

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA GESTÃO DA INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NO SETOR PORTUÁRIO: MAPEAMENTO DAS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS

MARCUS VINÍCIUS HAUSMANN

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC

SANDRA ROLIM ENSSLIN

LUIZ JUNIOR MAEMURA YOSHIURA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC

Introdução

Os portos desempenham um papel estratégico no comércio global, mas também estão entre os maiores contribuintes de emissões de gases de efeito estufa o que torna a adoção de práticas sustentáveis essencial para equilibrar desempenho econômico e responsabilidade ambiental. A sustentabilidade, nesse contexto, envolve a implementação de soluções que integram tecnologias limpas, sistemas inteligentes e práticas de governança colaborativa (Gerrero-Molina et al., 2023).

Problema de Pesquisa e Objetivo

Assim, este estudo busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: Como a literatura internacional aborda a avaliação de desempenho da gestão da inovação sustentável no setor portuário? Para responder a essa pergunta, a pesquisa tem como objetivo mapear a literatura internacional para identificar de que forma o desempenho das inovações sustentáveis tem sido avaliado no setor portuário.

Fundamentação Teórica

A transição para operações sustentáveis enfrenta obstáculos complexos. A heterogeneidade de infraestruturas portuárias, contendo desde terminais de última geração até portos históricos com limitações físicas, dificulta a aplicação universal de soluções que necessitem de suporte tecnológico. Paralelamente, conflitos de interesse entre stakeholders retardam a adoção de práticas inovadoras, especialmente em regiões com fragilidades institucionais. Nesse contexto, as inovações sustentáveis no setor portuário integram dimensões estratégicas, tecnológicas e sociais (Kitzmann et al., 2023).

Metodologia

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa, com o objetivo de analisar um fragmento da literatura relacionado a 'avaliação de desempenho da gestão da inovação sustentável no setor portuário'. Para isso, foi utilizado o instrumento de intervenção Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C), que orienta a seleção, instiga a reflexão e a análise crítica da literatura relevante sobre o tema de interesse (Welter & Ensslin, 2022).

Análise e Discussão dos Resultados

Os resultados deste estudo revelam tensões estruturais entre a retórica da inovação sustentável e sua operacionalização no setor portuário. A análise demonstra que, embora 67% dos artigos reconheçam a tecnologia como facilitadora central da sustentabilidade, sua implementação permanece fragmentada e desconectada das dinâmicas locais. A hipervalorização de soluções tecnocráticas frequentemente ofusca a necessidade de modelos de governança adaptativa, cuja participação de comunidades costeiras, trabalhadores portuários e pequenos operadores na cocriação de soluções é marginalizada.

Considerações Finais

A revisão da literatura revelou que a fragmentação metodológica limita a capacidade de capturar a complexidade dos ecossistemas portuários. A análise crítica demonstrou que os sistemas atuais perpetuam três falhas concêntricas: a predominância de indicadores qualitativos sem padrões setoriais comparáveis; a desconexão entre métricas e ações estratégicas integradas; e a rigidez de modelos que ignoram particularidades locais como vulnerabilidades costeiras ou assimetrias socioeconômicas. A pesquisa fomenta um recorte temático que ainda está em processo de desenvolvimento.

Referências

GERRERO-MOLINA, M. I.; VÁSQUEZ-SUÁREZ, Y. A.; VALDÉS-MOSQUERA, D. M. Smart, green, and sustainable: unveiling technological trajectories in maritime port operations. *IEEE Access*, v. 12, p. 47713-47723, 2024. KITZMANN, H. et al. Efficiency analysis of seaports in Russia's Baltic basin: Performance evaluation. *Baltic Region*, v. 15, n. 2, p. 103-125, 2023. WELTER, L. M.; ENSSLIN, S. R. How do the unintended consequences of performance evaluation systems manifest themselves?. *Journal of Accounting & Organizational Change*, v. 18, n. 4, p. 509-528, 2022.

Palavras Chave

Avaliação de desempenho, Gestão da inovação, Sustentabilidade

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DA GESTÃO DA INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NO SETOR PORTUÁRIO: MAPEAMENTO DAS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS

1 INTRODUÇÃO

O setor portuário é um componente estrutural da economia global, responsável por cerca de 95% do comércio internacional (Ministério de Portos e Aeroportos, 2025). Segundo a Container Trades Statistics (CTS, 2025), em seu relatório de movimentação de 2024, houve um aumento de 6% no volume de contêineres transportados em comparação com o ano de 2023, totalizando 183,2 milhões de TEUs (unidade equivalente a vinte pés). Contudo, essa centralidade econômica contrasta com desafios ambientais críticos, uma vez que os portos respondem por até 3% das emissões globais de CO₂ (United Nations, 2025).

Tendo em vista sua relevância para a cadeia de suprimentos e a crescente urgência pela busca da neutralidade na emissão de carbono, o setor marítimo portuário tem enfrentado uma crescente demanda por alternativas que atenuem seus impactos ambientais (OECD, 2025), exigindo modelos inovadores que conciliem eficiência operacional e sustentabilidade. Nesse contexto, a gestão portuária sustentável demanda tecnologias de descarbonização, mecanismos de governança inclusiva e métricas/indicadores de desempenho contextualizados (World Bank, 2023).

A transição para operações sustentáveis enfrenta obstáculos estruturais complexos. A heterogeneidade de infraestruturas portuárias, contendo desde terminais de última geração até portos históricos com limitações físicas, dificulta a aplicação universal de soluções que necessitem de suporte tecnológico (UNCTAD, 2023). Paralelamente, conflitos de interesse entre atores públicos, privados e comunitários frequentemente retardam a adoção de práticas inovadoras, especialmente em regiões com fragilidades institucionais (Kitzmann et al., 2023). Essa tensão entre modernização e realidades locais exige mecanismos de governança adaptativa que harmonizem competitividade econômica com equidade socioambiental.

Nesse cenário, algumas iniciativas de inovação sustentável vêm sendo aplicadas ao setor portuário, como a implementação de Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) e Big Data, que permitem melhorar a precisão e eficiência da gestão logística, reduzindo as emissões derivadas ao congestionamento e otimizando o tempo de atracação e operação (Tsolakakis et al., 2022). Ademais, estudos demonstram que plataformas digitais para agendamento inteligente de embarcações, monitoramento de emissões e coordenação entre stakeholders podem gerar ganhos expressivos. Um exemplo é o Porto de Busan (Coreia do Sul), onde uma estrutura baseada em Inteligência Artificial trouxe ganho adicional de aproximadamente US\$ 7,3 milhões anuais e melhorou em 79% a pontualidade das operações, com benefícios ambientais associados (Sim et al., 2024).

A mensuração dos avanços sustentáveis no setor portuário enfrenta desafios metodológicos significativos, em parte devido à dificuldade de coletar e garantir a qualidade dos dados abrangentes sobre impactos ambientais e sociais, como emissões indiretas (escopo 3) e biodiversidade marinha. Essa barreira se agrava diante da fragmentação dos marcos regulatórios e da falta de padronização de metodologias, o que compromete a confiabilidade e comparabilidade dos indicadores (Kitzmann et al., 2023). Além disso, embora diversos instrumentos de avaliação existam, muitos se baseiam em métricas ambientais ou operacionais isoladas, sem integrar variáveis sociais e ecológicas de forma holística e contextualizada (Styliadis et al., 2022). Essa lacuna metodológica

impede que políticas de inovação sustentável sejam estruturadas sobre bases robustas, existindo o risco de que práticas voltadas à sustentabilidade tenham finalidade unicamente simbólica.

Com isso, este estudo busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: Como a literatura internacional aborda a avaliação de desempenho da gestão da inovação sustentável no setor portuário? Para responder a essa pergunta, a presente pesquisa tem como objetivo mapear a literatura internacional para identificar de que forma o desempenho das inovações sustentáveis tem sido avaliado no setor portuário. Para alcançar o objetivo da pesquisa, foi aplicado o instrumento de intervenção Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C) como ferramenta estruturada para seleção de um Portfólio Bibliográfico (PB) representativo da área de interesse, assim como para orientação da análise crítica dos dados encontrados (Welter & Ensslin, 2022).

