

**O IMPACTO DAS INOVAÇÕES NA EVOLUÇÃO DO SETOR PORTUÁRIO: UMA REVISÃO DE  
LITERATURA**

**THE IMPACT OF INNOVATIONS ON THE EVOLUTION OF THE PORT SECTOR: A LITERATURE  
REVIEW**

**EL IMPACTO DE LAS INNOVACIONES EN LA EVOLUCIÓN DEL SECTOR PORTUARIO: UNA  
REVISIÓN DE LA LITERATURA**

**Luiz Junior Maemura Yoshiura**

Mestrando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).  
E-mail: [luiz.jr.yoshiura@gmail.com](mailto:luiz.jr.yoshiura@gmail.com)

**Sandra Rolim Ensslin**

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Professora na UFSC.  
E-mail: [sensslin@gmail.com](mailto:sensslin@gmail.com)

**Caroline Rodrigues Vaz**

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Professora na UFSC.  
E-mail: [caroline.vaz@ufsc.br](mailto:caroline.vaz@ufsc.br)

**Mauricio Uriona Maldonado**

Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa  
Catarina (UFSC). Professor na UFSC.  
E-mail: [m.uriona@ufsc.br](mailto:m.uriona@ufsc.br)

Artigo recebido em 14/09/2021. Revisado por pares em 28/02/2022. Reformulado em  
09/06/2022. Recomendado para publicação em 19/06/2022, por Ademair Dutra (Editor Científico).  
Publicado em 29/07/2022. Avaliado pelo Sistema double blind review.

©Copyright 2021 UNISUL-PPGA/Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios. Todos os direitos  
reservados. Permitida citação parcial, desde que identificada a fonte. Proibida a reprodução total.  
Revisão gramatical, ortográfica e ABNT de responsabilidade dos autores.

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho é analisar a literatura científica para evidenciar os impactos das inovações ao longo da evolução do setor portuário, suas tendências atuais de inovação e processos. Com essa finalidade, foi feita uma revisão de literatura com apoio do instrumento *ProKnow-C* para selecionar um Portfólio Bibliográfico (PB) composto por 44 artigos relevantes e representativos para a pesquisa. A análise do PB evidenciou a demanda de mercado e as regulamentações como principais fatores de seleção das inovações; os portos '4.0' e portos 'verdes' como trajetórias tecnológicas atuais; e a tendência colaborativa entre os atores do setor.

**Palavras-chave:** setor portuário; inovação; processo de inovação.

## **ABSTRACT**

The objective of this paper is to analyze the scientific literature to highlight the impacts of innovations throughout the evolution of the port sector and its current innovation trends and processes. For this purpose, a literature review was carried out with the support of the *ProKnow-C* instrument to select a Bibliographic Portfolio (BP) composed of 44 relevant and representative articles for the research. The BP analysis showed market demand and regulations as the main factors in the selection of innovations; ports '4.0' and 'green' ports as current technological trajectories; and the collaborative trend among the sector's actors.

**Keywords:** port sector; innovation; innovation process.

## **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es analizar la literatura científica para resaltar los impactos de las innovaciones a lo largo de la evolución del sector portuario, sus tendencias y procesos de innovación actuales. Para ello se realizó una revisión bibliográfica con apoyo del instrumento *ProKnow-C* para seleccionar un Portafolio Bibliográfico (PB) compuesto por 44 artículos relevantes y representativos para la investigación. El análisis de PB mostró la demanda del mercado y las regulaciones como los principales factores en la selección de innovaciones; puertos '4.0' y puertos 'verdes' como trayectorias tecnológicas actuales; y la tendencia colaborativa entre los actores del sector.

**Palabras clave:** sector portuario; innovación; proceso de innovación.

## **1 INTRODUÇÃO**

O setor portuário é peça-chave para a cadeia logística de valor global, servindo como agente integrador de modais ligados ao meio marítimo de transporte. (DEL GIUDICE *et al.*, 2021; HAUGSTETTER; CAHOON, 2010). Mais de 85% do tráfego de cargas realizado mundialmente passam pelo meio marítimo e, conseqüentemente, por terminais portuários (IRIS; LAM, 2019). O crescimento populacional, a urbanização e a industrialização, quando associados à eficiência e ao baixo custo do modal marítimo, sustentam a tendência de crescimento do setor (DE LANGEN, 2005; YAP; LAM, 2013). Dessa forma, sua relevância aumenta à medida que o fluxo de mercadorias se intensifica, exigindo maior velocidade e eficiência (GHAREHGOZLI; ROY; DE KOSTER, 2016).

O mercado em que os portos estão instalados apresenta grande competitividade e tendências que exigem maior segurança, inteligência e responsabilidade ambiental nas operações executadas (DEL GIUDICE *et al.*, 2021). Uma forma de se destacar, nesse tipo de cenário, é por meio de inovações que possibilitem melhorias como redução de custo, tempo, desperdício, aumento na produtividade e na qualidade (DE MARTINO *et al.*, 2013).

Em geral, o setor de transportes é considerado conservador e atrasado quanto à introdução de inovações se comparado com as demais atividades econômicas (VANESLANDER; CARLAN; SYS, 2016). Em específico, o setor portuário tem um processo de inovação considerado complexo por estar inserido na cadeia de suprimentos globalizada, envolvendo diversos atores, regulamentações, altos investimentos e riscos associados (BERESFORD *et al.*, 2012).

A literatura relacionada à inovação no setor portuário é vasta, com pesquisas focadas em: inovações tecnológicas (CARLAN *et al.*, 2017; INKINEN; HELMINEN; SAARIKOSKI, 2019; LEE-PARTRIDGE; TEO; LIM, 2000); portos 4.0 (BASTUG *et al.*, 2020; KARAS, 2020; ZARZUELO; SOEANE; BERMUDEZ, 2020); portos 'verdes' (ACCIARO; GHIARA; CUSANO, 2014; DE MOURA; ANDRADE, 2018; MARITZ; SHIEH; YEH, 2014); processo de inovação (CAHOON; PATEMAN; CHEN, 2013; HAUGSTETTER; CAHOON, 2010; VANESLANDER *et al.*, 2019); e outros. Apesar de existirem pesquisas que descrevam a introdução de inovações específicas ou que abordem os fatores envolvidos no processo de inovação, há escassez de pesquisas que integrem os

resultados disponíveis para analisar, de maneira holística, o cenário de inovação e evolução dos portos (KOUKAKI; TEI, 2020).

Nesse contexto, emerge a problemática desta pesquisa: Como as inovações impactaram a trajetória de desenvolvimento do setor portuário?

