

RELEVÂNCIA E IMPACTOS DOS SISTEMAS DE CONTROLE DE TRÁFEGO MARÍTIMO: UMA ANÁLISE SOBRE O PORTO DO RIO DE JANEIRO

Jéssica Germano De Lima Silva¹

William De Sousa Moreira²

RESUMO

Este artigo discute os possíveis benefícios da implementação de sistemas de gerenciamento e informação do tráfego de embarcações (*"vessel traffic management information system"* - VTMS) no âmbito do Porto do Rio de Janeiro, sob tutela da Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ). A partir de uma base teórica, conceitual e empírica, defende-se que os sistemas de gerenciamento de tráfego marítimo possuem importância tanto para a segurança da navegação e das operações no espaço marítimo, como para a geração de impactos positivos relacionados a questões econômicas, ambientais, estratégicas e de defesa. Trata-se de uma pesquisa aplicada de natureza exploratória, cujas análises se apoiam no método indutivo, com elementos empíricos obtidos em pesquisa de campo na CDRJ. Realizou-se um levantamento bibliográfico e documental, artigos científicos e relatórios técnicos, em âmbito nacional e internacional. Foram ouvidos especialistas no tema. O trabalho aponta a natureza dual dos benefícios advindos do emprego de tecnologias avançadas na gestão das atividades portuárias, seja para a segurança da navegação, seja para a eficiência dos processos e atividades do porto, seja para o meio ambiente, seja para o incremento da consciência situacional marítima e, por conseguinte, da segurança marítima. Contudo, um alerta é feito para possíveis impactos sociais derivados de uma acelerada automação e digitalização dos serviços portuários. Por fim, a pesquisa conclui que é necessária a implementação de um sistema de gerenciamento e informação do tráfego de embarcações, no modelo VTMS, para a adequação do porto aos padrões internacionais, no sentido de manter a competitividade e a sobrevivência do empreendimento portuário.

Palavras-chave: porto do Rio de Janeiro; portos; gerenciamento de tráfego de embarcações; VTMS; VTS; portos inteligentes; e-*Navigation*.

¹ Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM) da Escola de Guerra Naval (EGN), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. E-mail: jehgermano7@gmail.com - ORCID <https://orcid.org/0009-0007-7399-7357>

² Assessor de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) da EGN, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, Brasil. E-mail: williamsm2k@gmail.com - ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0281-6436>

INTRODUÇÃO

“Estar ao alcance de um porto era estar ao
alcance do mundo”

Eric J. Hobsbawn

Os portos são conectores fundamentais do mundo globalizado e poderosos elos de intermodalidade para as linhas de comunicação marítimas. Desde as talassocracias da Antiguidade aos empórios mercantis mediterrâneos da Idade Média, atracadouros e portos foram determinantes para o desenvolvimento dos impérios comerciais de cada época. Eric Hobsbawn destacou a conexão entre o porto e a via marítima que, no início do século XIX, poderia ser a mais fácil, barata e, em alguns casos, a mais rápida rota de acesso, em virtude das limitações do transporte terrestre. Nesse sentido, aquele autor afirmou que “Estar ao alcance de um porto era estar ao alcance do mundo”, sugerindo que, naquela visão, “Hamburgo [seria] mais acessível a partir da Bahia do que do interior da Pomerânia”.³

Os portos seguem sendo infraestruturas críticas estratégicas e requisitos essenciais do transporte marítimo e intermodal. Ademais, da eficiência dos portos depende em boa medida a eficiência da atividade econômica como um todo. Assim é que, em tempos de guerra, a minagem do acesso e o conseqüente fechamento de um porto representa um enorme impacto, razão pela qual os países que podem buscam capacitar suas marinhas em *guerra de minas*, com plataformas especializadas em varredura ou caça de minas.

Sabe-se que aproximadamente 80% do volume do comércio global de mercadorias se dá por via marítima (UNCTAD, 2021), sendo que cerca de dois terços desse comércio ocorrem em países emergentes, como o Brasil. No cenário nacional, o transporte marítimo é o responsável por mais de 95% das cargas exportadas e importadas. Em adição, destaca-se que cerca de 80% do produto interno bruto (PIB) do Brasil tem origem nos estados costeiros (Brasil, 2018). Esses dados põem em protagonismo o papel dos portos, públicos ou privados, como vetores estratégicos do desenvolvimento econômico dos países.