O estudo busca contribuir com a literatura ao apresentar quais são os principais caminhos pelos quais a área de pesquisa vem sendo desenvolvida, evidenciando tendências, lacunas e agenda de pesquisas futuras. De forma prática, o trabalho contribui com gestores e praticantes do setor portuário ao trazer insights sobre uma demanda latente, jogando luz para oportunidades e ameaças no processo de gestão das inovações sustentáveis.

O desenvolvimento da pesquisa é apresentado da seguinte forma: (i) introdução do contexto, problematização e objetivo da pesquisa; (ii) a seção 2 apresenta a metodologia de pesquisa, onde são esclarecidos os procedimentos de seleção do PB e análise dos dados; (iii) na sequência, seção 3, é apresentado um breve referencial teórico; a seção 4 traz os resultados da pesquisa e discussões; e (iv) a seção 5 relata as considerações finais do estudo.

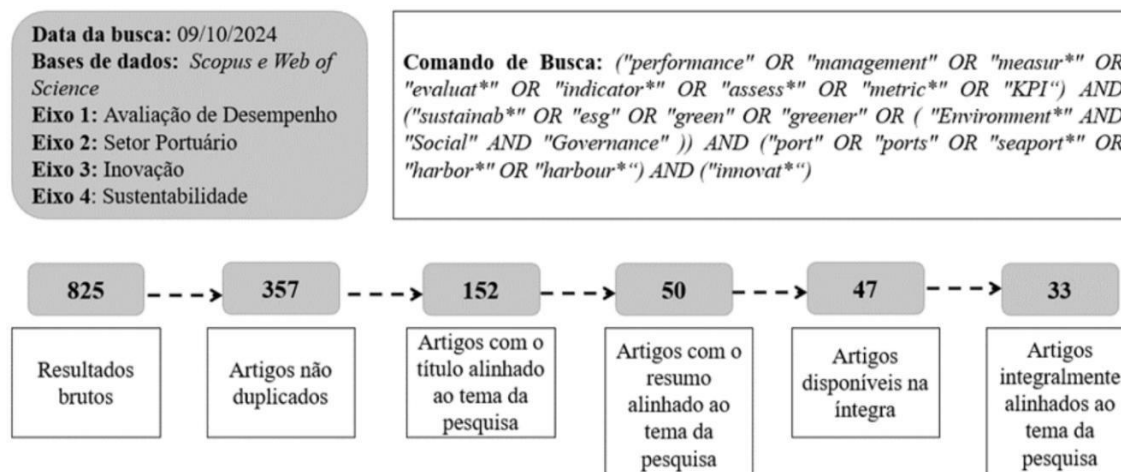
2 METODOLOGIA

2.1 PROCEDIMENTO PARA SELEÇÃO DOS DADOS

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa, com o objetivo de analisar um fragmento da literatura (Richardson, 1999) relacionado a ‘avaliação de desempenho da gestão da inovação sustentável no setor portuário’. Para isso, foi utilizado o instrumento de intervenção Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C), que orienta a seleção, instiga a reflexão e a análise crítica da literatura relevante sobre o tema de interesse (Dutra et al., 2015). O ProKnow-C é operacionalizado por meio destas cinco etapas (Welter & Ensslin, 2022): (i) Seleção de um Portfólio Bibliográfico (PB); (ii) Análise Bibliométrica; (iii) Construção do Mapa da Literatura; (iv) Análise Sistêmica; e (v) Formulação de Pergunta de Pesquisa e Oportunidades.

A Figura 1 apresenta o processo e os achados da primeira etapa do ProKnow-C, correspondente à Seleção do Portfólio Bibliográfico. O objetivo dessa etapa é encontrar um fragmento representativo da literatura relacionada à Avaliação de Desempenho da Gestão da Inovação Sustentável no setor portuário.

Figura 1 – Processo de Seleção do PB



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para o processo de seleção do Portfólio Bibliográfico foram considerados apenas artigos publicados em revistas, ou seja, foram eliminados outros documentos publicados em congressos, livros ou outros meios. Além disso, foram selecionados apenas trabalhos escritos em língua inglesa. Por fim, como critério de inclusão, foram considerados artigos que contemplassem os quatro eixos de busca e trabalhassem com a área de gestão e avaliação de desempenho aplicadas às inovações sustentáveis, sendo restrito apenas ao setor de portos. Todos os artigos que compõem o Portfólio Bibliográfico estão listados na última seção desta pesquisa, sendo sinalizados com o símbolo de colchetes [] e sua respectiva numeração de 1 a 33.

2.2 PROCEDIMENTO PARA ANÁLISE DOS DADOS

Para análise dos dados, foram operacionalizadas as etapas de Análise Bibliométrica, construção do Mapa da Literatura, e proposição de Agenda de Pesquisa. O conteúdo dos 33 artigos, selecionados na etapa anterior, foi analisado com o objetivo de obter informações e reflexões, a fim de evidenciar lacunas dentro da área temática da pesquisa e possíveis propostas de pesquisa futuras.

Por meio da Análise Bibliométrica, procura-se aprimorar o conhecimento existente sobre um determinado contexto, identificando as características presentes em cada artigo do PB (Thiel et al., 2017). Assim, nessa etapa, ocorrerá a seleção das características que serão analisadas nos artigos pertencentes ao PB. Nesse sentido, dois tipos de variáveis podem ser utilizados: (i) Bibliometria Básica; e (ii) Bibliometria Avançada. Nesta pesquisa, será utilizada somente a Bibliometria Avançada. Esta, por sua vez, procura verificar características específicas nos artigos avaliados, sendo necessário a adoção de um aporte teórico prévio que norteará o processo de análise, chamada de variável avançada. Portanto, durante o processo de leitura, os pesquisadores buscam identificar se as variáveis avançadas se fazem presentes ou não nos artigos do PB. Todo esse processo é operacionalizado em uma planilha digital (Excel), cujas informações são registradas e posteriormente analisadas.

Nas variáveis avançadas, os artigos serão analisados mediante conceitos fundamentais estabelecidos por autores referenciais em Avaliação de Desempenho (AD), abrangendo três dimensões críticas (Quadro 1).

Quadro 1 – Variáveis avançadas selecionadas para Análise Bibliométrica

Aporte Teórico	Variável Avançada
Elementos constituintes de uma métrica (Melnyk et al., 2004)	Avalia se as métricas propostas nos artigos atendem aos critérios estabelecidos: medida (indicador quantificável), verificabilidade, declaração explícita (qualitativa ou quantitativa), padrão de referência e impactos de desempenho acima/abaixo do padrão.
Limitações e facilitadores para sustentabilidade (Holzer et al., 2019)	Identifica barreiras (limitações) como falta de capacidade, conhecimento e adesão que impedem a implementação de AD de forma sustentável. Em contrapartida, destaca facilitadores como recursos, tecnologia e cultura organizacional, que promovem a integração de práticas sustentáveis nos sistemas portuários.
Fatores de processo e contexto (Franco-Santos & Bourne, 2005):	<p>Examina processos em três fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) <i>Design</i>: estrutura de medição, definição de metas, alinhamento organizacional e infraestrutura de informação; b) Implementação: comprometimento da alta direção, capacitação, comunicação e revisão contínua; c) Uso: análise de dados, tomada de decisão, recompensas e integração com ferramentas de gestão. <p>Considera fatores contextuais internos (estratégia, cultura, tamanho e estrutura organizacional); e externos (características da indústria e ambiente), que influenciam a eficácia do Sistema de AD.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O Mapa da Literatura, por sua vez, emerge como uma maneira de representar graficamente as áreas e os assuntos percorridos pelos pesquisadores dentro do escopo da pesquisa, assim, contribuindo com a compreensão do leitor acerca do tema e provocando novos *insights* de possíveis áreas de pesquisa (Welter, Pedersini & Ensslin, 2019).

Ao final dos procedimentos de análise, o pesquisador possui o conhecimento necessário, sobre o fragmento da literatura que pretende investigar, para informar onde existem e quais são as lacunas científicas que demandam investigações (Welter & Ensslin, 2022). Nesse momento, o pesquisador encontra-se em condições de formular questões de pesquisa para investigar os gaps identificados, encerrando o processo com a entrega de uma Agenda de Pesquisa.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Os portos desempenham um papel estratégico no comércio global, mas também estão entre os maiores contribuintes de emissões de gases de efeito estufa (Acciario et al., 2014a, 2014b; Mahmud et al., 2024) o que torna a adoção de práticas sustentáveis essencial para equilibrar desempenho econômico e responsabilidade ambiental. A sustentabilidade, nesse contexto, envolve a implementação de soluções que integram tecnologias limpas, sistemas inteligentes e práticas de governança colaborativa (Gerrero-Molina et al., 2023).

