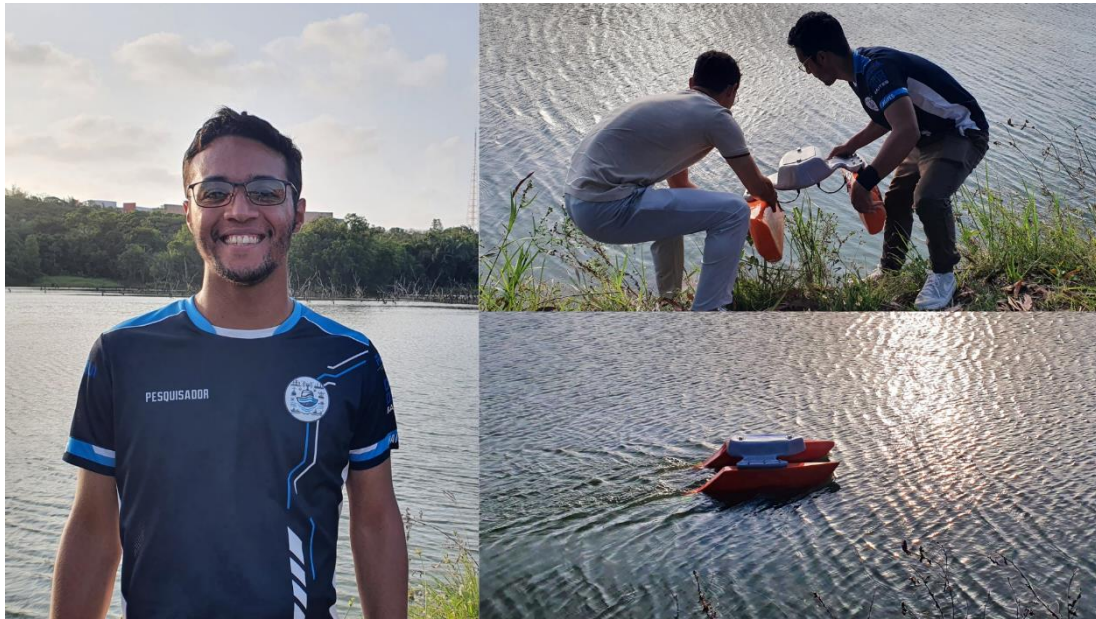


Figura 3: Teste do ROV Marinho. À esquerda, foto do Danilo Pereira. À direita, fotos do teste do ROV Marinho.

Fonte: Autores, 2024.

Outro aspecto importante do depoimento do engenheiro é a referência ao programa de apoio à pesquisa do Porto do Itaqui. Danilo menciona que esse programa foi decisivo para sua permanência no Maranhão. A afirmação destaca como iniciativas de apoio à pesquisa podem ser determinantes para a retenção de talentos em regiões que, muitas vezes, enfrentam desafios de migração de profissionais qualificados em busca de melhores oportunidades em centros urbanos maiores. A possibilidade de trabalhar em um projeto relevante e inovador permite que profissionais como Danilo contribuam para o desenvolvimento local, promovendo um ciclo de educação, pesquisa e aplicação prática. Esse é mais um dos objetivos do edital de pesquisa que foi atingido com sucesso.

5 CONCLUSÕES

O programa de apoio à pesquisa do Porto do Itaqui, ao longo de sua execução, tem gerado resultados que não apenas atendem aos objetivos do edital e às boas práticas de gestão, mas vão além ao promover impactos significativos na vida das pessoas envolvidas e na dinâmica das comunidades atendidas. Os projetos financiados, ao aliarem a expertise acadêmica com as necessidades reais do Porto, contribuem para o desenvolvimento integrado do Complexo Portuário e da sociedade local.

No caso do projeto sobre o comércio de alimentos no Terminal do Cujupe, a pesquisa avalia as condições higiênico-sanitárias dos alimentos comercializados e capacita os comerciantes locais, ajudando no trabalho decente e elevando o padrão de segurança alimentar. Os comerciantes beneficiados, como o Luiz Gonzaga, são exemplos de como a pesquisa aplicada pode transformar diretamente o cotidiano de pequenas economias locais, promovendo melhorias na saúde da população e no desenvolvimento econômico sustentável.

Já o projeto “Aportando nas Águas da Memória”, ao dar voz aos trabalhadores e comunidades ao redor do Porto, proporciona um resgate cultural e histórico fundamental. Este projeto trabalha na preservação de memórias importantes para a história do Porto do Itaqui e fortalece o vínculo entre o Porto e a cidade, criando um sentimento de pertencimento e participação. A inclusão dos alunos de escola pública dentro desse processo reforça o papel educacional da iniciativa. Quando a pesquisa chama esses jovens à ciência aplicada, suas trajetórias acadêmicas e profissionais podem ser impulsionadas, como observado no depoimento da estudante Marivânia Pinheiro.

O estudo sobre o ROV Marinho é outro modelo significativo de como a pesquisa científica aplicada em contextos concretos e com a devida atenção às necessidades locais, fortalece a inovação tecnológica na região e eleva a geração de novas competências entre os pesquisadores e técnicos envolvidos. Graças ao projeto, o estudante Danilo Pereira pôde desenvolver soluções para problemas locais e decidiu permanecer no Maranhão, participando assim da produção de ciência de relevância regional.

Portanto, os resultados alcançados até o momento revelam um processo de crescimento em conjunto: o Porto avança a partir das pesquisas ao passo que as pessoas conectadas aos estudos também se desenvolvem, com acesso a novas oportunidades e à valorização de sua história e cultura. Esse modelo de pesquisa aplicada oferece uma via consistente para o progresso regional, estreita a relação entre o setor produtivo e as universidades, além de provar que a inovação é verdadeiramente eficaz quando atenta às demandas e especificidades da sociedade. Agora, as expectativas se concentram no lançamento do próximo edital de apoio à pesquisa do Porto do Itaqui, previsto para o fim de 2024. Serão selecionados novos projetos que, assim como os citados neste trabalho, transformarão ainda mais pessoas e impulsionarão novas histórias.

REFERÊNCIAS

CHAVES, Nancyleni. **Comércio de alimentos do Terminal do Cujupe: Condições higiênico-sanitárias, segurança alimentar e proposta de intervenção educativa como promoção do trabalho decente e do crescimento econômico.** Projeto de Pesquisa Aplicada. São Luís, MA, 2023.

CORRÊA, Danilo. **Desenvolvimento de ROV Marinho para Batimetria e Monitoramento Ambiental nas Zonas Operacionais do Porto do Itaqui.** Projeto de Pesquisa Aplicada. São Luís, MA, 2023.

CRUZ, Rita de Cássia Ariza da; ORNELAS, Ronaldo dos Santos. **Relação Porto-Cidade: entre diferentes Modelos Analíticos, uma Reflexão sobre o Caso de Santos, SP.** Espaço Aberto, v. 4, n. 2, p. 81-100, 2014. DOI: [10.36403/espacoaberto.2014.3305](https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2014.3305).

EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA. **Histórico: Porto do Itaqui registra maior movimentação mensal de cargas de todos os tempos. 2024.** Disponível em: <https://www.portodoitaqui.com/imprensa/noticia/historico-porto-do-itaqui-registra-maior-movimentacao-mensal-de-cargas-de-todos-os-tempos>. Acesso em: 18 set. 2024.

EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA. **Porto do Itaqui comemora o melhor ano de sua história.** 2024. Disponível em: <https://www.portodoitaqui.com/imprensa/noticia/porto-do-itaqui-comemora-o-melhor-ano-de-sua-historia>. Acesso em: 18 set. 2024.

FLEURY, Maria Tereza Leme; WERLANG, Sérgio Ribeiro da Costa. **Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens.** São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2017.

PORTO DO ITAQUI. **Novo terminal do Cajupe traz mais conforto e comodidade para a população.** Disponível em: <https://www.portodoitaqui.com/imprensa/noticia/novo-terminal-do-cajupe-traz-mais-conforto-e-comodidade-para-a-populacao#:~:text=Por%20ano%2C%20o%20terminal%20movimenta,passageiros%20e%20330%20mil%20ve%C3%ADculos>. Acesso em: 22 set. 2024.

SODRÉ, Ronaldo. **APORTANDO NAS ÁGUAS DA MEMÓRIA: escutar, conhecer, contar e preservar histórias de vidas do Itaqui.** Projeto de Pesquisa Aplicada. São Luís, MA, 2023.

DINÂMICA DO MERCADO DE TRABALHO NO SETOR PORTUÁRIO E AQUAVIÁRIO: UMA ANÁLISE LONGITUDINAL (2010-2020)

Francisco Jadson Brito de Oliveira

Sérgio Sampaio Cutrim

Universidade Federal do Maranhão

Tadeu Gomes Teixeira

Universidade Federal do Maranhão

Resumo: Este estudo analisa o mercado de trabalho no setor portuário e aquaviário brasileiro e maranhense entre 2010 e 2020, com base nos dados da *Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)* e na *Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)*. A análise longitudinal revela mudanças significativas no número de vínculos empregatícios, com destaque para o declínio nas atividades de Transporte Aquaviário e o crescimento nas atividades de Armazenamento e Operações de Terminais. No Maranhão, verificou-se um aumento expressivo nas atividades relacionadas à Navegação de Apoio e Operações de Terminais. O estudo também aborda o perfil dos trabalhadores, incluindo escolaridade, raça e gênero, identificando desafios e oportunidades para o setor.

Palavras-chave: trabalho portuário; setor portuário; transporte aquaviário; Maranhão.

1 INTRODUÇÃO

O setor portuário tem uma função essencial na economia brasileira, sendo responsável por uma grande parte das operações logísticas e do comércio exterior do país. Nos últimos anos, esse segmento passou por mudanças expressivas, influenciadas por novas regulamentações e investimentos. Entre 2010 e 2020, o número de empregos no setor portuário e aquaviário brasileiro apresentou flutuações, refletindo diretamente o desempenho da economia nacional.

O estado do Maranhão se destaca como um polo estratégico, devido à sua localização geográfica e ao aumento da demanda por serviços portuários. No entanto, o mercado de trabalho portuário maranhense também acompanhou as variações observadas no resto do país ao longo do período analisado. Este estudo realiza uma análise do mercado de trabalho no setor portuário e aquaviário do Brasil e do Maranhão, com ênfase nos dados de emprego, no perfil dos trabalhadores e nas tendências salariais, a partir das informações da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS).

A importância desta análise está em apresentar a dinâmica do emprego no setor portuário e aquaviário, destacando os desafios e as oportunidades para o desenvolvimento econômico e social, tanto em nível nacional quanto regional.

Entre os principais achados, destaca-se a redução no número de vínculos no Transporte Aquaviário, que caiu de 44.420 vínculos em 2013 para 37.910 em 2020. Por outro lado, as atividades de Armazenamento e Operações de Terminais registraram um crescimento constante no mesmo período. No estado do Maranhão, houve um crescimento expressivo nas atividades de Navegação de Apoio, com um aumento significativo no número de empregos em comparação com outros segmentos. Além disso, observou-se uma disparidade de gênero e escolaridade, com a predominância de trabalhadores do sexo masculino, embora as mulheres apresentem, em média, maior nível educacional.

Ao examinar essas mudanças, espera-se contribuir para uma melhor compreensão das dinâmicas do setor, além de auxiliar no aprimoramento de políticas públicas e estratégias empresariais voltadas à melhoria das condições de trabalho e ao fortalecimento das cadeias produtivas associadas e práticas de gestão.

2 CONTEXTO

O estudo utilizou uma abordagem quantitativa descritiva, baseada em dados secundários extraídos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). A RAIS é uma base de dados obrigatória para organizações públicas e privadas, que reúne informações detalhadas sobre vínculos formais de emprego no Brasil, incluindo tanto contratos regidos pelo regime estatutário quanto celetista. A pesquisa abrange o período de 2010 a 2020, permitindo uma análise das tendências ao longo do tempo no mercado de trabalho portuário e aquaviário.

Os dados foram organizados a partir da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), que classifica as atividades econômicas de maneira hierárquica em seções, divisões, grupos, classes e subclasses. Para este estudo, focamos nas atividades ligadas à Seção H da CNAE, que trata de "Transporte, Armazenagem e Correio", com especial atenção às atividades auxiliares dos transportes aquaviários e à gestão de portos e terminais. As operações do setor foram mapeadas a partir das divisões e subclasses da CNAE, englobando atividades como operações de terminais, navegação de apoio e transporte aquaviário de carga e passageiros, tanto por

cabotagem quanto por navegação interior. A análise foi feita em nível nacional e regional, com ênfase no estado do Maranhão, onde os dados foram detalhados para proporcionar uma visão mais específica do mercado de trabalho local.

A análise dos dados teve como objetivo identificar tendências e variações no número de vínculos empregatícios ao longo do tempo. Foram considerados tanto os números absolutos de empregos quanto as flutuações percentuais em diferentes categorias de atividades econômicas. A comparação entre as regiões brasileiras, além da análise específica para o estado do Maranhão, permitiu traçar um panorama mais completo do mercado de trabalho no setor portuário e aquaviário.

Vale reiterar que este estudo não incluiu dados dos Órgãos Gestores de Mão de Obra (OGMOs), que são responsáveis pela administração dos trabalhadores portuários avulsos, já que os dados não estão presentes na RAIS, havendo a oportunidade futura de análises a partir dessas entidades.

3 RESULTADOS OBITIDOS

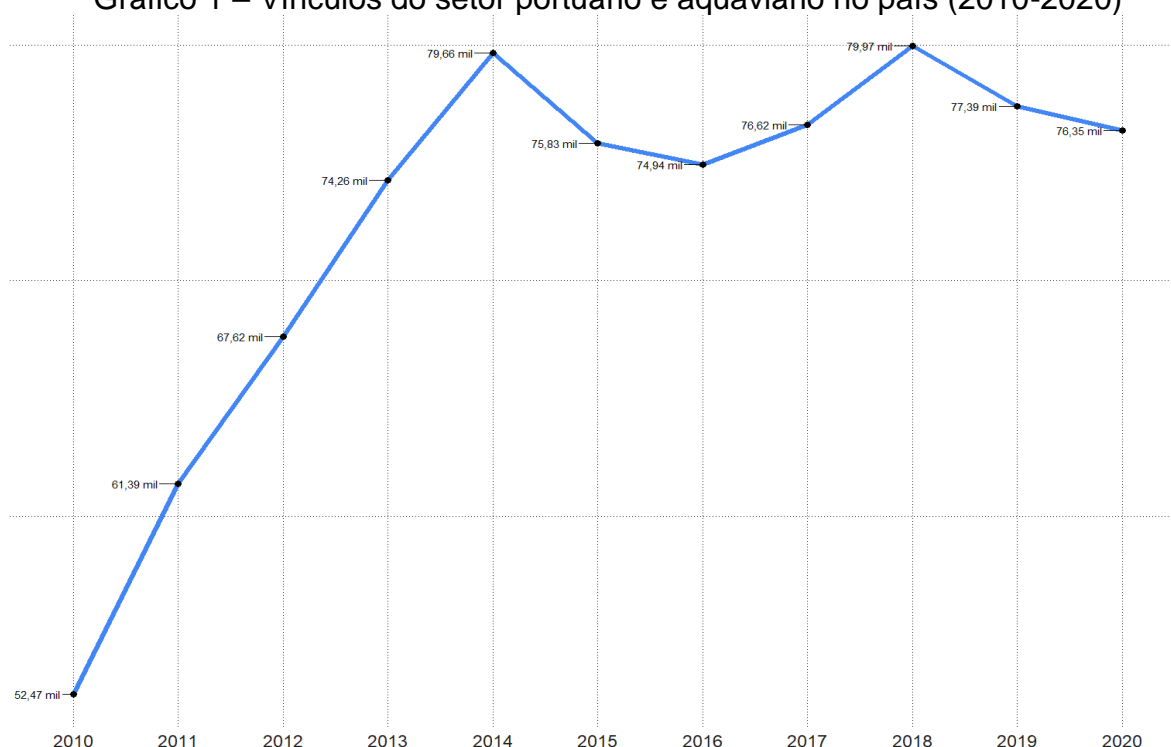
3.1 PANORAMA DO TRABALHO NO SETOR PORTUÁRIO E AQUAVIÁRIO NO BRASIL

As estratégias para o setor Portuário e Aquaviário influenciaram o estoque de empregos no setor, sobretudo ao considerar as mudanças regulatórias e ciclos de investimento.

Ao considerar os dados mais recentes, verifica-se que foram registrados 76.350 vínculos (vínculos são unidades de emprego. Uma pessoa pode ter mais de um vínculo, por exemplo) no setor portuário e aquaviário no Brasil em 2020, de acordo com os dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS).

O número apresenta um decréscimo em relação aos anos anteriores, sobretudo em relação ano de 2018, quando quase 80 mil vínculos foram registrados. Considerando a tendência de queda do número de vínculos identificada a partir de 2014, reitera-se a associação entre desempenho das atividades econômicas do país e sua influência no estoque de empregos do setor.

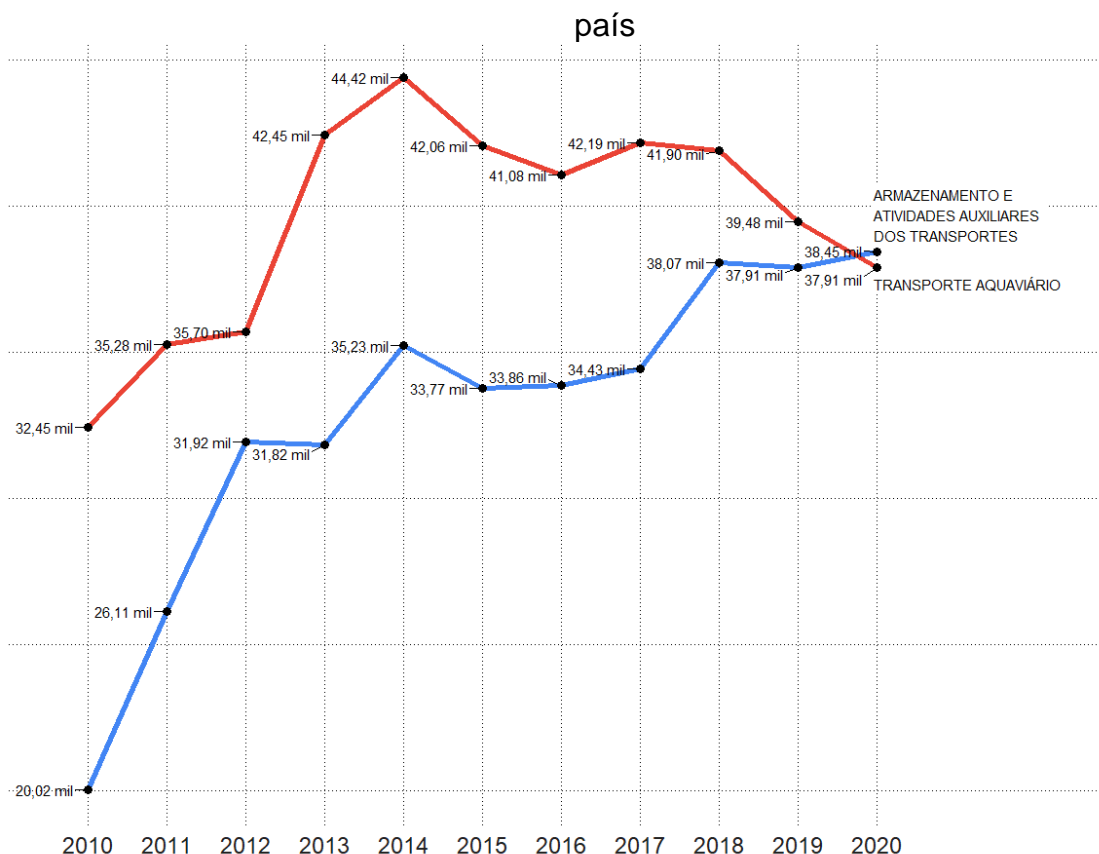
Gráfico 1 – Vínculos do setor portuário e aquaviário no país (2010-2020)



Fonte: Elaboração própria

Ao analisar os dados por setor de atividade no contexto nacional, verifica-se redução do número de vínculos no grupo de profissionais atuantes no Transporte Aquaviário, com uma redução de 44.420 vínculos em 2013 para 37.910 em 2020, com uma redução de 6.510 vínculos.

Por outro lado, nota-se que o grupo de atividades agrupadas como Armazenamento e Atividades Auxiliares dos Transportes apresentou um comportamento crescente no período, superando em 2020 o número de vínculos no Transporte Aquaviário.



Fonte: Elaboração própria.

Ao analisar os grupos de atividades com maior participação no número de vínculos empregatícios, destacam-se as atividades de Armazenamento e Atividades Auxiliares dos Transportes e Transporte Aquaviário.

O Armazenamento e Atividades Auxiliares dos Transportes compreende, de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas-CNAE, atividades relacionadas

[...] com a movimentação e o armazenamento de cargas, antes ou depois de seu transporte, ou entre segmentos de transporte de distintas modalidades, as atividades auxiliares das diversas modalidades de transporte envolvendo a operação da infraestrutura de suporte nas rodovias, ferrovias, aeroportos, portos, pontes túneis, etc. e as atividades de agenciamento de transporte. Esta divisão compreende também as atividades relacionadas à organização do transporte de carga.

Destaque também deve ser dado para o número de vínculos do Transporte Aquaviário, cujas atividades são as relacionadas aos transportes de pessoas e mercadorias, além das embarcações turísticas e o fretamento de embarcações com tripulação. Nela também estão as operações e embarcações para apoio marítimo e portuário.

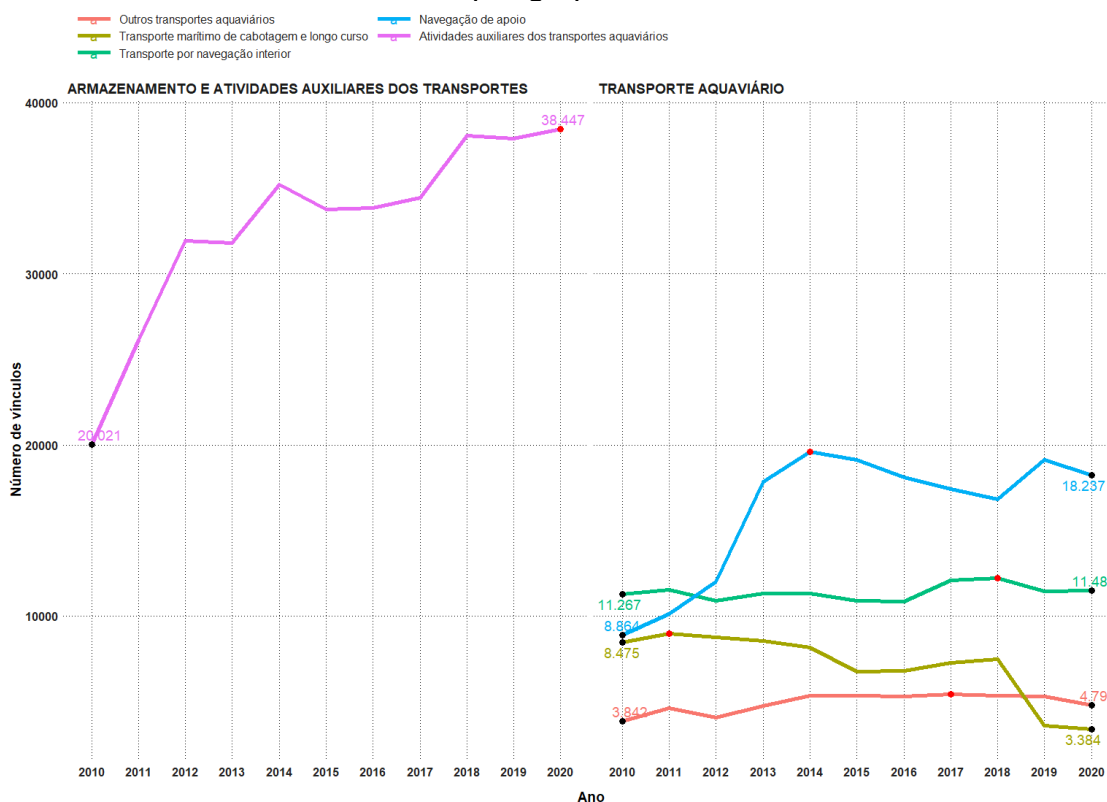
No gráfico a seguir estão detalhados os vínculos e atividades contemplados no Transporte Aquaviário no país.

Com o recorte, verifica-se que as atividades de Navegação de Apoio apresentam o maior número de vínculos, registrando em 2020 18.237 empregos. A categoria abarca atividades como:

- o transporte de mercadorias e pessoas para suprimento e apoio a navios e a plataformas de pesquisas e exploração de minerais e hidrocarbonetos;
- a navegação realizada para apoio logístico a navios e a plataformas de exploração de minerais e hidrocarbonetos transporte;
- a navegação realizada nos portos e terminais aquaviários, para atendimento a embarcações e instalações portuárias;
- os serviços de reboque realizado por empresas de apoio marítimo;
- os serviços de socorro e salvamento realizado por empresas de apoio portuário.

Observa-se que o grupo de Transporte por Navegação Interior, segundo maior grupo em número de vínculos no Transporte Aquaviário, finalizou 2020 com 11.488 vínculos. São atividades como o transporte de carga municipal, por rios, canais, lagos, lagoas, baías e outras vias de navegação interior, exceto travessia e o fretamento de embarcações com tripulação, mas não inclui a operação e gestão de terminais de carga.

Gráfico 3 – Vínculos por grupo de atividade econômica



Fonte: Elaboração própria

Esses dados podem detalhados um pouco mais a partir da análise das seções da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o que permite identificar quais áreas impactaram diretamente o estoque de empregos na área portuária e aquaviária.

Pelo gráfico a seguir, alguns destaques do setor podem ser obtidos por grupo de atividade (definições de cada categoria no glossário):

- Ao considerar a Gestão de Portos e Terminais, o destaque foi para as *Operações de Terminais*, que apresentou número crescente de vínculos entre 2010 e 2020, registrando 35.357 vínculos. Por outro lado, as atividades de

Administração da Infraestrutura Portuária tiveram um declínio de 41,25%, resultado da destruição de 2.170 vínculos.

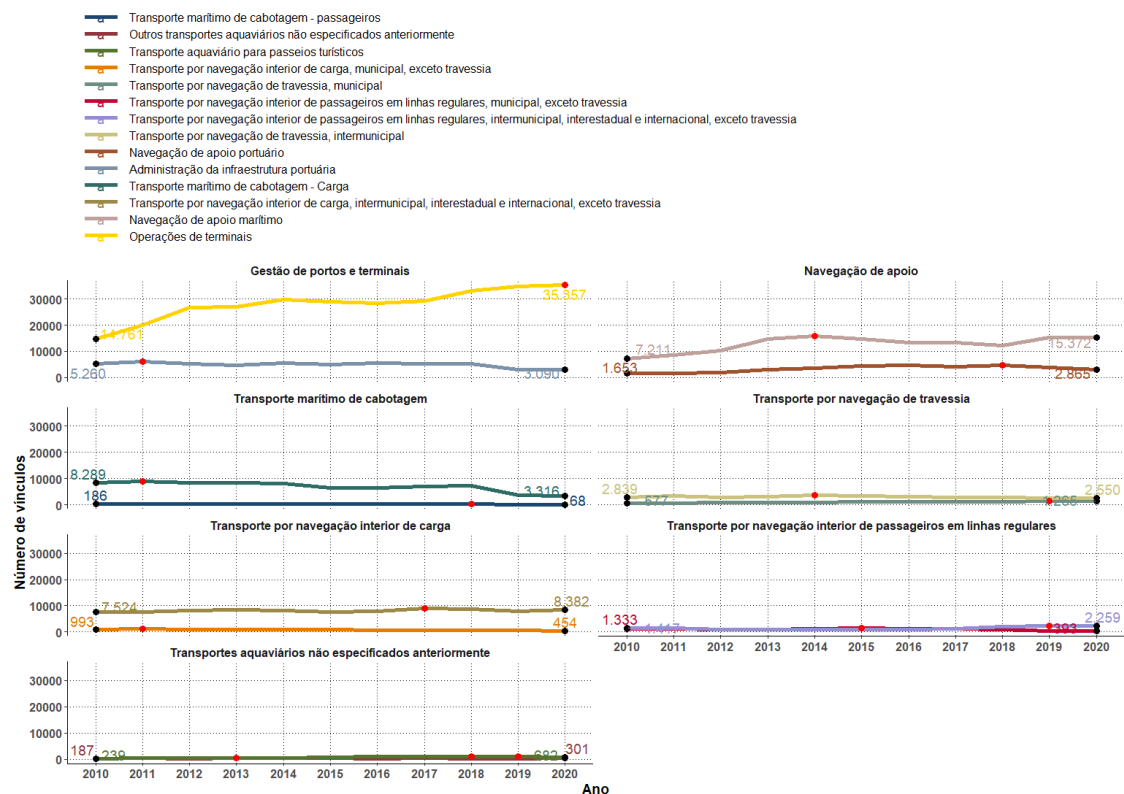
São atividades como as atividades da administração da estrutura portuária, tais como o balizamento da área portuária, a manutenção da dragagem e das condições físicas do porto, as atividades de operação de terminais marítimos e fluviais, de uso público ou privado, o armazenamento no parque portuário de mercadorias provenientes ou destinadas às embarcações e a operação e gestão de equipamentos destinados a carga e descarga, bem como a carga e descarga de embarcações, não ficando de fora as atividades realizadas pelos operadores portuários.

- O Transporte Marítimo de Carga por Cabotagem, por sua vez, teve uma redução drástica de vínculos: saiu de 8.289 em 2010 para 3.316 em 2020.

Trata-se, portanto, de atividades como o transporte marítimo de carga realizado entre portos ou pontos do território brasileiro utilizando a via marítima, incluindo o fretamento de embarcações com tripulação para o transporte de cabotagem de carga.

- O Transporte por Navegação Interior de Carga, por outro lado, apresentou leve aumento: passou de 7.524 para 8.382 vínculos. Essa categoria abarca as atividades de transporte de carga por rios, canais, lagos, lagoas, baías e outras vias de navegação interior, em percurso nacional ou internacional.
- A Navegação de Apoio Marítimo, por sua vez, duplicou o número de vínculos e chegou a 15.372 profissionais na área. Isso significa que são profissionais que atuam em atividades de navegação realizada para o apoio logístico a embarcações e instalações em águas territoriais nacionais e na Zona Econômica, que atuam nas atividades de pesquisa de minerais e hidrocarbonetos.

Gráfico 4 – Grupos de atividade econômica



Fonte: Observatório Portuário - Dados da RAIS

Fonte: Elaboração própria

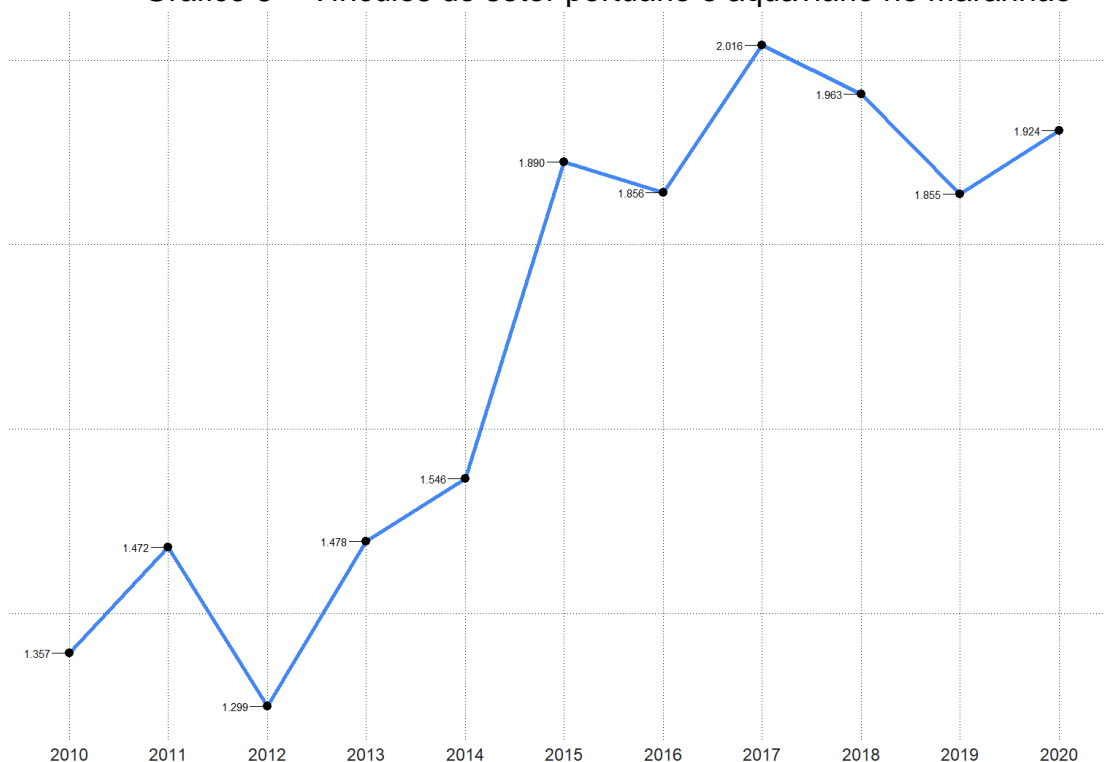
Os dados são um reflexo das políticas de regulação para o setor, evidenciando como as estratégias governamentais e empresariais se refletem no estoque de empregos no setor.

Na próxima seção os dados para o estado do Maranhão são apresentados.

3.2 PANORAMA DO TRABALHO NO SETOR PORTUÁRIO E AQUAVIÁRIO NO MARANHÃO

Ao analisar os dados para o estado do Maranhão, verifica-se que os vínculos diretos foram ascendentes até o ano de 2017, quando foram identificados 2.016 vínculos. Em 2020, depois de quedas em 2018 e 2019, apresentou ligeira recuperação e o número de vínculos registrados foi de 1.924.

Gráfico 5 – Vínculos do setor portuário e aquaviário no Maranhão

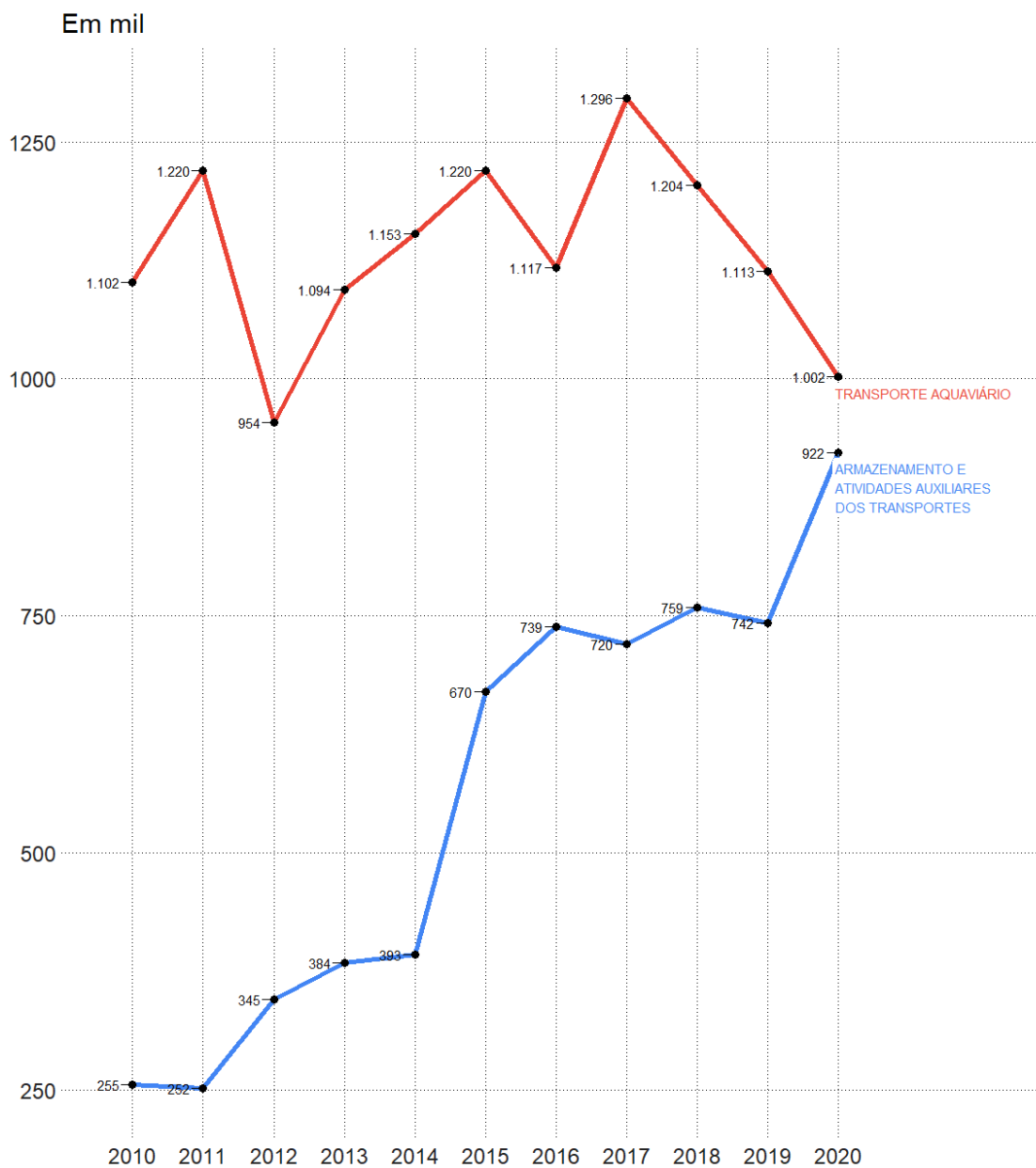


Fonte: Elaboração própria

No caso do Maranhão, o Transporte Aquaviário é o grupo de atividade que apresenta o maior número de empregos diretos, com 1.000 vínculos em 2020.

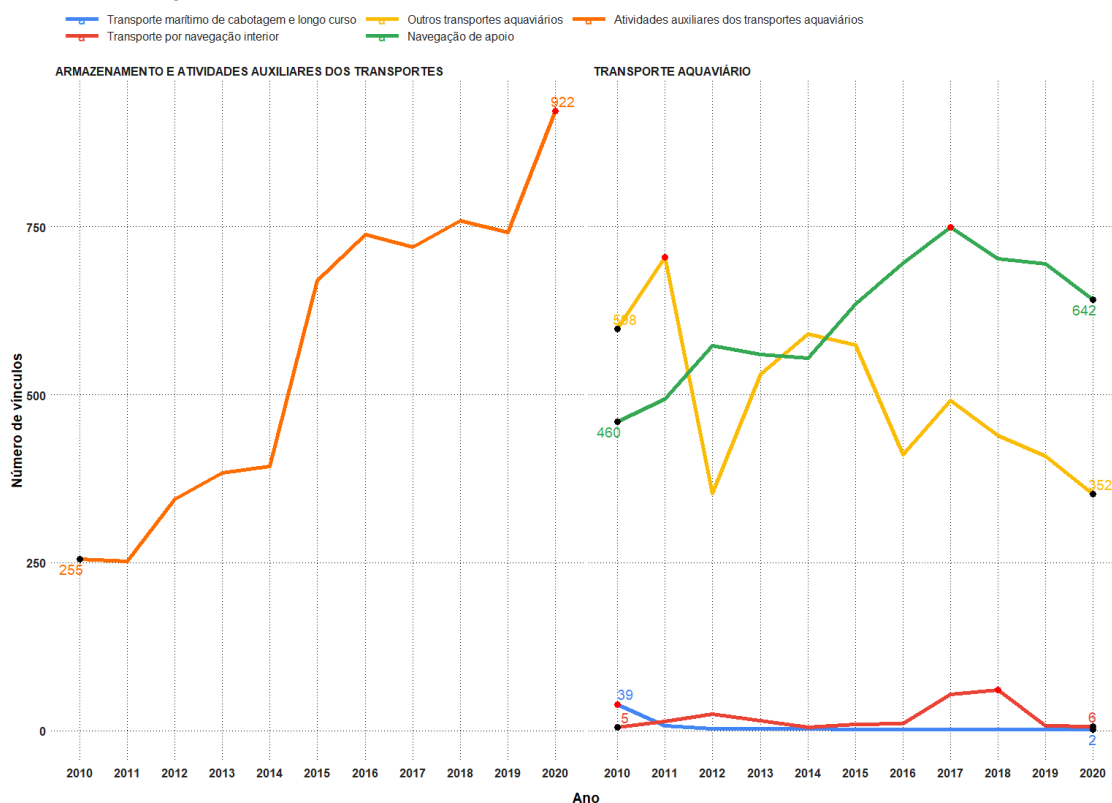
Ao mesmo tempo, as atividades abarcadas pelo Armazenamento e Atividades Auxiliares dos Transportes apresentaram permanente crescimento no período, o que se relaciona com o aumento das atividades portuárias no estado, com o registro de 920 vínculos em 2020.

Gráfico 6 – Vínculos por grupo de atividade econômica no Maranhão



Fonte: Elaboração própria

No gráfico a seguir pode-se observar as modalidades abarcadas pelo Transporte Aquaviário e suas representatividades no estado. O destaque positivo é para o setor de Navegação de Apoio, que auxilia as atividades portuárias.

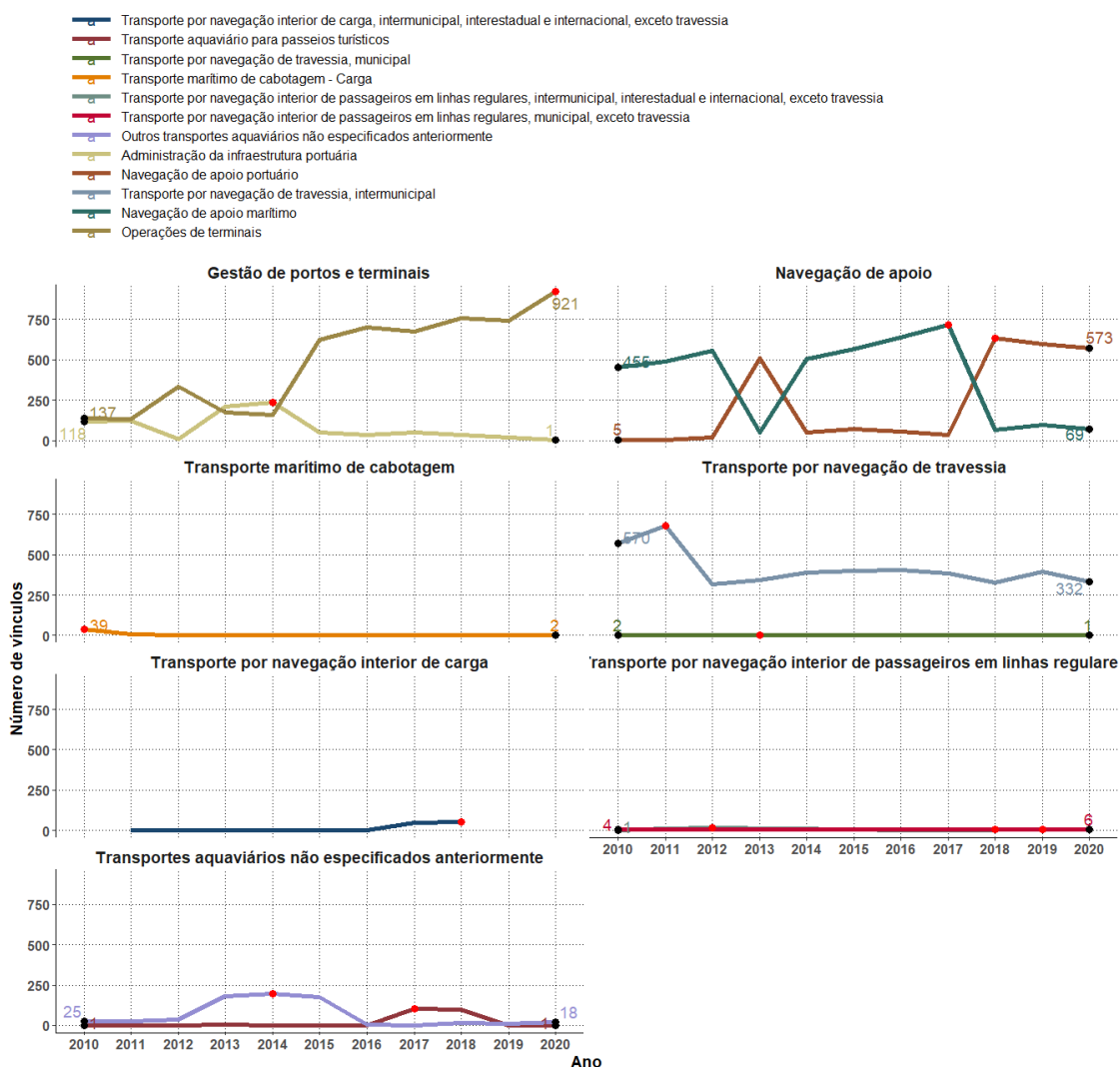


Fonte: Elaboração própria

Ao analisar as subclasses de atividade, pode-se verificar que as atividades relacionadas a Operações de Terminais tiveram excelente resultado, saltando de 14 para 920 mil vínculos, o que indica uma transformação estrutural nas atividades.

A Navegação de Apoio Marítimo e Navegação de Apoio Portuário também se destacam, embora com oscilações consideráveis na série.

Gráfico 7 – Vínculos por subsetor de atividade no Maranhão



Fonte: Elaboração própria

3.3 PERFIL DO TRABALHADOR PORTUÁRIO E AQUAVIÁRIO

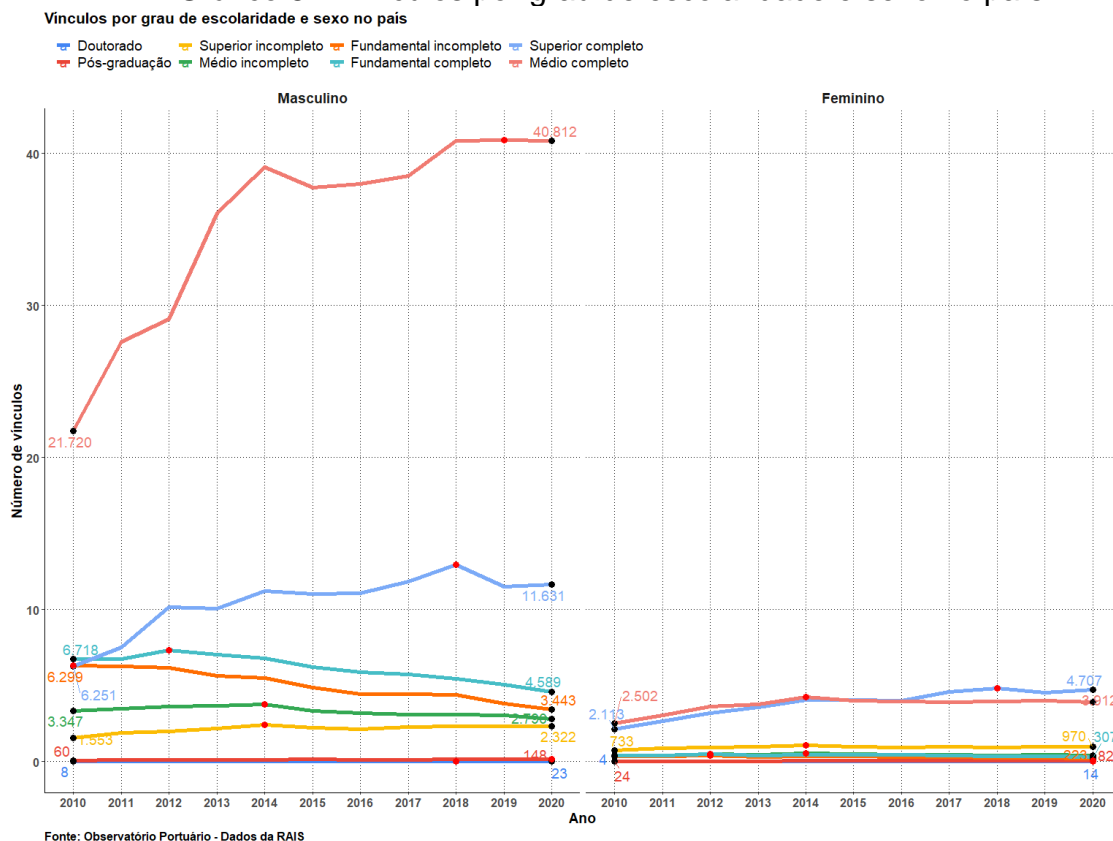
Ao analisar o perfil dos trabalhadores portuários e aquaviários por sexo, observa-se que a participação masculina é predominante. Em 2020, do total de 76.317 vínculos, 65.735 eram homens, sendo apenas 10.582 mulheres (13,87%).

No Maranhão a proporção é igual: dos 1.924 vínculos, apenas 14% eram mulheres (2.629)

Apesar da baixa participação feminina no setor, observa-se que elas apresentavam maior escolaridade no contexto nacional: 44,5% tinham curso superior, contra 17,7% dos homens com a mesma escolaridade. De forma agregada, observa-se o aumento da escolarização entre 2010 e 2020, apesar do número de profissionais com pós-graduação ainda ser baixo.

Em 2020, a quantidade de ocupações que exigiam o ensino médio completo era de 58,57% (desses, 91,25% eram do sexo masculino e apenas 8,75% do sexo feminino), por outro lado, 21,4% das ocupações exigiam o Superior completo (desses, 71,19% eram do sexo masculino e 28,81% do sexo feminino).

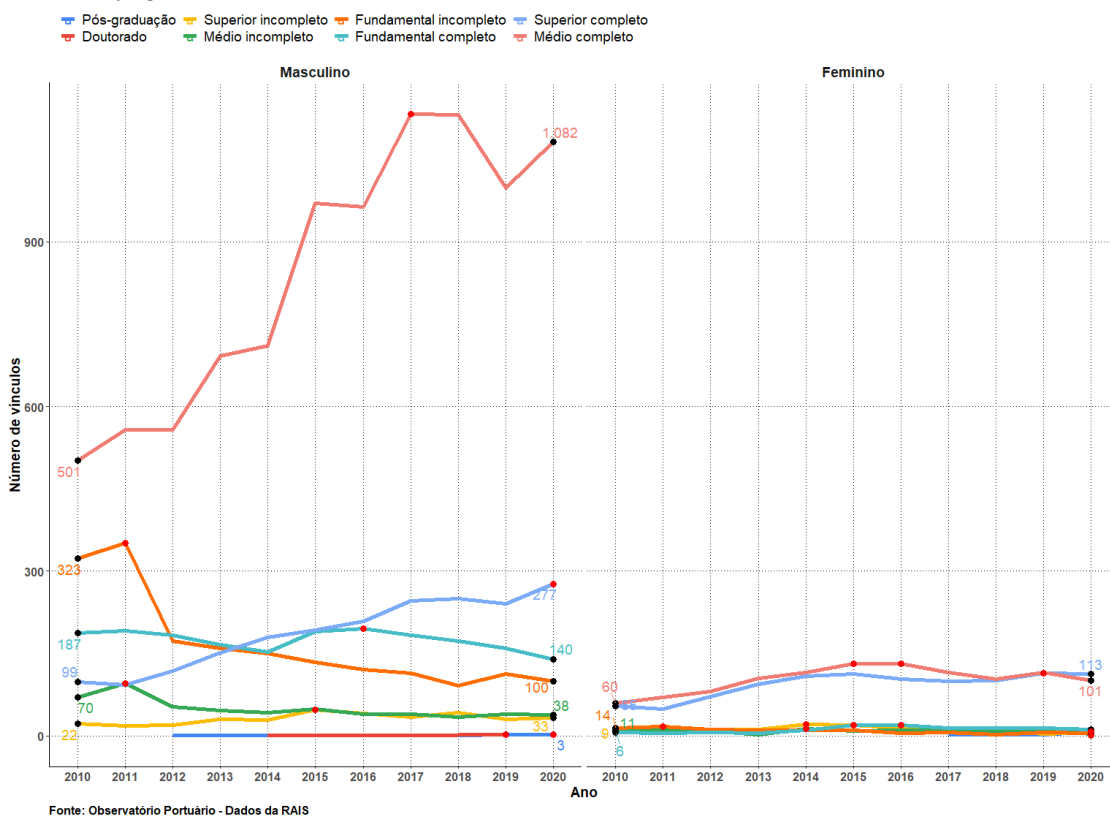
Gráfico 8 – Vínculos por grau de escolaridade e sexo no país



O Maranhão também acompanha a tendência nacional no quesito escolarização: há o predomínio de profissionais com ensino médio completo e, em seguida, ensino superior. Apesar de crescente, o número de pessoas com pós-graduação ainda é incipiente, como se observa no gráfico.

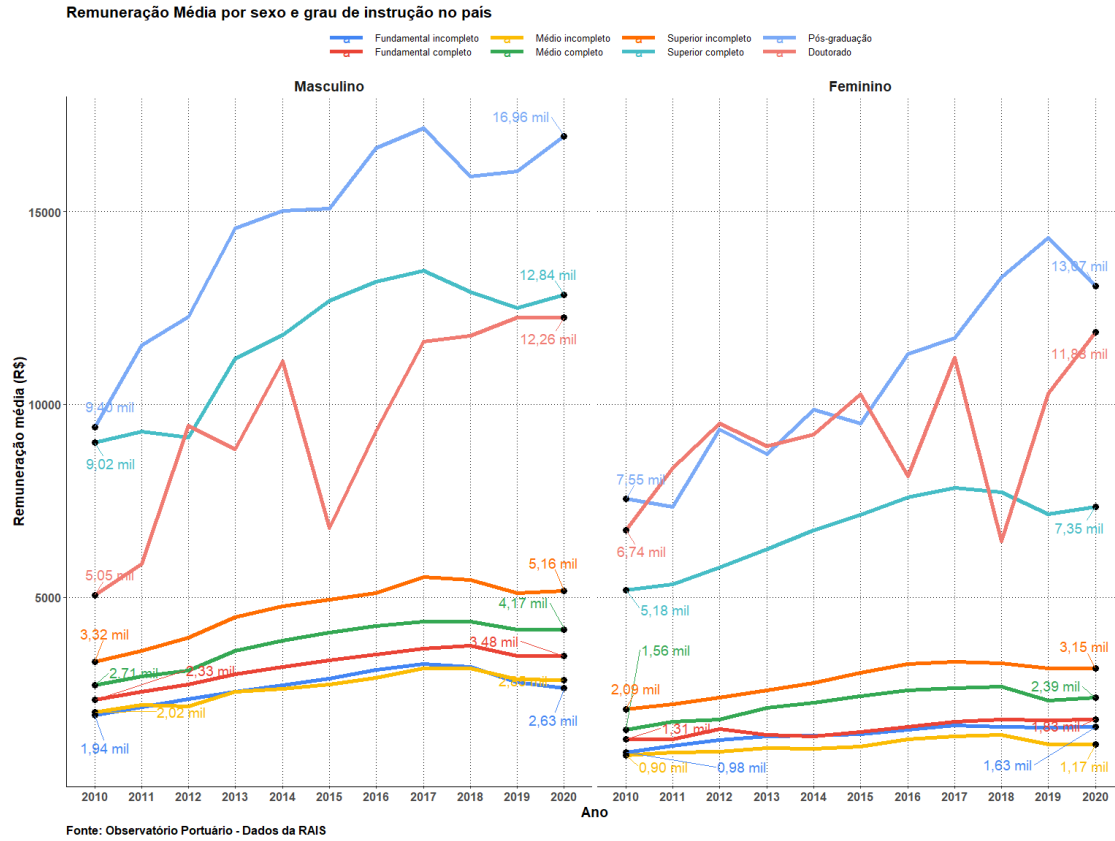
Gráfico 9 – Vínculos por grau de escolaridade e sexo no Maranhão

Vínculos por grau de escolaridade e sexo no Maranhão



Ao avaliar a remuneração média por escolaridade no país, verifica-se que os profissionais com pós-graduação têm uma renda significativamente superior aos demais níveis de escolaridade.

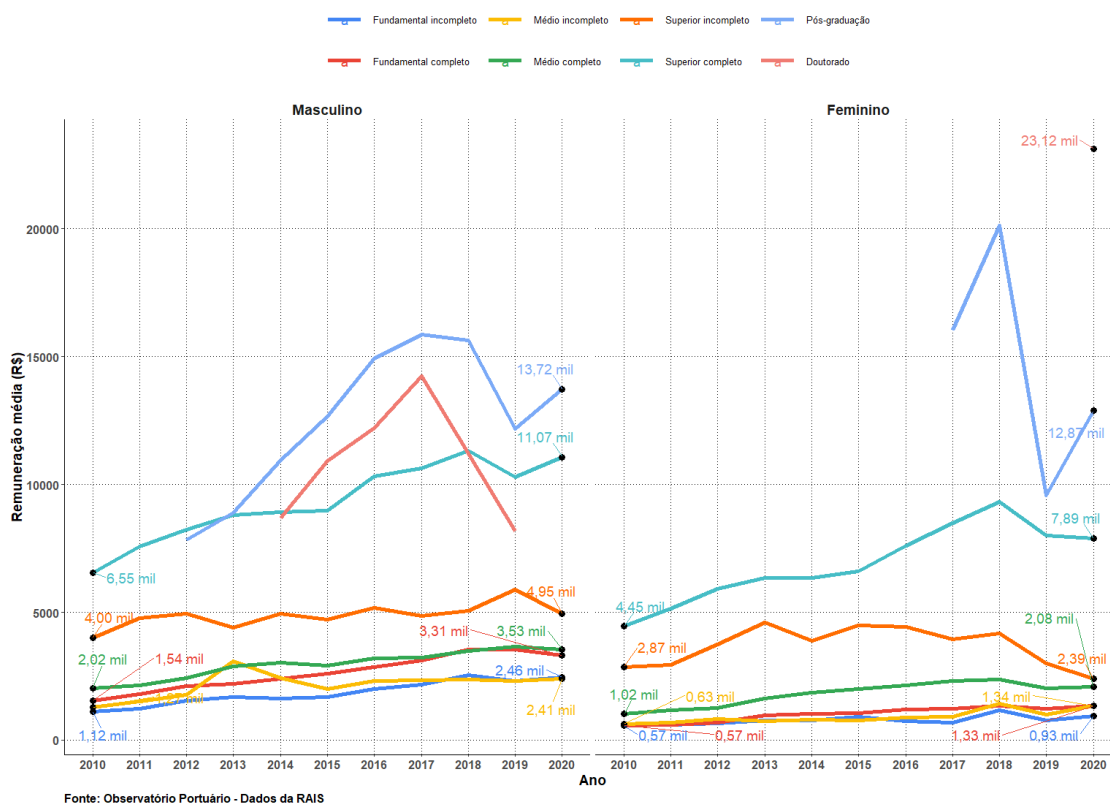
Gráfico 10 – Remuneração média por sexo e grau de instrução no país



A renda do trabalhador maranhense segue a tendência nacional: profissional com pós-graduação auferе rendimentos bem superiores aos dos demais profissionais.

Gráfico 11 – Remuneração média por sexo e grau de instrução no Maranhão

Remuneração Média por sexo e grau de instrução no Maranhão



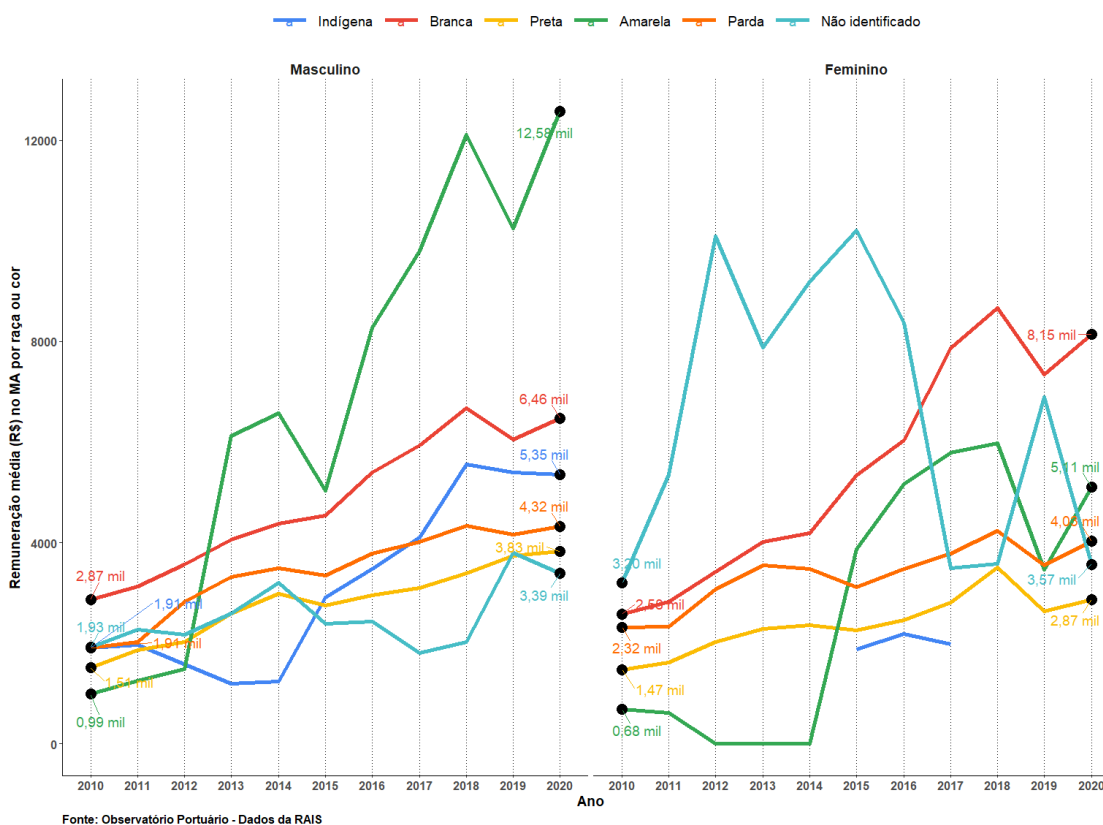
Há o predomínio de pardos e brancos, tanto entre os homens como entre as mulheres.

Apesar da destacada participação de pardos, a remuneração média desses profissionais em 2020 era inferior à dos brancos. Nota-se que homens e mulheres brancos tiveram a renda constante e crescente na série, mantendo a assimetria em relação aos pretos e pardos.

No Maranhão, os profissionais identificados como pardos predominam, sendo seguidos pelos brancos e pretos entre os homens e mulheres.

A renda dos trabalhadores por cor ou raça no Maranhão, por sua vez, evidencia que os autodeclarados amarelos se destacam entre os homens, com remuneração média acima das demais (amarelos, de acordo com o IBGE, são aqueles que se declaram de origem asiática: japoneses, coreanos e chineses).

Gráfico 12 – Remuneração média por cor ou raça no Maranhão



3.4 OCUPAÇÕES DOS TRABALHADORES PORTUÁRIOS E AQUAVIÁRIOS

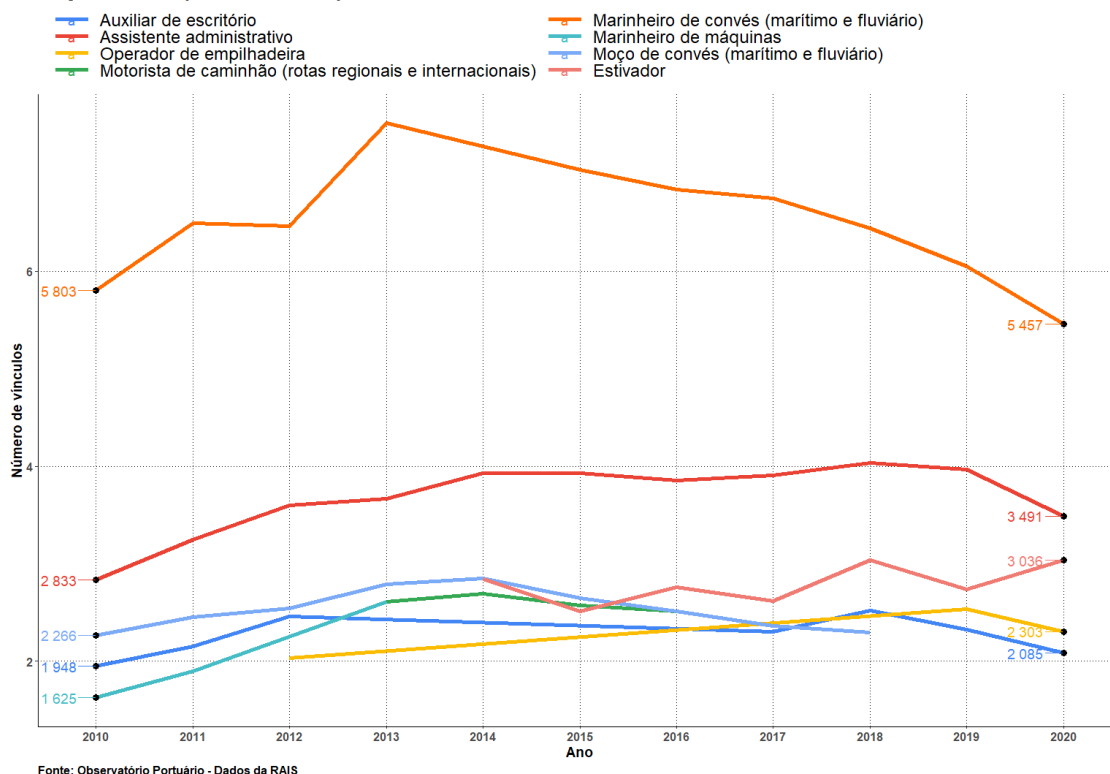
As ocupações com maior participação no setor estão no gráfico a seguir, bem como a remuneração média respectiva.

Verifica-se que os profissionais *Marinheiros de Convés (marítimo e fluvial)* representam o maior contingente de profissionais ao longo do período analisado, embora com tendência decrescente e em número inferior ao registrado em 2010.

São profissionais que, de acordo com o Código Brasileiro de Ocupações (CBO), *comandam e imediatam pequenas embarcações, auxiliando o comandante na administração de bordo e no serviço de manobras; chefiam praça de máquinas; transportam cargas e passageiros; realizam manobras, serviços e manutenção no convés; operam máquinas; realizam manutenção preventiva e corretiva da praça de máquinas e aplicam procedimentos de segurança.*

Por sua vez, os Assistentes Administrativos mantiveram uma estabilidade no número de vínculos, registrando cerca de 3.500 profissionais em 2020.

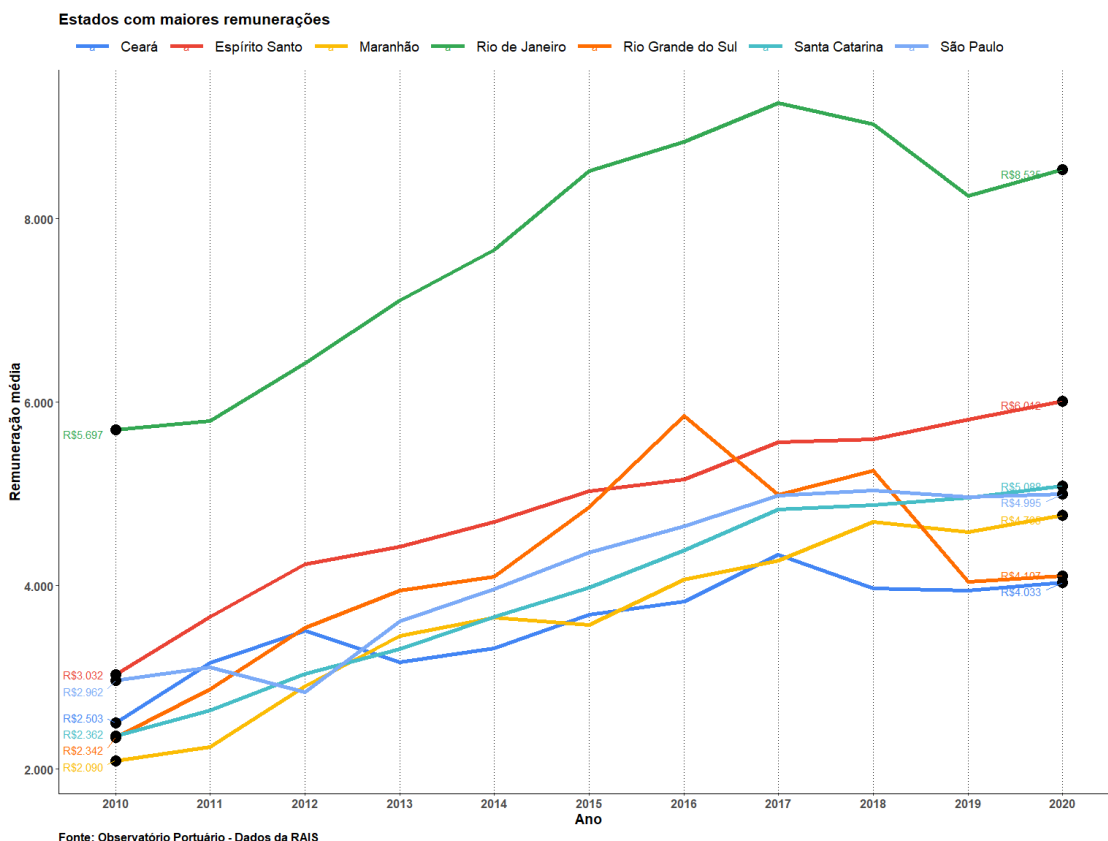
Ocupações que mais empregam dos setores Portuário e Aquário (2010 - 2020)



3.5 REMUNERAÇÃO DOS TRABALHADORES NOS ESTADOS

Verifica-se que a remuneração média dos trabalhadores portuários e aquaviários varia conforme o estado da federação. O Rio de Janeiro é o estado com a maior remuneração no período analisado, com o registro de R\$ 8.5345 em 2020. O Espírito Santo aparece em segundo lugar, com R\$ 6.112.

O estado do Maranhão teve uma evolução significativa no valor da remuneração média: saltou de R\$ 2.090 em 2010 para R\$ 4.765 em 2020.

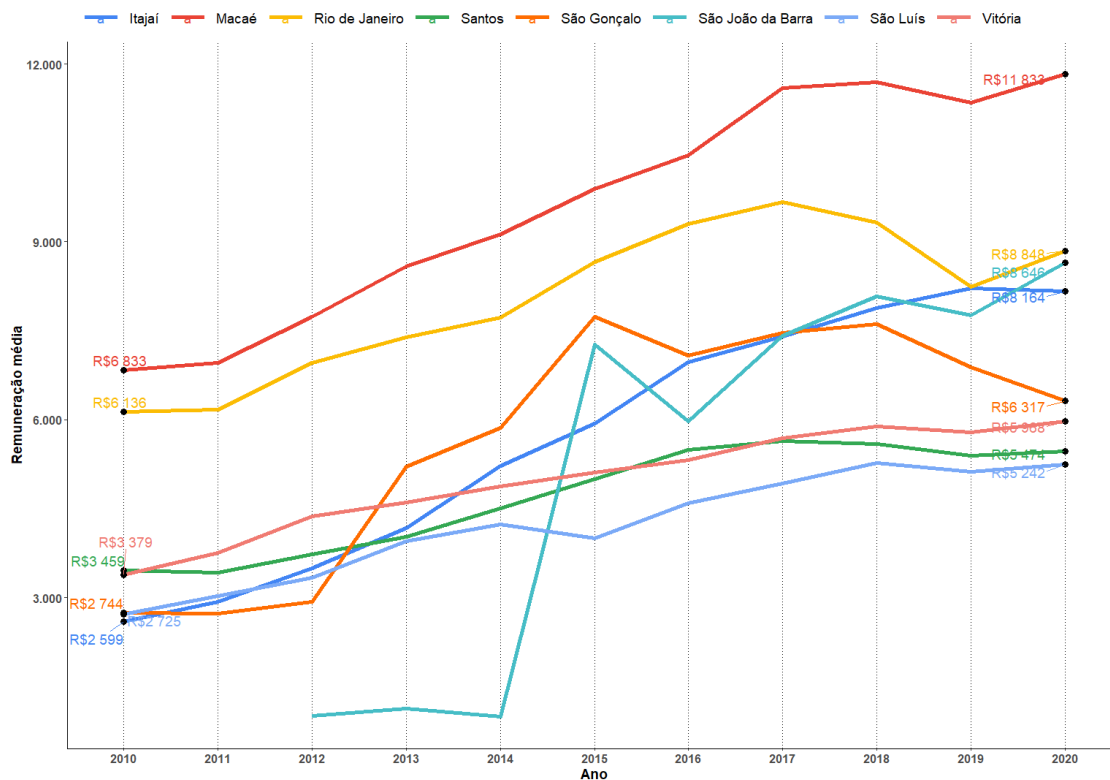


3.6 REMUNERAÇÃO DOS TRABALHADORES NOS MUNICÍPIOS

Ao analisar a remuneração média por município, o destaque positivo fica com os municípios de Macaé, Rio de Janeiro, São João da Barra e Itajaí que pagam as maiores remunerações, acima de 8 mil reais. No entanto, Macaé possui uma remuneração média superior ao segundo colocado em quase 3 mil reais.

Remuneração média dos municípios que possuem mais de 1000 vínculos

Top 8



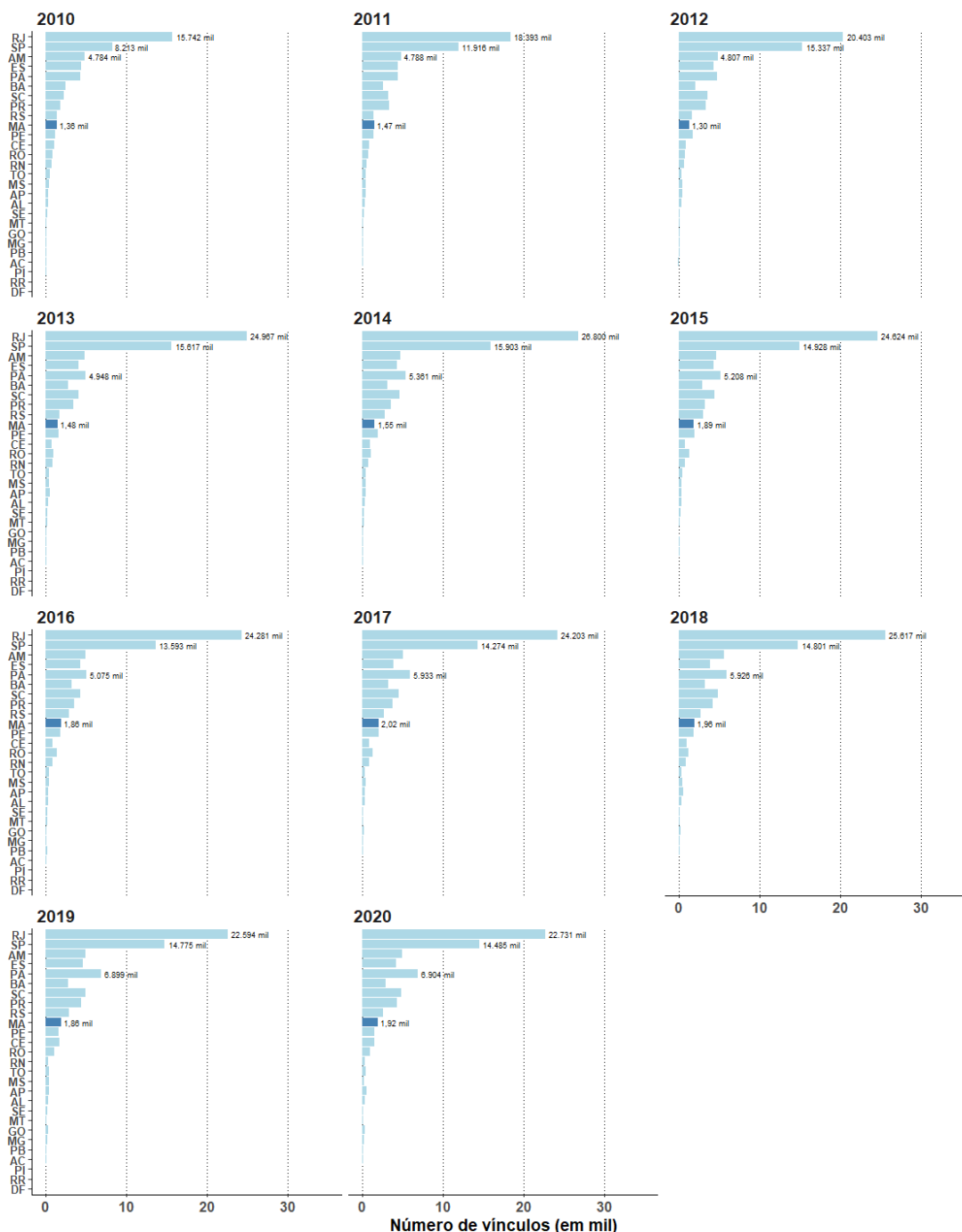
Fonte: Observatório Portuário - Dados da RAIS

3.7 TRABALHADORES DA GESTÃO E OPERAÇÃO PORTUÁRIA

Em 2010, o Brasil apresentou 52.469 vínculos de trabalho para a o setor portuário e aquaviário. Em 2018, ano com a maior quantidade de vínculos da série, foram 79.967 vínculos. No entanto, os dois anos seguintes ocorreram duas reduções na quantidade de vínculos. Com essas reduções, o ano 2020, último ano da série histórica, a quantidade de vínculos foi de 76.354. Quanto aos estados, São Paulo e Rio de Janeiro permaneceram na primeira e segunda colocação durante toda a série. Em 2020, por exemplo, Rio de Janeiro possuía 22.731 vínculos empregatícios e São Paulo, possuía cerca de 22.731. Por outro lado, o estado do Maranhão possuía 1.924 vínculos no último ano da série.