Ao longo da história, os empreendimentos portuários

3 “*To be within the reach of a port was to be within the reach of the world*”. Hobsbawn, E. J. (2010, p. 21. Tradução livre).

movimentaram cargas, produtos e *commodities*, com uso intensivo de mão de obra humana. Contudo, o avanço da ciência e da tecnologia veio propiciando a adoção de modelos de operação automatizados, com sistemas centrados em redes e interconectados com outras plataformas, visando principalmente a redução de custos e a maximização dos lucros. Assim surgiu o conceito de “*smart port*”, o porto inteligente que congrega em si os elementos tecnológicos da chamada *Indústria 4.0*, sobretudo aquelas relacionadas, por exemplo, às tecnologias de informação e comunicação (TIC) e à Internet das coisas (IoT), (Gorges, 2020; Yau *et al.*, 2020).

Atualmente, os maiores portos do mundo atuam nos padrões estabelecidos pela lógica do “*e-Navigation*”, como os de Roterdã, Xangai e Cingapura. Esse é um conceito da Organização Marítima Internacional (IMO)⁴, estruturado na harmonização por meios tecnológicos de sistemas de navegação e serviços de apoio em terra, com vistas à proteção, à segurança e à preservação do ambiente marinho (IMO, 2008).⁵ Desse modo, os *smart ports* automatizam grande parte de suas operações, com sistemas e serviços interconectados mediante redes de compartilhamento de dados e informações.

Apesar de os portos dos países desenvolvidos buscarem a continuada evolução tecnológica, a automação e a interoperabilidade de operações, o caso brasileiro se revela distinto. Embora majoritariamente dependente do comércio internacional, em geral o Brasil apresenta um preocupante quadro de defasagem tecnológica em relação ao setor portuário de outros países (Souza *et al.*, 2020), ressalvadas exceções de alguns terminais específicos de portos privados ou públicos.

Nesse sentido, esta pesquisa perscrutou a relevância econômica, de defesa e estratégica do projeto do Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações (“*Vessel Traffic Management Information System*” - VTMISS) no Porto do Rio de Janeiro (RJ), e teve como objetivo central compreender os motivos pelos quais o VTMISS pode ser um elemento importante para a plena operação, eficiente e segura, das atividades desenvolvidas no porto em questão, com transbordamentos para a área de defesa.

4 IMO - Sigla em inglês da “International Maritime Organization”.

5 A IMO define *e-Navigation* como a “Coleta, integração, intercâmbio, apresentação e análise harmonizados de informações marítimas, a bordo e em terra, por meios eletrônicos, com o propósito de aprimorar a navegação de berço a berço do cais e serviços relacionados, para a proteção e a segurança no mar, bem como a preservação do ambiente marinho”. Disponível em: <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/eNavigation.aspx>. Tradução livre.

No plano metodológico, realizou-se uma pesquisa aplicada, bibliográfica e documental, com o levantamento de artigos científicos e relatórios que tratam sobre o tema em foco, tanto da literatura nacional como da internacional, buscando exemplos de portos no Brasil e no mundo. Uma pesquisa de campo na administração da CDRJ possibilitou levantar dados empíricos e colher a experiência de especialistas e profissionais da área. As análises se apoiaram no método indutivo e focaram especialmente no Porto do RJ.

PORTOS, CIDADES E SISTEMAS DE CONTROLE DE EMBARCAÇÕES

Portões continuamente abertos ao mundo, os portos são caminhos para os fluxos de riquezas, por meio de importações e exportações de bens e serviços, mas também para ilícitos e crimes, como o tráfico de drogas, de armas, de pessoas e de biodiversidade, o contrabando, o descaminho e a lavagem de dinheiro. Políticas de segurança pública consistentes não podem prescindir dos serviços aliados⁶ no esforço interagencial voltado à vigilância dos portos, especialmente em cidades marcadas por altos índices de criminalidade.⁷ Requerem, portanto, sistemas de monitoramento, controle e acompanhamento por parte das instituições de Estado, autoridades e agentes policiais, aduaneiros, sanitários e ambientais, entre outros.

Portos desenvolvem relações simbióticas com as cidades em que se encontram, tamanhas são as influências e interferências recíprocas que pautam a coexistência de ambos. Caso em análise neste trabalho, o Porto do Rio de Janeiro localiza-se na costa oeste da Baía de Guanabara, na cidade e estado do RJ, com extensão de orla marítima do Centro até os bairros da Gamboa, Saúde, São Cristóvão e Caju. Trata-se de um empreendimento portuário de uso público, com características marítimas, em operação desde 1910.