As inovações sustentáveis no setor portuário integram dimensões estratégicas, tecnológicas e sociais, conforme evidenciado por estudos alinhados ao tema. Di Vaio e Varriale (2018) destacam que a inovação gerencial, por meio de instrumentos de contabilidade ambiental e capacitação de equipes, transcende a conformidade regulatória, criando valor competitivo em portos verdes. Nitsenko et al. (2017) propõem modelos de negócios baseados nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs), articulando eficiência operacional com impacto socioambiental, como redução de desigualdades e conservação de ecossistemas costeiros. Bjerkan e Ryghaug (2021) revelam como trajetórias divergentes de sustentabilidade em portos noruegueses são moldadas por dinâmicas sociais, enfatizando a necessidade de inclusão de comunidades locais e

trabalhadores na cocriação de soluções. Já Campisi et al. (2022) demonstram, no Porto de Ravenna (Itália), que parcerias locais são catalisadoras de estratégias inteligentes, viabilizando desde a gestão circular de resíduos até a otimização de tráfego urbano associado às operações portuárias. Esses estudos reforçam que a inovação sustentável é um processo sistêmico, dependente da sinergia entre governança adaptativa, modelos econômicos regenerativos e engajamento de atores diversos (Alamouh, 2024; Bouazza et al., 2024).

As inovações sustentáveis voltadas ao setor portuário abrangem tecnologias digitais, modelos de gestão e estratégias colaborativas. Tsolakis et al. (2022) e Cavalli et al. (2021) demonstram como Inteligência Artificial (IA) e 5G otimizam operações em tempo real, reduzindo emissões em terminais portuários. Por exemplo, no Porto de Livorno (Itália), a implementação do 5G permitiu melhorias na gestão de recursos e redução de custos ambientais (Cavalli et al., 2021). Já Abdullahi et al. (2024) evidenciam o uso de identificadores de radiofrequência (Radio-Frequency Identification - RFID), no Porto de Mogadíscio (Somália), para rastreamento inteligente de cargas, minimizando desperdícios. Zhang et al. (2024) sintetizam que a digitalização (Big Data e Internet das Coisas) é crítica para transformar portos em hubs verdes, enquanto Bonamigo et al. (2023) integram o Lean 4.0 à economia circular, promovendo eficiência operacional e redução de resíduos. Posto isso, a integração de Inteligência Artificial e análise de dados na gestão portuária surge como um eixo estratégico, conforme evidenciado por Durlík et al. (2024) e Kitzmann et al. (2023). O primeiro destaca o uso de algoritmos de aprendizado de máquina para otimizar rotas logísticas e reduzir emissões, enquanto o segundo analisa métricas de eficiência operacional em portos do Báltico, enfatizando a necessidade de adaptar indicadores a contextos regionais específicos.

Nesse cenário, destaca-se a importância da contextualização dos indicadores de desempenho, especialmente em ambientes tão heterogêneos quanto o setor portuário global. A aplicação de métricas padronizadas pode gerar distorções se não forem consideradas as particularidades locais, como características geográficas, infraestrutura, legislação ambiental e perfil socioeconômico da região. Conforme relatado por Kitzmann et al. (2023), a eficácia de Sistemas de Avaliação depende diretamente da capacidade de refletir as condições reais em que os portos estão inseridos. Essa abordagem adaptativa permite mais legitimidade nos processos decisórios e potencializa os efeitos positivos das inovações sustentáveis, garantindo que os modelos de gestão estejam alinhados às necessidades específicas de cada realidade portuária.

Acerca do eixo de sustentabilidade, Wiegmans e Geerlings (2010) seguem o Relatório Brundtland (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1987), que define o desenvolvimento sustentável como algo que “atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades”. Sharif et al. (2024) contribuem afirmando que a sustentabilidade tem ocupado uma posição central nos planos de diversas organizações. Portanto, as empresas que optam por tomar esse tipo de decisão visam diretamente aumentar seus ganhos, diminuir adversidades ambientais e abordar questões sociais para demonstrar a seus clientes e stakeholders que são corporativamente responsáveis.

Além disso, a dimensão cultural e social da inovação sustentável ganha destaque em trabalhos como os de Jaafar et al. (2021) e de Sifakis e Tsoutsos (2021). Os primeiros propõem critérios para portos Halal-friendly, integrando práticas religiosas a estratégias ambientais; e os segundos abordam a transição para portos com emissão zero, destacando a importância de métricas que quantificam aceitação social e viabilidade técnica. Essas abordagens ampliam o conceito de desempenho, mostrando que a gestão portuária

sustentável exige adaptação a demandas locais e inclusão de atores diversos na definição de prioridades.

Portanto, a gestão portuária sustentável demanda não apenas inovações tecnológicas, mas também governança inclusiva e métricas adaptáveis, como proposto por Kitzmann et al. (2023) para contextos regionais. A convergência entre padrões globais, políticas colaborativas e engajamento de stakeholders configura-se como caminho indispensável para conciliar competitividade global com equidade socioambiental, garantindo que os portos continuem a impulsionar o comércio mundial sem comprometer o futuro do planeta.

Por fim, a sinergia entre sustentabilidade ambiental e rentabilidade financeira emerge como um eixo catalisador de transformações estratégicas no setor portuário, ainda que de forma não linear. Estudos recentes sinalizam que iniciativas ambientais, quando integradas à gestão operacional, podem gerar eficiências sistêmicas com reflexos econômicos tangíveis. Martín et al. (2021) observam que ferramentas de monitoramento de desempenho sustentável, como o business observation tool, permitem otimizar recursos e reduzir perdas operacionais, reforçando a resiliência financeira dos portos espanhóis. De modo complementar, Nguyen et al. (2022) evidenciam que sistemas inteligentes de gestão energética em smart ports reduzem custos de longo prazo ao minimizar desperdícios e mitigar riscos regulatórios.

A integração de critérios ecológicos no planejamento portuário, conforme defendida por Wu et al. (2020), demonstra que práticas, como a preservação de ecossistemas costeiros, podem evitar multas ambientais e atrair investidores alinhados aos princípios ESG (Ambiental, Social e Governança). Badurina et al. (2017) acrescentam que a implementação do conceito Green Port em portos croatas fortaleceu sua imagem institucional, ampliando parcerias comerciais estratégicas. Paralelamente, Tang (2024) destaca que projetos de paisagismo marinho sustentável em portos inteligentes não só melhoram a qualidade ambiental local, como também elevam o valor imobiliário das áreas adjacentes, gerando receitas indiretas.

Instrumentos de mensuração integrada, como o Sustainability Balanced Scorecard, aplicado por Suárez-Gargallo e Zaragoza-Sáez (2023) no Porto de Cartagena, revelam que métricas ambientais contextualizadas (ex.: redução de emissões por tonelada movimentada) facilitam a alocação eficiente de orçamentos. Ma et al. (2023) reforçam que modelos Multicritério para Avaliação de portos fluviais e lacustres, ao incorporarem variáveis socioambientais, identificam oportunidades de otimização logística que reduzem custos e ampliam margens competitivas. Essas contribuições sugerem que a inovação sustentável, embora demandando investimentos iniciais, consolida-se como um pilar indissociável da perenidade econômica dos portos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