Empregados na Operação de Terminais Portuários por estado

Eram 52.469 vínculos de trabalho em todo o país em 2010 e 76.354 vínculos em 2020



Fonte: Observatório Portuário - Dados da RAIS

4 CONCLUSÕES

O estudo do mercado de trabalho no setor portuário e aquaviário, tanto em âmbito nacional quanto no estado do Maranhão, revelou importantes dinâmicas de emprego, destacando como as mudanças regulatórias, os ciclos econômicos e as estratégias de investimento impactaram diretamente o número de vínculos empregatícios. No Brasil, o setor experimentou uma queda gradual no número de vínculos desde 2014, especialmente no Transporte Aquaviário, enquanto as atividades de Armazenamento e Atividades Auxiliares dos Transportes apresentaram

crescimento contínuo.

No Maranhão, o cenário é semelhante, com oscilações nos vínculos de trabalho, principalmente no Transporte Aquaviário, mas com um aumento significativo nas atividades relacionadas à Operação de Terminais e à Navegação de Apoio. Esses dados indicam que, apesar das flutuações econômicas, o setor portuário continua sendo uma fonte vital de empregos, especialmente em regiões estratégicas como o Maranhão.

A análise do perfil dos trabalhadores evidenciou a predominância masculina no setor, mas com um aumento gradual da escolaridade, principalmente entre as mulheres. No entanto, ainda existem desafios relacionados à desigualdade racial e de gênero, tanto na distribuição dos vínculos quanto na remuneração, com os profissionais brancos e de maior escolaridade auferindo rendimentos superiores.

Destaca-se ainda o alto registro da ausência de identificação racial nos dados, o que é pauta para as ações de sensibilização dos profissionais de gestão com pessoas e alinhado às ações de Governança Social. O correto preenchimento dos dados pode auxiliar políticas de inclusão, qualificação e diversidade mais assertivas.

Diante dos resultados obtidos, é possível concluir que o setor portuário e aquaviário brasileiro enfrenta desafios significativos, mas também apresenta oportunidades de crescimento, especialmente com o potencial de expansão das atividades de apoio logístico e modernização das operações portuárias. Políticas públicas que incentivem a qualificação profissional e a inclusão de minorias podem desempenhar um papel fundamental na redução das desigualdades e no fortalecimento do setor. Além disso, é essencial que futuros estudos continuem a monitorar essas tendências, com dados atualizados para a formulação de estratégias que contribuam para o desenvolvimento sustentável do mercado de trabalho portuário.

REFERÊNCIA

Universidade Federal do Maranhão. Observatório Portuário. *Mercado de Trabalho Portuário*. São Luís, Maranhão: Universidade Federal do Maranhão, 2022. Ano 1, n. 1. ISSN 2965-4629. Disponível em: <https://observatorioportuario.com.br/relatorios/>. Acesso em: 29 de jun. 2024.

ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO OPORTUNA PARA OTIMIZAR CAPACIDADE OCIOSA E REDUZIR FALHAS: UM ESTUDO DE CASO NO COMPLEXO PORTUÁRIO SUL

Jesiel Rodrigues Custodio da Silva
VALE S/A

Luis Carlos Moreira Leira
VALE S/A

Mikaele de Oliveira Souza
VALE S/A

Daniel Soares Silva Junior
PROGEN S/A

Resumo: O presente artigo relata como foi implementado o fluxo estratégico de manutenção oportuna no Complexo Portos Sul, que engloba os portos CPBS e TIG, situados nos municípios de Itaguaí/RJ e Mangaratiba/ RJ, respectivamente. A partir da identificação dos respectivos problemas: alto somatório de horas de falha, alto somatório de ociosidade nos processos de descarga e embarque e alto backlog de manutenção a ser executado. O objetivo principal foi ocupar o período de processos ociosos através da execução de manutenção oportuna, uma vez que a manutenção oportuna pode reduzir significativamente o tempo de inatividade e os gastos com reparos de emergência, para isso foi realizada uma análise qualitativa e quantitativa dos indicadores de produção e manutenção para identificar os gargalos do processo e estruturadas estratégias para execução de atividades provenientes do backlog de manutenção e atividades emergenciais que pudessem contribuir para evitar falhas quando os processos operacionais fossem solicitados e para retirar restrições por defeito, contribuindo também para a saúde da manutenção através do acompanhamento de indicadores do processo.

Palavras-chave: indicadores de desempenho; manutenção oportuna; ociosidade; terminal portuário.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, a eficiência operacional e a redução de custos são fundamentais para o sucesso das empresas, especialmente em setores industriais. Nesse contexto de busca por melhoria contínua, a gestão da manutenção desempenha um papel importante na garantia de operação contínua e segura, além de evitar interrupções não planejadas que podem resultar em prejuízos significativos. A manutenção pode ser classificada de diversas formas, incluindo manutenção preditiva (MPred), preventiva (MP), corretiva (MC) e oportuna (MO), cada uma com suas características e implicações. A manutenção oportuna, em particular, se destaca como uma estratégia de intervenção que visa evitar a ocorrência de uma possível falha. Ao contrário da manutenção corretiva, que é realizada após a ocorrência de uma falha, a manutenção oportuna busca se utilizar de tempo ocioso de equipamentos ou processos para mitigar os impactos de falha durante a operação. Essa abordagem, embora possa implicar em custos iniciais, tende a reduzir significativamente o tempo de inatividade e os custos associados a reparos de emergência.

Neste sentido, a Vale S/A, que atualmente é uma das maiores produtoras de minério de ferro, pelotas e níquel do mundo, possui um sistema integrado entre minas, ferrovias e portos e procura otimizar toda a cadeia logística a fim de reduzir custos e gerar valor na produção e exportação de suas commodities. Levando em consideração as operações portuárias da Vale S/A no estado do Rio de Janeiro, onde se encontra o Complexo Portuário Sul, que engloba os portos Terminal Ilha Guaíba (TIG) e a Companhia Portuária Baía de Sepetiba (CPBS), cuja capacidade de embarque anual é de aproximadamente 75 milhões de toneladas de minério de ferro representa uma importante saída para o minério de ferro e pelotas produzidos em Minas Gerais, além de ser responsável por, cerca de 34% de todo o granel sólido movimentado no estado do Rio de Janeiro, segundo dados da ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários). Contudo, bem como em diversos setores industriais, uma das principais perdas que ocorrem nos Portos Sul é a ocorrência de manutenções corretivas (MC) – quando um processo é paralisado por falhas em equipamentos. Somente no ano de 2023 ocorreu um somatório de 3096h de MC, uma média de 258h por mês, enquanto o processo de manutenção mantinha um backlog de 52 dias de manutenção, aproximadamente. Ao passo que, no mesmo ano foi registrado um somatório de, aproximadamente 6000h de ociosidade. Mediante este problema e diante do cenário apresentado, fica evidente que é possível elaborar uma estratégia de aproveitamento de capacidade ociosa para execução de manutenção oportuna (MO) a fim de otimizar os processos operacionais e de manutenção. Desta forma, por meio deste trabalho, que pode ser definido como um estudo de caso do tipo exploratório e de abordagem mista, objetiva-se ocupar os períodos de ociosidade dos processos operacionais com execução de manutenção oportuna por meio da implementação de um fluxo estratégico de rotina de priorização que integre a gestão da manutenção e a gestão da produção nas operações portuárias e mensurar sua eficácia na produtividade e confiabilidade em termos de indicadores de backlog de manutenção, AMC e AMS, sendo os processos de descarga e embarque do Complexo Portos Sul da Vale, o objeto de pesquisa investigado.

2 CONTEXTO

A gestão da manutenção é essencial para assegurar a eficiência e qualidade dos processos produtivos. Segundo a Norma Brasileira 5462 de 1994, a manutenção

envolve a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”, podendo incluir modificações para este fim. Em outras palavras, a manutenção pode ser definida um conjunto de ações coordenadas para substituir, reparar, revisar ou modificar componentes de uma instalação, garantindo que ela opere com a disponibilidade e dentro de um tempo especificado, com bem destacam Kelly e Harris (1980).

A manutenção é vital para a continuidade dos processos produtivos e a preservação ambiental, exigindo confiabilidade, segurança e gestão de custos adequada. A confiabilidade, conforme dito por Elsayed (2021) refere-se à probabilidade de um item funcionar corretamente ao longo de um período específico e em condições predefinidas. Para aprofundar a discussão sobre estratégias de manutenção, é fundamental compreender os conceitos de Defeito, Falha e Função, conforme estabelecidos pela NBR 5462. Esses conceitos formam a base para a implementação de práticas de manutenção eficazes. Sendo que:

Função é a combinação de fatores e requisitos necessários para que um item possa prover determinado serviço;

Defeito é qualquer desvio de uma característica original de um item aos seus requisitos.

Falha é quando há a paralisação da capacidade de um item desempenhar sua função causada por uma pane.

No contexto de Portos Sul, o TIG, é composto por um píer que acomoda dois navios de até 350 mil toneladas, tendo um carregador de navios (CNG2) com capacidade nominal de 11,5 kt/h, também possui um pátio de estocagem com três empilhadeiras/ recuperadoras (ERG1, ERG2 e ERG3) cuja capacidade nominal é de 8 kt/h empilhando e 8,4 kt/h recuperando e, no processo de descarga de composições de vagões, possui dois viradores de vagões (VVG1/2 e VVG3), sendo o VVG1/2 um equipamento interconectado com capacidade para virar 2 vagões por ciclo, mas que pode operar de forma independente caso haja problemas em algum dos viradores e o VVG3 é um único equipamento com capacidade de virar 2 vagões por ciclo, a capacidade nominal (produtividade benchmark) de ambos é de 8 kt/h. Já o porto de CPBS é composto por um píer que acomoda um navio por vez de até 203 mil toneladas, tendo um carregador de navios (CNS1) com capacidade nominal de 9 kt/h, possui um pátio de estocagem com duas empilhadeiras/ recuperadoras (ERS1 e ERS3) cuja capacidade nominal é de 7 kt/h empilhando e 4,5 kt/h recuperando e possui um virador de vagões (VVS1) com capacidade nominal de 6,6 kt/h.

A fim de identificar os gargalos nos processos operacionais foi realizado um levantamento sobre os registros de ociosidade nos processos de embarque e descarga no Portos TIG e CPBS em 2023 analisando os dados históricos de produção por meio dos relatórios do extrator de movimentos e eventos disponíveis no sistema interno GPV-Portos. Para a descarga, foi considerado o registro “F233 - Ociosidade Ferrovia”, quando o sistema estava ocioso aguardando a chegada de trens, e para o embarque foi considerado os registros “0030” e “Q030” (aguardando formação de carga), que são ociosidades da linha de embarque por conta de pendências de cargas incompletas seja por quantidade ou qualidade de material, suficiente para carregamento dos navios. Foram desconsiderados da análise ociosidades com tempo inferior a 120min, uma vez que devido ao processo de preparação de matérias e mobilização de equipe é bem mais difícil executar manutenções com tempos menores.

Figura 1 – Ociosidades nos processos de Embarque e Descarga em Portos Sul

1	Data Hora Início	Data Hora Fim	Rota	Cód.	Descrição Evento	Equip.	Tempo evento (m)
Aloc. Lote	03/01/2023 21:25	04/01/2023 00:00	VVG3 ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		155
Aloc. Lote	04/01/2023 00:00	04/01/2023 09:47	VVG3 ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		587
Aloc. Lote	05/01/2023 00:00	05/01/2023 08:47	VVG3 ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		527
Aloc. Lote	06/01/2023 03:30	06/01/2023 07:16	VVG12 ERG2	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12		226
Aloc. Lote	06/01/2023 04:20	06/01/2023 08:26	VVG3 ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		246
Aloc. Lote	06/01/2023 12:00	06/01/2023 15:27	VVG3 ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		207
Aloc. Lote	13/01/2023 04:33	14/01/2023 00:00	VVG3 ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		1187
Aloc. Lote	14/01/2023 04:26	14/01/2023 07:33	VVG3 ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		187
Aloc. Lote	18/01/2023 04:45	18/01/2023 07:50	VVG3 ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		185
Aloc. Lote	19/01/2023 06:12	19/01/2023 09:39	VVG12 ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12		207
Aloc. Lote	23/01/2023 18:33	23/01/2023 23:52	VVG12 ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12		319
Aloc. Lote	24/01/2023 00:00	24/01/2023 00:00	VVG12 ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12		319
Aloc. Lote	24/12/2023 21:10	25/12/2023 00:00	VVG3 ERG2	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		170
Aloc. Lote	25/12/2023 04:00	25/12/2023 07:49	VVG3 ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG1		229
Aloc. Lote	25/12/2023 10:38	25/12/2023 16:08	VVG12 ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG1		330
Aloc. Lote	26/12/2023 04:05	26/12/2023 06:29	VVG3 ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		144
Aloc. Lote	30/12/2023 00:40	30/12/2023 05:51	VVG12 ERG2	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12		311
Aloc. Lote	31/12/2023 15:34	31/12/2023 18:52	VVG3 ERG2	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		198
Aloc. Lote	31/12/2023 21:00	01/01/2024 00:00	VVG12 ERG2	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12		180
Aloc. Lote	31/12/2023 21:23	01/01/2024 00:00	VVG3 ERG2	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3		157

2	Data Hora Início	Data Hora Fim	Rota	Cód.	Descrição Evento	Equip.	Tempo evento (m)
PilhaEnt	28/03/2023 00:00	28/03/2023 02:00	ERG3 CNG2	O030	Qualidade - Ag. Formação De Carga	CNG2	120
PilhaEnt	31/05/2023 22:00	01/06/2023 00:00	ERG3 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	120
PilhaEnt	17/02/2023 00:00	17/02/2023 02:20	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	140
PilhaEnt	05/02/2023 15:55	05/02/2023 18:33	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	168
PilhaEnt	16/03/2023 21:20	17/03/2023 00:00	ERG1 CNG2	O030	Qualidade - Ag. Formação De Carga	CNG2	160
VacInci	16/03/2023 16:00	16/03/2023 20:43	CNG2 NG2	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNG2	163
PilhaEnt	30/04/2023 02:25	30/04/2023 05:28	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	163
PilhaEnt	05/02/2023 20:47	06/02/2023 00:00	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	193
PilhaEnt	18/03/2023 20:30	18/03/2023 00:00	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	210
PilhaEnt	12/04/2023 07:10	12/04/2023 10:43	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	220
PilhaEnt	19/03/2023 00:00	19/03/2023 03:40	ERG2 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	220
PilhaEnt	26/11/2023 14:02	26/11/2023 17:55	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	233
VacInci	08/05/2023 15:56	08/05/2023 00:00	CNG2 NG2	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNG2	494
PilhaEnt	31/05/2023 22:00	01/06/2023 00:00	ERG3 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	120
PilhaEnt	01/06/2023 00:00	01/06/2023 06:19	ERG3 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	379
PilhaEnt	25/06/2023 19:12	25/06/2023 23:40	ERG3 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	268
PilhaEnt	05/09/2023 16:13	06/09/2023 00:00	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	467
PilhaEnt	06/09/2023 00:00	06/09/2023 10:50	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	650
PilhaEnt	12/10/2023 08:49	12/10/2023 14:00	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	311
PilhaEnt	22/11/2023 09:50	22/11/2023 16:10	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	380
PilhaEnt	26/11/2023 14:02	26/11/2023 17:55	ERG1 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	233
PilhaEnt	29/12/2023 03:03	29/12/2023 08:25	ERG3 CNG2	O030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	382

3	Data Hora Início	Data Hora Fim	Rota	Cód.	Descrição Evento	Equip.	Tempo evento (m)
Aloc. Lote	03/01/2023 20:57	04/01/2023 00:00	VV51 ER53	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		233
Aloc. Lote	04/01/2023 00:00	04/01/2023 20:46	VV51 ER51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		1246
Aloc. Lote	19/01/2023 08:20	19/01/2023 11:23	VV51 ER53	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		183
Aloc. Lote	19/01/2023 17:34	20/01/2023 00:00	VV51 ER53	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		406
Aloc. Lote	20/01/2023 00:00	20/01/2023 07:06	VV51 ER53	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		426
Aloc. Lote	20/01/2023 20:57	21/01/2023 00:00	VV51 V51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		183
Aloc. Lote	21/01/2023 00:00	21/01/2023 03:55	VV51 ER51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		235
Aloc. Lote	21/01/2023 07:34	21/01/2023 12:01	VV51 ER53	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		287
Aloc. Lote	22/01/2023 09:39	22/01/2023 20:27	VV51 ER51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		668
Vacância	23/01/2023 04:12	24/01/2023 00:00	VV51 V51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		1188
Aloc. Lote	26/01/2023 04:22	26/01/2023 09:38	VV51 ER51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		316
Aloc. Lote	26/01/2023 21:41	27/01/2023 00:00	VV51 ER51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		139
Aloc. Lote	27/01/2023 00:00	27/01/2023 06:30	VV51 ER51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		390
Aloc. Lote	23/12/2023 00:00	23/12/2023 12:00	VV51 ER53	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		720
Aloc. Lote	24/12/2023 01:58	24/12/2023 04:35	VV51 ER53	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		157
Aloc. Lote	24/12/2023 08:18	24/12/2023 10:24	VV51 ER53	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		126
Aloc. Lote	25/12/2023 07:15	25/12/2023 13:06	VV51 ER51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		351
Aloc. Lote	28/12/2023 07:21	28/12/2023 11:44	VV51 ER51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		263
Aloc. Lote	28/12/2023 20:55	29/12/2023 00:00	VV51 ER51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VV51		185

4	Início	Data Hora Fim	Rota	Cód.	Descrição Evento	Equip.	Tempo evento (m)
	10/01/2023 13:00	10/01/2023 15:00	ERS3 CNS1 Q030	Q030	Qualidade - Ag. Formação De Carga	CNS1	120
	16/03/2023 20:11	16/03/2023 22:18	ERS3 CNS1 O030	O030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	127
	18/03/2023 13:01	18/03/2023 15:15	ERS3 CNS1 O030	O030	Operacional - Ag. Formação De Car	ERS1	134
	19/03/2023 00:00	19/03/2023 02:17	ERS3 CNS1 O030	O030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	137
	28/04/2023 19:00	28/04/2023 21:30	ERS1 CNS1 Q030	Q030	Qualidade - Ag. Formação De Car	CNS1	150
	28/05/2023 21:30	29/05/2023 00:00	CNS1 NS2 O030	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga		150
	27/12/2023 07:57	27/12/2023 10:30	ERS1 CNS1 O030	O030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	153
	01/12/2023 21:25	02/12/2023 00:00	CNS1 NS1 V030	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	155
	26/09/2023 00:00	26/09/2023 02:37	CNS1 NS1 V030	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	157
	19/03/2023 07:30	19/03/2023 10:10	ERS1 CNS1 O030	O030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	160
	01/12/2023 00:00	01/12/2023 00:00	CNS1 NS1 V030	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	1.440
	1/12/2023 04:15	11/12/2023 07:48	ERS3 CNS1 O030	O030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	213
	3/12/2023 18:19	14/12/2023 00:00	CNS1 NS1 V030	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	341
	4/12/2023 00:00	15/12/2023 00:00	CNS1 NS1 V030	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	1440
	5/12/2023 00:00	16/12/2023 00:00	CNS1 NS1 V030	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	1440
	6/12/2023 00:00	17/12/2023 00:00	CNS1 NS1 V030	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	1440
	7/12/2023 00:00	17/12/2023 09:34	CNS1 NS1 V030	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	564
	0/12/2023 15:23	21/12/2023 00:00	CNS1 NS1 V030	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	517
	6/12/2023 01:30	26/12/2023 08:08	ERS1 CNS1 O030	O030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	398
	7/12/2023 07:57	27/12/2023 10:30	ERS1 CNS1 O030	O030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	153

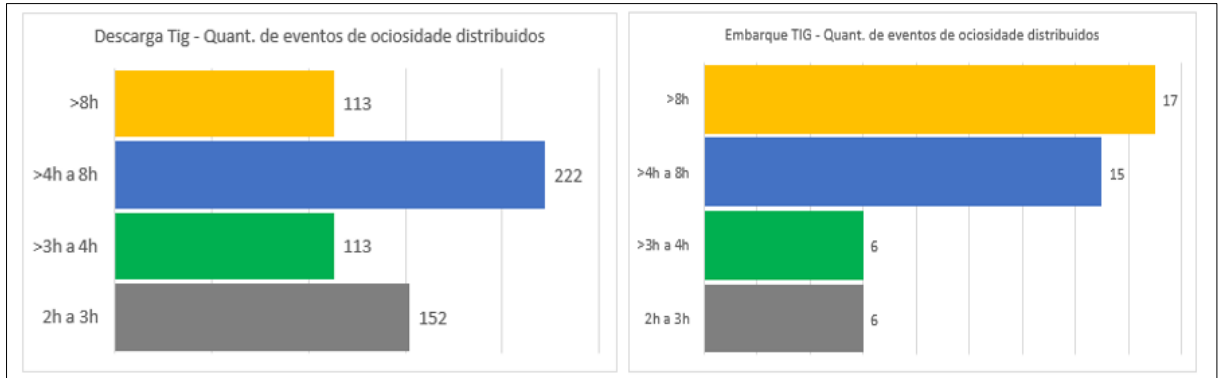
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de arquivo interno da Vale S/A. 2024

À esquerda da figura 1 temos os quadros 1 e 2, respectivamente dados da descarga e embarque do TIG, e 3 e 4, descarga e embarque da CPBS.

Organizando as ociosidades em intervalos de horas e eventos obtemos a seguinte representação.

- TIG/Descarga: Ao todo 600 eventos registrados somando 3.531h de ociosidade.
- TIG/Embarque: Ao todo 44 eventos registrados somando 337h de ociosidade.

Figura 2 - Proporção entre quantidade de eventos de ociosidade x tempo em TIG

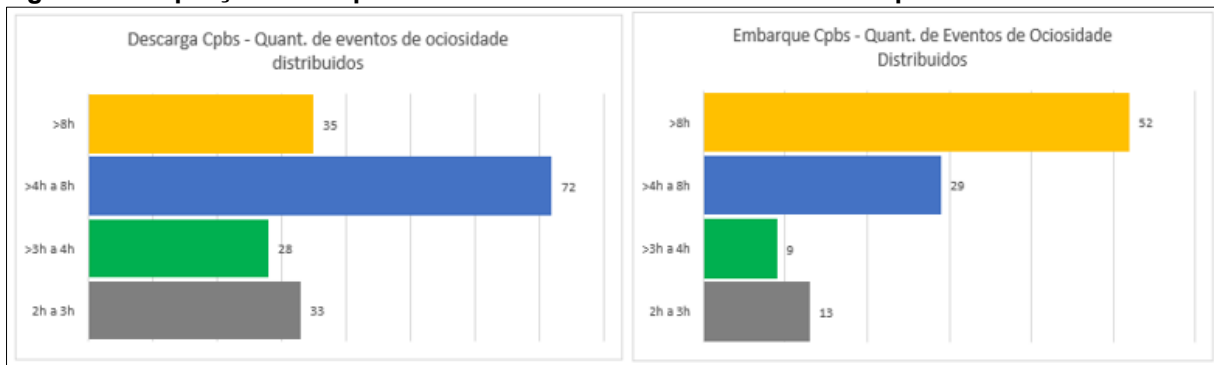


Fonte: Elaborado pelo autor a partir de arquivo interno da Vale S/A. 2024

- CPBS/Descarga: Ao todo 168 eventos registrados somando cerca de 1.000h de ociosidade.

- CPBS/Embarque: Ao todo 103 eventos registrados somando cerca de 1055h de ociosidade.

Figura 3 - Proporção entre quantidade de eventos de ociosidade x tempo em CPBS



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de arquivo interno da Vale S/A. 2024

3 INTERVENÇÃO

○ **A Criação do Fluxo de Manutenção Oportuna em Portos Sul**

Com objetivo de estruturar as demandas, papéis e responsabilidades e timing adequado relacionado as possíveis intervenções em manutenção oportuna, realizamos um estudo e desenho de processo, resultando em um fluxo padronizado.

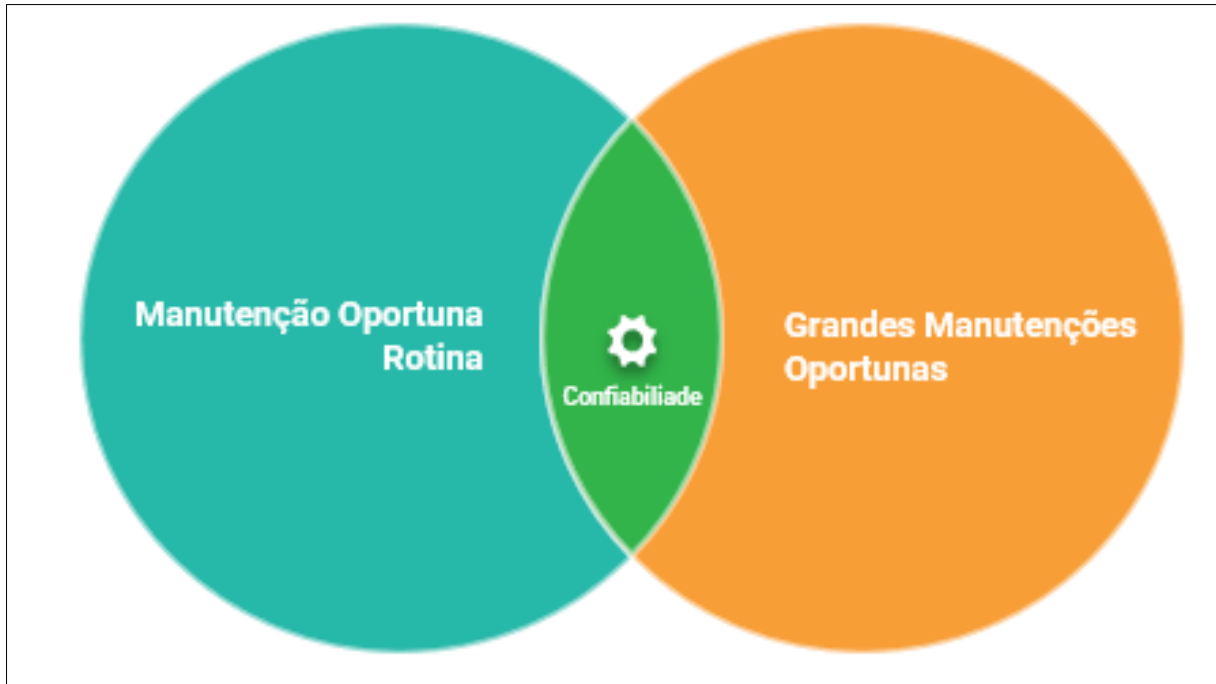
O desenvolvimento do processo, foi norteado por algumas premissas tais como:

- Reuniões de alinhamento com as equipes de Manutenção e PCM.
- Pesquisas relacionadas a procedimentos e rotinas similares aplicadas em outros portos na Vale.
- Breve análise/observação sobre tempos e movimentos para a preparação, entrada das equipes nas intervenções e liberação dos equipamentos, sob a ótica de determinação do tempo mínimo a ser aproveitado em ociosidades sem gerar impactos.
- Recursos possíveis (efetivo/equipamentos) a serem aplicados, considerando a concorrência com as manutenções preventivas em andamento.
- Direcionamento da carteira, ou seja, quais objetivos ou indicadores estariam atrelados a composição da lista de demandas a serem executadas.
- Análise sobre a condição de materiais, sob a ótica de custos e atendimento de armazém.

○ **As modalidades de Manutenção Oportuna**

Classificamos nosso processo de manutenção oportuna em Portos Sul em duas dimensões, a MO de rotina e as grandes MO's que são diferenciadas quanto ao tempo necessário para serem executadas e quanto à urgência mediante iminência de falha:

Figura 4 – Dimensões da Manutenção Oportuna



Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

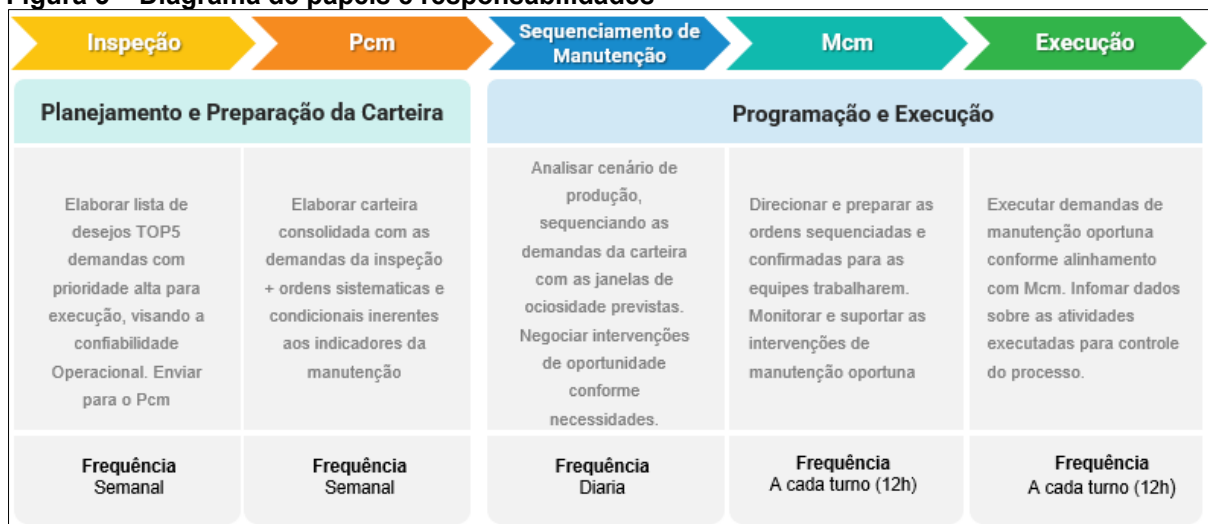
- **A manutenção Oportuna de Rotina**

Nesta modalidade, executamos intervenções com formato bem específico em janelas de ociosidade bem controladas. São demandas menores, executadas rotineiramente, por serem mais facilmente alocadas nas janelas de ociosidade limitadas que ocorrem nos turnos.

- **Papeis e Responsabilidades**

As seguintes atribuições foram desenhadas para o cumprimento da interface de áreas envolvidas no fluxo de manutenção oportuna de rotina.

Figura 5 – Diagrama de papéis e responsabilidades

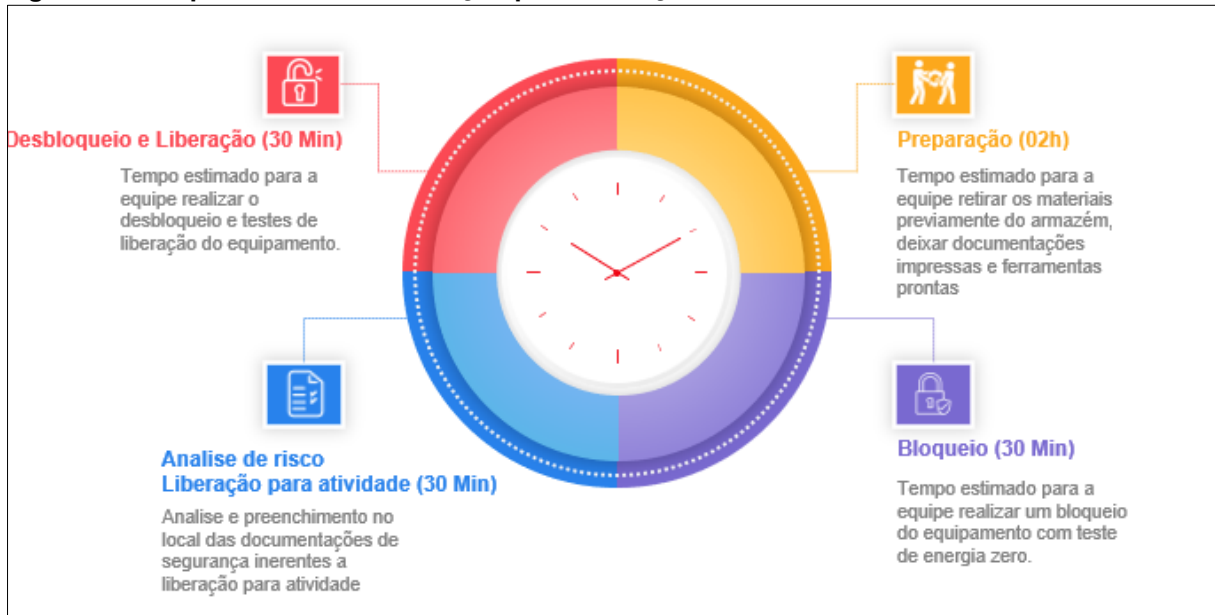


Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

- **Os intervalos de oportunidade e o dimensionamento da carteira de atividades.**

Representamos na figura 6 as etapas de mobilização para início da atividade, que fazem parte de toda intervenção de manutenção em Portos Sul e que consomem parte da janela de oportunidade a ser aproveitada. A partir deles iremos ajustar nosso tempo mínimo a ser utilizado para intervenções de manutenção oportuna.

Figura 6 – Tempo médio de mobilização para execução de MO



Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

De acordo com a figura 6, com exceção da etapa de preparação, que deve ocorrer previamente ao início da janela de oportunidade disponibilizada, os demais pontos irão consumir pelo menos 1,5h do tempo disponível para a intervenção. Logo, adicionaremos abaixo com alguns fatores determinantes para o dimensionamento.

- Turnos de 12h, e considerando o fator de produtividade praticado pelo PCM, aproveitamento de pelo menos 9,6h de HH. Para a equipe ADM disponível, aproveitamento de pelo menos 6,4h de HH

- Equipes de turno dedicadas nos processos de Descarga, Pátio e Embarque, considerando um efetivo mínimo para atendimento de Manutenções corretivas de forma prioritária e, manutenção oportuna em intervalos. Efetivo completo considerando os dias que não temos manutenções preventivas nos Portos.

- Realizamos uma observação e análise sobre o comportamento das ociosidades nos portos. O processo de descarga apresenta maior índice de ociosidades. Foram observadas ociosidades de 4h, 8h, 12h, e até casos de 24h sem descarga. Como o cenário do porto é bastante dinâmico, para uma carteira de atividades de rotina, optamos por trabalhar com uma média de janela de ociosidades de até 08h. Esse valor também foi considerado para os processos de pátio e embarque, ainda que tenham apresentado menos ociosidades.

Com base nessas premissas, definimos nosso set point para uma lista de atividades de até 6,4h de duração. A seguir, temos duas simulações que representam este dimensionamento.

Cenário 1: Ociosidade de 08h no processo da Descarga (Virador de Vagões).

Para uma ociosidade de 08h, será possível executar demandas de até 6,4h, conforme representado na figura 7.

Figura 7 – Tempo máximo de execução programável em oportunidades de 8h

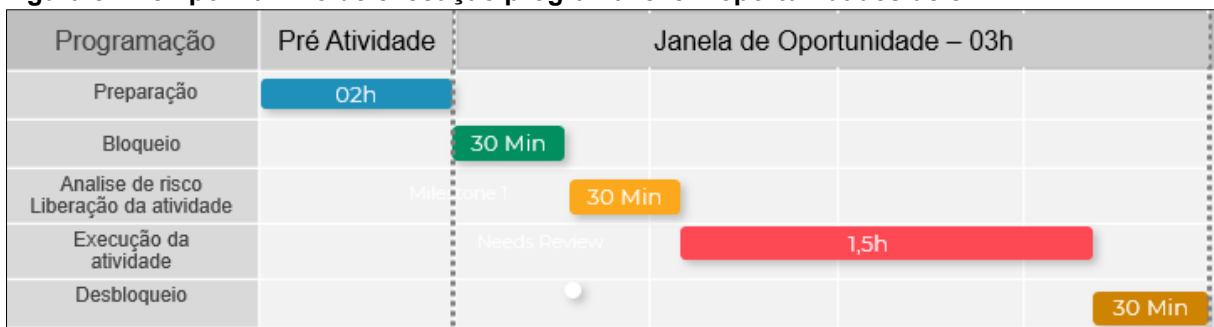


Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

Cenário 2: Ociosidade de 03h nos processos de Pátio ou Embarque.

Para uma ociosidade de 03h, será possível executar demandas de até 1,5h conforme representado na figura 8.

Figura 8 – Tempo máximo de execução programável em oportunidades de 8h



Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

Em todos os casos, o desbloqueio e liberação do equipamento, prevê a desmobilização e 5S de forma predecessora, liberando o equipamento sem pendências.

Embora a métrica aplicada nos permita executar demandas de até 0,5h em janelas de oportunidade de 02h, existe um grande risco de atraso e impacto por ser uma janela muito curta. Com isso, para o perfil da carteira de oportunidade de rotina, definimos um limite inferior e superior para as ociosidades, sendo 3h o menor tempo de janela aproveitável, referindo se as demandas de até 1,5h de duração, e 08h de janela aproveitável, referindo se as demandas de até 6,4h de duração.

- **O Perfil da Carteira de Manutenção Oportuna**

Considerando o limite de 6,4h para manutenção de oportunidade de rotina, teremos as seguintes categorias de demandas compondo a carteira para a estratégia de manutenção:

Figura 9 - Tipos de demanda de manutenção.

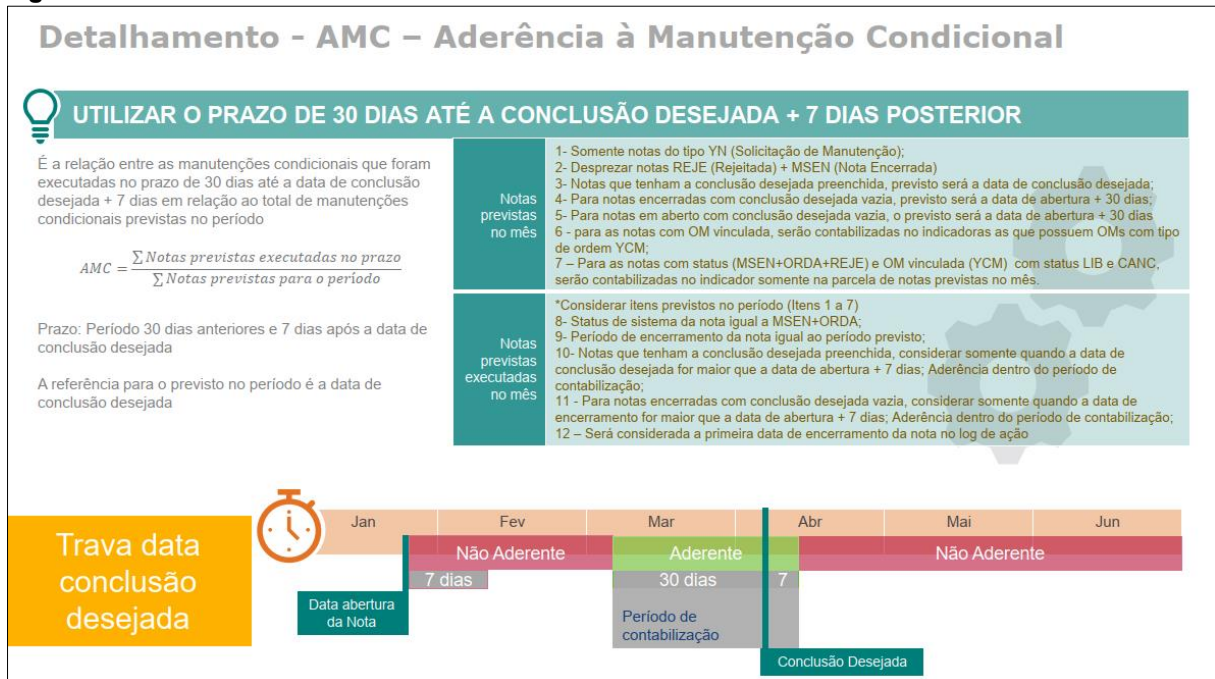


Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

As atividades da carteira referentes a segurança e meio ambiente, são atividades que precisam do equipamento parado, porém, são situações controladas, onde não se faz necessário uma parada emergencial da produção para sua execução imediata. Por outro lado, se a próxima parada de manutenção preventiva estiver muito distante, esta demanda pode entrar na carteira de manutenção oportuna a ser executada na primeira janela de ociosidade possível. As atividades voltadas a confiabilidade operacional, são as demandas levantadas por inspeção sensível, cujos defeitos observados estão bem evoluídos com forte tendência ao estado de falha e pane do equipamento. Se a manutenção preventiva estiver muito distante, essas demandas vão compor a carteira e precisam ser executadas na primeira janela de ociosidade possível, a fim de evitar as manutenções corretivas e paralisações operacionais.

Duas outras categorias de demandas estão presentes na carteira e são fundamentais para a estratégia de manutenção dos ativos. As ordens com aderência ao indicador AMC, que por sua vez é um indicador que mede a eficácia da manutenção condicional nas plantas. A manutenção condicional é baseada no monitoramento contínuo do estado dos equipamentos e na execução de intervenções de manutenção somente quando necessário. Este índice reflete a capacidade da planta em identificar e responder a condições anômalas antes que ocorram falhas, garantindo assim a continuidade operacional e a redução de custos com manutenções não planejadas. As ordens de manutenção têm como base a data de conclusão desejada pelo inspetor. A tolerância mínima é de 30 dias antes da data de conclusão desejada e a tolerância máxima é de 7 dias depois dessa data.

Figura 10 -Detalhamento do AMC



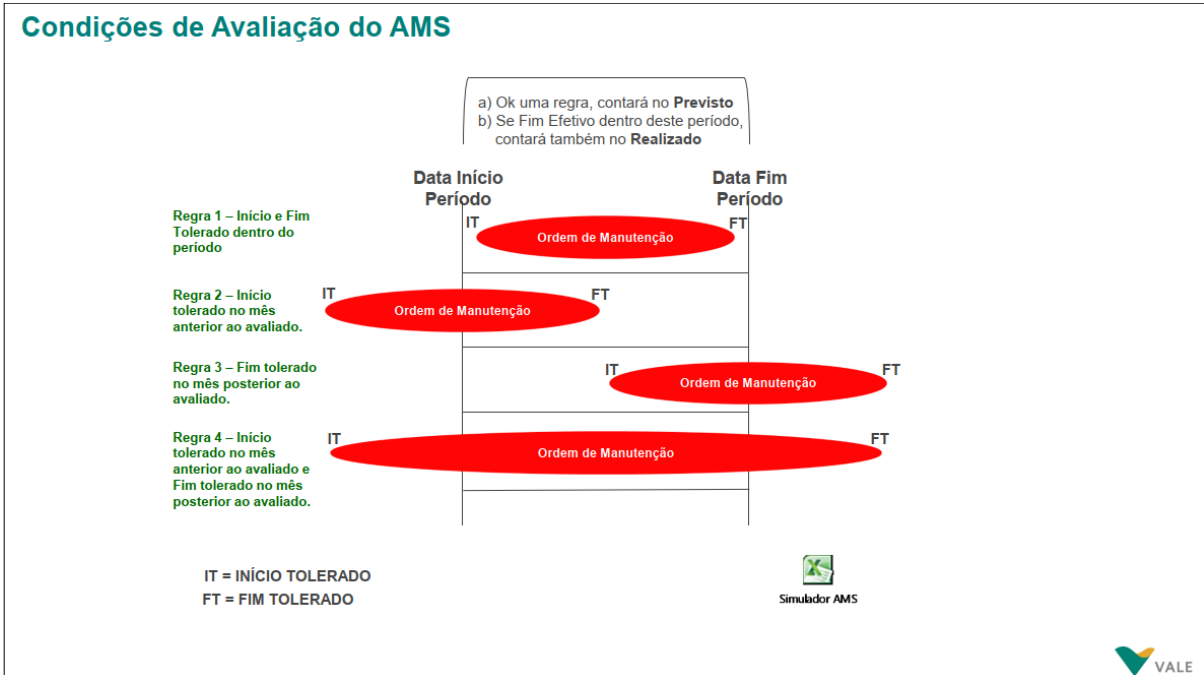
Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

Aderência ao AMC - Representação do processo de ordens de manutenção condicionais

Um alto índice de AMC indica que a planta está madura em termos de manutenção sensível e preditiva, utilizando dados e análises para prever e prevenir falhas. Isso resulta em maior eficiência operacional e menor tempo de inatividade.

Completando o perfil da carteira temos as ordens com aderência ao indicador AMS, que por sua vez, avalia a aderência à manutenção sistemática, que envolve a execução de atividades de manutenção em intervalos regulares, independentemente do estado atual dos equipamentos. Este índice é crucial para assegurar que todas as partes do equipamento recebam a atenção necessária para prevenir falhas inesperadas, mantendo a confiabilidade e a disponibilidade dos ativos. As ordens de manutenção têm datas de tolerância mínima e máxima baseadas na data planejada da ordem, variando conforme o ciclo da ordem. Geralmente, utilizamos ordens de ciclo mensal na carteira de oportunidades, onde a tolerância mínima é de 15 dias antes da data planejada e a tolerância máxima é de 15 dias depois dessa data.

Figura 11 - Detalhamento do AMS



Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

Aderência ao AMS - Representação do processo de ordens de manutenção Sistemática

Um alto índice de AMS demonstra que a planta segue rigorosamente os planos de manutenção preventiva, o que é essencial para a longevidade dos equipamentos e a minimização de paradas não programadas.

○ O Processo de consolidação da carteira de atividades

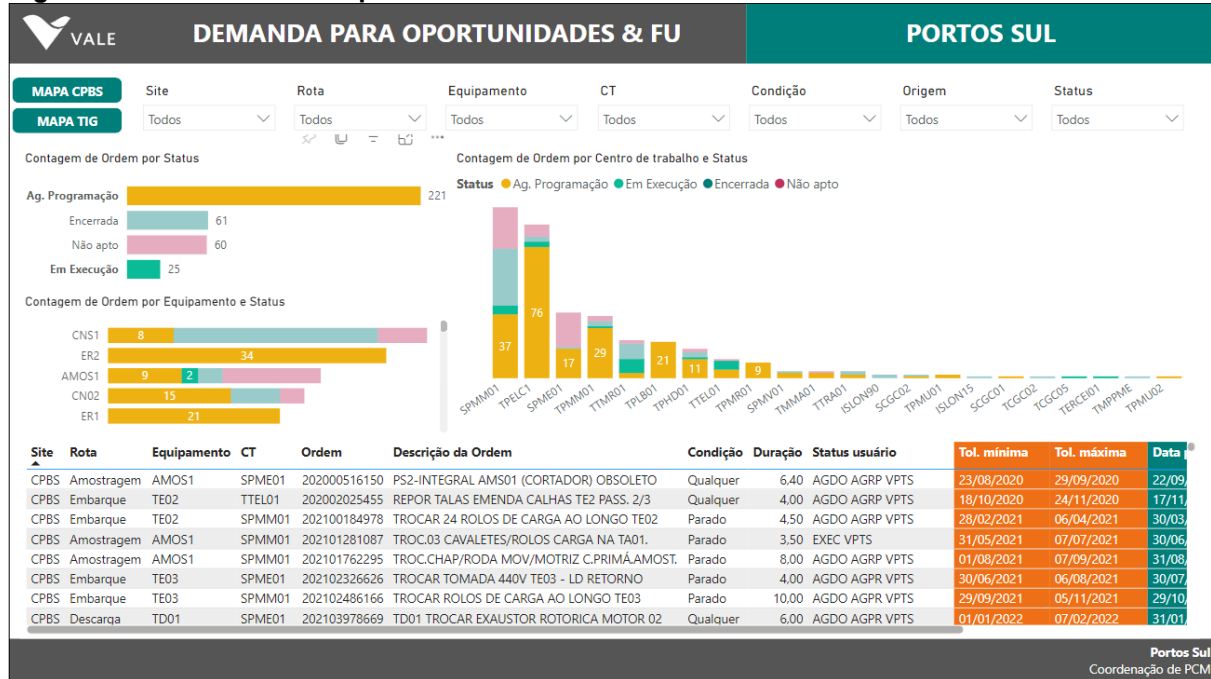
A montagem da carteira de oportunidades é um processo estratégico que visa otimizar a execução das atividades de manutenção, garantindo a eficiência e a continuidade operacional. Primeiramente, analisamos as ordens do AMS consultando o mapa de preventivas do mês para identificar quais equipamentos não têm uma preventiva prevista. Em seguida, verificamos quais ordens de atividades sistemáticas não terão sua data de tolerância máxima contemplada até a próxima preventiva do equipamento. Com base nessas informações, utilizando o SAP, identificamos as atividades que precisam ser realizadas em manutenções de oportunidade. Após a realização das preventivas, analisamos se alguma atividade sistemática não foi concluída e, caso positivo, essas atividades são adicionadas à carteira de oportunidades.

Para definir as atividades do AMC, participamos das reuniões de curto prazo (S+2 e S+1) junto ao programador de processo para averiguar quais atividades não poderão ser realizadas nas preventivas, geralmente devido à escassez de mão de obra. Com o auxílio dos inspetores, avaliamos se alguma atividade não pode esperar muito tempo e, se necessário, essas atividades são direcionadas para a carteira de oportunidades.

Além disso, qualquer solicitação especial relacionada a segurança, meio ambiente ou confiabilidade pode ser priorizada na carteira de oportunidades, mesmo que não estejam diretamente ligados ao AMS ou AMC. Através desse processo metódico, garantimos que todas as atividades críticas sejam abordadas de maneira eficiente, minimizando o tempo de inatividade e maximizando a confiabilidade dos

equipamentos. A carteira de oportunidades é, portanto, uma ferramenta essencial para a gestão proativa da manutenção.

Figura 12 – Dashboard de oportunidades



Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

A figura 12 denota o dashboard para gestão da carteira, atividades priorizadas, selecionadas e executadas em manutenção oportuna.

Figura 13 – Carteira de oportunidades semanal consolidada

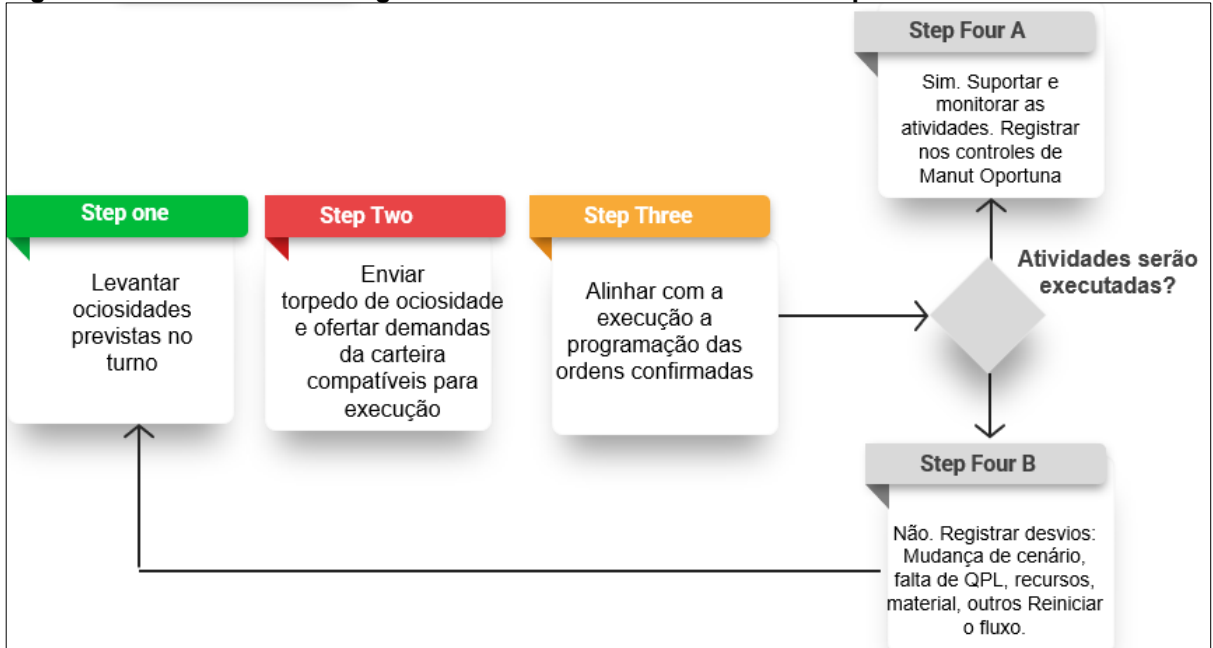
Site	Rota	Equipamei	CT	Ordem	Descrição da Ordem	Condição	Duraçã	Status usuário	Tol. míni	Tol. máxi	Data planeja	Tipo de ordi	Origem
CPBS	Embarque	TE01	SPME01	202403257703	MP ELET CASA ROTÓRICA 2 TE01	Parado	4,5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Embarque	TE01	SPME01	202403752707	MP ELET MOTOR M2 TE01	Parado	4,5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Outros	OFICINA	SPMV01	202403570002	MP CARRETINHA TRP MAT/FERR PBSCAR05	Parado	1,5	AGDO VPTS	01/08/2024	29/08/2024	15/08/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Outros	OFICINA	SCGC02	202403570013	MP CARRETINHA TRP MAT/FERR PBSCAR04	Parado	1,5	AGDO VPTS	01/08/2024	29/08/2024	15/08/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Outros	OFICINA	SPMV01	202404100950	MP CARRETINHA TRP MAT/FERR PBSCAR06	Parado	1,5	AGDO VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Outros	OFICINA	SPME01	202404100955	MP CARRETINHA TRP MAT/FERR PBSCAR07	Parado	1,5	AGDO VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Páto 3	ERS3	TTEL01	202403753547	MP ELET SENSORES E LIMITES ERS3 TCD/TCE	Parado	1	EXEC ATES VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Páto 3	TRS3	TTEL01	202403791361	MP ELET ALCION. SUPERIOR SISTEMA FRENAGEM	Parado	2,5	EXEC VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Páto 3	ERS3	TTEL01	202403800617	MP ELET CAIXAS DE JUNCAO DA ERS3 PÁTO C	Parado	2,5	EXEC VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Páto 3	TRS3	TTRM01	202403751375	MP ELET EXTRACTOR DE SUCAITA TRS3	Parado	4	EXEC VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Páto 3	TRS3	TTEL01	202403655902	MP ELET SISTEMAS SEGURANCA PROTECAO TRS3	Parado	5,5	EXEC VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Descarga 1/2	VV1	TPLB01	202403726707	LBC PINOS FIXAÇÃO CIL. G. VAGÃO GI VV1	Parado	1	AGDO AGPR VPTS	28/08/2024	27/09/2024	12/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Descarga 3	TC02C	TPELC1	202403321711	MP ELET RICA CONJUNTO CABECA MOVEL	Parado	3	AGDO AGPR VPTS	04/08/2024	03/09/2024	19/08/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Descarga 3	VV3	TPHD01	202403948031	MP MOTOBOMBA ANTIADERENTE	Parado	3	EXEC VPTS	03/09/2024	27/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Embarque	TC04A	TPLB01	202403790378	MP LUBRIFICACAO MANGAL TAMBOR	Parado	1,5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Embarque	CN02	TPHD01	202403790507	REVISÃO MENSAL UNID. HID. GARRA TRILHO LS	Parado	1,5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Embarque	CN02	TPHD01	202403790508	REVISÃO MENSAL UNID. HID. GARRA TRILHO LN	Parado	2	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Embarque	TC09B	TPHD01	202403790448	REVISÃO HD. MENSAL ACIONAMENTO 1	Parado	2,5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Embarque	TC09B	TPHD01	202403790449	REVISÃO HD. MENSAL ACIONAMENTO 2	Parado	2,5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Embarque	TC05A	TPHD01	202403789870	REVISÃO HD. MENSAL ACIONAMENTO 1	Parado	2,8	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Embarque	TC05A	TPHD01	202403789871	REVISÃO HD. MENSAL ACIONAMENTO 2	Parado	2,8	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Outros	OFICINA	TCGC05	202403659550	MP CARRET TRP MAT/FERR NOITE B PAC 01A03	Parado	1,5	EXEC VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Páto 1	ER1	TPELC1	202403756115	MP EM ENCODERS ELEVAÇÃO DO TRIPPER	Parado	1,5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Páto 1	ER1	TPLB01	202402617744	MP LUB 1A TROCA ÓLEO ACOP TR LANÇA ER1	Parado	2,5	AGDO AGPR VPTS	06/08/2024	03/09/2024	20/08/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Páto 1	ER1	TPELC1	202403945980	MP ANEIS COLETORES ER1	Parado	3	AGDO AGPR VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
ITG	Páto 1	ER1	TPMM01	202404193969	TROCAR CHAPA/VEDAÇÃO GUIA CL ER1	Parado	12,8	AGDO AGPR VPTS	15/09/2024	25/09/2024	20/09/2024	YPM	AMS de Setembro

Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

o **A programação diária das manutenções oportunas de rotina**

Conforme citado no item “a” e desmembramento de papéis e responsabilidades descritos no item “d”, teremos abaixo de forma simplificada o seguinte processo em todos os turnos conduzidos pela equipe do MCM.

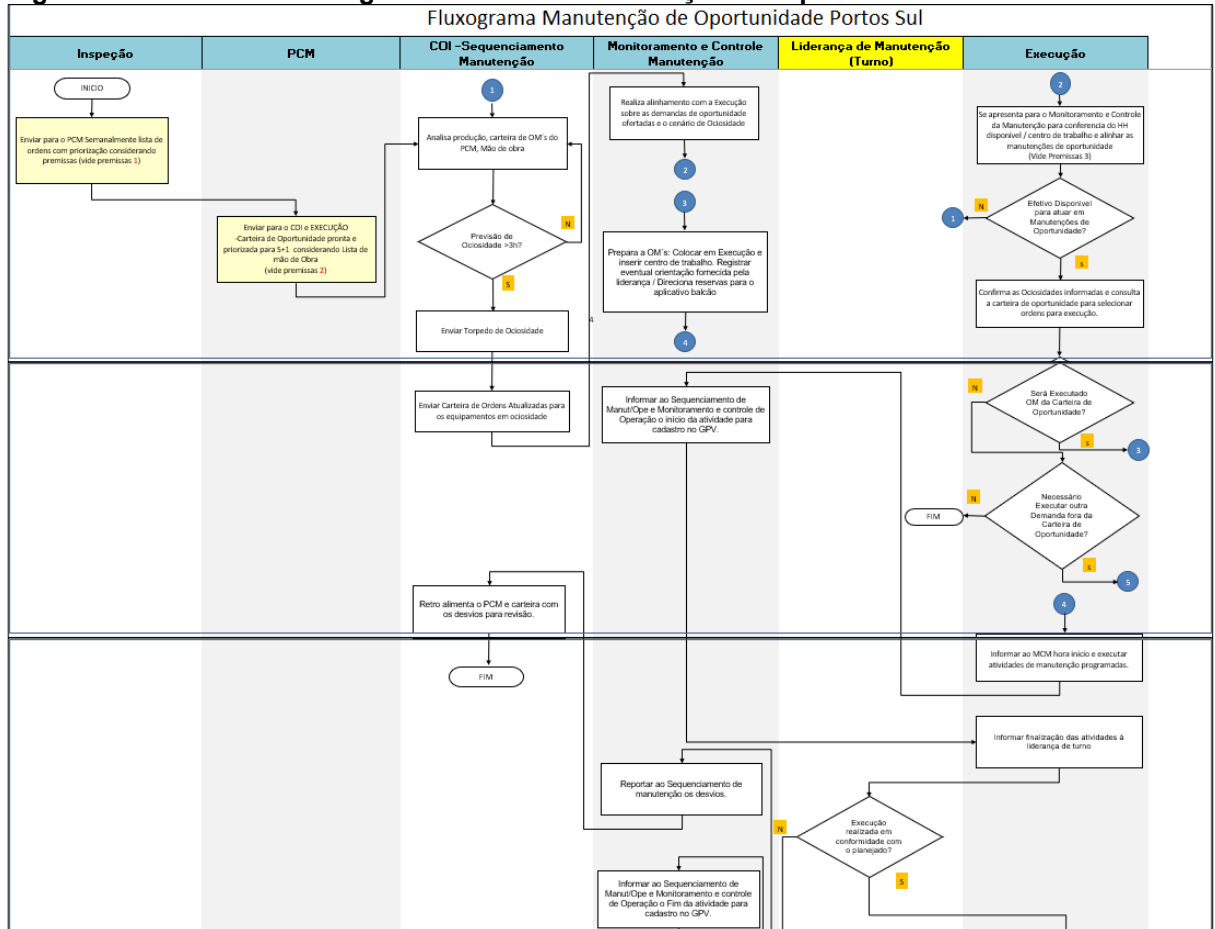
Figura 13 – Fluxograma de envio de torpedo de ociosidades

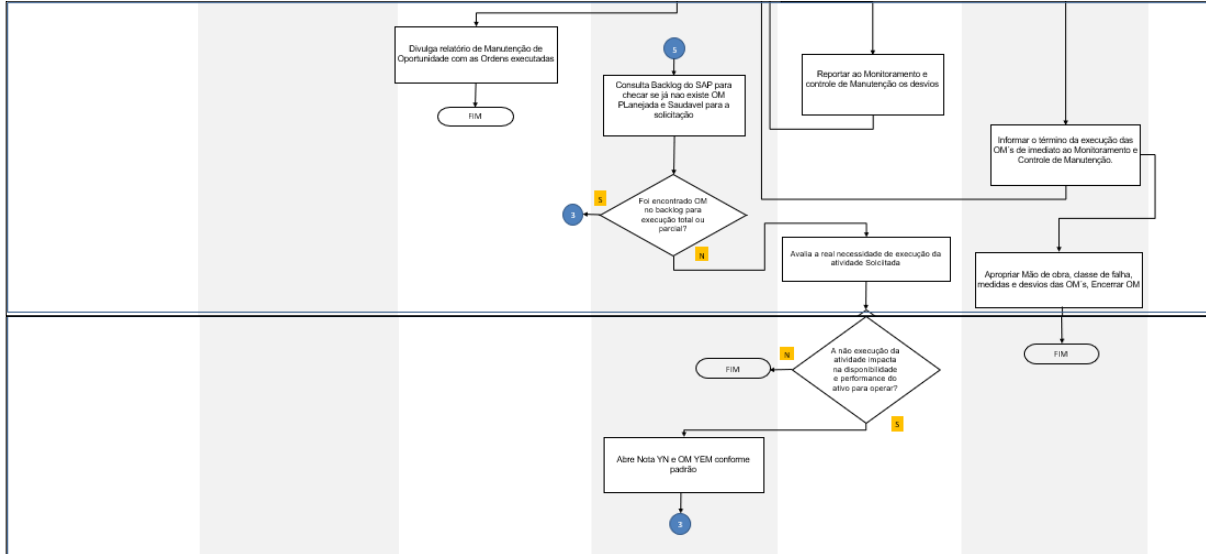


Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

Como produto, teremos então o fluxo completo e padronizado conforme ilustrado abaixo, presente em nosso procedimento operacional.

Figura 13 – Fluxograma de Manutenção Oportuna em Portos Sul





Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

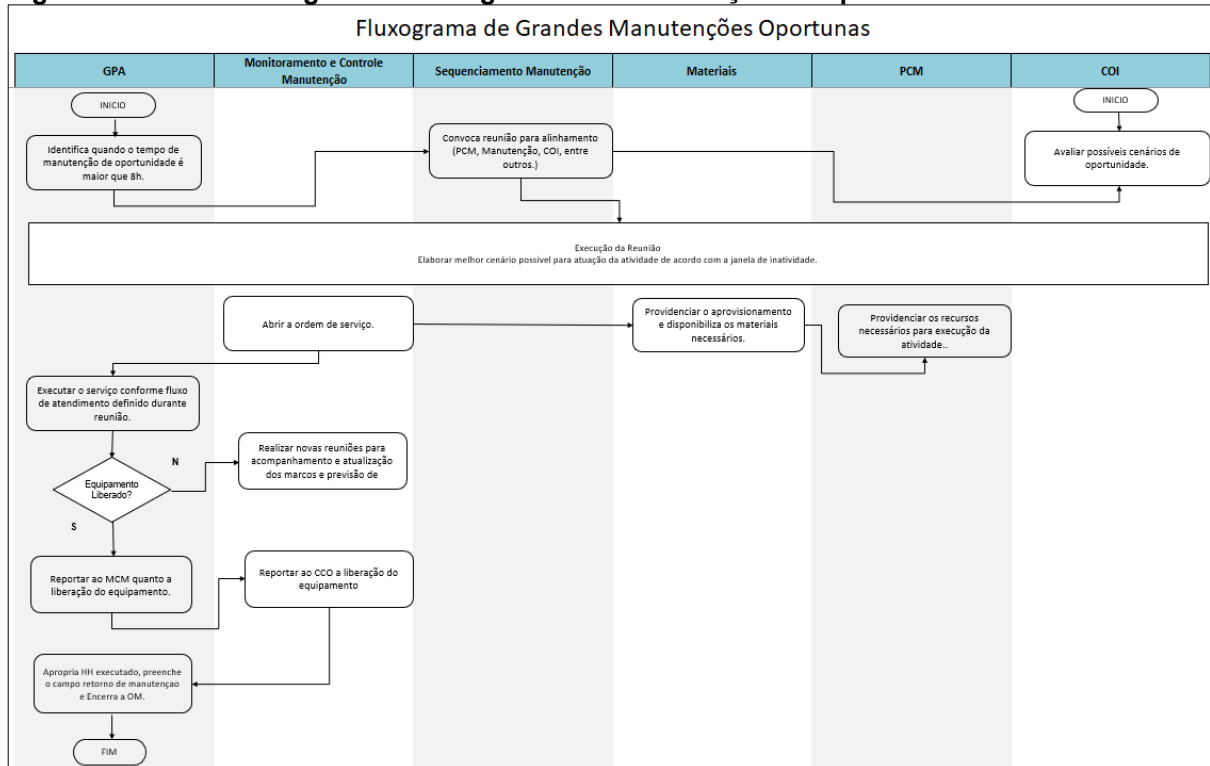
- **As grandes manutenções oportunas**

Nesta modalidade, o processo envolve a realização de intervenções mais complexas realizadas dentro de um período de ociosidade, que são previamente controladas. Essas manutenções exigem uma análise maior, e são realizadas esporadicamente.

- **O processo das grandes manutenções oportunas**

As grandes manutenções de oportunidade referem-se a intervenções que ultrapassam 8 horas de atividade. Essas manutenções surgem de necessidades identificadas durante a operação. Diferentemente das manutenções de rotina, as grandes oportunidades não possuem um limite de tempo estabelecido, pois sua duração está diretamente ligada à complexidade da intervenção e ao cenário operacional. O foco é otimizar o período de inatividade da operação, garantindo que a ação seja realizada antes da retomada do processo operacional.

Figura 14 – Fluxograma de grandes Manutenções Oportunas em Portos Sul



Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

Abaixo, um exemplo de uma grande manutenção, realizada e alinhada no terminal da CPBS, estrategicamente para garantir uma melhoria do processo:

ERS3 tem capacidade nominal de 7000ton/h para empilhamento, ele estava restrito a uma taxa de 3500t/h, devido um rasgo longitudinal na TL03 (correia transportadora da lança) de aproximadamente 35m no lado esquerdo da borda para o centro. Dentro desse cenário, tínhamos uma perda de 1000ton/h em cada descarga. Impactando diretamente nos nossos números operacionais.

Figura 15 – Informações de projeto das Empilhadeiras/ Recuperadoras - CPBS

Empilhadeiras-Recuperadoras CPBS		
	ERS1	ERS3
Fabricante	Bardella	Bardella
Capacidade Nominal (empilha/recupera)	Emp.7.000 ton/h Rec. 4.500ton/h	Emp. 7.000 ton/h Rec. 4.500ton/h
Ano de fornecimento	2000	2000

Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

A figura acima fornece a capacidade da empilhadeira-recuperadora da CPBS, onde podemos observar a capacidade nominal dos ER's.

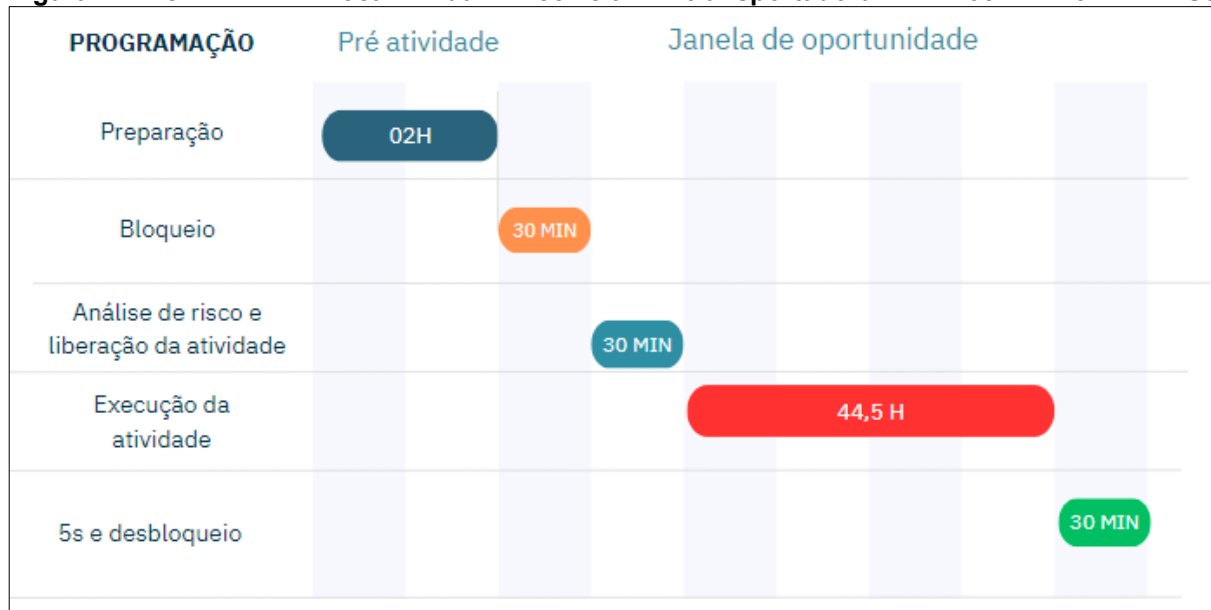
Considerando as perdas geradas, realizamos um fórum envolvendo o Centro de Operações Integradas (COI), o Centro de Controle Operacional (CCO), o

Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) e a equipe de Manutenção. Durante o fórum, foi levantado sobre o comportamento do equipamento e as perdas operacionais geradas pela restrição de capacidade.

Após essa análise, concluiu-se que a melhor estratégia seria a substituição completa da correia transportadora, uma vez que o rasgo identificava um risco crescente para a continuidade operacional. Em seguida, foi realizada uma avaliação das janelas operacionais disponíveis.

Com base na avaliação do cenário operacional como um todo, identificou-se um intervalo de 48h para realizar a atividade. Com essa medida, realizou-se a troca completa da correia da lança e a restrição de capacidade foi removida, retornando à operação ao seu pleno desempenho. Conforme denotado pelo Gantt da figura 15.

Figura 15 – Troca da correia transportadora TL03 no ERS3



Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

4 RESULTADOS OBTIDOS

Realizamos uma análise dos lotes descarregados na ERS3 durante o período de restrição, e observamos que o tempo médio de descarga (TMD) foi de aproximadamente 3 horas e 39 minutos. Comparando com a mesma quantidade de lotes seguintes à substituição da correia, verificou-se uma melhora de 12 horas na operação, resultando em um ganho médio de 4 lotes, equivalente a 56.000 toneladas.

Com o trabalho realizado em conjunto pelo MCM, PCM e Execução foi feita uma análise entre os meses de junho e setembro de 2024 a fim de verificar se houve e qual foi o ganho obtido com o esforço colocado nas manutenções oportunas.

No total foram realizados mais de 3000 Homem-Hora (HH) nesse período, sendo mais de 1700 HH na CPBS e 1500 HH no TIG. Por mês foram realizadas tarefas que somaram 705,07 HH em junho, 1136,17 em julho, 967,4 em agosto e 446,33 em setembro. Sendo 1391,84Hh de ordens YPM e 1709,03 de ordens YCM.

Abaixo as tabelas representando a esquerda o total de HH e a direita HH empenhado no tipo de ordens.

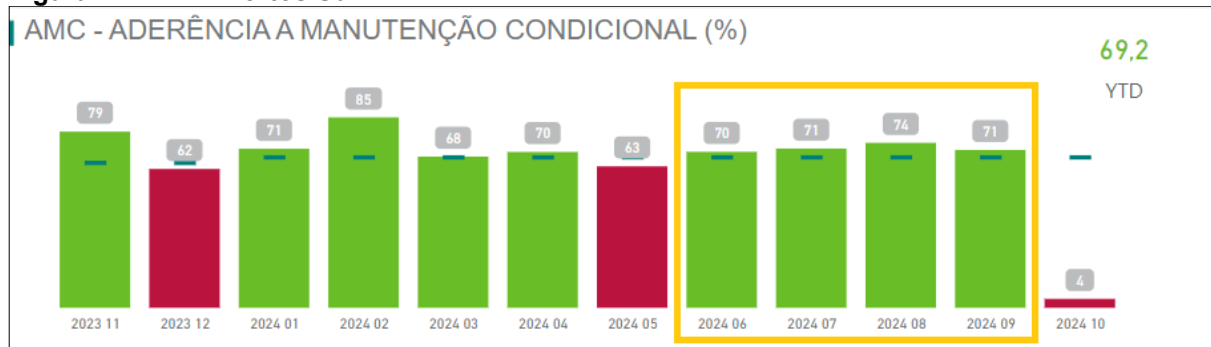
Figura 16 – HH empenhado em Portos Sul

Rótulos de Linha	Soma de TRABALHO REAL	Rótulos de Linha	Soma de TRABALHO REAL
CPBS	1710,12	CPBS	1710,12
Junho	381,37	YCA	4
Julho	441,06	YCM	1292,76
Agosto	620,39	YCO	141,1
Setembro	267,3	YPM	272,26
MARITIMA	5,35	MARITIMA	5,35
Junho	3,84	YPM	5,35
Setembro	1,51		
TIG	1539,5	TIG	1539,5
Junho	319,86	YCA	9
Julho	695,11	YCM	416,27
Agosto	347,01	YPM	1114,23
Setembro	177,52		
Total Geral	3254,97	Total Geral	3254,97

Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

Com a alocação de mão de obra nas atividades direcionadas para a carteira de oportunidade, tivemos um reflexo imediato nos índices de AMS, AMC e Backlog de Portos Sul. E que pode ser observado nos detalhes abaixo nos gráficos.

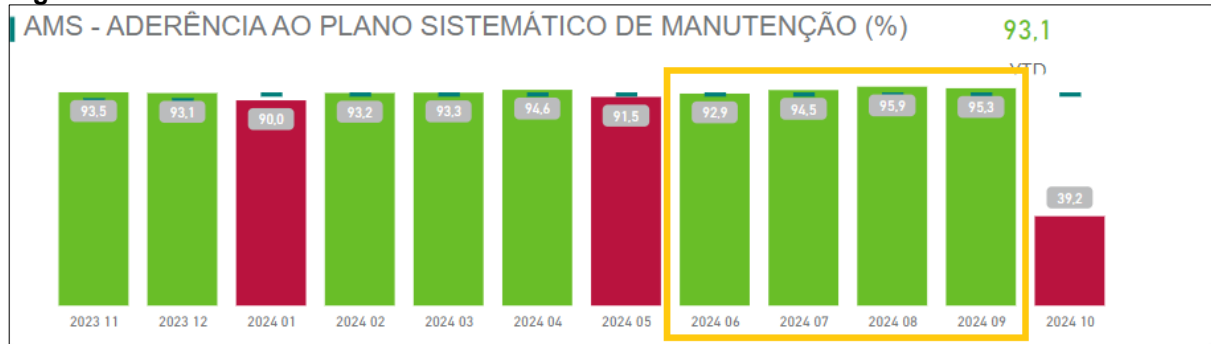
Figura 17 – AMC Portos Sul



Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

Os resultados em destaque estão relacionados à execução das ordens do AMC em oportunidade.

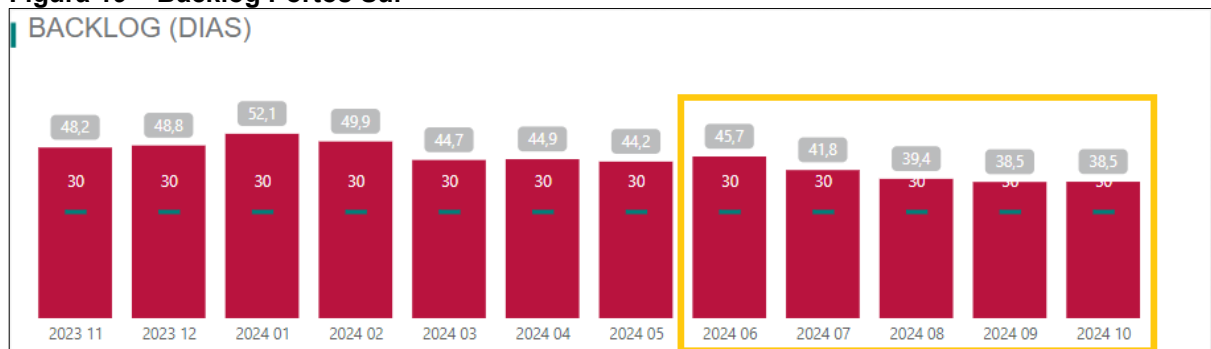
Figura 18 – AMS Portos Sul



Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

Os resultados em destaque estão relacionados à execução das ordens do MAS em oportunidade.

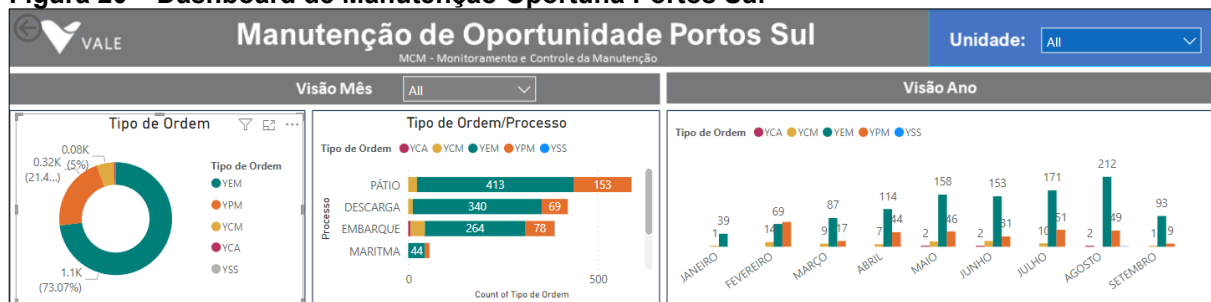
Figura 19 – Backlog Portos Sul



Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

Os resultados em destaque estão relacionados à diminuição do backlog ao longo de 2024.