A Autoridade Portuária (AP) é a Companhia Docas do Rio

6 Os denominados “serviços aliados” abrangem os órgãos da administração pública que possuem alguma relação com os serviços portuários, como: forças policiais, órgãos ambientais, alfandegários, sanitários e técnicos.

7 Cita-se como exemplo o Decreto Nº 11.765, de 1 de novembro de 2023, que autoriza o emprego das Forças Armadas na garantia da lei e da ordem (GLO) nos portos do Rio de Janeiro, Itaguaí e Santos, e em nos aeroportos internacionais do RJ e SP (BRASIL, 2023). O citado Decreto foi motivado pelo agravamento da crise de segurança pública no Estado do Rio de Janeiro.

de Janeiro (CDRJ), que adota o nome fantasia de “PortosRio”, sendo responsável pela gestão e operação do referido empreendimento. Em termos econômicos, o porto em tela movimentou em cargas, apenas no ano de 2022, o total de 10,2 milhões de toneladas, sendo 6,1 milhões de carga containerizada (Companhia Docas do Rio de Janeiro, 2023).

Já no aspecto energético, o Estado do Rio de Janeiro é responsável por 80% da produção nacional de petróleo, com perspectivas de aumento desse percentual, contribuindo assim para a segurança energética do país (FIRJAN, 2021). O Estado possui uma indústria de petróleo e gás expressiva, o que se reflete no crescente tráfego de embarcações na Baía de Guanabara. Os atores desse ecossistema realizam as atividades-fim e de apoio ao setor petrolífero no espaço marítimo e nos portos brasileiros, em especial no Rio de Janeiro e adjacências. Daí advém mais um elemento de preocupação, quanto à possibilidade de ocorrência de sinistros e acidentes com tais embarcações, que poderiam gerar consequências ambientais e socioeconômicas de larga escala, com prejuízos diretos e indiretos incalculáveis.

Os meios navais dedicados à atividade petrolífera coexistem no interior do espaço marítimo adjacente ao Porto do RJ com outros tipos de embarcações, de distintos portes e finalidades, como rebocadores, contêineres, cruzeiros, barcos pesqueiros, veleiros, barcos de turismo e lazer, navios de guerra da Marinha do Brasil (MB), assim como embarcações em estado de deterioração ou mesmo abandonadas em fundeadouros. Tal condição de tráfego marítimo intenso e diversificado impõe desafios à segurança da navegação, das infraestruturas da região, do meio ambiente e, em última análise, da segurança marítima. Decorre, pois, uma elevada demanda por consciência situacional desse espaço, de modo a viabilizar a adequada gestão das embarcações que circulam nessa área e evitar situações problemáticas e riscos.

Todavia, apesar do longo período de existência e da relevância para a economia, em âmbito municipal, estadual e nacional, o Porto do RJ ainda carece de estruturas e meios tecnologicamente aprimorados que permitam equiparação aos seus pares internacionais. Contudo, cabe notar que, no bojo da CDRJ, existem iniciativas voltadas à evolução tecnológica, como o exemplo do Projeto do Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações (*Vessel Traffic Management Information System - VTMIS*), em curso desde 2019.

O projeto piloto desenvolvido no âmbito do empreendimento

portuário possui base em um convênio que contempla um Acordo de Cooperação Técnica firmado entre a CDRJ e a Marinha do Brasil, voltado ao desenvolvimento de projetos e atividades que sejam de interesse comum em relação às áreas de monitoramento, vigilância e segurança marítima. As ações conjuntas objetivam implantar, no Porto do RJ, o supracitado Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações, de forma integrada ao Projeto Piloto do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul® (SisGAAz), um projeto estratégico (PE) da MB, sob a égide do Comando de Operações Marítimas e Proteção da Amazônia Azul (COMPAAz) (Brasil, 2019). O citado projeto estratégico da MB tem por missão:

monitorar e controlar, de forma integrada, as AJB [águas jurisdicionais brasileiras] e as áreas internacionais de responsabilidade para operações de socorro e salvamento a fim de contribuir para a mobilidade estratégica, representada pela capacidade de responder prontamente a qualquer ameaça, emergência, agressão ou ilegalidade (Brasil, 2019, p. 1).