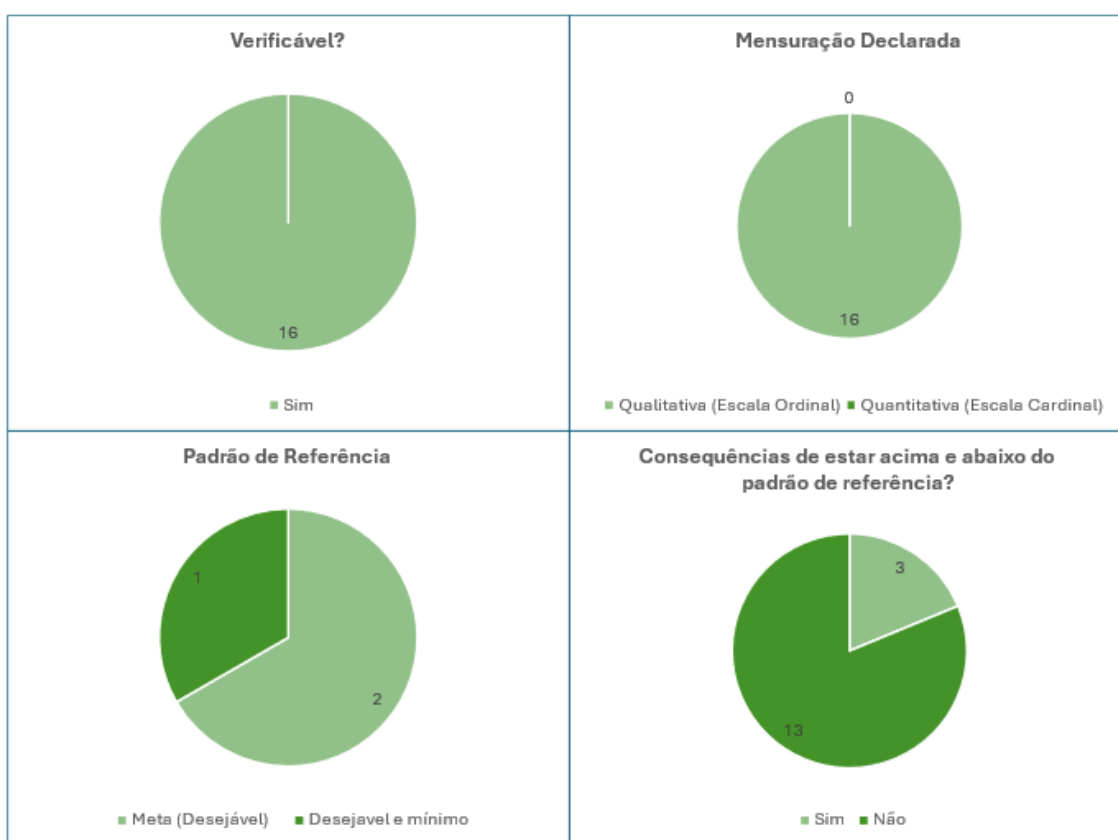
4.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA – ANÁLISE DAS VARIÁVEIS AVANÇADAS

A primeira variável avançada a ser analisada trata sobre os Elementos Constituintes de uma Métrica (Melnyk et al., 2004), cujos autores propõem a definição de elementos fundamentais de uma métrica, sendo eles: (i) uma métrica deve ser verificável, ou seja, constituída por um conjunto de dados acordados e documentados, permitindo a mesma leitura de medida independente da fonte; (ii) ser declarada em escala ordinal (qualitativa), ou em escala cardinal (quantitativa); e (iii) métricas capturam características ou resultados que, para serem interpretadas, necessitam ser comparadas com níveis de referência. Ao analisar o PB segundo a variável avançada proposta, foram

identificados 16 artigos que desenvolveram medidas de desempenho, sendo identificadas as seguintes características (Figura 2).

Conforme exposto na Figura 2, 48% dos artigos do PB (16 artigos) abordaram algum tipo de medida, enquanto 52% abordaram aspectos como revisões de literatura acerca da performance sustentável nos portos, por exemplo. Entre os 16 artigos, observou-se um forte alinhamento com dois critérios fundamentais: métricas verificáveis, com 100% dos artigos: todas as métricas foram baseadas em dados documentados e processos replicáveis e declaração explícita. Todas as métricas foram expressas em escalas ordinais (qualitativas), como, por exemplo, a escala de classificações de maturidade sustentável ou índices de satisfação de stakeholders. Argyriou et al. (2022) apresentam métricas como poluição ambiental e consumo de energia, sendo estas estabelecidas pelos stakeholders como forma de priorizar soluções tecnológicas. Nenhum artigo adotou escalas cardinais (quantitativas), limitando a precisão na mensuração de impactos.

Figura 2 – Elementos Constituintes de uma Métrica



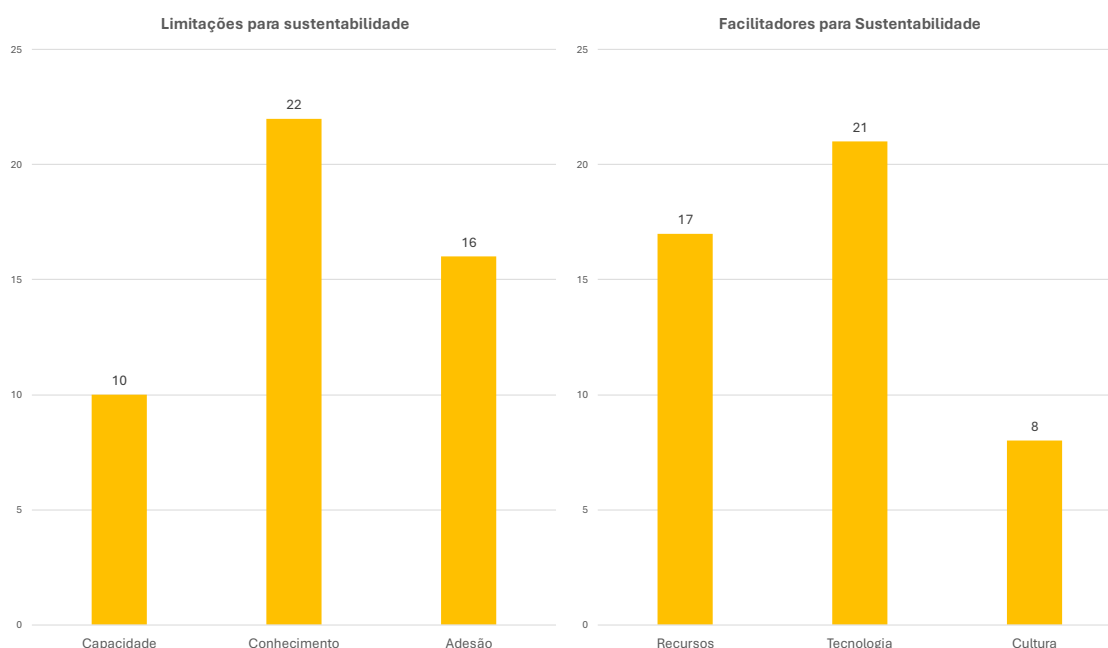
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Apenas 20% dos artigos com métricas possuem um padrão de referência e consequências de estar acima e abaixo do padrão de referência, totalizando três artigos. Desses artigos, dois possuem uma meta (desejável) que, como apontam Acciario et al. (2014b), estabelece um método para quantificar o grau de sucesso de inovações sustentáveis com metas desejáveis definidas; e apenas um artigo possui meta e nível mínimo. Essa omissão reflete diretamente na limitação da comparabilidade das métricas e capacidade de identificação das consequências de atender ou não os padrões de referência definidos. Isso contribui também com a não priorização de intervenção em métricas abaixo da referência ideal, comprometendo o tempo de reação e viabilidade de ações.

A Figura 3 apresenta a segunda variável avançada, abordando as limitações e facilitadores para sustentabilidade do Sistema de Avaliação de Desempenho (SAD) (Holzer et al., 2019). Os fatores que contribuem ou facilitam a sustentabilidade do sistema são: (i) Recursos: ter recursos, seja humano, financeiro, conhecimento ou infraestrutura, dedicados ao Sistema de Avaliação de Desempenho é um elemento crítico, não somente durante seu desenvolvimento, mas durante todo seu ciclo de vida; (ii) Tecnologia: ter um modelo acordado por toda a organização, que possibilite a coleta, análise e comunicação de informações confiáveis; e (iii) Cultura: a cultura organizacional deve ser fomentada para dar suporte ao uso efetivo das informações de desempenho, principalmente no processo de tomada de decisão. Essa cultura deve ser construída para alcançar todos os níveis da organização, não ficando encapsulada em níveis estratégicos.

Além dos fatores facilitadores, Holzer et al., (2019) ainda listam fatores que atuam como barreira para a sustentabilidade do Sistema: Capacidade: refere-se ao desafio de construir um sistema que consiga fornecer informações precisas, confiáveis e relevantes; (ii) Conhecimento: refere-se à falta de experiência e entendimento dos princípios de gestão do desempenho para usar as informações de forma apropriada; e (iii) Adesão: refere-se à dificuldade dos stakeholders de reconhecerem a importância do Sistema de Avaliação de Desempenho.

