

INTERNET DAS COISAS E GESTÃO COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO: UM ESTUDO DE CASO DO PORTO DO ITAQUI E DO TERMINAL MARÍTIMO DE PONTA DA MADEIRA (VALE)

Giselly Danniela De Albuquerque Cavalcanti Ferreira - UFMA

Luís Borges Gouveia

Sérgio Sampaio Cutrim - Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Resumo

Nesse contexto de inovação portuária, com a tecnologia IoT, pode-se identificar que muitas atividades de alta complexidade no setor portuário dependem de métodos de cooperação estratégica tanto na gestão das organizações quanto nos sistemas. O presente trabalho teve como objetivo geral investigar a gestão portuária e sua relação com sistemas cooperativos com a utilização da IoT como fator estratégico. A metodologia adotada foi de estudo de caso. Foram escolhidos o Porto do Itaqui e o Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (Vale) localizados no Maranhão. Os estudos de caso permitiram elaborar seis proposições para os dois portos envolvendo o tema IoT e uma proposição para gestão cooperativa portuária e uma para o sistema cooperativo. O investimento em IoT apresentou-se como fator inevitável nesse segmento, que almeja aumentar a transparência da cadeia de suprimentos e agilizar as tomadas de decisões em redes amplamente distribuídas. A cooperação é um fator que está diretamente relacionado com a IoT, porque ambos se conectam para atingir um objetivo específico. Pode-se identificar que muitas atividades de alta complexidade e IoT dependem de métodos de cooperação estratégica tanto na gestão das organizações quanto na gestão dos sistemas.

Palavras-chave: Portos; Transformação digital; Internet das Coisas

Abstract

In the context of port innovation, with IoT technology, it can be observed that many highly complex activities in the port sector rely on methods of strategic cooperation both in organizational management and within the systems. The primary objective of this study was to investigate port management and its relationship with cooperative systems, employing IoT as a strategic factor. The methodology adopted was a case study approach. The Porto do Itaqui and the Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (Vale), located in Maranhão, were selected as the subjects of investigation. The case studies allowed for the formulation of six propositions for both ports involving the theme of IoT, as well as one proposition for cooperative port management and another for cooperative systems. The investment in IoT emerged as an inevitable factor in this sector, which aims to enhance supply chain transparency and expedite decision-making in widely distributed networks. Cooperation is a factor intricately intertwined with IoT, as both are interconnected in pursuit of specific objectives. It can be observed that many high-complexity activities and IoT are contingent on methods of strategic cooperation, both in organizational management and systems governance.

Keywords: Ports; Digital transformation; Internet of Things

INTERNET DAS COISAS E GESTÃO COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO: um Estudo de Caso do Porto do Itaquí e do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (Vale)

1 Introdução

Nos últimos anos, as organizações portuárias alcançaram muitas conquistas, tornaram-se mais competitivas frente aos portos do mundo e, com isso, passaram a ter relevante importância do setor para a economia. Porém, a questão dos portos tem sido apontada como uma das principais limitações para o desenvolvimento econômico do Brasil. Muitos obstáculos ainda precisam ser superados, entretanto, o acelerado crescimento da tecnologia e o desenvolvimento logístico fizeram com que os portos públicos e privados reconhecessem a concreta necessidade de criar e de aprimorar ações estratégicas a fim de que esse mercado desenvolva uma cadeia de suprimento integrada e de posição mais competitiva.

A tecnologia é um fator importante para alcançar objetivos organizacionais e para desenvolver novas oportunidades estratégicas, contudo tem sido um grande desafio a esse segmento empresarial. Os portos brasileiros não esperam serem rotulados como entrepostos burocráticos de mercadorias. A tendência é que absorvam, cada vez mais, o perfil de corporações modernas que investem em novas tecnologias e inovação como meios de aceleração dos negócios (Saraiva, 2019).

Em vista disso, uma das novas transformações digitais que está ingressando no mercado portuário, viabilizando diferencial estratégico e competitivo para o setor, é a “Internet das Coisas” (IoT), derivado do inglês, *Internet of Things*. A IoT faz com que o investimento em tecnologia de ponta seja um fator inevitável nesse segmento. Trata-se de um processo ideal para aumentar a transparência da cadeia de suprimentos e para agilizar as tomadas de decisões em redes amplamente distribuídas.

Nesse contexto de inovação portuária, com a tecnologia IoT, pode-se identificar que muitas atividades de alta complexidade no setor portuário dependem de métodos de cooperação estratégica tanto na gestão das organizações quanto nos sistemas. A cooperação corresponde a fatores diretamente relacionados com a IoT porque se conectam para atingir um objetivo específico. A cooperação portuária consiste no modo popular de realizar uma aliança estratégica, ou seja, uma parceria com várias finalidades na qual os riscos, os custos e os benefícios são compartilhados.

O atual ambiente portuário necessita de rápidas mudanças, e uma única empresa portuária não possui todos os recursos, conhecimento e Tecnologia da Informação (TI) necessários para o mercado. Sendo assim, por meio da cooperação com outros portos, uma empresa portuária pode aumentar seu crescimento estratégico, fortalecer suas operações, adicionar valor aos seus serviços, aperfeiçoar o acesso ao mercado, acrescentar força tecnológica, aprimorar as habilidades organizacionais e construir força financeira. Essa união entre empresas portuárias permite que as empresas envolvidas aprendam e somem conhecimento com seus parceiros para o seu desenvolvimento interno (Huo; Zhang; Chen, 2018; Amber Coast Logistics, 2012).

2 Problema de Pesquisa e Objetivo

Este estudo parte da premissa de que um dos maiores desafios das empresas portuárias, na atualidade, constitui em ter vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes, isto é, conter um diferencial competitivo que mantenha a qualidade dos produtos e/ou serviços e a satisfação dos seus clientes. As hipóteses levantadas para a presente pesquisa consistem em H1: mediante o contexto de inovação portuária com a tecnologia IoT, entre outras atividades de alta complexidade,

a gestão das organizações e dos sistemas dependem de métodos de cooperação estratégica e H2: a cooperação estratégica entre portos possibilita que a empresa portuária aumente suas ações estratégicas, fortaleça suas operações, adicione valor aos seus serviços, aperfeiçoe o acesso ao mercado, aprimore conhecimento tecnológico, apure as habilidades organizacionais e acresça força financeira.