Figura 20 – Dashboard de Manutenção Oportuna Portos Sul



Fonte: Elaborado pelo autor. 2024

O dashboard da figura 20 denota o controle de Manutenções Oportunas do MCM evidenciando a performance mês e ano e categorias de OM's executadas.

5 CONCLUSÃO

Foi possível compreender, que uma gestão da manutenção eficiente que seja mais proativa do que reativa é necessária para a melhoria contínua dos processos industriais e capaz de aumentar sua produtividade através de redução de perdas com falhas de manutenção. A integração entre processos internos também é determinante

para o sucesso de qualquer iniciativa, como no caso da Vale onde é necessário o trabalho cooperativo e sinérgico entre MCM, PCM e Execução de manutenção. Através da implementação do fluxo de manutenção oportuna foi possível aproveitar de maneira estratégica os tempos ociosos nos processos de descarga e embarque do Complexo Portos Sul.

A análise do histórico de manutenção e dos indicadores de performance, como o TMD – Tempo Médio de Descarga denota o impacto significativo da manutenção oportuna como meio para resolução de problemas. Também foram identificadas melhorias nos processos de manutenção por meio da análise dos indicadores de backlog, AMC e AMS Entretanto, também foi discutida a necessidade de se aproveitar de maneira mais estruturada as horas ociosas dos equipamentos para tratar qualitativamente as falhas baseado em acompanhamento e análise do perfil de perdas, além de executar ações direcionadas a partir dos modos de falha que geram maior impacto no processo a fim de evitar futuras falhas.

Certamente, ainda são necessários estudos mais detalhados sobre a aplicação e os efeitos da manutenção oportuna como uma ferramenta a ser incorporada na rotina de gestão de manutenção, considerando que um processo operacional sem manutenções preventivas e preditivas bem estabelecidas apresentará uma maior probabilidade de falhas durante o período de produção. Processos mais reativos, que realizam uma quantidade elevada de manutenção corretiva, tendem a ser mais onerosos. Uma possível contribuição futura é realizar uma análise mais aprofundada da amostra de manutenção executada por tipo de atividade, e não apenas pela quantidade de horas trabalhadas.

Assim, uma gestão de manutenção eficaz não só busca melhorar a disponibilidade dos equipamentos, mas também pode contribuir para a produtividade geral das operações industriais. Nesse contexto, a manutenção oportuna pode ser uma abordagem complementar para evitar a ocorrência de falhas iminentes, que podem resultar em maiores perdas quando resolvidas apenas de forma corretiva. Adotando uma estratégia integrada que combine diferentes tipos de manutenção, as organizações podem se tornar mais competitivas em seus respectivos mercados.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 5462: **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Estatístico Aquaviário**. Disponível em: < <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/index.html#pt> >. Acesso em: 29 de setembro de 2024.

BELTRAME, Júlia Oliveira et al. **Análise da eficiência da manutenção através de indicadores chave de desempenho**, 2022. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2022/02/analise-da-eficiencia-da-manutencao-atraves-de-indicadores-chave-de-desempenho.pdf>>. Acesso em: 23 de setembro de 2024.

CUTRIM, Sergio Sampaio et al. Gestão de falhas na descarga de minérios no terminal marítimo de Ponta da Madeira. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 34, p. 27-50, 2014.

MARSARO, Mônica Frank. **Modelos de manutenção baseados em oportunidade considerando inspeção imperfeita e múltiplos critérios**, Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), UFPE – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/35130>>. Acessado em: 19 de agosto de 2023.

ROBLES, Léo Tadeu et al. Eficiência Global da Operação Portuária: Estudo de Caso do Píer I do Porto de Tubarão em Vitória-ES Overall Port Efficiency: Port of Tubarão's Pier I in Vitoria (ES) Case Study. **Revista Organizações em Contexto**, São Bernardo do Campo, v.8, n.16, p.195-221, 2012.

KELLY, A.; HARRIS, M. J., **Administração da Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: IBP - Instituto Brasileiro de Petróleo, 1980.

ELSAYED, Elsayed A. **Reliability engineering**. 3rd ed. Hoboken: Wiley. 2021.

AÇÕES ESTRATÉGIAS COM FOCO NA SAÚDE FÍSICA E MENTAL PARA CONECTAR FAMILIARES, EMPRESAS CONTRATADAS E A COMUNIDADE

Marcela de Sousa Barbosa Duarte
VALE

Resumo: O presente Relato Técnico descreve uma boa prática de SST foi desenvolvida e aplicada no Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM), localizado na região Nordeste do Brasil, estado do Maranhão, cidade de São Luís, na margem leste da Baía de São Marcos, situado a 8 quilômetros ao sul do centro da cidade, à qual está ligado por rodovia no endereço Av. dos Portugueses s/n CEP 65085-580. O TMPM tem capacidade de acomodar até cinco navios. Utilizamos para transportar principalmente minério de ferro, minério de manganês e concentrado de cobre. O TMPM é gerido pela empresa Vale S/A, uma mineradora global com sede no Rio de Janeiro, criada como empresa estatal em 1º de junho de 1942 pelo Decreto-Lei nº 4.352, sendo privatizada em 1997. A Vale é a maior produtora mundial de minério de ferro e pelotas, matérias-primas essenciais para a fabricação de aço.

1 INTRODUÇÃO

O presente Relato Técnico descreve uma boa prática de SST foi desenvolvida e aplicada no Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM), localizado na região Nordeste do Brasil, estado do Maranhão, cidade de São Luís, na margem leste da Baía de São Marcos, situado a 8 quilômetros ao sul do centro da cidade, à qual está ligado por rodovia no endereço Av. dos Portugueses s/n CEP 65085-580. O TMPM tem capacidade de acomodar até cinco navios. Utilizamos para transportar principalmente minério de ferro, minério de manganês e concentrado de cobre. O TMPM é gerido pela empresa Vale S/A, uma mineradora global com sede no Rio de Janeiro, criada como empresa estatal em 1º de junho de 1942 pelo Decreto-Lei nº 4.352, sendo privatizada em 1997. A Vale é a maior produtora mundial de minério de ferro e pelotas, matérias-primas essenciais para a fabricação de aço.

Hoje a empresa está presente em cerca de 20 países, compartilhando a missão de transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável. Além da mineração, atua em logística – com ferrovias, portos, terminais e infraestrutura de última geração -, em energia e em siderurgia, sendo a maior produtora mundial de minério de ferro, pelotas e níquel. A Vale tem uma rede de logística que integra minas, ferrovias, navios e portos, garantindo agilidade e segurança no transporte do minério, estando presente no Brasil, Indonésia, Omã, Malásia e China.



Figura 1 – Objetivos organizacionais da empresa Vale S/A

Para integrar as operações nos cinco continentes, a Vale conta com uma rede de portos e terminais conectados às minas por meio das ferrovias. Entre eles estão portos com calado profundo, aptos para receber os Valemax. As estruturas são operadas no Brasil, na Indonésia, na Malásia e em Omã, atendendo também serviço de carga para terceiros.

O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) localizado em São Luís (MA), foi o porto que mais movimentou minério de ferro em todo o Brasil em 2021, de acordo com levantamento feito pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq). Em 2023 embarcou 166,3 milhões de toneladas de minério de ferro segundo o último relatório anual da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), e em 2024 está completando 38 anos de operação no estado.

O porto de Ponta da Madeira tem uma área de aproximadamente 1800 hectares, o que equivale a 100 Estádios do Maracanã, e embarca produtos como: minério de ferro, manganês e pelotas.

É dele que são embarcadas diariamente milhares de toneladas de minério de ferro para o funcionamento de indústrias da construção civil, automobilística, naval e entre outras. A boa atuação do TPM está diretamente ligada às condições favoráveis que São Luís tem para o setor industrial: privilegiada posição geográfica entre as regiões Norte e Nordeste do país, com o litoral estrategicamente localizado, o que permite economia de combustíveis e redução no prazo de entrega de mercadorias para os mercados transoceânicos. A capital também possui uma das maiores variações de maré existentes (aproximadamente 7 metros).

(Fonte: <https://imirante.com/noticias/brasil/2022/02/08/terminal-maritimo-de-ponta-da-madeira-e-lider-em-movimentacao-de-cargas-no-brasil>)

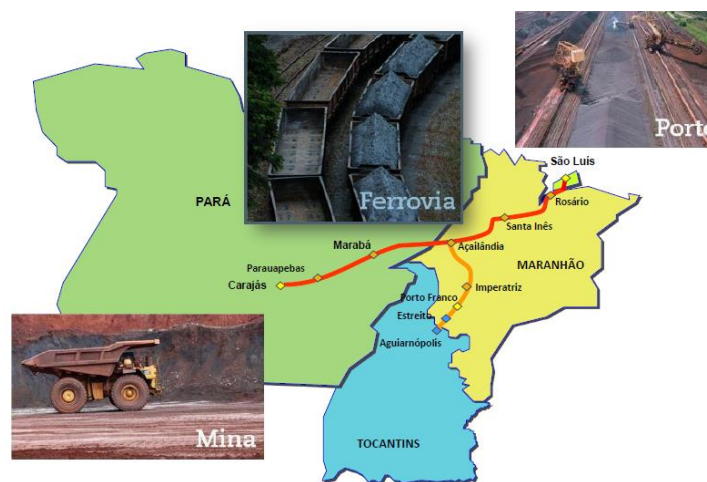


Figura 2 – Mapa do sistema de produção mineral e logística mina-ferrovia-porto

A Baía de São Marcos, em São Luís, foi escolhida para receber o escoamento da produção mineral de Carajás pelo aspecto técnico, pois apresenta maior largura e profundidade adequada para receber os navios graneleiros de até 400 mil toneladas e um canal de acesso natural que permite o tráfego simultâneo, em ambos os sentidos, de navios de grande porte. Além disso, conta a favor a boa visibilidade, pois a região se encontra fora de qualquer rota de tempestades, o que permite a operação durante todo o ano.

O TPM é dividido basicamente em 4 grandes macro processos:

- Viradores de vagão – onde se recebe o minério da ferrovia; O Porto Norte possui **8 viradores de vagões**, que descarregam uma média de 52 lotes de 110 vagões por dia;
- Empilhamento de minério nos pátios; são **18 máquinas de pátio**, realizando as atividades de empilhamento e recuperação **em 15 pátios**, com capacidade de armazenar até 7,2 milhões de toneladas.
- Recolhimento de minério nos pátios e movimentação pelos **transportadores** até os carregadores; são cerca de 120 quilômetros de correias transportadoras movimentam o minério, direcionando-o aos píeres;
- Carregamento dos navios nos **píeres: I, III (norte e sul) e IV (norte e sul)**, que hoje têm condições de embarcar até 5 navios simultaneamente.



Figura 3 – Mosaico com apresentação das instalações do TMPM

2 A SST NO PORTO NORTE (TMPM)

O Serviço Especializado em Engenharia e Medicina do Trabalho (SESMT) do TMPM é bem superior ao quadro da NR04 do MTE, é composto por uma Coordenação de Saúde Ocupacional e duas Coordenações de Segurança Ocupacional conforme detalhamento nas figuras abaixo.

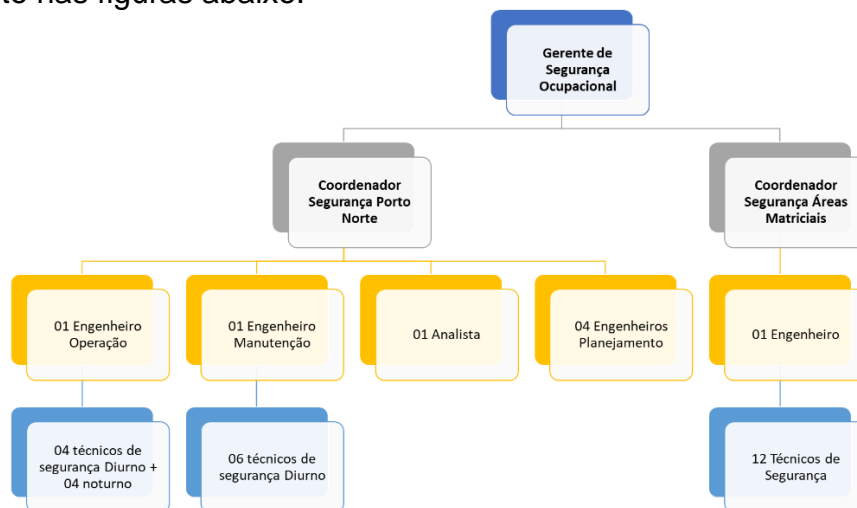


Figura 4 – Organograma Segurança Ocupacional Porto Norte

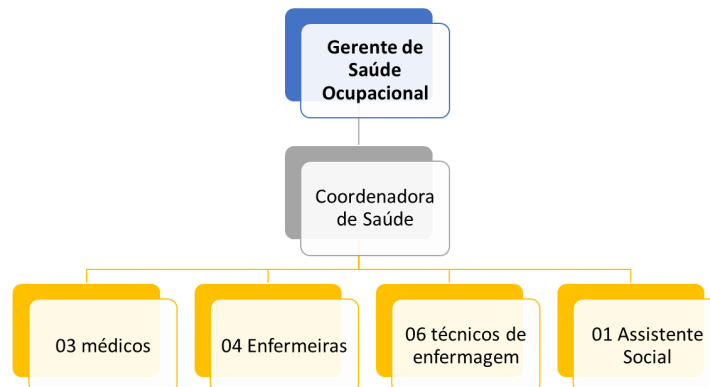
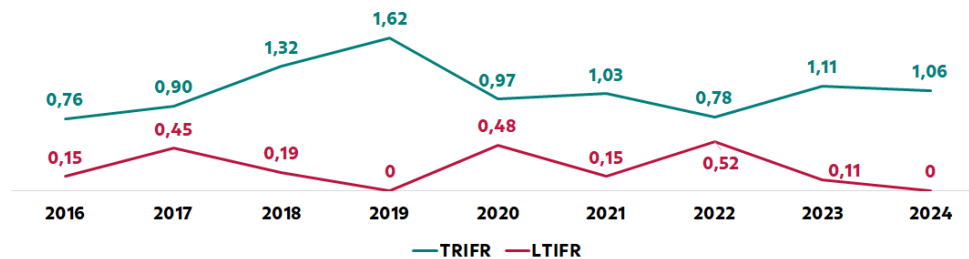


Figura 5 – Organograma Saúde Ocupacional Porto Norte

As principais ações da equipe de SST são voltadas para gerenciamento de riscos em campo, capacitações em saúde e segurança, inspeções em áreas

operacionais com foco nas melhorias da segurança dos trabalhadores e eliminação de riscos de doenças ocupacionais, aplicação de diálogos comportamentais voltado para mudança orientado para o comportamento, realização de simulados de respostas a emergência no mar e na retro área Portuária, elaboração de procedimentos e programas técnicos em SST, avaliação de riscos das atividades operacionais de manutenção, operações e suporte a atividades operacionais, análise ergonômica das atividades, realização de ginástica laboral, realização de exames ocupacionais e de promoção a qualidade de vida, gerenciamento de estatísticas, indicadores de processo e demais atividades voltadas para gestão em SST.

A figura 4 abaixo evidencia que o número de acidentes do trabalho no TMPM tem se mantido estável nos últimos anos.



	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
TRIFR	3	5	6	8 ^(*)	7	7	6	9	3
LTIFR	1	4	1	-	2	1	4	1	-

TRIFR – Taxa de Frequência de Acidentes Registráveis (Fatalidade, Afastamento, Tratamento médico e Restrição)
LTIFR – Taxa de Frequência de Acidentes (Afastamentos)

Figura 6 – Histórico de Acidentes do Trabalho no TMPM

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio (CIPA) do TMPM é constituída por 36 integrantes, sendo 18 eleitos pelos empregados e 18 indicados pela empresa. A CIPA tem um plano de trabalho abrangente com ações voltadas para levantamento de condições de riscos em campo através de inspeções nas áreas operacionais, ações voltadas para conscientização de hábitos saudáveis como campanhas de saúde (alimentação saudável e vacinação), ações voltadas para mudança de comportamento, revisão dos mapas de riscos, investigação de acidentes e doenças do trabalho.

A classificação de riscos é definida por uma matriz conforme figura 5 onde se faz o cruzamento de severidade do dano e probabilidade da ocorrência.

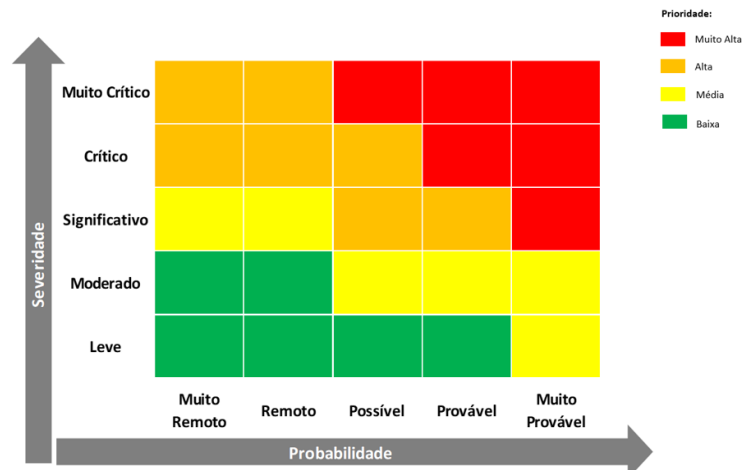


Figura 7 – Matriz de classificação de riscos

3 O PROBLEMA

A Gerência de Manutenção Vulcanização Porto Norte possui uma equipe diversa de 147 empregados atualmente 140 são do sexo masculino e 7 do sexo feminino, nas funções de vulcanizadores, mecânicos, técnicos, eletricitas, inspetores, supervisores, analistas, trainees e gerente, entre 24 e 65 anos, entre eles pessoas com deficiência, negros, pardos, brancos, casados, solteiros, viúvos e divorciados. Contamos também com 166 funcionários parceiros de outras empresas que estão locados no mesmo ambiente, todos lotados no Estado do Maranhão especificamente no Porto Norte.

Por ser uma gerência de área fortemente operacional, nosso processo é muito dinâmico, envolve muitas pessoas e necessita de conexões. Mas tínhamos muito ruído de comunicação, estresse ocupacional, desmotivação e processamento excessivo nas atividades. Com este cenário nós estávamos comprometendo nossa produtividade em (30%), demonstrando desmotivação quanto a realização de tarefas básicas no dia a dia. Não tínhamos nenhum plano estruturado desenvolvido na gerência. Este trabalho surgiu da necessidade de conectar todas as pessoas envolvidas empresas Vale, contratadas, e familiares para que os empregados tivesse maior engajamento nas ações. Surgiu então ideia de fazermos um cronograma de ações de saúde que envolvessem familiares, a comunidade, empresas contratadas e Vale. Desde o primeiro momento de conexão tivemos participação de todos níveis (gerente, técnico especializado, vulcanizador, supervisor, analista e engenheiro, gerente geral e diretor).

4 A BOA PRÁTICA

Para promover conexão de forma sustentável, com todas pessoas envolvidas no nosso processo, escolhemos o tema saúde pra envolver todos através de jogos e competições, valorizando e respeitando a diversidade de todos.



Figura 9 – Jogos de Verão



Figura 10: Campanha Janeiro Branco – mais de 80 participações vale e contratadas

Elaboramos um calendário com ações mensais, todas as ações voltadas para saúde física e mental, segurança e meio ambiente. As ações não foram limitadas apenas a nossa gerência, aqui nós expandimos os convites para além dos funcionários Vale. As ações tiveram participações dos familiares e empregados das empresas contratadas. Como também apoio e participação direta de toda alta liderança : Diretor, Gerente Geral, Gerente de área e supervisores.



Figura 11: Atividade Física no Parque Botânico com empregados Vale e familiares

As principais ações que tivemos foi: Atividade física no parque botânico (mais de 30 pessoas entre empregados e familiares) , palestra com 40 empregados sobre alimentação saudável , Jogos de verão (50 participantes) que foi um circuito e gincana com premiações 1,2 e 3 lugar, Palestras e vídeos sobre a conscientização do autismo (participação de familiares e especialistas na área) , palestra de ir e voltar para casa com segurança (participação dos familiares), semana da diversidade e entre outras ações. Também levamos o tema de saúde para o IEMA - instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (com abrangência de 500 alunos).



Figura 12: Mês de conscientização do autismo



Figura 13: Olimpíada de Saúde – Vale e comunidade

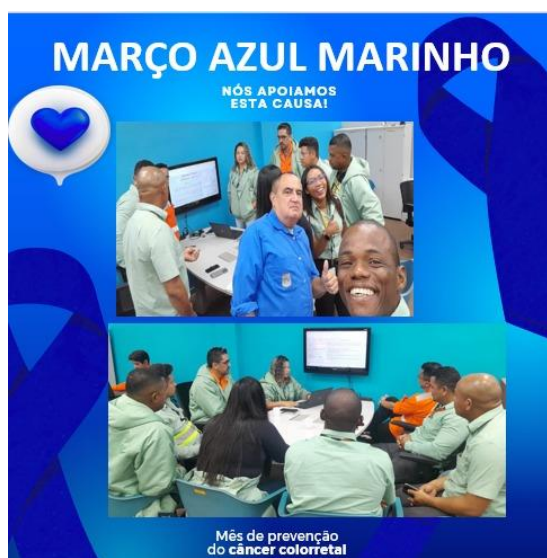


Figura 14: Março Azul Marinho Mês de prevenção do câncer colorretal



Figura 15: Torneio Vôlei solidário – Outubro Rosa (Vale e comunidade)



Figura 16: Corrida do Trabalhador (Vale e comunidade)



Figura 17: Semana da diversidade e inclusão – Vale e empresa contratada

Contamos com um time forte e engajado: diretor, gerente geral, gerente, supervisores, analistas, engenheiro, vulcanizadores, eletricitista, mecânico foi um trabalho feito há várias mãos, com várias participações incluindo as empresas parceiras.

Seguimos as orientações da NBR 9050/2004 da ABNT no que tange ao bem-estar e saúde. Trazendo temas atuais e relevantes para a comunidade.

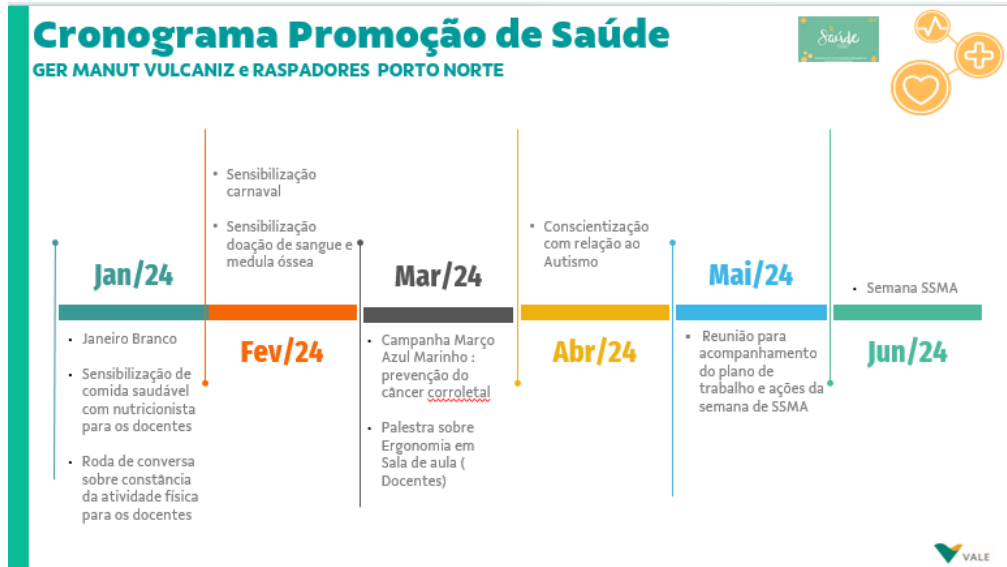


Figura 18: Cronograma promoção de Saúde



Figura 19: Programação Semana de SSMA IEMA

5 OS RESULTADOS

Com a implantação de todas as ações nossa gerência teve um aumento significativo na produtividade 32%, redução do ruído na comunicação, sinergia das equipes envolvendo outras gerências, empresas parceiras e gerando valor para todos e para sociedade.

Este trabalho foi inédito e satisfatório para nós, pois não existia nenhuma prática na nossa gerência voltada diretamente para saúde, que envolvessem família, empresas contratadas e sociedade.

Ainda avaliando os resultados positivos, tivemos outros ganhos: melhora do clima organizacional, maior engajamento e satisfação, aumento da criatividade e Inovação, fortalecimento da cultura organizacional, lealdade e comprometimento.

Dentro da estratégia conduzida ao longo deste tempo também reforçamos o planejamento anual de temas com foco em saúde mental e física.

Vale ressaltar que todas as ações e melhorias estão em evolução e abrange não só a escola Vale e empresas contratadas, mas também familiares e toda sociedade que queiram fazer parte destes momentos.

A aplicabilidade deste Case poderá ser feita em qualquer empresa, escola ou instituição em geral que tenha interesse em melhorar o clima, gestão de pessoas, com o olhar totalmente humanizado, incluso e participativo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O engajamento social trata-se de trabalho voluntário (não remunerado), que todos nós podemos realizar, visando o bem comum. A interação entre as partes deve acontecer de forma natural e voluntária, sendo resultado de uma boa experiência para os indivíduos.

Estas ações em conjunto (família e comunidade) vem crescendo cada vez mais e oportunizando um ambiente saudável e que tenhamos orgulho em pertencer. Os ganhos para uma empresa em que seus empregados estão motivados abrangem diversas áreas, desde a produtividade até a cultura organizacional.

Estes ganhos contribuem para um ambiente de trabalho mais eficiente.

As ações motivacionais nas empresas trazem diversos benefícios. Elas estão ligadas aos resultados da empresa, já que aumentam a produtividade, o engajamento do time e a eficiência. De acordo com uma pesquisa do HayGroup, funcionários motivados são até 43% mais produtivos.

Um ambiente de trabalho inclusivo é aquele que valoriza e respeita a diversidade de suas equipes, criando um espaço onde todas as pessoas se sintam bem-vindas, respeitadas e capazes de contribuir plenamente. Por isso construímos um ambiente acolhedor dentro do básico bem-feito onde as pessoas sintam-se felizes em pertencer.

REFERÊNCIAS

Design Thinking - Uma Metodologia Poderosa Para Decretar o Fim Das Velhas Ideias - Tim Brown

Os 5 desafios das equipes – Patrick Lencioni

Stress e qualidade de vida no trabalho: Encontrando significado no luto e no sofrimento - Ana Maria Rossi, James A. Meurs e Pamela L. Perrewé

RESSIGNIFICANDO O AMBIENTE DE TRABALHO, TORNANDO INCLUSIVO VALORIZANDO E RESPEITANDO A DIVERSIDADE DE SUAS EQUIPES

Marcela de Sousa Barbosa Duarte
VALE

Resumo: Para reduzir o número de empregados que estão desmotivados aplicamos a metodologia do Design Thinking (Significa criar modelos do que será o serviço ou o produto, para avaliar se é viável, desejável e praticável. Este método é centrado no ser humano, altamente colaborativo, experimental, otimista e visual) para construirmos a várias mãos um ambiente de **trabalho inclusivo valorizando e respeitando a diversidade da equipe.**

1 INTRODUÇÃO

O presente Relato Técnico contempla uma boa prática de SST que foi desenvolvida e aplicada no Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM), localizado na região Nordeste do Brasil, estado do Maranhão, cidade de São Luís, na margem leste da Baía de São Marcos, situado a 8 quilômetros ao sul do centro da cidade, à qual está ligado por rodovia no endereço Av. dos Portugueses s/n CEP 65085-580. O TMPM tem capacidade de acomodar até cinco navios. Utilizamos para transportar principalmente minério de ferro, minério de manganês e concentrado de cobre. O TMPM é gerido pela empresa Vale S/A, uma mineradora global com sede no Rio de Janeiro, criada como empresa estatal em 1º de junho de 1942 pelo Decreto-Lei nº 4.352, sendo privatizada em 1997. A Vale é a maior produtora mundial de minério de ferro e pelotas, matérias-primas essenciais para a fabricação de aço.

Hoje a empresa está presente em cerca de 20 países, compartilhando a missão de transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável. Além da mineração, atua em logística – com ferrovias, portos, terminais e infraestrutura de última geração -, em energia e em siderurgia, sendo a maior produtora mundial de minério de ferro, pelotas e níquel. A Vale tem uma rede de logística que integra minas, ferrovias, navios e portos, garantindo agilidade e segurança no transporte do minério, estando presente no Brasil, Indonésia, Omã, Malásia e China.



Figura 1 – Objetivos organizacionais da empresa Vale S/A

Para integrar as operações nos cinco continentes, a Vale conta com uma rede de portos e terminais conectados às minas por meio das ferrovias. Entre eles estão portos com calado profundo, aptos para receber os Valemax. As estruturas são operadas no Brasil, na Indonésia, na Malásia e em Omã, atendendo também serviço de carga para terceiros.

O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) localizado em São Luís (MA), foi o porto que mais movimentou minério de ferro em todo o Brasil em 2021, de acordo com levantamento feito pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq). Em 2023 embarcou 166,3 milhões de toneladas de minério de ferro segundo o último relatório anual da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), e em 2024 está completando 38 anos de operação no estado.

O porto de Ponta da Madeira tem uma área de aproximadamente 1800 hectares, o que equivale a 100 Estádios do Maracanã, e embarca produtos como: minério de ferro, manganês e pelotas.

É dele que são embarcadas diariamente milhares de toneladas de minério de ferro para o funcionamento de indústrias da construção civil, automobilística, naval e entre outras. A boa atuação do TPM está diretamente ligada às condições favoráveis que São Luís tem para o setor industrial: privilegiada posição geográfica entre as regiões Norte e Nordeste do país, com o litoral estrategicamente localizado, o que permite economia de combustíveis e redução no prazo de entrega de mercadorias para os mercados transoceânicos. A capital também possui uma das maiores variações de maré existentes (aproximadamente 7 metros).

(Fonte: <https://imirante.com/noticias/brasil/2022/02/08/terminal-maritimo-de-ponta-da-madeira-e-lider-em-movimentacao-de-cargas-no-brasil>)

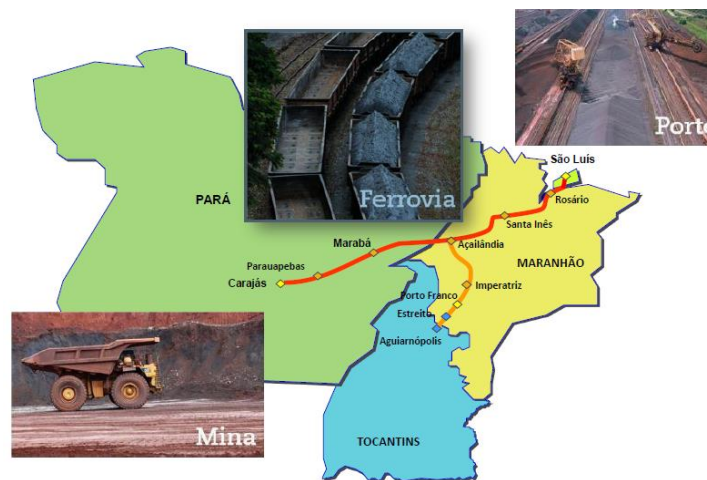


Figura 2 – Mapa do sistema de produção mineral e logística mina-ferrovia-porto

A Baía de São Marcos, em São Luís, foi escolhida para receber o escoamento da produção mineral de Carajás pelo aspecto técnico, pois apresenta maior largura e profundidade adequada para receber os navios graneleiros de até 400 mil toneladas e um canal de acesso natural que permite o tráfego simultâneo, em ambos os sentidos, de navios de grande porte. Além disso, conta a favor a boa visibilidade, pois a região se encontra fora de qualquer rota de tempestades, o que permite a operação durante todo o ano.

O TPM é dividido basicamente em 4 grandes macro processos:

- Viradores de vagão – onde se recebe o minério da ferrovia; O Porto Norte possui **8 viradores de vagões**, que descarregam uma média de 52 lotes de 110 vagões por dia;
- Empilhamento de minério nos pátios; são **18 máquinas de pátio**, realizando as atividades de empilhamento e recuperação **em 15 pátios**, com capacidade de armazenar até 7,2 milhões de toneladas.
- Recolhimento de minério nos pátios e movimentação pelos **transportadores** até os carregadores; são cerca de 120 quilômetros de correias transportadoras movimentam o minério, direcionando-o aos píeres;
- Carregamento dos navios nos **píeres: I, III (norte e sul) e IV (norte e sul)**, que hoje têm condições de embarcar até 5 navios simultaneamente.



Figura 3 – Mosaico com apresentação das instalações do TMPM

2 A SST NO PORTO NORTE (TMPM)

O Serviço Especializado em Engenharia e Medicina do Trabalho (SESMT) do TMPM é bem superior ao quadro da NR04 do MTE, é composto por uma Coordenação de Saúde Ocupacional e duas Coordenações de Segurança Ocupacional conforme detalhamento nas figuras abaixo.

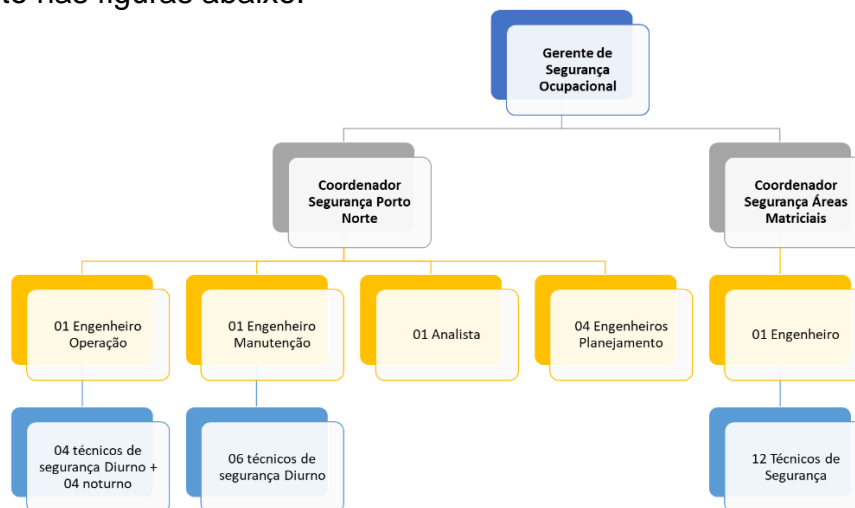


Figura 4 – Organograma Segurança Ocupacional Porto Norte

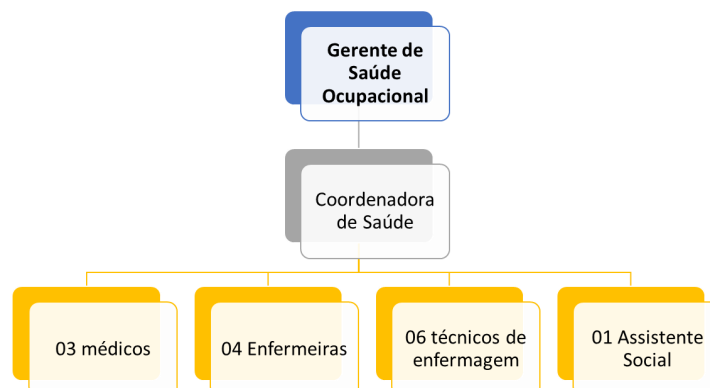
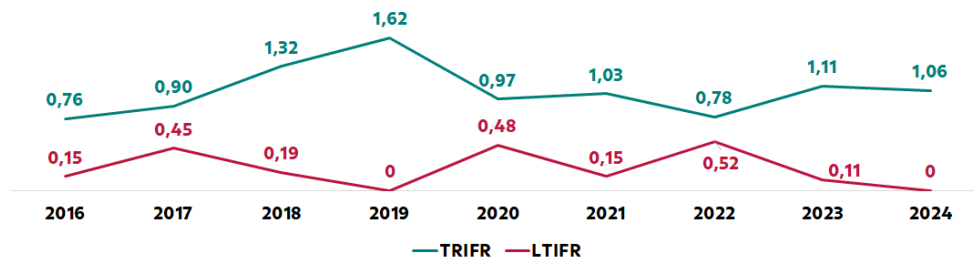


Figura 5 – Organograma Saúde Ocupacional Porto Norte

As principais ações da equipe de SST são voltadas para gerenciamento de riscos em campo, capacitações em saúde e segurança, inspeções em áreas

operacionais com foco nas melhorias da segurança dos trabalhadores e eliminação de riscos de doenças ocupacionais, aplicação de diálogos comportamentais voltado para mudança orientado para o comportamento, realização de simulados de respostas a emergência no mar e na retro área Portuária, elaboração de procedimentos e programas técnicos em SST, avaliação de riscos das atividades operacionais de manutenção, operações e suporte a atividades operacionais, análise ergonômica das atividades, realização de ginástica laboral, realização de exames ocupacionais e de promoção a qualidade de vida, gerenciamento de estatísticas, indicadores de processo e demais atividades voltadas para gestão em SST.

A figura 4 abaixo evidencia que o número de acidentes do trabalho no TMPM tem se mantido estável nos últimos anos.



	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
TRIFR	3	5	6	8 ^(*)	7	7	6	9	3
LTIFR	1	4	1	-	2	1	4	1	-

TRIFR – Taxa de Frequência de Acidentes Registráveis (Fatalidade, Afastamento, Tratamento médico e Restrição)
LTIFR – Taxa de Frequência de Acidentes (Afastamentos)

Figura 6 – Histórico de Acidentes do Trabalho no TMPM

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio (CIPA) do TMPM é constituída por 36 integrantes, sendo 18 eleitos pelos empregados e 18 indicados pela empresa. A CIPA tem um plano de trabalho abrangente com ações voltadas para levantamento de condições de riscos em campo através de inspeções nas áreas operacionais, ações voltadas para conscientização de hábitos saudáveis como campanhas de saúde (alimentação saudável e vacinação), ações voltadas para mudança de comportamento, revisão dos mapas de riscos, investigação de acidentes e doenças do trabalho.

A classificação de riscos é definida por uma matriz conforme figura 5 onde se faz o cruzamento de severidade do dano e probabilidade da ocorrência.

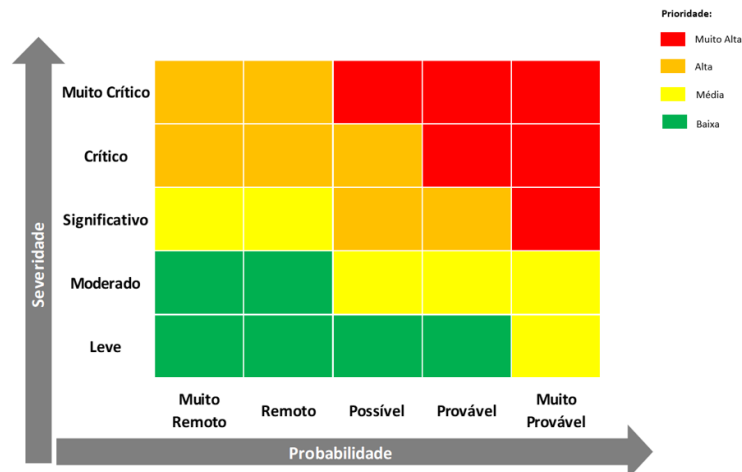


Figura 7 – Matriz de classificação de riscos

3 O PROBLEMA

A Gerência de Manutenção Vulcanização Porto Norte possui uma equipe diversa de 147 empregados atualmente 140 são do sexo masculino e 7 do sexo feminino, nas funções de vulcanizadores, mecânicos, técnicos, eletricitas, inspetores, supervisores, analistas, trainees e gerente, entre 24 e 65 anos, entre eles pessoas com deficiência, negros, pardos, brancos, casados, solteiros, viúvos e divorciados. Contamos também com 166 funcionários parceiros de outras empresas que estão locados no mesmo ambiente, todos lotados no Estado do Maranhão especificamente no Porto Norte.

O bem-estar é o aspecto mais valorizado pelas pessoas dentro de uma empresa. A gerência de Vulcanização e Raspadores, existe há 3 anos, e desde seu 1º ano, existia um desconforto crescente dentro da gerência, que era a baixa moral dos empregados devido a condições básicas com várias oportunidades de melhorias a serem feitas ao longo do ano. E esse cenário se repete em todas as camadas (vulcanizadores, mecânicos, inspetores, analistas, engenheiros, supervisores e gerentes). Como exemplo disso: estação de trabalho irregular impactando na ergonomia, banheiros inadequados, não havia banheiro de PCD (Pessoas com Necessidade), o banheiro para mulheres era defasado, inexistência de espaço para refeições rápidas, ambiente com móveis e estrutura muito antiga, trazendo um ambiente pesado e sem constância de 5S (é um programa de gestão para melhorar diversos pontos de uma empresa, como a organização, limpeza e padronização. Foi criado no Japão e originalmente significa Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke. (HEIDRICH; NICÁCIO; WALTER, 2019)



Figura 8 – Salão ADM e banheiros

4 A BOA PRÁTICA

Para reduzir o número de empregados que estão desmotivados aplicamos a metodologia do Design Thinking (Significa criar modelos do que será o serviço ou o produto, para avaliar se é viável, desejável e praticável. Este método é centrado no ser humano, altamente colaborativo, experimental, otimista e visual) para construirmos a várias mãos um ambiente de trabalho inclusivo valorizando e respeitando a diversidade da equipe.

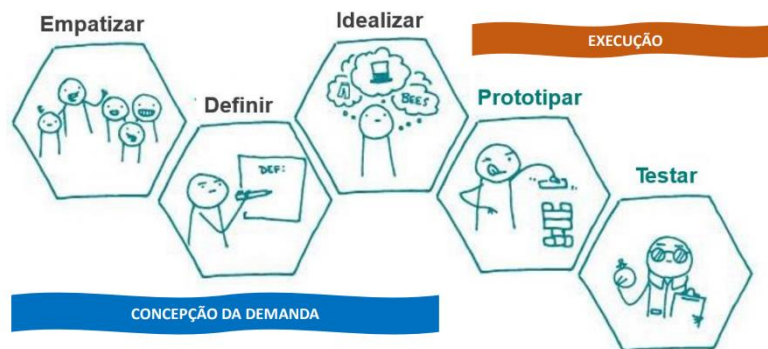


Figura 9 – Método Design Thinking



Escuta: Melhor Ambiente para Trabalhar
Levantamento das Expectativas



Figura 10 – Escuta com os empregados

Além da escuta, realizamos uma pesquisa de bem-estar com todos empregados para medir o nível de ansiedade, preocupação, cansaço e apatia no qual nossos empregados se encontravam naquele período (2022).

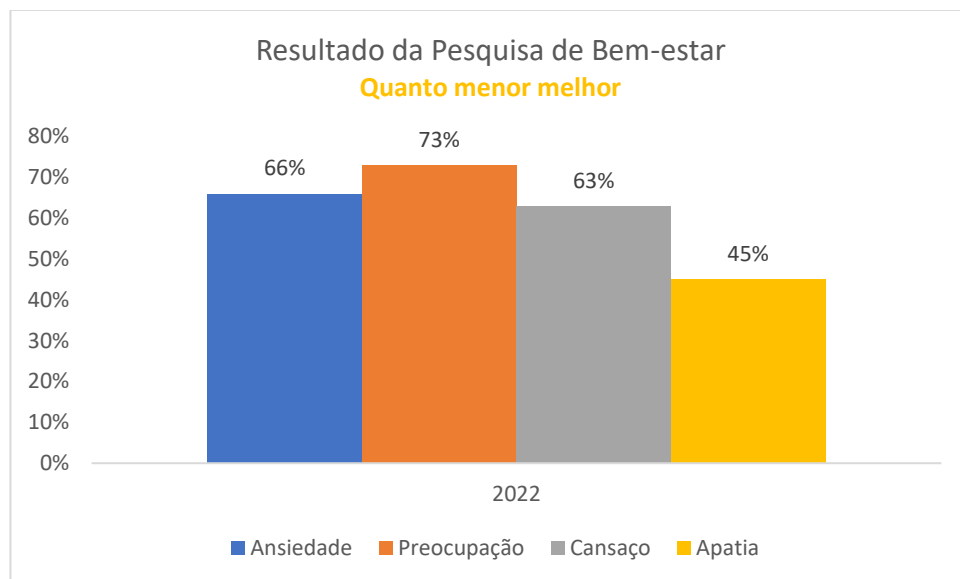


Figura 11 – Pesquisa de Bem-estar aplicada

Com o resultado da escuta tivemos várias ações estratégicas que foram construídas e entregues no período de 2022 a 2023. As principais mudanças positivas que tivemos foi: 2 espaços de treinamento operacional (climatizado, com bancadas, instrutores formados, e com avaliação máxima pela gerência corporativa), aquisição de 1 braço gravitacional para ser utilizado durante as atividades favorecendo a ergonomia dos empregados (redução de esforço físico e suporte de carga no momento da execução da atividade de lixamento de tambor), criamos 1 ambiente

chamado cafeteira (um ambiente de descanso para pausa ou início das atividades), tivemos 6 visitas dos familiares dentro das nossa oficina no qual proporcionamos o momento em que a família junto com o empregado pudessem desfrutar juntos conhecendo o ambiente de trabalho, adquirimos 1 cadeira de massagem para nosso salão ADM onde todos possam utilizar, elaboramos o Projeto Open Space para atuar nas reformas conforme necessidade da área. No projeto: reformamos e atualizamos os 2 banheiros (masculino e feminino), construímos 1 banheiro PCD/unissex, construímos 2 salas distintas de reunião operacional e foi entregue 1 salão administrativo com 66 postos de trabalho integrado (adequação do posto de trabalho administrativo, com ganho em ergonômica devido a redução da exposição com pressão de parte do corpo dos membros superiores por quina viva proporcionando maior conforto na execução das atividades) a 2 gerências distintas facilitando assim a comunicação e conexão dos processos entre estas áreas. Todas estas melhorias foram feitas no período de 2 anos, no qual contamos com um time forte e engajado: diretor, gerente geral, gerente, supervisores, analistas, engenheiro, vulcanizadores, eletricitista, mecânico foi um trabalho feito há várias mãos.

Figura 12 – Visita da Família



Figura 13 – Inauguração dos banheiros



Figura 14 – A Aquisição do braço gravitacional melhorando as condições ergonômicas



Figura 15 – Espaço de descanso e pausa para um Café



Figura 16 – Salão ADM



Todos contribuíram informando a necessidade do dia a dia, layout, até mesmo no design valorizando o ambiente com fotos do artista e funcionário da casa.

Seguimos as orientações da NBR 9050/2004 da ABNT no que tange ao bem-estar e saúde. Com isto todos indicadores de bem-estar no ambiente de trabalho evoluíram consideravelmente (ansiedade, preocupação, cansaço e apatia).

5 OS RESULTADOS

Com a implantação de todas as ações reduzimos 22% os indicadores de bem-estar, relacionados com doenças mentais relativas ao trabalho (depressão, estresse

ocupacional, ansiedade, péssimo clima organizacional), 24% de redução de saída voluntária, 17% de aumento de produtividade e tivemos outros ganhos significativos.

Este trabalho foi inédito e satisfatório para nós, pois não existia nenhuma prática voltada diretamente para motivação dos empregados no que tange a ambiente e saúde mental específica para esta gerência e este ambiente de trabalho.

Segundo a pesquisa interna que fizemos, os empregados da gerência de Vulcanização e Rapadores dizem estar frequentemente ansioso (46%), preocupado (43%), cansado (40%) e apático (29%). Em 2022, esses números eram bem maiores.

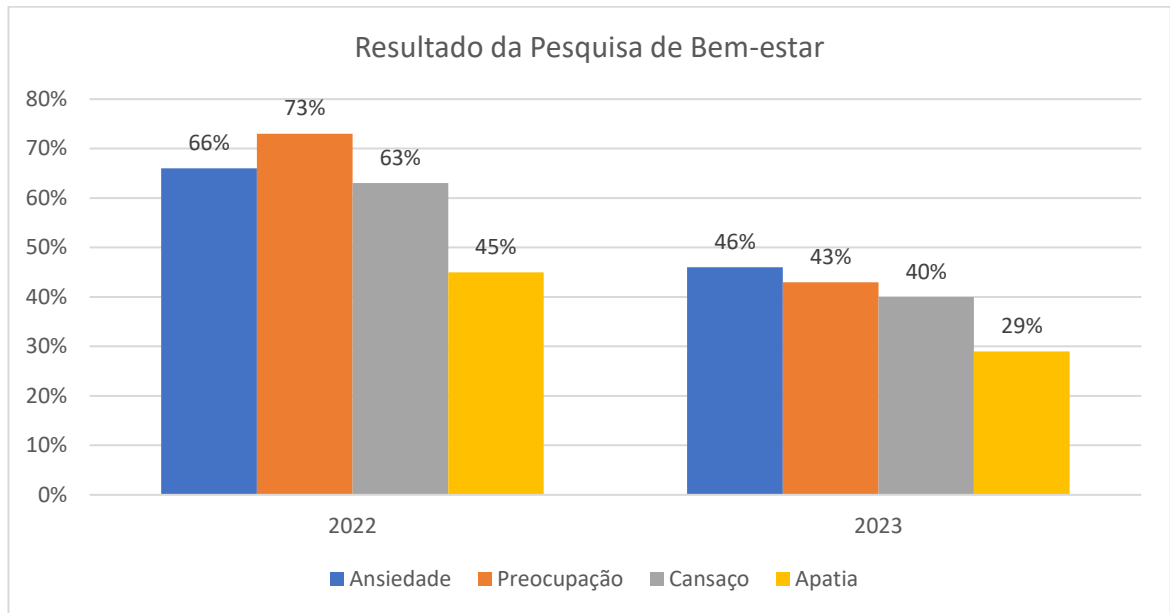


Figura 12 – Resultado da pesquisa de bem-estar comparativo

Ainda avaliando os resultados positivos tivemos outros ganhos: maior energia e desempenho no trabalho, melhora do clima organizacional, maior engajamento e satisfação, aumento da criatividade e Inovação, redução do estresse, fortalecimento da cultura organizacional, redução de erros e melhoria na qualidade do trabalho. Maior Retenção de Talentos. Satisfação dos empregados (empregados que se sentem cuidados e valorizados tendem a permanecer mais tempo na empresa, reduzindo a rotatividade e os custos associados ao recrutamento e treinamento). Lealdade e Comprometimento (Funcionários saudáveis e satisfeitos demonstram maior lealdade e comprometimento com a empresa).

Dentro da estratégia conduzida ao longo deste tempo também reforçamos prática do 5S, planejamento anual de temas voltados para saúde mental dentro da gerência, acompanhamos os treinamentos online com foco em saúde mental e 5S.



Figura 13 – Nota máxima na avaliação de 5S no posto de trabalho

Vale ressaltar que todas as ações e melhorias estão em evolução e abrange não só trabalhadores da gerência de Vulcanização mais também todas empresas de contratadas da Vale que trabalham no mesmo ambiente (166 terceirizados da Vale : continental, Mineservice e CSV) e fazem uso do ambiente entregue.

A aplicabilidade deste Case poderá ser feita em qualquer empresa, escola ou instituição em geral que tenha interesse em melhorar o clima, condições básicas e gestão de pessoas, com o olhar totalmente humanizado, incluso e participativo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos que falar sobre os cuidados com o bem-estar, é repensar o modelo de gestão de pessoas, oportunizando um ambiente saudável e que tenhamos orgulho em pertencer. Os ganhos para uma empresa em que seus empregados estão motivados abrangem diversas áreas, desde a produtividade até a cultura organizacional. Aqui estão alguns dos principais benefícios: aumento da produtividade e melhoria do desempenho, redução de fadiga, menor incidência de doenças, redução do estresse, fortalecimento da cultura organizacional, colaboração e trabalho em equipe, e maior concentração e foco.



Figura 14 – Time Gerência de Vulcanização e Raspadores

Estes ganhos contribuem para um ambiente de trabalho mais eficiente.

As ações motivacionais nas empresas trazem diversos benefícios. Elas estão ligadas aos resultados da empresa, já que aumentam a produtividade, o engajamento do time e a eficiência. De acordo com uma pesquisa do HayGroup, funcionários motivados são até 43% mais produtivos.

A promoção e preservação da saúde do empregado é um importante para o sucesso de uma empresa. Quando atuamos em um ambiente seguro e saudável, com condições adequadas, seu desempenho cresce e, com ele, os resultados do negócio. Um ambiente de trabalho inclusivo é aquele que valoriza e respeita a diversidade de suas equipes, criando um espaço onde todas as pessoas se sintam bem-vindas, respeitadas e capazes de contribuir plenamente. Por isso construímos um ambiente acolhedor dentro do básico bem-feito onde as pessoas sintam-se felizes em pertencer.

REFERÊNCIAS

5S MUITO ALÉM DA LIMPEZA E ORGANIZAÇÃO – Rubilar Toniazzo

Programa 5S. Qualidade Total nas Empresas – Graciele Alves de Mira

Design Thinking - Uma Metodologia Poderosa Para Decretar o Fim Das Velhas Ideias - Tim Brown

Os 5 desafios das equipes – Patrick Lencioni

Stress e qualidade de vida no trabalho: Encontrando significado no luto e no sofrimento - Ana Maria Rossi, James A. Meurs e Pamela L. Perrewé

Produtividade no trabalho - Harvard Business Review (Autor), Bruno Fiuza (Tradutor)

GERENCIAMENTO E MANUTENÇÃO DE DEFENSAS PORTUÁRIAS

Mario Rosetti Neto

Resumo: As defensas são extremamente importantes para as instalações portuárias, pois garantem a proteção entre a estrutura de atracação e o navio. Ao longo do tempo elas evoluíram, principalmente quanto aos seus materiais. Antigamente era comum usarmos madeiras ou troncos, pneus usados e acolchoamentos de corda, mas, hoje em dia, podemos contar com materiais mais resistentes e confiáveis para essa função. A defesa de borracha é um sistema utilizado para evitar que a embarcação e o paramento do cais sejam danificados durante as operações de atracação dos navios. Fatores naturais, como ondas grandes e ventos fortes, geralmente são os que mais contribuem para danificar o navio e o cais. Assim, para proteger ambos os ativos, recomenda-se que a defesa de borracha seja instalada em todos os portos. O elastômero está disponível em vários tipos e tamanhos. Os fatores que devem ser considerados na escolha do tipo certo da defesa são: o tipo de cais, o tipo e configuração das embarcações que atracam e a velocidade de atracação. Os elastômeros e os painéis metálicos estão quase sempre em contato com a corrosiva água do mar. Portanto, é necessária uma manutenção eficiente para ter defensas de longa duração. A principal chave para a manutenção das defensas portuárias está na manutenção dos chumbadores, correntes, painel metálico e demais acessórios de fixação. A oxidação enfraquece a resistência de todos os acessórios, o que pode fazer com que a defesa desmorone parcial ou mesmo totalmente do paramento do cais. Por outro lado, o elastômero em si não necessita de manutenção especial, pois a fórmula da borracha contém antioxidante e antiozônio para proteger a borracha da oxidação e degradação devido à radiação ultravioleta e ao ozônio. Concluindo, a defesa portuária depende de uma boa manutenção preventiva e em tempo hábil para o pleno funcionamento operacional do porto.

Palavras-chave: defesa; gerenciamento; manutenção portuária.

1 INTRODUÇÃO

Para se ter um sistema de defensas portuárias que possa estar sempre apto a receber navios no porto é necessário a implantação de um Plano de Inspeção dos sistemas de defensas.

1.1 PLANO DE INSPEÇÃO DO SISTEMA DE DEFENSAS

Considerando que defensas são equipamentos de proteção para garantir a atracação segura e suave e reduzir ou evitar danos às embarcações e estruturas do paramento do cais e dolphins nas instalações portuárias, é de extrema importância para um porto que estes equipamentos chave da infraestrutura estejam devidamente mantidos para manter os navios atracados sem ocorrências de paralisações operacionais por motivos de avarias ao navio junto ao cais ou desatracação, quando de intempéries climáticas corriqueiras por ventos e ondas previstas no projeto, onde as defensas, estando em condições operacionais normais, mantêm os navios atracados sem nenhum problema.

Cada projeto considera as condições de posição geográfica, clima, ventos predominantes, ondas e tamanho dos navios que irão atracar no porto para escolher as defensas, que possuem vários tamanhos e tipos. Cada uma, conforme projeto, tem a sua especificação de acordo com o seu desempenho de energia e reação que será considerada na sua fabricação. Os tipos de defensas, de acordo com a sua característica física, poderão ser nos modelos tronco-cônicas, cilíndricas axialmente carregadas, cilíndricas radialmente carregadas, cilíndricas *super cell fendars*, elementos modulares tipo PI e especiais para diques secos (porta-batel).

A inspeção de defensas deverá ser realizada com o auxílio dos seguintes equipamentos e acessórios:

- 2 Embarcação pequena para permitir a movimentação por mar dos inspetores em torno da defesa ou utilização de drone com equipamento fotográfico;
- 3 Máquina fotográfica digital ou celular com alta resolução em suas câmeras;
- 4 Marcador industrial ou caneta *permanent marker* na cor amarelo (depende da cor das placas de UHMW) para numeração da defesa na placa de UHMW;
- 5 Prancheta, tabela com itens de inspeção, papel e caneta para anotações dos pontos inspecionados por defesa e dos itens de danos por pontos de verificação.

Além disso, os itens a serem inspecionados na defesa portuária são:

- Placas de UHMW;
- Parafusos de fixação das placas de UHMW;
- Painel metálico;
- Correntes de sustentação e de arraste;
- Manilhas e olhais do painel e olhais e chumbadores no paramento do cais;
- Esticadores;
- Elastômero (corpo do elemento de borracha);
- Parafusos de sustentação/fixação do elastômero no painel e no paramento do cais.

Por fim, as inspeções detalhadas para cada item citado acima:

Placas de UHMW – Ultra-High Molecular Weight – Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular – locais com abrasão, corte, falta e desgaste da espessura da placa de polietileno. Caso o desgaste já esteja atingindo o início da cabeça do parafuso de

fixação, a placa deverá ser trocada. Para os parafusos de fixação das placas de UHMW, verificar a perpendicularidade do parafuso e o estado da rosca do parafuso, caso a placa já tenha sido removida ou tenha caído na água por desgaste ou acidente.

Painel Metálico – deverão ser verificados o estado de corrosão, empeno, amassamento, deformação e perpendicularidade (paralelismo em relação ao paramento do cais), a pintura e a quantidade de craca (crustáceos marinhos da classe dos cirrípedes, de concha calcária, que geralmente vivem fixos aos cascos de navios, rochedos e partes metálicas dentro d'água) na parte inferior do painel e partes abertas nos painéis não fechados, para que a equipe de manutenção possa fazer a remoção por raspagem ou lavagem de alta pressão e pintura pontual nos locais necessários.

Correntes de sustentação e de arraste – verificar os desgastes dos elos das correntes e a corrosão ao longo de todo o seu comprimento.

Manilhas e olhais no painel e no paramento do cais – verificar o estado das manilhas no tocante a soltura, quebra, oxidação e aperto do parafuso de fechamento. Verificar empeno e desgaste nos olhais do painel e do paramento do cais (olhais ou chumbadores) onde as manilhas estarão presas.

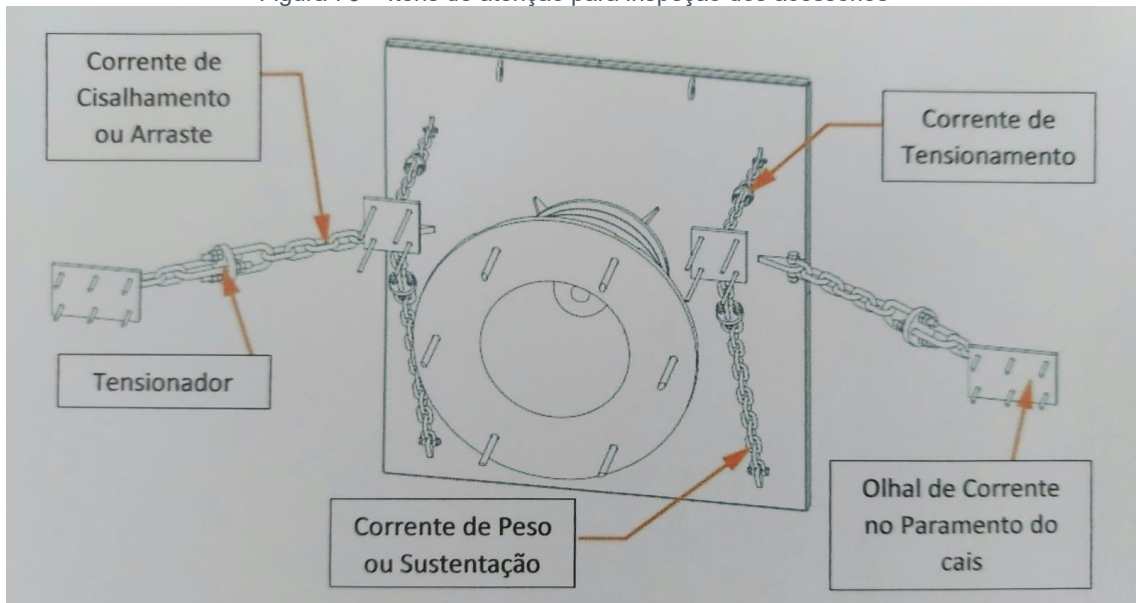
Esticadores – verificar o estado de corrosão, empeno e seu perfeito funcionamento de aperto e liberação do sistema para tensionamento adequado das correntes.

Elastômero – corpo de borracha – verificar trincas, falta de borracha, lascas, desgaste, rachaduras e rasgos em todo o corpo de borracha ao longo de sua face interna e externa, na fixação junto ao painel metálico e fixação junto ao paramento do cais ou dolfim. Os elastômeros podem ser cônicos, cilíndricos ou elementos lineares.

Parafusos de sustentação do elastômero no painel e no paramento do cais – verificar empeno, aperto e estado de oxidação.

Método de identificação da defesa durante a inspeção a luz da numeração de projeto no cais: marcar no painel ou placa de UHMW o número da defesa com marcador industrial na cor amarelo (devido as placas de UHMW serem geralmente da cor preta) para que a identificação possa ser vista na fotografia da defesa. Após a marcação, fazer uma foto panorâmica do painel metálico e suas placas de UHMW de dentro do barco ou drone devidamente afastado do cais em distância necessária para que o painel possa ser visto por inteiro. Fazer fotos nos itens de inspeção, caso forem encontradas anormalidades. Fazer anotação de todos os itens de anormalidades por defesa numerada. Procurar fazer a inspeção em horários com iluminação suficiente, mas sem sombras na defesa, para que as fotos possam ser nítidas nos locais indicados e com o nível do mar/rio onde todo o corpo da defesa esteja fora da água. Na Figura 1 estão ilustrados os acessórios para inspeção.

Figura 76 – Itens de atenção para inspeção dos acessórios



Fonte: Do autor (2022).

A seguir, estão as fotos para referência de pontos de inspeção e observação (Figuras 2 a 20). As fotos foram tiradas em visitas técnicas a portos com consentimento da área visitada.

Figura 77 – Pontos de atenção para inspeção



Fonte: Do autor (2023).

Figura 78 – Pontos de atenção para inspeção



Fonte: Do autor (2023).

Figura 79 – Correntes de arraste faltantes que levaram a esforços laterais inadequados e a possível rompimento do elastômero



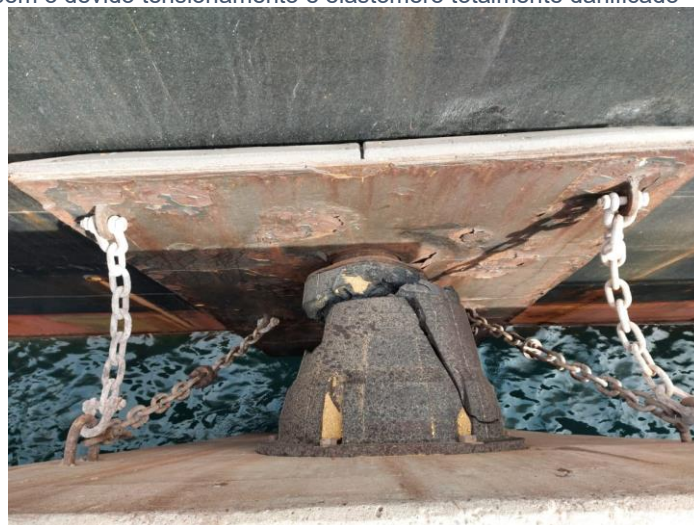
Fonte: Do autor (2022).

Figura 80 – Placas de UHMW com desgaste excessivo e faltantes colocando os parafusos de fixação expostos ao atrito com o costado do navio



Fonte: Do autor (2022).

Figura 81 – Correntes sem o devido tensionamento e elastômero totalmente danificado



Fonte: Do autor (2022).

Figura 82 – Defesa mergulhada parcialmente na água e correntes sem devido tensionamento



Fonte: Do autor (2022).

Figura 83 – Defesa com elastômero totalmente mergulhada na água



Fonte: Do autor (2022).

Figura 84 – Defesa parcialmente mergulhada na água – placa de UHMW solta e correntes sem o devido tensionamento



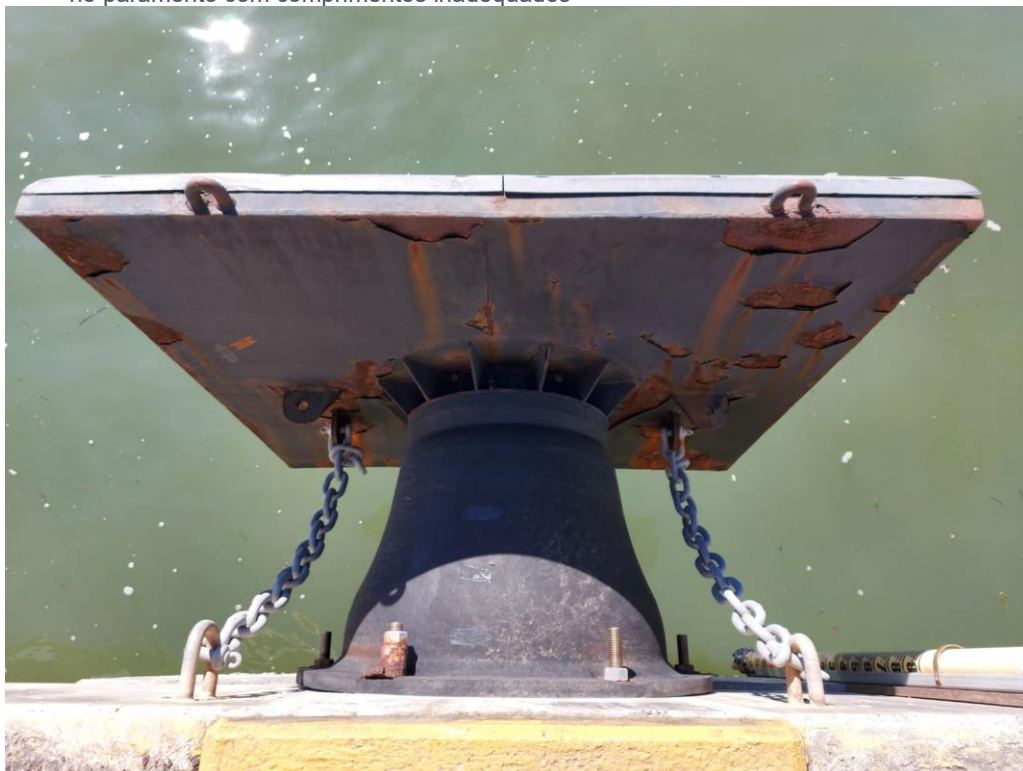
Fonte: Do autor (2022).

Figura 85 – Painel com corrosão excessiva e correntes quebradas e outras sem o adequado tensionamento



Fonte: Do autor (2022).

Figura 86 – Painel com corrosão e correntes faltantes e outras sem o devido tensionamento. Parafusos de fixação no paramento com comprimentos inadequados



Fonte: Do autor (2022).

Figura 87 – Elastômero com marcação do parafuso de fixação no paramento devido a uma possível compressão operacional excessiva



Fonte: Do autor (2021).

Figura 88 – Parafusos de fixação no paramento do cais com comprimentos inadequados que poderão rasgar o elastômero em uma compressão mais acentuada durante uma atracação



Fonte: Do autor (2019).

Figura 89 – Elastômero marcado pelo parafuso de fixação no paramento do cais



Fonte: Do autor (2019).

Figura 90 – Desprendimento de olhal de fixação de corrente no paramento do cais



Fonte: Do autor (2019).

Figura 91 – Painel totalmente corroído e sem correntes de fixação colocando em risco a estrutura do elastômero



Fonte: Do autor (2019).

Figura 92 – Defesa sem correntes adequadas, faltantes e totalmente ineficientes



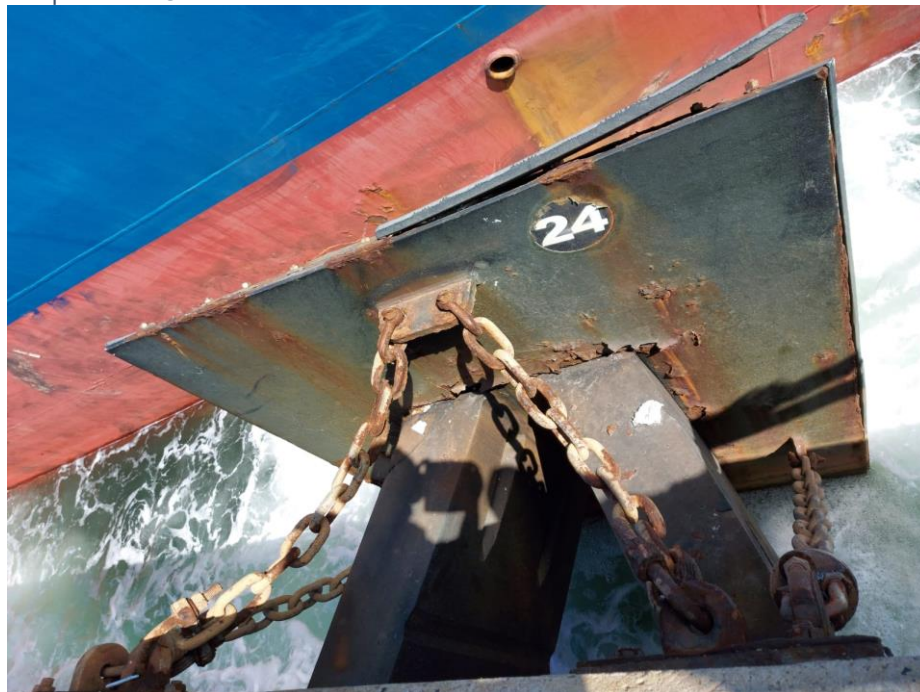
Fonte: Do autor (2019).

Figura 93 – Painel com alto índice de corrosão principalmente nos pontos de fixação dos elementos elastoméricos



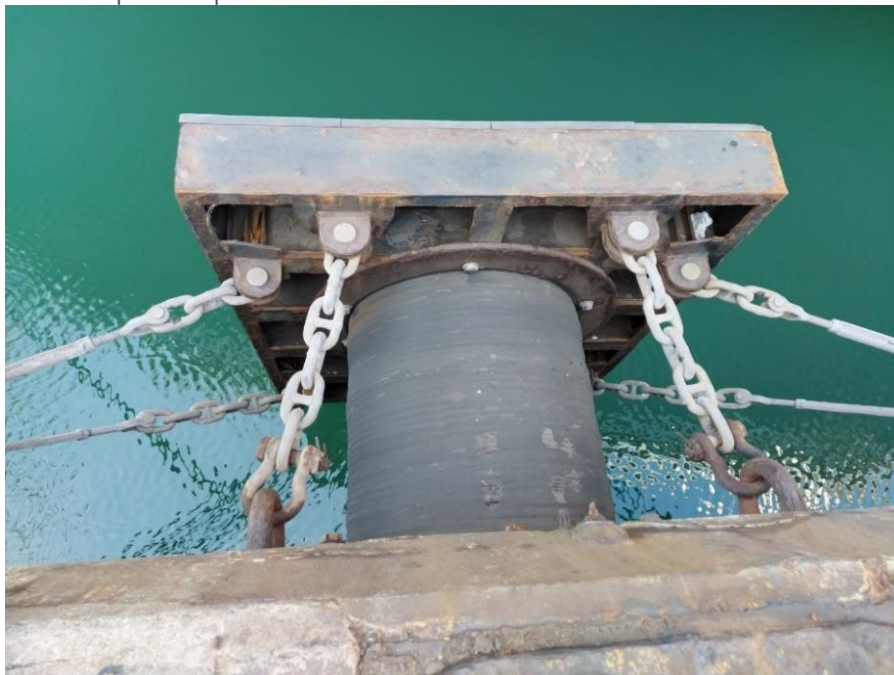
Fonte: Do autor (2021).

Figura 94 – Painel com alto índice de oxidação principalmente nos pontos de fixação dos elementos elastoméricos e placas de UHMW soltando



Fonte: Do autor (2021).

Figura 95 – Painéis abertos onde as inspeções devem ser feitas nas aberturas da estrutura devido ao acúmulo de resíduos que se depositam nestes locais



Fonte: Do autor (2019).

2 CONTEXTO

Atualmente podemos observar que muitos portos não praticam adequadamente e sistematicamente a manutenção preventiva de seus sistemas de defensas portuárias, o que implica em uma menor vida útil dos sistemas instalados.

Esta manutenção preventiva na maioria das vezes não é praticada devido à dificuldade de paralização das operações portuárias para se ter janelas (sem navio no berço) que possibilitem as intervenções de manutenção.

3 INTERVENÇÃO

3.1 CONSIDERAÇÕES OPERACIONAIS E A MANUTENÇÃO PERIÓDICA DO SISTEMA DE DEFENSAS

Há alguns itens operacionais que influenciam na vida útil das defensas, e assim diminuindo as manutenções corretivas:

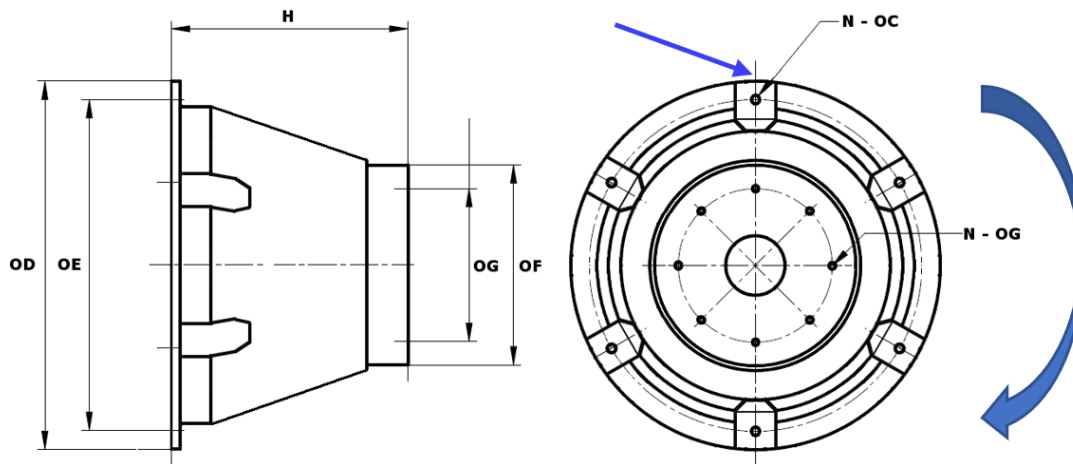
- A energia de atracação estimada é para uma atracação paralela ao cais.
- A velocidade de atracação de navios está associada a uma série de fatores: tamanho dos navios, condições de abrigo, uso de rebocadores adequados e em número e força adequados, habilidade do prático e condições meteorológicas.
- O ângulo do navio em relação às defensas no momento de atracação tem que ser menor ou igual a 10 graus, caso contrário, o esforço é maior sobre uma única defesa.
- As correntes de sustentação e arraste juntamente com as placas de UHMW são os acessórios que dão a estabilidade operacional no elastômero da defesa. As correntes de sustentação diminuem o esforço do peso do painel.

- As correntes de arraste diminuem as forças laterais que possam surgir nas operações. As placas de UHMW diminuem o atrito entre o painel metálico e o costado do navio.

Foram listados abaixo alguns itens para análise e imediato ajuste pela manutenção do porto.

- Fazer inspeção por mar ou com a utilização de embarcação ou drone nas placas de UHMW e dos elastômeros quando a maré estiver em seu nível mais baixo. Trocar as placas com mais de 70% de desgaste ou que estiverem com o parafuso de fixação ao nível da superfície da placa e recolocar onde está faltante. Repor as placas de UHMW faltantes. O coeficiente de atrito aumenta com o desgaste da placa, pois fica irregular e com ranhuras. Temos que ter o mínimo de atrito entre as placas de UHMW e a chapa metálica do costado do navio para que não existam forças horizontais e verticais excessivas quando da movimentação do navio no cais (movimentos de maré ou *shifting*) durante a atracação.
- Completar as correntes faltantes e substituir as quebradas nas defensas do cais. A falta de correntes cria uma instabilidade no elastômero. As correntes devem estar levemente tensionadas com o auxílio de tensionadores (esticadores), que deverão estar localizados o mais distante da água do mar (a fim de facilitar ajustes e evitar oxidações). Deverá ser analisado o olhal de fixação das correntes no tocante ao desgaste por oxidação ou quebra. A melhor proteção contra corrosão oferece acessórios com parafusos galvanizados a fogo. A desvantagem é a sua elevada tendência ao engripamento. Isso pode ser evitado com a aplicação de pasta lubrificante nas roscas antes da montagem (anticorrosiva, resistente a água e com baixa taxa de poluição da água). Esse produto forma um filme muito adesivo que separa permanentemente as camadas de zinco entre o parafuso e a porca. Assim, é evitado o engripamento, atingida a força de pré-tensão solicitada e garantindo uma soldura mesmo após longo período de trabalho.
- Elemento elastomérico cônico ou cilíndrico – a cada 6 meses deverá ser feita a rotação do elemento elastomérico de defesa para que ele receba a intensidade de intempéries e o peso do painel uniformemente ao longo do tempo. Este procedimento deverá ser feito da seguinte maneira:
 - a. Fazer uma marca no ponto superior do flange maior do elastômero para não perder o ponto onde ele estava fixado (anotar a data desta atividade);
 - b. Desmontar a defesa;
 - c. Efetuar inspeção no elastômetro externamente e internamente;
 - d. Efetuar um giro de 180 graus do elastômero no sentido horário observando a marca efetuada antes da desmontagem do conjunto (Figura 21);
 - e. Montar novamente a defesa e instalar no paramento do cais.