A fim de responder à pergunta de pesquisa, foi feita uma revisão da literatura científica com o objetivo de evidenciar os impactos das inovações ao longo da evolução do setor portuário, definindo um conceito de inovação para o setor e identificando tendências. Para alcançar o objetivo da pesquisa, foi utilizado o instrumento *Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C)* para selecionar os artigos científicos relevantes e construir um Portfólio Bibliográfico (PB) que seja representativo da literatura existente sobre o tema (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012; THIEL; ENSSLIN; ENSSLIN, 2017). A contribuição desta pesquisa se dá de forma teórica por meio da apresentação do cenário de inovação nos portos, o que permitiu a identificação de lacunas a serem exploradas em pesquisas futuras.

## **2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

Esta seção tem como finalidade apresentar os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, divididos em: (i) enquadramento metodológico da pesquisa; (ii) seleção do Portfólio Bibliográfico – procedimento de coleta dos dados – por meio do *ProKnow-C*; e (iii) tratamento dos dados.

### **2.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO**

Quanto à natureza de seu objetivo, esta é uma pesquisa exploratória (GRAY, 2014), pois busca investigar a influência da inovação na evolução do setor portuário, com base em um fragmento representativo da literatura existente sobre o tema. Com relação à abordagem do problema, a pesquisa é definida como qualitativa (RICHARDSON *et al.*, 1999), visto que realiza o procedimento de análise do conteúdo dos trabalhos que compõem o PB para construir a evolução, o conceito de inovação no contexto portuário, a análise com outros conceitos relacionados à inovação e a identificação de tendências atuais.

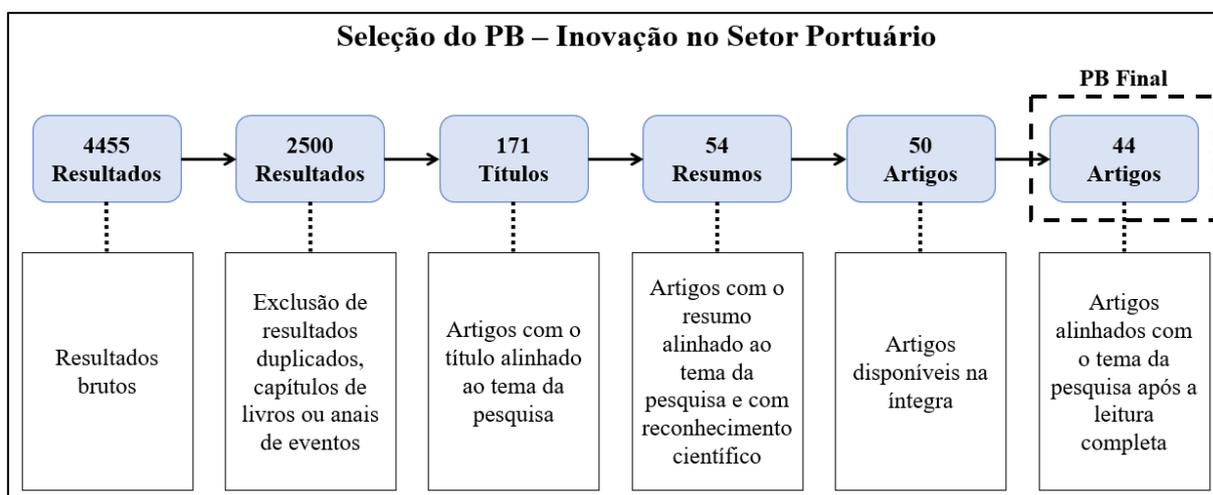
A coleta de dados se deu por meio de fontes secundárias (RICHARDSON *et al.*, 1999), composta pelos artigos científicos disponíveis gratuitamente nas duas bases de dados

consultadas, aderentes e relevantes para a área. O procedimento técnico realizado foi a pesquisa bibliográfica com a finalidade de se obter uma amostra ampla do estágio em que o tema investigado se encontra (RICHARDSON *et al.*, 1999).

## 2.2 KNOWLEDGE DEVELOPMENT PROCESS-CONSTRUCTIVIST E A COLETA DOS DADOS

Com o objetivo de selecionar os artigos para a revisão de literatura, foi utilizado, como instrumento de intervenção, o *Knowledge Development Process-Constructivist (ProKnow-C)* (LACERDA; ENSSLIN; ENSSLIN, 2012). A ferramenta foi escolhida por conduzir o processo de seleção dos artigos de forma estruturada e a análise crítica da literatura, o qual permitiu a identificação de trabalhos relevantes para a geração de conhecimento sobre o tema de interesse (DUTRA *et al.*, 2015; ENSSLIN; WELTER; PEDERSINI, 2022). Para obter detalhamento do *ProKnow-C* e de sua operacionalização, ver os estudos de Thiel, Ensslin e Ensslin (2017) e de Staedele, Ensslin e Forcellini (2019). Para a finalidade de selecionar um conjunto representativo da literatura sobre o tema, apenas a etapa de seleção do Portfólio Bibliográfico do *ProKnow-C* foi executada, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Processo de seleção do PB



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

As buscas foram realizadas, no dia 11 de julho de 2021, nas bases de dados da *Scopus* e da *Web of Science* devido à sua aderência e relevância para o tema da pesquisa. Após testar a precisão de diferentes combinações de palavras-chave que alinham os eixos de inovação e portos, o comando de busca utilizado foi o seguinte: (“port” OR “ports” OR “seaport” OR “seaports” OR “harbor” OR “harbors” OR “harbour” OR “harbours”) AND (“innovation” OR

*“innovations” OR “innovative”*). Como o objetivo da pesquisa é investigar a evolução do setor portuário sob a perspectiva da inovação, a busca não foi limitada em um intervalo de tempo. Além disso, apenas artigos escritos na língua inglesa foram selecionados.

Os estudos selecionados podem ser identificados na seção de Referências por meio da numeração de 1 a 44 entre colchetes “[ ]” (adotada na Figura 2), no final da referência de cada artigo.

### 2.3 TRATAMENTO DOS DADOS

Os artigos que compõem o PB foram analisados com a finalidade de destacar suas contribuições, possibilitando a construção do desenvolvimento do setor portuário com base nas inovações, caracterização do processo de inovação e proposta de um conceito de inovação para o setor. Além disso, os resultados ainda foram confrontados com outros conceitos relacionados à inovação, como: (i) regime tecnológico (MALERBA; ORSENIGO, 1996; MARSILI, 2002; NELSON; WINTER, 1982); (ii) paradigma tecnológico (DOSI, 1982); e (iii) trajetória tecnológica (BESSANT, 2013; DOSI, 1982; TIDD; BESSANT, 2013).