Figura 3 – Limitações e facilitadores para sustentabilidade



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

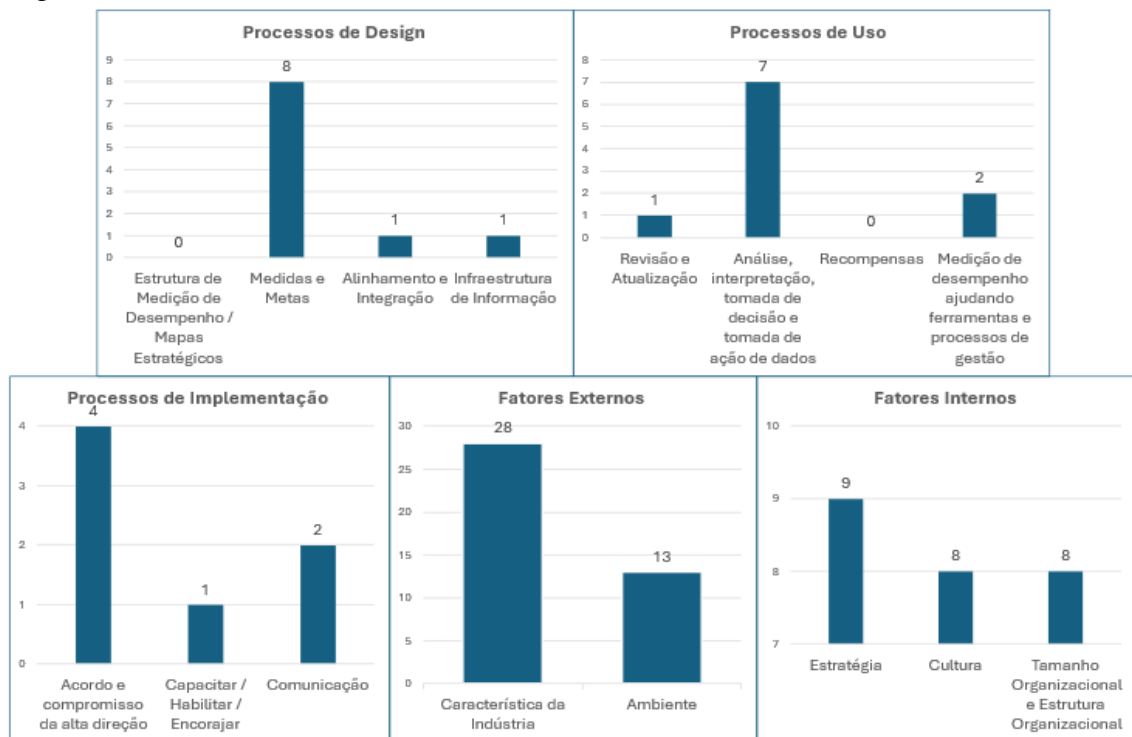
Como maiores facilitadores para sustentabilidade constantes nos artigos, mostraram-se os tópicos de Tecnologia com 21; e Recursos com 17; além de Cultura com oito artigos. Na temática de tecnologia, Cavalli et al. (2021), Tsolakis et al. (2022) e Durlík et al. (2024) contribuem levantando tópicos como Inteligência Artificial (IA) e o uso de 5G como impulsionadores sustentáveis e logísticos nos portos. Aspectos inerentes a Recursos e Cultura são abordados por Bjerkan e Ryghaug (2021), que discorrem sobre o antagonismo de portos em virtude da capacidade de recursos e ação coletiva.

No tópico de limitações, 22 abordaram conhecimento como limitação; além de 16 com adesão; e 10 para capacidade. O tópico de conhecimento tem relação com o facilitador Tecnologia em muitos casos, haja vista o uso de tecnologias recentes ainda

estar em crescimento constante e a grande maioria das inovações são oriundas dessa área. A adesão se dá como limitador, em grande parte, pois nem sempre inovações no eixo sustentável corroboram diretamente fatores financeiros e operacionais, ocasionando no atraso em sua implementação e uso eficiente por parte da autoridade portuária. A capacidade também está intimamente ligada, por vezes, com os outros dois limitadores, uma vez que ela aflora como questão ligada a termos estratégicos, táticos e operacionais do setor portuário.

A Figura 4 apresenta as variáveis dos fatores de processo e contexto, discorrendo sobre processos de implementação, uso, design e fatores internos e externos. Com base na revisão sistemática de Franco-Santos e Bourne (2005), que analisaram 73 estudos sobre sistemas de medição de desempenho empresarial, os elementos críticos para implementação, uso e sustentabilidade desses sistemas são organizados em fatores de processo (design, implementação e uso) e fatores contextuais (internos e externos), conforme descritos na Figura 4.

Figura 4 – Fatores de Processo e Contexto



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O design dos Sistemas de Avaliação de Desempenho apresenta contradições. Embora 24% dos estudos definam métricas válidas como emissões por tonelada movimentada, críticas importantes persistem. As metas raramente são participativas (nenhum estudo envolve a direção operacional ou a comunidade na sua elaboração), e faltam benchmarks setoriais para contextualizar desempenhos. A ausência total de mapas estratégicos que alinhem indicadores a processos operacionais expõe uma carência de adequação a um processo holístico.

No âmbito dos fatores de processo de uso, observa-se que a fase de uso é predominantemente centrada na análise de dados, especialmente em temas de sustentabilidade ambiental e operacional. Cerca de 21% dos estudos demonstram como dados quantitativos, como eficiência energética, redução de emissões de CO₂ e otimização logística, são convertidos em decisões práticas. Contudo, essa análise

frequentemente opera em um vácuo estratégico, onde apenas 3% dos artigos integram essas métricas a processos organizacionais mais amplos, limitando seu impacto sistêmico.

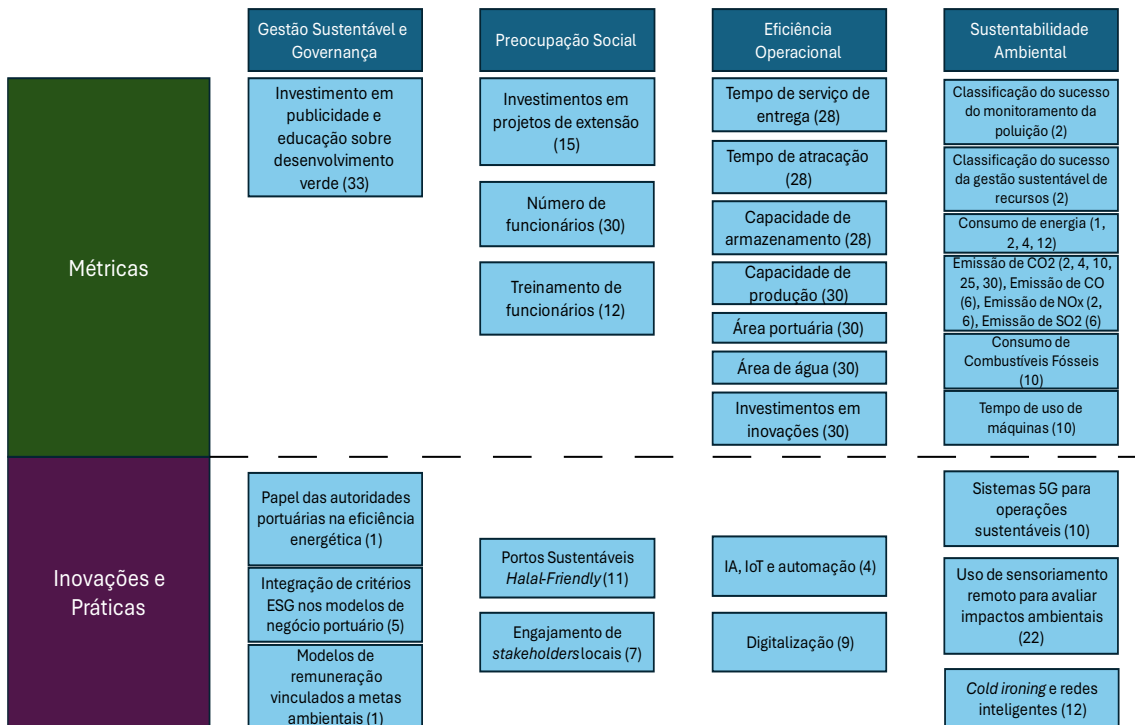
Na implementação, destacam-se questões ligadas à alta direção (12% dos estudos) e comunicação (6%). Enquanto o comprometimento da liderança é reconhecido como catalisador de iniciativas verdes, raramente se traduz em mecanismos concretos de governança, como revisões periódicas de desempenho ou sistemas de incentivos. A comunicação, por sua vez, tende a ser verticalizada, com pouca participação de equipes operacionais ou de comunidades locais. A capacitação técnica emerge como a grande lacuna: apenas 3% dos estudos abordam treinamento para sustentabilidade, fragilizando a execução no nível tático.