O presente trabalho tem como objetivo geral investigar a gestão portuária e sua relação com sistemas cooperativos com a utilização da IoT como fator estratégico. O desenvolvimento do objetivo geral leva aos seguintes objetivos específicos: investigar e elaborar um diagnóstico para utilização da IoT na gestão portuária; investigar sistemas e gestões cooperativos no setor portuário; construir estudos de caso sobre IoT e sistemas em portos do Maranhão e sugestões de modelos de aplicação da IoT e de sistemas de cooperação nos portos já aplicado em alguns portos do mundo para ser implantado no porto do Maranhão.

3 Fundamentação Teórica

3.1 Transformação Digital

A Transformação Digital pode ser entendida como o uso permanente de computadores e redes que tornou viável o desenvolvimento de novas práticas digitais na sociedade permitindo o aumento na qualidade dos serviços por indivíduos ou por organizações de um modo geral.

Gouveia (2018) defende que “mudança” é um substantivo comum a todas as definições de transformações digitais encontradas na literatura. O autor também esclarece que a Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) está baseada na aquisição, armazenamento, processamento e a distribuição da informação por meios eletrônicos, como o rádio, a televisão, o telefone e os computadores em redes (ícones do nosso tempo), entre outros. Inicialmente, a evolução da TIC teve a intenção de integrar o analógico com o digital e em seguida, transformar em digital (Gouveia, 2018). O rádio, televisão, telefone, estabelecem bons casos de sucesso de sobrevivência até os dias atuais.

Maffei (2016) considera que empresas inteligentes fazem bom uso da tecnologia para criar valor no negócio e retorno para a empresa. Nesse ponto, a globalização trouxe diversas oportunidades aos exportadores e importadores e, muitas indústrias e países, com bom desenvolvimento operacional e de infraestrutura logística fazem uso correto da tecnologia para adicionar valor aos seus produtos.

Com a finalidade de criar valor comercial para seus clientes e aumentar sua competitividade, as autoridades portuárias, gradativamente, estão se adequando para introduzir diferentes tecnologias digitais, eletrificação, automação e aplicativos de conectividade em suas operações, pois os portos de todo o mundo estão se reestruturando e investindo na área tecnológica (Decas; Kailas, 2019).

A inovação tecnológica no transporte e logística é uma necessidade para se manter à frente, além de incrementar os lucros e sustentar a fidelidade do cliente nessa indústria fragmentada de pequena margem de lucro (Sai Partners, 2016). Portanto, são indispensáveis investimentos em infraestrutura de TI nos portos marítimos, já que nesse tipo de organização têm suas operações e desempenhos extremamente afetados (Gordon; Lee; Lucas, 2005, Mangan; Lalwani; Fynes, 2008).

Com investimentos em transformação digital portuária, objetiva-se agilizar os processos, ter conectividade com todas as áreas resultando em melhor qualidade e quantidade na cadeia de suprimento. Harbor (2018 *apud* Decas; Kailas, 2019) esclarece que as operações portuárias são uma parte complexa e crítica de uma cadeia de suprimentos.

Atualmente, a cadeia de suprimentos nos portos é uma concentração de muitos processos isolados. Porém, há pouca agilidade para maximizar a produtividade e transparência nos sistemas. A utilização de tecnologias e aplicativos digitais tem o potencial de trazer transparência a todos os membros da cadeia de suprimentos, desde fornecedores de matérias-primas, componentes e peças até transportadores desses suprimentos e produtos acabados; e, finalmente, aos clientes que exigem qualidade no atendimento (Decas; Kailas, 2019).

3.2 OIT

Para ocorrer a implantação de um sistema IoT nos portos marítimos, deve-se compreender a infraestrutura de comunicação que estabelece a conexão entre a grande quantidade de dispositivos inteligentes identificados e de baixo consumo de energia, incorporando dispositivos com tecnologias de comunicação baseadas na Internet sem intervenção humana. Al Kaderi, Koulali e Rida (2019) enfatizam que a infraestrutura da IoT depende, principalmente, da comunicação de muitos dispositivos incorporados com restrição de recursos com baixo poder de processamento, memória, energia (energia da bateria), taxa de dados e transmissão de alcance em mídias sem fio. Os autores explicam que a quantidade e variedade de dados são os dois aspectos principais no processo operacional de um terminal devido à diferença e volume dos dados gerados, eles podem ser considerados *big data*.

A IoT desempenha um papel substancial na chamada indústria 4.0. Como relação entre a tecnologia da informação e a tecnologia operacional, a IoT tem vantagens que atende a ambos os parceiros. O universo operacional da máquina está se tornando mais humano devido às “coisas”. Além disso, os sensores estão mais arrojados. Mas, graças a essas “coisas”, o universo da TI está se tornando mais integrado no domínio das operações, e com mais oportunidades de agregar valor “no lugar onde está a ação”. No estudo de Liggesmeyer (2013) foram examinadas as três principais razões para as indústrias aderirem à IoT:

- i. Os benefícios da interação da máquina (m2m) começam com maior velocidade e inteligência;
- ii. Os benefícios de uma melhor manutenção: de preferência Manutenção Preditiva;
- iii. Os benefícios do engajamento ou interação com o cliente: humanos e industriais inteligentes.

Xisong *et al.* (2013) apresentam em seu trabalho algumas tecnologias da IoT que são essenciais para a construção de portas inteligentes, cujas condições de desempenho são: alta estabilidade; alta segurança; alta taxa de reconhecimento; e alta confiabilidade.

Os Portos Inteligentes podem monitorar de forma on-line e em tempo real o veículo, o contêiner, a carga, o navio e o processo de liberação. Os principais fornecedores no mercado global de portos inteligentes são: Trelleborg, IBM, ABB, Traxens, Siemens, Liebherr, AGT Group, Kerry Logistics, Huawei, Cisco, Nokia, Ericsson, Konecranes, Navis, Kalmar, ProDevelop, Inform e Wärtsilä. De acordo com a Infoholic Research, o mercado global de portos inteligentes crescerá a um CAGR (Compound Annual Growth Rate – Taxa de Crescimento Anual Composto) de aproximadamente 18% durante o período planejado para 2019–2025 (O mercado [...], 2020).