Segundo Nelson e Winter (1982), o conceito de regime tecnológico se refere ao ambiente tecnológico que determina as estratégias de inovação adotadas pelas organizações. O regime define o processo de aprendizado, fonte de conhecimento, natureza da base de conhecimento, comportamento e estratégias associadas ao processo de inovação das organizações (MARSILI, 2002). Segundo Malerba e Orsenigo (1996), o regime tecnológico é a combinação dos seguintes fatores:

- a) Condições de oportunidade: reflete a possibilidade de inovação para qualquer investimento financeiro;
- b) Condições de apropriação: retrata a capacidade de proteger a inovação contra imitações e, portanto, dificultar o acesso por outras organizações;
- c) Grau de acumulação: o quanto inovações passadas contribuem para a construção do conhecimento que levará a inovações futuras;
- d) Base de conhecimento: refere-se à natureza da base de conhecimento necessária para inovar no setor.

Enquanto o regime trata sobre o ambiente em que o setor está envolvido, o paradigma tecnológico se refere à interação entre avanços científicos, fatores econômicos, variáveis institucionais e problemáticas existentes que vão definir o processo de seleção de uma nova solução (implementar ou negligenciar), estabelecendo uma trajetória tecnológica para as inovações seguintes (DOSI, 1982). Ademais, o conceito de trajetória tecnológica se aplica às inovações desenvolvidas com o objetivo de solucionar determinado problema que está inserido nas limitações impostas pelo paradigma tecnológico vigente (TIDD; BESSANT, 2013; DOSI, 1982).

### **3 RESULTADOS**

Inovação é um dos fatores mais importantes para o crescimento das atividades econômicas a longo prazo (ACCIARO *et al.*, 2018), permitindo a melhoria da competitividade, sobrevivência e prosperidade para as organizações (DE MARTINO *et al.*, 2013). O setor portuário também faz parte dessa dinâmica, no entanto o setor de transportes, de maneira geral, possui um nível de inovação mais baixo e atrasado em comparação a outros segmentos da economia (VANELSLANDER; CARLAN; SYS, 2016). Mesmo podendo ser considerado conservador, ao longo de sua evolução, o setor portuário foi afetado por diversas inovações que moldaram sua trajetória de desenvolvimento (ARDUINO *et al.*, 2013).

#### **3.1 EVOLUÇÃO DO SETOR PORTUÁRIO**

O conceito básico de um porto, como uma instalação dedicada ao recebimento e à expedição de mercadorias que são transportadas por navios, pode ser remontado à época dos fenícios, permanecendo sem grandes mudanças até o final da década de 1950 (KUBY; REID, 1992).

A difusão dos motores a vapor no setor marítimo, por volta da década de 1850, desencadeou uma série de mudanças em todo o sistema envolvido no transporte de cargas (VAN DRIEL; SCHOT, 2005). A nova tecnologia permitiu que as embarcações aumentassem seu tamanho, capacidade de carga e velocidade, dando fim aos navios a vela utilizados até então (VAN DRIEL, 2002). A mesma evolução foi presenciada no setor ferroviário, impulsionando o desenvolvimento das ferrovias como meio de transporte terrestre (BLANCO *et al.*, 2010; GHAREHGOZLI; ROY; KOSTER, 2016).

A evolução na eficiência dos modais, em geral, impulsionou e pressionou o setor portuário a se desenvolver e ser capaz de atender ao fluxo crescente de mercadorias que passam pelos terminais. Os guindastes motorizados são um exemplo de inovação implementada no setor como forma de aumentar a velocidade e capacidade de carga e descarga, o que até a década de 1880 era feito de forma manual (KUBY; REID, 1992). Os portos tiveram que se adaptar para receber os navios que passaram a ser cada vez maiores, movimento que se intensifica ainda mais com o desenvolvimento do motor a combustão movido a diesel (ACCIARO; GHIARA; CUSANO, 2014; ACCIARO *et al.*, 2014; HALL; JACOBS, 2010).

A década de 1960 é considerada o marco mais importante para o desenvolvimento do setor portuário, também chamada de Revolução da 'Containerização' (KUBY; REID, 1992; YAP; LAM, 2013). A introdução dessa inovação surge em um cenário pós-Segunda Guerra Mundial com o crescimento da atividade econômica e do comércio internacional. Ainda segundo Hall, O'Brien e Woudsma (2013), o conceito de uma caixa metálica para armazenar e transportar itens não seria de fato uma inovação, que múltiplos fatores permitiriam que essa tecnologia, quando aplicada no setor marítimo portuário, pudesse ser considerada uma inovação revolucionária. Entre esses fatores estão o próprio contexto econômico favorável; a necessidade de aumentar a eficiência no fluxo de mercadorias (demanda do mercado); os novos modelos de navios capazes de receber a nova tecnologia; os equipamentos para carga, descarga e movimentação interna dentro dos portos; e a expansão dos modais terrestres que se conectam aos portos. O diferencial dos contêineres está na capacidade de reunir as cargas em um invólucro padronizado, aumentando a velocidade e segurança no processo de transporte (KUBY; REID, 1992).

Assim como em toda inovação, houve um período de difusão até que os contêineres fossem adotados por todo o sistema econômico envolvido no transporte marítimo. As *Ondas de Kondratieff* definem um período de 45 a 60 anos para introdução, aceleração, pico de crescimento e maturação de uma inovação (KONDRATIEFF, 1935, *apud* GUERRERO; RODRIGUE, 2014). A 'containerização' teve sua introdução no final da década de 1950, sendo os portos de Nova Iorque, Yokohama e Hamburgo alguns dos pioneiros. Em meados da década de 1970, ocorre a aceleração da expansão dos contêineres, sendo representantes desse período os portos de Rotterdam, Tokyo e Hong Kong. Seu pico de crescimento foi alcançado

na década de 1990 com a adoção massiva de portos chineses, passando a ser a forma padrão de transporte de mercadorias em nível global (maturidade) (GUERRERO; RODRIGUE, 2014).

A revolução de 1960 causou a mudança na própria natureza da função dos portos que deixaram de ser apenas um local de carga e descarga de mercadorias dos navios e passaram a ser parte integrada aos processos industriais (ZARZUELO; SOEANE; BERMUDEZ, 2020). A partir da década de 1980, os portos passaram a ser agentes integradores na cadeia de suprimentos globalizada (HALL; JACOBS, 2010).

O aumento gradual no volume de contêineres, os movimentos e a complexidade de se operar em escala global obrigam o setor a buscar maneiras de aumentar sua eficiência e eficácia (LEE-PARTRIDGE; TEO; LIM, 2000). Com o desenvolvimento da malha ferroviária e flexibilidade das rodovias, foi possível a criação de portos no interior (não localizado no litoral), com o papel de ser um terminal intermodal conectado a um porto marítimo por meio ferroviário, onde os clientes poderiam deixar ou coletar suas mercadorias (HEILIG; VOSS, 2017; ROSO; RUSSELL; RHOADES, 2019). Até então, o transporte de mercadorias era feito de ponta a ponta entre portos marítimos (GUERRERO; RODRIGUE, 2014). Os terminais no interior são localizados estrategicamente próximos a grandes centros produtores e/ou consumidores, em região fronteiriça, ou em pontos com a finalidade de estruturar a cadeia de suprimentos, tornando-a mais dinâmica e eficiente (BERESFORD *et al.*, 2012; SDOUKOPOULOS; BOILE, 2020).