Figura 96 – Sentido de giro de 180 graus em uma defesa tronco-cônica



Fonte: Adaptado pelo autor (2022).

3.2 PROCESSO CONTÍNUO PARA SE MANTER O SISTEMA DE DEFENSAS EM PERFEITO ESTADO DE CONSERVAÇÃO

A gestão da manutenção deve incorporar sistemas e procedimentos que detectem eficazmente a deterioração dos danos nas defensas, facilitem a avaliação técnica e forneçam contramedidas adequadas. É preciso manter em arquivo físico ou digital o *layout* do cais com todas as defensas instaladas no paramento e nos dolphins e os desenhos das defensas, como também todas as inspeções de área onde deve conter uma matriz abrangente do escopo, prazo, frequência e métodos de verificações, diagnósticos e ações corretivas correspondentes, planejadas ou efetuadas de imediato. Manter também no almoxarifado do porto defensas novas ou mantidas em percentual de 20% do total de defensas instaladas no porto, prontas para serem substituídas em casos de avarias operacionais ou retirada de defensas para manutenção corretiva. Para o processo de manutenção de retirada e colocação de defensas pode ser utilizado guindaste de terra ou caminhão munck com patolamento com capacidade adequada ao peso do sistema painel/elastômero/acessórios. Sugerimos utilizar uma plataforma (Figura 22) que é presa nos cabeços para permitir a descida segura dos trabalhadores de manutenção.

Figura 97 – Porto do Pecém





Fonte: Facebook (2021).

Figura 98 – Defesa devidamente mantida



Fonte: Do autor (2021).

Quadro 3 – Itens de inspeção e manutenção preventiva/corretiva

Itens de Verificação		Causa/Solução
Painel Metálico		
A.	Partes arranhadas.	Lixar e pintar novamente.
B.	Partes amassadas.	Caso haja dano no painel deverá ser feito o reparo necessário.
C.	Olhais de fixação das correntes sem pintura.	Lixar e refazer pintura.
D.	Formação de sujeira, carepas e cracas.	Efetuar limpeza manual e com jatos de água quente e pintura caso seja necessário.
Elemento Elástico da Defesa		
A.	Deformação radial do elemento.	Verificar a tensão das correntes de sustentação do painel.
B.	Formação de sujeira no elemento.	Efetuar limpeza.
C.	Partes metálicas expostas na borracha.	Tratar e pintar as partes expostas.
D.	Deformação permanente no corpo do elemento.	Perda de características físicas do elemento elástico. O elemento deverá ser substituído, após análise crítica da manutenção.

Placas de PE - UHMW		
A.	Placas com trincas.	Efetuar a troca o mais breve possível.
B.	Placas quebradas.	Efetuar troca imediatamente, pois poderá afetar as outras placas.
C.	Placas soltas.	Verificar a fixação e aperto dos parafusos.
D.	Placas esbranquiçadas.	Placas ressecadas, providenciar troca.
Acessórios		
A.	Formação de pontos de oxidação.	Jatear e pintar com tinta de galvanização a frio.
B.	Trincas e desgaste.	Trocar partes que estiverem danificadas.
C.	Tensão das correntes.	Tensionar as correntes para evitar danos na defesa. Verificar situação de funcionamento dos esticadores.
D.	Aperto dos parafusos e porcas de fixação da defesa.	A falta de aperto dos parafusos poderá ocasionar danos a defesa.
E.	Aperto dos parafusos de fixação das placas de PE-UHMW.	A falta de aperto fará com que as placas se desprendam e/ou quebrem.

Fonte: Andino LTDA.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Portos que adotaram um gerenciamento com defensas sobressalentes em número adequado ao total de instaladas e um sistema de manutenção periódica e sistêmica para suas defensas portuárias, tiveram menos paralisações operacionais por falta de defensas adequadas, e com isto sempre estão aptos a receber navios sem colocar em risco o paramento do cais/dolphins ou as embarcações quando da atracação ou sua permanência operacional.

5 CONCLUSÃO

Devido à exposição constante a condições adversas, as defensas portuárias devem ser mantidas e gerenciadas de maneira planejada e apropriada para sustentar a vida útil projetada. Um sistema de defensas devidamente mantido à luz de um gerenciamento adequado permite uma operação plena do porto sem paradas indesejáveis ou desatracações de navios durante suas operações de carregamento ou descarga, pois em certas situações manter navios atracados em defensas que não estão mais devidamente aptas a mantê-los afastados do cais em total segurança poderá dar prejuízos de grande monta ao navio e ao paramento do cais do porto.

REFERÊNCIAS

ANDINO LTDA. **Especificações técnicas de defensas**. Disponível em: www.andino.ind.br Acesso em: 15 out. 2024.



COASTAL DEVELOPMENT INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **Guidelines for the maintenance of rubber fender systems**. 2nd. ed. Tokyo: CDIT Library, 2019.

Disponível em:

https://www.cdit.or.jp/english/tech/Fender_Maintenance_Guideline.pdf Acesso em:
06 set. 2024.

IMPACTO DA MANUTENÇÃO OPORTUNA NA PRODUTIVIDADE DE TERMINAIS PORTUÁRIOS

Jesiel Rodrigues Custodio da Silva
Vale S/A

Luis Carlos Moreira Leira
Vale S/A

Mikaele de Oliveira Souza
Vale S/A

Daniel Soares da Silva Junior
PROGEN S/A

Resumo: O presente artigo relata como foi implementado o fluxo estratégico de manutenção oportuna no Complexo Portos Sul, que engloba os portos CPBS e TIG, situados nos municípios de Itaguaí/RJ e Mangaratiba/ RJ, respectivamente. O objetivo principal foi reduzir os impactos operacionais com falhas e restrições através da execução de manutenção oportuna em momentos de ociosidade no processo.

Palavras-chave: Manutenção Oportuna, Ociosidade, Terminal Portuário, KPI's – Indicadores chave de desempenho

IMPACT OF TIMELY MAINTENANCE ON THE PRODUCTIVITY OF PORT TERMINALS

Abstract: This article reports how the strategic flow of timely maintenance was implemented in the Portos Sul Complex, which encompasses the CPBS and TIG ports, located in the municipalities of Itaguaí/RJ and Mangaratiba/RJ, respectively. The main objective was to reduce the operational impacts of failures and restrictions through the execution of timely maintenance in moments of idleness in the process.

Keywords: Timely Maintenance, Idleness, Port Terminal, KPI's – Key performance indicators

1 INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, a eficiência operacional e a redução de custos são fundamentais para o sucesso das empresas, especialmente em setores industriais. Nesse contexto de busca por melhoria contínua, a gestão da manutenção desempenha um papel importante na garantia de operação contínua e segura, além de evitar interrupções não planejadas que podem resultar em prejuízos significativos. A manutenção pode ser classificada de diversas formas, incluindo manutenção preditiva (MPred), preventiva (MP), corretiva (MC) e oportuna (MO), cada uma com suas características e implicações.

A manutenção oportuna, em particular, se destaca como uma estratégia de intervenção que visa evitar a ocorrência de uma possível falha. Ao contrário da manutenção corretiva, que é realizada após a ocorrência de uma falha, a manutenção oportuna busca se utilizar de tempo ocioso de equipamentos ou processos para mitigar os impactos de falha durante a operação. Essa abordagem, embora possa implicar em custos iniciais, tende a reduzir significativamente o tempo de inatividade e os custos associados a reparos de emergência.

Neste sentido, a Vale S/A, que atualmente é a maior produtora de minério de ferro, pelotas e níquel do mundo, possui um sistema integrado entre minas, ferrovias e portos e procura otimizar toda a cadeia logística a fim de reduzir custos e gerar valor na produção e exportação de suas commodities. Levando em consideração as operações portuárias da Vale S/A no estado do Rio de Janeiro, onde se encontra o Complexo Portuário Sul, que engloba os portos Terminal Ilha Guaíba (TIG) e a Companhia Portuária Baía de Sepetiba (CPBS), cuja capacidade de embarque anual é de aproximadamente 75 milhões de toneladas de minério de ferro representa uma importante saída para o minério de ferro e pelotas produzidos em Minas Gerais, além de ser responsável por, cerca de 34% de todo o granel sólido movimentado no estado do Rio de Janeiro. Contudo, bem como em diversos setores industriais, uma das principais perdas que ocorrem nos Portos Sul é a ocorrência de manutenções corretivas (MC) – quando um processo é paralisado por falhas em equipamentos. Somente no ano de 2023 ocorreu um somatório de 3096h de MC, uma média de 258h por mês. Ao passo que, no mesmo ano foi registrado um somatório de, aproximadamente 6000h de ociosidade. Mediante este problema e diante do cenário apresentado, fica evidente que é possível elaborar uma estratégia de aproveitamento de capacidade ociosa para execução de manutenção oportuna (MO). Desta forma, por meio deste trabalho objetiva-se analisar o impacto da implementação de um fluxo de manutenção oportuna que integre a gestão da manutenção e a gestão da produção nas operações portuárias e sua eficácia na produtividade e confiabilidade em termos de custos, disponibilidade e segurança, sendo os processos de descarga e embarque do Complexo Portos Sul da Vale, o objeto de pesquisa investigado.

A presente pesquisa é definida como um estudo de caso, do tipo exploratória, com uma abordagem qualitativa

Ao fim,

Hipótese da conclusão

Prévia dos resultados

2 CONTEXTO

A gestão da manutenção é essencial para assegurar a eficiência e qualidade dos processos produtivos. Segundo a Norma Brasileira 5462 de 1994, a manutenção envolve a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de

supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”, podendo incluir modificações para este fim. Em outras palavras, a manutenção pode ser definida um conjunto de ações coordenadas para substituir, reparar, revisar ou modificar componentes de uma instalação, garantindo que ela opere com a disponibilidade e dentro de um tempo especificado.

A manutenção é vital para a continuidade dos processos produtivos e a preservação ambiental, exigindo confiabilidade, segurança e gestão de custos adequada. A confiabilidade, refere-se à probabilidade de um item funcionar corretamente ao longo de um período específico e em condições predefinidas. Para aprofundar a discussão sobre estratégias de manutenção, é fundamental compreender os conceitos de Defeito, Falha e Função, conforme estabelecidos pela NBR 5462. Esses conceitos formam a base para a implementação de práticas de manutenção eficazes. Sendo que:

- 2 Função é a combinação de fatores e requisitos necessários para que um item possa prover determinado serviço;
- 3 Defeito é qualquer desvio de uma característica original de um item aos seus requisitos.
- 4 Falha é quando há a paralisação da capacidade de um item desempenhar sua função causada por uma pane.

Realizamos um levantamento sobre os registros de ociosidade nos processos de embarque e descarga no Portos TIG e CPBS em 2023. Para a descarga, foi considerado o registro F233- Ociosidade Ferrovia, quando o sistema estava ocioso aguardando a chegada de trens, e para o embarque foi considerado os registros 0030 e Q030, aguardando formação de carga, que são ociosidades da linha de embarque por conta de pendências de cargas incompletas seja por quantidade ou qualidade de material, suficiente para carregamento dos navios. Foram desconsiderados da análise ociosidades com tempo inferior a 120min.

1	Data Hora Início	Data Hora Fim	Rota	Cód.	Descrição Evento	Equip.	Tempo evento (m)
Aloc. Lote	03/01/2023 21:25	04/01/2023 00:00	VVG3	ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	155
Aloc. Lote	04/01/2023 00:00	04/01/2023 09:47	VVG3	ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	587
Aloc. Lote	05/01/2023 00:00	05/01/2023 08:47	VVG3	ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	527
Aloc. Lote	06/01/2023 03:30	06/01/2023 07:16	VVG12	ERG2	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12	226
Aloc. Lote	06/01/2023 04:20	06/01/2023 08:26	VVG3	ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	246
Aloc. Lote	06/01/2023 12:00	06/01/2023 15:27	VVG3	ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	207
Aloc. Lote	13/01/2023 04:13	14/01/2023 00:00	VVG3	ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	1187
Aloc. Lote	14/01/2023 04:26	14/01/2023 07:33	VVG3	ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	187
Aloc. Lote	18/01/2023 04:45	18/01/2023 07:50	VVG3	ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	185
Aloc. Lote	19/01/2023 06:12	19/01/2023 09:39	VVG12	ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12	207
Aloc. Lote	23/01/2023 18:33	23/01/2023 23:52	VVG12	ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12	319
Aloc. Lote	24/12/2023 21:10	25/12/2023 00:00	VVG3	ERG2	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	170
Aloc. Lote	25/12/2023 00:00	25/12/2023 07:49	VVG12	ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12	229
Aloc. Lote	25/12/2023 10:38	25/12/2023 16:08	VVG12	ERG3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12	330
Aloc. Lote	26/12/2023 04:05	26/12/2023 06:29	VVG3	ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	144
Aloc. Lote	30/12/2023 00:40	30/12/2023 05:51	VVG12	ERG2	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12	311
Aloc. Lote	31/12/2023 15:34	31/12/2023 18:52	VVG3	ERG1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	198
Aloc. Lote	31/12/2023 21:00	01/01/2024 00:00	VVG12	ERG2	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG12	180
Aloc. Lote	31/12/2023 21:23	01/01/2024 00:00	VVG3	ERG2	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVG3	157

2	Data Hora Início	Data Hora Fim	Rota	Cód.	Descrição Evento	Equip.	Tempo evento (m)	
Pilha Ent	28/03/2023 00:00	28/03/2023 02:00	EPG3	CNG2	Q030	Qualidade - Ag. Formação De Carga	CNG2	120
Pilha Ent	31/05/2023 22:00	01/06/2023 00:00	EPG3	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	120
Pilha Ent	17/01/2023 00:00	17/01/2023 02:20	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	140
Pilha Ent	05/02/2023 15:55	05/02/2023 18:33	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	158
Pilha Ent	16/01/2023 21:20	17/01/2023 00:00	EPG1	CNG2	Q030	Qualidade - Ag. Formação De Carga	CNG2	160
Vacância	16/03/2023 18:00	16/03/2023 20:43	CNG2	N52	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNG2	163
Pilha Ent	30/04/2023 02:25	30/04/2023 05:28	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	183
Pilha Ent	05/02/2023 20:47	06/02/2023 00:00	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	193
Pilha Ent	19/03/2023 20:30	19/03/2023 00:00	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	210
Pilha Ent	12/04/2023 07:10	12/04/2023 10:43	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	213
Pilha Ent	19/03/2023 00:00	19/03/2023 03:40	EPG2	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	220
Pilha Ent	26/11/2023 14:02	26/11/2023 17:55	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	233
Vacância	09/05/2023 15:56	09/05/2023 00:00	CNG2	N52	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNG2	404
Pilha Ent	31/05/2023 22:00	01/06/2023 00:00	EPG3	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	120
Pilha Ent	01/06/2023 00:00	01/06/2023 06:19	EPG3	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	379
Pilha Ent	25/06/2023 19:12	25/06/2023 23:40	EPG3	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	268
Pilha Ent	05/09/2023 16:19	06/09/2023 00:00	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	467
Pilha Ent	06/09/2023 00:00	06/09/2023 10:50	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	650
Pilha Ent	12/10/2023 08:49	12/10/2023 14:00	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	311
Pilha Ent	22/11/2023 09:50	22/11/2023 16:10	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	390
Pilha Ent	26/11/2023 14:02	26/11/2023 17:55	EPG1	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	233
Pilha Ent	29/12/2023 03:03	29/12/2023 09:25	EPG3	CNG2	Q030	Operacional - Ag. Formação De Carga	CNG2	382

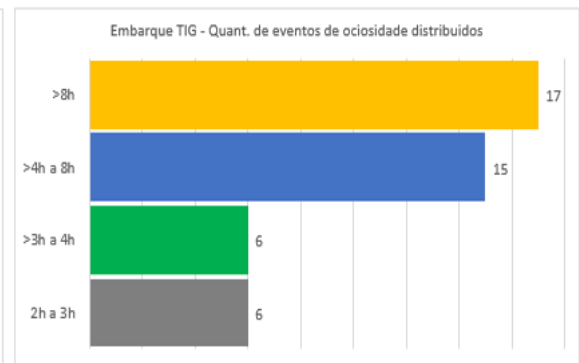
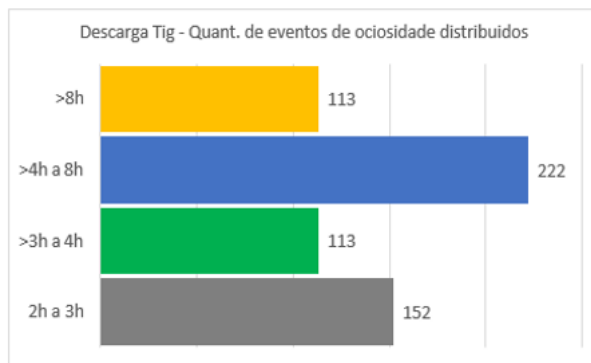
3	Data Hora Início	Data Hora Fim	Rota	Cód.	Descrição Evento	Equip.	Tempo evento (m)
Aloc. Lote	03/01/2023 20:07	04/01/2023 00:00	VVS1	ERS3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	233
Aloc. Lote	04/01/2023 00:00	04/01/2023 20:46	VVS1	ERS3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	1246
Aloc. Lote	19/01/2023 08:20	19/01/2023 11:23	VVS1	ERS3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	183
Aloc. Lote	19/01/2023 17:14	20/01/2023 00:00	VVS1	ERS3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	406
Aloc. Lote	20/01/2023 00:00	20/01/2023 07:06	VVS1	ERS3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	426
Aloc. Lote	20/01/2023 20:57	21/01/2023 00:00	VVS1	V51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	183
Aloc. Lote	21/01/2023 00:00	21/01/2023 03:55	VVS1	ERS1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	235
Aloc. Lote	21/01/2023 07:14	21/01/2023 12:01	VVS1	ERS1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	287
Aloc. Lote	22/01/2023 09:19	22/01/2023 20:27	VVS1	ERS1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	668
Vacância	23/01/2023 04:12	24/01/2023 00:00	VVS1	V51	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	1188
Aloc. Lote	26/01/2023 04:22	26/01/2023 09:38	VVS1	ERS1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	316
Aloc. Lote	26/01/2023 21:41	27/01/2023 00:00	VVS1	ERS1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	139
Aloc. Lote	27/01/2023 00:00	27/01/2023 06:30	VVS1	ERS1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	368
Aloc. Lote	23/12/2023 00:00	23/12/2023 12:00	VVS1	ERS3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	720
Aloc. Lote	24/12/2023 01:58	24/12/2023 04:35	VVS1	ERS3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	157
Aloc. Lote	24/12/2023 08:18	24/12/2023 10:24	VVS1	ERS3	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	126
Aloc. Lote	25/12/2023 07:15	25/12/2023 13:06	VVS1	ERS1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	351
Aloc. Lote	28/12/2023 07:21	28/12/2023 11:44	VVS1	ERS1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	263
Aloc. Lote	28/12/2023 20:55	29/12/2023 00:00	VVS1	ERS1	F233	Ferrovia - Ociosidade Ferrovia VVS1	185

4	Data Hora Início	Data Hora Fim	Rota	Cód.	Descrição Evento	Equip.	Tempo evento (m)	
	10/01/2023 13:00	10/01/2023 15:00	ERS3	CNS1	Q030	Qualidade - Ag. Formação De Carga	CNS1	120
	16/03/2023 20:11	16/03/2023 22:18	ERS1	CNS1	Q030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	127
	18/03/2023 13:01	18/03/2023 15:15	ERS1	CNS1	Q030	Operacional - Ag. Formação De Car	ERS1	134
	19/03/2023 00:00	19/03/2023 02:17	ERS3	CNS1	Q030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	137
	28/04/2023 19:00	28/04/2023 21:30	ERS1	CNS1	Q030	Qualidade - Ag. Formação De Car	CNS1	150
	28/05/2023 21:30	29/05/2023 00:00	CNS1	N52	Q030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	150
	27/12/2023 07:57	27/12/2023 10:30	ERS1	CNS1	Q030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	153
	01/12/2023 21:25	02/12/2023 00:00	CNS1	N51	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	155
	26/09/2023 00:00	26/09/2023 02:37	CNS1	N51	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	157
	19/03/2023 07:30	19/03/2023 10:10	ERS1	CNS1	Q030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	160
	01/12/2023 00:00	01/12/2023 00:00	CNS1	N51	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	1.440
	1/12/2023 04:15	11/12/2023 07:48	ERS3	CNS1	Q030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	213
	3/12/2023 18:19	14/12/2023 00:00	CNS1	N51	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	341
	4/12/2023 00:00	15/12/2023 00:00	CNS1	N51	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	1440
	5/12/2023 00:00	16/12/2023 00:00	CNS1	N51	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	1440
	6/12/2023 00:00	17/12/2023 00:00	CNS1	N51	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	1440
	7/12/2023 00:00	17/12/2023 09:24	CNS1	N51	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	564
	01/12/2023 15:23	21/12/2023 00:00	CNS1	N51	V030	Vacância - Ag. Formação De Carga	CNS1	517
	6/12/2023 01:30	26/12/2023 08:08	ERS1	CNS1	Q030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	398
	7/12/2023 07:57	27/12/2023 10:30	ERS1	CNS1	Q030	Operacional - Ag. Formação De Car	CNS1	153

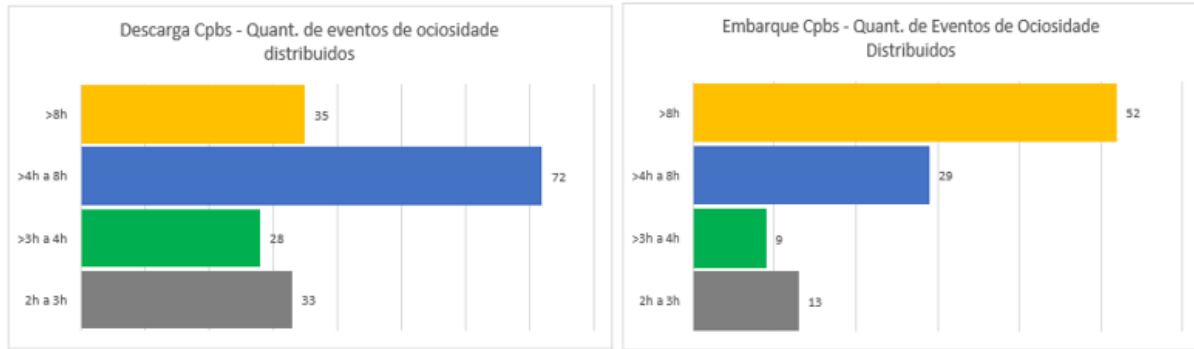
A esquerda 1 e 2 respectivamente dados da descarga e embarque do TIG, e 3 e 4, descarga e embarque da CPBS.

Organizando as ociosidades em intervalos de horas e eventos obtemos a seguinte representação.

- TIG/Descarga: Ao todo 600 eventos registrados somando 3.531h de ociosidade.
- TIG/Embarque: Ao todo 44 eventos registrados somando 337h de ociosidade.



- CPBS/Descarga: Ao todo 168 eventos registrados somando cerca de 1.000h de ociosidade.
- CPBS/Embarque: Ao todo 103 eventos registrados somando cerca de 1055h de ociosidade.



3 INTERVENÇÃO

3.1 A CRIAÇÃO DO FLUXO DE MANUTENÇÃO OPORTUNA EM PORTOS SUL

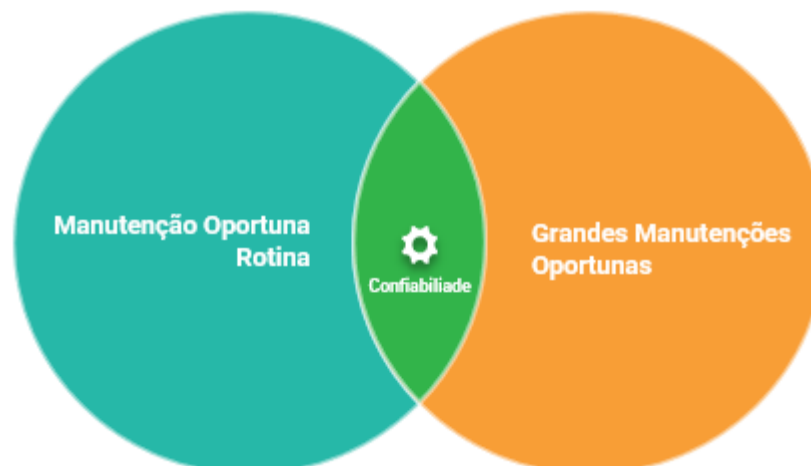
Com objetivo de estruturar as demandas, papéis e responsabilidades e timing adequado relacionado as possíveis intervenções em manutenção oportuna, realizamos um estudo e desenho de processo, resultando em um fluxo padronizado.

O desenvolvimento do processo, foi norteado por algumas premissas tais como:

- Reuniões de alinhamento com as equipes de Manutenção e PCM
 - Pesquisas relacionadas a procedimentos e rotinas similares aplicadas em outros portos na Vale.
1. Breve análise/observação sobre tempos e movimentos para a preparação, entrada das equipes nas intervenções e liberação dos equipamentos, sob a ótica de determinação do tempo mínimo a ser aproveitado em ociosidades sem gerar impactos.
 - Recursos possíveis (efetivo/equipamentos) a serem aplicados, considerando a concorrência com as manutenções preventivas em andamento.
 - Direcionamento da carteira, ou seja, quais objetivos ou indicadores estariam atrelados a composição da lista de demandas a serem executadas.
 - Análise sobre a condição de materiais, sob a ótica de custos e atendimento de armazém.

3.2 AS MODALIDADES DE MANUTENÇÃO OPORTUNA

Classificamos nosso processo de manutenção de oportuna em Portos Sul em duas dimensões:



2.2 A MANUTENÇÃO OPORTUNA DE ROTINA

Nesta modalidade, executamos intervenções com formato bem específico em janelas de ociosidade bem controladas. São demandas menores, executadas rotineiramente, por serem mais facilmente alocadas nas janelas de ociosidade limitadas que ocorrem nos turnos.

3.4 PAPEIS E RESPONSABILIDADES

As seguintes atribuições foram desenhadas para o cumprimento da interface de áreas envolvidas no fluxo de manutenção oportuna de rotina.



2.3 OS INTERVALOS DE OPORTUNIDADE E O DIMENSIONAMENTO DA CARTEIRA DE ATIVIDADES

Representamos os seguintes pontos que fazem parte de toda a intervenção e que consomem parte da janela de oportunidade a ser aproveitada. A partir deles iremos ajustar nosso tempo mínimo a ser aproveitado para intervenções de manutenção oportuna.



De acordo com imagem acima, com exceção da etapa de preparação, que deve ocorrer previamente ao início da janela de oportunidade disponibilizada, os demais pontos irão consumir pelo menos 1,5h do tempo disponível para a intervenção. Logo, adicionaremos abaixo com alguns fatores determinantes para o dimensionamento.

- Turnos de 12h, e considerando o fator de produtividade praticado pelo PCM, aproveitamento de pelo menos 9,6h de HH. Para a equipe ADM disponível, aproveitamento de pelo menos 6,4h de HH
- Equipes de turno dedicadas nos processos de Descarga, Pátio e Embarque, considerando um efetivo mínimo para atendimento de Manutenções corretivas de forma prioritária e, manutenção oportuna em intervalos. Efetivo completo considerando os dias que não temos manutenções preventivas nos Portos.
- Realizamos uma observação e análise sobre o comportamento das ociosidades nos portos. O processo de descarga apresenta maior índice de ociosidades. Foram observadas ociosidades de 4h, 8h, 12h, e até casos de 24h sem descarga. Como o cenário do porto é bastante dinâmico, para uma carteira de atividades de rotina, optamos por trabalhar com uma média de janela de ociosidades de até 08h. Esse valor também foi considerado para os processos de pátio e embarque, ainda que tenham apresentado menos ociosidades.

Com base nessas premissas, definimos nosso set point para uma lista de atividades de até 6,4h de duração. A seguir, temos duas simulações que representam este dimensionamento.

Cenário 1: Ociosidade de 08h no processo da Descarga (Virador de Vagões).

Para uma ociosidade de 08h, será possível executar demandas de até 6,4h, conforme representado no Gantt abaixo.



Cenário 2: Ociosidade de 03h nos processos de Pátio ou Embarque.

Para uma ociosidade de 03h, será possível executar demandas de até 1,5h conforme representado no Gantt abaixo.



Em todos os casos, o desbloqueio e liberação do equipamento, prevê a desmobilização e 5S de forma predecessora, liberando o equipamento sem pendências.

Embora a métrica aplicada nos permita executar demandas de até 0,5h em janelas de oportunidade de 02h, existe um grande risco de atraso e impacto por ser uma janela muito curta. Com isso, para o perfil da carteira de oportunidade de rotina, definimos um limite inferior e superior para as ociosidades, sendo 3h o menor tempo de janela aproveitável, referindo se as demandas de até 1,5h de duração, e 08h de janela aproveitável, referindo se as demandas de até 6,4h de duração.

3.5 O PERFIL DA CARTEIRA DE MANUTENÇÃO OPORTUNA

Considerando o limite de 6,4h para manutenção de oportunidade de rotina, teremos as seguintes categorias de demandas compondo a carteira para a estratégia de manutenção:



As atividades da carteira referentes a segurança e meio ambiente, são atividades que precisam do equipamento parado, porém, são situações controladas, onde não se faz necessário uma parada emergencial da produção para sua execução imediata. Por outro lado, se a próxima parada de manutenção preventiva estiver muito distante, esta demanda pode entrar na carteira de manutenção oportuna a ser executada na primeira janela de ociosidade possível. As atividades voltadas a confiabilidade operacional, são as demandas levantadas por inspeção sensível, cujos defeitos observados estão bem evoluídos com forte tendência ao estado de falha e pane do equipamento. Se a manutenção preventiva estiver muito distante, essas demandas vão compor a carteira e precisam ser executadas na primeira janela de ociosidade possível, a fim de evitar as manutenções corretivas e paralisações operacionais.

Duas outras categorias de demandas estão presentes na carteira e são fundamentais para a estratégia de manutenção dos ativos. As ordens com aderência ao indicador AMC, que por sua vez é um indicador que mede a eficácia da manutenção condicional nas plantas. A manutenção condicional é baseada no monitoramento contínuo do estado dos equipamentos e na execução de intervenções de manutenção somente quando necessário. Este índice reflete a capacidade da planta em identificar e responder a condições anômalas antes que ocorram falhas, garantindo assim a continuidade operacional e a redução de custos com manutenções não planejadas. As ordens de manutenção têm como base a data de conclusão desejada pelo inspetor. A tolerância mínima é de 30 dias antes da data de conclusão desejada e a tolerância máxima é de 7 dias depois dessa data.

Detalhamento - AMC – Aderência à Manutenção Condicional



UTILIZAR O PRAZO DE 30 DIAS ATÉ A CONCLUSÃO DESEJADA + 7 DIAS POSTERIOR

É a relação entre as manutenções condicionais que foram executadas no prazo de 30 dias até a data de conclusão desejada + 7 dias em relação ao total de manutenções condicionais previstas no período

$$AMC = \frac{\sum \text{Notas previstas executadas no prazo}}{\sum \text{Notas previstas para o período}}$$

Prazo: Período 30 dias anteriores e 7 dias após a data de conclusão desejada

A referência para o previsto no período é a data de conclusão desejada

Notas previstas no mês	<ol style="list-style-type: none"> Somente notas do tipo YN (Solicitação de Manutenção); Desprezar notas REJE (Rejeitada) + MSEN (Nota Encerrada) Notas que tenham a conclusão desejada preenchida, previsto será a data de conclusão desejada; Para notas encerradas com conclusão desejada vazia, previsto será a data de abertura + 30 dias; Para notas em aberto com conclusão desejada vazia, o previsto será a data de abertura + 30 dias; Para as notas com OM vinculada, serão contabilizadas no indicadores as que possuem OMs com tipo de ordem YCM; Para as notas com status (MSEN+ORDA+REJE) e OM vinculada (YCM) com status LIB e CANG, serão contabilizadas no indicador somente na parcela de notas previstas no mês.
Notas previstas executadas no mês	<p>*Considerar itens previstos no período (Itens 1 a 7)</p> <ol style="list-style-type: none"> Status de sistema da nota igual a MSEN+ORDA; Período de encerramento da nota igual ao período previsto; Notas que tenham a conclusão desejada preenchida, considerar somente quando a data de conclusão desejada for maior que a data de abertura + 7 dias; Aderência dentro do período de contabilização; Para notas encerradas com conclusão desejada vazia, considerar somente quando a data de encerramento for maior que a data de abertura + 7 dias; Aderência dentro do período de contabilização; Será considerada a primeira data de encerramento da nota no log de ação

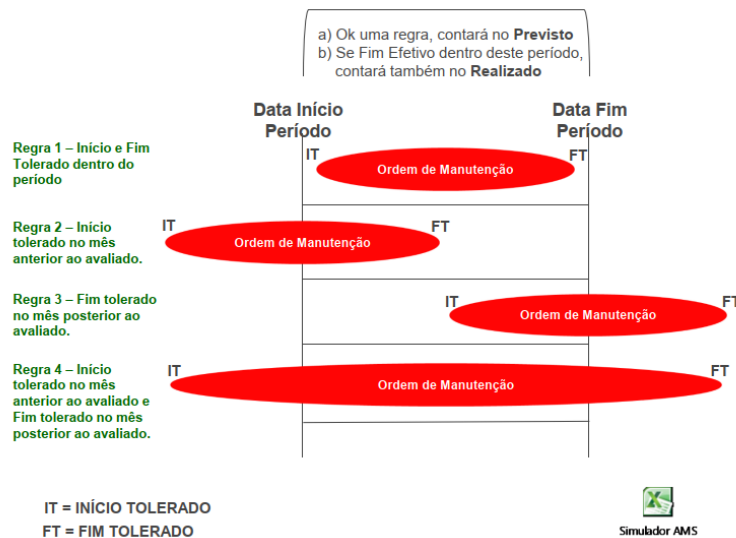


Aderência ao AMC - Representação do processo de ordens de manutenção condicionais

Um alto índice de AMC indica que a planta está madura em termos de manutenção sensível e preditiva, utilizando dados e análises para prever e prevenir falhas. Isso resulta em maior eficiência operacional e menor tempo de inatividade.

Completando o perfil da carteira temos as ordens com aderência ao indicador AMS, que por sua vez, avalia a aderência à manutenção sistemática, que envolve a execução de atividades de manutenção em intervalos regulares, independentemente do estado atual dos equipamentos. Este índice é crucial para assegurar que todas as partes do equipamento recebam a atenção necessária para prevenir falhas inesperadas, mantendo a confiabilidade e a disponibilidade dos ativos. As ordens de manutenção têm datas de tolerância mínima e máxima baseadas na data planejada da ordem, variando conforme o ciclo da ordem. Geralmente, utilizamos ordens de ciclo mensal na carteira de oportunidades, onde a tolerância mínima é de 15 dias antes da data planejada e a tolerância máxima é de 15 dias depois dessa data.

Condições de Avaliação do AMS



Aderência ao AMS - Representação do processo de ordens de manutenção Sistemática

Um alto índice de AMS demonstra que a planta segue rigorosamente os planos de manutenção preventiva, o que é essencial para a longevidade dos equipamentos e a minimização de paradas não programadas.

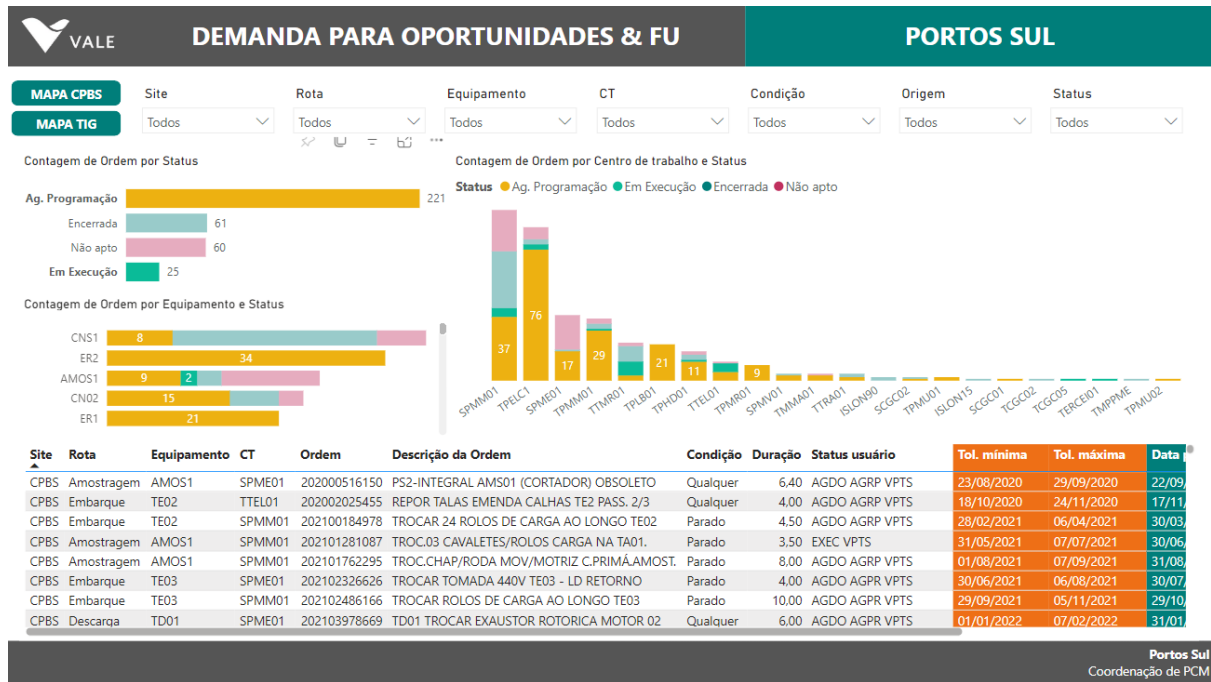
3.6 O PROCESSO DE CONSOLIDAÇÃO DA CARTEIRA DE ATIVIDADES

A montagem da carteira de oportunidades é um processo estratégico que visa otimizar a execução das atividades de manutenção, garantindo a eficiência e a continuidade operacional. Primeiramente, analisamos as ordens do AMS consultando o mapa de preventivas do mês para identificar quais equipamentos não têm uma preventiva prevista. Em seguida, verificamos quais ordens de atividades sistemáticas não terão sua data de tolerância máxima contemplada até a próxima preventiva do equipamento. Com base nessas informações, utilizando o SAP, identificamos as atividades que precisam ser realizadas em manutenções de oportunidade. Após a realização das preventivas, analisamos se alguma atividade sistemática não foi concluída e, caso positivo, essas atividades são adicionadas à carteira de oportunidades.

Para definir as atividades do AMC, participamos das reuniões de curto prazo (S+2 e S+1) junto ao programador de processo para averiguar quais atividades não poderão ser realizadas nas preventivas, geralmente devido à escassez de mão de obra. Com o auxílio dos inspetores, avaliamos se alguma atividade não pode esperar muito tempo e, se necessário, essas atividades são direcionadas para a carteira de oportunidades.

Além disso, qualquer solicitação especial relacionada a segurança, meio ambiente ou confiabilidade pode ser priorizada na carteira de oportunidades, mesmo que não estejam diretamente ligados ao AMS ou AMC. Através desse processo metódico, garantimos que todas as atividades críticas sejam abordadas de maneira eficiente, minimizando o tempo de inatividade e maximizando a confiabilidade dos

equipamentos. A carteira de oportunidades é, portanto, uma ferramenta essencial para a gestão proativa da manutenção.



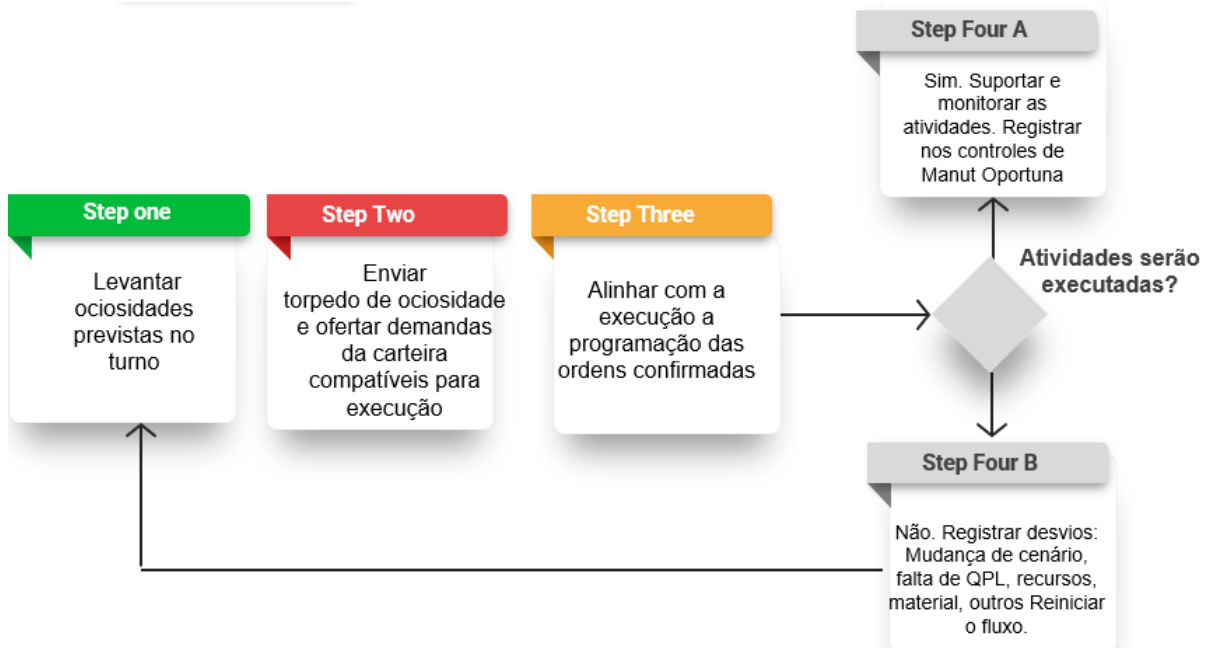
PCM – Dashboard para gestão da carteira, atividades selecionadas e executadas em manutenção oportuna

Site	Rota	Equipame	CT	Ordem	Descrição da Ordem	Condição	Duraçã	Status usuário	Tol. minii	Tol. máxi	Data planeja	Tipo de ord	Origem
CPBS	Embarque	TE01	SPME01	202403257703	MP ELET CASA ROTÓRICA 2 TE01	Parado	4.5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Embarque	TE01	SPME01	202403752707	MP ELET MOTOR M2 TE01	Parado	4.5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Outros	OFICINA	SPMV01	202403570002	MP CARRETIINHA TRP MAT/FERR PBSCAR05	Parado	1.5	AGDO VPTS	01/08/2024	29/08/2024	15/08/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Outros	OFICINA	SCGC02	202403570013	MP CARRETIINHA TRP MAT/FERR PBSCAR04	Parado	1.5	AGDO VPTS	01/08/2024	29/08/2024	15/08/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Outros	OFICINA	SPMV01	202404100950	MP CARRETIINHA TRP MAT/FERR PBSCAR06	Parado	1.5	AGDO VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Outros	OFICINA	SPME01	202404100955	MP CARRETIINHA TRP MAT/FERR PBSCAR07	Parado	1.5	AGDO VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Pátio 3	ERS3	TTEL01	202403753547	MP ELET SENSORES E LIMITES ERS3 TCD/TCE	Parado	1	EXEC ATES VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Pátio 3	TRS3	TTEL01	202403791361	MP ELC ACION. SUPERIOR SISTEMA FRENAGEM	Parado	2.5	EXEC VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Pátio 3	ERS3	TTEL01	202403800617	MP ELET CAIXAS DE JUNCAO DA ERS3 PÁTIO C	Parado	2.5	EXEC VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Pátio 3	TRS3	TIMR01	202403751375	MP ELET EXTRATOR DE SUICATA TRS3	Parado	4	EXEC VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
CPBS	Pátio 3	TRS3	TTEL01	202403655902	MP ELET SISTEMAS SEGURANCA PROTECAO TRS3	Parado	5.5	EXEC VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Descarga 1/2	VV1	TPLB01	202403726707	LBC PINOS FIXAÇÃO CIL G. VAGÃO GI VV1	Parado	1	AGDO AGPR VPTS	28/08/2024	27/09/2024	12/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Descarga 3	TC02C	TPELC1	202403321711	MP ELETRICA CONJUNTO CABECA MOVEL	Parado	3	AGDO AGPR VPTS	04/08/2024	03/09/2024	19/08/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Descarga 3	VV3	TPHD01	202403948031	MP MOTOBOMBA ANTIADERENTE	Parado	3	EXEC VPTS	03/09/2024	27/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Embarque	TC04A	TPLB01	202403790378	MP LUBRIFICACAO MANCAL TAMBOR	Parado	1.5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Embarque	CN02	TPHD01	202403790507	REVISÃO MENSAL UNID. HID. GARRA TRILHO LS	Parado	1.5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Embarque	CN02	TPHD01	202403790508	REVISÃO MENSAL UNID. HID. GARRA TRILHO LN	Parado	2	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Embarque	TC09B	TPHD01	202403790448	REVISÃO HID. MENSAL ACIONAMENTO 1	Parado	2.5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Embarque	TC09B	TPHD01	202403790449	REVISÃO HID. MENSAL ACIONAMENTO 2	Parado	2.5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Embarque	TC05A	TPHD01	202403789870	REVISÃO HID. MENSAL ACIONAMENTO 1	Parado	2.8	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Embarque	TC05A	TPHD01	202403789871	REVISÃO HID. MENSAL ACIONAMENTO 2	Parado	2.8	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Outros	OFICINA	TCGC05	202403689550	MP CARRET TRP MAT/FERR NOITE B PAC 01A03	Parado	1.5	EXEC VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Pátio 1	ER1	TPELC1	202403756115	MP EM ENCODERS ELEVACAO DO TRIPPER	Parado	1.5	AGDO AGPR VPTS	31/08/2024	30/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Pátio 1	ER1	TPLB01	202402617744	MP LUB IA TROCA ÓLEO ACOP TR LANÇA ER1	Parado	2.5	AGDO AGPR VPTS	06/08/2024	03/09/2024	20/08/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Pátio 1	ER1	TPELC1	202403945989	MP ANEIS COLETORES ER1	Parado	3	AGDO AGPR VPTS	01/09/2024	29/09/2024	15/09/2024	YPM	AMS de Setembro
TIG	Pátio 1	ER1	TPMM01	202404193969	TROCAR CHAPA/VEDACAO GUIA CL ER1	Parado	12.8	AGDO AGPR VPTS	15/09/2024	25/09/2024	20/09/2024	YPM	AMS de Setembro

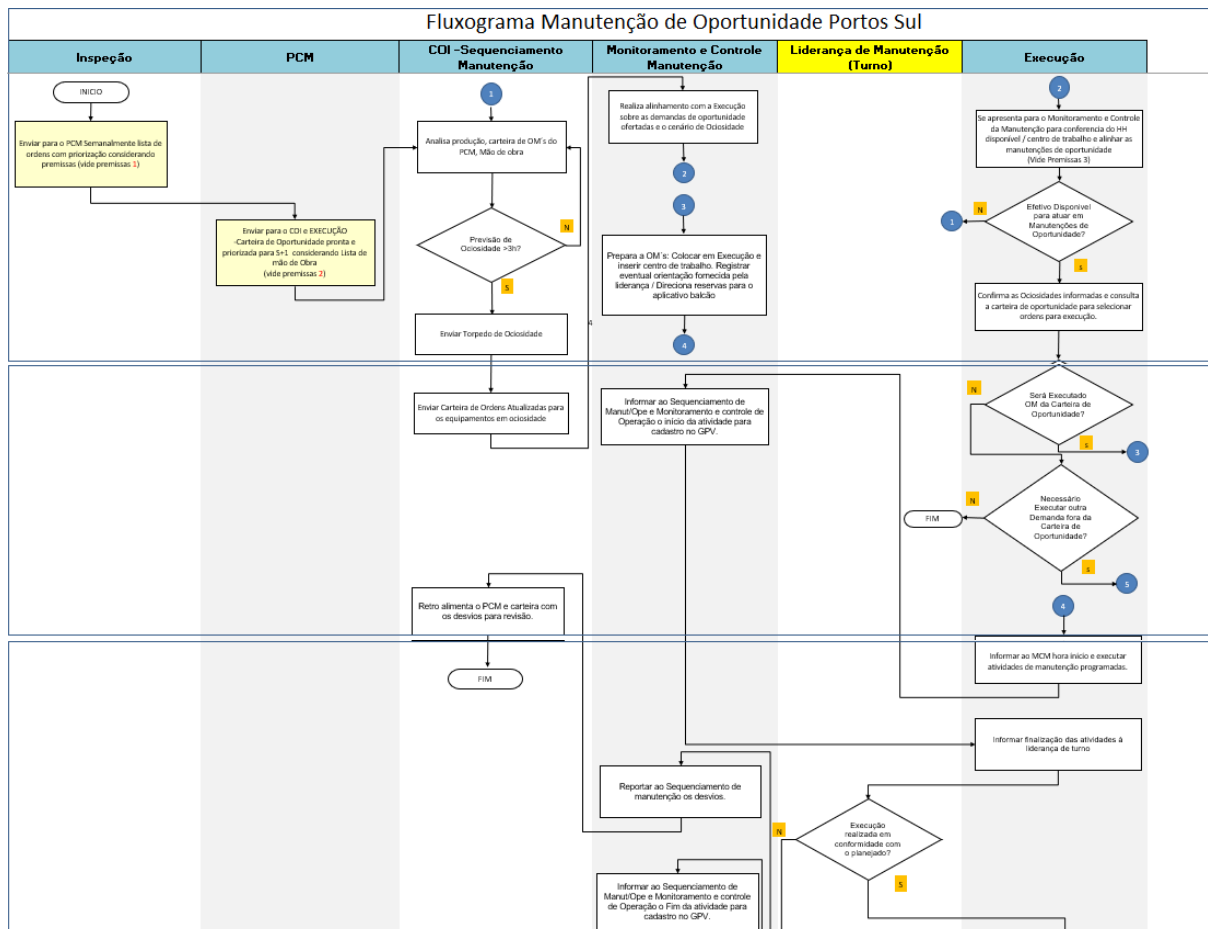
PCM – Carteira Semanal consolidada

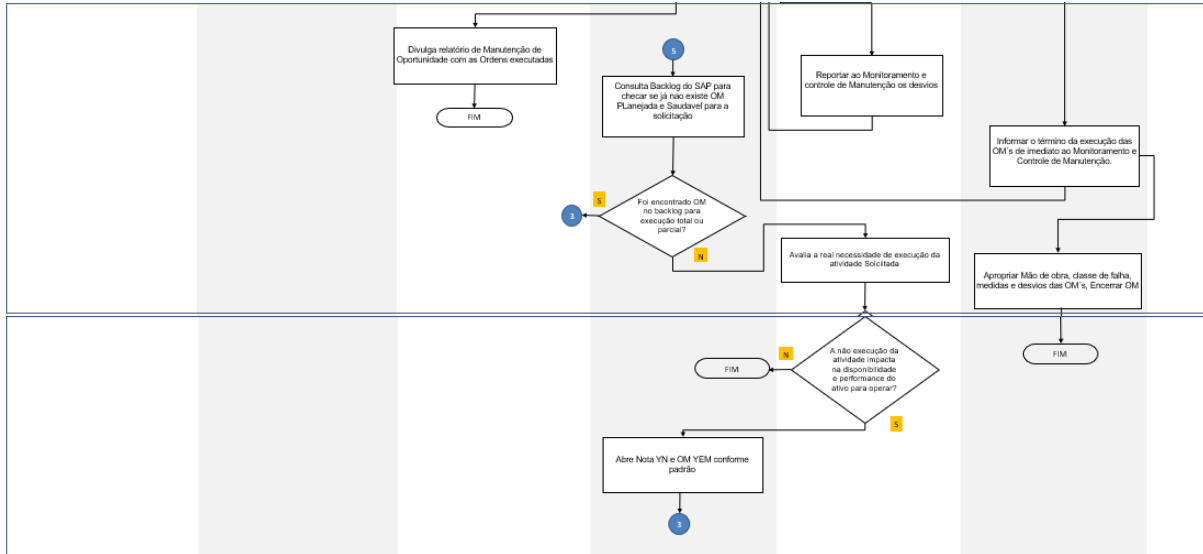
3.7 A PROGRAMAÇÃO DIÁRIA DAS MANUTENÇÕES OPORTUNAS DE ROTINA

Conforme citado no item 3.2 e desmembramento de papéis e responsabilidades descritos no item 3.2.1, teremos abaixo de forma simplificada o seguinte processo em todos os turnos conduzidos pela equipe do MCM.



Como produto, teremos então o fluxo completo e padronizado conforme ilustrado abaixo, presente em nosso procedimento operacional.





Fluxo de Manutenção Oportuna em Portos Sul - Rotina

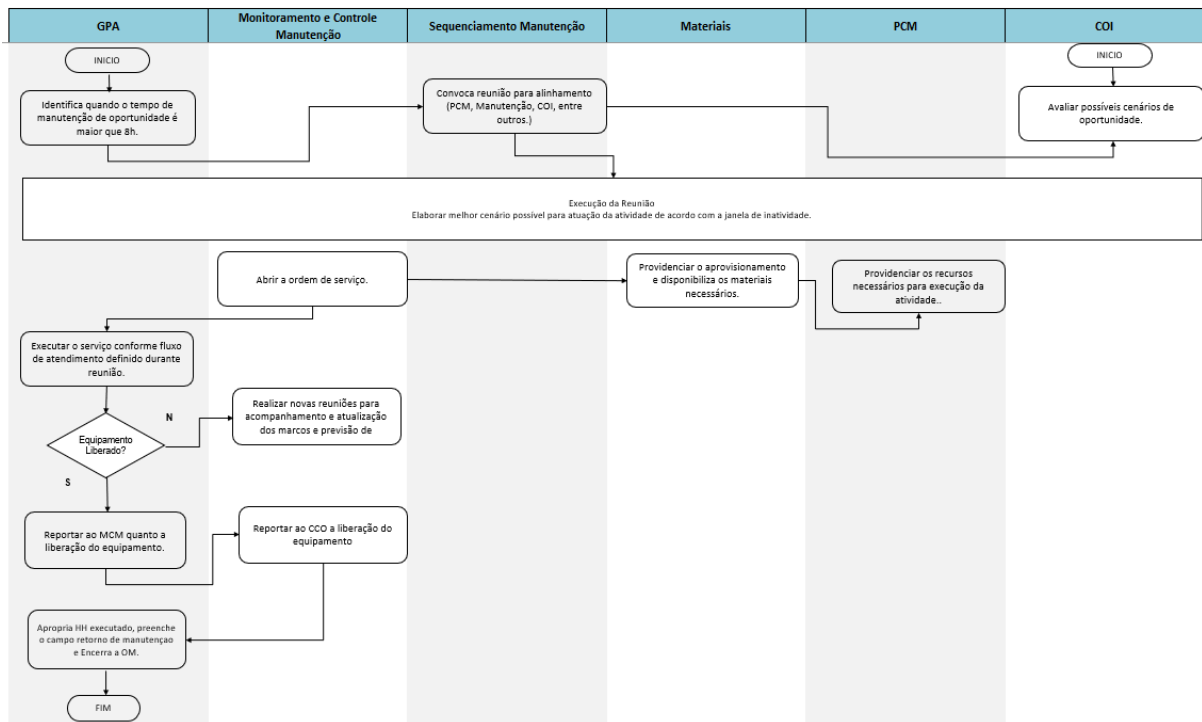
3.8 AS GRANDES MANUTENÇÕES OPORTUNAS

Nesta modalidade, o processo envolve a realização de intervenções mais complexas realizadas dentro de um período de ociosidade, que são previamente controladas. Essas manutenções exigem uma análise maior, e são realizadas esporadicamente.

3.8.1 O processo das grandes manutenções de oportunidade

As grandes manutenções de oportunidade referem-se a intervenções que ultrapassam 8 horas de atividade. Essas manutenções surgem de necessidades identificadas durante a operação. Diferentemente das manutenções de rotina, as grandes oportunidades não possuem um limite de tempo estabelecido, pois sua duração está diretamente ligada à complexidade da intervenção e ao cenário operacional. O foco é otimizar o período de inatividade da operação, garantindo que a ação seja realizada antes da retomada do processo operacional.

Fluxograma de Grandes Manutenções Oportunas



MCM - Fluxo de grandes manutenções de oportunidade

Abaixo, um exemplo de uma grande manutenção, realizada e alinhada no terminal da CPBS, estrategicamente para garantir uma melhoria do processo:

ERS3 tem capacidade nominal de 7000ton/h para empilhamento, ele oi restrito a taxa de 3500t/h, devido um rasgo longitudinal na TL03 (correia transportadora da lança) de aproximadamente 35m no lado esquerdo da borda para o centro. Dentro desse cenário, tínhamos uma perda de 1000ton/h em cada descarga. Impactando diretamente nos nossos números operacionais.

Empilhadeiras-Recuperadoras CPBS		
	ERS1	ERS3
Fabricante	Bardella	Bardella
Capacidade Nominal (empilha/recupera)	Emp.7.000 ton/h Rec. 4.500ton/h	Emp. 7.000 ton/h Rec. 4.500ton/h
Ano de fornecimento	2000	2000

A tabela acima fornece a capacidade da empilhadeira-recuperadora da CPBS, onde podemos observar a capacidade nominal dos ER's.

Considerando as perdas geradas, realizamos um fórum envolvendo o Centro de Operações Integradas (COI), o Centro de Controle Operacional (CCO), o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) e a equipe de Manutenção. Durante o fórum, foi levantado sobre o comportamento do equipamento e as perdas operacionais geradas pela restrição de capacidade.

Após essa análise, concluiu-se que a melhor estratégia seria a substituição completa da correia transportadora, uma vez que o rasgo identificava um risco

crescente para a continuidade operacional. Em seguida, foi realizamos uma avaliação das janelas operacionais disponíveis.

Com base na avaliação do cenário operacional como um todo, identificou-se um intervalo de 48h para realizar a atividade. Com essa medida, realizou-se a troca completa da correia da lança e a restrição de capacidade foi removida, retornando à operação ao seu pleno desempenho.



Grande Manutenção de Oportunidade - Representação do Gantt da troca da correia transportadora da TL03.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Realizamos uma análise dos lotes descarregados na ERS3 durante o período de restrição, e observamos que o tempo médio de descarga (TMD) foi de aproximadamente 3 horas e 39 minutos. Comparando com a mesma quantidade de lotes seguintes à substituição da correia, verificou-se uma melhora de 12 horas na operação, resultando em um ganho médio de 4 lotes, equivalente a 56.000 toneladas.

Com o trabalho realizado em conjunto pelo MCM, PCM e Execução foi feita uma análise entre os meses de junho e setembro de 2024 a fim de verificar se houve e qual foi o ganho obtido com o esforço colocado nas manutenções oportunas.

No total foram realizados mais de 3000 Homem-Hora (HH) nesse período, sendo mais de 1700 HH na CPBS e 1500 HH no TIG. Por mês foram realizadas tarefas que somaram 705,07 HH em junho, 1136,17 em julho, 967,4 em agosto e 446,33 em setembro. Sendo 1391,84Hh de ordens YPM e 1709,03 de ordens YCM.

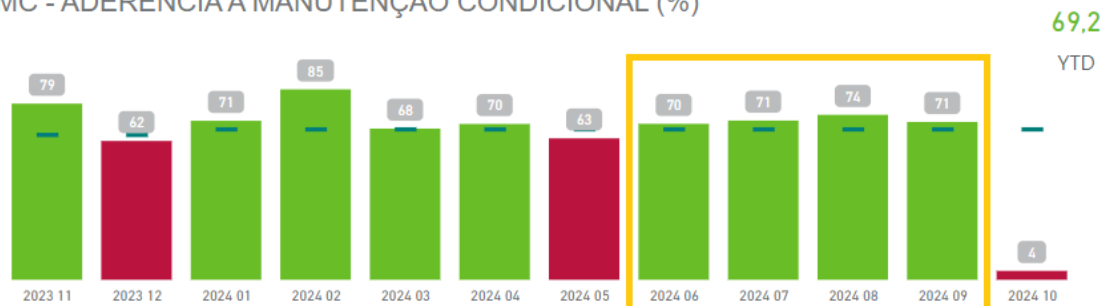
Abaixo as tabelas representando a esquerda o total de HH e a direita HH empenhado no tipo de ordens.

Rótulos de Linha	Soma de TRABALHO REAL	Rótulos de Linha	Soma de TRABALHO REAL
CPBS	1710,12	CPBS	1710,12
Junho	381,37	YCA	4
Julho	441,06	YCM	1292,76
Agosto	620,39	YCO	141,1
Setembro	267,3	YPM	272,26
MARITIMA	5,35	MARITIMA	5,35
Junho	3,84	YPM	5,35
Setembro	1,51	TIG	1539,5
TIG	1539,5	YCA	9
Junho	319,86	YCM	416,27
Julho	695,11	YPM	1114,23
Agosto	347,01	Total Geral	3254,97
Setembro	177,52		
Total Geral	3254,97		

Com a alocação de mão de obra nas atividades direcionadas para a carteira de oportunidade, tivemos um reflexo imediato nos índices de AMS, AMC e Backlog de Portos Sul. E que pode ser observado nos detalhes abaixo nos gráficos.

AMC - Portos Sul

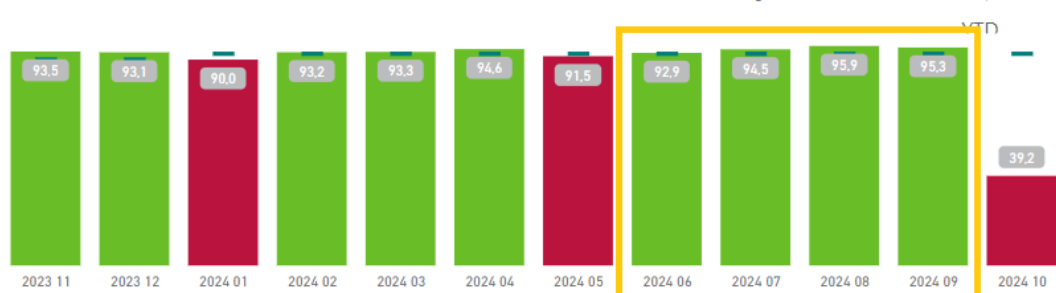
AMC - ADERÊNCIA A MANUTENÇÃO CONDICIONAL (%)



Resultados em destaque relacionados a execução das ordens do AMC

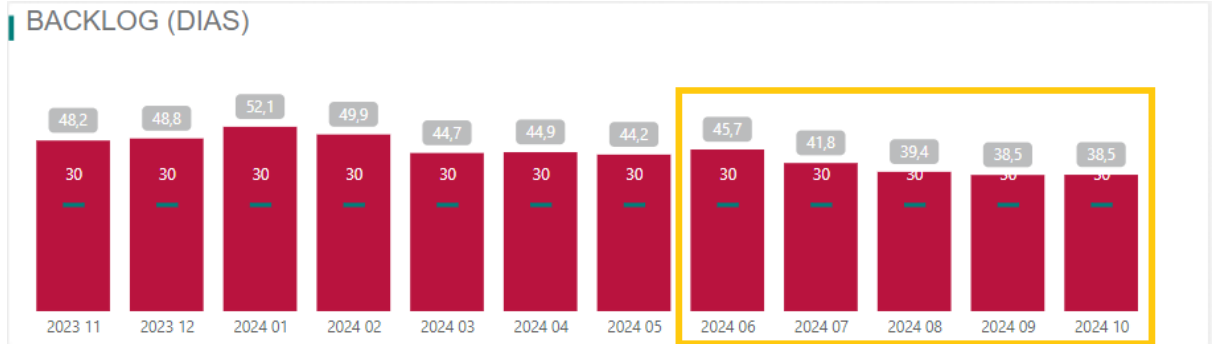
AMS - Portos Sul

AMS - ADERÊNCIA AO PLANO SISTEMÁTICO DE MANUTENÇÃO (%)

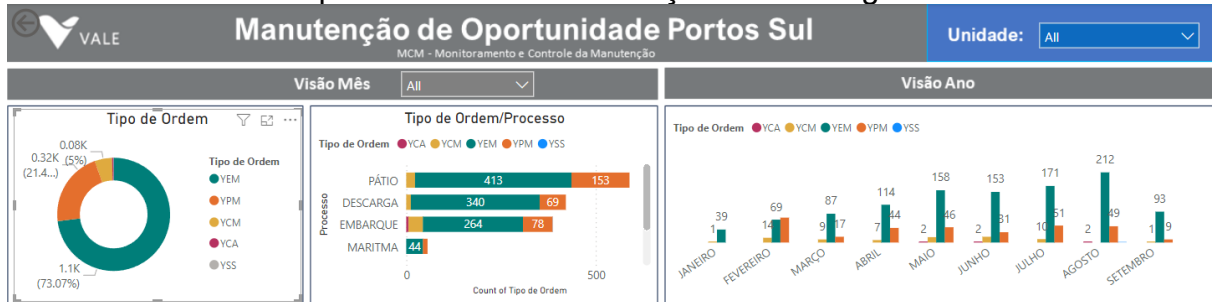


Resultados em destaque relacionados a execução das ordens do AMS

BACKLOG - Portos Sul



Resultados em destaque relacionados a evolução do backlog.



Dashboard de controle de Manutenções oportunas do MCM evidenciando a performance Mês, ano e categorias de OM's executadas.

5 CONCLUSÃO

Foi possível compreender, que uma gestão da manutenção eficiente que seja mais proativa do que reativa é necessária para a melhoria contínua dos processos industriais e capaz de aumentar sua produtividade através de redução de perdas com falhas de manutenção. A integração entre processos internos também é determinante para o sucesso de qualquer iniciativa, como no caso da Vale onde é necessário o trabalho cooperativo e sinérgico entre MCM, PCM e Execução de manutenção.

A análise do histórico de manutenção e dos indicadores de performance, como o TMD – Tempo Médio de Descarga denota o impacto significativo da manutenção oportuna como meio para resolução de problemas. Entretanto, também foi discutida a necessidade de se aproveitar de maneira mais estruturada as horas ociosas dos equipamentos para tratar qualitativamente as falhas baseado em acompanhamento e análise do perfil de perdas, além de executar ações direcionadas a partir dos modos de falha que geram maior impacto no processo a fim de evitar futuras falhas.

Certamente, ainda são necessários estudos mais detalhados sobre a aplicação e os efeitos da manutenção oportuna como uma ferramenta a ser incorporada na rotina de gestão de manutenção, considerando que um processo operacional sem manutenções preventivas e preditivas bem estabelecidas apresentará uma maior probabilidade de falhas durante o período de produção. Processos mais reativos, que realizam uma quantidade elevada de manutenção corretiva, tendem a ser mais onerosos. Uma possível contribuição futura é realizar uma análise mais aprofundada da amostra de manutenção executada por tipo de atividade, e não apenas pela quantidade de horas trabalhadas.

Assim, uma gestão de manutenção eficaz não só busca melhorar a disponibilidade dos equipamentos, mas também pode contribuir para a produtividade

geral das operações industriais. Nesse contexto, a manutenção oportuna pode ser uma abordagem complementar para evitar a ocorrência de falhas iminentes, que podem resultar em maiores perdas quando resolvidas apenas de forma corretiva. Adotando uma estratégia integrada que combine diferentes tipos de manutenção, as organizações podem se tornar mais competitivas em seus respectivos mercados.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 5462: **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Estatístico Aquaviário**. Disponível em: < <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/index.html#pt> >. Acesso em: 29 de setembro de 2024.

BELTRAME, Júlia Oliveira et al. **Análise da eficiência da manutenção através de indicadores chave de desempenho**, 2022. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2022/02/analise-da-eficiencia-da-manutencao-atraves-de-indicadores-chave-de-desempenho.pdf>>. Acesso em: 23 de setembro de 2024.

CUTRIM, Sergio Sampaio et al. Gestão de falhas na descarga de minérios no terminal marítimo de Ponta da Madeira. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v. 17, n. 34, p. 27-50, 2014.

MARSARO, Mônica Frank. **Modelos de manutenção baseados em oportunidade considerando inspeção imperfeita e múltiplos critérios**, Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), UFPE – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/35130>>. Acessado em: 19 de agosto de 2023.

ROBLES, Léo Tadeu et al. Eficiência Global da Operação Portuária: Estudo de Caso do Pier I do Porto de Tubarão em Vitória-ES Overall Port Efficiency: Port of Tubarão's Pier I in Vitoria (ES) Case Study. **Revista Organizações em Contexto**, São Bernardo do Campo, v.8, n.16, p.195-221, 2012.

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE REDUÇÃO DE UMIDADE EM PILHAS DE MINÉRIO DE FERRO NO PÁTIO DE ESTOCAGEM DO TERMINAL DA ILHA GUÍBA

Carlos Alberto de Oliveira Alvarenga
Vale S/A

Izabella Lopes

Renata Sousa

Vitor Tavares

Thaís Oliveira

Resumo: Diante da necessidade global e com o aumento exponencial da competitividade entre as organizações, as empresas estão buscando, cada vez mais, soluções e estratégias que impulsionem o desempenho das companhias, sem deixar de lado fatores cruciais para o crescimento da organização, como o bem-estar e a segurança dos colaboradores, por exemplo. Diante disso, novas tecnologias são adotadas com o objetivo de buscar agregar qualidade no produto, seja ele um commodities ou manufaturado, além de proporcionar operações mais eficientes, confiáveis, estabilizadas e com menos variabilidade. Dessa forma, colaborando para ambientes mais seguros para os funcionários e para os equipamentos. O sistema de redução de umidade nas pilhas de minério do pátio de estocagem, começou a ser implantado no primeiro semestre de 2023 e está de acordo com a narrativa cultural e modelo de gestão da empresa. No Terminal, que está localizado no Rio de Janeiro, o projeto visa reduzir o percentual dos níveis de umidade do minério estocado no Porto. A expectativa, com o uso da tecnologia, é que a companhia proporcione operações cada vez mais seguras, sustentáveis e produtivas.

Palavras-chaves: Segurança, Tecnologia, Produtividade, Mineração.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente Relato Técnico, tem por objetivo evidenciar que as empresas, independentemente do setor que atuam, estão cada vez mais priorizando gestões com foco em operações sustentáveis, que não agridam o meio ambiente e que não gerem nenhum impacto para a sociedade. Dessa forma, a companhia tem aderido a programas de qualidade na busca da melhoria contínua em suas operações, com o objetivo de manter-se cada vez mais competitiva, eliminando os desperdícios e reduzindo custos. No entanto, com respeito à sociedade em que atua e ao planeta.

A empresa citada no referido relato é um exemplo de que as organizações devem se reinventar, adotando modelos de gestão que possibilite fazer com que as companhias evoluam e prosperem, bem como contribuir no aumento da eficácia e eficiência em suas operações. Além disso, servir à sociedade e gerar prosperidade para todos, assim como atuar de forma responsável e adotar iniciativas capazes de reduzir cada vez mais os impactos ambientais em suas operações.

Embora esteja cercada de desafios, a companhia guia-se por sua narrativa cultural com o objetivo de tornar-se mais segura, confiável e competitiva, tendo como prioridade número um em suas tomadas de decisões, as pessoas. Dessa forma, tem como propósito existir para melhorar a vida e transformar o futuro junto com os colaboradores, diretos e indiretos. A companhia não abre mão de valores como: a vida em primeiro lugar, agir com integridade, valorizar quem faz a empresa, fazer acontecer e respeitar o planeta e as comunidades. Desse modo, alguns comportamentos-chave são essenciais no dia a dia, tais quais: obsessão por segurança e gestão de riscos, diálogo aberto e transparente, empoderamento com comprometimento, sentimento de dono, escuta ativa e engajamento com a sociedade. E, para nortear esse processo, algumas alavancas são fundamentais como agir com segurança, utilizar-se do modelo de gestão, pessoas como agentes de transformação, inovação e sustentabilidade.

A empresa adota um modelo de gestão que fortalece a cultura organizacional da companhia por meio do desenvolvimento das pessoas, padronização de melhores práticas, disciplina operacional e cumprimento da rotina com foco em resultados e implementação de políticas e práticas para viabilizar operações seguras e ambientalmente responsáveis, a fim de garantir a integridade e segurança das pessoas e dos ativos.

1.2 MODELO DE GESTÃO

O projeto aqui relatado está de acordo com o modelo de gestão da empresa, no qual, com foco em resultados, prevê a implementação de práticas para viabilizar operações seguras e ambientalmente responsáveis, além de garantir a integridade das pessoas, ativos e comunidade em que atua. Ele fortalece a cultura organizacional da companhia por meio do desenvolvimento dos colaboradores, da disciplina operacional e do cumprimento da rotina. É um modelo em constante evolução que se consolida e melhora continuamente na sua abordagem, em linha com a cultura do aprendizado coletivo.

1.3 ATIVIDADES DA EMPRESA

Com produção anual de milhões de toneladas, a empresa é considerada uma grande produtora mundial de minério de ferro e pelotas, matérias-primas essenciais para a fabricação de aço. E, para atender a demanda global desse commodities, a companhia está presente em diversos países.

Dezenas de equipamentos são usados no preparo das minas para as operações de lavra. Diariamente, escavadeiras e pás-carregadeiras retiram toneladas de minério de ferro de bancadas e carregam os caminhões fora-de-estrada, os blocos de minério são transportados para o britador onde são reduzidos em partículas menores. Depois de processado, o minério segue pelas correias transportadoras para ser estocado.

As pilhas de minério são movimentadas por máquinas recuperadoras ou pás carregadeiras que transportam o produto até os silos (reservatórios cilíndricos), de onde ele é descarregado nos vagões do trem de carga para serem transportados até o Terminal portuário. Após chegar no Porto, o trem é descarregado por meio de viradores, o equipamento tomba os vagões a 160 graus e descarrega o minério em silos, sendo na sequência levado aos pátios de estocagem do Terminal ou diretamente para os porões dos navios graneleiros.

Abaixo, na figura 1, é exibido os vagões dos trens de carga carregados com minério de ferro que são transportados até o Terminal.

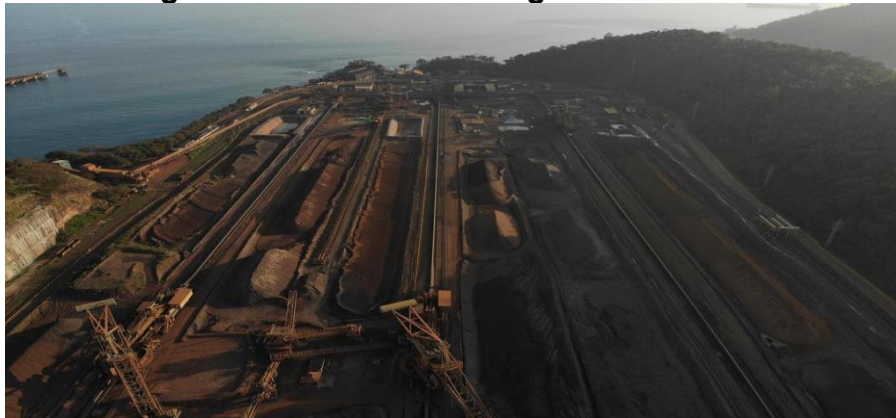
Figura 1 – Trem de carga carregado com minério de ferro



Fonte: Autores de relato técnico

Após chegar ao Terminal, os trens são descarregados por meio de viradores de vagões e o minério é direcionado para o Pátio de estocagem, conforme figura 2.

Figura 2 – Pátio de estocagem do Terminal



Fonte: Autores do relato técnico

No caso do minério que chegar no Terminal por meio dos trens de carga que não forem direcionados para o Pátio de estocagem, o produto pode ser direcionado diretamente para os porões dos navios graneleiros, como ilustrado na figura 3.

Figura 3 – Navio graneleiro carregado com minério de ferro



Fonte: Autores do relato técnico

Após estarem carregados, os navios seguem viagem. Dessa forma, se encerra esse ciclo que envolve desde a extração do minério nas minas até o carregamento dos navios no Terminal portuário.

No próximo tópico, veremos detalhadamente a operação das máquinas de pátio e qual a importância de cada tipo de operação para otimizar a cadeia produtiva.

2 CONTEXTO

A oportunidade de melhoria está em implantação no Pátio de estocagem de minério de ferro do Terminal da Ilha Guaíba (TIG), que é um polo da empresa VALE S/A e está localizado no município de Mangaratiba, Rio de Janeiro. O estoque de minério do Terminal é formado por meio de empilhadeiras recuperadoras, também conhecidas como *stacker reclaimer*, em inglês. Essas máquinas são equipamentos robustos, usados principalmente em setores industriais, como mineração, portos, usinas de energia e instalações de processamento de materiais a granel. Sua função principal é empilhar materiais a granel como minério, carvão, grãos, minerais e outros, em grandes pilhas organizadas e, posteriormente, retomar esses materiais de maneira eficiente.

2.1 EMPILHADEIRAS RECUPERADORAS (ER'S)

As Empilhadeiras Recuperadoras do terminal, são equipamentos de grande porte e, que trabalham movimentando minério com fluxos de produção que podem chegar a até 8.400 t/h. Esse fluxo indica que ela é capaz de empilhar ou recuperar, em pátios de estocagens, até 8.400 toneladas de material a granel por hora de operação. Esses equipamentos são capazes de funcionar 24 horas por dia, dependendo de sua disponibilidade física (tempo em que ele está disponível para operar), utilização física (tempo em que ele operou sem paradas na rota de destino) e da programação de produção definida para o período.