A ideia é que, quando operacional, o projeto desenvolvido no Porto do RJ possua interfaces de integração ao SisGAAz, de modo a prover informações úteis tanto à atividade portuária e seus reflexos na economia com um todo e, em especial, na economia do mar⁸, como ao projeto de vigilância, monitoramento e controle do tráfego marítimo por parte da MB, voltado à defesa e à segurança marítima⁹. Cabe ressaltar que essa última é essencialmente um desafio interagencial, sendo, pois, do interesse das diversas instituições de Estado com responsabilidades sobre esse enorme portão de entrada e saída do país, que é um porto.

Pela importância para a soberania nacional, a MB necessita monitorar e proteger o espaço marítimo conhecido como Amazônia Azul®, ampliando a consciência situacional marítima sobre ele e buscando formas de garantir que o espaço esteja seguro e estável, para o pleno desenvolvimento das atividades econômicas que geram empregos e renda

8 A economia do mar é um aspecto da economia que foca as diversas atividades econômicas no domínio marítimo, incluindo as faixas litorâneas que exercem atividades relacionadas ou dependentes do mar.

9 Na língua portuguesa, o mesmo termo “segurança” abrange dois conceitos que são separados na língua inglesa: “security”, associado à segurança nacional e à defesa; e “safety” ligado à segurança da navegação e da vida humana no mar.

para a população, assim como receitas e riquezas ao Brasil.

O volume de informações a serem processadas e disponibilizadas pelo projeto do VTMS no Porto do RJ frisam a relevância dos sistemas e serviços de tráfego de embarcações, que operam em conjunto com os navios, serviços de apoio e sistemas portuários para harmonizar as atividades marítimas, tornando-as precisas, seguras e eficientes. Assim, mais que uma questão de competitividade, a adaptação tecnológica das atividades portuárias se impõe não só no que tange à sobrevivência do negócio, mas pelo que pode proporcionar em termos de apoio à consciência situacional e à proteção de áreas marítimas vitais para o município, para o estado e o país. Em última análise, o agregado de capacitações advindas de um sistema abrangente como o acima citado dá ao empreendimento portuário do RJ uma natureza dual, com benefícios para o desenvolvimento, a segurança e a defesa.

SISTEMAS E SERVIÇOS CONTROLE DE TRÁFEGO DE EMBARCAÇÕES

Ao se discutir os sistemas e serviços de tráfego de embarcações diretamente relacionados aos portos, faz-se necessário conceituar seus principais elementos, os quais são foco deste artigo. Esses sistemas são fundamentais para a eficiência na operação portuária, sobretudo no espectro dos portos inteligentes, que possuem uma dinâmica de processos centrados em redes, com elevado teor tecnológico em sua cadeia de atividades.

A instituição internacional responsável por regulamentar os serviços de tráfego de embarcações¹⁰ é a Organização Marítima Internacional, que consiste em uma agência especializada das Nações Unidas (ONU). A IMO define e adota “medidas para melhorar a segurança do transporte marítimo internacional e para prevenir a poluição dos navios. Também está envolvida em questões legais, incluindo as de responsabilização e compensação, assim como facilitação do tráfego marítimo internacional” (IMO, 2019, p.1).

Os conceitos apresentados a seguir são baseados nas “Normas da Autoridade Marítima” (NORMAM-26),¹¹ documento orientador publicado

10 Através da Resolução A.857(20) “Guidelines For Vessel Traffic Services” (IMO, 1997).

11 Normas da Autoridade Marítima para Serviço de Tráfego de Embarcações (VTS) (Brasil, 2022).

pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN – MB), que é um dos braços representativos da Autoridade Marítima (AM) do país, exercida pelo Comandante da Marinha.¹² O documento em questão é alinhado às regulações emanadas da IMO, de modo a legitimar e introduzir as normas, procedimentos e padrões internacionais no contexto nacional.

Um primeiro tipo de sistema de monitoramento de embarcações a ser apresentado é o Serviço Portuário Local (*Local Port Service - LPS*), em razão de seu nível mais baixo de complexidade tecnológica. O LPS “é um serviço projetado para melhorar a segurança portuária e a coordenação dos serviços portuários com a comunidade, através da divulgação de informações aos navios e aos operadores de atracação e terminal” (Portland Port, 2023). Trata-se de uma instrumentação de coordenação destinada a gerenciar operações no contexto portuário, proporcionando a disseminação de informações pertinentes à condução das atividades inerentes ao empreendimento (Brasil, 2022, p.20). Em um contraste notável em relação a outros sistemas de supervisão de embarcações, a Autoridade Portuária assume a responsabilidade de determinar tanto os equipamentos quanto o escopo do LPS, alinhando-os de acordo com suas necessidades específicas e a complexidade das operações em vigor no porto. Dessa forma, ressalta-se que o LPS, em questão, não necessariamente se pauta por diretrizes ou padrões internacionais estabelecidos por órgãos competentes.