Ainda com o objetivo de melhorar o desempenho dos terminais portuários, uma série de inovações tecnológicas, organizacionais e de processos foi implementada, desde o final da década de 1970, nas diversas áreas de operação, desde chegada dos navios, embarque ou desembarque de mercadorias, deslocamento interno, alocação de contêineres e logística (GHAREHGOZLI; ROY; KOSTER, 2016). O sistema de identificação por radiofrequência (RFID) é um exemplo de inovação tecnológica utilizada para monitorar e garantir a segurança dos contêineres que passam pelos portos. O RFID pode ser utilizado para selar um contêiner e impedir que ele seja extraviado sem o conhecimento da administração do terminal, trabalhando em conjunto com sensores de identificação por radiofrequência, luminosidade e térmico (RIZZO *et al.*, 2011).

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) possibilitaram a maximização do fluxo de mercadorias que passam pelos portos, fator que contribuiu para a expansão da 'containerização' (KUBY; REID, 1992). O uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS) para monitorar a localização das embarcações ou dos veículos movimentados internamente, alinhado com o sistema de comunicação interno entre portos e navios, possibilitou a aplicação de modelos matemáticos para otimizar a movimentação, diminuir custos, desperdícios e tempo de execução (CARLAN *et al.*, 2017; SIROR; HUANYE; DONG, 2011).

A digitalização possui um grande papel nas mudanças ocorridas no setor portuário, possibilitando a otimização da cadeia de suprimentos por meio de equipamentos inteligentes, gestão de processos, controle das operações e compartilhamento de informações (DEL GIUDICE *et al.*, 2021; INKINEN; HELMINEN; SAARIKOSKI, 2019). Nesse contexto, a onda de automação vem se difundindo nas atividades realizadas nos portos, principalmente nos guindastes utilizados no manuseio dos contêineres (HEILIG; VOSS, 2017) e veículos para o transporte interno das mercadorias (ESSER *et al.*, 2020). Outras iniciativas relacionadas à digitalização e à automação podem ser observadas no sistema de entrada e de saída de caminhões do terminal (LEE-PARTRIDGE; TEO; LIM, 2000) e no uso de informações em ambiente eletrônico, que reduz o uso de papel, desburocratiza e diminui o tempo de estadia das mercadorias nos portos (ESSER *et al.*, 2020).

Em conjunto com todas as inovações tecnológicas que foram adotadas pelos portos ao longo de sua evolução, surge, a partir da década de 2010, o conceito de portos 'inteligentes' (*smart port*) (ZARZUELO; SOEANE; BERMUDEZ, 2020). Parte dos mesmos princípios que as cidades 'inteligentes' (*smart cities*) que propagam a liberdade de acesso à informação, comunicação eficiente e preocupação ambiental, porém aplicadas à realidade portuária (KARAS, 2020). Em sincronia ao movimento *smart*, as tendências da indústria '4.0' também causaram impactos no cenário portuário, culminando no conceito moderno de Portos '4.0', que integra os conceitos de digitalização, automação, transparência, mobilidade e colaboração em rede (BASTUG *et al.*, 2020; SHEE; GAN; LEE, 2018).

Diferente das inovações citadas acima, em que a demanda do mercado acaba incentivando o desenvolvimento de novas soluções, as inovações voltadas para a sustentabilidade e o cuidado ambiental são alternativas para se adequarem à regulamentação

e às pressões política e social (WIEGMANS; GEERLINGS, 2010). A redução dos impactos ambientais causados pela atividade marítimo-portuária é um desafio que foi abraçado pela Organização Marítima Internacional (OMI) e pelas nações que a integram, criando acordos, metas e regulamentações desde o início da década de 1980 (DEL GIUDICE *et al.*, 2021).

Essa nova preocupação encaminha o setor para se desenvolver e se tornar portos ‘verdes’ (*green ports*), que pode ser entendido como uma alternativa para alcançar o equilíbrio entre preservação ambiental e desenvolvimento econômico (MARITZ; SHIEH; YEH, 2014). O maior problema que esse tipo de iniciativa procura conter é a poluição gerada pela atividade portuária, marítima e redes de modais conectados aos portos (BADURINA; CUKROV; DUNDOVIC, 2017).

A ‘eletrificação’ é uma das inovações sustentáveis mais recorrentes na literatura, sendo baseada na substituição de equipamentos movidos a combustão por equipamentos elétricos (IRIS; LAM, 2019). Além dos próprios veículos e guindastes utilizados internamente pelos portos, surge a oportunidade de conectar os navios à rede elétrica do terminal (*cold ironing*), evitando que seus motores auxiliares permaneçam ligados durante sua permanência no terminal (DE MOURA; ANDRADE, 2018).

As fontes de energia renováveis têm um papel representativo no contexto dos portos ‘verdes’ e, assim como outras inovações, buscam reduzir a emissão de poluentes, utilizando fontes alternativas como a energia solar, a eólica, a das marés, a geotérmica ou os biocombustíveis (ACCIARO *et al.*, 2014). No contexto de eficiência energética, a rede elétrica ‘inteligente’ (*smart grid*) tem a função de tornar a distribuição de energia mais eficiente e sustentável, integrando as fontes alternativas instaladas no terminal com a própria rede elétrica e com os consumidores dentro do porto (equipamentos, veículos e navios) (ACCIARO; GHIARA; CUSANO, 2014; IRIS; LAM, 2019).

As inovações voltadas para aumento da eficiência e redução de tempo e custo são focadas na perspectiva econômica dos portos, no entanto elas abrem espaço para que iniciativas sustentáveis se desenvolvam, formando um processo integrado (MOLINA *et al.*, 2021). Além dos ganhos financeiros e da necessidade de atender às regulamentações impostas, outro fator que fomenta a introdução de soluções sustentáveis é a vantagem

competitiva gerada pela visibilidade e imagem de uma organização amigável ao meio ambiente (ACCIARO; GHIARA; CUSANO, 2014).

O setor portuário possui um ambiente cada vez mais competitivo, inteligente e ambientalmente responsável, contando com as inovações para poder se desenvolver (DEL GIUDICE *et al.*, 2021). Como foi apresentado, as inovações têm um papel importante na evolução do setor, mas, para que elas sejam geradas e adotadas, há um processo complexo envolvendo diversos fatores. A Figura 2 apresenta a representação pictórica da evolução do setor.

### 3.2 PROCESSO DE INOVAÇÃO

Segundo Koukaki e Tei (2020), em sua revisão de literatura sobre inovação no transporte marítimo, foram encontrados resultados distintos referentes à inovação e ao processo de inovação. As pesquisas focadas em inovação se limitam a discorrer sobre uma nova tecnologia, processo ou melhoria pontual aplicados ao setor. Os demais artigos buscam explicitar o processo, os fatores envolvidos e os critérios determinantes que levaram ao desenvolvimento de inovações.