Cada equipamento, de até 40 metros de altura, é operado de forma automática por uma sala de operação, local onde é realizado todos os movimentos, controle e monitoramento da máquina. Abaixo, conforme figura 4, vemos uma das três ER's do Pátio de estocagem do referido Terminal.

Figura 4 – Empilhadeira e Recuperadora 2



Fonte: Autores do relato técnico

2.2 COMO É FEITA A ESTOCAGEM DO MATERIAL A GRANEL

Um pátio de estocagem, também conhecido como pátio de armazenamento, é uma área ampla e plana utilizada para armazenar temporariamente ou permanentemente diversos tipos de materiais, produtos ou equipamentos. Essa área é geralmente ao ar livre, mas também pode ser parcialmente coberta ou completamente coberta por estruturas como galpões ou armazéns.

A organização e o layout de um pátio de estocagem são planejados de forma a otimizar o espaço disponível e facilitar o acesso aos materiais quando necessário. Equipamentos como empilhadeiras, pás carregadeiras e empilhadeiras recuperadoras são frequentemente utilizados para movimentar e posicionar os materiais nas pilhas.

No terminal analisado, são estocados três tipos de materiais, sendo eles: LONS Lump Ore Non-Screened. Os minérios granulados apresentam uma granulometria entre 12,5mm e 200mm (Lump, Pebble e Pellet Ore); Sinter Feed – São minérios de granulometria inferior a 12,5mm, com percentual máximo de 50% dos grãos inferiores a 0,15mm. Desse modo, o tamanho médio varia entre 0,15mm e 4,0mm; Pellet Feed – São minérios que apresentam elevada percentagem com granulometria abaixo de 0,15mm, partículas finas, com granulometria abaixo de 0,15 mm. Além disso, para cada tipo de material, existe uma característica física e uma capacidade definida conforme documentação técnica do pátio.

Um fator que influencia diretamente na homogeneização do produto a ser estocado, é a forma como ele é empilhado, onde, destaca-se para o terminal analisado, o empilhamento Chevron.

O empilhamento Chevron oferece algumas vantagens para o terminal, tais como:

Estabilidade: proporciona maior estabilidade à pilha de materiais, reduzindo o risco de deslizamentos e colapsos.

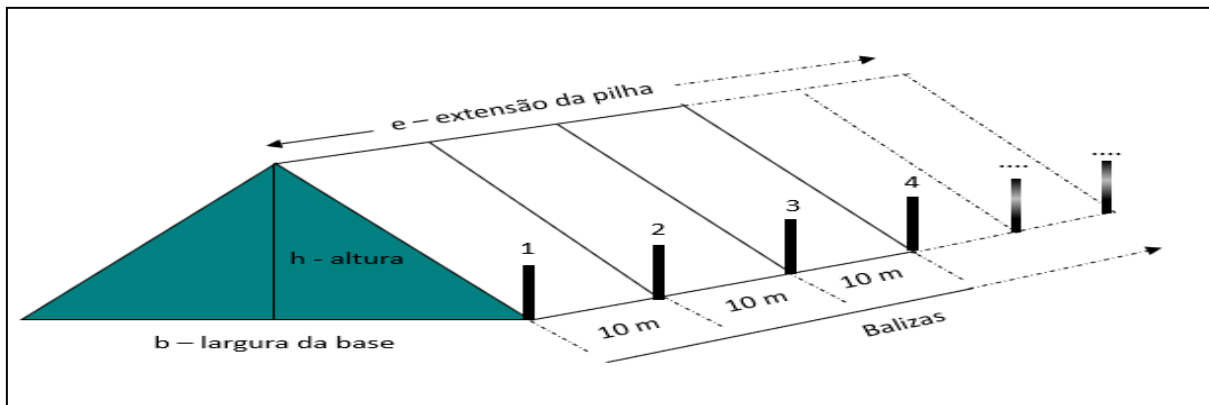
Ocupação eficiente do espaço: Esse padrão de empilhamento permite que mais material seja armazenado em um espaço menor, otimizando a capacidade de armazenamento do pátio.

Recuperação eficiente: facilita a recuperação dos materiais, pois cria passagens e canais entre as camadas inclinadas, permitindo que equipamentos de recuperação, como empilhadeiras recuperadoras, acessem o material com mais facilidade.

Redução de poeira e erosão: a forma inclinada das camadas minimiza a exposição do material a ventos e outros elementos, reduzindo a geração de poeira e a erosão.

Os minérios são empilhados segundo uma geometria triangular, com extensão variável. A largura da base da pilha varia conforme a geometria dos pátios e dimensão dos equipamentos. Já a altura da pilha, varia em função do ângulo de repouso de cada material, quanto maior o ângulo de repouso de um dado minério, maior será a altura da pilha. Dessa forma, tem-se uma seção de empilhamento específica para cada material. A Figura 5 exibe a geometria típica de empilhamento.

Figura 5 – Geometria típica de empilhamento dos minérios



Fonte: Autores do relato técnico

O principal ponto de atenção para a segurança operacional dos pátios é a estabilidade física das pilhas de produtos, pois rupturas indesejadas podem causar danos à saúde e segurança dos colaboradores, e aos equipamentos, prejudicando a eficiência operacional do terminal. O Pátio possui uma capacidade de estocagem de aproximadamente **1,305Mt**. Na tabela 1 abaixo, são apresentados os pátios e suas dimensões, que compõe toda a área para armazenamento de minério de ferro do Terminal.

Tabela 30 – Larguras dos Pátios do TIG

Dados	Alpha		Bravo	Charlie	Delta		Eco		Fox
	Início	Final	Variável	Constante	Início	Final	Início	Final	Constante
Largura (m)	41 - 40	34	36 - 33	34	27	35	27	34	34
Balizas	7 - 78	79 - 94	7 - 96	9 - 85	5 - 37	47 - 85	5-39	47-70	7 - 70
Extensão (m)	940		960	850	850		700		700

Fonte: Autores do relato técnico

Nessa disposição estratégica, 28 pilhas foram cuidadosamente projetadas, distribuindo-se com uma composição de 80% de material Sinter Feed, 15% de material Pellet Feed e 5% de Granulado.

2.2.1 Como é feito o empilhamento do material a granel

O empilhamento de material a granel é um processo industrial que envolve a disposição organizada de grandes quantidades de materiais a granel, como minério, carvão, grãos, minerais, minérios e outros tipos de substâncias não embaladas, geralmente em pilhas ao ar livre ou em armazéns específicos. Esse tipo de material é transportado e manipulado em massa, sem a necessidade de embalagens individuais.

O objetivo do empilhamento de material a granel é proporcionar uma forma eficiente de armazenamento temporário ou permanente desses materiais, permitindo sua fácil recuperação quando necessário.

O processo de empilhamento geralmente é realizado com o auxílio de equipamentos especializados, por exemplo, as empilhadeiras (parte da empilhadeira recuperadora mencionada no item 2.1), pás carregadeiras, correias transportadoras, transportadores de correia e outros dispositivos mecanizados. Esses equipamentos são capazes de construir pilhas ordenadas de material, garantindo uma distribuição uniforme e estável para evitar deslizamentos ou colapsos indesejados.

O empilhamento de material a granel oferece várias vantagens, como a otimização do espaço de armazenamento, a facilitação do carregamento eficiente em meios de transporte, a redução do tempo de espera para o manuseio dos materiais e a diminuição dos custos logísticos associados ao transporte e armazenamento de grandes volumes de material não embalado.

2.2.2 Como é feita a recuperação do material a granel

A recuperação de material a granel é uma etapa crítica nos setores industriais que lidam com grandes volumes de materiais a granel, como mineração, portos, siderurgia, usinas de energia e outras indústrias similares. Ela é realizada para atender à demanda de produção, distribuição ou consumo desses materiais.

No terminal mencionado, a recuperação é feita através das Recuperadoras (parte da empilhadeira recuperadora mencionada no item 2.1), onde o material é retomado pelas rodas com caçambas para correias transportadoras, onde percorre um percurso até chegar no carregador de navios, responsável pelo embarque do material nos porões dos navios com arqueação (capacidade) máxima de 340.000 toneladas.

A recuperação de material a granel é uma operação cuidadosamente planejada e executada, pois visa evitar perdas, minimizar o desperdício e garantir a continuidade do fornecimento para a cadeia produtiva. Quando feita de maneira eficiente, contribui para reduzir o tempo de espera e os custos logísticos, otimizando a produção e a distribuição de materiais a granel em diversas indústrias em todo o mundo.

Visando a eficiência operacional, o terminal trabalha com duas formas de recuperação:

Recuperação de Camadas Específicas: O equipamento é ajustado para recuperar camadas específicas do material a granel armazenado na pilha. Isso permite a recuperação seletiva de diferentes qualidades ou tipos de material conforme necessário.

Recuperação de Zona Específica: O equipamento é ajustado para recuperar materiais de uma zona específica da pilha, garantindo uma distribuição uniforme dos materiais ao longo do tempo e evitando a degradação excessiva de certas áreas da pilha.

Também é possível trabalhar com o que é chamado de “trem direto para bordo”, que é quando um virador de vagões é descarregado diretamente em cima de uma correia cujo destino é o embarque. Esse processo não utiliza uma recuperadora, uma vez que não é necessário realizar a estocagem do material. Apesar de ser mais produtivo, pois a performance consegue ser mais constante, depende de diversos fatores para que seja viável. Tais como:

Estoque saturado: Um estoque de material a granel saturado, também conhecido como estoque com teor de umidade máximo (TML) atingido, refere-se a uma situação em que os materiais a granel armazenados alcançaram ou excederam o nível máximo de umidade permitido para a sua condição de manuseio ideal. Nessa condição, o material contém a quantidade máxima de água ou umidade possível sem resultar em problemas de manuseio, transporte ou armazenamento.

Estoques cheios: Quando o pátio de estocagem atinge sua capacidade máxima.

Qualidade não embarcável: Ocorre quando o material recebido passa a ter necessidade de blend com outros produtos, através do empilhamento em pilhas de minério, para melhorar sua qualidade para posterior embarque.

3 INTERVENÇÃO

Com o objetivo de melhor atender a demanda de embarque de minério de ferro no Terminal da Ilha Guaíba, deu-se início a implantação do sistema de redução de umidade das pilhas, por meio do projeto das drenagens forçada e superficial no Pátio de estocagem. Ao todo o projeto será aplicado em oito pilhas, distribuídas da seguinte forma: duas pilhas no pátio Alpha, duas pilhas no pátio Bravo, duas pilhas no pátio Charlie, uma pilha no pátio Delta e uma pilha no pátio Echo, conforme figura 6 abaixo.

Figura 6 – Pilhas com drenagem forçada

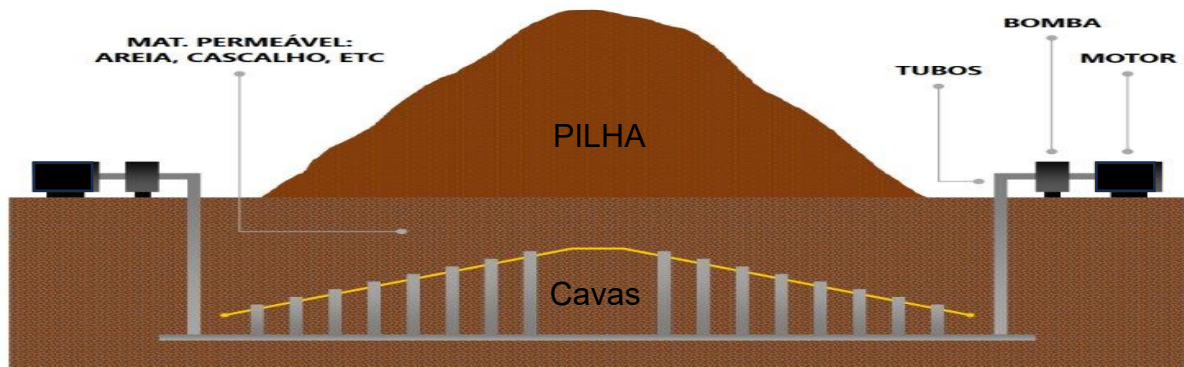


Fonte: Autores do relato técnico

Na drenagem forçada, o sistema é composto por bombas e tubulações, que realizam a sucção da água oriunda da umidade do minério após ser estocado em local específico, formando pilhas com volume de até 60.000 toneladas. Após a pilha ser formada e com o tempo de estadia naquele local, por gravidade, o excesso de umidade acumula-se nas cavas localizadas no subsolo do pátio, que compõe o projeto. No entanto, entre a base da pilha e a cava, existe duas camadas de material permeável que formam um filtro natural e, dessa forma, retira as impurezas da água

que será bombeada posteriormente, colaborando para a não obstrução das tubulações, por exemplo. Abaixo, na figura 7, segue ilustração do sistema.

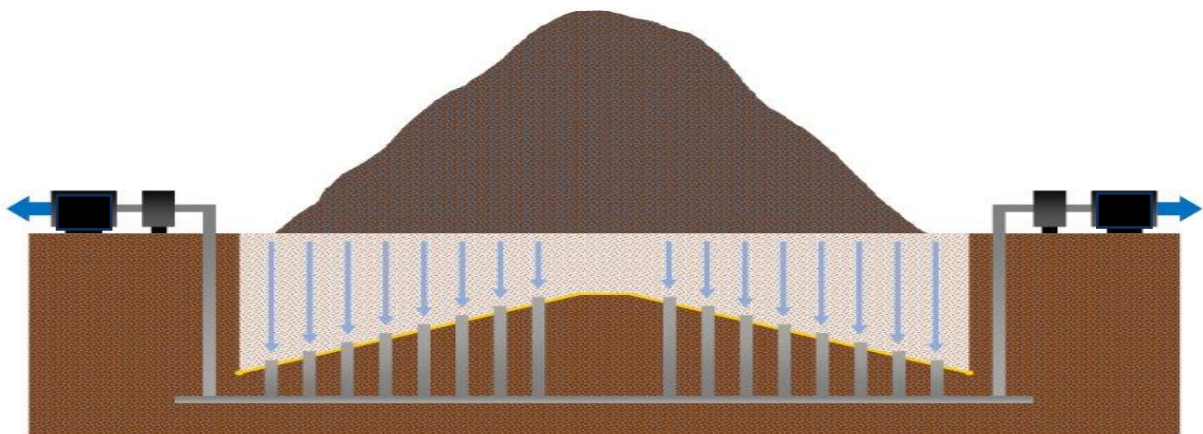
Figura 7 – Situação inicial do sistema



Fonte: Autores do relato técnico

Acima, na figura 7, foi apresentado o sistema inicial. Abaixo, na figura 8, segue ilustração após atuação do sistema. A imagem ilustra a água em toda região das cavas, que é oriunda da umidade drenada da pilha de minério.

Figura 8 – Situação após atuação do sistema



Fonte: Autores do relato técnico

E por meio do sistema de bombeamento, é realizada a drenagem das cavas. O efluente gerado da umidade retirada do minério é estocado em um sump, bacia própria para armazená-lo. Abaixo, conforme figura 8, segue imagem de uma das casas de bombas do sistema de drenagem forçada.

Figura 9 – Casa de bombas da drenagem forçada



Fonte: Autores do relato técnico

Conforme dito anteriormente, à umidade das pilhas de minério acumulam-se por gravidade nas cavas que foram escavadas no pátio. Conforme figura 10 abaixo, é possível observar o processo de escavação para a formação das cavas.

Figura 10 – Cava da drenagem forçada



Fonte: Autores do relato técnico

Após a escavação, é realizado a aplicação de mantas geomembranas, que são utilizadas como revestimento impermeabilizante em toda região escavada. Essa impermeabilização, garante que o efluente fique acumulado e possa ser removido por completo pelo sistema. Abaixo, na figura 11, segue evidência de uma das pilhas da drenagem forçada após aplicação de manta nas cavas.

Figura 11 – Aplicação de manta geomembrana para impermeabilização das cavas



Fonte: Autores do relato técnico

Após aplicação das mantas em toda região das cavas, é realizado a etapa de aplicar o material permeável, areia e minério “pobre”, para que o filtro natural seja construído acima das cavas. Abaixo, conforme figura 12, segue a etapa de depósito do material permeável por meio de uma empilhadeira, em uma das pilhas da drenagem forçada.

Figura 12 – Material permeável sendo aplicado nas cavas



Fonte: Autores do relato técnico

Após o material permeável ser depositado nas cavas, a próxima etapa é a de “espalhar” esse produto por toda a superfície da área, de modo uniforme. Concluído essa atividade, a base está preparada e liberada para que seja formada pilha de minério sobre ela, conforme figura 13.

Figura 13 – Base da drenagem forçada preparada



Fonte: Autores do relato técnico

Com a base liberada e pronta para formar as pilhas de minério, e com todo o sistema da drenagem forçada operacional, o efluente líquido gerado da drenagem é depositado em grandes reservatórios escavados, que também foram revestidos com mantas geomembranas. Alguns desses reservatórios possui capacidade para até 3.300m³ de volume que, posteriormente poderá ser reutilizado no processo operacional. Abaixo, na figura 14, segue um dos reservatórios construídos e que fazem parte do projeto.

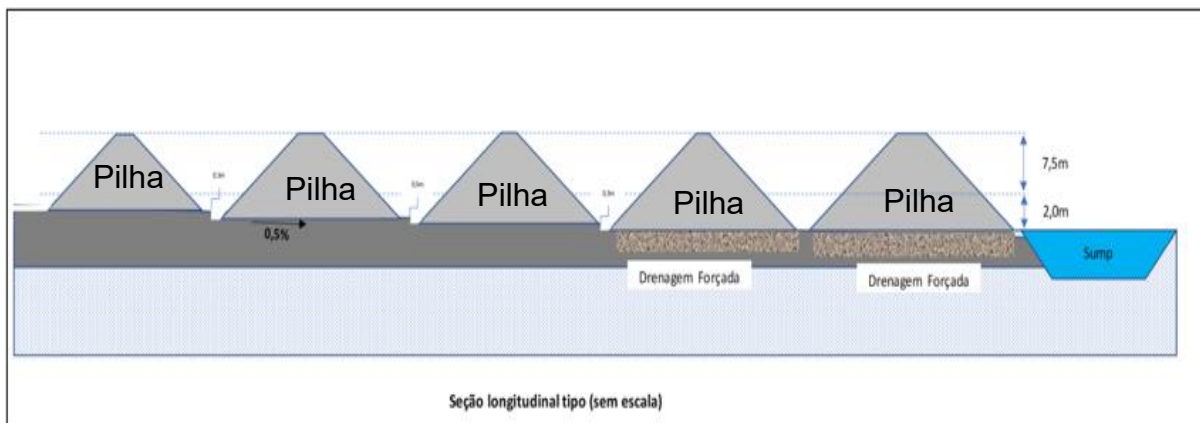
Figura 14 – Reservatório escavado



Fonte: Autores do relato técnico

Para concluir esse tópico e exemplificar o sistema, segue abaixo, conforme figura 15, imagem da seção longitudinal de um dos pátios que contém duas pilhas com o sistema de drenagem forçada.

Figura 15 – Seção longitudinal



Fonte: Autores do relato técnico

Com a implantação do projeto, o objetivo é melhorar a eficiência do processo e contribuir para que a empresa se torne cada vez mais competitiva perante os concorrentes.

4 RESULTADOS OBTIDOS

O projeto está em fase de implantação. Contudo, já foi possível obter algumas amostras de resultados colhidos no primeiro semestre do ano corrente, mais especificamente no início do período seco, que vai de abril a novembro. Abaixo, nas tabelas 2, 3 e 4, é possível observar os resultados dos testes preliminares, realizados nas primeiras pilhas concluídas pelo projeto.

Tabela 2 – Teste da drenagem forçada da pilha Bravo 70.90

TIG - TESTES SELECIONADOS DRENAGEM FORÇADA										
Código Pilha	Lotes (Prefixo/Produto)	Data/Hora 1º Lote Empilhado	Data/Hora Embarque	Tempo Residência (h)	Total Chuva (mm)	Volume Drenado (m³)	H2O Herdada	H2O Embarcada	Redução H2O	Navio
2024-1001127	P2FG - N NFG0224/NFG0428/NFG0728	45364,7125	19/03/2024 11:00	137,90	0,00	1562,90	10,1	9,53	-0,57	FRONTIER SPIRIT
2024-1001391	NFG0262	02/04/2024 03:27	18/04/2024 13:50	394,38	0,00	214,1	10,04	9,1	-0,94	LADY DAWN
2024-1001983	NFG0310 / NFG0214 / NFG0117	07/05/2024 11:52	12/05/2024 15:00	5,09	0,00	3,9	9,22	8,41	-0,81	BERGE BLANC
2024-1002085	NFG0420 (SFTA)	12/05/2024 22:18	20/05/2024 19:50	189,53	0,00	4,4	9,25	8,46	-0,79	TRUE CARTIER
2024-1002085	NFG0420 (SFTA)	12/05/2024 22:18	21/05/2024 05:18	199,00	0,00	4,4	9,25	8,88	-0,37	TRUE CARTIER
2024-1001390	NFG0262	03/04/2024 03:27	25/04/2024 09:17	533,83	0,00	217,7	10,04	9,08	-0,96	ORE ZHOUSHAN
2024-02179	PFVG - NFG0438-1/NFG0158-1 PFSZ - NEG2140-2	45372,24306	26/04/2024 20:00	878,17	1,20	2632,40	9,83	9,22	-0,61	ORE SAO LUIS

Fonte: Autores do relato técnico

Tabela 3 – Teste da drenagem forçada da pilha Charlie 62.80

desmoronamento das pilhas, e garantia da segurança logística, bem como ganho de produção, visto o aumento da capacidade de estocagem durante o período chuvoso.

Além dos benefícios citados, toda a água oriunda do processo de drenagem e que será armazenada nos reservatórios, serão reutilizadas no processo operacional. Ela será destinada para limpeza industrial dos equipamentos portuários por meio de caminhões pipa, que também utilizarão para umectar as vias do Terminal. Essa iniciativa vai contribuir para a redução de água limpa do Porto e está de acordo com o Plano Diretor Ambiental, além de ser uma iniciativa sustentável.

REFERÊNCIAS

CUNHA e tal. **MANIFESTO: ESG Portuário**. EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO, 2022.

PROCEDIMENTO GERENCIAL DE SISTEMA – 005156. Disponível em: Intranet

INSTRUÇÕES BÁSICAS PARA LIBERAÇÃO DE ÁREA (RADAR) ENVOLVENDO ATIVIDADE/SERVIÇO NA ÁREA ALFANDEGADA (PORTO DO ITAQUI)

Wilton Rodrigues da Silva

Empresa Maranhense de Administração Portuária e Universidade Federal do Maranhão

Resumo: O mundo das operações portuárias envolve cenários que as empresas têm que tomarem decisões rápidas a fim de atender o carregamento/d Descarregamento das cargas, onde de qualquer maneira tem que atender a prancha do navio e eliminar custos e atrasos adicionais ao cliente final. Diante disso, por trás dessas cargas e ser um porto organizado, há um aparelhamento de estruturas, equipamentos especiais de caís e materiais que dependem de manutenções, seja na forma preventiva ou corretiva, além de novas implantações de melhoria nos processos já existentes. Por esta razão, o objetivo deste estudo é apresentar etapas da liberação de área (RADAR) dentro da zona primária, demonstrando o processo documental mínimo necessário para realizar as solicitações das manutenções, serviços ou atividades, tendo como ponto fundamental para maior controle e melhor gestão visando não impactar na operação ou logística. Desta forma, aumentar a probabilidade de sucesso no atendimento pleiteados pela a comunidade portuária, atendimentos de procedimentos e normas legais que abrangem os setores de segurança do trabalho, meio ambiente e operação. Portanto, nortear através do passo a passo os profissionais que dependem da realização dos seus serviços em porto alfandegado, sendo importante refletir sobre o processo de liberação de área (RADAR) como um ponto de partida para equilíbrio entre a manutenção x operação.

Palavras-chave: Liberação de área. Manutenção. Operação. Logística. RADAR.

1 INTRODUÇÃO

Este estudo tem por finalidade instruir sobre o processo de liberação de área (RADAR) na zona primária¹ do Porto Organizado (Porto do Itaqui), hoje administrado pela a Empresa Maranhense de Administração Portuária - EMAP. Disso, estas liberações são importantes devido a necessidade de execução das atividades ou serviços que visam a melhoria da infraestrutura portuária e instalação dos projetos, como da otimização das operações portuárias e processos logísticos, refletindo assim em maior ganho e resposta nos aparelhamentos dos clientes envolvidos com finalidade de não impactar nas mesmas.

O estudo de caso apresentará diretrizes, ferramentas e documentos necessários para as solicitações para execução dos serviços de projetos de expansão, manutenção cliente e manutenções da autoridade portuária, relacionados ao melhor aparelhamento dos usuários, além de contribuir para os clientes externos e internos.

2 CONTEXTO

2.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

É possível realizar atividade/serviço na infraestrutura portuária sem afetar diretamente/indiretamente a operação? Atualmente, no nosso país temos vários portos que dependem das manutenções e melhoria da infraestrutura para manter sua movimentação equilibrada, além da existência de equipes especializadas para conseguir concluir estas etapas que são intrínsecas, onde há muitas regras, documentos e procedimentos que as vezes acarretam na liberação dos serviços. Pois bem, observando o cenário do Brasil sabemos que muitas das vezes a falta de norteamento da cadeia sistêmica acaba refletindo na produtividade traslado de cargas específicas em grande volume, causando atrasos, substituições ou reparos pontuais durante o decorrer de suas operações, tendo mais retrabalhos devido ausência de conhecimento e/ou expertise em qual momento será feito a adequação ou adição de aparelhamento especial em determinados modais.

2.2 CONTEXTO

Na contemporaneidade, o uso do transporte marítimo ainda é o mais viável para o carregamento/descarregamento de várias toneladas de cargas, seja produtos/materiais ou equipamentos/insumos no âmbito internacional.

Conforme Cullinane et. al. (2005):

“A importância da infraestrutura logística para economias nacionais e para as empresas tem aumentado fortemente nos últimos anos”.

Em consonância com o estudo aqui desenvolvido, as atividades ou serviços são realizados em todos os modais empregados no transporte de cargas, sejam eles rodoviário, ferroviário, aeroviário, dutoviário ou aquaviário sempre precisam de arranjos durante os processos logísticos dentro do espaço geográfico.

¹ A zona primária consiste em toda área demarcada pela autoridade aduaneira local, que tem jurisdição sobre um ponto de entrada ou de saída de veículos, podendo ser um aeroporto, um porto [...] pela autoridade aduaneira para operações de carga e descarga de mercadorias, ou embarque e desembarque de passageiros, vindo ou indo ao exterior.

Conforme os dados da ANTAQ o Brasil apresenta uma costa navegável de 8,5 mil quilômetros em média, levantando uma certa atuação do setor portuário na movimentação que chegou em média a 1,303 bilhão de toneladas no ano passado, envolvendo tipos de cargas distintos, envolvendo clientes diversos e abrangendo a movimentação das mercadorias de exportação e importações, realizadas no ano de 2023 (ANTAQ, 2023).

Em referência ao processo de expansão para melhoria de aparelhamentos visando o recebimento de cargas em área portuária, alguns destes geralmente dependem de planejamento, elementos de engenharia, prospecções de cenários e outros precisam de adequação durante o passar dos anos, sendo sugerido o debate entre a interdisciplinaridade de áreas visando oportunidades de melhorias durante todo o processo em realizar tais serviços.

De acordo com Moura (2006), um ambiente competitivo [...] acaba exigindo uma operação logística na combinação de fatores físicos, humanos e organizacionais.

O Porto contém algumas práticas rotineiras, grupos e estrutura para promover essa integração entre as áreas visando atendimento dos clientes. Na EMAP, hoje o cenário modificou-se muito ao longo dos últimos 5 (cinco) anos devido a inserção de novos aparelhos mecanizados, ferrovias, novos berços, modernização de sistema elétrico, adequação de pátios, reformas, ampliações, adições de estruturas e outros.

2.3 OPORTUNIDADE DE MELHORIA IDENTIFICADA

Durante algumas destas atividades ou serviços, a EMAP vem modernizando algumas estruturas através do planejamento e análise frente à critérios específicos quem envolve o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – PDZ. Contudo, para o descarregamento ou carregamento de uma determinada carga, por trás envolve toda uma infraestrutura que é imprescindível para um atendimento eficiente dos processos operacionais, principalmente no que tange as manutenções e projetos de expansão a serem executados.

Visando não impactar as operações ou processos logísticos, houve a sistematização de um sistema eletrônico que são registradas as atividade/serviços na qual é gerado uma Liberação de Área (RADAR), com todas as informações inerentes a execução do projeto de expansão, tais como: Localidade; Tarefas; Data de Execução/Termino; Empresa Solicitante; Empresa Executante; Equipamentos; Materiais a serem utilizados, Solicitante; Ponto focal; Se haverá algum impacto operacional e outros detalhes quando couber. Além disso, o cliente solicitante tem que atender alguns critérios além do fornecimento dessas informações acima, como anexar em suas solicitações as validações da Análise Preliminar de Risco – APR, Análise Ambiental da Tarefa – AAT, Plano de *Rigging* para otimização dos recursos de cargas que excedam 10 toneladas, outros (se for o caso).

3 METODOLOGIA APLICADA

A metodologia utilizada tem uma abordagem descritiva e aplicada, conta com uma pesquisa bibliográfica e estudo de caso participativo, relacionado ao tema das liberações de área (RADAR) para melhorias da infraestrutura portuária, em específico a parte de escopo com a finalidade de demonstrar e instruir sobre a importância destes serviços para maior ganho de performance das operações no âmbito do setor portuário.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PORTO DO ITAQUI

O Porto do Itaqui tem sido um elemento chave na integração dos diversos setores da economia regional, reflexo também de sua multimodalidade e malha viária, que influencia diretamente no planejamento do uso e ocupação do solo em sua área de influência direta e indireta (Figura 01).

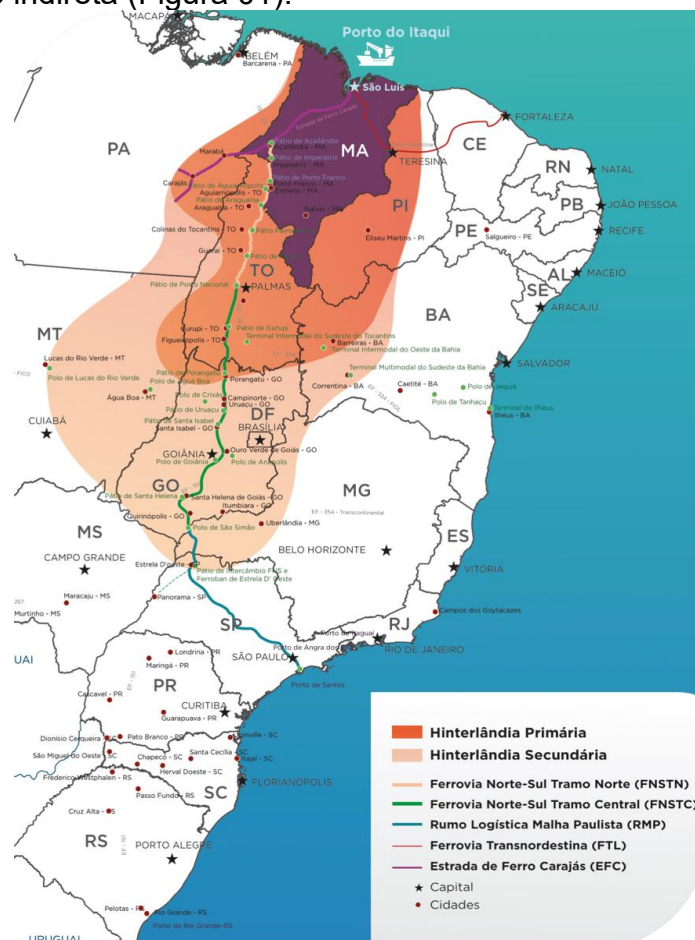


Figura 01 – Hinterlândia do Porto do Itaqui.
Fonte: Apresentação Institucional da EMAP, 2023.

De acordo com informações da Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ, o Porto do Itaqui faz parte do maior complexo portuário do Brasil em volume de carga movimentado, ocupa o terceiro lugar no ranking dos portos públicos, tanto na movimentação de granel líquido (combustíveis e químicos) quanto na movimentação de grãos (soja, milho e farelo de soja). Além de destacar-se como líder em exportação de grãos entre os portos do arco norte (portos acima do paralelo 16), com 32% do *market share* deste segmento, e conseqüentemente, também líder na importação dos fertilizantes utilizados para o preparo da terra para o grão.

O Porto do Itaqui conta com uma infraestrutura de acostagem de nove berços, sendo três deles dedicados à movimentação de granéis líquidos, dois dedicados à movimentação de granéis sólidos vegetais e três multipropósitos (Figura 02).



Figura 02 – Infraestrutura de acostagem do Porto do Itaquí.
Fonte: Imagem Aérea da EMAP adaptada, 2023.

O Porto do Itaquí possui ainda, uma robusta infraestrutura terrestre que conta com quatro sistemas mecanizados de operações de cais, capacidade estática de tancagem de 329.884 m³ e a capacidade dinâmica de movimentação de grãos é de 14 milhões de toneladas por ano, considerando os volumes movimentados pelo TEGRAM e pela VLI na área do Porto Organizado. Também conta com capacidade dinâmica de 900 mil toneladas de concentrado de cobre por ano, além de pátios e armazéns que são utilizados para movimentar as demais cargas como: celulose, fertilizante, manganês, trilho, dormente, clínquer, carga de projeto, contêiner, entre outras.

Em função do aumento na demanda de cargas, o Porto do Itaquí vem expandindo sua infraestrutura marítima e terrestre por meio de recursos próprios e parcerias público/privadas que diante do cenário nacional e em função dos desafios a serem superados os gestores e equipe técnica da EMAP, com intuito de garantir que o porto alcance seus objetivos de consolidar-se como o principal porto do Corredor Centro-Norte do país, garantindo excelência logística, competitividade, sustentabilidade e inovação, gerando valor para o Maranhão e toda a sociedade. Contudo, com objetivo de ser até 2022, a empresa referência em gestão portuária no Brasil gerenciamento do ciclo de vida do projeto e de acordo com cada grupo foram elaboradas e realizadas as tarefas necessárias a cada fase da implantação, como apresentado a seguir.

4.2 ANÁLISE DA INTERVENÇÃO PROPOSTA

Nesta fase, apresento o passo a passo de como ocorrem as liberações de área (RADAR) para iniciação das atividades oriundas dos projetos de expansão dentro da área primária, passando pela Portaria de Acesso Norte – PAN com seus recursos: materiais, equipamentos, colaboradores, documentos, contêineres e etc. A seguir, são apresentados partes das etapas que são executados para o bom atendimento e andamento do estudo de caso:

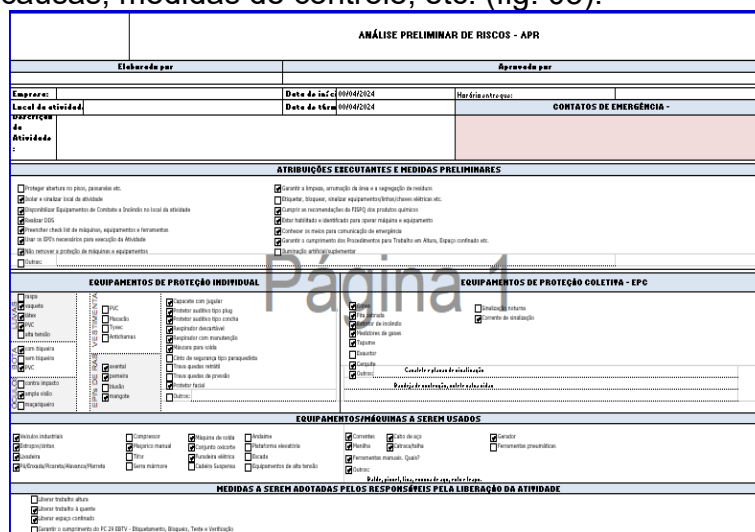
4.2.1. Planejamento

Os envolvidos no processo apresentam as informações básicas, memorial descritivo ou projeto/*layout* como um todo, visando entendimento e alinhando para que não ocorra gargalos na logística e cadeia sistêmica.

No primeiro momento, geralmente entorno de 10 (dez) a 30 (trinta) dias antes do início, o cliente encaminha 1 (um) e-mail formalizando com todas as informações necessárias para uma análise assertiva detalhando os por menores e informações complementares inerentes ao projeto de expansão.

4.2.2. Ações

No início do processo a liberação dar-se com base em alguns documentos, dentro dos documentos² estão a Análise Preliminar de Risco - APR é detalhado as medidas preliminares, uso de equipamentos de proteção individual ou coletivos, etapas, riscos, causas, medidas de controle, etc. (fig. 03).



O formulário é intitulado "ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR". Ele contém campos para "Elaborado por" e "Aprovado por". Abaixo, há campos para "Empresa:", "Data da Incl." (09/04/2024), "Data da Vers." (09/04/2024) e "Número Anexo:". Um campo "Local de atividade" contém "CONTATOS DE EMERGÊNCIA -".

Abaixo disso, há uma seção "ATIVIDADES A SEREM EXECUTADAS" com uma lista de atividades e checkboxes para "Atividade", "Risco", "Causa", "Medidas de controle", etc.

Em seguida, há uma seção "ATRIBUIÇÕES EXECUTANTES E MEDIDAS PRELIMINARES" com checkboxes para "Elaborar o plano de trabalho", "Elaborar a análise de risco", "Elaborar o plano de emergência", etc.

Depois, há duas seções de equipamentos: "EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL" e "EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA - EPC". Cada seção contém uma lista de equipamentos com checkboxes para "Equipamento", "Uso", "Reserva", etc.

Em seguida, há uma seção "EQUIPAMENTOS/MÉQUINAS A SEREM USADOS" com checkboxes para "Equipamento", "Uso", "Reserva", etc.

Por fim, há uma seção "MEDIDAS A SEREM ADOPTADAS PELOS RESPONSÁVEIS PELA LIBERAÇÃO DA ATIVIDADE" com checkboxes para "Medida", "Reserva", etc.

Figura 03 – Espelho Análise Preliminar de Risco - APR.
Fonte: Correio Eletrônico – COLOP/EMAP, 2024.

Na mesma solicitação também deve constar a Análise Ambiental da Tarefa – AAT, onde é detalhado as etapas, riscos, medidas de controle, etc. (fig. 04).

² Em atendimento a Lei nº 13.709/2018 (Geral de Proteção de Dados), todos os dados referentes a informações de pessoas físicas ou jurídicas de direito público e privado foram excluídos do corpo dos documentos aqui apresentados.

ANÁLISE AMBIENTAL DA TAREFA - AAT

ANÁLISE DE MEIO AMBIENTE						
Empresa: 1		Atividade: 2		Local de Execução: 3		
Execução: 4						
Item	Etapas (5)	Veículos/Máquinas e/ou Equipamentos utilizados (7)	Produtos químicos utilizados (8)	Medidas de Controle (Evitar o impacto) (9)	Medidas de corretivas (Baseado no impacto) (10)	
1	Mobilização	Preparação da atividade	Caminhão munck / quindaro da Hormant	Óleo hidráulica	Manutenção preventiva Utilização do kit ambiental (MANTER Kit em local de fácil acesso) e contenção em caso de vazamento.	Em caso de vazamento realizar contenção e mitigação, acionar o contator de emergência: 3221-7444/984549662
2		Deslocamento para o local da atividade	N/A	N/A	N/A	N/A
3	Realização das Atividades	Patolar caminhão munck quindaro da Hormant	Caminhão munck / quindaro da Hormant	Óleo hidráulica	Manutenção preventiva Utilização do kit ambiental (MANTER Kit em local de fácil acesso) e contenção em caso de vazamento.	Em caso de vazamento realizar contenção e mitigação, acionar o contator de emergência: 3221-7444/984549662
4		Fazer poço para colocar carga (carroça, ralar e chapar) com o auxílio do cardo quis	N/A	N/A	N/A	N/A
5		Fazer amarração das poças na caminhão	N/A	N/A	N/A	N/A
7	Finalização	Limpar o local de realização da atividade e a graxa e lavar as rodas do carroça	Caminhão munck / quindaro da Hormant	Óleo hidráulica	Limpeza e gerenciamento do resíduo. Utilização do kit ambiental (MANTER Kit em local de fácil acesso) e	Toda resíduo gerado na atividade, levar para o contator de emergência: 3221-7444/984549662

Figura 04 – Espelho Análise Ambiental da Tarefa – AAT.
Fonte: Correio Eletrônico – COLOP/EMAP, 2024.

Ademais, é fornecimento o layout ou memorial descritivo (foto 05), contendo as informações básicas do projeto de expansão, indicando as etapas, recursos, serviços e materiais a serem utilizados.

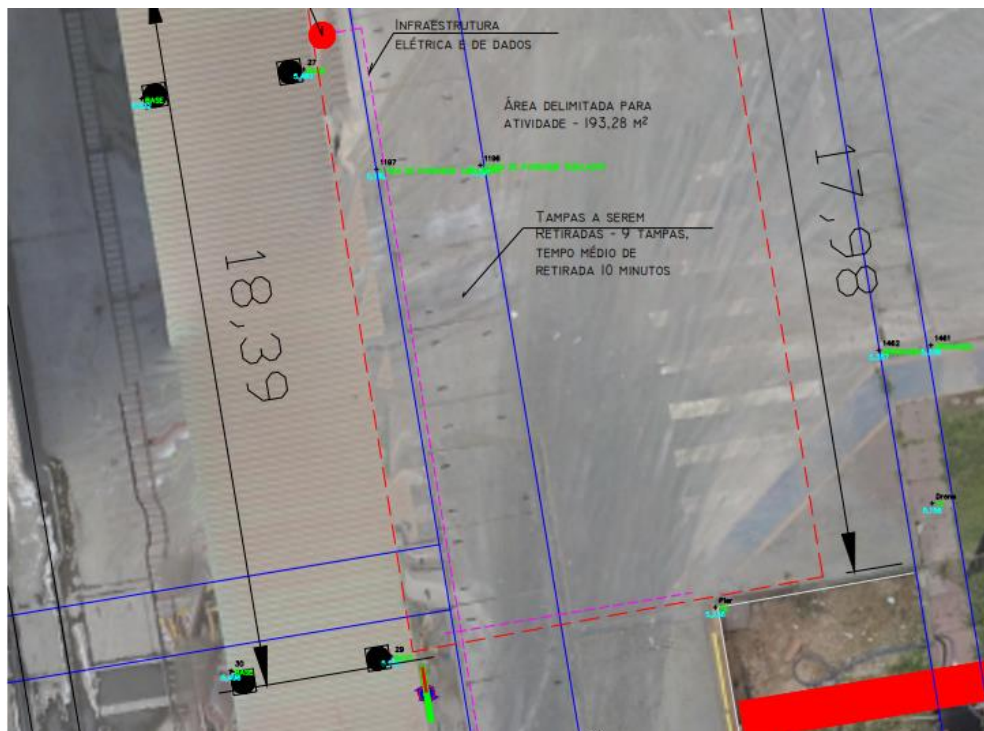


Figura 05 – Modelo Exemplo Layout/Memorial Descritivo.
Fonte: Correio Eletrônico – COLOP/EMAP, 2024.

4.2.3. Dificuldades

Em alguns momentos destas atividades e/ou serviços as empresas enviam parcialmente as informações, mesmo havendo um procedimento temos que consultar o cliente, solicitar dados e elementos para compor o pleito e assim checar as validações dos setores de meio ambiente e segurança do trabalho, visando o detalhamento para intercalar com os processos operacionais e logísticos sempre garantindo o atendimento da produtividade dos navios.

Ademais, estes critérios de análise frente ao cliente no futuro são para garantir adições nas infraestruturas que possam refletir na cadeia logística e influencias no ganho de resposta na prancha de carregamento/descarregamento, em alguns casos contribuindo diretamente/indiretamente nas operações portuárias.

4.2.4. Soluções

- Sistematizar processo de consulta frente ao cliente;
- Dispor no site da empresa um acesso para que as solicitações de área (RADAR) ocorram via preenchimento automático;
- Critérios de avanço, aceite ou recusa da documentação inserida fora dos padrões;
- Detalhamento minucioso do conjunto envolvendo o planejamento da atividade/serviço; e,
- Envolvimento através de sistema único entre os setores (meio ambiente, segurança do trabalho, operação e logística).

4.2.5. Recursos

A estruturação para atendimento deste serviço, existe a necessidade de alguns recursos (humanos, materiais e documentos), tais como:

<i>Envolvidos</i>	<i>Materiais</i>	<i>Documentos</i>
Empresa Solicitante	Veículos	APR e Validação
Empresa Executante	Ferramentas Elétricas	AAT e Validação
Operador Portuário	Equipamentos	Inventário
Meio Ambiente	Materiais	Layout / Mapa
Segurança do Trabalho	Sistema Eletrônico	Memorial Descritivo
Logística	Ferramentas Manuais	Correspondência Eletrônica
Inspetoria	EPC's	Plano de <i>Rigging</i> *
Empresa Terceirizadas	Tagueamento	Ordem de Serviço

*Plano de *Rigging*: Este documento é solicitado para cargas acima de 10 (dez) toneladas ou uso de dois ou mais equipamentos visando uma movimentação específica.

4.2.6. Liberação de Área (RADAR)

Para realizar a solicitação de liberação da área, o cliente anexa as validações, abaixo um exemplo do setor do meio ambiente, imagem abaixo:

ANÁLISE AMBIENTAL DA TAREFA - AAT	
EMPRESA	EX: FULANO DE TAL
ATIVIDADES	EX: Atividade Manutenção / Reforma / Construção
LOCAL DA EXECUÇÃO	EX: Area Primária ou Secundária / Pátio
STATUS	VALIDADA
PERÍODO DE VALIDAÇÃO	EX: Inicio 26/01/2024 a 10/02/2024
OBSERVAÇÕES PERTINENTES	OBS: Favor imprimir este e-mail, mantenha as vias no local de execução da atividade.

Figura 06 – Modelo exemplo espelho validação AAT.
Fonte: Correio Eletrônico - COLOP/EMAP, 2024.

Em paralelo, o cliente apresenta também validação do setor de segurança do trabalho, exemplo abaixo:

Análise Preliminar de Riscos	
Empresa	EX: BELTRANO DE TAL
Atividade	EX: Manutenção / Reparo / Retoque / Içamento / Demolição
Local da Atividade	EX: Área Primária / Secundária
Status da Avaliação	APROVADA
Validade	EX: 14/05/2024
Avaliador	Técnico Plantão
Observações	Se for o caso

Figura 07 – Modelo exemplo espelho validação APR.
Fonte: Correio Eletrônico - COLOP/EMAP, 2024.

Assim, com base nas informações é realizado a liberação da área (RADAR), exemplo abaixo:

LIBERAÇÃO DE ÁREA - ID EX: Nº 001524	
ÁREA LIBERADA:	EX: BERÇO / PÁTIO / LOCALIDADE
TAREFAS SOLICITADAS:	EX: MANUTENÇÃO / REFORMA / AMPLIAÇÃO
A EMPRESA ALINHOU COM A EMAP SE DURANTE A TAREFA HAVERÁ ALGUM IMPACTO OPERACIONAL ? SE SIM, QUAL ?	EX: SE HOVER IMPACTOS OPERACIONAIS (SIM OU NÃO) - N/A
DATA DA EXECUÇÃO:	EX: INICIO: 22/04/24 - TERMINO: 01/05/24
EMPRESA SOLICITANTE:	EX: EMPRESA TAL
EMPRESA EXECUTANTE:	EX: EMPRESA TAL
EQUIPAMENTOS A SEREM UTILIZADOS:	EX: GUINDASTE; CAMINHÃO COMBOIO; CONTEINER EMPILHADEIRA; FERRAMENTAS, MANUAIS, BOMBA DE GRAXA, CONJ . OXICORTE, GAIOLA, MÁQUINA DE SOLDA, MUNK, PTA E GERADORES
OBSERVAÇÃO:	EX: PONTO FOCAL DA TAREFA: CONTATO SEGURANÇA DO TRABALHO - (98) 0000-0000 COORDENADOR / SUPERVISOR - (98) 0000-0000
ID RADAR:	EX: Nº 001524
AUTORIZADO POR:	EX: TÉCNICO FULANO DE TAL
SOLICITANTE:	BELTRANO: CONTATO (98) 0000-0000
NOTA:	A VISO
	“evitar bloquear equipamentos de emergências e garantir a circulação de viaturas”

Figura 08 – Modelo exemplo liberação de área (RADAR).
Fonte: Correio Eletrônico – COLOP/EMAP, 2024.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível constatar que as atividades e/ou serviços oriundos das manutenções e projetos de expansão possuem detalhes específicos que devem ser avaliados e ponderados durante todo o processo de liberação RADAR. Desse modo, a importância do acompanhamento desses radares visa contribuir para não haver impasses ou gargalos nas operações portuárias, tendo suas recomendações dentro da área alfandegada, além de agregar com a localidade tendo opções de controle da comunidade portuária, objetivando uma entrega a todos os clientes habituais do Porto do Itaquí.

Este estudo de caso vislumbrou apresentar alguns conceitos do recebimento e etapas vinculadas ao processo da solicitação de área (RADAR), indicando ações e exemplos na prática expondo detalhes neste processo dentro da zona primária. Ademais, foram explicadas algumas etapas, objetivando a ação do pleito de por parte dos clientes que aumenjam executar serviços ou atividades na poligonal do porto.

Disso, foi apresentado “*templates*” de documentos utilizados por clientes durante o processo de formalização frente a autoridade portuária, focando no melhor entendimento do cliente e respeitando as informações fornecidas pelo o mesmo para execução da atividade/serviço pontual em reflexo a performance da operação.

Por fim, as liberações de área são ferramentas de controle que contribuem para a sistematização da execução do mesmo, auxiliando desde o início do trabalho, controle de todas as etapas, acompanhamento dos envolvidos e recursos a serem direcionados, envolvendo esses atores fundamentais para o processo e redução dos custos de toda cadeia operacional.

REFERÊNCIAS

ANTAQ – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Anuário estatístico**. Brasília: ANTAQ, 2023. Disponível em: <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/index.html#>. Acesso em: 30 abr. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 29 – Segurança e Saúde no Trabalho Portuário**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1997. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-29-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. DECRETO nº 6.759, de 5 de fevereiro de 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6759.htm. Acesso em: 29 abr. 2024.

BRASIL. Decreto nº 8.033, de 27 de junho de 2013. Regulamenta o disposto na Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013, e as demais disposições legais que regulam a exploração de portos organizados e de instalações portuárias. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 jun. 2013a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Decreto/D8033.htm. Acesso em: 27 de abr. 2024.

CULLINANE, K.; SONG, D.; WANG, T. **The application of mathematical programming approaches to estimating container port production efficiency**. Journal of Productivity Analysis, v. 24, p. 73-92, 2005.

DAVID, Pierre A.; STEWARD, Richard D. **Logística internacional**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

EMAP - EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA. **Planejamento Estratégico Ciclo 2019-2022**. São Luís: EMAP, 2019a. 80 p. Não publicado.

EMAP - EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA. Autoridade Portuária do Porto do Itaqui. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto do Itaqui - PDZ 2**. ed. São Luís/MA, jun. 2012. 194p. Disponível em: <<http://www.portodoitaqui.ma.gov.br/pdf/pdz-itaqui.pdf>>. Acesso em: 22 de maio de 2022.

EMAP - EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA. **Procedimento de Análise Preliminar de Riscos - APR**. Versão 10. São Luís, MA, 2024.

EMAP - EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA.
Procedimento de Fiscalização em SGA no Porto do Itaqui. Versão 10. São Luís,
MA, 2023.

EMAP - EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA.
**Procedimento de Liberação de Área para Realização de Atividade na Área
Primaria no Porto do Itaqui.** Versão 07. São Luís, MA, 2023.

MOURA, Benjamim. **Logística, conceitos e tendências.** Portugal: Centro Atlântico,
2006.

METODOLOGIAS DE PMO PARA PADRONIZAÇÃO DA JORNADA DE PRODUCT DISCOVERY EM PROJETOS DE INOVAÇÃO NO PORTO DO ITAQUI-MA

Thauany Drielly Leite Santos

Empresa Maranhense de Administração Portuária

João Vitor Rego Muniz

Empresa Maranhense de Administração Portuária

Vitor Martins Moreira Martins Moreira

Empresa Maranhense de Administração Portuária

Raissa Fernanda dos Santos Sales

Empresa Maranhense de Administração Portuária

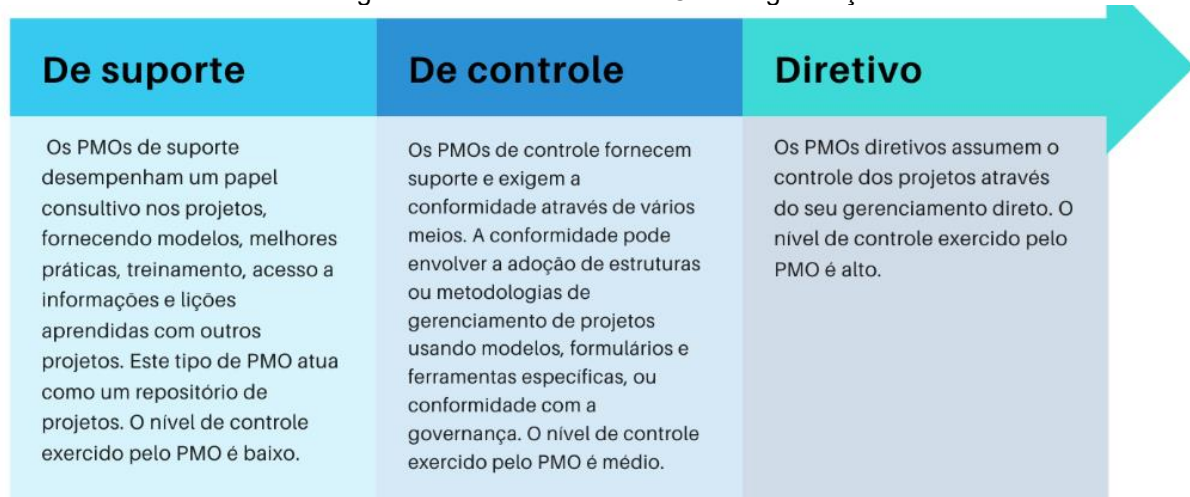
Resumo: O relato apresenta a implementação de metodologias de PMO (Project Management Office) para padronizar a jornada de Product Discovery em projetos de inovação no Porto do Itaqui, no Maranhão. A Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP) administra o porto e busca alinhar suas operações com uma visão de inovação e transformação digital. O PMO, uma estrutura organizacional voltada para padronizar e otimizar a gestão de projetos, foi introduzido no Porto do Itaqui para garantir a consistência e eficiência no desenvolvimento de soluções tecnológicas e não tecnológicas. Essa estrutura facilita o compartilhamento de recursos e ferramentas, permitindo que a empresa adote metodologias ágeis em seus processos. Dentro do processo de padronização, destaca-se a formação de equipes como os Product Owners (POs), responsáveis por melhorias nos produtos e pela comunicação com o cliente. A metodologia ágil Scrum foi adotada para gerenciar o ciclo de desenvolvimento, com foco na colaboração contínua entre as equipes de desenvolvimento e POs, garantindo agilidade e qualidade nas entregas. Também é mencionado o uso de ferramentas como análise SWOT, Diagrama de Ishikawa e Project Model Canvas para mapear processos e identificar problemas. Além disso, a padronização incluiu a gestão de código-fonte no GitLab e a automação de testes e segurança através de pipelines CI/CD. Por fim, a padronização trouxe melhorias significativas na organização e execução dos projetos, otimizando o uso de recursos e reduzindo variações nos processos, o que fortalece a competitividade e a eficiência do Porto do Itaqui.

Palavras-chave: Padronização; Inovação; Mapeamento de processos.

1 INTRODUÇÃO

Podemos definir o Project Management Office (PMO) como uma estrutura organizacional que padroniza os processos de governança relacionados a projetos, e facilita o compartilhamento de recursos, metodologias, ferramentas, e técnicas (Project Management Institute, Inc. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). Quinta edição. 2013). Existem alguns modelos de estruturas de PMO aplicadas em organizações e elas podem variar conforme a função do seu grau de controle e influência nos projetos da organização, tais como:

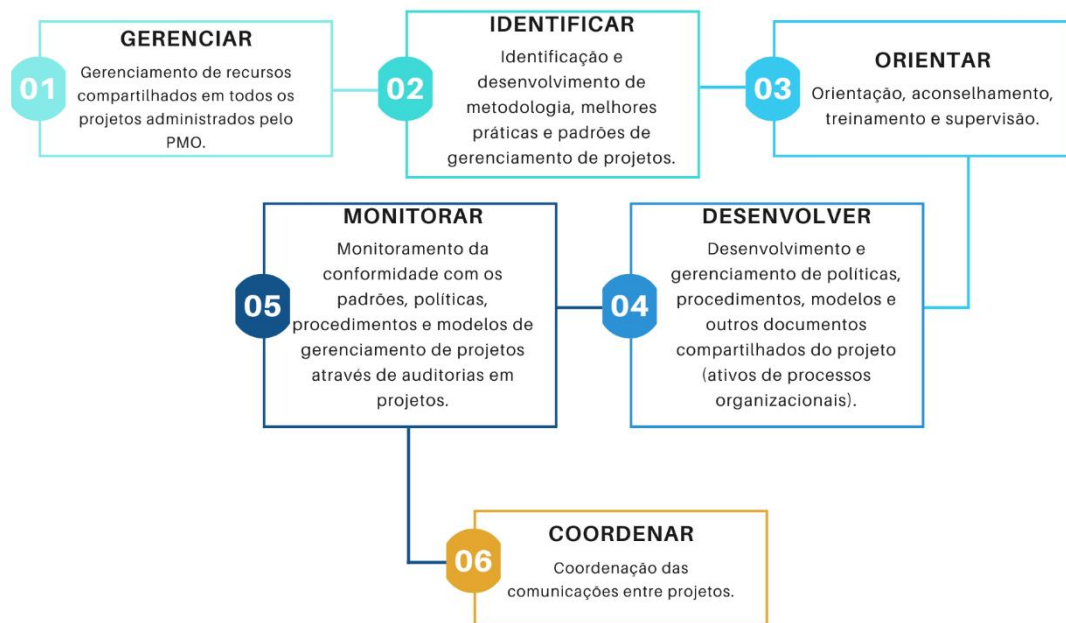
Figura 1 - Estruturas de PMO em organizações.



Fonte: Estrutura adaptada. (Project Management Institute, Inc. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). Quinta edição. 2013).

A principal função do PMO dentro das organizações é fornecer um apoio aos gestores de projeto de forma a melhorar a qualidade de suas atividades, levando uma organização ágil onde não há limitação para remodelagem e testes de processos até a sua adequação e implementação. Dentro do PMO temos algumas funções importantes que devem ser entendidas e seguidas de forma que ao ser criado um processo conseguimos ter em mente todas os cenários existentes, idealizados e futuros e assim conseguir prever com maior fidelidade os erros e acertos, deste modo podemos incluir como função do PMO:

Figura 2 – Funções incluídas dentro do sistema de PMO.



Fonte: Estrutura adaptada. (Project Management Institute, Inc. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). Quinta edição. 2013).

Desta forma, no tocante as ideias propostas pela estrutura PMO temos como contexto de implantação de seus conceitos em um processo pertencente a Gerência de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (GEPDI) que pertence a Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), uma empresa pública estadual, com personalidade jurídica de direito privado, autonomia administrativa, técnica, patrimonial e financeira, qual administra as operações realizadas dentro do Porto do Itaqui, situado em São Luís, no Maranhão e os terminais delegados da Ponta da Espera e Cujupe e o Cais de São de Ribamar.

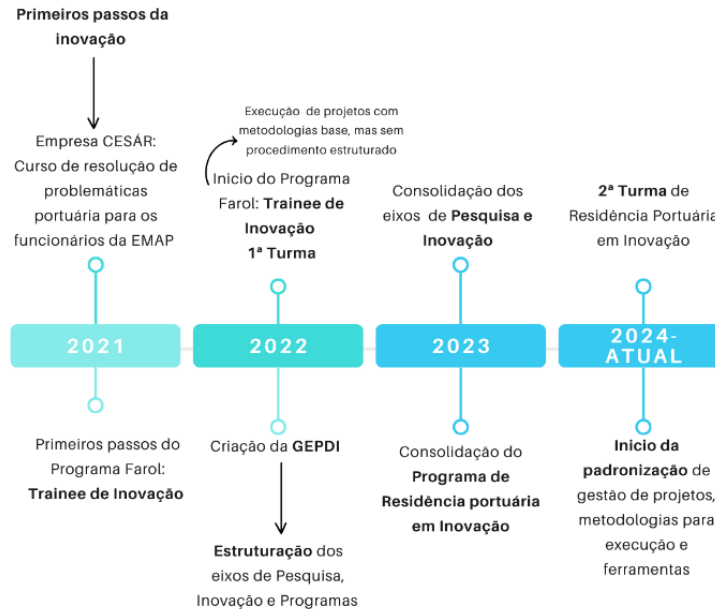
A EMAP possui bem definida as estruturas organizacionais dentro do seu corpo corporativo e alinhadas com a visão da empresa “Ser até 2026 agente de transformação e desenvolvimento do Maranhão”, seguindo esta linha de desenvolvimento, se tornou um fator de extrema relevância implantar ações de inovação atreladas para a melhoria em seus processos, ações de transformação digital e soluções tecnológicas, assim como levar o desenvolvimento ao estado através de práticas que permitem formas de melhoria contínua e excelência em todos as atividades assim desenvolvidas pelo Porto do Itaqui.

O Porto iniciou os seus primeiros passos em direção a inovação no ano de 2021, através de uma jornada de conhecimento realizada na empresa através do Centro de Inovação Cesar. Os funcionários da empresa participaram de uma investigação de inovação portuária aplicada onde tiveram um contato mais profundo com a inovação, metodologias ágeis e ferramentas de agilidade, nesta jornada os funcionários participaram das etapas de mapeamento de processos para identificar problemáticas que envolvem o universo portuário e assim traçar soluções.

Esta jornada é considerada o *start* inicial para o Porto crescer como hub de inovação de uma forma estruturada e ampliar a sua rede de conexão, bem como elaborar estratégias de como difundir as práticas dentro do corpo empresarial e transformar a inovação em cultura da empresa. A partir dela temos a *time line* de inovação onde foram criados pilares fundamentais dentro da empresa, no que tange

a inovação, para que hoje tenhamos uma sólida performance e desempenho como agentes inovadores.

Figura 3 – Time line da Inovação, Porto do Itaquí.



Fonte: Autora, 2024.

Contextualizando o processo de inovação para assim chegarmos à etapa de implantação de um processo através de estruturas e funções organizacionais propostas pelo PMO, temos dentro dele os seguintes pilares existentes que vieram a partir deste processo.

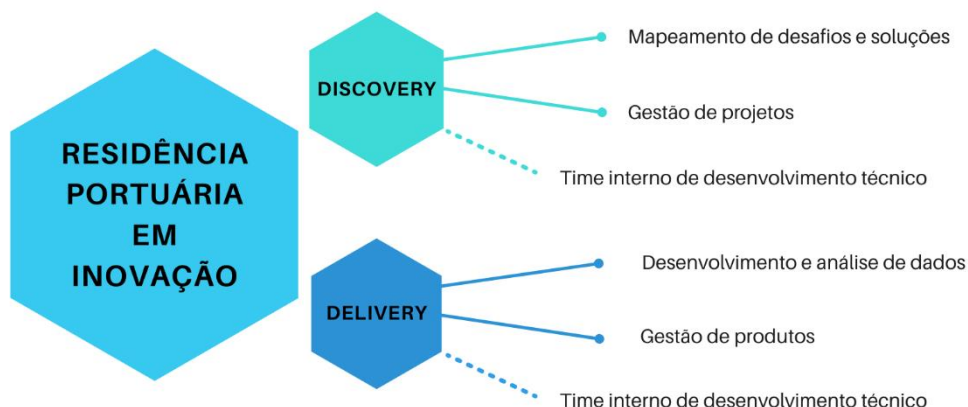
Figura 4 – Pilares de inovação criados dentro da GEPDI.

Programa Farol	Foi criado como forma de incentivar a pesquisa e a inovação no setor portuário, para incentivar a pesquisa e a inovação no setor portuário.
Editais de Residência Portuária	Foi criado para selecionar profissionais recém-graduados para atuarem no laboratório de inovação do Porto do Itaquí desenvolvendo soluções inovadoras para desafios do setor marítimo, logístico e portuário, por meio do Programa de Residência Portuária em Inovação.
Editais de Pesquisa científica	Financiar projetos de pesquisa científica aplicada, tecnológica e de inovação, em áreas de conhecimento que englobam os setores portuário, marítimo e logístico e suas cadeias produtivas, desenvolvidos em instituições de Ensino Superior públicas e/ou privadas sem fins lucrativos, sediadas no Maranhão, por meio da concessão de subsídios para a realização dos mesmos, conforme previsto no âmbito da ação "Mais Inovação" da FAPEMA.
Editais Jovem Tech	Selecionar jovens de 18 (dezoito) a 29 (vinte e nove) anos recém-formados no Ensino Médio em escolas da rede pública, ou em instituições de ensino vinculadas a entidades paraestatais ou fundações sem fins lucrativos, para realizarem cursos na área de tecnologia da informação, podendo ser programação para desenvolvedores de software e data science. Documento assinado eletronicamente.

Fonte: Autora, 2024.

Fazendo um recorte, em especial ao Programa de Residência Portuária, onde dentro do mesmo se trabalha conceitos de agilidade aplicados a formação profissional em inovação, temos a seguinte divisão de times de trabalho:

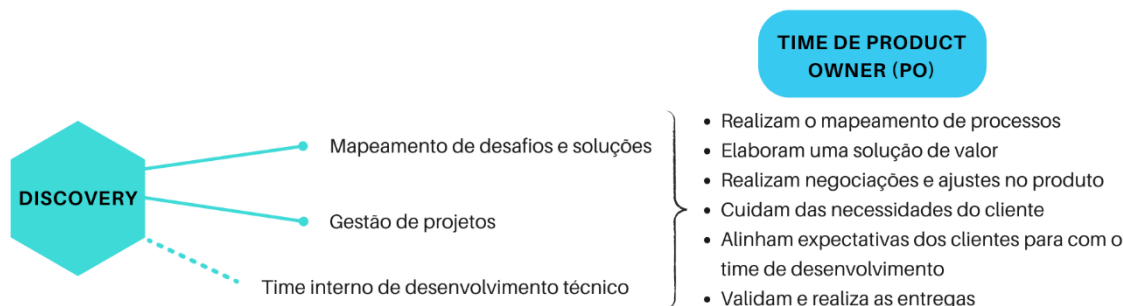
Figura 5 – Organização do programa de Residência.



Fonte: Autora, 2024.

Promovendo focos de inovação com desenvolvimento no setor portuário, o Programa de Residência utiliza metodologias ágeis aplicada nas áreas de Delivery e Discovery, desenvolvendo soluções, tanto tecnológicas quanto não tecnológicas, colocando o Porto do Itaquí como pioneiro no âmbito empresarial público a desenvolver um programa de desenvolvimento neste eixo. Dentro destas frentes o ampliando as atividades desenvolvidas pelo time de Discovery, temos como função fundamental para desenvolver esta frente o time de Product Owners (PO) qual é responsável dentro do projeto por todas as melhorias e negociações que envolvem o produto, onde realizam o direcionamento do projeto atendendo as necessidades do cliente e da equipe de desenvolvimento, dentro do nosso time possuímos ativamente 5 pessoas realizando essa função.

Figura 6 – Fluxo de organização time Discovery



Fonte: Autora, 2024.

Diante dos esforços e avanços implementados pela empresa, entendemos que no cenário corporativo de inovação se torna essencial, pelo contexto trabalhado, assim como padronizar e aprimorar os processos, uma boa prática já existente dentro da empresa e que agora com especial atenção aplicada também à gestão de projetos e produtos de inovação, qual se posiciona cada vez mais importante para um crescimento tecnológico e qualificado.

Essa padronização não apenas otimiza recursos e aumenta a eficiência, mas também garante a qualidade e a sustentabilidade das soluções desenvolvidas,

fortalecendo a competitividade no mercado e garantindo ao Porto do Itaquí processos cada vez mais alinhados com os seus valores e propósito como empresa.

Dentro da realidade do time de Discovery o desafio inicial era identificar a realidade em que um Porto Público está inserido e entender como aplicar metodologias direcionadas a nossa realidade de empresa pública para gerenciar processos de inovação. Deste modo, saindo de um estado onde as atividades eram executadas alinhadas a ideias de agilidade, não obstante, executadas de forma não padronizadas, se iniciou dentro da GEPDI o processo de padronização de atividades voltadas para a execução da jornada de mapeamentos de processos para desenvolvimento de produtos.

2 CONTEXTO

O cenário preliminar que envolve o estado de inquietude existente dentro da GEPDI, era o de atividades sendo realizadas pelos Product Owners (PO's) que pertenciam ao time de Discovery, voltado ao mapeamento de processos para os desenvolvimentos de soluções à comunidade portuária em forma de produtos tecnológicos, *os aplicativos*, ou não tecnológicos, *as trilhas de capacitação*.

Os PO's são alocados dentro de time de projetos, onde realizam atividades fundamentais para o desenvolvimento de soluções, juntamente com o Scrum Master e os Development também pertencentes ao projeto. Estas atividades são alinhadas aos conceitos ágeis onde eram realizadas as investigações do problema, desenhos dos fluxos de atividades atuais e fluxos da solução dentro do processo.

Neste modelo inicial a execução de atividades e processos eram de forma não padronizadas, não existia um guia de projeto para informar a forma correta de execução de atividades, uso de ferramentas e como melhor fazer a gestão do projeto, desta forma fazendo com que o processo do produto entregue por cada PO fosse diferente, impactando assim na forma de coletar indicadores de projeto, indicadores de performance de PO, recebimento de atualização de projeto e possuir o histórico de documentação do projeto.

Figura 7 - Modelo inicial da jornada de mapeamento de produto.



Fonte: Autora, 2024.

Com base em insights e conexões, ficou claro que a aplicação das práticas do Project Management Office (PMO) seria essencial para fomentar a nossa cultura de inovação. Essa estrutura organizacional visa padronizar processos e a gestão de projetos, criando metodologias aplicáveis. Além disso, o PMO oferece suporte aos gerentes de projeto com orientações e ferramentas adequadas, promovendo a organização e a eficiência nas atividades desenvolvidas.

No tocante a ideia de PMO a GEPDI começou criar a sua jornada de padronização de processos, qual foi iniciada através da criação de um Time dentro da gerência, o Time de Planejamento e Qualidade, onde seriam os responsáveis por padronizar e garantir a qualidade da jornada de mapeamento de processos para desenvolvimento de soluções e a melhor forma de fazer o gerenciamento de projetos.

Segundo Cruz e Scur (2016), o PMO ajuda a transformar a cultura organizacional ao evidenciar, de forma estruturada, as necessidades de processos e corpo de governança gerando mais benefícios, disciplina e entendimento para a organização.

Ele se apresenta como uma estrutura formal paralela à estrutura funcional, tendo por objetivo apoiar esta estrutura funcional em relação à concretização dos projetos organizacionais, através de uma melhor governança de recursos, processos, metodologias e técnicas de gestão de projetos, ou seja, a sua relação com os departamentos é baseada em um leque de serviços de apoio aos projetos (Veras, 2014; Jalal e Kosha, 2015; Medeiros et al., 2016).

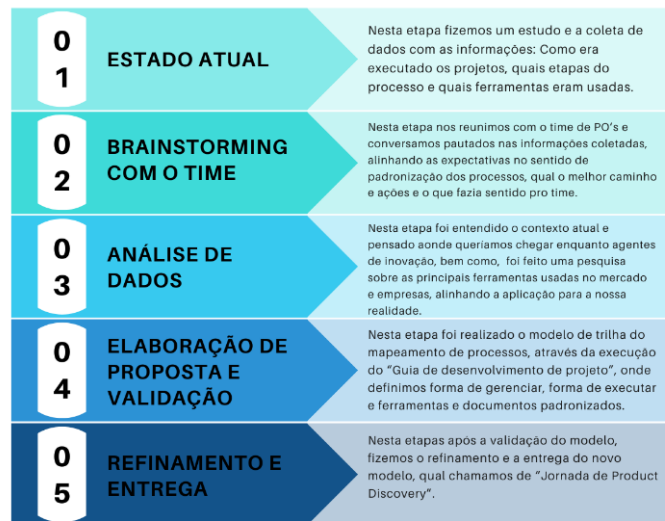
3 INTERVENÇÃO

Entendemos que o passo em direção ao progresso nem sempre pode ser aceito pelos participantes do processo, podendo ter uma resistência de aceitação ou até mesmo não fazer sentido para a realidade em que está sendo aplicado. Goese (1999) afirma que antes de definir padrões, faz-se necessário identificar os processos para melhorias e compreensão do funcionamento da organização.

Desta forma, pensando em cenários existentes e as mudanças contínuas resolvemos antes de criar algo e aplicar, buscar compreender o nosso estado atual, como executamos nossas atividades de forma individual, quais as dores, dúvidas e fazer uma análise destes dados coletados e assim elaborar uma proposta de execução para juntos refinarmos o processo e entregar um modelo funcional a ser seguido.

Para Gaither e Frazier (2006), a padronização de processos é um fator crítico de sucesso. É um fator que influencia diretamente na qualidade dos processos e produto, direcionando melhor a utilização dos recursos produtivos e, conseqüentemente, reduzindo os custos, perdas e desperdícios, através da redução de variabilidades e desconformidades ao longo do processo, tornando as operações mais enxutas.

Figura 8 – Processo de descoberta para a proposta do formato do mapeamento de processos.



Fonte: Autora, 2024.

Todo o processo de identificação do “Estado atual” até o “Refinamento e entrega” demorou cerca de 3 meses para ser executado. O processo da construção da trilha, foi desenvolvido alinhada aos valores da gerência e dos times de trabalho existente de forma a não ser puxado atividades demais e não deixar nenhuma lacuna sem ser preenchida.

A metodologia alinhada está vinculada diretamente aos conceitos e ferramentas ágeis de forma a otimizar a execução de processos, da mesma forma que divide etapas importantes para um entendimento micro e macro de projeto tendo em mente todo um processo de melhoria contínua.

Foi escolhido como forma de gerenciar o produto do projeto a metodologia Scrum, por trabalharmos diretamente com produtos tecnológicos ou que necessitam de um acompanhamento one-on-one, qual é baseado em princípios ágeis, sendo uma estrutura de gestão de projetos que ajuda equipes a trabalhar de forma ágil e colaborativa para atingir um objetivo comum. O objetivo do Scrum é entregar a maior qualidade de software possível dentro de uma série de pequenos intervalos de tempo fixo, chamados Sprints, que tipicamente duram menos de um mês (SUTHERLAND et al., 2000).

O processo do mapeamento de processos foi chamado de “Jornada de Product Discovery” onde definimos como um processo essencial para desenvolver produtos de sucesso. Ele envolve a identificação e validação de ideias, pesquisa de mercado, entendimento das necessidades dos usuários e a definição de estratégias para o desenvolvimento de um produto que atenda a essas necessidades. Essa jornada acompanha as Trilhas de mapeamento que são as etapas que os PO's de projeto deverão cumprir, quais foram definidas conforme a Figura 3.

Figura 9 – Modelo de trilha de mapeamento de processos.

Trilha de Mapeamento



Fonte: Autora, 2024.

Em cada etapa do processo foi estabelecido a metodologia de execução, as atividades relacionadas, documentos, ferramentas, reports de atualização de projeto e como o processo deverá ser acompanhado pelo gestor do projeto de forma a ser visualizado com antecedência as oportunidades de melhoria tanto para o stakeholder do projeto, quando para o time que está executando-o.

Dentro das trilhas de mapeamento trabalhamos com a validação das informações levantadas através de ferramentas como: Análise SWOT, Project Model Canvas, Diagrama de Ishikawa (Causa e efeito), além de durante essa jornada realizarmos a identificação da persona de projeto e mapa de empatia como forma de entender o real estado do problema do nosso stakeholder e poder propor uma solução de valor com mais fidelidade e êxito de resolução da problemática de projeto.

Ainda na trilha realizamos o fluxograma do projeto em seu estado atual e estado ideal com base na nossa proposta de valor conforme o identificado em projeto, como também é documentando todo o processo como forma de deixar registrado os acordos de projeto, avanços erros e acertos.

A padronização realizada além de organizar a frente dos trabalhos do time de Discovery ela abrange também todos os níveis da equipe de Delivery, o time de desenvolvimento, nesta parte com foco na consistência de processos, gestão de código e infraestrutura. Os principais aspectos dessa padronização são:

1. **Gestão de Código-Fonte:** A gestão centralizada do código-fonte é feita no GitLab, que atua como repositório principal para todas as versões de código, integrando o ciclo de desenvolvimento (CI/CD). Todas as equipes seguem a estratégia de branching *OneFlow*, que organiza o desenvolvimento de funcionalidades, correções e lançamento.
2. **CI/CD:** A automação de testes de segurança, integrada na esteira DevSecOps, foi outro ponto de destaque. Através do ciclo de integração contínua (CI) e entrega contínua (CD), foram incorporadas práticas automatizadas de verificação de segurança, incluindo análises estáticas e dinâmicas de código. Isso reduz vulnerabilidades e acelera o tempo de resposta em casos de falhas críticas. Também foi implementada a utilização de *containers* Docker,

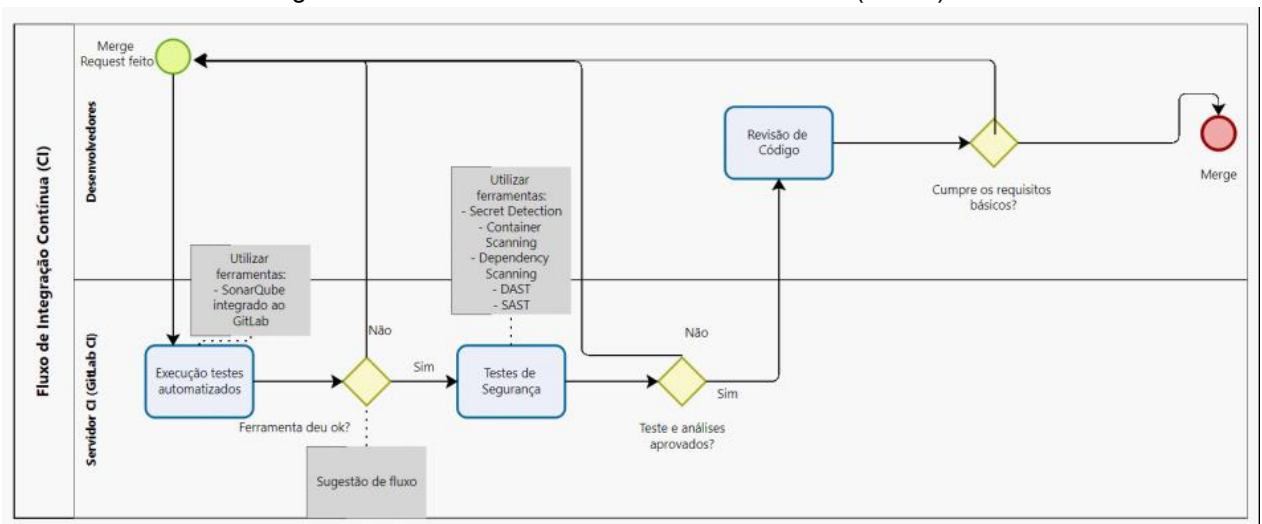
garantindo consistência entre os ambientes de desenvolvimento, homologação e produção. O uso de pipelines automatizados no GitLab verifica padrões de código, executa testes automatizados e faz a análise de vulnerabilidades.