Um segundo tipo de sistema é o “*Vessel Traffic Service*” (VTS). Conforme a NORMAM, é um “auxílio eletrônico à navegação, com capacidade de prover a monitoração ativa do tráfego aquaviário” (Brasil, 2020, p. 06). No caso brasileiro, o propósito anunciado está diretamente associado às responsabilidades da Autoridade Marítima, entre elas a de “ampliar a segurança da vida humana no mar, a segurança da navegação e a proteção ao meio ambiente nas áreas em que haja intensa movimentação de embarcações ou risco de acidente de grandes proporções” (Brasil, *ibid.*). Em alinhamento com a IMO, o VTS deve ser um sistema com capacidades suficientes para interagir com o tráfego marítimo e atores envolvidos nas operações, respondendo às situações que se desenvolvem em sua área de responsabilidade (IMO, 1997).

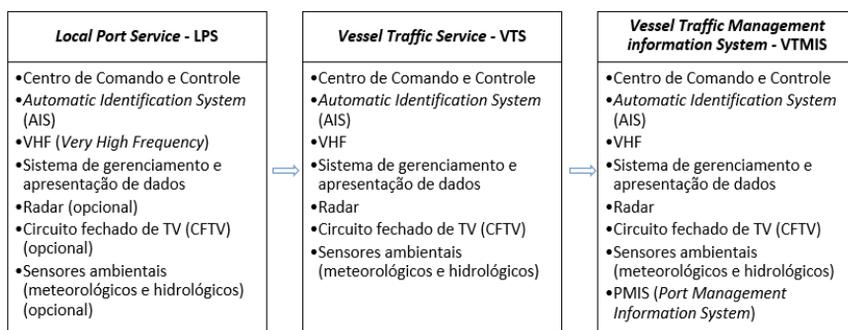
Um terceiro e mais sofisticado sistema é o “*Vessel Traffic Management Information System*” (VTMIS). É uma ampliação do VTS considerada como “um Sistema Integrado de Vigilância Marítima, que permite aos serviços aliados e outras agências interessadas o compartilhamento direto dos

12 Cf. Lei Complementar 97/99, Art. 17 parágrafo único.

dados do VTS, de forma a aumentar a efetividade das operações portuárias ou da atividade marítima como um todo” (Brasil, 2020, p. 09). O VTMISS congrega em seu escopo diversos sistemas, meios, elementos e tecnologias relacionados ao gerenciamento da cadeia de atividades marítimas e portuárias, como por exemplo: de gestão portuária, processamento financeiro, planejamento de atracação de embarcações, segurança orgânica, movimentação de cargas, taxas de serviços, gestão ambiental, apoio à praticagem, entre outros (Brasil, 2022).

É imperativo ressaltar que os sistemas acima mencionados exibem uma relação de progressão intrínseca entre si, denotando uma conexão estreita pautada no grau de desenvolvimento e sofisticação das tecnologias, sistemas, equipamentos e funcionalidades inerentes às suas respectivas abrangências. Em outras palavras, à medida que um LPS é aprimorado com a incorporação de equipamentos, sistemas e capacidades adicionais, ele ascende à categoria de VTS. Esse último, por sua vez, quando recebe refinamentos, melhorias e capacidade de integração entre os atores, ascende à condição de VTMISS. A figura abaixo detalha a citada progressão indicando, da esquerda para a direita, os sistemas e equipamentos de cada fase.

Figura 1 – Características e diferenças entre LPS, VTS e VTMISS



Fonte: Adaptação de Villas-Bôas, Briglia e Vidal, 2022. p. 202.

