

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). 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 indicadores/métricas de desempenho contextualizados(as).

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).

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 (Tsolakis 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.

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. Essa barreira se agrava diante da fragmentação dos marcos regulatórios e da falta de padronização de metodologias, o que compromete a confiabilidade e comparabilidade das métricas para mensuração (Kitzmann et al., 2023). Além disso, embora diversos instrumentos de avaliação existam, muitos se baseiam em métricas isoladas, sem integrar aspectos ambientais, sociais, operacionais ou de governança de forma holística e contextualizada (Styliadis et al., 2022).

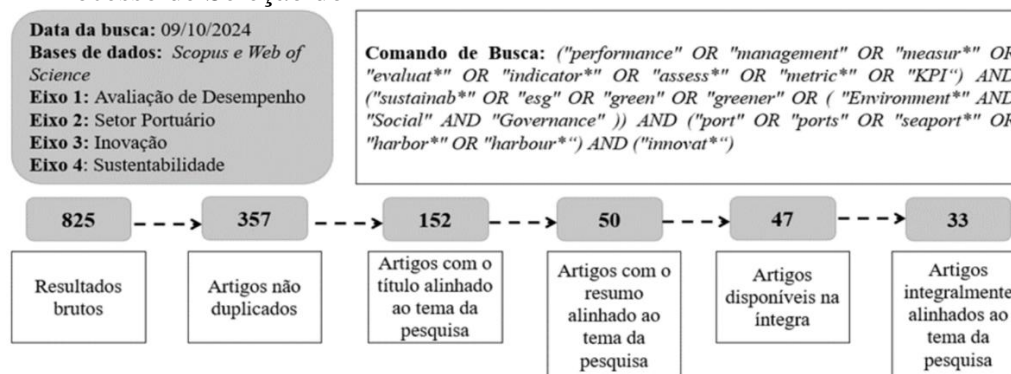
Assim, este estudo busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: Como a literatura internacional aborda a avaliação de desempenho da gestão da inovação sustentável no setor portuário? Para responder a essa pergunta, a pesquisa tem como objetivo mapear a literatura internacional para identificar de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

2 METODOLOGIA

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 (Welter & Ensslin, 2022). O *ProKnow-C* é operacionalizado por meio destas cinco etapas (Welter & Ensslin,

2022): Seleção de um Portfólio Bibliográfico (PB); Análise Bibliométrica; Mapa da Literatura; Análise Sistêmica; e Formulação de Pergunta de Pesquisa e Oportunidades. A Figura 1 sintetiza o processo e os achados da primeira etapa do *ProKnow-C*, correspondente à Seleção do PB.

Figura 1 - Processo de Seleção do PB



Para o processo de seleção do PB foram considerados apenas artigos publicados em periódicos. 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. Para análise dos dados, apenas a etapa de Análise Sistêmica não foi operacionalizada.

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). Para isso, foram selecionados os aportes teóricos relacionados: aos elementos constituintes de uma métrica (Melnyk et al., 2004); e, as Limitações e facilitadores para sustentabilidade (Holzer et al., 2019), que orientaram o processo de análise para buscar as informações e analisar o PB. 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 & Ensslin, 2022).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os portos desempenham um papel estratégico no comércio global, mas também estão entre os maiores contribuintes de emissões de gases de efeito estufa (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. 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). 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.

Por fim, a sinergia entre sustentabilidade ambiental e rentabilidade financeira emerge como um eixo catalisador de transformações estratégicas, 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 (Kitzmann et al., 2023).

4 RESULTADOS

A primeira variável avançada a ser analisada trata sobre os Elementos Constituintes de uma Métrica (Melnik 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.

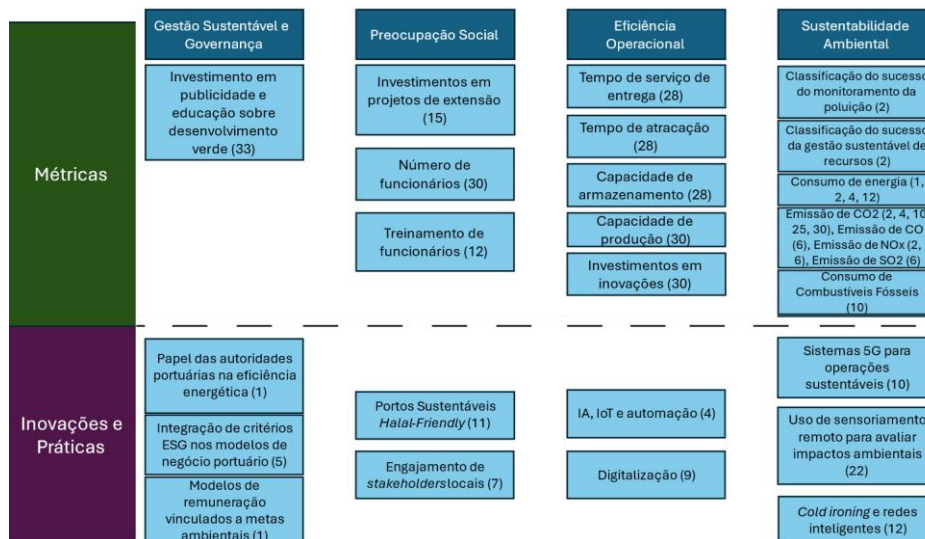
Ao analisar os artigos que abordaram métrica (48% dos estudos), foi possível identificar que em todas as pesquisas a forma de mensuração de desempenho foi esclarecida e documentada, não deixando margem para leituras enviesadas. Por outro lado, somente escalas ordinais foram identificadas nos estudos; fato que limita a precisão da leitura e a capacidade de gestão. Por fim, apenas 20% dos artigos apresentaram escalas com padrão de referências, seja para um nível mínimo aceitável ou meta a ser alcançadas. 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.