3.3 Gestão cooperativa e Sistemas Cooperativos

Cooperação e colaboração são conceitos que significam “trabalhar em conjunto”. O diferencial é cooperar; quer dizer, cada parceiro oferece no “trabalho conjunto” aquilo que melhor pode oferecer e atua de forma complementar, a fim de garantir sua independência. Ou seja, ao

cooperar com outras empresas, cada membro mantém sua individualidade, participando das decisões da rede e dividindo os benefícios e os resultados que são alcançados por meio das atividades conjuntas. Quando a colaboração não é equivalente e equilibrada, a situação impõe a existência de um ator principal a quem caberá toda a responsabilidade pelo projeto/programa dos resultados almejados. Assim, os resultados mais relevantes do ponto de vista de aplicação estratégica, industrial e comercial serão de inteira responsabilidade desse ator, enquanto os outros membros tornam-se coadjuvantes (Silva, 2007).

A colaboração é uma estratégia de trabalhar por meio de trocas de informações em grupos e com o mesmo objetivo, com a finalidade de aumentar a produtividade e alcançar metas comuns. Por isso que as atividades realizadas por meio da colaboração, em sua grande maioria, envolvem ações interligadas e os objetivos são comuns e compartilhados (Gerosa; Fuks; Lucena, 2001).

Brooks *et al.* (2010) asseveram que algumas das finalidades da cooperação como estratégia nos portos são:

- i. melhor aproveitamento dos ativos em termos de eficiência e eficácia;
- ii. melhorar as competências;
- iii. ganhar vantagem posicional que pode potencialmente antecipar a concorrência.

Algumas associações portuárias, como a Associação Brasileira de Terminais Portuários (ABTP), Associação de Terminais Portuários Privados (ATP) e a Associação Brasileira das Entidades Portuárias (ABEP) – denominada originalmente de Associação Brasileira das Administrações Portuárias (ABAP) e atualmente de Associação Brasileira das Entidades Portuárias e Hidroviárias (ABEPH) –, que são instituições sem fins lucrativos cujo principal objetivo consiste em realizar cooperação entre empresas portuárias associadas para um melhor desenvolvimento nas atividades que cada empresa exerce.

Nos trabalhos acadêmicos, o tema sobre cooperação empresarial está sendo bastante pesquisados. Leite (2003) ressalta que a grande maioria dos acordos estratégicos em empresas de grande porte estão sendo bem-sucedidos quando desenvolvem relação de rede de cooperação.

As redes de cooperação são estabelecidas pela união de diferentes empresas que podem ser estabelecidas como uma só. As redes de cooperação, comumente, abrangem empresas do mesmo segmento ou concorrentes e são marcadas pela interdependência de sistemas complementares tais como produção e busca por objetivos comuns (Centenaro; Laimer, 2017).

Chandra e Van Hillegersberg (2017) conceituam como colaboração portuária quando as empresas portuárias são independentes, entretanto, trabalham juntas para executarem suas tarefas relacionadas a uma ou várias portas. Os autores argumentam que existem cinco funções na rede colaborativa nos portos: membros, parceiros e operadores da Cadeia de Abastecimento no porto, outros parceiros e controladores do PCS. Eles também argumentam que existem quatro fases de colaboração: pré-colaboração, consolidação da parceria, desenvolvimento do PCS e redesenho da parceria portuária.

Na Europa, há casos de aplicações privadas em desenvolvimento em portos na Holanda e na Bélgica, que estão a oferecer serviços logísticos inovadores. Um exemplo é a *Ertico ITS Europe*, fundada por 15 organizações de cinco setores empresariais. Com o lema, “Cooperação e Coordenação, para um melhor transporte na Europa”, o objetivo consiste em aumentar a interoperabilidade, a conectividade na otimização dos fluxos de carga e facilitar a gestão da cadeia de abastecimento, fazendo melhor uso dos recursos existentes. Até 2030, a meta é conseguir uma logística e transporte de carga contínuos e, até 2025, alcançar a digitalização e automação completa das operações de frete e logística. E a criação de sinergias entre tendências tecnológicas (ou seja, Inteligência Artificial, *Big Data*, Internet das Coisas, Automação) e soluções inteligentes para Transporte e Logística. A *Ertico* também promove a cooperação internacional por meio de muitos

projetos europeus (Caldeirinha; Nabais, 2020).

4 Metodologia

A presente pesquisa ancora-se no estudo de dois casos, tendo como objetos de investigação o Porto do Itaqui e o TMPM-Vale. O objetivo da aplicação de Estudo de Caso é compreender o funcionamento, planejamento, caracterização e investimentos tecnológicos dos dois Portos, para confrontar os resultados e realizar proposições.

Este estudo compreende as seguintes etapas: elaboração do protocolo de estudo; caracterização dos portos; análises documentais; realização das entrevistas e análises dos dados coletados. Utilizou-se como fontes de evidências documentação, registros em arquivos, entrevistas, observação direta e observação participante (Yin, 2015). O destaque recai na técnica de entrevista semiestruturada com perguntas abertas, aplicadas aos gestores dos portos pesquisados, pois eles se tornam as principais fontes de informações.

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevista, como mencionado anteriormente, a partir da aplicação do questionário com questões abertas.

Tal escolha possibilitou a comparação dos resultados, bem como deu margem para compreender a percepção dos *stakeholders*, as suas necessidades e prioridades, vislumbrando contribuições para aferir a construção de proposições com sugestões de aplicações de tecnologias IoT, gestão e sistemas cooperativos nos portos do Maranhão. Nesse sentido, os critérios de tratamento dos dados envolvem a análise de técnicas dos especialistas entrevistados, juntamente com os dados obtidos no referencial teórico com a pesquisa de alguns portos do mundo que já aplicaram esses tipos de tecnologia nos seus portos.

Esta análise de dados traz maior concisão ao estudo, considerando as etapas de “pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados, inferência e interpretação”.

A seguir são apresentadas as etapas metodológicas executadas.

A primeira fase metodológica refere-se à elaboração da Revisão da Literatura com o desenvolvimento de um referencial teórico, apresentando os conceitos fundamentais para sustentação e fundamentação da pesquisa, incluindo estudos sobre o sistema portuário, tecnologia, transformações digitais (IoT), gestão e sistema de cooperação.

A segunda fase apresenta um modelo de referência do presente estudo, com a finalidade de esclarecer como foram desenvolvidas suas etapas para atingir os objetivos do presente trabalho. Na terceira fase desenvolveu-se o estudo de caso envolvendo o Porto do Itaqui e TMPM-Vale. A quarta fase refere-se à análise e discussão dos dados resultante do estudo de caso e as proposições para soluções do problema da pesquisa a partir dos resultados obtidos na entrevista com os *stakeholders* dos portos pesquisados.