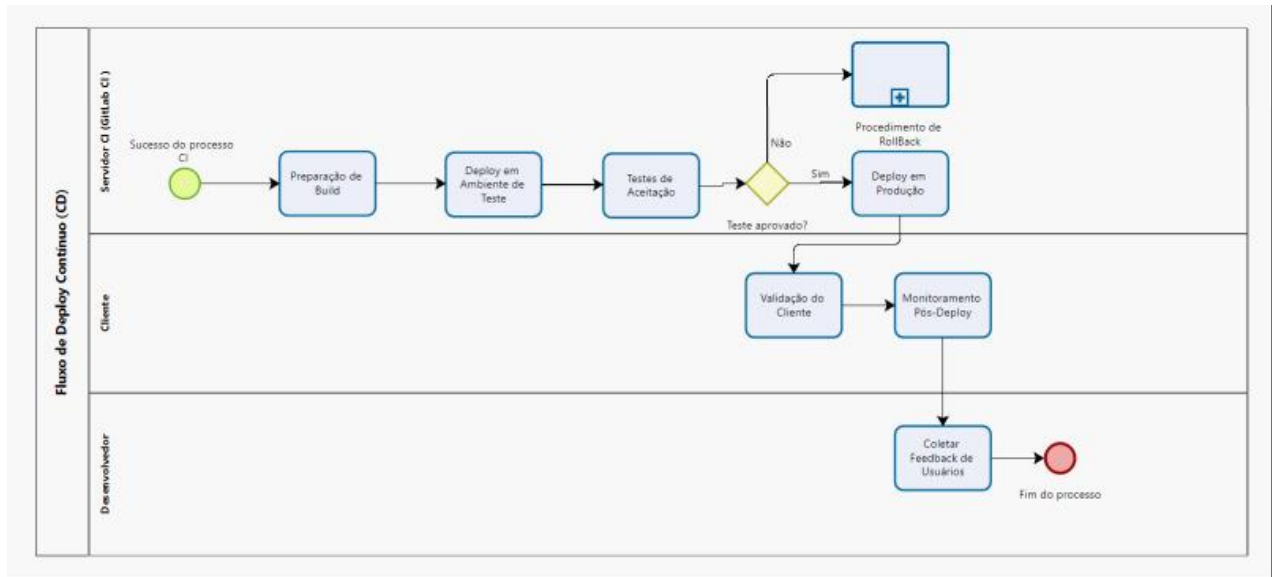
3. **Definição de Endpoints e Padronização de APIs:** A padronização também abrangeu o modo como as APIs são desenvolvidas e integradas. Todos os novos projetos seguem a arquitetura RESTful, o que garante consistência na comunicação entre os sistemas e facilita a integração futura. A definição de endpoints seguiu uma convenção clara, que não só melhora a documentação, mas também facilita o trabalho de novos desenvolvedores ou equipes que precisem trabalhar com as APIs existentes.

Uma diretriz importante estabelecida foi a independência da infraestrutura de produção. As novas soluções devem ser desenvolvidas de maneira agnóstica, sem dependência de produtos específicos de provedores externos, promovendo maior flexibilidade. Preferencialmente, essas soluções devem seguir a arquitetura definida pela diretriz de desenvolvimento.

Com isso também conseguimos integrar projetos de desenvolvedores externos, considerando nossa atuação conjunta com universidades, sendo assim, é possível integrar repositórios externos de desenvolvedores, pois foi estabelecida a integração do ambiente GitLab da EMAP com os repositórios GitHub dos pesquisadores, permitindo uma troca mais fluida e colaborativa entre os times internos e externos. A unificação do ambiente de testes com o uso de GitLab foi uma etapa fundamental. Ao padronizar o uso dessa ferramenta, as equipes agora podem garantir que o ciclo de desenvolvimento seja consistente desde o início do desenvolvimento até a entrega em produção.

Figura 10 - Esteira de Desenvolvimento contínuo (CI/CD)





Fonte: GEPDI, 2024.

Para garantir o sucesso do produto, existe a integração contínua entre o time de Product Owners (POs) e a equipe de desenvolvimento, em conjunto a um fluxo de trabalho padronizado. A necessidade de uma gestão eficaz de produtos ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento, especialmente no contexto de Integração Contínua (CI) e Entrega Contínua (CD), é necessária para manter a agilidade e a qualidade das entregas. Alguns pontos chave são:

- 3 Colaboração contínua entre POs e Desenvolvimento:** O time de POs, responsável por garantir que o backlog esteja alinhado com os objetivos estratégicos da organização, trabalha de maneira próxima com os desenvolvedores durante todo o ciclo de desenvolvimento. Essa colaboração permite ajustes rápidos em função do feedback das iterações e das validações realizadas a cada fase da entrega.
- 4 Acompanhamento de desenvolvimento e testes:** Através da esteira de CI/CD, o processo de desenvolvimento e entrega tornou-se contínuo e automatizado, com verificações e testes acontecendo em tempo real. Isso exigiu que os POs estivessem constantemente envolvidos em cada estágio, monitorando não apenas o andamento das features, mas também os testes e a validação de segurança que ocorrem automaticamente. A gestão de produto nesse contexto exige que os POs acompanhem métricas de sucesso e garantam que cada funcionalidade entregue esteja de acordo com as expectativas do cliente final e do negócio. O PO deve trabalhar de forma colaborativa com os desenvolvedores para priorizar correções rápidas, ajustes de segurança e novas funcionalidades, de modo que o fluxo de entrega seja contínuo e sem interrupções.

Conforme as atividades foram sendo padronizadas veio vinculado a este desenvolvimento a ideia de incrementar o processo através de uma Prova de Conceito (POC). Proof of Concept (POC), Prova de Conceito é uma ferramenta aplicável na fase laboratorial da execução de um projeto. Seu modelo de aplicação prática, visa

provar a viabilidade e efetividade de um conceito, seja ele é fruto de pesquisa ou variação de algo já ofertado pela organização.

Desta forma, após a finalização da etapa de mapeamento de processos já com a identificação da forma de produto ofertado, produtos de base tecnológica e não tecnológica, antecedendo o desenvolvimento do projeto deverá ser aplicado a POC de projeto, onde iremos fazer uma entrega de comprovação ao cliente que a proposta de projeto executada é válida, usável e irá solucionar o seu problema juntamente com o produto desenvolvido agregando mais valor na entrega do produto.

4 RESULTADOS OBTIDOS

A padronização da jornada de mapeamento de processos possibilitou organizar de forma mais inteligente, o time, atividades e a gestão de projetos, onde através dela conseguimos visualizar melhor as frentes de trabalho e fazer os reports ao envolvidos no projeto com maior coerência e fidelidade de prazos. Deste modo, todas as informações de projeto estarão mais organizadas e as pessoas envolvidas vão conseguir mensurar os indicadores de projetos e gerência e com isso poder aplicar melhores práticas de melhoria contínua.

A existência de um Time escalado para organizar esse processo também contribuiu demasiadamente para a maior fidelidade as necessidades do PO's e a coerência em sua execução, pois possuir um grupo de pessoas que possuem um tempo maior para buscar e validar as melhores práticas de gestão de projetos e validação de ideias e crucial para a execução de boas atividades.

A aceitação da jornada pelo time foi de 100% um fato que podemos credibilizar as etapas iniciais onde se ouviu o principal interessado e foi colhido todas as opiniões e sugestões para que esse processo se tornasse agradável de ser executado e coerente com a realidade de grau de instrução dos PO's sem que houvesse necessidade de capacitações e treinamentos adicionais. Tudo foi planejado de acordo com as habilidades preexistente nos mesmos.

Em nenhum momento foi pensando em impor algo novo e complexo, pelo contrário, em todas as rodadas de brainstorming foi sempre pensada em algo criar algo palpável e fácil de ser executado e controlado, onde teríamos as ferramentas tecnológicas que já utilizávamos em nossas atividades cotidianas de trabalhado aplicadas também para o mapeamento de processos.

Em paralelo ao desenvolvimento desta trilha de mapeamento de processos está sendo criada o Guia de desenvolvimento tecnológico, onde será um norte de boas práticas para os UX Design, Dev. Front End, Dev. Back End, Data Science, BI Analyst e Consultor especialista. Além disso a ideia existente para a Jornada de Product Discovery é fazer toda a gestão por meio de um aplicativo interno, que já está sendo desenvolvido e que a estimativa é que em 2025 conseguiremos usá-lo para fazer toda a gestão do mapeamento de processos, reports, documentações e gestão de projeto e cliente através dele.

5 CONCLUSÃO

A padronização da metodologia do mapeamento de processos foi uma grande contribuição para a melhoria das atividades que hoje são executados pela GEPDI, onde podemos entender a importância de organizar as atividades para que elas sejam executadas de forma ágil, onde não teremos perda de horas de trabalho pensando em formas de executar algo e nem elaborando estratégias que podem correr o risco

de não estarem atreladas aos valores de inovação que estão sendo seguidos pela empresa.

Padronizar não significa limitar o acesso de informação e fechar o ciclo em algo estabelecido sem possibilidade de ser refutado, mas sim, melhorar o processo de execução da atividade, deixando-a mais clara, objetiva e sendo tranquila a sua execução. Por isso, deve-se sempre pensar em conceitos de melhoria de continua e aplicar nesses processos para que sempre estejam alinhados a esses valores cruciais.

As execuções dessas atividades são aplicáveis para a nossa realidade enquanto gerência de inovação e PO's de produtos que são desenvolvidos para o Porto do Itaquí, logo entendemos que os processos podem ser mais flexíveis e mais otimizados e que as documentações podem mudar conforme a realidade do cenário portuário, diante disso, todo o processo foi pensado para uma gestão a longo prazo e que é o caminho mais coeso para entregas de alta qualidade e fidelidade.

REFERÊNCIAS

Cruz, C. E., Scur, G. Alinhamento do PMO à gestão organizacional: estudo dos elementos do PMO sob as dimensões estratégica, tática e operacional. Revista de Gestão e Projetos – GeP. v.7, n.1, 2016.

DOS, M.; MARIA, L.; FERREIRA, L. **PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS EM UMA EMPRESA DO SETOR MOVELEIRO: UM ESTUDO DE CASO.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_stp_113_745_16460.pdf>. Acesso em: 1 out. 2024.

GEITHER, N.; GREG, F. Administração da produção e operações. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

GOESE, I.B.; BRAGATO, L.L.V. & PEREIRA, N.N. A padronização dos processos: uma ferramenta gerencial. In: FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA. Espírito Santo: publicado no diário oficial da união, 1999.

LESCOWICZ, A.; DE ARRUDA, R.; NETO, P. **PMO -PROJECT MANAGEMENT OFFICE: UMA REVISÃO DE LITERATURA PMO -PROJECT MANAGEMENT OFFICE: A LITERATURE REVIEW.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://aprepro.org.br/combrep/2019/anais/arquivos/09252019_200904_5d8bf7c8a2be7.pdf>. Acesso em: 1 out. 2024.

Pontes, T. B., & Arthaud, D. D. B. (2019). METODOLOGIAS ÁGEIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARES. Ciência E Sustentabilidade, 4(2), 173-213. <https://doi.org/10.33809/2447-4606.422018173-21>

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®).** quinta. ed. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: https://wiki.tce.go.gov.br/lib/exe/fetch.php/acervo_digital:pmbok5.pdf. Acesso em: 23 set. 2024.



SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. Guia do Scrum, 2011. Disponível em:
<http://www.scrum.org/storage/scrumguides/Scrum%20Guide%20%20Portuguese%20BR.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2018.

Veras, M. Gerenciamento de projetos (PMC). Rio de Janeiro: Brasport, 2014.

MONITORAMENTO E CONTROLE DA TAXA DE RECUPERAÇÃO NA OPERAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO NO TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA

Iris Guimarães Pestana
Vale S/A

Diego Melo
Vale S/A

Jessye Loren Sampaio
Vale S/A

Leandro Matos
Vale S/A

Roseane Sousa
Vale S/A

Resumo: A taxa de recuperação é uma variável crítica na operação de recuperação de minério de ferro, calculada pelo volume recuperado dividido pelo tempo de operação. Este relatório técnico descreve as estratégias implementadas para monitorar e controlar a taxa, destacando o uso de ferramentas avançadas, acompanhamento diário, programas de incentivo, fóruns de análise e sistemas de controle. O PI System tem sido essencial para o monitoramento e controle da taxa de recuperação, permitindo identificar rapidamente desvios e implementar ações corretivas. A implementação de um programa de reconhecimento baseado na competitividade entre as turmas e a criação de um fórum semanal para análise de performance das máquinas são algumas das iniciativas destacadas. Os resultados dessas intervenções mostram uma melhoria significativa na taxa de recuperação, promovendo um ambiente de trabalho mais colaborativo e eficiente.

Palavras-chave: Taxa de recuperação; Minério de ferro; Ferramentas de Qualidade; PDCA; Competitividade.

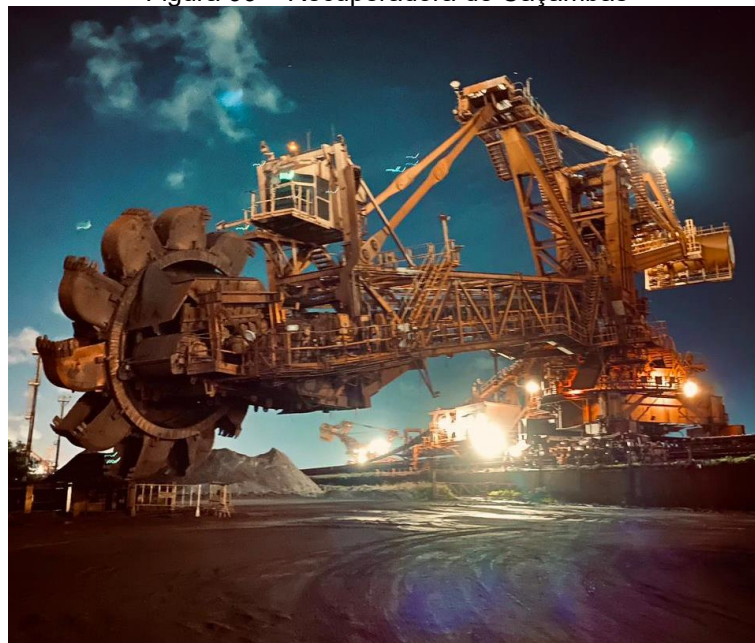
1 INTRODUÇÃO

A Vale é uma mineradora e operadora fundada em 01º de junho de 1942 e que opera no norte do país desde 1985. As operações do Corredor Norte compreendem as minas de Serra Sul, Serra Norte e Serra Leste, toda a extensão da ferrovia Carajás e o Terminal Marítimo de Ponta da Madeira.

O minério de ferro expedido pelas minas é transportado por trens compostos por 3 lotes de até 110 vagões, totalizando 11.000t em média. Ao chegar em Ponta da Madeira 8 viradores de vagões descarregam o trem em pares de vagões, carregando o minério em correias transportadoras até os pátios de estocagem, onde ficarão estocados aguardando pelo embarque através de grandes máquinas de recuperação.

Essas máquinas são responsáveis por movimentar o minério de ferro dos pátios de estocagem para os transportadores que o levarão ao seu navio de destino (exportação).

Figura 99 – Recuperadora de Caçambas



Fonte: Autor (2024)

A recuperadora de minério de ferro realiza três movimentos principais durante sua operação: giro, elevação e translação. Esses movimentos são fundamentais para garantir que a máquina possa acessar e recuperar eficientemente o material ao longo de grandes pilhas de minério de ferro ou outros materiais a granel.

O movimento de giro ocorre quando a roda de caçambas, localizada na extremidade do braço da máquina, gira em torno de seu eixo central. Esse giro contínuo permite que as caçambas capturem o material ao longo de um arco, coletando grandes volumes de forma contínua. De acordo com Silva (2015), esse movimento é crucial para a operação ininterrupta e eficiente da recuperadora, uma vez que mantém o fluxo constante de material para o sistema de transporte. Na

Figura 100, observa-se o sentido desse movimento.

Figura 100 - Movimento de Giro da Recuperadora



Fonte: Autor (2024)

O movimento de elevação ajusta a altura do braço da máquina, permitindo que a recuperadora alcance diferentes níveis das pilhas de material. Esse ajuste vertical é necessário para garantir que a máquina possa operar tanto na parte superior quanto inferior das pilhas, maximizando a área de recuperação. Martins (2017) destaca que o controle preciso da elevação é essencial para otimizar o processo de recuperação, evitando desperdícios e aumentando a eficiência. Na Figura 101

Figura 100, observa-se o sentido desse movimento.

Figura 101 - Movimento de Elevação da Recuperadora



Fonte: Autor (2024)

Por fim, o movimento de translação permite que a recuperadora se desloque ao longo de trilhos, acompanhando o comprimento das pilhas de minério. Esse deslocamento lateral é fundamental para cobrir grandes áreas de estocagem. Segundo Costa (2016). Na Figura 102

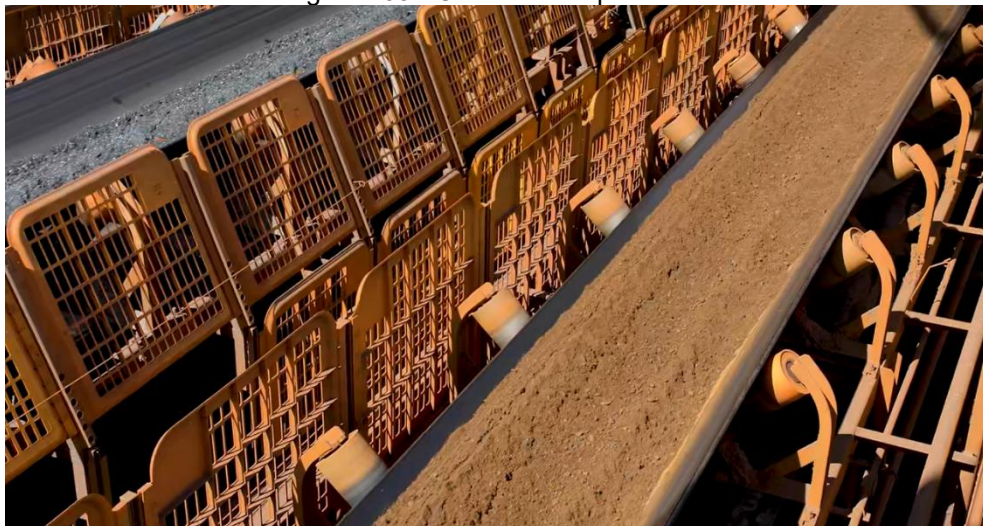
Figura 100, observa-se o sentido desse movimento.

Figura 102 - Movimento de Translação da Recuperadora



Fonte: Autor (2024)

Figura 103 - Correia Transportadora



Fonte: Autor (2024)

Além disso, o uso de tecnologias avançadas, como sensores e sistemas de controle automatizado, tem sido incorporado nas recuperadoras para aumentar a precisão e reduzir os custos operacionais. Segundo Moura (2020), a integração dessas tecnologias tem permitido que as máquinas realizem suas funções com menor intervenção humana, o que melhora a segurança e reduz os tempos de inatividade nas operações de mineração.

A produtividade das recuperadoras é medida pela Taxa de Recuperação (TRC). Esse indicador é vital que reflete a eficiência da operação, sendo calculada pelo volume de minério recuperado pelas máquinas de pátio dividido pelo seu tempo de operação, segundo a fórmula:

$$\text{Taxa de Recuperação} = \frac{\text{volume recuperado}}{\text{tempo operado}}$$

Martins (2020) ressalta que esse indicador é influenciado por diversos fatores, como o estado do material estocado, a regularidade da pilha, as condições operacionais da máquina e a eficiência da programação de manutenção. O monitoramento contínuo da Taxa de Recuperação permite às empresas ajustar suas operações para melhorar a eficiência, garantindo um uso mais econômico dos recursos e uma maior produtividade.

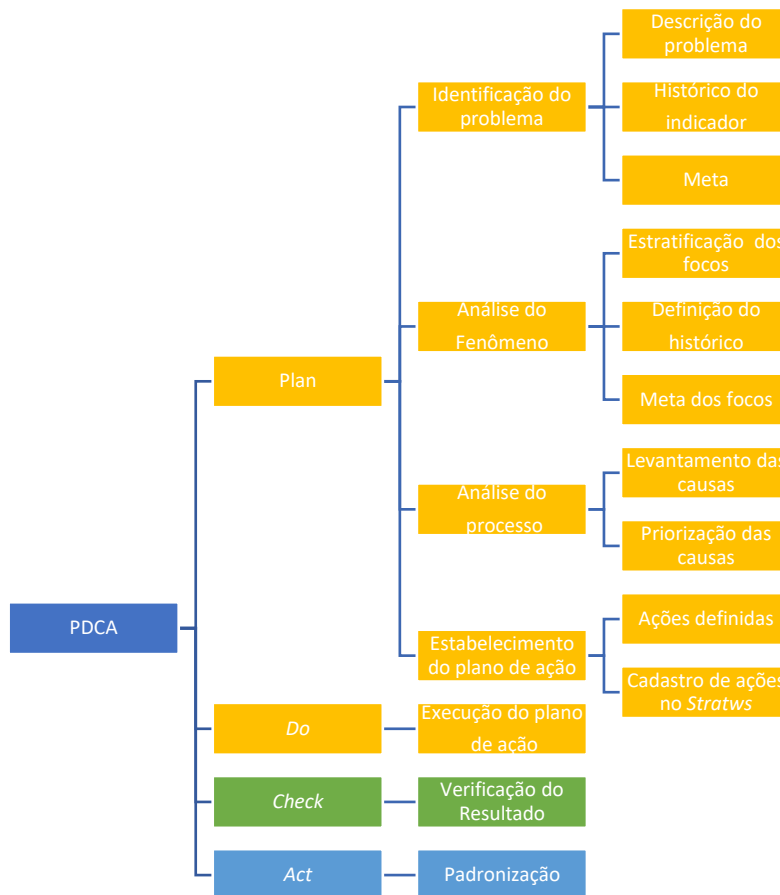
O ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) é uma metodologia amplamente utilizada para o gerenciamento e melhoria contínua de processos. Ele foi popularizado por William Edwards Deming, que o introduziu como uma ferramenta essencial para assegurar a qualidade em processos industriais e empresariais.

Na fase "*Plan*" (Planejar), os objetivos e metas são definidos, e o plano de ação é elaborado com base nas necessidades identificadas. Já na etapa "*Do*" (Fazer), as ações planejadas são executadas. A fase "*Check*" (Verificar) é responsável por monitorar os resultados e compará-los com os padrões estabelecidos, enquanto a etapa "*Act*" (Agir) implica em ajustar ou padronizar as práticas que trouxeram sucesso, promovendo a melhoria contínua.

2 CONTEXTO

Para entendimento do problema, identificação dos pontos de causa, priorização e atuação, a metodologia PDCA foi aplicada, seguindo o esquema da Figura 6. O principal produto de cada etapa esta descrito nas seções seguintes.

Figura 104 - Roteiro PDCA

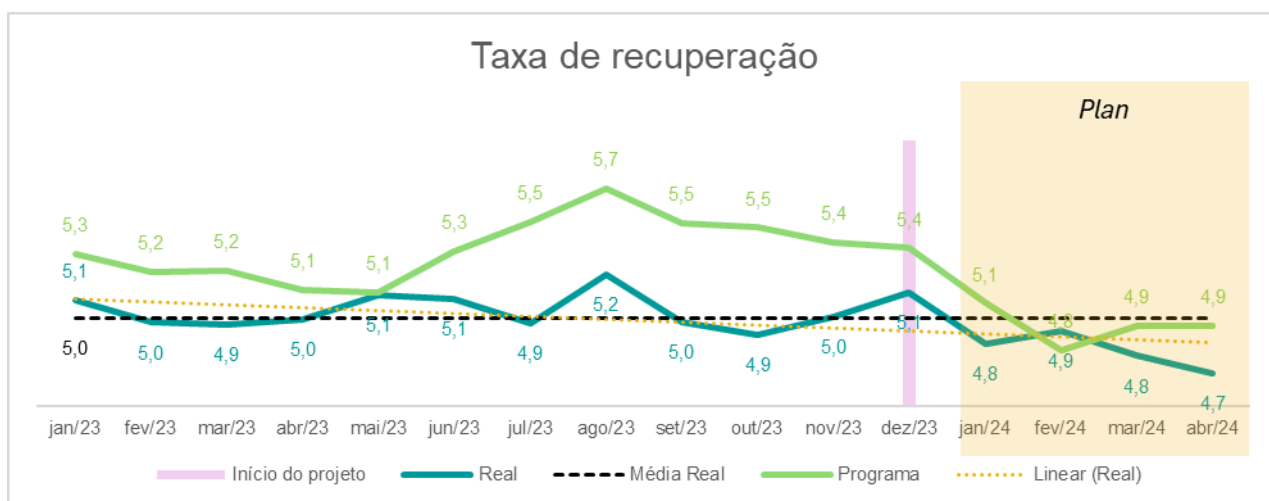


Fonte: Autor (2024)

a. *PLAN* | IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA: DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A situação-problema identificada foi a variação na taxa de recuperação, que impactava negativamente a eficiência operacional e os resultados financeiros. Havia uma necessidade de implementar estratégias eficazes para monitorar e controlar essa taxa, garantindo que a operação se mantivesse dentro dos parâmetros esperados.

b. *PLAN* | IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA: HISTÓRICO DO INDICADOR



Fonte: Autor (2024)

Ao longo de 2023, observou-se uma baixa performance das máquinas de pátio na recuperação das pilhas de minério de ferro. Em janeiro de 2024, o SQUAD de Taxa de Recuperação começou a ser estruturado e durante todo o período chuvoso, apesar da redução latente, houve muito estudo para identificação de causas-raiz. No início, o time se debruçou nas etapas de planejamento: identificação do problema, priorização dos focos com base na análise do fenômeno, levantamento das causas na análise do processo e estabelecimento do plano de ação.

Determinou-se que a meta para atingimento do indicador seria o programa definido mensalmente para o ano de 2024.

c. *PLAN* | ANÁLISE DO FENÔMENO: DEFINIÇÃO DE FOCOS

Para atingimento do indicador foi levantada a contribuição de cada ativo na Taxa de Recuperação Global. O impacto no resultado levou em consideração a taxa de cada ativo bem como o tempo operado, sendo calculado conforme fórmula abaixo:

$$\text{Impacto na Taxa}(\text{ton}) = (\text{Taxa Programada} - \text{Taxa Real}) * \text{Tempo de Operação}$$

As prioridades na tratativa foram definidas conforme o maior impacto na taxa global, priorizando sempre as 3 primeiras máquinas. As máquinas priorizadas mudaram de acordo com a melhora e piora na performance dos ativos.

Determinou-se que a meta para atingimento do indicador seria o programa definido mensalmente para cada máquina no ano de 2024.

3 INTERVENÇÃO

3.1 *PLAN* | ANÁLISE DO PROCESSO: LEVANTAMENTO E PRIORIZAÇÃO DAS CAUSAS

Ao longo do estudo foi possível identificar que as máquinas tinham problemas diversos quanto à execução da função recuperar, tendo sido impactadas por problemas como:

- Avaria do *encoder* atuando proteções (recuo automático, devido roda travada) indevidamente;
- Chute afunilado provocando retorno de material;
- Defeito nas células de carga;
- Desaceleração indevida do giro;
- Divergência de balança;
- Falta de padronização de caçambas
- Mudança de especificação
- Pilha malformada ou fora de ângulo;
- Problemas de automatismo;
- Proteções de máquinas despadronizadas;
- Recorrentes quebras de componentes;
- Redução de fluxo devido defeitos na máquina;

a. *PLAN* | ESTABELECIMENTO DO PLANO DE AÇÃO

Para resolver os problemas identificados, foram implementadas ações estratégicas:

Formação de Equipe Multidisciplinar

Equipe multidisciplinar, composta pela equipe da Operação, Manutenção e Engenharias de todas as disciplinas. Aproximadamente 60 pessoas participaram do projeto, além da equipe fixa de 15 profissionais representando áreas como Engenharia de Processo, Mecânica, Elétrica, Hidráulica, Automação, Confiabilidade de Manutenção, Centro de Excelência, Instrumentação e Otimização e Controle de Processo, no qual foram geradas ações para minimizar os impactos que ocasionam uma baixa performance nos equipamentos.

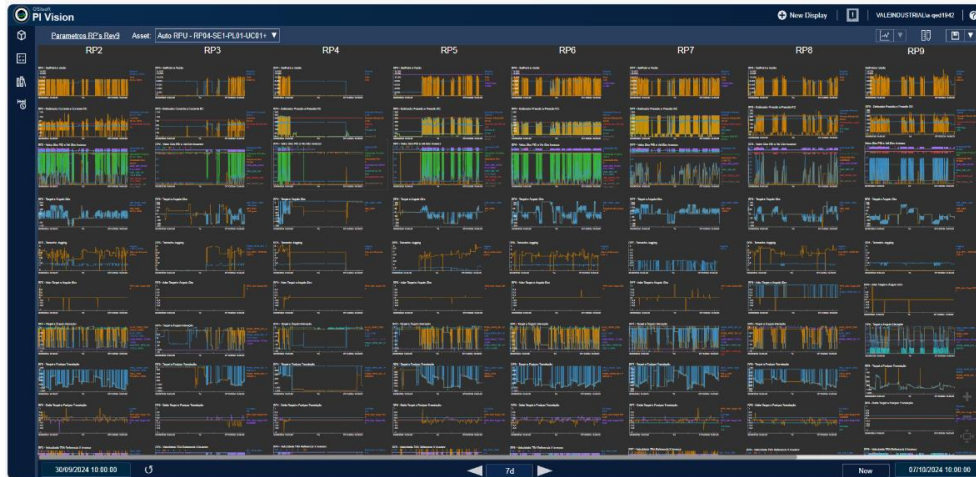
Engenharia	Processo
Operação	Operação
Mecânica	Mecânica
Elétrica	Elétrica
Hidráulica	Hidráulica
Automação	Automação/Linx
Confiabilidade de Manutenção	Instrumentação
Centro de Excelência	Otimização e Controle de Processo

Fonte: Autor (2024)

Otimização de Processos

Uso contínuo de software (PI System) de monitoramento dos parâmetros de processo, que auxilia na identificação dos problemas e gargalos no funcionamento dos equipamentos, através das análises das *trends* das variáveis (*setpoint*, vazão, pressão, corrente, ganhos do controle)

Figura 105 - Tela de monitoramento de variáveis no PI System



Fonte: Autor (2024)

Monitoramento Contínuo

Implementação de sistemas de monitoramento contínuo para acompanhar a performance das máquinas em tempo real, permitindo ações corretivas imediatas quando necessário.



	Setpoint	Taxa	Aderencia SP Topo	Aderencia SP Intermediaria	Aderencia SP Base	Aderencia SP Horário	Aderencia SP Antihorário
RP2	7.880	6.669	74,3	84,7	86,7	86,1	86,5
RP3	7.810	6.700	71,4		88,8	86,3	88,5
RP4	7.232	5.427		68,8	78,5	77,4	75,4
RP5	7.848	6.727	78,6	76,0	87,6	87,6	86,3
RP6	7.124	6.027	81,0	77,9	86,4	87,6	84,0
RP7	7.591	5.595	81,7	71,2	77,3	75,1	75,9
RP8	7.478	5.913	60,3	68,9	81,6	78,4	82,4
RP9	7.111	5.997	79,2	84,3		88,5	84,5
ER1	7.456	6.244	72,7	77,4	85,3	84,1	85,2
ER2	6.954	5.855	65,2	69,8	88,9	86,7	87,7
ER3	7.788	6.533	68,8	77,1	85,9	87,7	81,7
ER4	7.965	6.776	75,8	80,8	85,9	87,5	85,3
ER5	5.914	3.682	65,7	82,9	70,0	90,1	89,3
ER6	6.733	5.501	68,3	47,2	86,7	85,3	85,7

Análise de Dados

Utilização de ferramentas de análise de dados para identificar padrões e tendências que possam indicar problemas futuros, permitindo uma abordagem proativa na resolução de problemas.

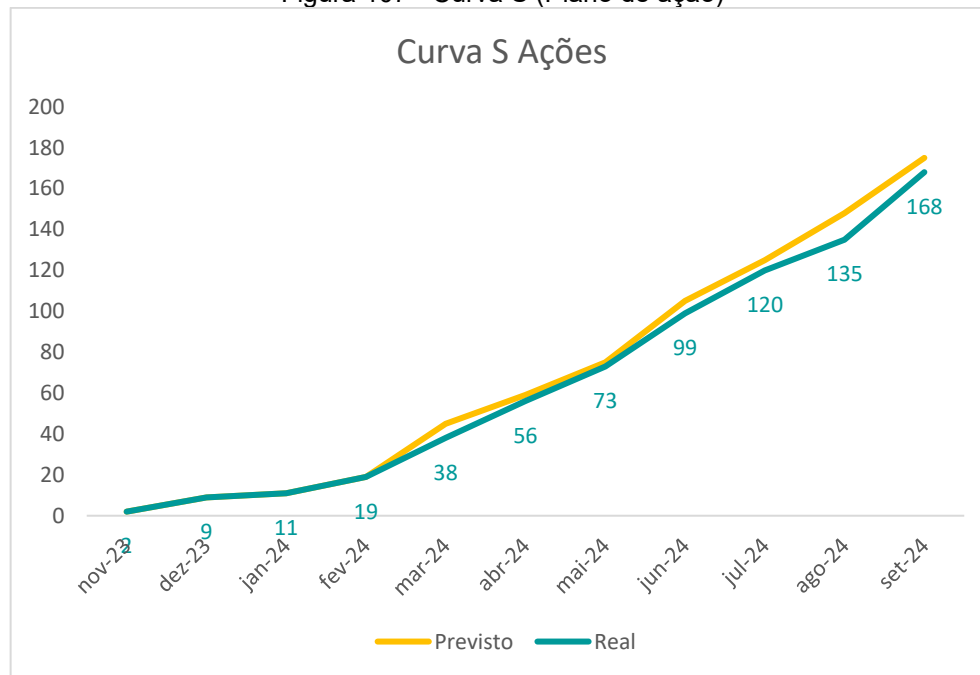
Essas ações, quando combinadas, visam não apenas resolver os problemas imediatos, mas também criar um ambiente de melhoria contínua, garantindo que a taxa de recuperação se mantenha dentro dos parâmetros esperados e contribuindo para a eficiência operacional e os resultados financeiros da empresa. Todas foram cadastradas no sistema Strawts, para gerenciamento junto aos responsáveis (executantes), como pode ser observado na Figura 8, sendo acompanhada nos fóruns semanais pela Curva S, conforme destacado na Figura 9.

Figura 106 - Ações Strawts

RP3 - Substituir encoder (para medição da velocidade da rc)	HF	Hugo Ferreira	▶ 27 Mai	■ 27 Mai	Concluída
1 Comentário					
Geral - Padronizar metodologia de cadastro dos eventos e paradas entre turmas	CF	Carlos Ferreira	▶ 30 Mai	■ 6 Jun	Concluída
1 Comentário					
RP4 - Realizar ajuste na lógica para redução de atuação indevida da proteção	CN	Celson Neto	▶ 7 Mai	■ 7 Mai	Concluída
1 Comentário					
ER6 - Realizar ajuste da chave de desaceleração do giro	JD	Julio Diniz	▶ 10 Mai	■ 10 Mai	Concluída
1 Comentário					
ER4 - Equalizar cabos de elevação	CJ	Carlos Junior	▶ 25 Mai	■ 25 Mai	Concluída
1 Comentário					
ER3 - Substituir velocidade do sensor da balança pela simulada	DM	Diego Melo	▶ 26 Mai	■ 26 Mai	Concluída
1 Comentário					
RP7 - Realizar acompanhamento em campo e medição nas pressões das bombas	HF	Hugo Ferreira	▶ 27 Mai	■ 27 Mai	Concluída
1 Comentário					
ER3 - Substituição do sensor de velocidade da balança	JF	Joseilton Ferreira	▶ 28 Mai	■ 28 Mai	Concluída
1 Comentário					
ER4 - Realizar estudo para limite de cabo tensionado da elevação (célula de carga)	VV	Vitor Viana	▶ 28 Mai	■ 28 Mai	Concluída

Fonte: Autor (2024)

Figura 107 - Curva S (Plano de ação)



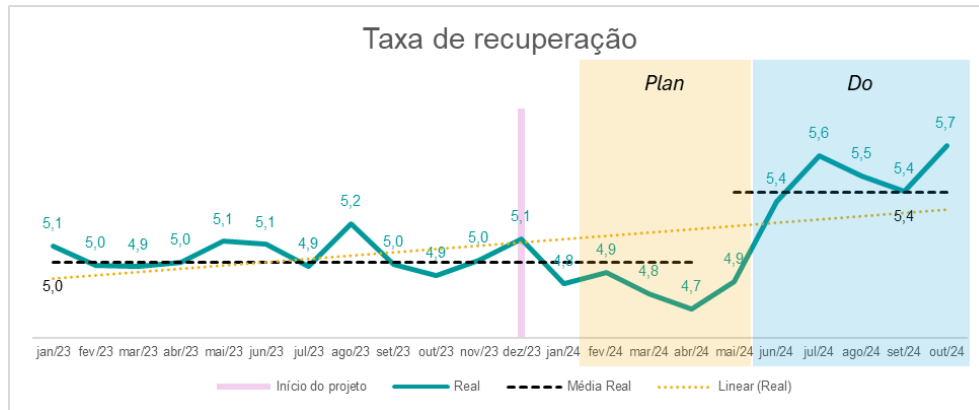
Fonte: Autor (2024)

4 RESULTADOS OBTIDOS

4.1 CHECK | Verificação do Resultado

As intervenções resultaram em uma melhoria significativa na taxa de recuperação, conforme mostrado na Figura 109 e Figura 1080, solucionando os pontos de causa identificados utilizando a metodologia PDCA. O programa de competitividade incentivou as equipes a se superarem, e o fórum semanal trouxe análise completa do processo e resolução rápida de problemas identificados. O PI System contribuiu para a otimização dos processos, mantendo a taxa de recuperação em níveis ótimos.

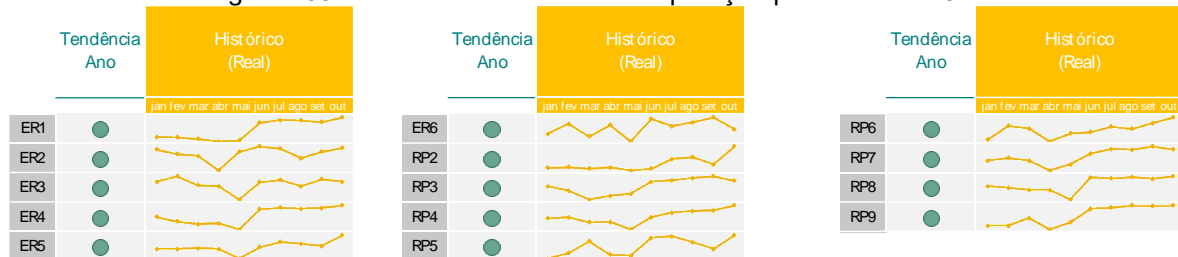
Figura 108 - Resultado do indicador



Fonte: Autor (2024)

A alavanca no indicador global foi um reflexo direto da melhora de performance em todos os ativos ao longo de 2024, como pode-se observar na Figura 11, que mostra a tendência da taxa por máquina.

Figura 109 - Tendência da taxa de recuperação por ativo em 2024



Fonte: Autor (2024).

5 CONCLUSÕES

O objetivo do trabalho foi atendido, com melhorias significativas na taxa de recuperação e na eficiência operacional. As intervenções implementadas não só resolveram o problema identificado, mas também promoveram um ambiente de trabalho mais colaborativo e motivador. No contexto de melhoria contínua, há iniciativas para buscar melhorar os resultados de performance, entre as quais, aumento de setpoint de operação, operação em maracanã (patamar), padronização de variável de controle, aumento de tamanho de bancada. Para o futuro, sugere-se a continuidade das ações de monitoramento e controle, bem como a implementação de novas tecnologias e práticas, como o estudo e implementação de novas estratégias de controle avançado, para aprimorar os resultados.

REFERÊNCIAS

- COSTA, M. A. **Sistemas de Recuperação de Materiais em Grandes Operações Portuárias**. São Paulo: Editora Portuária, 2016.
- ISHIKAWA, K. **What is Total Quality Control? The Japanese Way**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985.
- SILVA, A. L. **Máquinas Pesadas na Indústria de Mineração**. Porto Alegre: Editora Engenharia, 2015.

SOUZA, J. R. **Manuseio de Materiais em Terminais Portuários de Minério**. Rio de Janeiro: Editora Industrial, 2018.

MARTINS, R. F. **Técnicas Avançadas de Operação em Pátios de Estocagem**. Belo Horizonte: Editora Mineira, 2017.

MARTINS, R. F. **Indicadores de Performance em Terminais Mineradores**. Belo Horizonte: Editora Mineira, 2020.

MOURA, F. A. **Automação no Setor de Mineração: Impactos e Benefícios**. Belo Horizonte: Editora Técnica, 2020.

OTIMIZAÇÃO NA GESTÃO DO TRANSPORTE DE FERRYBOAT NO MARANHÃO: IMPACTOS DAS PLATAFORMAS TERMINAL CHECK E NAVEGA MA

Ítala Fernanda de Sousa Lima
EMAP

Fernando Franco Ribeiro Araújo
EMAP

Rhanna Deyanne Rodrigues Barros
EMAP

Matheus Costa Campelo

Resumo: O Porto do Itaqui, administrado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), se consolida não apenas como um porto para transporte de carga, mas também exercendo um papel crucial na mobilidade da população, estende sua infraestrutura para o transporte de passageiros e veículos por meio dos terminais de ferryboat. A modernização desses terminais, com a implementação das plataformas Terminal Check e Navega MA, visa não apenas otimizar os processos operacionais, mas também aprimorar a qualidade do serviço e a experiência dos usuários, conectando o transporte aquaviário à gestão portuária eficiente. O Terminal Check foi desenvolvido para automatizar o monitoramento do fluxo de passageiros e veículos, reduzir o tempo de espera e proporcionar maior precisão nas operações. Por meio da coleta e análise de dados em tempo real, foi possível detectar gargalos operacionais e implementar melhorias eficazes. Como uma extensão do ecossistema digital do Porto do Itaqui, sistema Navega MA foi projetado para ampliar a transparência e acessibilidade das operações dos terminais de ferryboat, disponibilizando informações detalhadas sobre horários de viagens, atualizações em tempo real e notícias relevantes, oferecendo previsibilidade e clareza na programação das viagens. Os resultados indicaram melhor análise e planejamento do tempo de espera para embarque, maior precisão na contagem de passageiros e veículos, resultante da otimização de recursos e processos. A automação possibilitou também a manutenção preditiva das embarcações, prevenindo defeitos mecânicos e intermediários no serviço. Assim, a gestão dos terminais se tornou mais eficiente e sustentável. A adoção de tecnologias digitais, aliada à capacitação dos colaboradores, foi crucial para aprimorar a gestão dos terminais de ferryboat no Maranhão. As plataformas inovadoras não apenas melhoraram as operações, mas também contribuíram para uma comunicação clara com os usuários e promoveram uma gestão mais eficiente e voltada para a sustentabilidade.

Palavras-chave: Transporte de ferryboat; Otimização da gestão; Inovação na gestão.

1 INTRODUÇÃO

O transporte público no Maranhão desempenha um papel importante na mobilidade da população, interligando várias regiões e simplificando o acesso a serviços indispensáveis. Em contrapartida, o sistema enfrenta alguns obstáculos na infraestrutura, o que prejudica a eficácia do serviço oferecido aos usuários. Conforme Martins et al. (2017), os investimentos em infraestrutura geram efeitos diretos e indiretos ao desenvolvimento econômico e social. As vantagens diretas incluem a diminuição dos gastos com frete, melhoria na armazenagem e aumento na rapidez do transporte. De forma Indireta, o aumento da produtividade leva ao crescimento econômico, à criação de postos de trabalho e geração de renda.

Araújo et al. (2011) afirmam que a mobilidade é um elemento de suma importância para a qualidade de vida aspirada pelos moradores de uma cidade. Dessa forma, a eficiência no transporte público impacta diretamente a qualidade de vida da população. Os terminais de ferryboat desempenham um papel fundamental na mobilidade dos habitantes e trabalhadores da Baixada Maranhense conectando regiões com acesso limitado à infraestrutura rodoviária, oferecendo uma alternativa logística para o transporte de pessoas e veículos, integrando o transporte aquaviário à malha logística regional.

A otimização da gestão de transportes aquaviários tem se tornado uma prioridade estratégica para diversos complexos logísticos, especialmente quando se trata de desenvolvimento regional. O setor de transportes desempenha uma função crucial no desenvolvimento das comunidades e no seu bem-estar. Sua eficiência traz impactos positivos nas acessibilidades, no emprego e nos investimentos, impulsionando o dinamismo interno da região e atraindo capital externo (VICENTE, 2021).

Nesse contexto, a Empresa Maranhense de Administração Portuária, localizado em São Luís, Maranhão, vem implementando soluções que buscam otimizar tanto a operação interna quanto o atendimento ao público usuário de ferryboat. Entre essas soluções, destacam-se as plataformas Terminal Check e Navega MA, sistemas que objetivam a otimização da gestão dos terminais, fatores que aumentam a confiança dos usuários e otimizam o serviço como um todo.

Com foco em transformação digital, o Terminal Check foi desenvolvido para integrar as operações dos terminais de ferryboat à gestão portuária moderna, facilitando o monitoramento em tempo real de viagens e da fila de espera de passageiros e veículos. Com a coleta automática de dados sobre o fluxo de passageiros, veículos e tempos de embarque, a plataforma proporciona uma análise precisa dos padrões operacionais e permite a antecipação de demandas. Segundo Santana e Silva (2020), a padronização favorece o aumento da produtividade na análise dos dados, melhora a eficiência na identificação de não conformidades e reduz os custos ao diminuir a necessidade de intervenção humana em processos automatizados. Portanto, ao automatizar registros, cria-se um histórico de movimentação que é essencial para uma gestão mais precisa e eficiente, permitindo que decisões baseadas em dados sejam tomadas com maior segurança.

O impacto dessas inovações não se restringe apenas ao ambiente portuário. A integração com o público externo, por meio do site Navega MA, fortalece a relação entre o Porto e a comunidade, proporcionando maior transparência e acesso a informações atualizadas. Para Zuccolotto e Teixeira (2019), a transparência é uma das principais exigências morais em sociedades democráticas das quais o direito do povo de ter acesso às informações é amplamente aceito. Dessa forma, o site centraliza os

horários de viagens e notícias relevantes, facilitando o planejamento das jornadas pelos usuários.

As melhorias trazidas pelos sistemas não são apenas operacionais, mas também refletem o compromisso do Porto do Itaqui com a sustentabilidade e o desenvolvimento regional. A adoção dessas tecnologias está alinhada com as melhores práticas de inovação e gestão portuária e com as necessidades do estado do Maranhão, fortalecendo o papel do porto como um hub logístico de referência no Brasil.

Para Lima (2023), a inovação no setor portuário não se limita à adoção de tecnologias, ela também abrange avanços na gestão, na coordenação das cadeias logístico-portuárias e no compromisso com a responsabilidade social. O foco principal está em desenvolver soluções criativas e ágeis que visam aprimorar a eficiência das operações portuárias.

Portanto, este relato técnico tem como objetivo explorar as funcionalidades e os impactos das Terminal Check e plataformas Navega MA, destacando como a integração entre tecnologia, inovação e gestão eficiente pode transformar o transporte de ferryboat e melhorar o acesso da comunidade aos serviços essenciais.

2 CONTEXTO

2.1 TRANSPORTE DE FERRYBOAT

O transporte de ferryboat é uma modalidade importante em regiões costeiras e fluviais, servindo como meio de ligação entre ilhas, margens de rios e cidades portuárias. Em regiões insulares, as questões relacionadas ao transporte são particularmente delicadas, e destaca de forma clara a importância de suas características, especialmente no que diz respeito ao funcionamento eficiente em um sistema de rede (LUZ, 2013). Visto que, este tipo de transporte tem papel crucial no desenvolvimento econômico e social, com objetivo de diminuir distâncias, envolver, conectar e aproximar locais, articular atividades e ações, distribuir mercadorias e serviços, além de facilitar o deslocamento para áreas residenciais e comerciais (KLEIMAN,2004).

No Brasil, o ferryboat é amplamente utilizado em estados como o Pará, em que a Henvil Transportes Marítimos, uma empresa privada, realiza travessias entre dez cidades com a utilização de quatro ferryboats. [...] No Paraná, a travessia de veículos ocorre na baía de Guaratuba, onde estão disponíveis seis embarcações para esse serviço. [...] No Maranhão, as empresas privadas Internacional Marítima e Serviporto operam as travessias entre os Terminais de Passageiros da Ponta da Espera, em São Luís, e do Cujupe, localizado no município de Alcântara (SILVA,2022). Deve-se atentar que a relevância desse serviço é evidenciada não apenas pela ligação que proporciona, mas também pela qualidade do serviço determinada por diversos atributos, alguns deles podem ser medidos de forma objetiva, como o tempo, a frequência e o preço; enquanto outros são mais difíceis de mensurar por terem um caráter subjetivo, como o conforto, a confiabilidade e a disponibilidade de informações (PAULLEY et al.,2006).

Entretanto, o crescimento populacional e a intensificação do tráfego nas cidades litorâneas impõem desafios à infraestrutura e operação dos serviços de ferryboat, por isso faz-se necessário chamar a atenção do poder público em questão da infraestrutura portuária a necessidade de criação de projetos de investimento

adequado nesse setor, [...] contribuindo positivamente para a melhoria de vida das famílias e no desenvolvimento regional. (FERREIRA, 2023)

2.2 OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO

A otimização de processos ligados ao transporte envolve a adoção de novas tecnologias, e para isso, o primeiro passo para melhorar os processos é definir, estabelecer as etapas e monitorar. Dessa forma, poderemos iniciar um ciclo de melhorias. As organizações necessitam de melhorias constantes, sejam elas nas atividades de produção ou em automação, implantação e otimização (MARTINS et al., 2013).

A modernização também passa pela gestão das operações e da logística envolvida no transporte. A implementação de tecnologias como sistemas de monitoramento em tempo real e ferramentas de agendamento online têm sido implementadas para aumentar a eficiência do serviço, as quais tarefas de produção que são realizadas por operadores humanos são transferidas a um conjunto de elementos técnicos, levando em consideração as tendências emergentes mantendo a segurança e a qualidade (ARAUJO et al., 2003).

É importante frisar que a implementação de metodologias ágeis na gestão e no planejamento das rotas, também são formas de otimização utilizando métodos de melhoria contínua como Lean, 5S, kaizen, 6 sigmas, entre outros, por meio da inteligência e tecnologia conseguimos superar nossas limitações, o que nos permitem adaptar o ambiente às nossas exigências, (OLIVEIRA & WOLMER, 2006).

A mudança também deve ser fundamentada ao englobar alterações fundamentais no comportamento humano, uma vez que a modernização afeta de forma direta a mão de obra empregada. A chave para enfrentar com sucesso o processo de mudança é o gerenciamento de pessoas, apoiando altos níveis de motivação e evitando a decepção das pessoas. Portanto, o maior desafio não é mudança tecnológica, mas sim mudar as pessoas e a cultura organizacional, a fim de renovar os valores para obter vantagem competitiva, (JORGE et. al, 2014).

2.3 INOVAÇÃO NA GESTÃO

A inovação no transporte aquaviário, principalmente quando se fala em transporte de passageiros, vai além da modernização de embarcações. De acordo com Graciano (1971, como citado em Felipe e Silveira, 2012), o sistema de transportes e, em especial, o marítimo é, um retrato da economia nacional como a regional, fator que favorece o desenvolvimento, isso quer dizer que a modernização do transporte marítimo envolve uma transformação na maneira como os serviços são oferecidos. Kia et al. (2000) foram percussores nessa ideia ao dar ênfase sobre a importância da tecnologia da informação na gestão portuária, prevendo sua função essencial no manuseio crescente de dados gerados pelos portos e empresas de transporte aquaviário.

A busca por soluções inovadoras são reconhecidamente um meio de aprimorar o desempenho das organizações, e no setor portuário não é diferente (SANCHEZ et al., 2012). Dessa forma, a inovação tecnológica inclui o uso de dados para otimizar as operações. Com a coleta de informações em tempo real, por exemplo, as operadoras de ferryboats podem prever o fluxo de passageiros e veículos, ajustando o número de viagens e o tamanho das embarcações de acordo com a demanda. O foco principal

está em soluções criativas e ágeis que tem como propósito potencializar a operação portuária (GJERDING & KRINGELUM, 2014).

A importância de uma organização buscar por inovações tecnológicas não apenas se restringe à otimização de processos, mas também busca favorecer o desenvolvimento de métodos a fim de promover a sustentabilidade ambiental. De acordo com Barbieri et al., (2010), uma organização sustentável é aquela que concomitantemente busca eficiência econômica, respeita os limites ambientais e atua como um agente de justiça social, proporcionando inclusão, proteção às minorias e grupos vulneráveis, além de buscar equilíbrio de gênero, entre outros aspectos.

Em outra perspectiva, a inovação se manifesta no desenvolvimento de novos modelos de negócios no transporte aquaviário. Segundo Araújo e Silvestre (2014), as Parcerias Público-Privadas (PPPs) são consideradas uma solução para aumentar a eficiência e a qualidade dos serviços públicos, além de diminuir os custos de produção com o envolvimento do setor privado. A adoção das PPPs tem se mostrado uma ótima estratégia para financiar os avanços da infraestrutura e garantir a continuação dos serviços em áreas onde o ferryboat é fundamental.

3 INTERVENÇÃO

Este relato foi estruturado em seis fases principais que envolvem a análise e implementação de melhorias nos Terminais da Ponta da Espera e do Cujupe, focando na integração tecnológica e na otimização dos processos operacionais. Abaixo estão as fases e os procedimentos adotados.

3.1 MAPEAMENTO DE PROCESSOS OPERACIONAIS

A primeira fase desse estudo consistiu no mapeamento dos processos, utilizando metodologias ágeis e a realização de pesquisas in loco nos Terminais de ferryboat - Ponta da Espera e do Cujupe. A pesquisa deu início junto as gerências de fiscalização e de terminais externos, com o intuito de identificar os fluxos de trabalho estabelecido, além de reconhecer possíveis gargalos e apontar áreas potenciais para otimização.

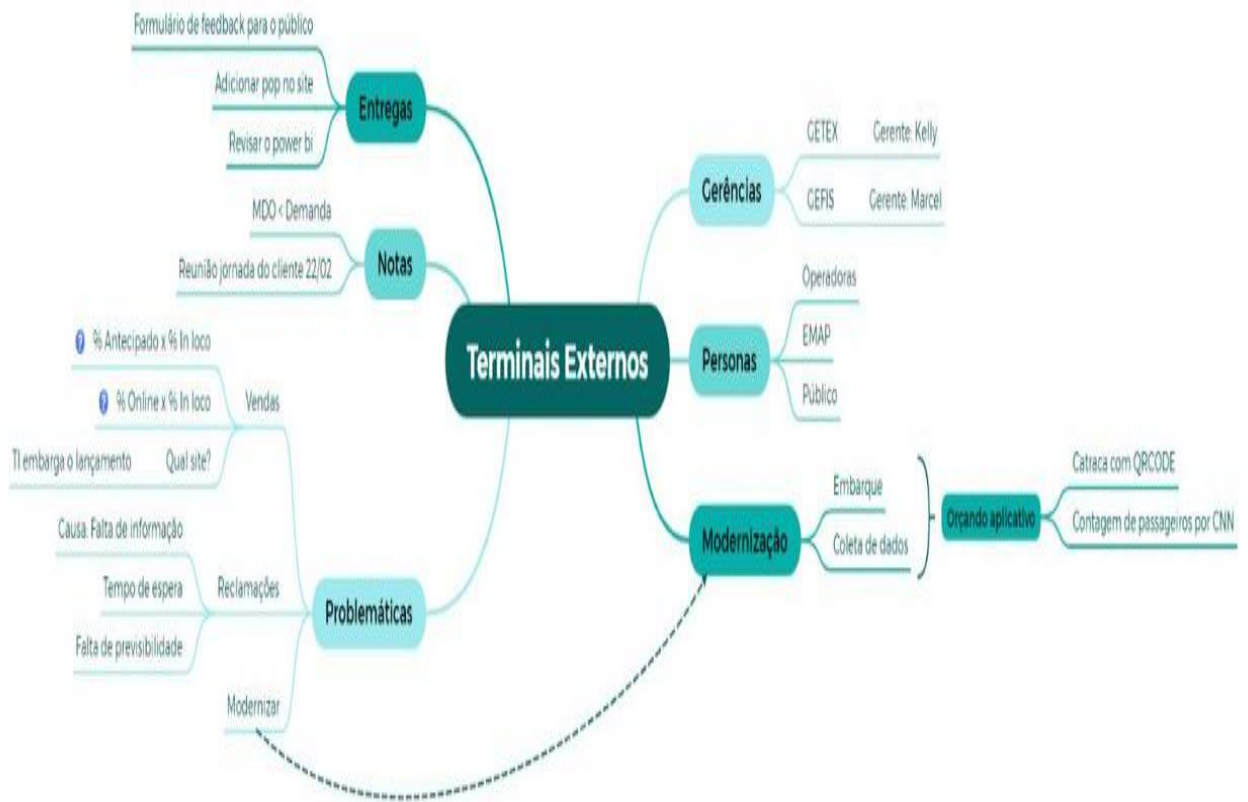
Durante essa etapa, foram conduzidas reuniões e entrevistas com os responsáveis pelos setores envolvidos, além de observações diretas em campo, o que permitiu coletar informações para a análise. Com base nas informações obtidas, os dados foram organizados utilizando uma série de métodos analíticos.

A matriz de certeza, suposições e dúvidas foi aplicada para avaliar a confiabilidade das informações e definir pontos que necessitavam de maior investigação. Além disso, empregamos a matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) para priorizar os problemas encontrados, direcionando os esforços para os aspectos mais críticos.

A técnica de abstração e 5 porquês foram usadas para aprofundar compreensão das causas-raiz de determinados problemas, garantindo uma abordagem mais assertiva para sua resolução.

Outras ferramentas importantes para a construção do mapeamento incluíram o Canvas da Proposta de Valor, que nos ajudou a alinhar as necessidades dos usuários dos terminais com as soluções propostas, e um mapa mental dos Terminais de ferryboat, que serviu para organizar visualmente as operações nos terminais da Ponta da Espera e do Cujupe.

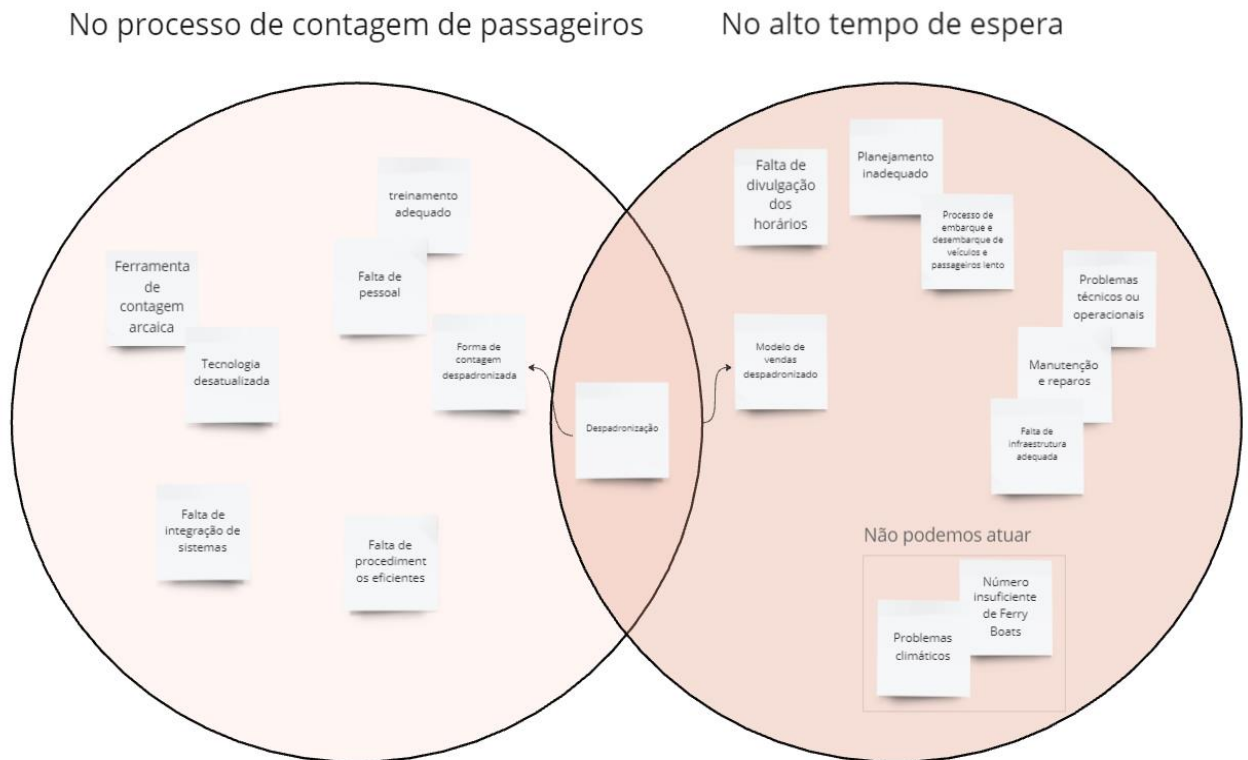
Figura 1 - Mapa mental dos terminais de ferryboat



Fonte: Autores

A partir das informações coletadas foi possível desenhar um fluxograma dos processos, identificando pontos de ineficiência que impactavam diretamente o tempo de espera e a gestão de passageiros.

Figura 2 - Fluxograma do processo



Fonte: Autores

Com base nessas constatações, foram desenvolvidas propostas de melhorias direcionadas a solucionar esses pontos críticos. Entre as sugestões, destacava-se a implementação de sistemas automatizados para monitoramento das filas e contagem de passageiros, o que eliminaria os erros humanos e aceleraria de forma significativa o fluxo de embarque. Além disso, foi proposta a adoção de tecnologias preditivas para antecipar variações na demanda, permitindo uma alocação de recursos mais eficiente e ajustada aos horários de maior movimento, garantindo que a operação dos terminais fosse mais fluida.

3.3 AUTOMAÇÃO DE RELATÓRIOS E FORMULÁRIOS COM O TERMINAL CHECK

Para enfrentar os desafios relacionados à coleta e análise de dados em tempo real nos terminais, foi desenvolvido o aplicativo Terminal Check, utilizando o Power Apps, uma ferramenta da Microsoft que permite a criação rápida de soluções digitais customizadas. Esse aplicativo surgiu como uma resposta à necessidade de modernizar e agilizar os processos que, até então, eram realizados de forma manual.

Anteriormente, a contagem de passageiros e veículos, bem como o monitoramento do fluxo operacional, dependiam do preenchimento de relatórios e formulários em planilhas físicas e depois transferidas para o Excel, o que demandava tempo, além de estar sujeito a erros na escrita, o que dificultava a tomada de decisões rápidas, especialmente em momentos críticos. Foi realizada a análise de dados com toda a equipe que estava envolvida no desenvolvimento do aplicativo.

Figura 4 - Modelo de formulário em Excel utilizada pelos colaboradores

3.4.1 Módulo de Controle de embarque

O módulo de controle de embarque permite analisar o fluxo de passageiros e veículos no embarque provendo uma operação mais organizada e eficaz, o que proporciona uma experiência com qualidade para os usuários o que facilita a gestão do embarque, principalmente nos horários de maior demanda. O sistema gera relatórios detalhados sobre o número de passageiros e veículos transportados, permitindo uma análise precisa e o ajuste da operação conforme as necessidades da operação.

3.4.2 Módulo de relatórios

O módulo de relatórios é uma função que centraliza todas as informações importantes sobre as operações, como dados de embarques, desempenho das embarcações, entre outros. Os relatórios são gerados de forma automatizada, posteriormente sendo utilizados para diversas finalidades como reviews diário, quanto para auditorias e planejamento estratégico. Portanto, os gestores têm uma visão clara e abrangente do funcionamento dos terminais e das embarcações, o que facilita a tomada de decisões mais informadas e assertivas.

3.4.3 Módulo de programação dos ferrys

O módulo de programação dos ferrys é responsável por organizar e otimizar as rotas e horários das embarcações, ao qual considera a demanda de passageiros e as condições operacionais. Esse módulo permite que as embarcações sejam distribuídas de maneira mais eficiente, nos horários previstos seguindo a programação conforme as necessidades do serviço, garantindo uma operação mais fluida, como também reduzindo o tempo de espera dos usuários, conseqüentemente melhora na utilização dos recursos disponíveis. Com esse módulo, a gestão dos terminais pode ajustar a programação em tempo real, garantindo maior flexibilidade e capacidade de resposta a imprevistos.

3.4.4 Módulo de manutenção

Para registrar o controle das manutenções corretivas e preventivas das embarcações, esse módulo do Terminal Check tem como objetivo fornecer uma solução eficaz para o acompanhamento de todas as atividades de manutenção, desde o momento em que é agendada uma solicitação até a efetiva conclusão do serviço. Através da utilização do sistema, são registradas todas as etapas do processo de manutenção, o que permite maior controle e transparência em todo o ciclo de trabalho, ou seja, o rastreamento das manutenções tornou o processo mais preciso, permitindo que a gestão tenha uma visão clara da manutenção que está sendo realizada, as que foram concluídas e as futuras.

É importante ressaltar que ao registrar as manutenções no sistema, é criado um histórico dos dados, o que significa maior controle para futuras auditorias e planejamento operacional.

Este módulo também facilita muito o planejamento das manutenções preventivas, que agora podem ser agendadas de forma proativa, evitando falhas mecânicas inesperadas que podem colocar em risco a operação das embarcações, bem como atrasos, ao passo que gera transtornos para os passageiros e operadores.

A programação das manutenções preventivas garante que todas as embarcações estejam em boas condições de funcionamento, a fim de minimizar riscos de paradas não planejadas e promovendo uma operação mais eficaz e segura.

Figura 6 - Telas do aplicativo Terminal Check



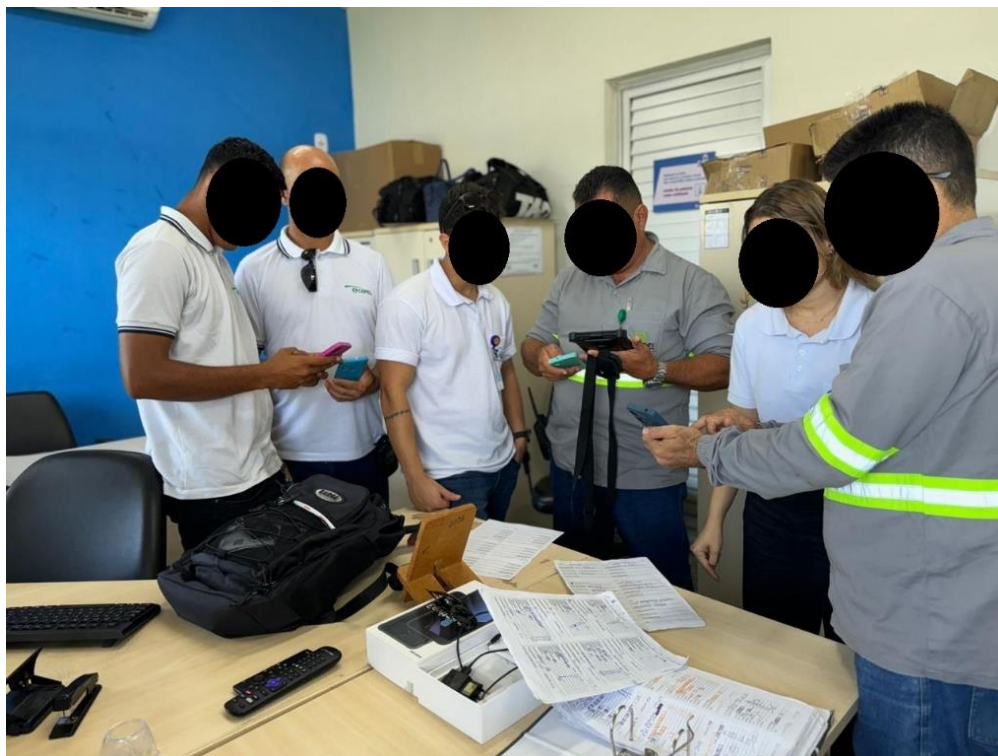
Fonte: Autores

3.5 TREINAMENTO DOS COLABORADORES

A integração do Terminal Check necessitou de um plano de treinamento para os servidores dos terminais, permitindo assegurar que todos os colaboradores estivessem aptos para operar o novo sistema com eficiência e uniformidade para a coleta dos dados. O treinamento compreendeu simulações da operação de embarque dos passageiros, preparando o colaborador para o uso do aplicativo sob diferentes condições, como variações em número de passageiros e veículos, épocas de baixa demanda até períodos de pico, como feriados prolongados e eventos sazonais, a exemplo do Carnaval e Semana Santa.

Realizar o treinamento não melhorou apenas a eficiência operacional e gestão dos terminais de ferryboat, como também contribuiu para uma maior agilidade no atendimento aos usuários que utilizam esse meio de transporte, tendo maior controle do tempo de espera nas filas e otimizando o embarque e desembarque. O foco no treinamento contínuo também propiciou que os colaboradores conseguissem se adaptar às futuras melhorias do sistema, garantindo um serviço de alta qualidade e melhorando a experiência do usuário final.

Figura 7 - Treinamento com colaboradores



Fonte: Autores

3.6 CRIAÇÃO DO SITE NAVEGA MA

Paralelo ao Terminal Check, com o objetivo de melhorar a comunicação com os passageiros, foi criado o site Navega MA. Uma plataforma web desenvolvida para facilitar ao público informações sobre os ferryboats, disponibilizando os dados de maneira correta, tratada para o público que deseja se informar sobre os terminais de passageiros assim como dados relevantes ao negócio para os administradores da plataforma.

Para a equipe interna da EMAP, o Navega MA oferece um módulo administrativo com informações relevantes aos terminais, distribuídas em dashboards, com dados sobre viagens, tempo de embarque, além de previsões.

A plataforma também disponibiliza as últimas notícias sobre o serviço de ferryboat, onde ajuda os passageiros a planejarem melhor suas viagens, com informações sempre atualizadas e acessíveis. A plataforma passou a ser utilizada para divulgar informações em tempo real sobre os horários das viagens, valores de passagens, mudanças no serviço e outras informações relevantes, facilitando o planejamento das viagens e oferecendo uma plataforma de interação direta, onde os usuários podem tirar dúvidas e acompanhar atualizações sobre o serviço de ferryboat.

Figura 8 - Página Inicial do site Navega MA



Informações gerais

Notícias

Selecione a data e rota de sua viagem:

Selecione a data da sua viagem:

20/06/2024

Selecione a rota de sua viagem:

SLZ-CPE

Viagens extras estarão destacadas na cor azul

Partida	Empresa	Vendas
03:00:00	 SERVI PORTO	Comprar
05:00:00	 HENUIL TRANSPORTES LTDA	Comprar
07:00:00	 INTERNACIONAL MARITIMA	Comprar

Fonte: Autores

4 RESULTADOS OBTIDOS

Após a implantação dos sistemas Terminal Check e Navega MA para automação de processos, foram observados alguns impactos positivos. A adoção dessas inovações resultou na melhor análise e planejamento do tempo de espera de embarque, tanto de passageiros quanto de veículos, além de aumentar a precisão do número de passageiros e da distribuição das embarcações. Esses avanços se traduzem em agilidade operacional, com eliminação de erros humanos e maior eficiência na gestão de recursos.

Com o Terminal Check, os dados passaram a ser coletados em tempo real, permitindo análise através de dashboards para tomadas de decisão, obtendo assim respostas rápidas às variações de demanda e facilitando o ajuste imediato das operações. A automatização de relatórios e formulários permitiu uma gestão mais precisa, o que ajudou a melhorar os fluxos de embarque e desembarque, principalmente em dias de maior movimento. Além disso, a integração com o público por meio do site Navega MA melhorou a comunicação, proporcionando mais transparência e confiança na travessia e maior regularidade nos horários.

A análise dos dados mostrou uma redução significativa nos custos operacionais como resultado direto da otimização dos processos e do uso eficaz das informações coletadas. O embarque preciso e a manutenção preditiva também ajudaram a minimizar falhas mecânicas e interrupções de serviço, promovendo uma operação contínua e segura.

Com os dados obtidos e tratados de 2020 até a data de implementação dos sistemas Terminal Check e NavegaMA, podemos fazer um comparativo do crescimento percentual da mudança no número de passageiros, e na mudança no

tempo de espera para embarque, considerando o mesmo período de análise desde a implementação dos sistemas. Como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1 - Mudança percentual no número de passageiros e no tempo de espera para embarque entre 2019 e 2024 nos meses pós implementação do sistema

Ano	Mudança no Número de Passageiros em Relação ao ano anterior (%)	Mudança no Tempo de Embarque em Relação ao ano anterior (%)
2019	9,03%	4,69%
2020	14,23%	32,00%
2021	14,66%	23,94%
2022	24,49%	58,28%
2023	-8,23%	-1,14%
2024	19,29%	-14,55%

Fonte: Autores

Estes números demonstram que, aliado a planos de gestão eficientes, o sistema auxiliou em um gerenciamento maior no transporte de pessoas, onde mesmo com um aumento significativo no número de passageiros, houve também uma diminuição no tempo de embarque, pois o processamento dos dados de embarque se tornou mais rápidos e eficientes. Tendo em vista ainda que, entre o período prévio a implantação do sistema em 2024 e o período pós-implantação do sistema ainda houve uma redução de 8,52% no tempo de espera dos passageiros para o início da viagem.

5 CONCLUSÕES

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho evidenciam a eficiência da incorporação de tecnologias digitais nos terminais da ferryboat do estado do Maranhão. Ao percorrer toda a trilha de mapeamento e desenvolvimento dos sistemas Terminal Check e Navega MA até sua implementação demonstra o quanto foi crucial para a otimização da gestão operacional, resultando em uma redução significativa de custos e na melhoria da experiência dos usuários.

As inovações tecnológicas introduzidas melhoraram a eficiência no controle de passageiros e na manutenção das embarcações, como também aprimoraram a comunicação com o público, tornando-a mais transparente e ágil. Outro aspecto importante a ser destacado para o sucesso da integração foi a capacitação dos colaboradores dos terminais, o que garantiu o uso adequado do sistema e forte aderência por parte dos setores envolvidos.

Em síntese, a modernização dos terminais, aliada ao uso de plataformas digitais como o Terminal Check e o Navega MA, contribuiu para uma operação mais eficiente, gestão otimizada, sustentável e centrada no usuário, constituindo-se como um exemplo de boas práticas no setor de transporte aquaviário.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Marley Rosana Melo de, et al. Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. *Psicologia & Sociedade*, 2011, 23: 574-582.

DE ARAÚJO JÚNIOR, Antônio Pereira; DAS CHAGAS, Christiano Vasconcelos; FERNANDES, Raphaela Galhardo. Uma rápida análise sobre automação industrial. 2003.

ARAÚJO, Joaquim Filipe Ferraz Esteves; SILVESTRE, Hugo Consciência. As parcerias público-privadas para o desenvolvimento de infraestrutura rodoviária: experiência recente em Portugal. *Revista de Administração Pública*, 2014, 48: 571-593.

BARBIERI, José Carlos, et al. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. *Revista de administração de empresas*, 2010, 50: 146-154.

DALUZ, Luís Machado. Liberalização e serviço público no transporte marítimo regular de mercadorias: o caso do arquipélago dos Açores. *Revista portuguesa de estudos regionais*, 2013, 34: 21-33.

DE SANTANA, Allison Ramon Araújo; DA SILVA, Paulo Caetano. Padronização de Processos de Auditoria Contínua. *RAGC*, 2020, 8.35.

DA SILVA, Henrique Ralsi Felipe Montes. Estudo para implementação de transporte aquaviário de veículos entre Botafogo e Charitas. 2022 . Acesso em 23 de agosto de 2024. <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/projpoli10037216.pdf>

FELIPE JUNIOR, Nelson Fernandes; SILVEIRA, Márcio Rogério. O Transporte de cabotagem e longo curso e as recentes transformações no setor portuário e marítimo brasileiro. 2012.

FERREIRA, Iris da Silva, et al. Logística de transporte no Alto Solimões: um estudo sobre os desafios enfrentados pelas embarcações para o transporte de cargas e passageiros durante o período de vazante dos rios. 2023.