Nos fatores contextuais, a especificidade do setor portuário destaca-se como principal fator contextual (85% dos estudos). Particularidades como regulamentações marítimas, cadeias logísticas globais e vulnerabilidade costeira são questões de alto impacto para os portos. Paradoxalmente, essa ênfase não se converte em modelos operacionais adaptados: portos respondem a pressões externas de forma reativa, sem sistemas internos robustos para capitalizar essas demandas. O ambiente externo, citado por 39% dos artigos, reforça essa dinâmica: pressões climáticas, demandas sociais e crises geopolíticas são reconhecidas como catalisadoras, mas apenas 12% dos estudos propõem respostas sistêmicas.

4.2 MAPA DA LITERATURA

O Mapa da Literatura (Figura 5) identifica quatro enfoques principais nos artigos do Portfólio Bibliográfico, representados no eixo vertical: Gestão Sustentável e Governança; Preocupações Sociais; Eficiência Operacional; e Sustentabilidade Ambiental. No eixo horizontal, os temas são divididos entre métricas: formas de mensurar cada enfoque; e inovações e práticas: novas abordagens que ampliam as discussões dentro de cada temática. A primeira temática, Gestão Sustentável e Governança, abrange as diretrizes, frameworks e estruturas de decisão que orientam a busca pela sustentabilidade e a integração da inovação no setor portuário, indo além da simples implementação de tecnologias para criar um ambiente organizacional e político que favoreça práticas sustentáveis e novas abordagens. O eixo social reúne métricas e inovações relacionadas a políticas inclusivas, tanto internas, quanto externas, que impactam a sociedade. Já o pilar da eficiência operacional foca na otimização de processos e melhoria de desempenho nas operações portuárias, com ênfase na redução de desperdícios e aumento da produtividade, sendo um componente vital da sustentabilidade, pois operações mais eficientes geralmente consomem menos recursos e geram menos resíduos. Por fim, o eixo de sustentabilidade ambiental concentra-se na dimensão ecológica da inovação sustentável, visando minimizar os impactos ambientais das operações portuárias e promover a conservação dos recursos naturais.

Figura 5 – Mapa da Literatura



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Em relação às métricas, o eixo de governança mostrou ser a principal lacuna desse Portfólio, com apenas Hua et al. (2020) contribuindo brevemente ao abordar investimentos em publicidade e educação sobre desenvolvimento verde como indicador. No eixo social, predominam fatores internos aos portos, com métricas, como número e treinamento de funcionários, sendo abordadas por Argyriou et al. (2022) e Kitzmann (2023); enquanto Song et al. (2015) mensuram investimentos em projetos de extensão. Surpreendentemente, a eficiência operacional apresentou mais métricas diversificadas do que os eixos ESG de Social e Governança, possivelmente devido ao alinhamento que os autores buscam entre sustentabilidade ambiental e rentabilidade financeira, com Sahraoui et al. (2023) incluindo tempo de serviço de entrega, atracação e capacidade de armazenamento como formas de quantificar a eficiência de inovações tecnológicas. Já as métricas de sustentabilidade ambiental emergem como foco principal da área, com emissões de CO2 destacando-se como principal parâmetro para decisões ambientais; enquanto Acciario et al. (2014b) abordam superficialmente o monitoramento de poluição e gestão de recursos como base para frameworks de inovação.

No que diz respeito às inovações, Acciario et al. (2014a) propuseram, como abordagem inovadora em governança, o papel estratégico das autoridades portuárias na eficiência energética e modelos de remuneração vinculados a metas ambientais, apesar de possíveis contradições econômicas. No eixo social, Bjerkan e Ryghaug (2021) destacam o engajamento de *stakeholders* locais como tema crucial, especialmente considerando fatores ambientais. A eficiência operacional, intimamente ligada a aspectos ambientais pela melhor alocação de recursos, apresenta inovações em Inteligência Artificial, Internet das Coisas, automação e digitalização, conforme demonstrado por Cavalli et al. (2021), Tsolakis et al. (2022) e Durlík et al. (2024). Por fim, no eixo ambiental, Puig e Darbra (2024) contribuem com o uso de sensoriamento remoto para avaliação de impactos; enquanto Argyriou et al. (2022) abordam *cold ironing* e redes inteligentes como critérios de sustentabilidade. Essa análise revela tanto as prioridades atuais da pesquisa, quanto as lacunas existentes no campo da sustentabilidade portuária.

4.3 AGENDA DE PESQUISA

As lacunas identificadas nesta análise apontam direções críticas para pesquisas futuras. Primeiro, são necessários modelos contextualizados que adaptem *frameworks* a realidades portuárias heterogêneas, incorporando variáveis locais (geográficas, socioeconômicas, regulatórias) frequentemente negligenciadas. Em segundo plano, mecanismos de governança participativa devem ser explorados, focando na cocriação de Sistemas de Avaliação de Desempenho com *stakeholders* para mitigar a verticalização decisória.

Soma-se a isso a premência de avançar no desenvolvimento de métricas dedicadas à avaliação da governança colaborativa e dos impactos sociais das inovações sustentáveis. Estudos futuros devem priorizar a criação de métricas que capturem dimensões como a efetividade dos processos participativos na tomada de decisão, a transparência na alocação de recursos para iniciativas verdes e a distribuição equitativa de benefícios socioeconômicos gerados por essas inovações. Essa frente de pesquisa é fundamental para superar a carência de parâmetros consolidados que permitam comparar e aprimorar práticas de engajamento comunitário e justiça ambiental nos ecossistemas portuários.

As falhas presentes na constituição de métricas para avaliação de desempenho sustentável de inovações portuárias devem ser atendidas por pesquisas futuras, uma vez que se trata de um instrumento de gestão fundamental para o desenvolvimento, implementação e manutenção do processo de transição verde que o setor está passando. A presença de elementos fundamentais de uma métrica, como ser verificável, declarada e possuir padrões de referência, devem ser mais bem aplicadas à área de pesquisa.

A integração tecnológica exige pesquisas sobre plataformas de monitoramento em tempo real para capturar dados dinâmicos, como impacto na biodiversidade, reduzindo a dependência de análises estáticas. Por fim, protocolos de treinamento e capacitação técnica em sustentabilidade precisam ser formulados, abordando uma lacuna latente no campo social e cultural do setor.

4.4 DISCUSSÕES

Os resultados deste estudo revelam tensões estruturais entre a retórica da inovação sustentável e sua operacionalização no setor portuário. A análise demonstra que, embora 67% dos artigos reconheçam a tecnologia como facilitadora central da sustentabilidade, sua implementação permanece fragmentada e desconectada das dinâmicas locais. A hipervalorização de soluções tecnocráticas como inteligência artificial e sistemas de monitoramento remoto frequentemente ofuscam a necessidade de modelos de governança adaptativa, cuja participação de comunidades costeiras, trabalhadores portuários e pequenos operadores na cocriação de soluções é marginalizada. Essa lacuna é agravada pela ausência de métricas capazes de quantificar o impacto social das inovações, tais como distribuição equitativa de benefícios ou fortalecimento de capacidades locais.

A desconexão estratégica entre indicadores e a realidade portuária emerge como outro entrave crítico. Enquanto estudos, como o de Kitzmann et al. (2023), evidenciam a necessidade de adaptar métricas a contextos regionais, grande parte das pesquisas analisadas limita-se a replicar *frameworks* genéricos, ignorando variáveis como legislação ambiental diferenciada ou pressões geopolíticas locais. Essa padronização gera distorções na Avaliação de Desempenho, em que portos com infraestruturas precárias são penalizados por indicadores calibrados para terminais de última geração.