Por fim, a quinta e última fase representa a Conclusão do estudo, em que é tecido um diagnóstico quanto aos objetivos e hipóteses elencados para o estudo, além de discussões sobre vantagens e limitações da metodologia adotada.

A seguir apresentamos uma breve caracterização dos portos que foram selecionados para a construção do estudo de caso.

O Porto do Itaqui caracteriza-se como um porto de águas profundas, atendendo a demanda logística não somente do Nordeste do País, mas também do Norte e do Centro-oeste. Em 2022 movimentou 33 mi t, 2021 31 mi t, 2020 25 mi t e em 2019 25 mi t., configurando-se como o quarto maior porto público do Brasil em movimentação nos últimos quatro anos (ANTAQ, 2023).

O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) tem como principal negócio, a mineração, porém ele atua em logística com ferrovia, portos, terminais, centros de distribuição,

energia e siderurgia. Seu modelo de gestão se caracteriza como um sistema integrado com estratégia de integração vertical (Ferreira; Godoy; Valentim, 2020).

A exploração de um dos maiores depósitos de minério de ferro do mundo é viabilizada pelo Sistema Norte composto pelas minas em Carajás, no estado Pará, a EFC por onde escoo o minério e o TMPM, em São Luís, no estado Maranhão, onde se realiza o embarque do produto (Nunes *et al.*, 2015). É o maior terminal do Brasil em volume, movimentando em 2022 167.995.183 mi de t (ANTAQ, 2023).

5 Análise dos Resultados

As entrevistas com os especialistas portuários (gestores) de cada local de pesquisa (Porto do Itaqui e TMPM-Vale) foram realizadas individualmente, sendo uma de modo presencial (Gerente de Logística da EMAP) e as demais, por meio de videoconferência, devido ao cenário da pandemia de Covid-19, cumprindo assim, protocolo de Saúde alinhado à legislação vigente e recomendação de autoridades legais do Governo do Estado Maranhão. As entrevistas ocorreram de fevereiro a março de 2022 e os momentos com os gestores foram gravados, assegurando-se a preservação das identidades.

Quadro 1 – Recorte da entrevista realizada

| PERGUNTAS | PORTO DO ITAQUI | TMPM |
|--|---|---|
| Qual Finalidade de implantar uma Transformação digital? | Automatizar a Empresa. | <ul style="list-style-type: none"> - Objetivo Principal: Remoção de pessoas a área de risco - Objetivos Secundários: Melhorar a Produtividade com a automação; - Melhor reaproveitamento da força de trabalho; - Automação das Máquinas de pátio. |
| Áreas prioritárias para a implantação da Transformação digital | Áreas de Operações | <ul style="list-style-type: none"> - A área de operações de pátio e área de Manutenção. |
| Mais avançados tipos de inovações tecnológicas implantadas nos últimos anos | <ul style="list-style-type: none"> - Implantação do CCO - Sistema de rádio e comunicação; - Automação das portarias e balanças | <ul style="list-style-type: none"> - Inteligência Artificial; - Operação remota de carregadores de navios; - Operação autônoma; - Recuperadoras dos carregadores. |
| Existe a tecnologia IoT? | SIM | SIM |
| Papel dos entrevistados na introdução de novas tecnologias como a IoT | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Head</i> de inovações: criar processos, estrutura e métodos e trazer conhecimento de fora para dentro e de levar esse conhecimento também de dentro para fora. - Gerente de Tecnologia: | <ul style="list-style-type: none"> - Supervisor de Operações e Recuperação de Pátio: procurar soluções em conjunto com outras equipes da empresa para resolver problemas na introdução de novas tecnologias como a IoT. - Gerente de Inteligência Artificial: trazer tecnologias aplicadas ao |

| | | |
|---|--|---|
| | <p>proposição de novas tecnológicas a serem adotadas de acordo com as necessidades do cliente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gerente de Logística: analisar a viabilidade da implantação de novas tecnologias no porto e quando esta tecnologia está sendo implantada tenho o papel de dar suporte a sua implantação e avaliar se está gerando o resultado esperado. | <p>projeto que está sendo desenvolvido e verificar trabalhos que estão sendo realizados manualmente e tentar transformá-lo para soluções que possam ser automatizadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gerente de Tecnologia: mapear as necessidades da empresa e trazer para dentro dela as tecnologias emergentes e analisar algumas tecnologias que possam facilitar o trabalho e criar projetos com base nesta busca. |
| <p>Principais dificuldades para implantar um tipo de transformações digitais como a IoT?</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Burocracia na Contratação de processos; - Cultura dos colaboradores em aceitar novos processos. | <ul style="list-style-type: none"> - A organização aceitar a necessidade do investimento neste tipo de tecnologia; - A experiência de quem vai implantar essa tecnologia e quem vai operar na empresa; - A cultura das pessoas; - A fundação de dados; - Governança para a manutenção das tecnologias IoT. |
| <p>Principais benefícios com a implementação da IoT para esses portos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Automação e controle - Acesso à informação em tempo real; - Melhor qualidade de vida; - Redução de custos; - Aumento da eficiência; | <ul style="list-style-type: none"> - Automação e controle - Acesso à informação em tempo real; - Novas oportunidades de negócios; - Melhor qualidade de vida; - Redução de custos; - Aumento da eficiência. |
| <p>Principais benefícios com a implementação da IoT para esses portos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Redução de exploração ao meio ambiental; | <ul style="list-style-type: none"> - Rastreamento de pessoas |
| <p>Existe cooperação como gestão</p> | <ul style="list-style-type: none"> - No sentido de divisão de custos, NÃO existe. - Como parceiro, SIM. | <ul style="list-style-type: none"> - No sentido de divisão de custos, NÃO existe. - Como parceiro, SIM. |
| <p>Experiência dos colaboradores para a utilização das transformações digitais.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Reconhecem sua competência e entendem que estão preparados para novos desafios. | <ul style="list-style-type: none"> - Após os colaboradores entenderem que o processo de automação facilitava seu trabalho e observaram as vantagens do projeto de automação, hoje os próprios funcionários procuram elaborar projetos de automação. |
| <p>Existe a Competição</p> | <p>SIM</p> | <p>NÃO</p> |

| | | |
|---|-------------|-------------|
| Existem Redes de sistema de cooperação ou rede de cooperação | NÃO existe. | NÃO existe. |
|---|-------------|-------------|

Fonte: Elaboração própria baseado nas entrevistas.