GJERDING, Allan N.; KRINGELUM, Louise B. Systemic coordination of organizational roles: The importance of relational capital in port governance. *Research in Transportation Business & Management*, 2014, 28: 77-84.

JORGE, Philipe, et al. ALOCAÇÃO DE SESSÕES DE ARTIGOS EM EVENTOS ACADÊMICOS: MODELO E ESTUDO DE CASO. *Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, 2014, 6.1: 54-66.

KIA, M.; SHAYAN, E.; GHOTB, F. The importance of information technology in port terminal operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2000, 30.3/4: 331-344.

KLEIMAN, M. Redes de infraestrutura e estruturação das cidades. *Revista Solo Urbano*, 2004, n. 2, 1º semestre, p. 1-30.

LIMA, Ana Clara de Sousa. AVALIAÇÃO DO IMPACTO DOS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO INTELIGENTES DA EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA: análise a partir da perspectiva dos colaboradores do setor de inovação. 2023.

MARTINS, Vera Lúcia Francisco Dias; PARREIRA, Kerima Martins; VIEIRA, Jeferson Castro. A importância da infraestrutura de transporte para o desenvolvimento do estado de Goiás. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, 2017, 6.3: 427-444.

MARTINS, J., LEMOS, J. C. & SILVA, L. O gestor empresarial e a Padronização de processos: ferramenta da gestão da produção e serviços. 2013

OLIVEIRA NETTO, A. A., WOLMER R. R. *Introdução à Engenharia de Produção*.-2. Florianópolis, SC: Visual Books. (2006)

PAULLEY, Neil, et al. The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership. *Transport policy*, 2006, 13.4: 295-306.

SÁNCHEZ, L.; BLANCO, B.; PÉREZ-LABAJOS, C. A. Rasch model as a tool for strategic positioning of commercial seaports. *Journal of Maritime Research*, 2012, 9.2: 23-28.

VICENTE, Miguel Ângelo Martins. *Infraestruturas de Transporte e Desenvolvimento Regional: o caso do Alentejo*. 2021. PhD Thesis.

ZUCCOLOTTO, Robson; TEIXEIRA, Marco Antonio Carvalho. *Transparência: aspectos conceituais e avanços no contexto brasileiro*. 2019.

PROJETANDO A CADEIA DE IMPORTAÇÃO DE TUBOS USADOS DA HOLANDA: UM GUIA DE DESENVOLVIMENTO

Leandro Gonçalves Salgado
UNIVALI

Luiz Eduardo Simão
UNIVALI

Resumo: A demanda por tubos de aço importados tem crescido cada vez mais, principalmente pela aceleração de obras, projetos industriais e comerciais. O mercado da siderurgia brasileira não tem conseguido atender todos os clientes, por isso é necessário fazer importação de produtos. Por conta da alta demanda nacional, os tubos importados se tornaram mais acessíveis, financeiramente falando, basta encontrar bons fornecedores. Uma das opções é importar tubos de aço usados. A reutilização de tubos de aço alinha-se com os princípios da economia circular na medida que se reduz a necessidade de produzir aço novo, diminuindo as emissões causadas por esse processo. Assim, este artigo tecnológico apresenta um guia prático de como desenvolver o projeto da cadeia de importação de tubos de aço de segunda-mão da Holanda. O foco do artigo é sobre os tubos de aço usados, originalmente, na indústria de petróleo e gás. Contudo, eles podem ser reutilizados em uma variedade de aplicações em seu segundo ciclo de vida, como: construção civil, indústria automotiva, arte e decoração, condução de fluidos, entre outros. O desafio para a importação desse tipo de produto é a complexidade da logística para cargas pesadas e que excedem as dimensões de uma carga padrão containerizada. A gestão da logística *break bulk* será tema abordado neste artigo, bem como realizar a organização de todas as etapas da cadeia. Dentro deste cenário, o trabalho tem uma importante contribuição tecnológica para o desenvolvimento do setor no Brasil, impactando na contribuição social para aumento de vagas de emprego nesse tipo de negócio, além da contribuição ambiental usando os princípios da economia circular. Além disso, o artigo tecnológico poderá servir como um guia na implementação de processos de importação dessa *commodity* com o intuito de maximizar os resultados diminuindo os \$/Tonelada e lead time de importação da cadeia Holanda x Brasil.

Palavras-chave: Economia circular; importação; logística break bulk; containerização; tubos de aço usado.

1 INTRODUÇÃO

O ferro e o aço são materiais vitais na engenharia e na construção moderna, necessários para edifícios, pontes, máquinas e veículos. Nas últimas décadas, a urbanização e a industrialização levaram a uma demanda crescente por ferro e aço, com a produção mundial de aço bruto atingindo aproximadamente 1,9 bilhão de toneladas em 2019, mais de 2,4 vezes o nível de 1990. No entanto, a indústria do ferro e do aço também é intensiva em gasto de energia e emissões, emitindo diretamente cerca de 1,4 toneladas de CO₂ por tonelada de aço bruto produzido. Em 2019, as emissões de CO₂ relacionadas ao ferro e ao aço atingiram cerca de 2,6 bilhões de toneladas, representando cerca de 7% das emissões globais de CO₂ de origem humana. (XU et. al, 2023). A indústria de ferro e aço é um setor muito complexo que está intrinsecamente ligado à economia global (HIDALGO & KAMINSKI, 2011). De acordo com os autores, a indústria do aço é um agente significativo para o desenvolvimento mundial, pois implica em grande empregabilidade e crescimento econômico em muitos países. Sua versatilidade, resistência e durabilidade o tornam um material indispensável em muitas aplicações industriais e de infraestrutura (LORENZETTI, 2023). Entretanto, em tempos em que a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente são questões de grande importância, a indústria siderúrgica é sistematicamente apontada como uma das mais poluidoras, visto que a mesma é responsável por grande consumo de energia e recursos naturais não-renováveis, além de responder também por um grande volume de efluentes gasosos e líquidos, assim como de resíduos sólidos, que ocorrem em diferentes etapas do processo (GOMES, 2016).

Os tubos de aço são estruturas cilíndricas ocas feitas de aço e variando o seu comprimento, diâmetro e espessura, conforme figura 1. Eles são utilizados em diversas indústrias e aplicações, incluindo construção, infraestrutura, manufatura e transporte.

Figura 1 – Tubos de aço



Fonte: herstaco.com (2023)

O Brasil apesar de se destacar na exportação e reservas de minério de ferro, ainda é pouquíssimo relevante quando se trata de produtos finais, de acordo com a World Steel Association, organização sem fins lucrativos com sede em Bruxelas, que reúne e publica dados de produção e consumo de aço a nível mundial, e seus membros representam 85% da produção mundial de aço (WSA, 2022). O aço é normalmente identificado como um material “amigo do meio ambiente” devido

essencialmente ao seu potencial de reciclagem. (FORMIGONI et. al, 2014). Diante destes fatos, somada a urgência da descarbonização e ao cumprimento das agendas de sustentabilidade, surgem oportunidades para a reutilização de tubos de aço, um mercado pouco explorado no Brasil.

No cenário empresarial, a busca por eficiência, competitividade e sustentabilidade tornou-se imperativa. Nesse contexto, a importação de tubos de aço usados da Holanda surge como uma alternativa promissora para empresas em busca de materiais de alta qualidade, sustentáveis e a custos competitivos. No entanto, esta operação não está isenta de desafios significativos que tangem as questões de logística da importação.

O presente artigo tecnológico concentra-se em um projeto crítico: projetar a cadeia de importação de tubos de aço usados da Holanda. Assim, o problema de pesquisa a ser analisado é: Como obter uma alta performance na cadeia de importação de tubos de aço usado (NCM: 7304.2910; 7304.2990; 7305.1200; 7305.1900) com origem na Holanda?

Este relato tecnológico tem como objetivo fornecer um guia elucidando a cadeia de importação de tubos de aço usados. Esse trabalho começa apresentando o contexto e realidade investigada sobre esse setor de mercado, oportunidades e logística breakbulk. Em seguida é feito um diagnóstico sobre a situação problema, relacionando-a com as diferentes abordagens teórico-científicas na área de gerenciamento da logística de importação. Na sequência são discutidas as formas de recomendação de como desenhar e eliminar gargalos que ocorrem nessas configurações logísticas, melhorando o desempenho de projetos de importação complexos como esse, com o intuito de reduzir os R\$/Tonelada e lead time de importação referente a cadeia de importação da Holanda para o Brasil. Finalmente, é indicado a contribuição da proposta para as organizações e para a sociedade, com ênfase nos benefícios, oportunidades de melhorias e consequências das possíveis soluções ou desdobramentos da proposta de solução da situação-problema para a organização.

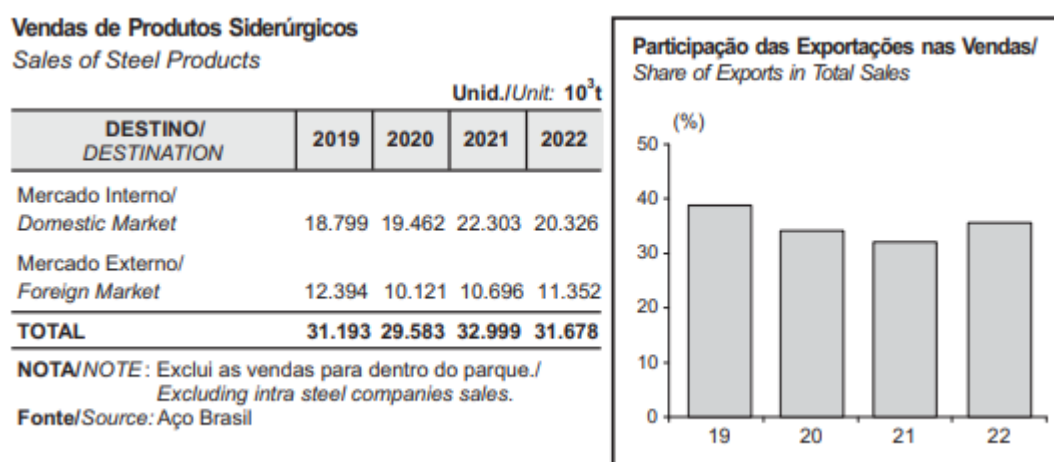
2 CONTEXTO E REALIDADE INVESTIGADOS

De acordo com as publicações sobre as estatísticas da indústria siderúrgica pelo IABr - Instituto Aço Brasil, a produção nacional de aço bruto em 2021 foi de 36,1 milhões de toneladas, com queda de 5,5% em 2022, representando sem alterações 1,8% da produção mundial, mantendo-se o Brasil como 9º país no ranking mundial e 1º da América Latina em relação a produção. O consumo de aço no Brasil em 2021 foi de 26,3 milhões de toneladas, e em 2022 houve uma queda de cerca de 10,9%, representando 23,4 milhões de toneladas (IABr, 2023). A incerteza econômica, taxas de juros mais altas e o aumento das dívidas familiares afetaram o crescimento da indústria da construção brasileira em 2022. Essa tendência projeta-se para continuar nos próximos 12 meses. Conforme relatório publicado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2022), os números do 1º trimestre de 2022 mostram uma redução significativa nos lançamentos de unidades do programa habitacional Casa Verde e Amarela, com uma queda de 40,4%, e na oferta final, com uma redução de 11,1%, em comparação com o 4º trimestre de 2021. Além disso, uma queda de 9,3% foi registrada nas vendas ano a ano. Toda essa queda foi impulsionada pelo aumento dos preços e custos dos materiais da construção civil, falta de confiança para novos lançamentos de empresários e incorporadoras e queda do poder aquisitivo das famílias, datado pelo estudo Indicadores Imobiliários Nacionais (CBIC, 2022). A

redução nas atividades de construção também afetou as vendas de materiais de construção em 2023.

Conforme disposto na Figura 2, pelo anuário do Instituto Aço Brasil (IABr, 2023), as vendas de Produtos Siderúrgicos registraram queda de aproximadamente 4% comparado ao ano de 2021 e 2022, e as exportações não ultrapassam 50% de participação nas vendas.

Figura 2 – Vendas de Produtos Siderúrgicos



Fonte: Anuário IAB (2023)

A tendência projeta-se para continuar em 2023, em meio às incertezas econômicas que afetam o poder de compra do consumidor. No entanto, os gastos do governo em projetos de construção anunciados pelo Novo PAC do Governo Federal trazem uma percepção positiva para recuperação do setor em 2024. A demanda por construção pré-fabricada também está projetada para crescer no Brasil. Na próxima década, é esperado que a indústria de construção pré-fabricada do Brasil experimente crescimento constante. Para capitalizar essa tendência, cada vez mais atores estão entrando no segmento de construção pré-fabricada no Brasil. Em dezembro de 2022, a ArcelorMittal (conglomerado industrial multinacional de empresas com sede em Luxemburgo, sendo a maior empresa siderúrgica e de mineração do mundo) entrou em colaboração com a Modularis (empresa francesa especializada no desenvolvimento e fabricação de estruturas modulares, voltada para o mercado de construções pré-fabricadas) visando o mercado de construção pré-fabricada no Brasil. Através de sua subsidiária brasileira, a ArcelorMittal, juntamente com a Modularis, atenderá à indústria da construção civil. Notavelmente, os módulos desenvolvidos pela empresa serão utilizados na construção de hotéis e residências. De uma perspectiva de curto a médio prazo, a demanda por habitação acessível também impulsionará a tendência da construção pré-fabricada no Brasil. Conseqüentemente, mais e mais atores estão projetados para entrar no mercado nos próximos três a quatro anos.

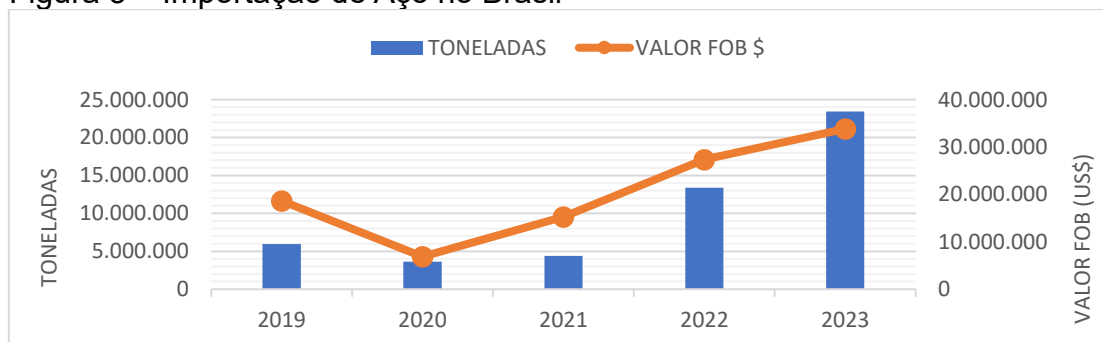
Já no setor de infraestrutura, na opinião do presidente da ArcelorMittal no Brasil, Jefferson de Paula, haverá um impulso no setor se o país “fizer o dever de casa”, dobrando o consumo nos próximos dez anos puxado pela demanda em projetos habitacionais, nas áreas de energia renovável, portos e óleo e gás (BLOOMBERG,

2022). Nesse setor, tanto o gasto público quanto o privado em projetos de infraestrutura são esperados para apoiar a recuperação do setor da construção no Brasil, no entanto, a guerra em andamento entre Rússia e Ucrânia e a crescente inflação tiveram um impacto significativo no crescimento da indústria da construção no Brasil. Seguindo em frente, espera-se que o setor permaneça sob pressão devido às incertezas econômicas. No entanto, os gastos do governo em projetos de infraestrutura em 2023 são projetados para apoiar o crescimento a partir de uma perspectiva de curto a médio prazo.

Apesar de uma redução nas projeções de crescimento, o cenário para a indústria da construção no Brasil continua a ser positivo, de acordo com o relatório CBIC 2023. Conselho Curador do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (CCFGTS) tomou uma medida crucial para o setor. Aumentou o orçamento destinado ao financiamento habitacional em 42%, passando de R\$ 68,1 bilhões para R\$ 96,9 bilhões. Esse incremento se concentrará no Programa Minha Casa, Minha Vida e na linha de crédito habitacional Pró-Cotista. Isso fornece segurança e confiança aos empreendedores no lançamento de novos projetos. Os investimentos previstos no Novo PAC com recursos do Orçamento Geral da União (OGU) somam R\$ 371 bilhões; o das empresas estatais, R\$ 343 bilhões; financiamentos, R\$ 362 bilhões; e setor privado, R\$ 612 bilhões.

Além do setor de construção civil voltado para a habitação, o Brasil tem se destacado nos últimos anos com investimentos substanciais em obras de infraestrutura, incluindo projetos de construção de estradas, pontes, usinas de energia e expansão de cidades. Além disso, o governo brasileiro tem demonstrado um compromisso crescente com práticas sustentáveis e ambientalmente responsáveis. Abrindo espaço para importação de aço, de acordo com o portal de estatísticas do comércio exterior brasileiro “Comex Stat” (Figura 2) a importação de tubos de aço vem crescendo, isso se deve a demanda por produtos de qualidade, baixo custo e sustentáveis.

Figura 3 – Importação de Aço no Brasil



Fonte: Comexstat (2023)

O gráfico da figura 3 evidencia uma notável tendência de crescimento nas importações de tubos de aço pelo Brasil, com um aumento particularmente expressivo a partir de 2021. A virada ocorreu em 2021, quando as importações de tubos de aço começaram a crescer. Entre 2020 e 2021, as toneladas importadas aumentaram de 3.638.124 para 4.383.209, refletindo um crescimento de aproximadamente 20,47%, já o valor FOB em dólares mais do que dobrou, subindo de U\$6.861.322 para U\$15.277.944, um aumento notável de aproximadamente 122,41%, isso é explicado pela alta do preço do minério de ferro neste período.

O ano de 2022 marcou um boom nas importações de tubos de aço. As toneladas importadas saltaram de 4.383.209 para 13.378.655, representando um aumento extraordinário de cerca de 205,36%. Além disso, o valor FOB em dólares subiu de U\$15.277.944 para U\$27.341.434, um crescimento expressivo de cerca de 78,77%.

Em 2023, a tendência positiva continuou, com um aumento de aproximadamente 75,06% nas toneladas importadas, que passaram de 13.378.655 para 23.445.026. O valor FOB em dólares aumentou de U\$27.341.434 para U\$33.828.711, um aumento de aproximadamente 23,74%.

Nesse contexto, os preços do aço serão afetados significativamente pela descarbonização do processo de produção global do aço (HOFFMAN, et al. 2020). O aço é um dos pilares fundamentais da sociedade atual e um dos três maiores produtores de dióxido de carbono. Eles concluem que o aço é um alvo óbvio para estabelecer regras e metas regulatórias globais para reduzir as emissões de dióxido de carbono (HOFFMAN, et al. 2020). Em 2015, 190 nações adotaram um novo conjunto de regras de descarbonização no Acordo de Paris. Cerca de 30% da produção primária de aço na União Europeia deverá ser descarbonizada até 2030 usando hidrogênio renovável.

Eles também afirmaram que o custo de curto a médio prazo dos esforços de descarbonização provavelmente aumentará o preço do carbono neutralidade de produção de ferro e metais quentes, que são de 150\$/MT e 425\$/MT, respectivamente (ZHANG, 2022). Conclui-se, a partir de ambos os estudos e sem entrar em detalhes geopolíticos, que a tendência geral do aço será de aumento de preço.

O contexto a ser avaliado nesse artigo tecnológico é focando na cadeia de importação da Green Will Resources Ltda (GWR), empresa que importa e vende no mercado de tubos de aço secundários (usados). A GWR é uma empresa nova, prevista para iniciar suas atividades em outubro de 2023 no Brasil. Com sede administrativa em Cidade Jardim, São Paulo e armazém estratégico localizado em Santos, conta com uma equipe de 10 pessoas. A empresa se destaca por sua liderança que compreende anos de experiência no mercado de aço. Destaca-se por sua abordagem centrada em seis pilares fundamentais: minimização de resíduos, parcerias colaborativas, capacitação dos clientes para decisões conscientes, origem ética de materiais, restauração inovadora e liderança em reciclagem.

Para iniciar as operações no Brasil, a GWR firmou uma parceria com a Herstaco BV, uma das maiores empresas com estoques de tubos de aço de primeira e segunda escolha na Europa (herstaco.com). Com quase 50 anos de experiência, a parceria se dará por forma de Joint Venture, o acordo envolve a partilha de lucros e ordens de compra, o que será benéfico para ambas as partes. A parceria entre a GWR e a Herstaco BV oferece uma série de benefícios estratégicos que impulsionam o sucesso e a expansão de ambas as empresas. A Herstaco expande sua atuação no mercado brasileiro sem grandes investimentos em infraestrutura, enquanto a GWR obtém acesso direto ao estoque internacional da Herstaco e sua rede. A colaboração financeira compartilha lucros e pedidos de compra, permitindo a diversificação das compras para obter preços mais competitivos. Além disso, a GWR adquire conhecimento operacional e capacidade de ampliar garantias financeiras, reduzindo o risco para ambas as partes. Essa parceria fortalece a posição de ambas as empresas no mercado e impulsiona o crescimento e a colaboração bem-sucedida.

Para a GWR, esse é um importante fator positivo, pois a GWR manterá um inventário de carbono neutro. Em consenso, a GWR pode competir com aço recém-

produzido a custos mais baixos e com uma escolha de produto praticamente neutro em emissões de dióxido de carbono.

O material mais reciclado por peso no mundo é o aço, e ele pode ser reciclado repetidamente sem a perda de propriedades metalúrgicas e de engenharia. Por essas razões, o aço é um material de construção verde de primeira linha e deve ser considerado ao projetar para a sustentabilidade (WSA,2023). A indústria do aço evoluiu para estar na vanguarda das indústrias comprometidas com o meio ambiente, abrindo as portas para o desenvolvimento do setor diante das consequências climáticas.

A GWR também se beneficia da crescente demanda por aço no mercado brasileiro. Seu foco inicial está na importação de tubos de aço secundários (usados), que estão alinhados com as tendências globais de custos crescentes de aço e a busca por aço neutro em emissões de dióxido de carbono. A GWR planeja entrar no mercado com uma estratégia de preços agressivos, permitindo uma rotação rápida de estoque e uma margem líquida superior a 20%.

A empresa enfrenta desafios complexos, como garantir a integridade de sua cadeia de suprimentos que consiste na importação de aço usado e exportação de madeira, sem deixar de cumprir sua promessa de valor sustentável e ético. No entanto, está estrategicamente preparada para superar esses obstáculos e se destacar nesse mercado em expansão. Pode-se concluir que a oferta de produtos da GWR está perfeitamente ajustada às movimentações globais no mercado de aço (tubos). O aumento e elevação do custo do aço assegura à GWR um valor crescente de inventário e protege contra influências geopolíticas. A mudança em direção ao aço com neutralidade de carbono funciona completamente a favor da GWR que pretende ser líder neste setor.

3 DIAGNÓSTICO DA OPORTUNIDADE

A partir deste estudo da cadeia de importação direcionado para empresa Green Will Resources, especificamente voltado para a logística de tubos usados, serão analisados os custos incidentes nesta operação e as opções de transporte desta carga considerando a rota Holanda x Brasil. A carga anual a ser importada possui 5000 toneladas.

Para atender o problema de pesquisa e apresentar o diagnóstico de oportunidade, abaixo segue fluxograma Figura 4, ilustrando as etapas envolvidas na cadeia logística de importação a ser usada.

Figura 4 – Cadeia logística de importação



Fonte: Autor (2023)

A cadeia de importação da figura 4 indica a operação de importação dos produtos desde o fornecedor no exterior até as instalações do importador no Brasil. A figura indica os modais utilizados, os tempos de processo em cada etapa.

A configuração da cadeia poderá ser realizada de diferentes formas, conforme apresentado na próxima seção.

4 PROPOSTAS DE RECOMENDAÇÃO

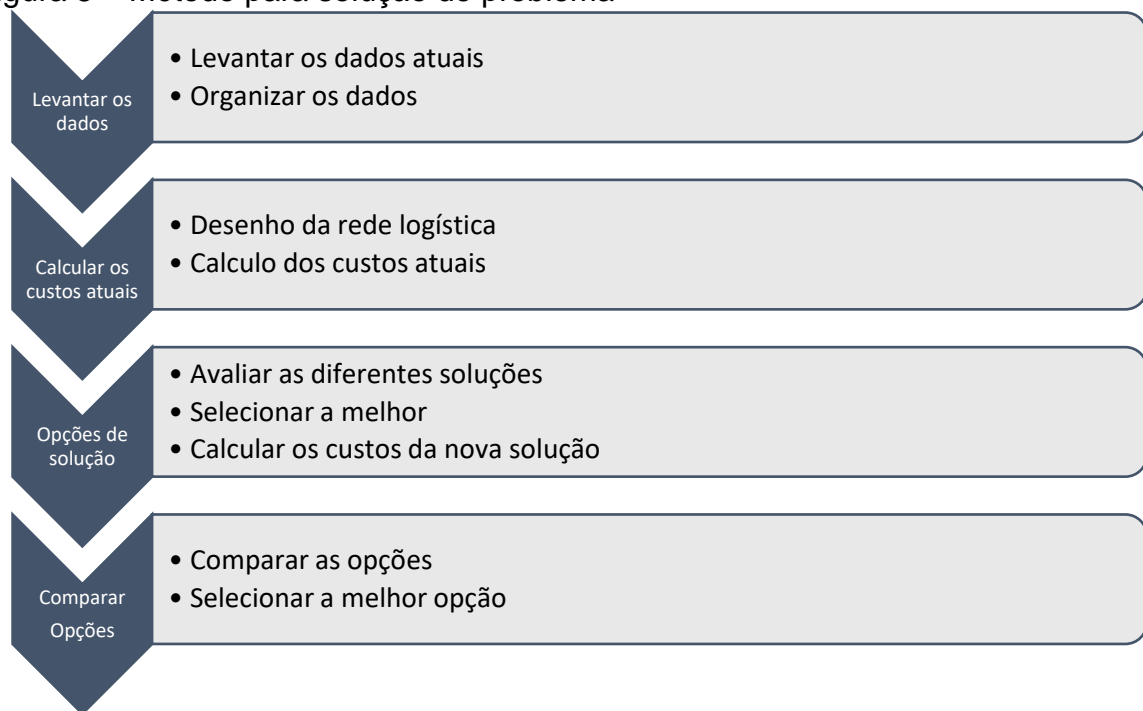
Existem 3 diferentes opções que podem ser tomadas para solucionar o problema de configuração da cadeia de importação: (1) Terceirizar toda a operação; (2) Realizar toda a logística *breakbulk*; e (3) Fazer a containerização dos tubos de aço usados.

Contudo, levando em consideração aos dados apresentados acima no diagnóstico, para solucionar esse problema, o autor sugere uma abordagem comparativa entre realizar toda a logística *breakbulk* e fazer a containerização dos tubos de aço usados. Para fazer isso, pode-se seguir as etapas definidas na figura 5.

Na primeira etapa do método deve ser realizado o levantamento dos dados relacionados a operação atual como a capacidade de produção mensal de chapas (quantidade, peso e cubagem), quantidade média de contêineres movimentados por mês e os custos de logísticos de transporte, armazenagem e manuseio destes contêineres.

Logo em seguida, deve-se realizar a organização desses dados para que mais a frente possa ser possível uma comparação entre a atual cadeia logística utilizada e a futuramente sugerida.

Figura 5 – Método para solução de problema



Fonte: Autor (2024)

Após o levantamento dos dados na etapa 1, na segunda etapa deve ser realizado o desenho da atual rede logística (ver figura 4). Além disso, deve-se também

efetuar os cálculos dos custos logísticos atuais, mais os custos de manuseio e armazenagem da carga no porto (ver gráfico 6).

A terceira etapa a ser realizada é o levantamento das opções de configuração da cadeia logística disponíveis atualmente.

Com base nesse método (ver figura 5), se pode avaliar cada opção, conforme apresentado a seguir.

(1) Terceirizar toda a operação

Se a empresa optar por terceirizar toda a operação, desde a importação, o transporte até a armazenagem, ela contrairá apenas custos variáveis, o que pode tornar o custo total da operação menor.

A terceirização é amplamente adotada pelas empresas para delegar atividades não essenciais a parceiros especializados. Para (PRAHALAD & HAMEL, 1990), a terceirização pode ser considerada como uma estratégia que as empresas podem utilizar para melhorar a sua eficiência operacional, permitindo que a empresa funcione com estruturas mais flexíveis, ágeis e engajadas com sua atividade principal. Segundo também os autores, embora a terceirização possa trazer benefícios a curto prazo, como redução de custos e melhoria da eficiência, ela pode não contribuir necessariamente para o cultivo das habilidades e capacidades necessárias para sustentar a liderança do produto. De acordo com (BANDEIRA & MAÇADA, 2009), apesar de a redução de custos ser um dos principais motivos para a terceirização dos serviços logísticos, o processo pode levar a falhas corporativas e ao aumento do custo logístico devido a deficiências no processo decisório. Eles apontam que essas deficiências estão relacionadas principalmente à racionalidade limitada e ao oportunismo por parte dos agentes envolvidos. No entanto, (CHOPRA & MEINDL, 2004) destacam que as desvantagens da terceirização podem envolver a perda de controle sobre determinadas operações e a dependência de terceiros.

Contudo, devido à desvantagem de não dominar o processo end-to-end (popularmente chamado de cadeia de ponta a ponta, é o processo de gestão que conecta todos os processos da empresa, desde ao contato com o fornecedor até a entrega no cliente) da cadeia logística de importação, o gestor da empresa objeto de estudo informou que essa não seria uma opção para a empresa. Assim, não será objeto de análise desse artigo.

(2) Realizar toda a logística breakbulk

A logística breakbulk (carga solta) é o meio mais prático e econômico de transportar grandes volumes de cargas para o comércio internacional (LUN & QUADDUS, 2009). O transporte breakbulk é caracterizado pelo manuseio individual de cargas soltas e não containerizadas, sendo calculado com base no peso, volume e dimensões de cada item de carga. Segundo (MARLOW & GARDNER, 1980), esse método de transporte oferece flexibilidade para lidar com cargas de tamanhos e formas variadas, atendendo a mercadorias de grande porte e possibilitando entregas em locais sem infraestrutura para contêineres. No entanto, LUN & QUADDUS (2009) apontam que as desvantagens incluem o maior tempo e custo associados ao manuseio individual das cargas e a menor eficiência em comparação com o transporte em contêineres.

O foco desse artigo será na etapa marítima. Nesse contexto, o transporte breakbulk. é necessário guindastes, gruas de convés podendo já estar equipado ao

navio (de bordo) ou ao cais do porto, necessários para carregar e descarregar os tubos diretamente do navio.

O transporte Breakbulk está proporcionalmente conectado ao Baltic Dry Index (BDI) índice que reflete os custos de transporte marítimo a granel, incluindo commodities como minério de ferro, carvão e grãos. O BDI é calculado com base nas taxas de frete de quatro tipos de navios: Capesize, Panamax, Supramax e Handysize. Cada tipo de navio tem capacidades e rotas específicas, influenciando diretamente os custos de transporte.

Figura 6 – Alocação de tubos de aço usado em navio *breakbulk*



Fonte: Son (2018)

Partindo do pressuposto de que estamos fazendo uma comparação da logística marítima neste relato, consideramos o porto de Antuérpia como porto de origem para fins de equiparação. Lá é realizado o pagamento das taxas portuárias de origem e carregamento dos tubos no navio, para assim seguir o transporte marítimo para Santos, com Transit Time (tempo de trânsito) de cerca de 21 dias e lead time marítimo de aproximadamente 25 dias. Para facilitar a análise dos resultados em reais, este relato considerará a cotação de 5 reais para o dólar. Não foram incluídas as despesas de demurrage e dispatch (termos do transporte marítimo. Demurrage refere-se às penalidades por excesso de tempo de estadia no porto, enquanto dispatch é um bônus pago por completar o descarregamento antes do prazo previsto) na base de cálculo deste artigo a fim de obter uma perspectiva mais objetiva na análise dos custos breakbulk. Considerando um navio "Handysize" (o menor de sua categoria) carregando o inventário de 5.000 toneladas tubos de aço por ano, pode-se realizar os cálculos dos custos logísticos de importação, conforme resumido na tabela 1.

Tabela 1 - Custo logísticos total de importação por *Breakbulk*

Tipo de Custo	Valor (Dólar)	Valor (R\$)
1. Locação do navio	\$375.000	R\$ 1.875.000
2. Taxas portuárias na Origem	\$30.000	R\$ 150.000
3. Carregamento no Porto de Origem	\$75.000	R\$ 375.000
4. Custo de combustível	\$437.500	R\$ 2.197.500

5.Descarregamento no Porto de Destino	\$75.000	R\$ 375.000
6.Taxas portuárias no Destino	\$ 30.000	R\$ 150.000
Total	\$1.022.500	R\$ 5.112.500

Fonte: Autor (2024)

O custo diário do navio **(1)** é de \$ 15.000 por dia. Assim, com um tempo de trânsito de 21 dias, somando os dias de carregamento, travessia e descarregamento, temos um total de 25 dias. Portanto, o custo total da viagem será de 25 dias multiplicados por \$ 15.000/dia, resultando em \$375.000. As taxas portuárias de origem **(2)** estão estimadas numa soma de \$30.000. O carregamento no porto de origem **(3)** é realizado de acordo com a sua capacidade que é de 2.500 Tons/dia, carregando o inventário de 5000Tons e a taxa de \$15/Ton, obteremos: 2 dias para o carregamento e o custo de carregamento \$75.000. **(4)**. O Preço Médio Global de *Bunker* atual cotado no pela shipandbunker.com (2024) é de 700 \$/MT (dólar por tonelada métrica). Logo, considerando que são gastos 25 MT/dia e o lead time marítimo é 25 dias, temos o custo total de combustível = 625 MT x 700\$/MT = \$ 437.500. **(5)**. O descarregamento é feito com sua capacidade de 3500Tons/dia, carregando o inventário de 5000Tons e a uma taxa de \$15/Ton, temos: 2 dias para descarga dos tubos e custo de \$75.000. **(6)** As taxas portuárias de destino estão estimadas numa soma de \$30.000.

Além dos custos logísticos de importação, também é importante considerar os impostos de importação, conforme tabela 3.

Para resolução dos cálculos dos impostos de importação utilizaremos o valor total fornecida na Tabela 1, acrescido do valor da mercadoria, o resultado (Valor Aduaneiro) é multiplicado pelas suas atuais e voláteis alíquotas brasileiras em produtos siderúrgicos vige Tabela 3.

Tabela 3 – Impostos de importação

Código NCM	II	IPI	PIS	Cofins
7304.2910	14,40%	0%	2,10%	9,65%
7304.2990	14,40%	0%	2,10%	9,65%
7305.1200	12,60%	0%	2,10%	9,65%
7305.1900	12,60%	0%	2,10%	9,65%

Fonte: RFB (2024)

Considerando o valor da mercadoria US\$3,5 milhões, ou R\$17,5 milhões, mais o valor do frete R\$ R\$ 5.112.500 por ano, obtemos o valor aduaneiro de R\$ 22.612.500. Os resultados obtidos para os diferentes NCM's conforme simulador de cálculos do Portal Único do Comércio Exterior (SISCOMEX) são ilustrados na figura 7 e 8.

Figura 7 – Simulador de Cálculo de Importação do Portal Único / NCM's 7304.2910 - 7304.2990

Tributo	Valor Calculado	Valor a Reduzir	Valor Devido	Valor Suspenso	Valor a Recolher
1 - IMPOSTO DE IMPORTAÇÃO	3.256.200,00		3.256.200,00		3.256.200,00
2 - IPI	0,00		0,00		0,00
6 - PIS IMPORTAÇÃO	474.862,50		474.862,50		474.862,50
7 - COFINS IMPORTAÇÃO	2.182.106,25		2.182.106,25		2.182.106,25

Fonte: Siscomex (2024)

Figura 8 – Simulador de Cálculo de Importação do Portal Único / NCM's 7305.1200 - 7305.1900

Tributo	Valor Calculado	Valor a Reduzir	Valor Devido	Valor Suspenso	Valor a Recolher
1 - IMPOSTO DE IMPORTAÇÃO	2.849.175,00		2.849.175,00		2.849.175,00
2 - IPI	0,00		0,00		0,00
6 - PIS IMPORTAÇÃO	474.862,50		474.862,50		474.862,50
7 - COFINS IMPORTAÇÃO	2.182.106,25		2.182.106,25		2.182.106,25

Fonte: Siscomex (2024)

Para esta opção, considerando os códigos da figura 7, o custo total da importação (custo logístico + custo das mercadorias + custos tributários) será de R\$ 28.525.668.

Na próxima seção é apresentada a opção de importação via *container*.

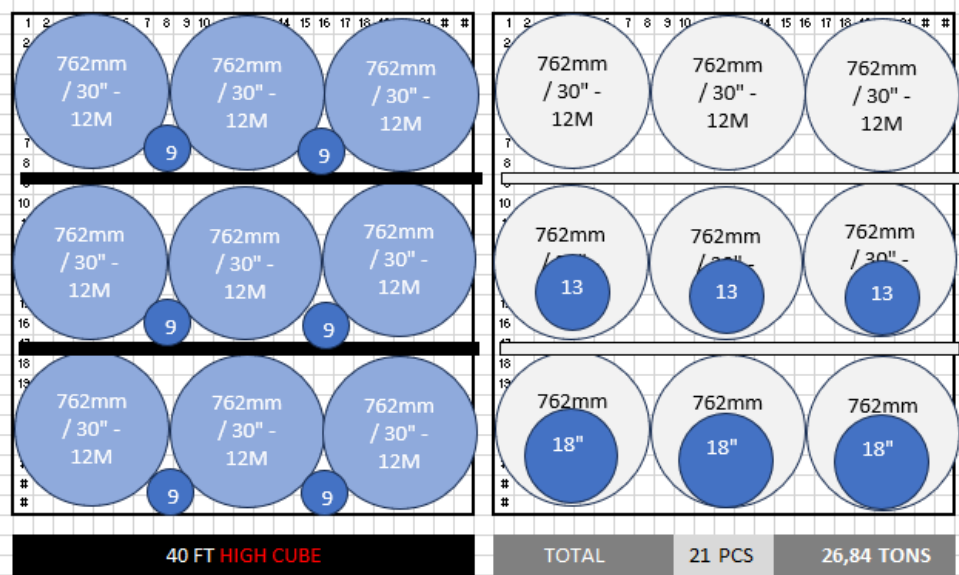
(3) Fazer a containerização dos tubos de aço usados

O transporte marítimo de mercadorias tem sido uma das atividades mais antigas do mundo e tornou-se um elemento chave para a competitividade dos negócios. Os avanços nos diferentes meios de transporte e a utilização do contêiner em 1956 revolucionaram o mundo do transporte de carga. Esses avanços permitiram às empresas reduzir o tempo de operação e diminuir os custos com mão de obra. Os terminais de contêineres surgiram no final da década de 70, como resultado das primeiras viagens de navios porta-contêineres entre os Estados Unidos e a Europa. Graças a esses eventos, o uso do contêiner tem sido consolidado, tornando-se um facilitador da globalização do comércio entre os diferentes países do mundo. O uso de contêineres oferece vantagens aos embarcadores, armadores, portos, importadores e exportadores. Destacam-se pela segurança que proporcionam às mercadorias em questões como avarias e perdas, redução do custo operacional e tempo de espera essencial para a prosperidade das empresas de comércio global em um ambiente econômico cada vez mais competitivo (RAMIREZ et. al., 2020; LUO et al., 2009).

Nessa opção, a empresa pode desenhar a operação e trazer o produto através de container. Conforme a figura 4, utilizando a logística por container, ficaria da

seguinte forma: A carga é disposta (EXW) no armazém da Herstaco, e o importador se responsabiliza pela organização do transporte, pagamento de todos os custos e assunção dos riscos a partir do momento em que a mercadoria é disponibilizada no local acordado pelo vendedor (exportador), neste caso, é o armazém da Herstaco. O carregamento na Herstaco é feito por reboque e transportados por caminhão até uma instalação de crossdocking (prática logística que envolve a transferência direta da mercadoria de veículos de chegada para veículos de saída, minimizando ou eliminando o armazenamento intermediário) “Katoennatie/Crossport” etapa que dura em torno de 3-5 dias. Uma quantidade determinada de contêineres vazios é reunida e descarregada do chassi com um empilhador de alcance, os tubos são carregados de acordo com os tipos. Primeiro deve-se levar em consideração que devido a escolha da logística via container, os tubos precisarão estar de acordo com as proporções de um container tamanho 40 pés (o maior de sua categoria). Alguns tubos que têm mais de 12m, são cortados em pedaços de 11,80m e empilhados com outros tubos de diâmetro diferente, otimizando o espaço alocando um dentro do outro, desde que haja um espaçamento de 20cm entre os tubos. Segue exemplo abaixo na Figura 9.

Figura 9 – Alocação da carga no container de 40”



Fonte: Son (2023)

O processo de alocação da carga nos contêineres ocorre após os cortes dos tubos e os procedimentos de desembaraço para exportação. No caso do transporte por container, em tubos (grandes) precisa-se de uma empilhadeira com extensão e braços especiais, a capacidade da empilhadeira precisa ser acima de 10T, preferencialmente, e contrapesada, ou usa-se duas empilhadeiras, uma para levantar e empurrar a carga e a outra para equilibrar. Os tubos são transportados para o porto de origem (Antuérpia), com tempo de duração de 2-3 dias. No porto de Antuérpia é realizado o pagamento das taxas locais de origem e despacho de exportação, assim seguindo o transporte marítimo para Santos, com Transit Time (tempo de trânsito) de aproximadamente 23 dias. Chegando em Santos é feito o pagamento do frete, locais de destino e despacho de importação. Assim que liberada a carga, é transferida para o armazém do importador, descarregada e separada conforme tamanho dos tubos,

procedimento este que dura em torno de 3-5 dias. A mercadoria é entregue ao cliente final dentro de 5-7 dias.

Os custos logísticos da cadeia de importação serão apresentados por *container*, com o foco na etapa marítima da figura 4, estão resumidos na Tabela 2. Para simplificar a análise dos resultados em reais, este relatório utilizará a cotação de 6 reais para o euro.

Tabela 2 – Custos logísticos totais de importação por *container*

Tipo de Custo	Valor (Euro)	Valor (R\$)
1. Frete marítimo	€ 1750,00	R\$10.500
2. Despesas Porto de Origem	€ 300,00	R\$ 1.800
3. Despesas Porto Destino	-	R\$ 3.500
Total	-	R\$ 15.800

Fonte: Autor (2024)

A Tabela 2 indica o custo por *container*. Então:

Assim, considerando que o número de contêineres necessários deve ser igual à 5.000Tons. (estoque) / 27 Tons (capacidade), o resultado será igual a 186 contêineres. Então o custo logístico total será de 186 x R\$15.800 = R\$ 2.938.800 por ano.

Além dos custos logísticos de importação, também é importante considerar os impostos de importação, conforme tabela 3.

Tabela 3 – Impostos de importação

Código NCM	II	IPI	PIS	Cofins
7304.2910	14,40%	0%	2,10%	9,65%
7304.2990	14,40%	0%	2,10%	9,65%
7305.1200	12,60%	0%	2,10%	9,65%
7305.1900	12,60%	0%	2,10%	9,65%

Fonte: RFB (2023)

Considerando o valor de mercadoria no valor de US\$3,5 milhões, ou R\$17,5 milhões, mais o valor do frete R\$2.938.800. Isso totaliza um valor aduaneiro de R\$ 20.438.800.

Para resolução dos cálculos dos impostos utilizaremos o Valor Aduaneiro de R\$ 20.438.800 multiplicado pelas alíquotas brasileiras contra o aço importado. Os resultados obtidos para os diferentes NCM's conforme simulador de cálculos do Portal Único do Comércio Exterior (SISCOMEX) são ilustrados na figura 10 e 11.

Figura 10 – Simulador de Cálculo de Importação do Portal Único / NCM's 7304.2910 - 7304.2990

Tributo	Valor Calculado	Valor a Reduzir	Valor Devido	Valor Suspenso	Valor a Recolher
1 - IMPOSTO DE IMPORTAÇÃO	2.943.187,20		2.943.187,20		2.943.187,20
2 - IPI	0,00		0,00		0,00
6 - PIS IMPORTAÇÃO	429.214,80		429.214,80		429.214,80
7 - COFINS IMPORTAÇÃO	1.972.344,20		1.972.344,20		1.972.344,20

Fonte: Siscomex (2024)

Figura 11 – Simulador de Cálculo de Importação do Portal Único / NCM's 7305.1200 - 7305.1900

Tributo	Valor Calculado	Valor a Reduzir	Valor Devido	Valor Suspenso	Valor a Recolher
1 - IMPOSTO DE IMPORTAÇÃO	2.575.288,80		2.575.288,80		2.575.288,80
2 - IPI	0,00		0,00		0,00
6 - PIS IMPORTAÇÃO	429.214,80		429.214,80		429.214,80
7 - COFINS IMPORTAÇÃO	1.972.344,20		1.972.344,20		1.972.344,20

Fonte: Siscomex (2024)

Para essa opção, considerando os códigos da Figura 10, o custo total da importação (custo logístico + mercadoria + custo tributários) será de R\$ 25.783.546,00

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Pode-se observar que a diferença do I.I. entre os dois códigos NCM apresentados chega a R\$ 367.898,4. Sendo o principal imposto a se avaliar previamente quando se trata da indústria siderúrgica, que com o aumento das importações de aço o governo brasileiro estuda elevar a alíquota de importação (II) para 30%. Pressionado pelas grandes mineradoras que preferem construir novas mineradoras a aderirem os princípios de economia circular para de fato cumprir com as agendas climáticas. Caso seja aplicada a nova alíquota de 30%, considerando o valor aduaneiro de R\$ 20.438.800 que corresponde a 186 contêineres (necessários para transportar 5000 toneladas de tubos de aço), somente o imposto de importação custaria R\$ 6.131.640,00. Para que seja evitado o pagamento total dos impostos que ocorre com o registro da DI e posterior nacionalização da mercadoria, além de improváveis disponibilidades de espaço para carregar todo o inventário juntos em um navio pela opção **(3)**, pelo lead time da cadeia que envolve o tempo de carga e descarga dos tubos acarretando em deadlines (*cut-offs*) que não conseguirão ser cumpridos. A fim de tornar a operação com um volume frequente mensal, foi dividido por 12 os 186 contêineres, totalizando embarques de 16 contêineres de 40 pés mensais. Esta medida é considerada a melhor solução pelos motivos financeiros e operacionais.

Comparando os custos opção **(2)** e **(3)** O custo logístico *Breakbulk* da etapa marítima objeto de estudo é de R\$ 5.112.500 quanto ao custo realizando a operação

de importação por container ficaria em R\$ 2.938.800. Observa-se então que o custo *Breakbulk* é R\$ 2.173.700 mais caro, ou seja 42,54% mais caro em relação ao container. Além do frete, existem os altos impostos incidentes, que impactariam em maior escala na opção **(2)**, para todos os efeitos não cairiam bem se aplicados diretamente ao montante do valor aduaneiro de cara.

Custo por tonelada *Breakbulk* = Custo Total / Capacidade de Carga
CT: R\$ 28.525.668 / 5000 = R\$5705,13 / Ton
Custo por tonelada Container = Custo Total / Capacidade de Carga
CT: R\$ 25.783.546 / 5000 = R\$5156,71 /Ton.

Com base nos cálculos apresentados, verificou-se que trazer esses produtos através do uso de container será 9,61% mais barato que trazer essa carga por *breakbulk*. Além disso, o lead time marítimo será de 25 dias no *breakbulk* e 21 dias usando container.

6 CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÃO TECNOLÓGICA E SOCIAL

Com enfoque em promover soluções conhecidas para novos problemas, este artigo contribui para organização servindo como um guia para gestores interessados na configuração da cadeia logística de importação de tubos de aço usados.

A primeira contribuição desse estudo é para as empresas brasileiras que precisam importar tubos de aço. A contribuição recai sobre a apresentação de uma proposta na forma de um guia de como estruturar uma cadeia de importação de tubos de aço usados, e os impactos econômicos e financeiros desse processo. O desafio para a importação desse tipo de produto é a complexidade da logística para cargas pesadas e que excedem as dimensões de uma carga padrão containerizada, ou denominadas de “OOG” (*Out of Gauge*).

A segunda contribuição é social. A reutilização de tubos de aço alinha-se com os princípios da economia circular na medida que se reduz a necessidade de produzir aço novo, diminuindo as emissões causadas por esse processo. Dentro deste cenário, o trabalho tem uma importante contribuição tecnológica para o desenvolvimento do setor no Brasil, o que vai impactar na contribuição social para aumento de vagas de emprego nesse tipo de negócio, além da contribuição ambiental usando os princípios da economia circular.

Como sugestão para trabalhos futuros os autores recomendam a apresentação completa da cadeia de importação de tubos de aço, incluindo todos os custos logísticos, especificamente os custos de *demurrage* e *dispatch* em caso de *breakbulk*. Além disso, sugere-se uma comparação do tempo livre (free time) entre contêineres e navios *bulk*.

Propõe-se também, uma pesquisa comparativa sobre o gasto de carbono do aço usado em projetos de reconstruções de cidades, bem como o desenvolvimento de soluções rápidas carbono neutro para o governo em projetos de reconstrução. Outra sugestão de estudo é a consideração do regime especial de Entrepósito Aduaneiro, desde que o valor de armazenagem seja inferior ao custo financeiro, poderia ser uma alternativa para suspensão dos tributos, e a realocação da carga em terminal alfandegado credenciado até a sua liberação, o que dará mais tempo para receber o pagamento da mercadoria. A análise focaria nos custos com armazenagens desse regime em comparação com as opções apresentadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

- XU, L. *et al.* The role of technology in supply chain decarbonisation: towards an integrated conceptual framework. **Supply Chain Management: An International Journal**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 803–824, 2023. DOI 10.1108/SCM-09-2022-0352. Disponível em: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=6a7b7e8c-8f60-3c10-8d30-5db0b43b7c5d>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- Hidalgo, Ignacio & Kamiński, Jacek. (2011). The iron and steel industry: A global market perspective. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi / Mineral Resources Management*. 27
- GOMES, Rodrigo da Silveira. **Análise dos impactos ambientais e da sustentabilidade em usinas siderúrgicas integradas a coque**. 2016. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- WSA, 2023, Belgium. **World Steel in Figures**. Bélgica: World Steel Association, 2023. Disponível em: worldsteel.org. Acesso em: 23 jul. 2023.
- FORMIGONI, A *et. al.* A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas. *Scientific Journal of the Faculdades Metropolitanas Unidas, São Paulo, Brasil*. 2014. Disponível em: http://www.abcem.org.br/construmetal/2008/downloads/PDFs/27_Helena_Gervasio.pdf Acesso em: 21 set. 2023.
- INSTITUTO AÇO BRASIL, 2023, Rio de Janeiro. **Anuário Aço Brasil 2023**. Rio de Janeiro: Publicações Instituto Aço Brasil, 2023. Disponível em: www.acobrasil.org.br. Acesso em: 09 set. 2023.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC, 2022), 2022, Brasil. **Indicadores Imobiliários Nacionais**. Brasil: CBIC, 2023. Disponível em: <https://cbic.org.br/>. Acesso em: 23 set. 2023.
- DURAO, Mariana. **Brazil Steel Demand May Double Within Decade, ArcelorMittal Says**. 2022. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-08-24/arcelormittal-sees-doubling-of-brazil-steel-demand-within-decade>. Acesso em: 23 set. 2023.
- HOFFMANN, Christian *et al.* **Decarbonization challenge for steel: hydrogen as a solution in europe**. Hydrogen as a solution in Europe. 2020. McKinsey & Company. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/>. Acesso em: 13 jun. 2023.
- PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The Core Competence of the Corporation. **Harvard Business Review**, [s. l.], v. 68, n. 3, p. 79–91, 1990. Acesso em: 23 abr. 2024.
- BANDEIRA, R. A. de M. Fatores de decisão de terceirização logística : análise baseada na percepção dos executivos. **Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UFRGS**, [s. l.], 2009. Acesso em: 23 abr. 2024.
- CHOPRA, S. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação / Sunil Chopra, Pewter Meindl**. [s. l.]: Prentice Hall, 2003. Acesso em: 23 abr. 2024.

LUN, Y.K.; QUADDUS, Mohammed A. **An empirical model of the bulk shipping market.** [*Int. J. Shipping and Transport Logistics*, Vol. 1, No. 1.], 2009. Acesso em: 23 abr. 2024.

MARLOW, P. B.; GARDNER, B. Some Thoughts on the Dry Bulk Shipping Sector. **The Journal of Industrial Economics**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 71–84, 1980. DOI 10.2307/2097881. Acesso em: 23 abr. 2024.

CEBALLOS RAMÍREZ, S. L. *et al.* **El contenedor: una caja que revolucionó el transporte de mercancías.** Colombia, South America: Sello Editorial Universidad de Medellín, 2021. Disponível em: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=5e9bd8e8-de59-3ba1-955b-ad631608d279>. Acesso em: 23 abr. 2024.

MEIFENG LUO; LIXIAN FAN; LIMING LIU. An econometric analysis for container shipping market. **Maritime Policy & Management**, [s. l.], v. 36, n. 6, p. 507–523, 2009. DOI 10.1080/03088830903346061. Disponível em: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=217ef857-a047-3dac-8342-c4162b38989e>. Acesso em: 23 abr. 2024.

XIAOWEN FU *et al.* Evolution and research trends of container shipping. **Maritime Policy & Management**, [s. l.], v. 40, p. 654–674, 2013. Disponível em: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=f3b72b8b-2ede-30ea-9e6c-653caa8b10cd>. Acesso em: 22 abr. 2024.

WORLD STEEL ASSOCIATION. **Steel - the permanent material in the circular economy.** *Circular Economy*. Bélgica, p. 12-14. dez. 2023

**PROJETO CEV: CONEXÃO & EDUCAÇÃO & VULCANIZAÇÃO COM O IEMA
(INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
MARANHÃO) FORTALECENDO A PROMOÇÃO DE SAÚDE – DA GERÊNCIA DE
MANUTENÇÃO VULCANIZAÇÃO PORTO NORTE**

Marcela de Sousa Barbosa Duarte
VALE

Resumo: O presente Relato Técnico configura-se como um boa prática de SST e foi desenvolvido e aplicado no Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM), localizado na região Nordeste do Brasil, estado do Maranhão, cidade de São Luís, na margem leste da Baía de São Marcos, situado a 8 quilômetros ao sul do centro da cidade, à qual está ligado por rodovia no endereço Av. dos Portugueses s/n CEP 65085-580. O TMPM tem capacidade de acomodar até cinco navios. Utilizamos para transportar principalmente minério de ferro, minério de manganês e concentrado de cobre. O TMPM é gerido pela empresa Vale S/A, uma mineradora global com sede no Rio de Janeiro, criada como empresa estatal em 1º de junho de 1942 pelo Decreto-Lei nº 4.352, sendo privatizada em 1997. A Vale é a maior produtora mundial de minério de ferro e pelotas, matérias-primas essenciais para a fabricação de aço.

1 INTRODUÇÃO

O presente Relato Técnico configura-se como um boa prática de SST e foi desenvolvido e aplicado no Terminal Marítimo Ponta da Madeira (TMPM), localizado na região Nordeste do Brasil, estado do Maranhão, cidade de São Luís, na margem leste da Baía de São Marcos, situado a 8 quilômetros ao sul do centro da cidade, à qual está ligado por rodovia no endereço Av. dos Portugueses s/n CEP 65085-580. O TMPM tem capacidade de acomodar até cinco navios. Utilizamos para transportar principalmente minério de ferro, minério de manganês e concentrado de cobre. O TMPM é gerido pela empresa Vale S/A, uma mineradora global com sede no Rio de Janeiro, criada como empresa estatal em 1º de junho de 1942 pelo Decreto-Lei nº 4.352, sendo privatizada em 1997. A Vale é a maior produtora mundial de minério de ferro e pelotas, matérias-primas essenciais para a fabricação de aço.

Hoje a empresa está presente em cerca de 20 países, compartilhando a missão de transformar recursos naturais em prosperidade e desenvolvimento sustentável. Além da mineração, atua em logística – com ferrovias, portos, terminais e infraestrutura de última geração -, em energia e em siderurgia, sendo a maior produtora mundial de minério de ferro, pelotas e níquel. A Vale tem uma rede de logística que integra minas, ferrovias, navios e portos, garantindo agilidade e segurança no transporte do minério, estando presente no Brasil, Indonésia, Omã, Malásia e China.



Figura 1 – Objetivos organizacionais da empresa Vale S/A

Para integrar as operações nos cinco continentes, a Vale conta com uma rede de portos e terminais conectados às minas por meio das ferrovias. Entre eles estão portos com calado profundo, aptos para receber os Valemax. As estruturas são operadas no Brasil, na Indonésia, na Malásia e em Omã, atendendo também serviço de carga para terceiros.

O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) localizado em São Luís (MA), foi o porto que mais movimentou minério de ferro em todo o Brasil em 2021, de acordo com levantamento feito pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq). Em 2023 embarcou 166,3 milhões de toneladas de minério de ferro segundo o último relatório anual da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), e em 2024 está completando 38 anos de operação no estado.

O porto de Ponta da Madeira tem uma área de aproximadamente 1800 hectares, o que equivale a 100 Estádios do Maracanã, e embarca produtos como: minério de ferro, manganês e pelotas.

É dele que são embarcadas diariamente milhares de toneladas de minério de ferro para o funcionamento de indústrias da construção civil, automobilística, naval e entre outras. A boa atuação do TPM está diretamente ligada às condições favoráveis que São Luís tem para o setor industrial: privilegiada posição geográfica entre as regiões Norte e Nordeste do país, com o litoral estrategicamente localizado, o que permite economia de combustíveis e redução no prazo de entrega de mercadorias para os mercados transoceânicos. A capital também possui uma das maiores variações de maré existentes (aproximadamente 7 metros).

(Fonte: <https://imirante.com/noticias/brasil/2022/02/08/terminal-maritimo-de-ponta-da-madeira-e-lider-em-movimentacao-de-cargas-no-brasil>)

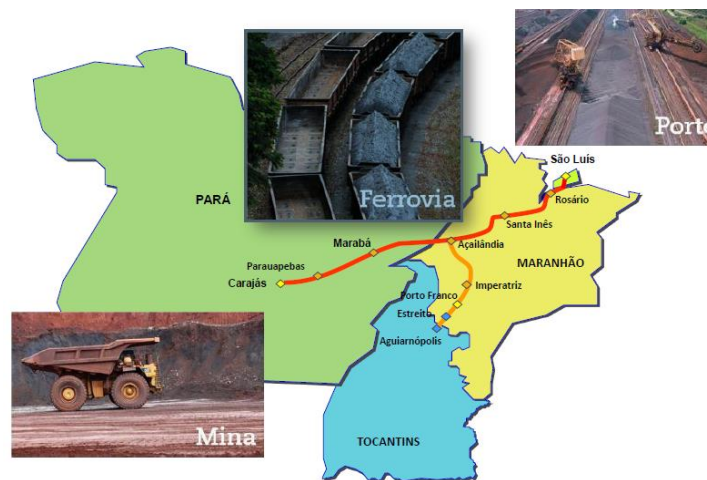


Figura 2 – Mapa do sistema de produção mineral e logística mina-ferrovia-porto

A Baía de São Marcos, em São Luís, foi escolhida para receber o escoamento da produção mineral de Carajás pelo aspecto técnico, pois apresenta maior largura e profundidade adequada para receber os navios graneleiros de até 400 mil toneladas e um canal de acesso natural que permite o tráfego simultâneo, em ambos os sentidos, de navios de grande porte. Além disso, conta a favor a boa visibilidade, pois a região se encontra fora de qualquer rota de tempestades, o que permite a operação durante todo o ano.

O TPM é dividido basicamente em 4 grandes macro processos:

1. Viradores de vagão – onde se recebe o minério da ferrovia; O Porto Norte possui **8 viradores de vagões**, que descarregam uma média de 52 lotes de 110 vagões por dia;
2. Empilhamento de minério nos pátios; são **18 máquinas de pátio**, realizando as atividades de empilhamento e recuperação **em 15 pátios**, com capacidade de armazenar até 7,2 milhões de toneladas.
3. Recolhimento de minério nos pátios e movimentação pelos **transportadores** até os carregadores; são cerca de 120 quilômetros de correias transportadoras movimentam o minério, direcionando-o aos píeres;
4. Carregamento dos navios nos **píeres: I, III (norte e sul) e IV (norte e sul)**, que hoje têm condições de embarcar até 5 navios simultaneamente.



Figura 3 – Mosaico com apresentação das instalações do TMPM

2 A SST NO PORTO NORTE (TMPM)

O Serviço Especializado em Engenharia e Medicina do Trabalho (SESMT) do TMPM é bem superior ao quadro da NR04 do MTE, é composto por uma Coordenação de Saúde Ocupacional e duas Coordenações de Segurança Ocupacional conforme detalhamento nas figuras abaixo.

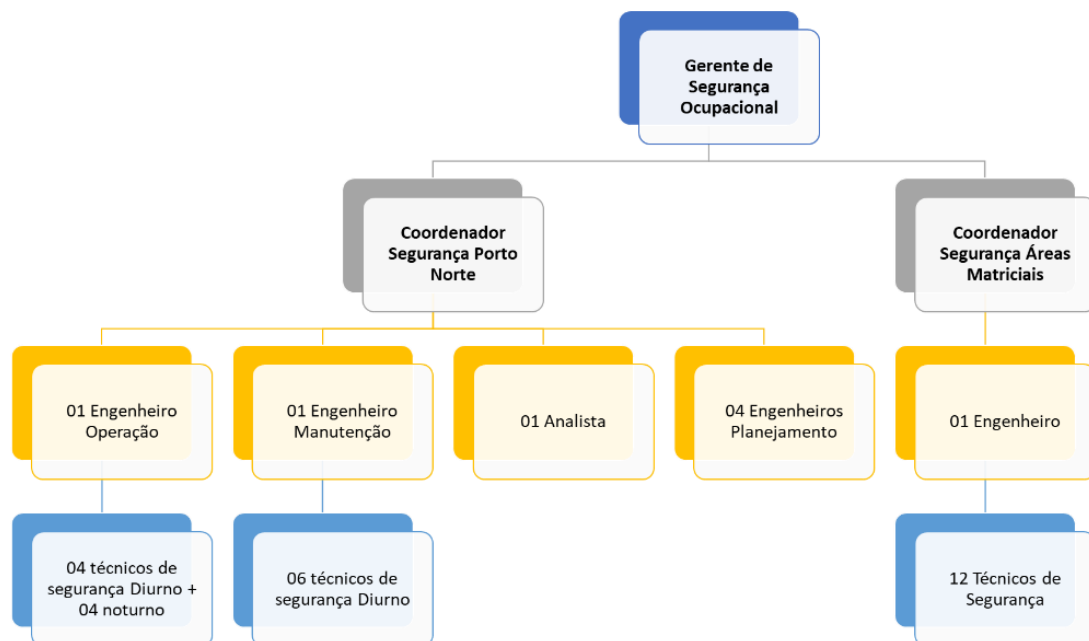


Figura 4 – Organograma Segurança Ocupacional Porto Norte

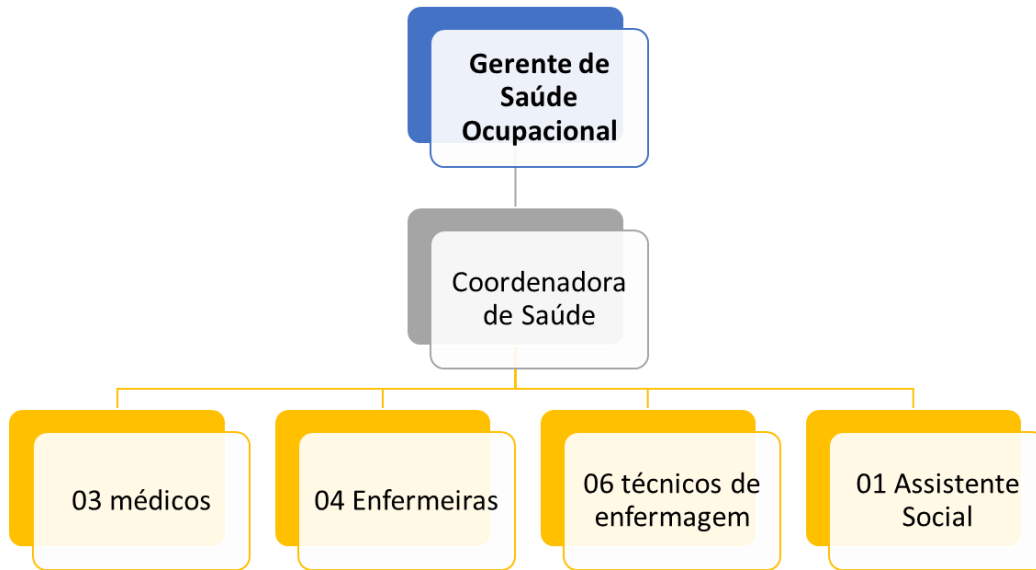
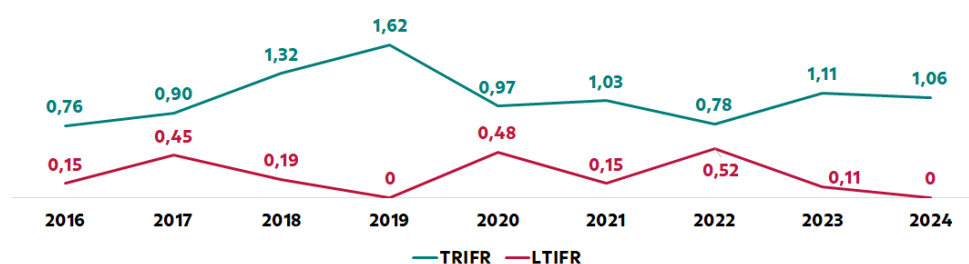


Figura 5 – Organograma Saúde Ocupacional Porto Norte

As principais ações da equipe de SST são voltadas para gerenciamento de riscos em campo, capacitações em saúde e segurança, inspeções em áreas operacionais com foco nas melhorias da segurança dos trabalhadores e eliminação de riscos de doenças ocupacionais, aplicação de diálogos comportamentais voltado para mudança orientado para o comportamento, realização de simulados de respostas a emergência no mar e na retro área Portuária, elaboração de procedimentos e programas técnicos em SST, avaliação de riscos das atividades operacionais de manutenção, operações e suporte a atividades operacionais, análise ergonômica das atividades, realização de ginástica laboral, realização de exames ocupacionais e de promoção a qualidade de vida, gerenciamento de estatísticas, indicadores de processo e demais atividades voltadas para gestão em SST.

A figura 4 abaixo evidencia que o número de acidentes do trabalho no TMPM tem se mantido estável nos últimos anos.



	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
TRIFR	3	5	6	8 ^(*)	7	7	6	9	3
LTIFR	1	4	1	-	2	1	4	1	-

TRIFR – Taxa de Frequência de Acidentes Registráveis (Fatalidade, Afastamento, Tratamento médico e Restrição)
LTIFR – Taxa de Frequência de Acidentes (Afastamentos)

Figura 6 – Histórico de Acidentes do Trabalho no TMPM

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio (CIPA) do TMPM é constituída por 36 integrantes, sendo 18 eleitos pelos empregados e 18 indicados

pela empresa. A CIPA tem um plano de trabalho abrangente com ações voltadas para levantamento de condições de riscos em campo através de inspeções nas áreas operacionais, ações voltadas para conscientização de hábitos saudáveis como campanhas de saúde (alimentação saudável e vacinação), ações voltadas para mudança de comportamento, revisão dos mapas de riscos, investigação de acidentes e doenças do trabalho.

A classificação de riscos é definida por uma matriz conforme figura 5 onde se faz o cruzamento de severidade do dano e probabilidade da ocorrência.

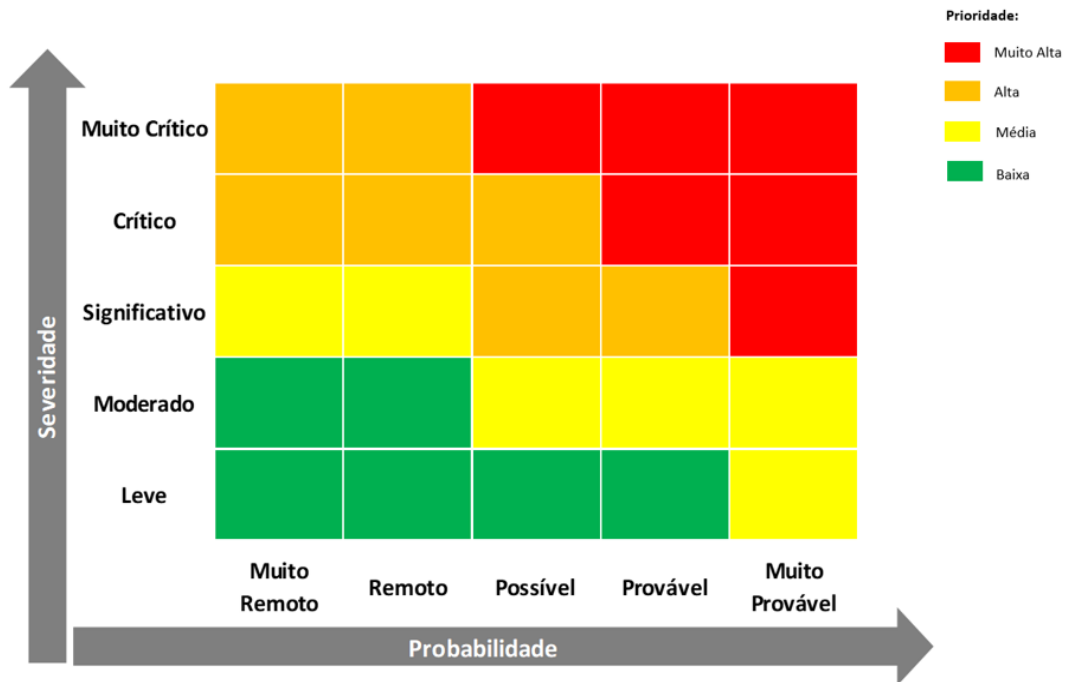


Figura 7 – Matriz de classificação de riscos

3 O PROBLEMA

A Gerência de Manutenção Vulcanização Porto Norte possui uma equipe diversa de 147 empregados atualmente 140 são do sexo masculino e 7 do sexo feminino, nas funções de vulcanizadores, mecânicos, técnicos, eletricitas, inspetores, supervisores, analistas, trainees e gerente, entre 24 e 65 anos, entre eles pessoas com deficiência, negros, pardos, brancos, casados, solteiros, viúvos e divorciados. Contamos também com 166 funcionários parceiros de outras empresas que estão locados no mesmo ambiente, todos lotados no Estado do Maranhão especificamente no Porto Norte.

Por ser uma gerência de área fortemente operacional, nossas ações de promoção de saúde e segurança, eram limitadas ao ambiente fabril e trabalhadores Vale e empresas contratadas. Com este cenário nós não estávamos cumprindo com um dos comportamentos esperados da Vale que é engajamento com a sociedade. Apenas ações pontuais ao longo do ano (30%), demonstrando desmotivação quanto as ações com a sociedade. Não tínhamos nenhum plano estruturado desenvolvido ao longo dos 3 anos de gerência criada. Este trabalho surgiu da necessidade de atender este comportamento esperado pela Vale, trazendo motivos para que os empregados tivesse maior engajamento neste comportamento. Iniciamos nossas conexões com o IEMA através de uma oportunidade que foi a Feira de Profissões, no

qual participamos a convite da escola. Na ocasião mostramos em estande nosso processo de vulcanização e raspadores. Desde o primeiro momento de conexão tivemos participação de todos níveis da gerência (gerente, técnico especializado, vulcanizador, supervisor, analista e engenheiro), 8 profissionais.



Figura 8 – Feira de Profissões IEMA

4 A BOA PRÁTICA

Para nos conectarmos com o IEMA de forma sustentável, aplicamos a metodologia do Design Thinking (Significa criar modelos do que será o serviço ou o produto, para avaliar se é viável, desejável e praticável. Este método é centrado no ser humano, altamente colaborativo, experimental, otimista e visual) para construirmos a várias mãos um plano estratégico com ações inclusivas valorizando e respeitando a diversidade de todos da escola (professores, alunos e funcionários).

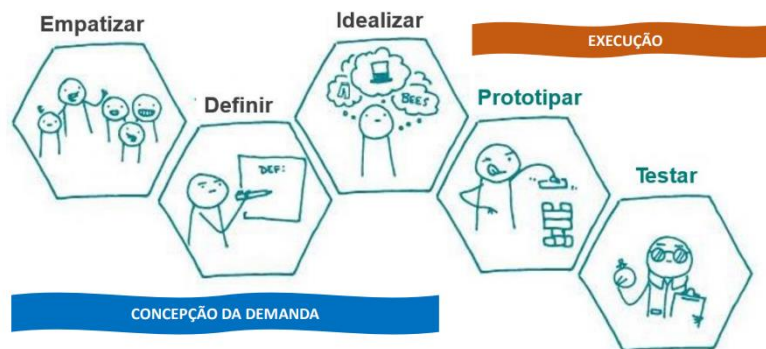


Figura 9 – Método Design Thinking

Com a escuta elaboramos um calendário com ações mensais, conforme necessidade da escola. Todas as ações voltadas o saúde física e mental, segurança e meio ambiente. As ações não foram limitadas apenas a nossa gerência, aqui nós expandimos os convites para além dos funcionários Vale. As ações tiveram participações especiais de especialistas do mercado : psicólogos , educador físico, nutricionista, e de funcionários da área de saúde da Vale: médico da Vale, enfermeira e ergonomista. Como também apoio e participação direta de toda alta liderança : Diretor, Gerente Geral, Gerente de área e supervisores.



Figura 10 – Escuta com os professores e coordenador do IEMA

Com o resultado da escuta tivemos oportunidade de desenvolver e participar de várias ações estratégicas que foram construídas e entregues no período de 2023 a 2024. As principais ações que tivemos foi: Roda de conversa com 40 docentes do IEMA com tema de saúde mental, 40 docentes na formação de ergonomia no ambiente escolar, 500 alunos treinados (Ambiente e Saúde, Ruído na Comunidade, Descarbonização e Biodiversidade), 3 Quiz (curiosidades), 5 cases das empresas contratadas. Contamos com um time forte e engajado: diretor, gerente geral, gerente, supervisores, analistas, engenheiro, vulcanizadores, eletricitista, mecânico foi um trabalho feito há várias mãos, com várias participações incluindo as empresas parceiras.



Figura 11 - Sensibilização Janeiro Branco: Saúde Emocional com o time de profissionais do mercado (psicólogo, educador físico e nutrocionista).



Figura 12 - Formação Ergonomia na sala de aula – Docentes IEMA

Seguimos as orientações da NBR 9050/2004 da ABNT no que tange ao bem-estar e saúde. Trazendo temas atuais e relevantes para a comunidade.



Figura 13 - Cronograma promoção de Saúde

PROGRAMAÇÃO – Semana do Meio Ambiente | IEMA

Iniciativa: Projeto CEV | Conexão&Educação&Vulcanização



	05 Quarta-feira IEMA	06 Quinta-feira IEMA	07 Sexta-feira IEMA
Manhã	08h30 – Quiz de Sustentabilidade nas Operações portuárias Felipe e Andreia	08h30 – Quiz de Sustentabilidade nas Operações Portuárias Zé e Karla	08h30 – Estratégia da Vale com M.A Pollyana Oliveira
	09h00 – Bate papo M.A e Sustentabilidade Maria Medeiros	09h00 – Case : Raspador Martin ECOSAFE Thiago Fernandes e Reginalder Nunes	09h as 10h: Implementação de processos produtivos e nos produtos PUR, promovendo benefícios ao meio ambiente. Deusdete Junior
	09h30 – Quiz de Sustentabilidade nas Operações Portuárias Kelly e Wallace	09h30 – Case: Projeto Link Sustentável Pu 100% Luiz Fernando	10h00 – Palestra sobre Biodiversidade Andrea Mafra
Tarde	10h00 – Palestra Ambiente e Saúde Adriana Silva/ Dr. Rodrigo	10h00 – Palestra: Ruído na comunidade Clenildes Coelho	10h00 – Palestra sobre Biodiversidade Andrea Mafra
	14h00 – livre	14h00 – Visita Casarão SESI Centro	14h00 – Visita Casarão SESI Centro
	15h – Oficina de reaproveitamento com tecnologia Antonio Manuel (Descarregamento)	15h00 – Palestra Descarbonização Eva Monteiro	15h00 – Case: Raspadores Autônomos Sustentáveis e Iniciativa de reutilização de lâminas em limpadores diagonais. Leoncio Neto e Benilson Pires

Nos 3 dias Distribuição de Mudanças no IEMA e para comunidade

Figura 14 - Programação Semana de SSMA IEMA

4 OS RESULTADOS

Com a implantação de todas as ações nossa gerência passa a ser destaque no comportamento “Engajamento com a Sociedade”, evoluindo de 30% para 80% de participação, envolvendo outras gerências, empresas parceiras e gerando valor para todos e para sociedade. Empregados mais motivados apresentando também 17% de aumento de produtividade.

Este trabalho foi inédito e satisfatório para nós, pois não existia nenhuma prática na nossa gerência voltada diretamente para sociedade.

Ainda avaliando os resultados positivos, tivemos outros ganhos: melhora do clima organizacional, maior engajamento e satisfação, aumento da criatividade e Inovação, fortalecimento da cultura organizacional, satisfação dos empregados, lealdade e comprometimento.

Dentro da estratégia conduzida ao longo deste tempo também reforçamos o planejamento anual de temas voltados para saúde mental dentro da escola, com foco em saúde mental e física.

Vale ressaltar que todas as ações e melhorias estão em evolução e abrange não só a escola IEMA e trabalhadores da gerência de Vulcanização, mas também todas empresas de contratadas da Vale e a comunidade que queiram fazer parte destes momentos.