Por outro lado, a subutilização de dados operacionais persiste mesmo em portos com tecnologias avançadas. Métricas de eficiência energética ou redução de emissões raramente alimentam processos decisórios. Essa desconexão reflete uma cultura organizacional que privilegia a conformidade com certificações em detrimento da inovação sistêmica, como observado no Porto de Cartagena (Suárez-Gargallo & Zaragoza-Sáez, 2023), onde indicadores de governança social existem, mas não influenciam estratégias de expansão.

A negligência com fatores humanos completa esse cenário de desafios. A resistência cultural à adoção de práticas sustentáveis não é combatida por programas estruturados de capacitação. Iniciativas como as propostas por Di Vaio e Varriale (2018), que vinculam treinamento em contabilidade ambiental à criação de valor competitivo, são exceções. A maioria dos portos carece de mecanismos para converter ganhos de eficiência em melhorias laborais tangíveis, como capacitação em empregos verdes ou redução de riscos ocupacionais.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo mapear as publicações da literatura internacional para identificar como é realizada a avaliação de desempenho da gestão de inovações sustentáveis no setor portuário. Para tanto, foi operacionalizada uma revisão da literatura por meio do instrumento ProKnow-C, possibilitando a seleção e análise de um fragmento da literatura significativo e aderente ao tema de interesse.

Este estudo evidenciou que os desafios na avaliação da inovação sustentável portuária radicam-se em desalinhamentos entre modelos teóricos e realidades operacionais. A revisão da literatura, alinhada à abordagem construtivista, revelou que a fragmentação metodológica vigente limita a capacidade de capturar a complexidade dos ecossistemas portuários. A análise crítica demonstrou que os sistemas atuais perpetuam três falhas concêntricas: a predominância de indicadores qualitativos sem padrões setoriais comparáveis; a desconexão entre métricas e ações estratégicas integradas; e a rigidez de modelos que ignoram particularidades locais como vulnerabilidades costeiras ou assimetrias socioeconômicas.

Essas limitações reforçam a necessidade de repensar a prática da avaliação de desempenho na gestão portuária. Métricas de inovação sustentável devem transcender sua função atual de ferramentas de conformidade para se tornarem instrumentos de transformação socioambiental, integrando dimensões historicamente negligenciadas, como governança participativa e equidade na distribuição de benefícios, por meio de métricas cocriadas com comunidades e trabalhadores. A Agenda de Pesquisa proposta, centrada em monitoramento dinâmico, capacitação técnica e métricas de impacto social, emerge como caminho indispensável para portos que buscam conciliar eficiência global com justiça territorial. A superação desses desafios exigirá abandonar métricas isoladas em favor de sistemas avaliativos holísticos, nos quais tecnologia e inclusão social sejam dimensões indissociáveis de um mesmo processo transformador.

Como contribuição principal, este artigo propõe uma Agenda de Pesquisa orientada à adoção de tecnologias de monitoramento contínuo e à cocriação de métricas com stakeholders. A transição para portos verdadeiramente sustentáveis exigirá, sobretudo, que métricas de desempenho sejam, efetivamente, usadas como ferramentas de apoio a transformação socioambiental. De forma teórica, a pesquisa fomenta uma área temática que ainda está em processo de desenvolvimento, principalmente pela sua característica inerente de inovação e tendência contemporânea de sustentabilidade, sendo ainda escassos os trabalhos aplicados ao recorte setorial portuário.

Como principal delimitação da pesquisa, está a escolha das duas bases de dados com maior relevância e aderência ao tema (Scopus e Web of Science), sendo possível que artigos relevantes sejam perdidos em bases de dados com menor alcance. No entanto, tendo em vista a limitação de tempo para realização da pesquisa, optou-se por adotar a estratégia citada anteriormente. Como indicação de pesquisas futuras, seria relevante a verificação dos resultados aqui encontrados em contraste com o desenvolvimento de um estudo de caso aplicado, para mensurar o nível de preparo dos portos para desenvolver ou implementar inovações sustentáveis.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAHI, M. O.; NAGEYE, A. Y.; AHMED, A. D.; AHMED, M. M. Optimizing port logistics: Empowering Mogadishu port with RFID technology in Somalia. **International Journal of Electronics and Communication Engineering**, v. 11, n. 4, p. 115-120, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.14445/23488549/IJECE-V11I4P112>. [24]
- ACCIARO, M.; GHIARA, H.; CUSANO, M. I. Energy management in seaports: A new role for port authorities. **Energy Policy**, v. 71, p. 4-12, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.04.013>. [1]
- ACCIARO, M.; VANELSLANDER, T.; SYS, C.; FERRARI, C.; ROUMBOUTSOS, A.; GIULIANO, G.; LAM, J. S. L.; KAPROS, S. Environmental sustainability in seaports: a framework for successful innovation. **Maritime Policy & Management**, v. 41, n. 5, p. 480-500, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03088839.2014.932926>. [2]
- ALAMOUSH, A. S. Harboring change: Exploring the multifaceted and complex determinants of decarbonizing ports. **Energy Research & Social Science**, v. 118, 103751, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103751>. [21]
- ARGYRIOU, I.; SIFAKIS, N.; TSOUTSOS, T. Ranking measures to improve the sustainability of Mediterranean ports based on multicriteria decision analysis: A case study of Souda port, Chania, Crete. **Environment, Development and Sustainability**, v. 24, n. 5, p. 6449-6466, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01711-7>. [12]
- BADURINA, P.; CUKROV, M.; DUNDOVIĆ, Č. Contribution to the implementation of “Green Port” concept in Croatian seaports. **Pomorstvo**, v. 31, n. 1, p. 10-17, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.31217/p.31.1.3>. [17]
- BJERKAN, K. Y.; RYGH AUG, M. Diverging pathways to port sustainability: How social processes shape and direct transition work. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 166, 120595, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120595>. [7]
- BONAMIGO, A.; ARCANJO, P. O.; GONÇALVES, M. J.; PEREIRA, N. N.; DA SILVEIRA, D. M. C. Lean 4.0 in port management: an alternative to support the development of the circular economy in the sector. **Acta Logistica**, v. 10, n. 2, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.22306/al.v10i2.395>. [29]
- BOUAZZA, S.; BENMAMOUN, Z.; HACHIMI, H. Strategic analysis of hub port competitiveness in the Mediterranean and Northern Europe: a focus on sustainability and efficiency. **AIMS Environmental Science**, v. 11, n. 2, p. 184-220, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3934/environsci.2024010>. [25]
- CAMPISI, T.; MARINELLO, S.; COSTANTINI, G.; LAGHI, L.; MASCIA, S.; MATTEUCCI, F.; SERRAU, D. Locally integrated partnership as a tool to implement a Smart Port Management Strategy: The case of the port of Ravenna (Italy). **Ocean & Coastal Management**, v. 224, 106179, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106179>. [8]
- CAVALLI, L. et al. Addressing efficiency and sustainability in the port of the future with 5G: The experience of the Livorno port. A methodological insight to measure innovation technologies’ benefits on port operations. **Sustainability**, v. 13, n. 21, 12146, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su132112146>. [10]
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso Futuro Comum**. Oxford: Imprensa da Universidade de Oxford, 1987.
- CONTAINER TRADES STATISTICS (CTS). **Annual 2024 Press Release**. 2025. Disponível em: <https://containerstatistics.com/annual-2024-press-release/>.
- DI VAIO, A.; VARRIALE, L. Management innovation for environmental sustainability in seaports: Managerial accounting instruments and training for competitive green ports beyond the regulations. **Sustainability**, v. 10, n. 3, 783, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10030783>. [3]

DURLIK, I.; MILLER, T.; KOSTECKA, E.; ŁOBODZIŃSKA, A.; KOSTECKI, T. Harnessing AI for sustainable shipping and green ports: Challenges and opportunities. **Applied Sciences**, v. 14, n. 14, 5994, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app14145994>. [19]

DUTRA, A.; RIPOLL-FELIU, V. M.; FILLLOL, A. G.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. The construction of knowledge from the scientific literature about the theme seaport performance evaluation. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 64, n. 2, p. 243-269, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-01-2014-0015>.

FRANCO-SANTOS, M.; BOURNE, M. An examination of the literature relating to issues affecting how companies manage through measures. **Production Planning & Control**, v. 16, n. 2, p. 114-124, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09537280512331333020>.