A segunda variável avançada explora 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 SAD; (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. Além dos fatores facilitadores, Holzer et al., (2019) ainda listam fatores que atuam como barreira para a sustentabilidade do Sistema: (i) 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 SAD.

Ao analisar o PB, foi possível destacar Tecnologia e Recursos como principais facilitadores, presentes em 21 e 17 artigos respectivamente. Os elementos de tecnologia são abundantes, uma vez que se trate de uma característica recorrente dentro do eixo de pesquisa de inovação. Além disso, as tecnologias aplicadas aos portos podem ser vistas como recursos que possibilitam a otimização da gestão e operação portuária, facilitando a transição sustentável do setor. Por outro lado, destaca-se o Conhecimento (22 artigos) e Adesão (16 artigos) como principais limitações. Em contraste com a visão de tecnologia como facilitador, a falta de conhecimento ou capacitação para desenvolvimento e implementação de inovações é um desafio a ser superado. Tendo em vista a natureza das inovações, realizar a sua gestão não é uma tarefa simplória, sendo necessário que haja adesão em todos os níveis da organização.

Para ampliar a visão sobre os caminhos desenvolvidos pela área temática, foi construído um mapa da literatura que sintetiza as informações presentes no PB (Figura 2).

Figura 2 – Mapa da literatura



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.

Em relação às métricas, o eixo de governança mostrou ser a principal lacuna desse Portfólio, com apenas um estudo contribuindo ao abordar investimentos em publicidade e educação sobre desenvolvimento verde como métrica. No eixo social, predominam fatores internos aos portos, com métricas, como número e treinamento de funcionários; enquanto outros estudos mensuram investimentos em projetos de extensão. Por outro lado, a eficiência operacional apresentou mais métricas diversificadas do que os eixos Social e Governança, possivelmente devido ao alinhamento que os autores buscam entre sustentabilidade ambiental e rentabilidade financeira, 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.

Ao finalizar os processos de análise, é possível esclarecer lacunas e oportunidades que serão apresentadas na forma de agenda de Agenda de Pesquisa.

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 SADs com *stakeholders* para mitigar a verticalização decisória. Soma-se a isso a necessidade 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.

As falhas presentes na constituição de métricas para AD 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.

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.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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.

A revisão da literatura 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. 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*. 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.

Tendo em vista a limitação de tempo para realização da pesquisa, optou-se pela coleta de dados nas bases *Scopus* e *Web of Science* pela relevância na área de estudo. 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

- ALAMOUSH, A. S. Harboring change: Exploring the multifaceted and complex determinants of decarbonizing ports. **Energy Research & Social Science**, v. 118, p. 103751, 2024.
- BJERKAN, K. Y.; RYGHAUG, M. Diverging pathways to port sustainability: How social processes shape and direct transition work. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 166, p. 120595, 2021.
- CAMPISI, T. *et al.* 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, p. 106179, 2022.
- 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, p. 12146, 2021.
- 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.
- HOLZER, Marc *et al.* Obstacles and opportunities for sustaining performance management systems. **International Journal of Public Administration**, v. 42, n. 2, p. 132-143, 2019.
- 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.
- 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.
- 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.
- MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS. **MPOR Pelo Brasil**. Assessoria Especial de Comunicação Social do Ministério de Portos e Aeroportos, 2025. Disponível em: <https://acesse.one/18NcL>. Acesso em: 07 jul. 2025.
- NITSENKO, V. *et al.* 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.
- OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT). **The Role of Shipbuilding in Maritime Decarbonisation Impacts of Technology Developments and Policy Measures**. OECD Publishing, 2025. Disponível em: <https://11nq.com/88IEZ>. Acesso em 05 jul. 2025.
- ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). **Como o setor de transporte marítimo se prepara para emissões líquidas zero**. 2025. Disponível em: <https://shre.ink/tW8o>. Acesso em 05 jul. 2025.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.
- STYLIADIS, T. *et al.* Promoting sustainability through assessment and measurement of port externalities: a systematic literature review and future research paths. **Sustainability**, v. 14, n. 14, p. 8403, 2022.
- 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.
- TSOLAKIS, N. *et al.* 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.
- 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.
- 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, p. 169075, 2024.