Nos dois casos analisados, o estudo constatou que não existe compartilhamento de sistemas de informação com outras empresas que poderia ser classificado como redes de sistema cooperativos.

Os dados coletados no Porto do Itaqui evidenciaram que, apesar do projeto de implantar um sistema cooperativo estar inserido no Planejamento Estratégico deste porto, o compartilhamento de informação não foi finalizado no sistema. A rede de cooperação que existe no porto está relacionada mais às questões técnicas do que estratégicas.

Com relação ao TMPM, os dados esclareceram que existe um compartilhamento de informação por meio de um amplo banco de dados que disponibiliza as informações com as empresas que possuem algum tipo de contrato ou parceria com a Vale. Desse modo, os problemas são publicados no sistema e as empresas compartilham informações e ideias de vários canais.

No Porto do Itaqui, encontra-se em fase de concepção o programa chamado PCS, plataforma que integra sistemas agentes privados e públicos para facilitar o transporte marítimo. Essa plataforma de integração compartilha informações da comunidade portuária proporcionando maior eficiência, dinâmica e planejamento nas operações por meio dos sistemas de informação. Portanto, o PCS possibilita conectar os portos do mundo e esse é um passo necessário para que os portos marítimos nacionais se tornem mais competitivos.

No Porto do Itaqui, a cooperação no sentido de divisão e troca de conhecimentos com outras empresas ligadas à área portuária ocorre com frequência. Já no TMPM foi constatado que no âmbito nacional é mais fácil existir uma cooperação no sentido de divisão e troca de conhecimentos do que no âmbito local.

Os dados coletados evidenciam que a cooperação do TMPM necessita progredir e ampliar. Nesse sentido, o porto contém em andamento um projeto de cooperação logística em São Luís do Maranhão. O objetivo é integrar parceiros com interesses comuns, ou seja, fomentar a cooperação e montar um *hub* de logística. Contudo, por questões de investimento e processos burocráticos, o projeto não tem progredido, mesmo porque não existe um programa estruturado de cooperação com outras empresas. Sendo assim, o estudo constatou que inexistente a gestão cooperativa tanto no porto do Itaqui como no TMPM, no que diz respeito à divisão de custos.

5.1 Proposições

Cada uma das fases da presente pesquisa contribuiu de forma progressiva para a construção de proposições de uso do IoT e de sistemas de cooperação já aplicados em algum porto do mundo, para implantação no Porto do Itaqui e no TMPM-Vale. Nesse sentido, a presente seção apresenta proposições dirigidas aos portos investigados em relação ao IoT, Gestão Cooperativa e Sistemas Cooperativos.

Primeira Proposição de Implantação IoT – Porto do Itaqui

A instalação de balanças rodoviárias com tecnologias como sensores de posicionamento, display remoto, TAG transponder, Cartão e Leitor RFID ou QR Code, câmera OCR e LPR.

Um dos especialistas entrevistados no Porto do Itaqui esclareceu que alguns problemas atrasam o processo de movimentação de carga, como por exemplo, a questão do alívio de carga;

ou seja, quando o caminhão sai do cais acima do peso permitido. A condição de sobrepeso demanda que o caminhão retorne para retirar o excesso da carga de acordo com a legislação vigente. Esse processo de pesagem não é produtivo porque o caminhão sai do ciclo e volta para o final da fila para pesagem novamente, acarretando atrasos para o cliente e congestionamento de caminhões no porto.

Desse modo, sugere-se a implantação de algumas ferramentas IoT no Porto do Itaquí, com o poder de identificar sobrepeso dos caminhões antes dessa pesagem final, com instalação de alguns sensores na balança. Esse processo deveria ser automatizado para que as filas de caminhões para pesagem nas balanças sejam reduzidas trazendo mais agilidade na movimentação de cargas, praticidade no trabalho, redução de custo e aumento na produtividade nesses portos.

Segunda Proposição de Implantação IoT – Porto Itaquí:

Uma das principais dificuldades encontradas no Porto do Itaquí para implantar um tipo de transformações digitais está relacionada ao excesso de burocracia na contratação de novos processos. Como já explicado na descrição das empresas portuárias pesquisadas, a EMAP, empresa que administra o Porto do Itaquí, é uma empresa pública; por conta disso, qualquer tipo de implantação requer contratos novos mediante os processos de licitação. Logo, a burocracia implica na demora da implantação de novos processos.

Sugere-se que no momento da contratação de novos projetos no Porto do Itaquí ligados a inovações tecnológicas seja implantado, prioritariamente, de acordo com a leis a Lei nº 10.973/2004 (Lei de Inovação), Lei nº 6.404 (marco legal das *startups* e do empreendedorismo inovador), que dispõe sobre a contratação de inovação nas empresas públicas no Brasil para que esses regulamentos licitatórios possam ser aperfeiçoados.

Terceira Proposição de Implantação IoT – Porto do Itaquí e TMPM-Vale:

Tanto no Porto do Itaquí como no TMPM, foi identificado que a cultura dos colaboradores em aceitar novos processos é uma das principais dificuldades para implantar uma tecnologia como IoT.

Sugere-se para esses dois portos, Porto do Itaquí e TMPM, a implantação de um programa que possibilite maior engajamento e treinamento dos colaboradores, principalmente da área de operações, e apresentar a importância de implantação dessas tecnologias como a IoT. Cabe informá-los que a implantação dessas tecnologias não é fazer com que seu trabalho seja substituído por máquina, pois o trabalho humano é necessário para o planejamento e monitoramento de todo esse processo e que essa tecnologia irá facilitar seu trabalho, auxiliar na preservação da sua saúde em relação à segurança, reduzir seu tempo de trabalho, diminuir a quantidades de erros e redução de custos para a empresa.

Quarta Proposição de Implantação IoT – TMPM-Vale:

De acordo com um dos entrevistados do TMPM, uma empresa tal qual como a Vale, existem vários projetos e cada um deles com uma proposta de investimento de milhões de reais para ser executado. Porém, a complexidade de gestão da empresa obriga a criação de uma escala de prioridade de implementação. Sendo assim, apesar dos estudos comprovarem a eficácia da transformação digital por meio da implementação de tecnologia inovadoras, como a IoT, a alta administração é que determina a ordem de execução de cada projeto.