GUERRERO-MOLINA, M. I.; VÁSQUEZ-SUÁREZ, Y. A.; VALDÉS-MOSQUERA, D. M. Smart, green, and sustainable: unveiling technological trajectories in maritime port operations. **IEEE Access**, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3376431>. [32]

HOLZER, M.; BALLARD, A.; KIM, M.; PENG, S.; DEAT, F. Obstacles and opportunities for sustaining performance management systems. **International Journal of Public Administration**, v. 42, n. 2, p. 132-143, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01900692.2017.1405445>.

HUA, C.; CHEN, J.; WAN, Z.; XU, L.; BAI, Y.; ZHENG, T.; FEI, Y. Evaluation and governance of green development practice of port: A sea port case of China. **Journal of Cleaner Production**, v. 249, 119434, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119434>. [33]

JAAFAR, H. S.; ABD AZIZ, M. L.; AHMAD, M. R.; FAISOL, N. Creating innovation in achieving sustainability: Halal-friendly sustainable port. **Sustainability**, v. 13, n. 23, 13339, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su132313339>. [11]

KITZMANN, H.; TSYPLAKOVA, E. G.; SINKO, G. I.; STRIMOVSKAYA, A. V.; RYUMKINA, K. A. Efficiency analysis of seaports in Russia's Baltic basin: Performance evaluation. **Baltic Region**, v. 15, n. 2, p. 103-125, 2023. [30]

MA, J.; WIEGMANS, B.; WANG, X.; YANG, K.; JIANG, L. A hybrid dematel and bayesian best-worst method approach for inland port development evaluation. **Axioms**, v. 12, n. 12, 1116, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/axioms12121116>. [31]

MAHMUD, K. K.; CHOWDHURY, M. M. H.; SHAHEEN, M. M. A. Green port management practices for sustainable port operations: a multi method study of Asian ports. **Maritime Policy & Management**, v. 51, n. 8, p. 1902-1937, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03088839.2023.2258125>. [27]

MARTÍN, A. E. S.; GONZÁLEZ-CANCELAS, N.; SERRANO, B. M.; SOLER-FLORES, F. Towards the sustainability of the Spanish Port System through the business observation tool. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Maritime Engineering**, v. 174, n. 2, p. 53-61, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1680/jmaen.2020.25>. [13]

MELNYK, S. A.; STEWART, D. M.; SWINK, M. Metrics and performance measurement in operations management: dealing with the metrics maze. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 3, p. 209-218, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.01.004>.

MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS. **MPOR Pelo Brasil**. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aerportos/pt-br/assuntos/noticias/2025/02/portos-brasileiros-movimentam-95-das-importacoes-e-exportacoes-de-produtos>.

NGUYEN, H. P.; PHAM, N. D. K.; BUI, V. D. Technical-environmental assessment of energy management systems in smart ports. **International Journal of Renewable Energy Development**, v. 11, n. 4, p. 889-901, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.14710/ijred.2022.46300>. [14]

NITSENKO, V.; KRYUKOVA, I.; KALYNA, T.; PLOTNIKOVA, M.; NYENNO, I. Business model for a sea commercial port as a way to reach sustainable development goals. **Journal of Security and Sustainability Issues**, v. 7, n. 1, p. 156-166, 2017. Disponível em: [http://doi.org/10.9770/jssi.2017.6.4\(13\)](http://doi.org/10.9770/jssi.2017.6.4(13)). [5]

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **The Role of Shipbuilding in Maritime Decarbonisation: Impacts of Technology Developments and Policy Measures**. 2025. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/the-role-of-shipbuilding-in-maritime-decarbonisation_0c8362c0-en/full-report/overview-of-shipbuilding-and-maritime-decarbonisation_8e2cdceb.html.

PUIG, M.; DARBRA, R. M. Innovations and insights in environmental monitoring and assessment in port areas. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 70, 101472, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2024.101472>. [22]

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

SAHRAOUI, A.; TRAN, N. K.; TLIICHE, Y.; KACEM, A.; TAGHIPOUR, A. Examining ICT Innovation for Sustainable Terminal Operations in Developing Countries: A Case Study of the Port of

Radès in Tunisia. **Sustainability**, v. 15, n. 11, 9123, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su15119123>. [28]

SHARIF, K. I. M.; YIAW, M. T. B.; ISMAIL, M. A.; KHAND, Q. U.; HASSAN, M. G.; SHAHRON, S. A. Leveraging technology for sustainable logistics: logistics performance index in inland ports with eco strategy and sustainable practices. **International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering**, v. 12, n. 1, p. 666-675, 2024. [20]

SIFAKIS, N.; TSOUTSOS, T. Planning zero-emissions ports through the nearly zero energy port concept. **Journal of Cleaner Production**, v. 286, 125448, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125448>. [16]

SIM, S.; KIM, D.; PARK, K.; BAE, H. Artificial Intelligence-based Smart Port Logistics Metaverse for Enhancing Productivity, Environment, and Safety in Port Logistics: A Case Study of Busan Port. **arXiv**, arXiv:2409.10519, 2024. Preprint. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.10519>.

SONG, L.; RAVESTEIJN, W. Responsible port innovation in China: the case of the Yangshan port extension project. **International Journal of Critical Infrastructures**, v. 11, n. 4, p. 297-315, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/IJCIS.2015.073841>. [15]

STYLIADIS, T.; ANGELOPOULOS, J.; LEONARDOU, P.; PALLIS, P. Promoting sustainability through assessment and measurement of port externalities: a systematic literature review and future research paths. **Sustainability**, v. 14, n. 14, 8403, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14148403>.

SUÁREZ-GARGALLO, C.; ZARAGOZA-SÁEZ, P. Port authority of Cartagena: Evidence of a sustainability balanced scorecard. **Sustainable Development**, v. 31, n. 5, p. 3761-3785, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sd.2624>. [26]

TANG, N. Multi-element integrated design of marine landscape in sustainable smart ports. **Journal of Sea Research**, v. 199, 102496, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.seares.2024.102496>. [23]

THIEL, G. G.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Street lighting management and performance evaluation: opportunities and challenges. **Lex Localis**, v. 15, n. 2, p. 303, 2017. Disponível em: [https://doi.org/10.4335/15.2.303-328\(2017\)](https://doi.org/10.4335/15.2.303-328(2017)).

TSOLAKIS, N.; ZISSIS, D.; PAPAETHIMIOU, S.; KORFIATIS, N. Towards AI driven environmental sustainability: an application of automated logistics in container port terminals. **International Journal of Production Research**, v. 60, n. 14, p. 4508-4528, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1914355>. [4]

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **Review of Maritime Transport 2023**. 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/TDw7j>.

UNITED NATIONS. **Como o setor de transporte marítimo se prepara para emissões líquidas zero**. 2025. Disponível em: <https://encurtador.com.br/xL2N2>.

WELTER, L. M.; ENSSLIN, S. R. How do the unintended consequences of performance evaluation systems manifest themselves? **Journal of Accounting & Organizational Change**, v. 18, n. 4, p. 509-528, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JAOC-07-2020-0087>.

WELTER, L. M.; PEDERSINI, D. R.; ENSSLIN, S. R. Como a literatura sobre a Avaliação de Desempenho no Setor Público, por meio de estudos empíricos, pode ser sintetizada em contribuições para o conhecimento da área. In: ENCONTRO DA ANPAD, 43., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ANPAD, 2019. Disponível em: https://arquivo.anpad.org.br/abrir_pdf.php?e=MjY5MjY=.

WIEGMANS, B. W.; GEERLINGS, H. Sustainable port innovations: barriers and enablers for successful implementation. **World Review of Intermodal Transportation Research**, v. 3, n. 3, p. 230-250, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1504/WRITR.2010.034664>. [6]

WORLD BANK. **Port Community Systems: Driving Trade in the 21st Century**. 2023. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/topic/trade/publication/port-community-systems-driving-trade-in-the-21st-century>.

WU, X.; ZHANG, L.; YANG, H. C. Integration of eco-centric views of sustainability in port planning. **Sustainability**, v. 12, n. 7, 2971, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12072971>. [18]

ZHANG, Z. et al. Digitalization and innovation in green ports: A review of current issues, contributions and the way forward in promoting sustainable ports and maritime logistics. **Science of the Total Environment**, v. 912, 169075, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169075>. [9]