A aplicabilidade deste Case poderá ser feita em qualquer empresa, escola ou instituição em geral que tenha interesse em melhorar o clima, gestão de pessoas, com o olhar totalmente humanizado, incluso e participativo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O engajamento social trata-se de trabalho voluntário (não remunerado), que todos nós podemos realizar, visando o bem comum. A interação entre as partes deve acontecer de forma natural e voluntária, sendo resultado de uma boa experiência para os indivíduos.

Estas ações em conjunto vem crescendo cada vez mais e oportunizando um ambiente saudável e que tenhamos orgulho em pertencer. Os ganhos para uma empresa em que seus empregados estão motivados abrangem diversas áreas, desde a produtividade até a cultura organizacional.

Estes ganhos contribuem para um ambiente de trabalho mais eficiente.

As ações motivacionais nas empresas trazem diversos benefícios. Elas estão ligadas aos resultados da empresa, já que aumentam a produtividade, o engajamento do time e a eficiência. De acordo com uma pesquisa do HayGroup, funcionários motivados são até 43% mais produtivos.

Um ambiente de trabalho inclusivo é aquele que valoriza e respeita a diversidade de suas equipes, criando um espaço onde todas as pessoas se sintam bem-vindas, respeitadas e capazes de contribuir plenamente. Por isso construímos um ambiente acolhedor detro do básico bem-feito onde as pessoas sintam-se felizes em pertencer.

REFERÊNCIAS

Design Thinking - Uma Metodologia Poderosa Para Decretar o Fim Das Velhas Ideias - Tim Brown

Os 5 desafios das equipes – Patrick Lencioni

Stress e qualidade de vida no trabalho: Encontrando significado no luto e no sofrimento - Ana Maria Rossi, James A. Meurs e Pamela L. Perrewé

TRANSFORMAÇÃO ÁGIL NO PORTO PÚBLICO DO ITAQUI: O PAPEL DA EDUCAÇÃO EM INOVAÇÃO

Marcela Andrade de Carvalho
Porto de Itaquí

Ana Carolina Brito França
Porto de Itaquí

José Airton Neiva Alves da Silva Brasil
Porto de Itaquí

Raíssa Fernanda dos Santos Sales
Porto de Itaquí

Resumo: Este relato técnico aborda a transformação ágil no Porto Público do Itaquí, destacando o papel fundamental da educação em inovação. O objetivo central foi descrever como *workshops* pontuais e contínuos promovidos pela Residência Portuária catalisam essa transformação. Com a realização de 44 *workshops* focados em *frameworks* e ferramentas ágeis, a capacitação dos colaboradores foi significativamente aprimorada, permitindo que se tornem agentes ativos de mudança junto às suas divisões. A abordagem centrada em metodologias ágeis serviu como o principal facilitador da residência, promovendo não apenas a transformação ágil, como a transformação digital. Esses *workshops*, por serem práticos, ágeis e personalizados, cumprem o objetivo principal de ampliar o repertório dos colaboradores, adaptando os conhecimentos adquiridos às realidades específicas de seus setores. Em conclusão, o trabalho da Residência Portuária com a implementação dos *workshops* cumpre a finalidade de reforçar a importância da educação criativa como ferramenta necessária na busca por melhoria contínua intraorganizacional.

Palavras-chave: Transformação Ágil. Porto do Itaquí. Residência Portuária.

1 INTRODUÇÃO

O Porto público do Itaqui, administrado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), localizado em São Luís, Maranhão, compõe o maior complexo portuário brasileiro em termos de movimentação de cargas, evidenciando sua complexibilidade operacional e sua importância estratégica no cenário portuário nacional. Em atenção ao aprendizado e à melhoria contínua, possui a visão de se tornar, até 2026, agente de transformação e desenvolvimento no Maranhão, aliado aos valores de transparência, integridade, segurança, sustentabilidade, excelência e humanizado.

Nesse intuito, e diante de um cenário de constante evolução e expansão das demandas, a inovação ágil se tornou essencial para manter a competitividade. Com isso, surgiu, em 2021, a Residência Portuária como uma das iniciativas do Programa Porto do Futuro; programa que visa atender as demandas do porto público maranhense, otimizando os processos por meio da inclusão de jovens maranhenses recém-graduados em diversas áreas no Porto do Itaqui. Essa necessidade impulsionou uma mudança de mentalidade, levando o porto a incorporar metodologias ágeis em seu dia a dia, facilitando a transformação ágil em suas atividades.

A metodologias ágeis são implementadas pela Residência Portuária no desenvolvimento de soluções tecnológicas e automação industrial. E, em consonância com a busca constante pela inovação e agilidade nas operações portuárias no Porto do Itaqui, a Residência Portuária implementou *workshops* focados na difusão da inovação ágil por meio da educação, sendo este, um pilar importante para a transformação ágil no Porto Público do Itaqui.

2 CONTEXTO

A transformação digital e as metodologias ágeis são interdependentes, e a crescente demanda por inovação na administração pública torna essencial a adoção dessas abordagens. É imprescindível a adoção dessas metodologias para impulsioná-la, em especial no setor público que é o caso da Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP) do Porto do Itaqui. Com o surgimento de novas tecnologias, no contexto de comunicação e informação, os usuários de serviços estão percebendo os impactos positivos da facilidade e da rapidez de acesso às informações. Desse modo, as pessoas estão cada vez mais conectadas e atentas a esse cenário cada vez mais tecnológico, o qual requer uma resposta mais rápida às demandas das instituições (ROSA; PEREIRA, 2021).

Sob a exigência de serviços cada vez mais ágeis, a adoção de metodologias ágeis está em constante implementação pelo setor público, sendo um exemplo disso, o Porto do Itaqui, São Luís, Maranhão. Em complemento, Rosa e Pereira (2021), Porter e Heppelmann (2015) afirmam que as empresas enfrentam uma ampla gama de desafios em um mundo cada vez mais digital, incluindo expectativas instáveis dos clientes, dinâmicas de mercado em constante mudança e o surgimento contínuo de novas tecnologias da informação. Paasivaara (2017) sugere que uma possível solução para permitir que as organizações sejam mais adaptáveis em tempos de mudanças permanentes pode ser encontrada na implementação e escalonamento de metodologias ágeis.

Consoante Rosa e Pereira (2021), a implementação de projetos ágeis no setor público é um grande desafio para a instituição, pois é necessário capacitar profissionais em metodologias ágeis, trabalhar as particularidades em relação à

burocracia, analisar formas de trabalho mais flexíveis e atuar na mudança da cultura organizacional. Assim sendo, a aplicação dos métodos ágeis pode auxiliar na forma como a administração pública entrega serviços.

Segundo Fuchs e Hess (2018), a realização de iniciativas de mudança por meio de projetos piloto é um método que permite uma mudança gradual, reduzindo o risco de uma implementação abrupta. Essa abordagem gradual é particularmente valiosa ao iniciar uma transformação ágil, pois permite que equipes e organizações escalem progressivamente para contextos maiores. Em complemento, Boscherini *et al.* (2010), assevera que além de reduzir riscos e aprimorar o aprendizado, os projetos piloto também funcionam como uma ponte entre as fases de mudança.

Isto é, à medida que o conhecimento é adquirido por meio da ação, melhorias e medidas podem ser diretamente derivadas, alimentando de volta o projeto piloto ou garantindo melhor qualidade na transferência de conhecimento entre o projeto piloto e o restante da organização. Reforça-se, assim, que a implementação de iniciativas através dos referidos projetos possibilita uma transição gradual, afastando gradualmente, também, o risco de uma implementação repentina, com baixos índices de adesão e efetividade.

Nesse contexto de implementação de projetos piloto, surge o Programa Porto do Futuro, que abrange o Programa de Residência Portuária em suas iniciativas. Este programa, pioneiro no setor logístico portuário, visa promover a inovação por meio da educação no Porto Público do Itaqui, utilizando-a como uma ferramenta para a transformação ágil interna.

3 INTERVENÇÃO

A visão de transformar o Maranhão em um *hub* de conhecimento no setor portuário, originou a criação do Programa Porto do Futuro pela EMAP em parceria com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão (FAPEMA), em 2021. Este programa possui, como um dos aspectos principais, proporcionar atendimento às demandas de inovação do Porto do Itaqui, sendo reflexo do reconhecimento do Porto do Itaqui para com a inovação como ferramenta necessária na promoção do desenvolvimento local e para integração do Complexo Portuário do Itaqui com os mercados mundiais.

O Programa, agora em sua segunda turma com 10 novos residentes selecionados em 2023, iniciou suas atividades em 2024, se apresenta como uma iniciativa inovadora focada no desenvolvimento e capacitação de jovens no contexto do complexo portuário do Maranhão, fundamentada nos objetivos de fortalecer a cultura de inovação no ambiente de trabalho, formar mão de obra local especializada e desenvolver soluções práticas para os desafios do complexo portuário.

As metodologias ágeis constituem a base para o desenvolvimento de soluções tecnológicas e para a automação industrial, elementos fundamentais no escopo de trabalho dos Residentes Portuários. Aliado aos valores do Porto do Itaqui, que enfatizam a excelência operacional e a busca contínua por melhorias em todas as suas atividades, a Residência Portuária implementou *workshops* destinados à difusão da inovação ágil por meio da educação. Esses *workshops* têm como objetivo principal promover uma mudança de mentalidade entre os colaboradores, incentivando uma abordagem mais criativa e colaborativa na resolução dos desafios enfrentados no ambiente portuário.

4 RESULTADOS OBTIDOS

O Porto público do Itaqui compõe o maior complexo portuário brasileiro em termos de movimentação de cargas, evidenciando sua complexibilidade operacional e sua importância estratégica no cenário portuário nacional. A gerenciadora do porto, a Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), reconhece que a cultura organizacional é um fator determinante para a propagação da inovação e a transformação ágil em qualquer empresa. No setor público, onde as interações com empresas privadas e outras entidades são constantes, como no caso do Porto do Itaqui, essa cultura pode ser o diferencial entre o sucesso e o fracasso na adoção de práticas inovadoras.

A implementação de uma cultura educadora de inovação e a transformação ágil se complementam de maneira intrínseca. A inovação proporciona as ideias, ferramentas e metodologias que impulsionam mudanças, enquanto a agilidade organiza e implementa essas inovações de forma rápida e eficaz. Uma cultura de inovação fomenta um ambiente onde novas ideias são não apenas bem-vindas, mas também incentivadas e valorizadas. Por sua vez, a transformação ágil garante que essas ideias possam ser rapidamente prototípicas, testadas e escaladas, permitindo que a organização se adapte rapidamente às mudanças do mercado e às necessidades dos clientes.

Diante desse entendimento, a EMAP, por meio do Programa Porto do Futuro, adota uma abordagem estratégica para disseminar essa cultura de inovação como a base para a transformação ágil em suas operações. *Workshops* de capacitação são realizados regularmente, incorporando jornadas de planejamento estratégico, com ferramentas e métodos ágeis, que não apenas transferem conhecimento, mas também inspiram os participantes a adotarem uma mentalidade ágil. Isso permite que eles identifiquem oportunidades de melhoria e implementem soluções de forma rápida e eficaz.

Os *workshops* são atividades frequentes que ocorrem desde 2022, iniciado pela primeira turma de residentes portuários (2022-2023) e impulsionada pela nova turma de residentes em atuação, com o objetivo central de difundir conhecimento. Ademais, essas atividades também resultam na aproximação da nova turma junto aos demais funcionários da empresa e, evidentemente, das diversas faixas etárias, o que facilita a comunicação entre residentes e setores estabelecendo uma relação de confiança entre ambos.

À título demonstrativo, desde a implementação do projeto (2022) até o primeiro semestre de 2024, os *workshops* realizados refletem os indicadores:

Figura 1 – Dados das atividades de Workshops



Fonte: própria (2024).

Ou seja, tem-se que a Figura 1, ao retratar a realização dos *workshops* desde a vigência dessa iniciativa, evidencia que foram ministrados 44 *workshops*, com a participação de 565 pessoas, sendo 283 pessoas internas (funcionários EMAP) e 282 pessoas externas (funcionários de empresas do complexo portuário como TEGRAM, Vale, ALZ Grãos, além de incluir, institutos e empresas parceiras como a Pulse e IEMA).

Dessa maneira, sabendo-se que essa iniciativa envolve as empresas que operam no complexo portuário do Itaquí, evidencia-se o impacto da transformação ágil em todo o ecossistema portuário. Além disso, é importante destacar que os *workshops* não fazem parte de treinamentos obrigatórios na empresa, o que evidencia, também, a aceitação da iniciativa e a disposição dos colaboradores em buscar cada vez mais capacitações.

Na Figura 2, destaca-se os principais temas ministrados nessa iniciativa educativa, incluindo Análise de *SWOT*, *Design Thinking*, *Feedback Canvas*, Jornada do Cliente, *Kanban* com utilização da ferramenta *Planner* e Mapeamento de Processos. Essas temáticas foram escolhidas focado em proporcionar uma formação com ferramentas adaptativas, capacitando os participantes a aplicar metodologias de base inovadora em suas respectivas áreas de atuação.

Figura 2 – Temas dos Workshops

Workshop	Quantidade ministrada
Design Thinking	13
Scrum	8
Planejamento	6
Feedback Canvas	4
Power B.I	5
Comunicação não violeta	2
Jornada do Cliente	1
Mapeamento de Processos	1
Planner	1
Análise SWOT	1
Kanban/Planner	1
Metodologias Ágeis	1

Fonte: própria (2024).

Ressalta-se que todos esses *workshops* são ministrados com base nos princípios de agilidade e inovação e são conduzidos de maneira prática, utilizando dinâmicas e jogos para facilitar a jornada de aprendizagem de forma envolvente e leve, como registrado na Figura 3 abaixo. Assim, amplia-se o repertório dos colaboradores do Porto, principais agentes de transformação, permitindo que adaptem e implementem os conhecimentos adquiridos de forma específica e prática em seus respectivos setores.

Figura 3 – Imagens das atividades do Workshops



Fonte: própria (2024).

Os Residentes, por sua vez, estão constantemente em capacitação, aprendendo novas ferramentas que são aplicadas, testadas e, em seguida, disseminadas por meio dos *workshops*. Além disso, o grupo também atua em *workshops* personalizados conforme demanda e solicitações de setores da EMAP, bem como empresas do complexo portuário e parceiros. Essas sessões são projetadas para oferecer aplicações práticas das metodologias e ferramentas ágeis, com adequações as necessidades específicas identificadas em cada contexto.

Nesse ambiente de disseminação do conhecimento baseado na educação para promover a agilidade para o complexo portuário e dos resultados positivos obtidos, implementou-se, recentemente, os *workshops* contínuos. Esta iniciativa, com duração estendida por semanas, é voltada para a capacitação em *softwares*, adaptando-se ao conteúdo e aos módulos programáticos. Iniciado com a capacitação em *Power BI* – ferramenta da *Microsoft* que permite a visualização e análise de dados –, abordando linhas como Financeiro, Recursos Humanos e Logística.

Até o momento, pode-se relatar que a iniciativa, desse modelo de *workshops* contínuos, possui como objetivo garantir a inclusão de outras ferramentas da *Microsoft*, a exemplo do *Power Apps* e *Power Automate*. Isto é, visa proporcionar uma formação abrangente e integrada ao sistema da *Microsoft*, implementado na empresa, preparando os colaboradores à adoção de ferramentas aptas a agilizar a visualização, armazenamento e tratamento dos dados coletados pelos setores.

Em suma, a cultura de inovação é promovida através de uma rede colaborativa, que inclui escolas, universidades e eventos que fomentam parcerias e a co-criação de soluções. Dessa forma, a EMAP não apenas fortalece suas operações internas, mas cria uma sinergia com a cidade e a comunidade, promovendo uma transformação ágil que beneficia todos os envolvidos e, conseqüentemente, a própria organização.

Logo, verifica-se que a cultura de inovação e a transformação ágil são pilares fundamentais que se reforçam mutuamente. A inovação alimenta a agilidade com novas ideias e abordagens, enquanto a agilidade permite que essas inovações sejam implementadas de forma rápida e eficaz, criando um ciclo virtuoso de melhoria contínua. Ao investir na propagação dessa cultura, a EMAP moderniza o Porto do Itaquí, ao passo que estabelece um novo padrão de eficiência e inovação para o setor público portuário no Brasil.

5 CONCLUSÕES

Durante este relato técnico, buscou-se descrever detalhadamente as iniciativas dos *workshops* pontuais e contínuos promovidos pela Residência Portuária, que catalisam a transformação ágil no Porto Público do Itaquí. Através desses *workshops*, o objetivo de impulsionar a transformação ágil no Porto do Itaquí foi plenamente atendido, promovendo uma cultura de inovação sustentada pela educação, com vistas a alcançar sempre a eficiência operacional.

A realização de 44 *workshops*, abordando temas como *frameworks* e ferramentas ágeis, houve uma contribuição significativa na capacitação dos colaboradores. Assim, permitiram que os colaboradores se tornassem agentes ativos da mudança em seus respectivos setores e, evidentemente, para a empresa. Diante disso, a adoção de metodologias ágeis, aspecto central do programa, funcionou como o principal facilitador da residência, promovendo não apenas a transformação ágil, mas também a transformação digital, que, por sua vez, fomentam a cultura de inovação dentro da EMAP.

Ademais, futuras ações podem envolver a expansão dos *workshops* e a inclusão de tecnologias emergentes para sustentar o avanço contínuo. Com isso, a transformação ágil impulsiona a melhoria e eficiência em diversas áreas, bem como estabelece um novo padrão na execução dos trabalhos, alinhada às demandas existentes no contexto portuário.

Os impactos positivos dessas iniciativas são traduzidos em uma EMAP cada vez mais preparada para as mudanças, com uma cultura mais inovadora e apta para enfrentar os desafios do futuro. Assim, a experiência do Porto do Itaquí serve de exemplo para outras instituições portuárias em busca de uma transformação ágil através da educação em inovação, por meio do investimento contínuo no desenvolvimento dos colaboradores. Conclui-se que o trabalho realizado pela Residência Portuária com a implementação dos *workshops* práticos e personalizados reforça a importância da educação como ferramenta necessária na busca pela inovação e pela excelência operacional.

REFERÊNCIAS

BOSCHERINI, L., CHIARONI, D., CHIESA, V., FRATTINI, F. How to use pilot projects to implement open innovation. *International Journal of Innovation Management*, 14(6), p. 1065-1097, 2010.

CARLAN, V., SYS, C., VANELSLANDER, T., ROUMBOUTSOS, A. Digital innovation in the port sector: Barriers and facilitators. *ompetition and regulation in network industries*. p. 1–23, 2017.

FUCHS, C., HESS, T. Becoming Agile in the Digital Transformation: The Process of a Large-Scale Agile Transformation. **Proceedings of the 39th International Conference on Information Systems**. San Francisco, 2018.

HEILIG, Leonard; SCHWARZE, Silvia; VOß, Stefan. An Analysis of Digital Transformation in the History and Future of Modern Ports. **Proceedings Of The 50Th Hawaii International Conference On System Sciences**, Hawaii, 2017.

PAASIVAARA, M. Adopting SAFe to Scale Agile in a Globally. *IEEE 12th International Conference on Global Software Engineering (ICGSE)*, p. 37-40, Buenos Aires, 2017.

PORTER, M., HEPPELMANN, J. How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. *Harvard Business Review*, p. 96-115, 2015

PORTO DO ITAQUI. Missão, Visão e Valores. EMAP. Disponível em: <<https://www.portodoitaqui.com/emap/missao-visao-valores>>. Acesso em: 10 de out. de 2024.

ROSA, Marcos Roque da; PEREIRA, Eliane Nascimento. **Metodologias ágeis no contexto da administração pública**: análise de estudos de caso de implementação ágil. 2021.

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NO PORTO DO ITAQUI

Ana Carolina Brito França

Empresa Maranhense de Administração Portuária

José Airton Neiva Alves da Silva Brasil

Empresa Maranhense de Administração Portuária

Ronny Gabriel Silva Lobato

Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão

Rodrigo Lourenço Gama

Marcela Andrade de Carvalho

Empresa Maranhense de Administração Portuária

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo entender e relatar o estágio atual de transformação digital do Porto do Itaqui, localizado em São Luís do Maranhão, além de apresentar as ações da comunidade portuária local em prol de promover ainda mais melhorias através do investimento e incentivo à transformação digital. Para isto, é feita uma introdução falando sobre a necessidade desse tipo de transformação ao redor do mundo bem como uma contextualização sobre o Porto do Itaqui, em sequência é realizada uma imersão sobre as fases da inovação através da transformação digital sob o escopo de Heilig, L., Schwarze, S., & Voß, S. (2017) e do modelo e níveis de transformação de negócio propostos por Venkatraman, N., (1994) necessários para entender o estágio atual da inovação no Porto do Itaqui. Posteriormente, é identificado em qual estágio o complexo do Itaqui se encontra dentro do contexto citado por ambos autores e apresentadas ações realizadas pelas empresas que se encontram no complexo, tais como as iniciativas da Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), VLI, COPI, Transpetro, Ultracargo, Suzano, etc. ao longo dos anos. Ao final, são apresentados alguns resultados já alcançados com as estratégias adotadas, bem como uma breve análise a respeito das iniciativas, finalizando com uma perspectiva para o futuro do Complexo do Itaqui sob a ótica da transformação digital e como ela tem potencial para transformar o Porto do Itaqui em um líder em inovação e eficiência no setor portuário.

Palavras-chave: transformação de negócios. administradora portuária. instituição governamental. empresa pública. portos marítimos.

1 INTRODUÇÃO

Diante das inúmeras mudanças no ecossistema global, seja no contexto político, ambiental ou econômico, até mesmo no eixo público ou privado, a transformação digital é um tema crucial e uma meta nos mais diferentes tipos de organizações. É por esse motivo que muitas empresas têm se organizado para facilitar e incentivar sua execução e eliminar as barreiras que podem dificultar sua implementação. Isso posto, antes de adentrar o tema da transformação digital dentro do setor portuário, é preciso contextualizar brevemente algumas informações do Porto do Itaqui para entender sua dimensão e estágios de transformação digital.

O porto do Itaqui, inaugurado em 1972, é um porto público brasileiro localizado na cidade de São Luís, no estado do Maranhão. Contemplado com uma das maiores amplitudes de maré do Brasil, possui 9 berços operacionais com 12 a 19 m de profundidade, permitindo a atracação de navios de grande porte. Somente em 2023 foram movimentadas cerca de 36,4 milhões de toneladas, dentre os principais produtos estão os grãos sólidos - soja, milho e farelo de soja -, representando 72,3% da movimentação; grãos líquidos - gasolina, etanol, diesel, GLPE e querosene de aviação -, representando 23% da movimentação; e cargas gerais - celulose, carvão mineral, fertilizantes, etc. representando 4,7% de toda a movimentação.

Figura 1: Movimentação de cargas no Porto do Itaqui em 2023



Fonte: Adaptado Porto do Itaqui (2024)

Uma das principais vantagens do porto, é sua localização estratégica, a qual, como observado na **figura (1)**, permite abertura ao canal do Panamá e Suez, reduzindo o traslado em até 7 dias para a América do Norte, 6 dias para Ásia e 5 dias para Europa. Além dessa vantagem geográfica, o porto está localizado na região conhecida como MATOPIBA, formada pelos estados brasileiros do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, considerada a terceira e última fronteira agrícola do país.

Hoje o porto é administrado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), uma empresa pública, de caráter jurídico de direito privado, criada em 1998 pelo governo do estado do Maranhão e sediada no Porto do Itaqui, localizado em São Luís, a capital do estado, e que tem por objetivo resultados e melhoria contínua.

2 CONTEXTO

2.1 TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NO SETOR PORTUÁRIO

Antes de tudo é importante compreender o contexto da transformação digital dentro do setor portuário para, assim, identificar os estágios em que se encontra o Porto do Itaquí e como tem ocorrido a transformação das medidas adotadas para promover essas mudanças. Heilig, Schwarze e Voß (2017) elencam três principais eras da transformação digital dentro do setor portuário, sendo observadas na **figura (2)**.

Figura 2. Principais Eras Da Transformação Digital No Setor Portuário.



Fonte: Adaptado Heilig, L., Schwarze, S., & Voß, S., 2017.

Cada etapa possui um contexto e particularidade, dito isso, os autores Heilig, Schwarze e Voß (2017, tradução nossa) descrevem cada uma das eras da seguinte forma, conforme a **tabela 1** a seguir.

Tabela 1. Principais Eras Da Transformação Digital No Setor Portuário.

ERA	DESCRIÇÃO	MELHORIAS
1ª Geração	Caracterizada pela introdução de sistemas básicos de TI para melhorar a eficiência operacional e a comunicação dentro dos portos. Esta fase foca na automação de processos manuais e na digitalização de documentos.	Aumento da eficiência operacional , ao reduzir os erros humanos e acelerar o processo administrativo.
		Melhoria da comunicação interna , ao fazer uso de sistemas de e-mail e intranets para facilitar a comunicação entre diferentes departamentos.
2ª Geração	Marcada pela integração de sistemas e a adoção de tecnologias mais avançadas, como sistemas de gestão de terminais (TOS) e sistemas de identificação por radiofrequência (RFID). Esta era visa aumentar a visibilidade e a rastreabilidade das operações portuárias.	Otimização da alocação de recursos e da programação de atividades, ao fazer uso do TOS.
		Maior coesão na execução da operação , ao integrar diferentes sistemas de TI (internos e externos).
3ª Geração	Envolve a implementação de tecnologias emergentes, como a Internet das Coisas (IoT), big data e inteligência artificial (IA). O objetivo é criar "portos inteligentes" que utilizam dados em tempo real para otimizar a eficiência, segurança e sustentabilidade das operações.	Uso de dados para otimizar operações e prevenir demandas , ao recorrer a dispositivos de monitoramento em tempo real e coletar dados para análise e tomada de decisões através da identificar padrões e tendências.
		Melhoria na eficiência e segurança da operação , ao recorrer a Implementação de IA para automação avançada e otimização de processos e fazer uso de algoritmos de aprendizado de máquina

Fonte: Adaptado Heilig, L., Schwarze, S., & Voß, S., 2017.

Além das fases citadas, ainda há o modelo de Venkatraman (Venkatraman – 1994) - um dos modelos mais estudados atualmente para tratar do nível de maturidade em transformação digital - mais precisamente, Venkatraman et al. explicam as inter-relações entre quatro perspectivas-chave para o alinhamento estratégico de negócios-TI. Como o modelo permite categorizar e analisar as transformações digitais com mais

detalhes, ele é utilizado como modelo para analisar o status atual do Porto do Itaquí em termos de transformação digital.

Figura 3. Modelo de Transformação de Negócios Viabilizado pela TI proposto Venkatraman



De forma simplificada, o modelo apresenta os cinco níveis diferentes de transformação digital. Conforme descrito na **figura (3)**, os níveis são organizados de acordo com seu impacto na organização, variando de uma ligeira transformação de certas atividades comerciais a uma redefinição de modelos comerciais e escopo (veja explicações na **tabela 2**).

Tabela 2: Níveis de Transformação de Negócio Através da TI por Venkatraman

Nível	Descrição e Implicações
1. Exploração localizada	Implantação de funcionalidade de TI padrão para dar suporte a atividades comerciais individuais.
	Implica poucas mudanças nas atividades comerciais; baixo impacto em processos comerciais relacionados.
	O potencial total da TI implantada não é explorado; nenhuma vantagem competitiva de longo prazo.
	Exemplos além da funcionalidade básica de TI (por exemplo, reserva, contabilidade) são soluções de planejamento de produção e gerenciamento de data warehouse
2. Integração interna	Integração técnica e organizacional.
	A integração de processos transfuncionais cria a base para o alinhamento de negócios e TI.
	Exemplos são sistemas de planejamento de recursos empresariais (ERP) e data warehouses (DW).
3. Redesenho de Processo de Negócios	Um redesenho de estruturas organizacionais e processos de negócios é necessário para explorar completamente novos recursos de TI/SI.
	A adoção de um DW, por exemplo, pode não apenas mudar a tomada de decisões, mas também permitir identificar novos potenciais de melhoria.
	Por outro lado, um redesenho de processos de negócios pode levar a novos

	requisitos de DW.
4. Redesenho da rede empresarial	Foco no redesenho de redes de negócios de uma perspectiva interorganizacional.
	Os facilitadores técnicos podem ser padrões e plataformas comuns de troca de dados.
	Envolve considerações estratégicas sobre potenciais colaborações para se beneficiar, por exemplo, conhecimento compartilhado e planejamento colaborativo
5. Redefinição do escopo de negócios	Inclui a modificação, eliminação, terceirização e expansão de antigos modelos e processos de negócios, dados novos recursos de TI/SI e processos transformados.
	Pode envolver a criação de novas estratégias, produtos/serviços e parcerias.

Fonte: Adaptado de Venkatraman, N., 1994.

2.2 TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NO PORTO DO ITAQUI

Tal análise do histórico de transformação digital em portos marítimos é importante para entender o impacto de portos modernos, assim como tentar identificar barreiras ou facilitadores. Dois resultados comuns de sucesso na modernização de portos, como elencado nos estudos de Choi *et al.* (2003) e Carlan *et al.* (2017), são que o sucesso depende do alinhamento de estratégias, da cooperação entre os *stakeholders*, da forte adesão de tecnologia de informação e da captação de dados referentes aos processos. O autor complementa a ideia afirmando que é necessário trabalhar dentro das conexões entre *stakeholders*, não somente empresas do complexo portuário, mas também com outros portos, empresas com atividades afins e universidades.

Ao analisar o Itaqui sob a óptica evolutiva dos cenários das fases da transformação digital nos portos marítimos, conforme proposto por Heilig, Schwarze e Voß (2017) (**figura 3**), o Porto do Itaqui perpassa por cada uma dessas fases geracionais, mas no seu próprio ritmo. Enquanto no modelo proposto por Heilig, L., Schwarze, S., & Voß, S., (2017) na **figura (2)**, a 1ª geração da transformação digital - procedimentos sem papel -, já ocorria em meados de 1960, o porto do Itaqui sequer existia, pois ainda eram realizados os preparativos para o início de sua obra, sendo de fato iniciada no ano de 1966 sendo de fato inaugurado em 1972 (**figura 4**).

Figura 4. Transformação Digital do Porto do Itaqui em contraste com o modelo de Heilig, L., Schwarze, S., & Voß, S., 2017.



Fonte: dos Autores, 2024.

Além de avaliar o porto do Itaqui sob o modelo de Heilig, L., Schwarze, S., & Voß, S., (2017), é importante olhar para outros modelos, como o proposto por

Venkatraman (1994). Sob a ótica dos níveis de transformação de negócio de TI, elaborados pelo autor, o Porto do Itaquí ainda se encontra no 4º nível, trabalhando a expansão do *network* do porto uma vez que a comunicação dos dados do complexo é realizada entre as redes do complexo de modo eficiente enquanto se prepara para atingir o 5º e último estágio.

3 INTERVENÇÃO

Pensando no contexto das eras de transformação digital propostas por Heilig, L., Schwarze, S., & Voß, S., (2017), serão apresentadas todas as etapas de transformação digital dentro da história do Porto do Itaquí, em que momentos elas ocorrem e quais as intervenções realizadas ao longo do processo de transformação digital (demonstrado na **figura 4**).

Conforme visto na **figura (4)**, a 1ª Geração da transformação digital no porto do Itaquí ocorreu em meados de 2012 com a adoção do Sistema Governamental de Gestão Portuária Integrada (S2GPI) e do Sistema de Gerenciamento de Documentos (E-Docs). Na época de sua implementação, o Porto do Itaquí contava com cerca de 10 sistemas de informática para captar informações de suas operações, o que resultava em um sistema desintegrado e um retrabalho para cruzar as informações. Com a implantação do S2GPI foi possível sair de um cenário onde o conferente, na beira do cais, recebendo a carga, utilizava papel para um cenário completamente diferente em que esse mesmo conferente passa a realizar uma alimentação online de dados no sistema através da tecnologia, possibilitando assim uma simplificação do processo, padronização das informações, racionalização dos procedimentos e aumento da eficiência e redução de custos dando início ao projeto porto sem papel, política existente dentro da empresa até os dias atuais.

Já a 2ª geração dentro do porto do Itaquí ocorre em 2017, através de uma parceria com a Athenas Tecnologia em Logística para a utilização do TOS+ - plataforma de automação portuária - e a criação do Sistema Integrado de Monitoramento (SIM) - elaborado pelos próprios funcionários - que conecta a programação, planejamento e controle das operações portuárias. Enquanto o TOS+ promove uma conexão da operação em tempo real com as autoridades portuárias, os clientes do porto, as operadoras de cais, as agências e demais *stakeholders*, promovendo organização da operação, rastreabilidade das atividades, maior economia e velocidade no processo e transparência para todos os envolvidos, o SIM chega para converter essas informações em dados e facilitar a operação.

Por último, não menos importante, há a 3ª Geração, era atual do porto do Itaquí, perceptível tanto em ações da empresa administradora do Porto, a EMAP, através de projetos envolvendo o tratamento de dados para o desenvolvimento de um *data lake* necessários para a implementação de *machine learning* (ML) dentro do complexo do Itaquí; como também pelas ações das empresas arrendatárias do complexo tais como as da empresa VLI com o uso de tecnologias avançadas como o monitoramento da operação através de drones controlados remotamente ou o *spreader* automático da empresa Suzano. Além de outras empresas como a COPI, a Ultracargo e a Transpetro, que serão melhor abordadas a seguir neste trabalho no tópico “Resultados Obtidos”.

Quanto às ações do porto para alcançar o 5º e último estágio dos Níveis de Transformação de Negócio Através da TI proposto por Venkatraman (1994): redefinição do escopo de negócios; e alinhada com a visão de ser agente de transformação e desenvolvimento do Maranhão até 2026, o Porto do Itaquí guiado

pela administradora (EMAP), realiza diversas ações práticas e incentivadoras com o intuito de promover a transformação digital dentro do complexo portuário do Itaquí de se tornar um complexo portuário *data driven*, onde modelos construídos passarão a guiar toda a operação dentro do complexo do Itaquí através de decisões e estratégias baseadas em dados concretos e análises rigorosas. Entre elas, a mais recente foi a fundação de um Comitê de Estratégia e Inteligência de Dados.

O Comitê de Estratégia de Inteligência de Dados do Porto do Itaquí

O Comitê de Estratégia e Inteligência de Dados foi estabelecido para liderar a transformação digital da organização, com foco na criação de uma infraestrutura robusta de gestão de dados e na utilização de inteligência artificial (IA) como um diferencial competitivo. O comitê foi formado para atender a diversas demandas, entre elas é possível citar:

- **Centralização de dados dispersos:** Com dados armazenados em diferentes sistemas e formatos, surgiu a necessidade de unificar essas informações em um *Data Lake*. Essa centralização facilita o acesso, a integração e a análise dos dados.
- **Capacitação para análises avançadas:** A criação do *Data Lake* atende à necessidade de habilitar a organização para análises de grande volume de dados (*Big Data*), permitindo uma criar camadas de ingestão que facilitará a comunicação com os dados das áreas que vão necessitar, de forma mais segura, rápida e com maior qualidade nas informações.
- **Automatização e decisões baseadas em dados:** A crescente complexidade dos negócios exige que a tomada de decisão seja rápida e precisa. O uso de IA ajuda a identificar padrões e a automatizar processos que anteriormente dependiam de decisões humanas, otimizando a operação.
- **Governança de Dados:** Além de implementar as tecnologias, o comitê também visa estabelecer políticas claras de governança para assegurar a qualidade, a segurança e a conformidade dos dados, mantendo os mais altos padrões éticos e de proteção da informação.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Com a implementação da transformação digital no porto do Itaquí ao longo dos anos diversos resultados foram alcançados. Entre eles, é possível destacar as próprias ações da EMAP, já mencionadas, além de algumas outras ações descritas a seguir na **tabela (3)**.

Tabela 3: Ações em prol da transformação digital no Porto do Itaquí pela EMAP

Ação	Resumo	Ano
Adoção do Sistema S2GPI e do E-Docs	Através desses sistemas foi possível promover uma padronização e compartilhamento em tempo real de informações logísticas , aumentando a eficiência e segurança das operações. Eliminação de retrabalhos, integrando diversos sistemas utilizados na época.	2012
Adoção do TOS+ e criação do SIM	Com o TOS+ foi possível automatizar algumas operações . Já o SIM integrou a programação, planejamento e controle das operações, proporcionando dados confiáveis e melhorando a comunicação entre os setores, resultando no aumento da eficiência e eficácia das operações.	2017

Abertura da Gerência Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (GEDPI)	Essencial para iniciativas que focam em desenvolvimento interno através do Programa Porto do Futuro e também em parcerias com entidades acadêmicas e Startups para o desenvolvimento de pesquisa e tecnologias dentro do complexo portuário e até mesmo programas de desenvolvimento como o Jovem Tech através de parceria com a FAPEMA, Grupo Mateus e outras entidades.	2023
Criação do Comitê de Inovação Complexo Portuário do Maranhão	Com o objetivo de fortalecer as iniciativas de inovação do Porto do Itaqui, reúne representantes de diversas empresas ligadas ao porto para compartilhar experiências e desenvolver tecnologias e ferramentas que melhorem a eficiência e a rotina do complexo portuário. Além de promover a conexão entre as empresas e iniciativas de inovação no estado, gerando mais empregabilidade e desenvolvimento de projetos de pesquisa.	2024
Criação do Comitê de Estratégia de Inteligência de Dados	Necessário para liderar a transformação digital do Porto , com foco na criação de uma infraestrutura robusta de gestão de dados e na utilização de inteligência artificial (IA) como um diferencial competitivo.	2024

Fonte: dos Autores, 2024.

Vale mencionar os processos de transformação digital realizados internamente pela gerência de inovação dentro da EMAP em prol de melhorias ao Porto do Itaqui. Entre as inúmeras iniciativas dessa gerência, foram desenvolvidas diversas ferramentas tecnológicas integradas à rede interna da EMAP para facilitar o dia-a-dia dos funcionários, bem como a execução das atividades, poupando tempo e recursos, chegando a desenvolver, atualmente, 36 soluções para diversos setores da empresa.

Tabela 4: Projetos de transformação digital desenvolvidos pela GEPDI

Turma de Residentes	Desenvolvimento	Testes	Entregues	Qntd. Total de Projetos
Projetos de 2022 - 2023	-	-	14	14
Projetos de 2024 - Atualmente	11	1	10	22

Fonte: dos Autores, 2024.

Na **tabela (4)** é possível notar um grande aumento de projetos entre o período de 2022 e 2023; e o ano de 2024. Tal fato é uma evidência da abertura que os demais setores da EMAP passaram a oferecer após notarem os benefícios da transformação digital das gerências e coordenações que colaboraram com os primeiros projetos desenvolvidos pela GEPDI, demonstrando assim uma maior abertura entre os próprios setores da EMAP.

É importante ressaltar que promover mudanças significativas, como a transição de uma atividade manual que parecia funcionar bem para os envolvidos, para uma nova abordagem que gera ganhos de tempo e dinheiro, requer, também, o aceite daqueles que a executam. Esse processo não pode ser forçado, ele é essencial e necessariamente colaborativo. Dentre as soluções desenvolvidas, muitas tiveram ganhos significativos dentro das atividades gerais do complexo do Itaqui, sendo possível observar alguns desses resultados na **tabela 5**.

Tabela 5: Resultados após implementação de tecnologia desenvolvida pela GEPDI

Áreas contempladas com projetos	Resultados
Terminais de Ferryboat	Diminuição de 14,55 % no tempo de espera para início da viagem, devido ao aumento na velocidade de processamento de dados de embarque.
Padronização de Paradas Operacionais	Diminuição do tempo para registro e análise de paradas operacionais: de 1 a 2 semanas, para cerca de 3.6 segundos.
Relatórios Financeiros	Redução no tempo para emissão de relatórios financeiros: de 1 semana para 1 dia.

Fonte: dos Autores, 2024.

Além da EMAP que administra o Porto do Itaquí, ainda há empresas arrendatárias e cessionárias, dentre elas é possível destacar 7 que também se movimentaram ou estão em processo de realizar algum projeto tecnológico para acompanhar esse momento de transformação digital do complexo portuário do Itaquí disponíveis na **tabela 6**.

Tabela 6: Empresas acompanhando o processo de transformação digital do Porto do Itaquí.

Empresa	Soluções	Ano
COPI	Implementação de guindastes móveis, moega e correias transportadoras que conectam o armazém ao berço: servem para movimentar fertilizantes, são capazes de suportar até 3,5 milhões de toneladas do produto. Graças a implementação dessas tecnologias, foi possível obter um aumento de até três vezes na produtividade do berço 101.	2021
Eneva	Mecanização no Terminal Marítimo de Carvão: substituição dos caminhões que faziam o traslado do carvão até a termelétrica por esteiras, resultando em aumento da produtividade, redução de custos e melhoria da segurança.	2014
Suzano	Spreader Automático: tecnologia utilizada no processo de movimentação de celulose no Porto do Itaquí.	2023
	Caminhão Autônomo: Estudo da implementação de veículo, totalmente controlado por inteligência artificial, utiliza câmeras e sensores integrados a diversos sistemas robóticos na movimentação de celulose.	2024
Transpetro	Estudos de viabilidade do Bunker Verde: combustível marítimo desenvolvido pela Petrobras com o objetivo de reduzir o impacto ambiental das operações de transporte marítimo. Esse combustível é uma mistura de bunker tradicional com 10% de biodiesel, o que ajuda a diminuir as emissões de dióxido de carbono (CO2) em cerca de 7%.	2024
TEGRAM	Investimento em estrutura de ponta: com shiploader para carregamento de navios, com capacidade de embarque de 2,5 mil toneladas por hora, moegas rodoviárias com oito tombadores (dois em cada armazém), que permitem receber mais de 960 caminhões diariamente (totalizando 44 mil toneladas descarregadas a cada 24 horas), e a moega ferroviária, que descarrega 4 vagões de forma simultânea, resultando em um aumento de mais de 102% na movimentação de cargas entre 2014 e 2023 do complexo portuário do Itaquí.	2015
Ultracargo	Sensores com IA: instalação de sensores nas bombas de carregamento para medir qualquer indício de vibração excessiva, aumento de temperatura ou outro comportamento inadequado que possa indicar uma provável parada no funcionamento do equipamento.	2024

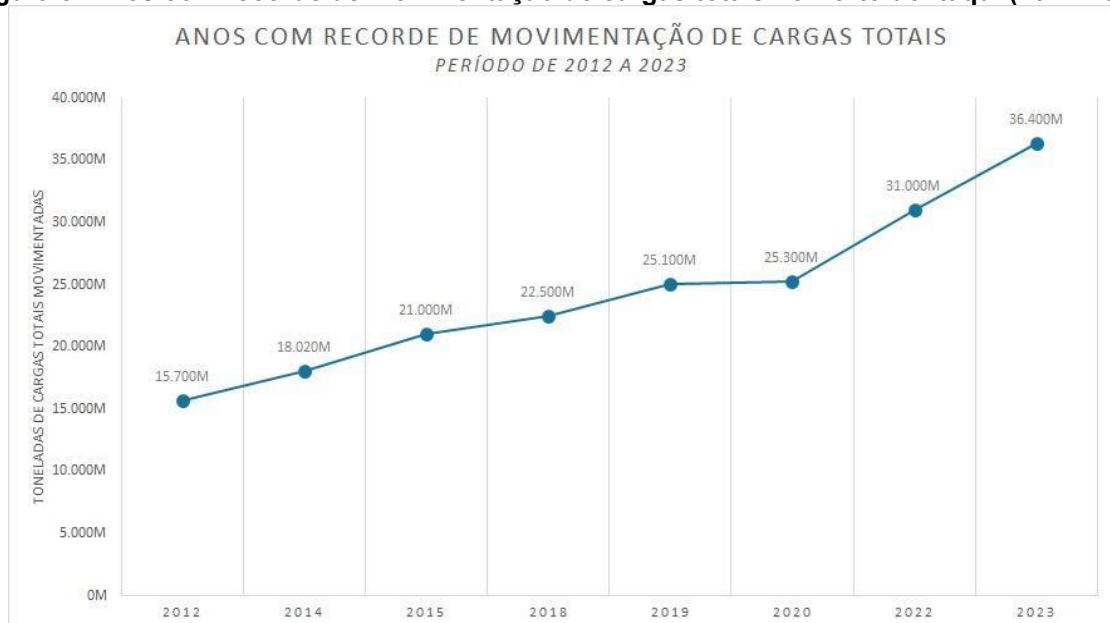
VLI	Monitoramento com Drones: utilização de drones para leitura de calado e monitoramento de operações, aumentando a eficiência e segurança.	2023
------------	---	-------------

Fonte: dos Autores, 2024.

As iniciativas das próprias arrendatárias e cessionárias dentro do porto do Itaquí é extremamente relevante para melhoria dos processos e demonstram que esse processo de transformação digital não é algo exclusivo da EMAP, apenas por ser a entidade que administra o Porto do Itaquí, mas sim uma necessidade de todos os envolvidos do complexo em prol de oferecer melhorias nas operações e aumentar os lucros.

O processo de transformação digital, iniciado em 2012, aparenta ter uma forte correlação entre os benefícios dessa mudança e os inúmeros recordes alcançados pelo Porto do Itaquí entre 2012 e 2023. Ao analisar os dados apresentados no gráfico da **figura (5)** e compará-los com os da **figura (4)**, bem como com outros dados discutidos no tópico “resultados”, torna-se inegável a relação entre o aumento da eficiência das operações portuárias e o investimento contínuo em transformação digital ao longo dos quase últimos 12 anos. Embora outros fatores, como a economia, demanda e investimentos em outros setores também tenham influenciado essas conquistas, a digitalização desempenhou um papel crucial na otimização das operações e na obtenção de resultados excepcionais.

Figura 5: Anos com recorde de movimentação de cargas totais no Porto do Itaquí (2012-2023)



Fonte: dos Autores, 2024.

5 CONCLUSÕES

Promover a transformação digital dentro do complexo portuário do Itaquí ao longo dos últimos quase 12 anos não foi uma tarefa isenta de desafios, alguns obstáculos, como por exemplo a resistência às mudanças, tiveram de ser superados. Muitos colaboradores estavam acostumados com processos tradicionais e mostraram hesitação em adotar novas tecnologias. Para superar essa barreira, foi essencial investir em programas de capacitação e treinamento, que não apenas ensinaram as

novas ferramentas, mas também demonstraram os benefícios tangíveis da digitalização, como maior eficiência e segurança nas operações.

Outro desafio significativo foi a integração tecnológica. A implementação de sistemas avançados de gestão portuária que exigiu a integração de diversas plataformas e tecnologias, muitas vezes incompatíveis entre si. Esse processo demandou um planejamento meticuloso e a colaboração estreita com fornecedores de tecnologia alinhados com a Gerência de Tecnologia da Informação (GETIN) da EMAP para garantir que todos os sistemas funcionassem de maneira coesa. Além disso, a modernização da infraestrutura de TI foi crucial para suportar as novas demandas tecnológicas.

A superação desses obstáculos não apenas facilitou a transformação digital, mas também posicionou o Porto do Itaquí como um exemplo de inovação e eficiência no setor portuário. A experiência adquirida ao longo desse processo servirá como um guia valioso para futuras iniciativas de digitalização, tanto no Brasil quanto em outros portos ao redor do mundo.

Pensando no futuro da empresa e no objetivo de alcançar o 5º e último estágio dos níveis de transformação de negócio através da TI, conforme proposto por Venkatraman (1994), percebe-se a importância que o Porto do Itaquí tem em focar na reinvenção do modelo de negócio. Uma vez que este estágio envolve uma transformação radical, onde a TI não apenas suporta, mas também redefine o modelo de negócio da organização. Isso é possível com a ajuda do Comitê de estratégia e inteligência de dados que surge com o objetivo de transformar o Porto do Itaquí no primeiro *SMART PORT* entre os portos públicos brasileiros, garantindo mais eficiência, previsibilidade e controle baseado em dados, além de garantir uma melhor relação com os *stakeholders* e padronização, integração e automatização das tarefas realizadas durante as operações portuárias.

A partir disso, observa-se uma grande oportunidade no investimento no uso de IA dentro do Porto Público do Itaquí. Mas para a implementação desse tipo de tecnologia, faz-se necessária uma análise estratégica para os próximos anos, uma maior expansão da rede de dados além da busca por parcerias como universidades e startups de tecnologia, necessárias para dar prosseguimento a essa mudança.

Ao longo deste relato foi possível perceber que com ações desenvolvidas ao longo dos últimos quase 12 anos e com a adoção das estratégias aqui propostas, o Porto do Itaquí se encontra no caminho certo para se tornar um líder em inovação e eficiência no setor portuário.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, Pedro Luiz Costa; CAMÕES, Marizaura Reis de Souza. **Inovação pública no Brasil: uma visão geral de seus tipos, resultados e indutores**. 2017.

CHOI, H.R., KIM, H.S., Park, B.J., PARK, N.K., LEE, S.W. An ERP approach for container terminal operating systems. **Maritime Policy & Management**, 30(3), 197–210, 2003.

CARLAN, V., SYS, C., VANELSLANDER, T., ROUMBOUTSOS, A. Digital innovation in the port sector: Barriers and facilitators. **Competition and regulation in network industries**. p. 1–23, 2017.

EXAME. 3 novas tecnologias que prometem reduzir os gastos da Ultracargo em até R\$ 1 mi ao ano. 2024. Disponível em: <https://www.exame.com/bussola/3-novas->

tecnologias-que-prometem-reduzir-os-gastos-da-ultracargo-em-ate-r-1-mi-ao-ano/. Acesso em: 04 out. 2024.

HEILIG, Leonard; SCHWARZE, Silvia; VOß, Stefan. An Analysis of Digital Transformation in the History and Future of Modern Ports. **Proceedings Of The 50Th Hawaii International Conference On System Sciences**, Hawaii, 2017.

Iport Solutions. Com tecnologia pioneira e otimização de processos, Porto de Itaqui recebe moderno terminal de fertil. 2021 Disponível em: <https://www.iportsolutions.com.br/post/rozširujte-svoji-komunitu-na-blogu>. Acesso em: 04 out. 2024.

LOGWEB. TEGRAM completa dois anos de operações e se consolida como opção logística para o agronegócio. 2017. Disponível em: <https://www.logweb.com.br/tegram-completa-dois-anos-de-operacoes-e-se-consolida-como-opcao-logistica-para-o-agronegocio/>. Acesso em: 05 out. 2024.

Porto do Itaqui. Disponível em: <https://www.portodoitaqui.com/>. Acesso em: 05 out. 2024.

PORTO DO ITAQUI. Programa de visitas do Porto do Itaqui. Porto do Itaqui. São Luís. Porto do Itaqui. 1 out. 2024. Powerpoint. 24 slides. color.

TRANSPETRO. Transpetro firma parceria estratégica para descarbonização do Porto de Itaqui. 2024. Disponível em: <https://transpetro.com.br/transpetro-institucional/noticias/transpetro-firma-parceria-estrategica-para-descarbonizacao-do-porto-de-itaqui.htm>. Acesso em: 04 out. 2024.

VENKATRAMAN, N. IT-enabled business transformation: From automation to business scope redefinition. **Sloan Management Review**, 35(2), p. 73–87. 40, 1994.

VLI. VLI investe na capacitação de pilotos de drones para monitoramento portuário. 2022. Disponível em: <https://www.vli-logistica.com.br/vli-investe-na-capacitacao-de-pilotos-de-drones-para-monitoramento-portuario/>. Acesso em: 04 out. 2024.

SUZANO. Suzano implanta spreader automático no Porto do Itaqui. 2023. Disponível em: <https://www.suzano.com.br/noticia/suzano-implanta-spreader-automatico-no-porto-do-itaqui>. Acesso em: 04 out. 2024.

SUZANO. Suzano inova e realiza testes com caminhão autônomo em sua operação no Porto do Itaqui (MA). 2023a. Disponível em: <https://www.suzano.com.br/noticia/suzano-inova-e-realiza-testes-com-caminhao-autonomo-em-sua-operacao-no-porto-do-itaqui-ma>. Acesso em: 04 out. 2024.

ESTRUTURAÇÃO DO PROCESSO DE MANUSEIO EM PÁTIOS DE ESTOCAGEM DE MINÉRIO DE FERRO NO PORTO DE PONTA DA MADEIRA – VALE

Jonatha Varela
Vale S.A.

Luís Nunes
Vale S.A.

Alexandre Figueiredo
Vale S.A.

Luana Rebouças
Vale S.A.

Paulo Bittencourt
Vale S.A.

Resumo: O Terminal Portuário de Ponta da Madeira (TPPM) da Vale, atualmente um dos maiores portos do Brasil, opera em grande escala os produtos de granéis minerais, localizado em São Luís – MA, seguindo as melhores práticas de modelo de gestão integrada com foco em excelência operacional em sua planta de operação portuária. Este artigo tem como principal objetivo, demonstrar a importância da implementação da padronização com mapeamento de processos, através aplicação da metodologia de Processos de Padronização - Vale Production System (VPS) nas operações. Os limites do projeto aplicado incidem na falta de aplicação e aprofundamento em outros processos portuários, em função do nível de criticidade de atividades específicas com impacto operacional e de riscos associados a operação do porto, conforme plano de implantação do modelo de gestão do VPS. Os resultados mostram uma evolução da maturidade e qualidade dos padrões com melhoria de resultados.

Palavras-chave: Estruturação; Processo de Padronização; Terminal Portuário Ponta da Madeira.

1 INTRODUÇÃO

Em um cenário industrial cada vez mais competitivo em suas cadeias logísticas, a busca pela eficiência de processos com excelência operacional é um alvo cada mais perseguido pelas organizações, que aspiram processos mais robustos e sustentáveis que lhes permitam não apenas conectar fluxos e tarefas, mais compreender e monitorar seus processos internos, além de fortalecer os resultados de forma sustentável. É nesse contexto que o mapeamento de processos e a padronização surgem como pilares fundamentais para alcançar esses objetivos.

Atualmente existem muitos debates sobre a importância da padronização e mapeamento de processos numa empresa. Uma organização que possui seus fluxos de trabalho bem definidos com os insumos, produtos, serviços e atividades, terá uma visão ampla do seu negócio, com gerenciabilidade de todas as entradas, saídas, rastreabilidade e confiabilidade nos processos. Tornando-se assim, uma ferramenta indispensável para melhorias nos sistemas de gestão. (PROPLAN,2017).

São muitas as vantagens que um sistema de gestão traz para uma organização e as ferramentas de mapeamento dentre elas o SIPOC, análise Swot, matriz GUT, metodologia 5W2H, modelagem BPMN, são algumas das técnicas utilizadas para mapear e conhecer os processos para nortear o empreendimento ao alcance dos objetivos estratégicos da empresa. Abaixo temos alguns pontos de destaque para as organizações que seguem esse modelo de gestão.

Os mapas de processos melhoram a eficiência das organizações porque:

- Fornecem subsídios sobre um processo;
- Auxiliam a exposição de problemas e melhorias para os processos;
- Expõe gaps de desperdícios;
- Torna o processo mais ágil;
- Evitam retrabalhos, além de trazer uma visão macro do processo;
- Conexão de atividades e fluxos;
- Traz padronização e documentação para o processo.

Nessa perspectiva, pode-se entender que os processos são valores agregados que juntos resultam em um produto, seja ele interno ou externo. Essa sequência de valores resulta em um termo que chamamos de cadeia de valor, (Falconi, 2009).

É importante entender esse conceito “cadeia de valor”, que é um termo bastante utilizado na administração de empresas, trata-se de um o conjunto de atividades que consolidam e norteiam a empresa a entrega do produto da melhor forma possível, pois processos bem definidos são alavancas para tornar o negócio mais competitivo, ágil, sem desperdícios e conseqüentemente mais produtivo.

Com base nessas premissas, este trabalho se propõe a analisar estruturação do processo de manuseio em pátios de estocagem de minério de ferro no porto de ponta da madeira (PDM), a luz das ferramentas de mapeamento de processos que são direcionados no Sistema de Gestão Vale - Vale Production System (VPS).

A área de trabalho e os processos objetos deste estudo passaram por recentes reestruturações, sendo necessário um trabalho direcionado na redefinição de escopo, ajustes de processos, conexões de atividades, mapeamento de pontos de tarefas críticas não mapeadas e da padronização destas atividades, para a evolução da maturidade e qualidade dos padrões com melhoria de resultados, desta forma, esta pesquisa tem como objetivo principal apresentar as ações que estão sendo direcionadas e os resultados esperados a partir desta implementação.

2 METODOLOGIA

A estratégia de execução para o alcance do objetivo iniciou definindo as etapas que o projeto seguiria, numa espécie de fluxo das atividades. Para cada etapa, foi definido os tópicos que iriam passar por uma revisão e consequentemente padronizados. A (FIGURA 01) representa de forma ilustrativa esse fluxo.

Figura 1 - Etapas do Projeto de padronização



Fonte: Vale (2023a).

O projeto inicia a partir da cadeia de valor da companhia olhando de forma macro, todos os processos e subprocessos que sustentam a empresa, com a finalidade de revisar se todos os processos que acontecem, de fato estão mapeados dentro da cadeia de valor da empresa, inclusive, o processo a qual foi objeto desse trabalho.

O processo a qual deu origem a esse trabalho, tem a finalidade de suporte operacional do processo do porto. Durante a primeira etapa de revisão dos processos, foi identificado que este processo não existia na atual cadeia de valor, como mostra a (FIGURA 02).

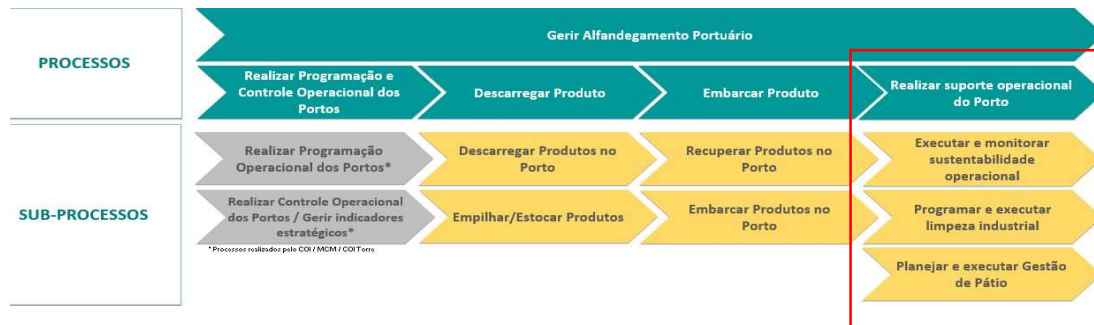
Figura 02 – Visão Global da Cadeia de Valor



Fonte: Vale (2023b).

Após a análise desse fato, foi proposto e validado com as áreas normatizadoras da companhia, a revisão e inclusão desse processo na cadeia de valor. No próximo passo a (FIGURA 03) ilustra a mudança, após a revisão.

Figura 03 – Visão Global do Diagrama de Alocação Funcional.



Fonte: Vale (2023c).

Na sequência destas fases, foi possível o sistema enxergar o processo, em que se iniciou a fase 1 do projeto, definindo as entradas e saídas de cada processo que compõe a gerência, os limites (início e fim), as áreas de interfaces e a definição do produto de cada processo. A construção dessa etapa foi realizada em conjunto com as áreas executantes, visando trazer para o trabalho, o que de fato acontece na prática. A ferramenta aplicada nesse caso foi a SIPOC, vale lembrar que o SIPOC vem uma sigla em inglês que representa Suppliers (fornecedores), Inputs (entradas), Process (processo), Outputs (saídas) e Customers (clientes).

Com os SIPOC's definidos, iniciou-se a fase 2, onde basicamente foi desenvolvido um fluxograma de cada processo com o intuito de sequenciar as atividades mapeadas, dívidas pelos limites de processo. Assim permitindo um melhor entendimento do fluxo da rotina, na figura 04 abaixo, pode-se visualizar o desenho SIPOC definido.

Figura 04 – SIPOC do processo de desenvolvimento de um sistema de informação



Fonte: SIPOC adaptado pelo autor 2024.

Na sequência foi construída a matriz RACI, visando definir os papéis e responsabilidades das atividades de cada processo. Detalhou-se cada atividade relacionado a todas as áreas que fazem interfaces, de cada processo, em que visualmente é possível identificar os responsáveis e suas funções.

Na fase 03, todos os indicadores que já estavam sendo utilizado passaram por uma análise após as revisões das atividades de cada processo. O intuito foi verificar se de fato os indicadores refletiam a realidade e se realmente era o indicador adequado. Essa análise foi construída em conjunto com os integrantes dos processos alvos desse estudo.

Com a validação dos indicadores iniciou-se a fase 4 onde foi definido entre todos os processos estudados, as atividades prioritárias da gerência. o parâmetro usando segundo o normativo Vale foi que seria considerado atividade prioritária as atividades que podem acarretar: fatalidade e/ou vida mudada, impacto ambiental, impactos sociais, humanos e/ou reputacionais ou impacto significativo* na qualidade e/ou na eficácia dos produtos ou serviços (resultados). Após a criação e revisões de alguns padrões, a fase 5 iniciou-se com a criação/revisão dos questionários de diagnóstico técnico (DT) relacionados aos procedimentos operacionais das atividades prioritárias.

3 ESTUDO DE CASO

Este artigo tem como estudo de caso o Terminal Portuário de Ponta da Madeira (TPPM), de propriedade privada da empresa VALE SA e fica localizado na Baía de São Marcos, no município de São Luis-MA.

Atualmente o TPPM é o maior terminal exportador de minério de ferro do país, conforme os dados do anuário da ANTAQ e tem como carro chefe de a exportação de granéis minerais.

Figura 05 - Terminal Portuário Ponta da Madeira



Fonte: Google Earth (2023).

O porto de Ponta da Madeira – PDM, conta com uma infraestrutura especializada e capacitada para operacionalizar seus produtos com oito viradores de vagões, cinco empilhadeiras, seis empilhadeiras-recuperadoras e sete recuperadoras além de possibilidade de atracação de 5 navios simultâneos em 5 berços de atracação, tem uma distância das minas até o porto de aproximadamente 980 km de ferrovias e conta ainda com uma estrutura equivalente de aproximadamente 140km de transportadores de correia que ligam as operações de descarregamento, pátios e embarque formando um sistema de capacidade robusto no porto de PDM.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O mapeamento de processos permite que sejam conhecidas todas as operações que ocorrem durante a fabricação de um produto ou a produção de um serviço (CARVALHO; PALADINI, 2012).

Processos são sequências de atividades inter-relacionadas que transformam insumos (entradas) em produtos (saídas), conforme necessidade do cliente (pessoa, grupo de pessoas ou outro processo interno ou externo que utilize os produtos, serviços e informações gerados pelas atividades). Eles envolvem pessoas, ativos, procedimentos e informações, com o objetivo central de gerar ou agregar valor ao cliente. (VALE, 2023).

O objetivo é normatizar a padronização de processos e procedimentos promovendo a segurança das atividades, a previsibilidade e a repetibilidade dos resultados, e permitindo a implementação de melhores práticas. Ele considera que disciplina e padronização são fundamentais para uma implantação bem-sucedida do Modelo de Gestão. Importante reforçar o entendimento que padronizar não é somente criar um documento ou referência, é refletir mudanças ou melhorias que ocorram nos processos de forma dinâmica e ágil para atender as necessidades dos clientes, permitindo que as pessoas envolvidas compreendam o seu papel no processo. (VALE, 2023).

O SDCA é uma abordagem de melhoria contínua que se baseia em quatro etapas: Standardize (Padronizar), Do (Fazer), Check (Verificar) e Act (Agir). A etapa de padronizar envolve a definição de um padrão para realizar uma tarefa. Na etapa de fazer, a tarefa é executada conforme o padrão estabelecido. Em seguida, na etapa de verificar, os resultados são comparados com o padrão para identificar desvios ou problemas. Por fim, na etapa de agir, são tomadas medidas corretivas para resolver os problemas identificados e melhorar o processo.



Fonte: Vale (2023d).

Para operações seguras e resultados sustentáveis é necessário a reestruturação do processo e definição clara dos papéis e responsabilidades. Quando estabelecidas é possível criar uma visão sistêmica do processo, alinhar interfaces, identificar melhorias e estabilizar o processo.

As entradas, fornecedores, saídas, clientes, interfaces de processo e pontos de decisão devem ser detalhados, de forma que fiquem claras, alinhadas e conectadas

as relações cliente x fornecedor. Atender a necessidade do cliente é a razão de existir do processo, então este deve ser retroalimentado sempre que houver melhorias ou mudanças nas necessidades. Na estruturação ou no mapeamento de processos é essencial considerar os conceitos de atividades, conexões e fluxos, apresentados na (FIGURA 06), no contexto da cadeia de valor em que se encontram. Esses conceitos permitem identificar problemas, e com isso buscar otimizações e maximização de resultados. (VALE, 2023).

Figura 07- Definição de atividades, conexões e fluxos.

ATIVIDADES

Como o trabalho é realizado. Envolve pessoas, materiais, equipamentos e informações.

CONEXÕES

O cliente e fornecedor estão conectados, pois o fornecedor tem algo que o cliente deseja.

FLUXOS

É o caminho percorrido pelos materiais, informações e pessoas.

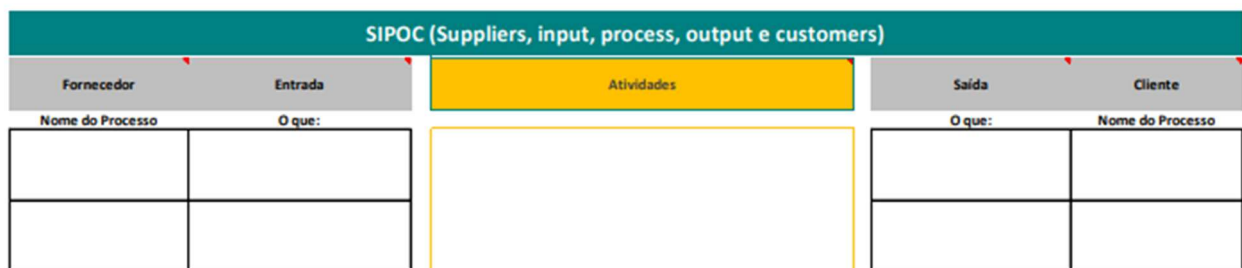


Fonte: Vale (2023e).

Na (FIGURA 07) acima, é importante considerar os três elementos fundamentais deste processo de padronização, como as atividades, conexões e fluxos.

O SIPOC é dividido em 5 etapas denominadas como: fornecedores, entradas, processos, saída e cliente. É uma ferramenta que visa evidenciar todos os principais detalhes de um processo ou projeto. Essa ferramenta evidencia todas as informações relacionadas ao processo identificando o impacto de cada uma, assim simplificando as reais atividades que de fato é um produto do processo.

Figura 08 – SIPOC

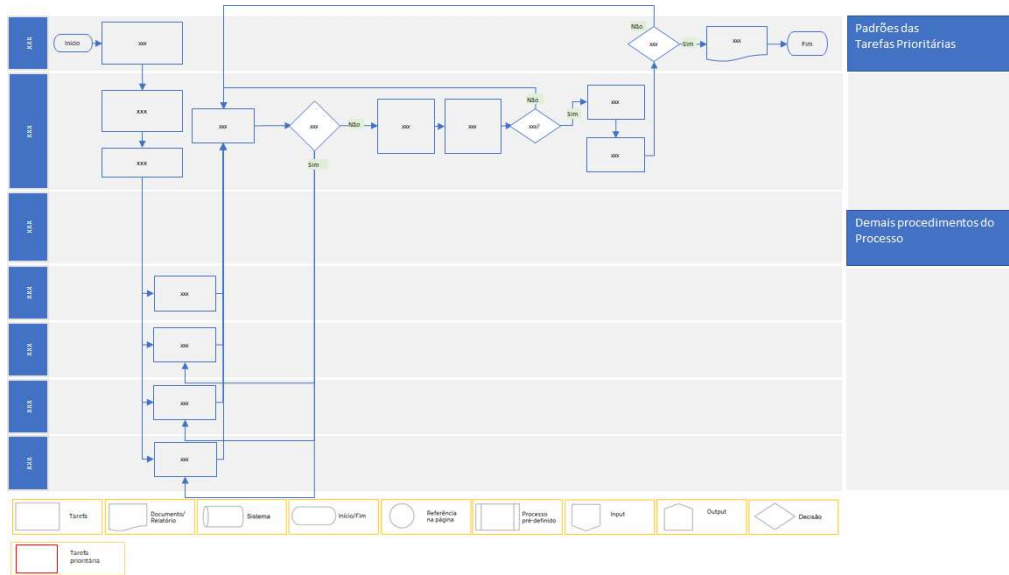


Fonte: Vale (2023f).

Na (FIGURA 08) acima, as etapas do SIPOC representam as fases simplificadas, onde o elemento Fornecedores, representa os personagens, setores ou companhia que fornecem insumos como: informações e recursos para start do processo. O elemento entrada se refere ao produto gerado pelos insumos dos fornecedores. O processo é basicamente atividade de agregação de valor aos produtos de entradas gerados com insumos disponíveis. A saída é o produto resultante da transformação do processo. E os clientes são os setores/indivíduos que são beneficiados pelo conjunto das etapas anteriores.

O fluxograma é uma das ferramentas da gestão da qualidade que visa representar graficamente a sequência de etapas de um processo levando em consideração todas as informações dela. Na (FIGURA 09), é possível verificar como essa ferramenta demonstra de forma gráfica através de simbologia convencionais.

Figura 09 – Modelo de Fluxograma



Fonte: Vale (2023g).

A matriz RACI é uma ferramenta de gestão onde é atribuído papéis e responsabilidade. Ela é dividida em etapas como:

- (R) responsável: por executar uma atividade;
 - (A) aprovador: quem responde pela atividade;
 - (C) consultor: quem deve ser consultado para mais informações;
 - (I) informado: quem deve ser apenas informado da execução da atividade.
- A (FIGURA 10) abaixo apresenta o modelo da Matriz RACI.

Figura 10 – Modelo da Matriz RACI

Matriz RACI Responsible (Responsável), ACOI / MCMutable (Aprovador), Consulted (Consenso), Informed (Informado).						
Procedimentos e Atividades (Programar e executar limpeza industrial)	Técnico de planejamento operacional	Técnico de área	Coordenador de processos*	Supervisores de processo*	Gerente Operação	Terceiro / Limpeza Industrial
1 - Identificar necessidade emergencial de limpeza;	C	R	I	I	-	I
2 - Programar limpeza industrial conforme cronograma e necessidades emergenciais;	R	C	I	I	-	I
3 - Executar limpeza industrial.	A	A	I	I	-	R

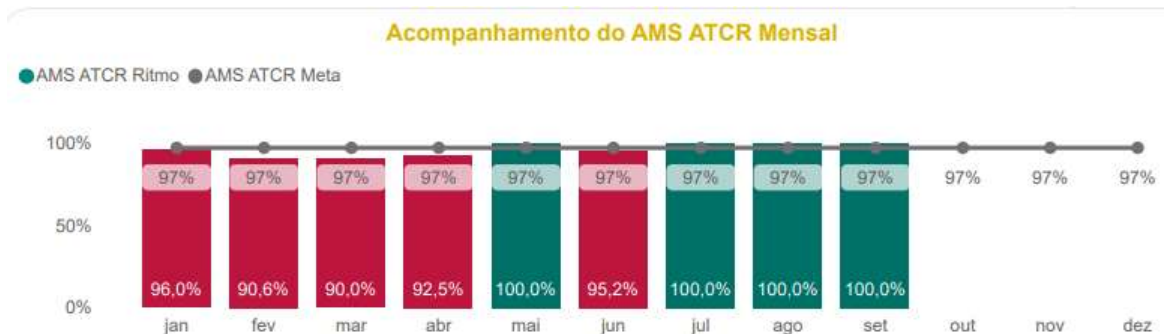
Fonte: Vale (2023h).

5 RESULTADOS E DISCURSÕES

A implementação de um projeto de padronização e mapeamento de processos, na área de infraestrutura portuária nos trouxe um aprendizado da importância da conexão de seus sistemas, processos, tarefas, fluxos e indicadores e vem trazendo uma evolução gradativa de seus resultados. Os indicadores escolhidos para este processo foram dois, sendo eles;

- Aderência de Manutenção Sistemática de Ativo Crítico - A.M.S/A.T.C.R ;
- Relação Manutenção Corretiva – RMC;

Gráfico 01 – Indicador de Aderência de Manutenção Sistemática de Ativos Críticos.



Fonte: Autor da Pesquisa

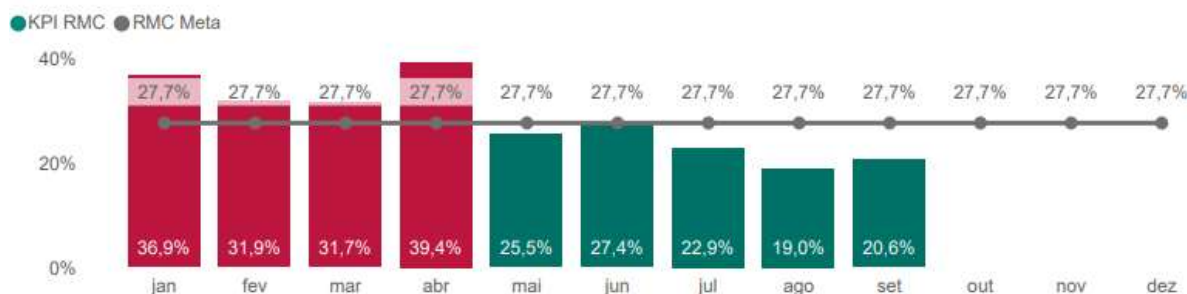
No (GRÁFICO 01) acima é possível perceber que os indicadores de aderência da manutenção sistemática para ativos críticos, melhoram a partir da apresentação e capacitação das equipes de inspetores de processo da área de infraestrutura com foco nos requisitos principais de atendimento do indicador, sendo o requisito de gestão de riscos e segurança como prioritário para atendimento da meta. É possível ainda perceber no gráfico 01, que os dados já apresentam uma tendência de fechamento do mês vigente (set/2023) de forma positiva, porém ainda com dados relacionados a tendência, demonstrando uma melhora visível e atendimento a meta estabelecida.

É importante ressaltar que durante o mapeamento de processos percebemos a conexão de similaridade de fluxos existentes da manutenção, que nos levou a uma orientação e capacitação técnica da equipe executante a partir de todos os fluxos padronizados, desta forma trazendo mais conhecimento e alinhamento dos conceitos e técnicas com mais qualidade nos resultados alcançados, da mesma forma este resultado e metodologia de utilização dos fluxos padronizados da manutenção, percebemos nitidamente a melhoria do indicador do (GRAFICO 02) abaixo, de forma que apresenta uma melhora consistente a cinco meses consecutivos do indicador de Relação da Manutenção Corretiva, isso significa que práticas de gestão adotadas a partir do entendimento do processo padronizado, nos orientou a tomada de decisão, para estabelecimento de estrutura organizacional semelhante a demais processos de manutenção, portanto uma conexão direta de estabelecimento da padronização, fluxos, capacitação e estrutura do negócio.

Percebe-se ainda que existe uma tendência de melhoria do indicador para o mês de (set/23), mostrando a sustentabilidade de resultados a partir do mapeamento dos processos e capacitação das equipes.

Gráfico 02 – Indicador de Aderência de Manutenção Sistemática de Ativos Críticos.

Acompanhamento do RMC Mensal



Fonte: Autores da pesquisa.

6 CONCLUSÃO

A implantação de um projeto de mapeamento de processos e padronização preconizados no modelo de gestão do VPS, apresentou-se como um projeto fundamental para entendimento sistêmico do processo, considerando uma visão global desde a cadeia de valor, passando pelos diagramas de alocações funcionais, fluxogramas, tarefas críticas com procedimentos operacionais, além de trazer a importância da visibilidade de outros processos similares trazendo uma perspectiva de aprendizado com outro e redução de retrabalho de fluxos estabelecidos de processos semelhantes.

A perceptível o avanço dos indicadores desde o mês de Março/2023 com avanços consecutivos atingindo as metas estabelecidas, permitindo aprendizados comuns de processos similares bem como o aperfeiçoamento da gestão de mapeamento de processos não existentes na construção de novos processos e procedimentos com seus respectivos fluxogramas.

Desta forma, a principal conclusão deste trabalho é que no modelo de gestão do VPS foi possível revisar toda a cadeia de valor com mapeamento de processos do porto, analisando todas as fases e processos fins bem como processos de suporte, trazendo uma visão ampla do negócio de forma sistêmica, de maneira que fosse possível o estabelecimento de novos padrões bem como a conexão e aprendizado de padrões já existentes.

A área de infraestrutura possui um plano e continuação do projeto para adequação e estabilização de demais processos que estão sendo construídos de forma sustentável pelas equipes técnicas operacionais de infraestrutura do porto.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. 8. ed. Nova Lima: INDG, 2004.

CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco (Coords). Gestão da qualidade: teoria e casos. 2. ed. São Paulo: Elsevier, 2012.

GOOGLE EARTH. Terminal Portuário de Ponta da Madeira. 2023. [Website]. Disponível em: www.googleearth.com. Acesso em: 21 out. 2024.

LIMA, Ana Julia Ferreira de et al. Implantação de fluxograma para atingir a qualidade total na gestão documental em consultoria de rh. 2022.

FALCONI, Vicente. O verdadeiro poder . Nova Lima: FALCONI Consultores de Resultado, 2009

NASCIF, J.; DORIGO, L. C. Manutenção orientada para resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

NUNES, L. C. C. et al. Aplicação do Gerenciamento da Rotina para melhoria do desempenho operacional e eficiência portuária no embarque de minério: estudo de caso no Terminal Marítimo Ponta da Madeira – Vale. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESEMPENHO PORTUÁRIO (CIDESPORT), 3., 2016,

Florianópolis. Researchgate [Website], 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315648414_Aplicacao_do_Gerenciam ento_da_Rotina_para_Melhoria_do_Desempenho_Operacional_e_Eficiencia_P ortuaria_no_Embarque_de_Minério_Estudo_de_Caso_no_Terminal_Maritimo_ Ponta_da_Ma deira-VALE. Acesso em: 20 out. 2024.

PROPLAN. Guia de mapeamento de processos[recurso eletrônico]. 1. ed. - Santa Maria: UFSM. 2017

TEIXEIRA, ALA. Mapeamento de processos: teoria e caso ilustrativo. 2013. 22

f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Industrial) -Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