Portanto, o estudo constata que, em função da hierarquia de gestão empresarial, o tempo é um fator que gera atraso de implantação e execução de projetos relacionados à implantação de tecnologias como IoT, embora tais projetos possam trazer vantagens estratégicas e competitivas

para o porto.

A proposição para esse cenário seria a abertura de Licitação para contratação de empresa parceira para implementar a tecnologia de sensores para redução de tempo; ou seja, para solucionar o problema do tempo que tem dificultado o serviço prestado. Essas empresas terceirizadas podem aplicar o IoT criando ambiente unificado, ou *framework*, a fim de interconectar os sensores e dispositivos compartilhando informações entre seus componentes e visualizando os dados entre os membros da rede.

Quinta Proposição de Implantação IoT – TMPM-Vale:

A fundação de dados é mais uma dificuldade apontada para implantar um tipo de transformação digital como a IoT no TMPM. Como informado anteriormente, já existem no TMPM sensores de IoT em quase todas as áreas do Porto. Existe também um trabalho com as plataformas de comunicação “*long range*” (LoRA) que são sistemas focados em sensores e o tráfego de uma pequena quantidade de dados. Porém, a maioria dos sensores deste porto necessita de manutenção.

O Estado do Maranhão é uma região com chuvas intensas no primeiro semestre do ano e o minério que fica armazenado nos pátios do porto, aguardando para ser transportado para o navio, pode receber umidade em razão dessas chuvas. Por conta disso, é necessário um tipo de inspeção com tecnologia mais avançada nessas áreas do porto, porque tais áreas podem alagar comprometendo a qualidade do minério e, principalmente, trazer riscos para a segurança dos funcionários deste porto. Segundo um dos especialistas entrevistados, a robótica foi implantada através de drones que sobrevoam os terminais inspecionando as áreas, em períodos de chuvas, visando identificar as áreas alagadas que geram riscos. Contudo, no período noturno não é possível captar as imagens com a mesma qualidade; por essa razão, foram implantados os robôs que se aproximam das áreas identificadas para capturar as imagens desejadas.

Atualmente, um dos maiores desafios no TMPM consiste na melhoria de comunicação dentro da organização para que tais sensores forneçam mais informações, em tempo real, para todo o porto.

Como proposição, o presente estudo sugere investimento em infraestrutura com a implantação de uma rede com tecnologia IoT que consiga cobrir toda a área portuária. Sugere-se também a implantação de câmeras termográficas que viabilizam a avaliação da qualidade do minério através de uma base de imagens. Desse modo, torna-se viável identificar e analisar a umidade do minério.

Além disso, o estudo sugere investimento em iluminação adaptada automaticamente para beneficiar a visibilidade do minério de ferro nos pátios que estão estocado durante a noite no TMPM e em outras áreas do porto que também necessitam de melhor visibilidade.

Sexta Proposição de Implantação IoT – TMPM-Vale:

No estudo de caso realizado no TMPM neste estudo, a Governança para a manutenção das tecnologias IoT é mais uma dificuldade apontada para implantar um tipo de transformações digitais como a IoT no TMPM. Nesse sentido, um dos especialistas entrevistados apontou que o Porto necessita de maior atenção acerca da manutenção com os sensores.

Sendo assim, o estudo sugere que o TMPM tencione mais inspeção quanto à análise, investimento e manutenção da Infraestrutura de governança, com finalidade de desenvolver um sistema para o monitoramento em tempo real em especial, com os sensores que agilizam a comunicação e devem ser considerados como ativos tangíveis do porto. Portanto, se o sensor começa a falhar, imediatamente, deve-se produzir um alerta para a equipe informando que algo está com defeito e acionar a manutenção.

Proposição para Gestão Cooperativa – Porto do Itaqui e TMPM-Vale:

O presente estudo propõe a formação de redes por elas reduzirem custos entre os associados, em função de compartilharem seus riscos relacionados à resolução de conflitos, produção, transação e informação.

A partir da gestão cooperativa portuária, contratos de dragagem podem ser realizados contendo uma divisão de custo, não somente entre o TMPM e o Porto do Itaqui, mas com todas as empresas que fazem parte do complexo portuário do Porto do Itaqui que necessitam admitir esse tipo de contrato para dar sequência ao seu trabalho no porto.

Por intermédio da gestão de cooperação, as empresas portuárias podem adquirir mais equipamentos nestes processos com menor custo; pois todos os custos serão rateados entre as empresas. No entanto, as organizações portuárias devem elaborar contratos em que atenderão não somente uma empresa, mas todo o complexo portuário do Itaqui.

Proposição para Sistema Cooperativo no Porto do Itaqui e TMPM-Vale:

Para esta proposição, é válido retomar ao conceito do PCS, pois Caldeirinha, Nabais e Pinto (2022) enfatizam que nos principais portos europeus e agentes europeus, o PCS é uma plataforma que suporta a criação de uma rede composta por agentes marítimos, transportadores, empresas logísticas e entidades públicas. PCS se concentra em nível de serviço, redes de parceiros, serviços marítimos, serviços de frete, serviços logísticos e serviços portuários avançados. Esses recursos impactam nas operações portuárias, ou que afetam a cadeia de suprimentos de atuação.

A digitalização no âmbito dos PCS tem fomentado o desenvolvimento de colaboração entre os parceiros da comunidade portuária. A Internet é uma concepção que busca novas soluções entre logísticas integradas na interoperabilidade de abastecimento e integração, incluindo o transporte marítimo.

Faz-se a proposição de implantação do sistema PCS no Porto do Itaqui e TMPM, em razão de ser uma plataforma eletrônica que reúne e integra as informações e sistemas, de acordo com sua evolução de implantação, além de ser um sistema cooperativo. Quando implantado, os tipos de IoT podem trazer para esses portos no Maranhão, vantagens competitivas tais como as já existentes em outros portos no Brasil e no mundo.

6 Conclusão /Contribuição

A cooperação estratégica entre portos possibilita que a empresa portuária aumente suas ações estratégicas, fortaleça suas operações, adicione valor aos seus serviços, aperfeiçoe o acesso ao mercado, aprimore conhecimento tecnológico, apure as habilidades organizacionais e acresça força financeira. O investimento em IoT apresenta-se como fator inevitável nesse segmento, que almeja aumentar a transparência da cadeia de suprimentos e agilizar as tomadas de decisões em redes amplamente distribuídas. Logo, a cooperação é um fator que está diretamente relacionado com a IoT, porque ambos se conectam para atingir um objetivo específico. Nesse contexto de inovação portuária com a tecnologia IoT, pode-se identificar que muitas atividades de alta complexidade dependem de métodos de cooperação estratégica tanto na gestão das organizações quanto na gestão dos sistemas.