Como mencionado anteriormente, a inovação, no setor de transportes, é atrasada em comparação com as demais atividades econômicas (ARDUINO *et al.*, 2013), podendo ser considerada conservadora (VANELSLANDER; CARLAN; SYS, 2016). O setor portuário pode ser considerado um elemento-chave na cadeia de suprimentos global e acaba possuindo um processo de inovação complexo e com diversos atores que interagem entre si, como o próprio porto, os agentes governamentais, os clientes, as transportadoras, o setor naval, as universidades e a própria sociedade (YOON; RHEE; DEDAHANOV, 2017).

Uma tendência identificada é a de colaboração entre os atores envolvidos no processo de inovação para buscar vantagens competitivas por meio do acesso e da utilização de conhecimentos variados e compartilhados (HAUGSTETTER; CAHOON, 2010); à redução da concentração do fluxo de carga em portos maiores (MOLINA *et al.*, 2021); ao desenvolvimento de projetos com recursos (financeiros, humanos e tempo) combinados; e à divisão de riscos (BLANCO *et al.*, 2011). Segundo Vanelslander *et al.* (2019), é importante, para o processo, que

exista uma liderança que guie e organize a integração entre os atores, podendo ser o próprio porto.

Mudanças em setores como o de portos são acompanhadas de grandes investimentos financeiros e riscos associados. Dessa forma, a colaboração deve incluir investimentos dos setores público e privado, sendo o primeiro ligado ao investimento em infraestrutura, e o segundo em manutenção e operação dos portos (BERESFORD *et al.*, 2012).

A evolução dos portos mostra que a demanda do mercado e de regulamentações acaba incentivando e guiando o desenvolvimento das inovações. A implementação de inovações, como a automação e digitalização dos portos, é resposta à pressão do mercado que exige mais rapidez, produtividade e eficiência do setor (ACCIARO *et al.*, 2018). Da mesma forma, acordos internacionais, voltados para a sustentabilidade e preservação ambiental, acabam impondo modificações que incentivarão o desenvolvimento de novas soluções (VANELSLANDER, 2016; WIEGMANS; GEERLINGS, 2010).

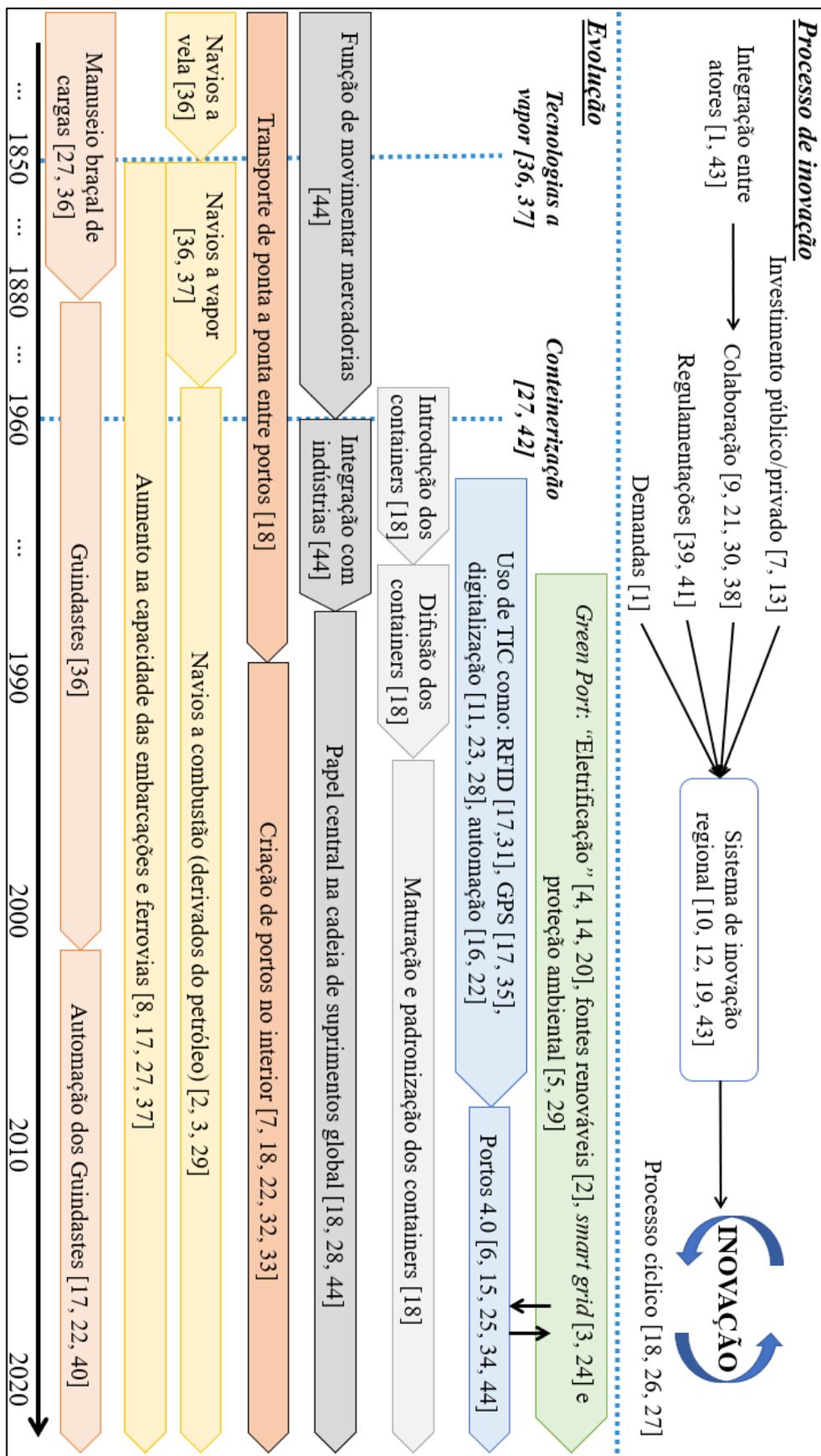
Todos esses fatores interagem para formar um sistema regional de inovação, que pode ser entendido como um mecanismo que combina novos conhecimentos para criar oportunidades que podem mudar a economia de uma região envolvida com um porto (DE LANGEN, 2005). Em uma região com características em comum, o porto tem papel de mediador entre os atores, pode exercer um papel ativo no desenvolvimento de inovações e não ficar limitado ao gerenciamento de entrada e saída de mercadorias. Esse tipo de postura pode ser uma alternativa para evitar a estagnação e aprisionamento a uma trajetória tecnológica existente. Os sistemas regionais podem incentivar a troca de conhecimento e colaboração entre os atores, resultando em inovações; no entanto, existe o risco de que seja desenvolvida uma trajetória tecnológica que impeça a reinvenção e atualização da região (CAHOON; PATEMAN; CHEN, 2013).