O atual ambiente portuário necessita de rápidas mudanças, dado que uma única empresa portuária não possui todos os recursos, conhecimentos, tecnologias da informação necessários para o mercado. O sistema de cooperação permite que o setor aprenda e some conhecimento entre seus parceiros para o seu desenvolvimento interno nas organizações envolvidas.

Por meio das entrevistas com gestores especializados nos dois portos analisados, os dados evidenciam que os objetivos estabelecidos pela pesquisa foram atingidos. Os entrevistados apontaram que as áreas priorizadas para a implantação da tecnologia IoT foram as áreas de Operações e Manutenção. Por isso, pode-se concluir que essas áreas se configuram como as mais estratégicas no uso desse tipo de tecnologia, sendo que as principais dificuldades encontradas na aplicação de transformações digitais como a IoT são a burocracia na contratação de novos processos e a cultura dos colaboradores em aceitar novos processos.

O setor portuário nacional enfrenta uma quantidade excessiva de burocracia, causando demora na liberação da carga, excesso de tempo gasto com a documentação requerida e atraso nas obras de infraestrutura. Para diminuir a burocracia relativa à governança, é imperativo intensificar a integração setorial e garantir a conexão dos planos de desenvolvimento para resultados mais coordenados para o setor. Além do mais, é necessário garantir a profissionalização da gestão dos portos organizados, de modo a promover o aumento da competitividade do comércio nacional e no exterior.

Os gestores do Porto do Itaqui também argumentaram que, em razão de ser uma empresa pública, o processo de contratação é lento e burocrático e, após a contratação, a principal dificuldade dos gestores é a cultura da resistência às mudanças geradas pelos novos processos de transformação tecnológica. Na mentalidade dos colaboradores, o processo de automatização está atrelado à demissão. Nesse sentido, destaca-se o trabalho de engajamento dos gestores em mostrar que automatização dos equipamentos está relacionada à preservação da saúde, ao aumento da segurança, à redução da jornada de trabalho, à diminuição dos erros e à redução de custos.

Outro empecilho para a transformação digital nos portos correlaciona as contratações de funcionários, pois esse processo demanda conhecimento da área especializada do Direito para embasar as licitações. Esse profissional deve possuir domínio nas questões relacionadas à governança portuária; ao regulamento de licitações e contratos; ao plano de carreira, a empregos e salários; à revisão do plano de empregos comissionados, dentre outras questões jurídicas que têm dificultado vários processos nos portos.

Este estudo realizou um diagnóstico de IoT nos Portos do Itaqui e TMPM-Vale, em que se constatou que muitas dificuldades enfrentadas nessas organizações portuárias poderiam ser solucionadas por meio do processo de inovação tecnológica, como a IoT.

Perante os diagnósticos, o estudo apresentou propostas no capítulo de proposições de implantação para os dois portos do Maranhão relacionadas ao processo de transformação digital, que pode tornar viável o desenvolvimento de novas práticas digitais, aumentando a qualidade dos serviços e a eficiência na logística de gestão.

Assim, como já esclarecido, não existe nos dois portos pesquisados a prática de gestão cooperativa no sentido de divisão de custo e nem a existência de sistema cooperativo, por isso, o capítulo proposição também sugeriu a implantação dessas duas práticas nesses portos pesquisados, por entender a importância do seu desenvolvimento competitivo e estratégico diante aos portos do mundo.

Certamente, uma pesquisa dessa natureza apresenta um conjunto de limitações relacionados ao contexto de investigação.

O primeiro fator está relacionado ao contexto de pandemia de Covid-19. O isolamento social impediu a expansão do número de entrevistas; ou seja, limitou a construção de uma rede de contatos mais ampla. Apesar disso, os dados coletados nas entrevistas permitiram analisar e atingir os objetivos estabelecidos.

O segundo, apesar do esforço empregado, deu-se em razão de o estudo apresentar limitação das proposições apresentadas, ou seja, caberia uma discussão mais aprofundada e debatida entre

especialistas para cada uma delas.

Os dados coletados possuem potencial de aprofundamento, tais como aprofundar a cultura de resistência dos colaboradores às mudanças geradas pelos novos processos de transformação tecnológica e discutir sobre dificuldades enfrentadas pelos portos mediante a quantidade excessiva de burocracia.

Outro trabalho futuro está relacionado à divulgação deste estudo, a fim de continuar o debate acerca do empenho para evolução tecnológica do setor portuário. Igualmente cabe estimular a discussão com os governos locais, quer na perspectiva do investimento e implementação tecnológicos, quer na perspectiva de criação de sistemas de cooperação.

REFERÊNCIAS

AL KADERI, F.; KOULALI, R.; RIDA, M. Automated management of maritime container terminals using internet of things and big data technologies. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART CITY APPLICATIONS*, 4., 2019, Casablanca, Morocco. **Proceedings** [...]. New York: ACM, 2019. p. 1-6. DOI: 10.1145/3368756.3369046.

AMBER COAST LOGISTICS. The role of port development and cooperation from a strategic perspective. *In: SCANDINAVIAN TRANSPORT CENTRE. How to create a central hub in STC: Port of Køge and hereby enhance collaboration in the Baltic Sea Region - Final Report*. Køge, Denmark: STC, 2012. p. 1–92. Disponível em <https://businessdocbox.com/Logistics/101828905-The-role-of-port-development-and-cooperation-from-a-strategic-perspective-how-to-create-a-central-hub-in-stc-port-of-koge-and-hereby-enhance.html>. Acesso em: 04 jan. 2021.

ANTAQ. **Estatístico aquaviário**. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://web3.antaq.gov.br/ea/sense/index.html#pt>. Acesso em: 01 out. 2023.

BROOKS, M. et al. **Strategic cooperation in peripheral ports: The case of Atlantic Canada's Ports**. *Canadian Journal of Transportation*, 4(1), pp. 29-42.2010. Disponível em <https://cjc-rc.calgary.ca/index.php/cjt/article/view/15838> Acesso em 10/02/2021.