Alguns fatores podem ser barreiras ou facilitadores para o sucesso de uma inovação, como falta de capacitação e de infraestrutura para receber a inovação; liderança que motive os colaboradores na fase de introdução; cultura organizacional adversa a mudanças; percepção dos benefícios que a inovação pode trazer; e simplicidade de compreensão da inovação (ARDUINO *et al.*, 2013; WIEGMANS; GEERLINGS, 2010).

As inovações que serão geradas ou adotadas existem dentro de um processo cíclico. Assim como no caso da 'containerização', em que houve um momento em que portos pioneiros se arriscaram em implementar uma nova tecnologia, passando pela etapa de difusão e posteriormente de maturidade, o ciclo se fecha com o surgimento de uma nova alternativa que irá resultar no decaimento e substituição da tecnologia anterior (GUERRERO; RODRIGUE, 2014; KUBY; REID, 1992). Segundo Koukaki e Tei (2020), existe um padrão cíclico para as publicações relacionadas à inovação na indústria marítima, em que determinada inovação surge em um contexto específico, mas fica oculta por um período até que seja difundida e ganhe mais relevância dentro da comunidade científica.

A Figura 2 apresenta a representação do processo de inovação no setor portuário.

Figura 2 – Processo de inovação e evolução do setor portuário



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

### 3.3 CONCEITO DE INOVAÇÃO NO SETOR PORTUÁRIO

No contexto do setor portuário, a inovação pode ser entendida como a introdução de uma nova tecnologia (ESSER *et al.*, 2020; KUBY; REID, 1992; LEE-PARTRIDGE; TEO; LIM, 2000; VAN DRIEL, 2002; VAN DRIEL; SCHOT, 2005), política, gestão ou processo organizacional (DE MARTINO *et al.*, 2013; HALL; JACOBS, 2010) que ofereça melhora na eficiência, no custo, na velocidade (YAP; LAM, 2013; ARDUINO *et al.*, 2013), na segurança (RIZZO *et al.*, 2011; SIROR; HUANYE; DONG, 2011; VANELSLANDER, 2016) e na sustentabilidade (ACCIARO *et al.*, 2014; ACCIARO; GHIARA; CUSANO, 2014; BADURINA; CUKROV; DUNDOVIC, 2017; DE MOURA; ANDRADE, 2018; HALL; O'BRIEN; WOUDSMA, 2013; IRIS; LAM, 2019; MARITZ; SHIEH; YEH, 2014; WIEGMANS; GEERLINGS, 2010) das atividades de carga, descarga, movimentação (BLANCO *et al.*, 2010; GHAREHGOZLI; ROY; KOSTER, 2016; HAUGSTETTER; CAHOON, 2010; HEILIG; VOSS, 2017; ROSO; RUSSELL; RHOADES, 2019; SDOUKOPOULOS; BOILE, 2020), armazenamento (BERESFORD *et al.*, 2012), comunicação e logística da cadeia de suprimentos global (BASTUG *et al.*, 2020; CARLAN *et al.*, 2017; DEL GIUDICE *et al.*, 2021; INKINEN; HELMINEN; SAARIKOSKI, 2019; KARAS, 2020; SHEE; GAN; LEE, 2018; ZARZUELO; SOEANE; BERMUDEZ, 2020), sendo resultado da trajetória tecnológica gerada pela interação dos atores e das instituições envolvidos na região de influência do porto (ACCIARO *et al.*, 2018; BLANCO *et al.*, 2011; CAHOON; PATEMAN; CHEN, 2013; DE LANGEN, 2005; GUERRERO; RODRIGUE, 2014; KOUKAKI; TEI, 2020; MOLINA *et al.*, 2021; VANELSLANDER *et al.*, 2019; VANELSLANDER; CARLAN; SYS, 2016; YOON; RHEE; DEDAHANOV, 2017).

### 3.4 REGIME, PARADIGMA E TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DO SETOR PORTUÁRIO

Segundo o conceito apresentado por Nelson e Winter (1982) e por Malerba e Orsenigo (1996), o regime tecnológico do setor portuário pode ser caracterizado da seguinte forma (Quadro 1):

Quadro 1 – Características do regime tecnológico do setor portuário

| Regime                           | Características  |
|----------------------------------|--|
| <b>Condições de oportunidade</b> | Baixo nível de oportunidade – Em linhas gerais, o setor requer grandes investimentos financeiros para implementar ou desenvolver inovações, sendo necessário o apoio público e o privado (BERESFORD <i>et al.</i> , 2012; BLANCO <i>et al.</i> , 2011).  |
| <b>Condições de apropriação</b>  | Alto nível de apropriação – O setor é considerado competitivo e busca inovações como forma de diferenciação. No entanto, há uma coerência entre as publicações que concordam que o movimento colaborativo é uma tendência para o desenvolvimento do setor (HALL; O'BRIEN; WOUDSMA, 2013; VANELSLANDER <i>et al.</i> , 2019). |
| <b>Grau de acumulação</b>        | Alto nível de acumulação – As inovações geradas são resultado de conhecimentos acumulados dentro da organização e entre os demais atores envolvidos no processo (CAHOON; PATEMAN; CHEN, 2013; KUBY; REID, 1992).   |
| <b>Base de conhecimento</b>      | A base de conhecimento exigida pelo setor é majoritariamente específica e técnica, relacionada ao desenvolvimento de tecnologias (BASTUG <i>et al.</i> , 2020; INKINEN; HELMINEN; SAARIKOSKI, 2019).   |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Segundo a perspectiva de seu paradigma tecnológico (DOSI, 1982), o setor portuário vem presenciando a fase de maturidade da 'containerização', que teve início na década de 1960 (KUBY; REID, 1992; YAP; LAM, 2013). Após a maturação, é esperado que o ciclo se reinicie com o decaimento da tecnologia vigente e a ascensão de uma alternativa inovadora, descrito por Kondratieff (1935, *apud* GUERRERO; RODRIGUE, 2014) em ciclos com duração entre 45 e 60 anos. As tecnologias interagem com fatores econômicos, governamentais e demais atores envolvidos na cadeia de suprimentos para definir o processo de seleção das soluções que serão implementadas ou negligenciadas pelo sistema regional de inovação, estabelecendo as trajetórias tecnológicas.

No setor portuário, foi identificado que as regulamentações e demandas do mercado são elementos determinantes para a trajetória tecnológica. É incentivado o desenvolvimento e selecionadas inovação e tecnologias que buscam a concretização do conceito de portos 'verdes' (ACCIARO; GHIARA; CUSANO, 2014; IRIS; LAM, 2019) e portos '4.0' (DEL GIUDICE *et al.*, 2021; ZARZUELO; SOEANE; BERMUDEZ, 2020).