CALDEIRINHA, V.; NABAIS, J. L. **Toward a physical Internet: Meeting the global logistics sustainability grand challenge**. (2020). Disponível em <https://link.springer.com/article/10.1007/s12159-011-0045-x> . Acesso em 24/04/2022.

CENTENARO, A.; LAIMER, C. G. Relações de cooperação e a competitividade no setor supermercadista. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, v. 19, n. 63, p. 65–81, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7819/rbgn.v0i0.3070>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbgn/a/QrYNZ536Z8J3Xsz6tmGnwx/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 01 out. 2023.

CHANDRA, D. R.; VAN HILLEGERSBERG, J. Governance lifecycles of inter-organizational collaboration: A case study of the port of Rotterdam. **Procedia Computer Science**, [s. l.] v. 121, p. 656–663. 2017. DOI: 10.1016/j.procs.2017.11.086. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705091732286X>. Acesso em: 01 out. 2023.

DECAS, K.; KAILAS, A. Strategies to prepare future port and intermodal workers for transformational technologies. *In*: Reeb, T. (ed.). **Empowering the new mobility workforce: Educating, training, and inspiring future transportation professionals**. Amsterdam: Elsevier, 2019. cap. 4, p. 1–18. *E-book*. DOI: 10.1016/B978-0-12-816088-6.00004-3.

Ferreira, A., Godoy, P. E., e Valentim, J. **Digitalização Portuária: estudo de caso do pátio autônomo do Porto Norte da Vale**. In Anais do VII Congresso Internacional de Desempenho Portuário. Florianópolis: UniSul, Ufsc e Universidade de Valencia, 2020, (p. 580-596). Disponível em <https://2020.cidesport.com.br/wp-content/uploads/2020/11/anais.cidesport.2020.pdf> Acesso em 19/07/2021.

GEROSA, M. A.; FUKS, H.; LUCENA, C. J. P. Elementos de percepção como forma de facilitar a colaboração em cursos via Internet. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 12., 2001, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: UFES, 2001. p 115–124. Disponível em <http://ojs.sector3.com.br/index.php/sbie/issue/view/21>. Acesso em: 11 fev. 2021.

GORDON, J. R. M.; LEE, P. M.; LUCAS, H. C. A resource-based view of competitive advantage at the Port of Singapore. **Journal of Strategic Information Systems**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 69-86, mar. 2005. DOI: 10.1016/j.jsis.2004.10.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096386870400037X>. Acesso em: 01 out. 2023.

GOUVEIA, L. Transformação digital: desafios e implicações na perspectiva da informação. *In*: MOREIRA, F. *et al.* **Transformação digital: oportunidades e ameaças para uma competitividade mais inteligente**. Faro: Silabas e Desafios, 2018. cap. 2. p. 5–28.

HUO, W.; ZHANG, W.; CHEN, P. S. L. Recent development of Chinese port cooperation strategies. **Research in Transportation Business and Management**, v. 26, p. 67–75, Mar. 2018. DOI: 10.1016/j.rtbm.2018.01.002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210539517301281>. Acesso em: 01 out. 2023.

LEITE, E. M. A. **Cooperação empresarial: o caso Aerosoles**. [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Porto, cidade do Porto. 2003. Disponível em https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/4984/1/DM_Eduardo%20Leite.pdf. Acesso em 02/02/2021.

LIGGESMEYER, P. Die Vorstandsperspektive. **Informatik Spektrum**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 357–358, 2013. DOI: 10.1007/s00287-013-0716-x. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00287-013-0716-x.pdf>. Acesso em: 01 out. 2023.

MAFFEI, C. Criação de valor nas empresas de transporte e logística. **Revista Mundo Logística**, Maringá, 21 set. 2016. Disponível em <https://revistamundologistica.com.br/artigos/criacao-de-valor-nas-empresas-de-transporte-e-logistica>. Acesso em: 01 out. 2023.

MANGAN, J.; LALWANI, C.; FYNES, B. Port-centric logistics. **The International Journal of Logistics Management**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 29–41, 2008. DOI: 10.1108/09574090810872587. Disponível em:

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09574090810872587/full/html>. Acesso em: 01 out. 2023.

NUNES, L. C. C. *et al.* Eficiência Portuária: estudo de caso no terminal marítimo Ponta da Madeira – Vale. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESEMPENHO PORTUÁRIO*, 2., 2015, Florianópolis, 2015. **Anais** [...]. Florianópolis: Unisul; UFSC; Universidade de Valencia, 2015. p. 1–30. Disponível em https://2015.cidesport.com.br/sites/default/files/artigo._eficiencia.portuaria.vale_.pdf Acesso em: 06 mar. 2021.

O MERCADO de portos inteligentes chegará a US \$ 2 bilhões até o final de 2025. **Mundo Marítimo**, 3 enero 2020. Disponível em <https://www.sopesp.com.br/2020/01/03/o-mercado-de-portos-inteligentes-chegara-a-us-2-bilhoes-ate-o-final-de-2025/>. Acesso em: 06 jun. 2021.

SARAIVA, J. Transformação digital agiliza as operações dos portos: novas tecnologias reduzem a burocracia e aprimoram o monitoramento e a segurança da movimentação de cargas. **Valor Econômico**, São Paulo, 17 out. 2019. Disponível em <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2019/10/17/transformacao-digital-agiliza-as-operacoes-dos-portos.ghtml>. Acesso em: 17 out. 2019.

SIA PARTNERS. **The Internet of Things in transportation: Port of Hamburg case study**. Paris, 2016. Disponível em <http://transport.sia-partners.com/20160930/internet-things-transportation-port-hamburg-case-study>. Acesso em: 31 ago. 2020.

SILVA, D. H. Cooperação internacional em ciência e tecnologia: oportunidades e riscos. **Revista Brasileira de Política Internacional**, Brasília, v. 50, n. 1, p. 5–28, jun. 2007. DOI: 10.1590/S0034-73292007000100001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpi/a/RZMgtvf45g37XvYNqsQmYVN/>. Acesso em: 01 out. 2023.

XISONG, D. *et al.* Intelligent ports based on Internet of Things. *In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE OPERATIONS AND LOGISTICS, AND INFORMATICS*, 2013, Dongguan. **Proceedings** [...]. Piscataway: IEEE, 2013. p. 292–296. DOI: 10.1109/SOLI.2013.6611428. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6611428>. Acesso em: 01 out. 2023.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015.