#### **4 CONCLUSÕES**

Este trabalho teve como objetivo analisar a literatura científica para (i) evidenciar os impactos da inovação na evolução do setor portuário; (ii) definir um conceito de inovação para os portos; e (iii) identificar tendências de inovação e de seu processo de desenvolvimento.

Com essa finalidade, foi selecionado um PB de 44 artigos representativos do tema Inovação no Setor Portuário, utilizando o instrumento de intervenção *ProKnow-C*. A análise do PB resultou na representação pictórica da evolução do setor com base nas inovações, no processo de inovação envolvido (Figura 2), na construção de um conceito de inovação adequado para os portos e na caracterização do regime, paradigma e trajetória tecnológica do setor.

Com base nos resultados, foi possível observar como o setor portuário reagiu fortemente à introdução de inovações como a tecnologia a vapor e a 'containerização' na década de 1960, resultando em grandes mudanças no volume, velocidade, capacidade e operações realizadas dentro do terminal portuário. As inovações tecnológicas, como RFID, GPS, digitalização e automação, acompanham a tendência de crescimento no fluxo de carga, sendo uma alternativa para otimizar o desempenho.

Ao passo que as tecnologias são empurradas pelas demandas do mercado, as inovações ambientais são uma tendência criada pelas pressões política e social. No entanto, a eficiência gerada pelas tecnologias que visam reduzir custo, tempo e desperdício é sinérgica com as iniciativas sustentáveis, o que indica a possibilidade de se alcançar o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e cuidado ambiental.

Apesar de o conceito de inovação no setor contemplar diversas formas, como melhorias políticas, organizacionais ou de processo, majoritariamente há participação de

conhecimentos de natureza tecnológica. O regime tecnológico em que os portos operam é caracterizado por alta competitividade, alto nível de investimentos financeiros e acumulação do conhecimento para gerar inovações.

Como foi apresentado, as inovações aplicadas nos portos, ou em outros atores envolvidos, como os setores ferroviário e naval, geram impactos mútuos. Ao passo que os motores a vapor dos trens e navios exigiram o desenvolvimento da infraestrutura dos terminais portuários, a adoção dos contêineres só foi possível mediante adaptações dos demais modais. Isso evidencia a importância das exigências de mercado e dos demais atores para delimitar o paradigma tecnológico desse setor que, quando somados à pressão pública e de regulamentações, compõem os principais fatores que geram as trajetórias tecnológicas atuais, sendo referente à concretização dos conceitos de portos '4.0' e portos 'verde'.

O processo de inovação do setor portuário é complexo e dinâmico. No entanto, os autores identificados na busca concordam que existe uma tendência de o processo de desenvolvimento de inovações passar a ser colaborativo entre os atores envolvidos, como uma alternativa para aumentar a competitividade, compartilhar informações, recursos, dividir riscos e inovar.

Ao se analisar o PB, foi possível identificar que, apesar de a tendência colaborativa ser congruente e ter seus benefícios bem explorados na literatura, pouco é elaborado sobre alternativas ou recomendações de como essa mudança poderia ser realizada dentro do setor. Além disso, a literatura aborda majoritariamente inovações pontuais e ligadas a novas tecnologias e, mesmo quando aborda o processo de inovação colaborativo, ainda falha em introduzir a importância e o papel dos colaboradores, do fator humano, envolvidos no processo.

A contribuição da pesquisa está na proposta de visão sobre a inovação no contexto portuário, evidenciando as tendências vigentes e identificando lacunas na literatura que podem ser exploradas para auxiliar o desenvolvimento do processo colaborativo no setor. A principal limitação deste estudo está relacionada à seleção do PB, feita em duas bases de dados e composta apenas de artigos teóricos sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

- ACCIARO, M. *et al.* Are the innovation processes in seaport terminal operations successful?. **Maritime Policy & Management**, v. 45, n. 6, p. 787-802, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/03088839.2018.1466062>
- ACCIARO, M. *et al.* Environmental sustainability in seaports: a framework for successful innovation. **Maritime Policy & Management**, v. 41, n. 5, p. 480-500, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/03088839.2014.932926>
- 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.04.013>
- ARDUINO, G. *et al.* How to turn an innovative concept into a success? An application to seaport-related innovation. **Research in Transportation Economics**, v. 42, n. 1, p. 97-107, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.11.002>
- BADURINA, P.; CUKROV, M.; DUNDOVIC, C. Contribution to the implementation of “Green Port” concept in Croatian seaports. **Pomorstvo**, v. 31, n. 1, p. 10-17, 2017. DOI: <https://doi.org/10.31217/p.31.1.3>
- BASTUG, S. *et al.* A value chain analysis of a seaport from the perspective of Industry 4.0. **International Journal of Shipping and Transport Logistics**, v. 12, n. 4, p. 367-397, 2020. DOI: [10.1504/IJSTL.2020.108405](https://doi.org/10.1504/IJSTL.2020.108405)
- BERESFORD, A. *et al.* A study of dry port development in China. **Maritime Economics & Logistics**, v. 14, n. 1, p. 73-98, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1057/mel.2011.17>
- BLANCO, B. *et al.* Financing and development of innovation in commercial sea ports. **Journal of Maritime Research**, Santander, v. 8, n. 2, p. 75-90, 2011.
- BLANCO, B. *et al.* Innovation in Spanish port sector. **Journal of Maritime Research**, Santander, v. 7, n. 1, p. 71-87, 2010.
- CAHOON, S.; PATEMAN, H.; CHEN, S. L. Regional port authorities: leading players in innovation networks?. **Journal of Transport Geography**, v. 27, p. 66-75, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.06.015>
- CARLAN, V. *et al.* Digital innovation in the port sector: barriers and facilitators. **Competition and regulation in network industries**, v. 18, n. 1-2, p. 71-93, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1177/1783591717734793>
- DE LANGEN, P. W. Trends and opportunities for the long-term development of Rotterdam's port complex. **Coastal Management**, v. 33, n. 2, p. 215-224, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1080/08920750590919691>
- DE MARTINO, M. *et al.* Logistics innovation in seaports: An inter-organizational perspective. **Research in Transportation Business & Management**, v. 8, p. 123-133, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2013.05.001>

DE MOURA, D. A.; DE ANDRADE, D. G.; Concepts of green port operations—one kind of self-diagnosis method to the port of Santos-Brazil. **Independent Journal of Management & Production**, v. 9, n. 3, p. 785-809, 2018.

DEL GIUDICE, M. *et al.* Digitalization and new technologies for sustainable business models at the ship–port interface: a bibliometric analysis. **Maritime Policy & Management**, p. 1-37, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/03088839.2021.1903600>

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)

DUTRA, A. *et al.* 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. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-01-2014-0015>

ENSSLIN, S. R.; WELTER, L. M.; PEDERSINI, D. R. Performance evaluation: A comparative study between public and private sectors. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 71, n. 5, p. 1761-1785, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-04-2020-0146>

ESSER, A. *et al.* The labour market for the port of the future. A case study for the port of Antwerp. **Case Studies on Transport Policy**, v. 8, n. 2, p. 349-360, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.10.007>

GHAREHGOZLI, A. H.; ROY, D.; DE KOSTER, R. Sea container terminals: new technologies and or models. **Maritime Economics & Logistics**, v. 18, n. 2, p. 103-140, 2016. DOI: [10.2139/ssrn.2469175](https://doi.org/10.2139/ssrn.2469175)

GRAY, D. E. **Doing research in the real world**. 3. ed. Los Angeles: Sage, 2014.

GUERRERO, D.; RODRIGUE, J. P. The waves of containerization: shifts in global maritime transportation. **Journal of Transport Geography**, v. 34, p. 151-164, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.12.003>

HALL, P. V.; JACOBS, W. Shifting proximities: The maritime ports sector in an era of global supply chains. **Regional studies**, v. 44, n. 9, p. 1103-1115, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343400903365110>

HALL, P. V.; O'BRIEN, T.; WOUDEMA, C. Environmental innovation and the role of stakeholder collaboration in West Coast port gateways. **Research in Transportation Economics**, v. 42, n. 1, p. 87-96, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.11.004>

HAUGSTETTER, H.; CAHOON, S. Strategic intent: Guiding port authorities to their new world?. **Research in Transportation Economics**, v. 27, n. 1, p. 30-36, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2009.12.005>

HEILIG, L.; VOSS, S. Inter-terminal transportation: an annotated bibliography and research agenda. **Flexible Services and Manufacturing Journal**, v. 29, n. 1, p. 35-63, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10696-016-9237-7>

INKINEN, T.; HELMINEN, R.; SAARIKOSKI, J. Port digitalization with open data: Challenges, opportunities, and integrations. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 5, n. 2, p. 30, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc5020030>

IRIS, C.; LAM, J. S. L. A review of energy efficiency in ports: operational strategies, technologies and energy management systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 112, p. 170-182, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.04.069>

KARAS, A. Smart port as a key to the future development of modern ports. **TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation**, v. 14, n. 1, p. 27-31, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.12716/1001.14.01.01>

KOUKAKI, T.; TEI, A. Innovation and maritime transport: a systematic review. **Case Studies on Transport Policy**, v. 8, n. 3, p. 700-710, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.07.009>

KUBY, M.; REID, N. Technological change and the concentration of the US general cargo port system: 1970–88. **Economic Geography**, v. 68, n. 3, p. 272-289, 1992. DOI:

LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção**, v. 19, p. 59-78, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2012000100005>

LEE-PARTRIDGE, J. E.; TEO, T. S.; LIM, V. K. Information technology management: the case of the Port of Singapore Authority. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 9, n. 1, p. 85-99, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0963-8687\(00\)00035-4](https://doi.org/10.1016/S0963-8687(00)00035-4)

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and firm behaviour. *In: Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise*. London: Palgrave Macmillan, 1996.

MARITZ, A.; SHIEH, C. J.; YEH, S. P. Innovation and success factors in the construction of green ports. **Journal of Environmental Protection and Ecology**, v. 15, n. 3A, p. 1255-1263, 2014.

MARSILI, O. Technological regimes and sources of entrepreneurship. **Small Business Economics**, v. 19, n. 3, p. 217-231, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1019670009693>

MOLINA, B. *et al.* Use of the Blue Ocean Strategy to obtain ports 4.0. **Ingeniería y Competitividad**, v. 23, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.25100/iyc.v23i1.9466>

NELSON, R.; WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

RICHARDSON, R. J. *et al.* **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

RIZZO, F. *et al.* Improved security for commercial container transports using an innovative active RFID system. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 34, n. 3, p. 846-852, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2010.04.006>

ROSO, V.; RUSSELL, D.; RHOADES, D. Diffusion of innovation assessment of adoption of the dry port concept. **Transactions on Maritime Science**, v. 8, n. 01, p. 26-36, 2019. DOI: <https://doi.org/10.7225/toms.v08.n01.003>

SDOUKOPOULOS, E.; BOILE, M. Port-hinterland concept evolution: a critical review. **Journal of Transport Geography**, v. 86, p. 102775, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102775>

SHEE, T. S.; GAN, G. Y.; LEE, H. S. Critical success factors of internet of things applications in taiwan's international commercial ports. **Journal of Marine Science and Technology**, v. 26, n. 4, p. 2, 2018. DOI: 10.6119/JMST.201808\_26(4).0002

SIROR, J. K.; HUANYE, S.; DONG, W. RFID based model for an intelligent port. **Computers in industry**, v. 62, n. 8-9, p. 795-810, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2011.08.004>

STAEDELE, A. E.; ENSSLIN, S. R.; FORCELLINI, F. A. Knowledge building about performance evaluation in lean production: an investigation on international scientific research. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 30, n. 5, p. 798-820, 2019.

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

TIDD, D.; BESSANT, A. **Managing innovation: integrating technological, market and organizational change**. 5. ed. Londres: John Wiley, 2013.

VAN DRIEL, H. Innovation and integration in mineral bulk handling in the port of Rotterdam, 1886-1923. **Business History**, v. 44, n. 3, p. 63-90, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1080/713999279>

VAN DRIEL, H.; SCHOT, J. Radical innovation as a multilevel process: introducing floating grain elevators in the port of Rotterdam. **Technology and Culture**, v. 46, n. 1, p. 51-76, 2005. DOI: 10.1353/tech.2005.0011

VANELSLANDER, T. *et al.* A serving innovation typology: mapping port-related innovations. **Transport Reviews**, v. 39, n. 5, p. 611-629, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1587794>

VANELSLANDER, T. Seaport CSR: innovation for economic, social and environmental objectives. **Social Responsibility Journal**, v. 12, n. 2, p. 382-396, 2016. DOI:

VANELSLANDER, T.; CARLAN, V.; SYS, C. Innovation among seaport operators: a QCA approach for determining success conditions. **International Journal of Transport Economics**, v. 43, n. 3, p. 291-314, 2016.

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.

YAP, W. Y.; LAM, J. S. L. 80 million-twenty-foot-equivalent-unit container port? Sustainability issues in port and coastal development. **Ocean & coastal management**, v. 71, p. 13-25, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.10.011>

YOON, J.; RHEE, J.; DEDAHANOV, A. T. The roles of networks among innovators in regional innovation: comparative analysis between China and South Korea. **European Planning Studies**, v. 25, n. 5, p. 790-804, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1282081>

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. 20, dec. p. 100173, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100173>