Sobre o empreendimento atualmente em andamento no Porto do RJ, destinado à instauração do Sistema de Gerenciamento de Informações de Tráfego de Embarcações, é notório observar que, em seu estágio inaugural, não dispunha sequer de um Sistema de Serviço Portuário Local em funcionamento. Consequentemente, a PortosRio tem

empreendido esforços com o intuito de realizar a implementação de cada uma das três fases destinadas à ativação dos sistemas de monitoramento do tráfego de embarcações. A primeira etapa sendo a instauração do LPS, seguida pela consecução VTS e, por último, a realização do VTMIS propriamente dito. A concretização desses sistemas está intrinsecamente ligada a procedimentos licitatórios, aquisição de serviços técnicos, bem como à aquisição e instalação de equipamentos de elevada complexidade tecnológica. Não menos importante é o processo de integração de uma pluralidade de equipamentos, visando à sua atuação conjunta (Villas-Bôas, Briglia e Vidal, 2022).

Cabe considerar que um empreendimento do porte e importância do Porto do RJ necessita dispor de um sistema de gerenciamento do tráfego marítimo adequado para sua segurança. Numa visão holística, tal sistema deve abranger a segurança de suas operações, estruturas, colaboradores e entorno, assim como as embarcações e respectivos tripulantes que operam em seu espaço marítimo. Desse modo, mediante as evidências levantadas, considera-se que o VTMIS poderá tanto garantir os elementos supracitados, assim como auferir benefícios socioeconômicos à administração portuária.

Para o desenvolvimento acurado das citadas atividades, em conjunção com os serviços de tráfego de embarcações, necessita-se que o porto seja suprido de dados e informações em tempo real, que possibilitem o melhor conhecimento do domínio marítimo. Assim, faz-se necessária uma série de tecnologias e equipamentos como: sensores diversos, radares, tecnologia de *Association for Information Systems* (AIS), boias meteo-oceanográficas, câmeras com imagens de alta definição, marégrafos, enlances de dados e informações etc. Isso, para que seja possível o conhecimento do trajeto, carga e posicionamento das embarcações, assim como do contexto ambiental, ou seja: das condições de marés, correntes, visibilidade, vento, clima, profundidade de canal etc.

Assim sendo, percebe-se que os sistemas de tráfego de embarcações estão profundamente relacionados ao conceito de *e-Navigation* e aplicação aos denominados *smart ports*. Entende-se, pois, que existem diversos benefícios diretos e indiretos, obtidos por meio do status de *smart port* e, conseqüentemente, através da utilização de sistemas aprimorados como o VTS e VTMIS. Destes benefícios, pode-se salientar quatro domínios distintos: operacional, ambiental, energético e de "*safety & security*" (Quadro 1).

Quadro 1 - Benefícios Tangíveis e Intangíveis da Implantação dos Sistemas de Gestão de Tráfego de Embarcações nos portos

	Tangíveis	Intangíveis
Domínio Operações	Maior precisão no cálculo do ETA (" <i>Estimated Time of Arrival</i> "), dando maior assertividade ao gerenciamento de filas para atracação, inclusive subsidiando as agências de navegação responsáveis pelos navios.	Melhora na coordenação da cadeia náutica e do complexo portuário, com contribuição para a descarbonização pela redução dos tempos de espera para atracação e de permanência no porto, a partir de um maior, melhor e mais preciso fluxo de dados e informações aos atores responsáveis pelos processos.
	Maior controle estatístico da área molhada do porto	
	Aumento da produtividade da prancha - processo de embarque e desembarque de mercadorias.	
	Maior controle de dados e informações para melhoria na assertividade e insumos analíticos aos tomadores de decisão que gerenciam as operações portuárias.	
	Maior interação informacional entre porto e embarcações.	
	Gestão informacional do VTMS para identificação dos gargalos operacionais, direcionando a administração portuária para investir na produtividade e compra de novos equipamentos.	
Domínio Ambiental	Utilização da gestão informacional promovida pela conectividade para auxiliar na prevenção acidentes com altos custos ambientais.	Mapeamento dos principais gargalos na gestão ambiental, tanto do porto quanto das embarcações
	Gerenciamento mais adequado dos resíduos e potenciais poluentes das embarcações, evitando até mesmo alguns incidentes com poluentes.	
	Auxílio mais preciso na gestão ambiental, fornecendo acesso a variáveis e informações como: maré, vento e águas de estuário.	
Domínio Energético	Gestão dos recursos energéticos das embarcações (geradores de energia) para reduzir a emissão de poluentes nas operações dos navios.	Redução de gastos dos armadores e dos administradores portuários com energia
	Utilização das informações provenientes das bases energéticas <i>off-shore</i> para acompanhamento das condições climáticas (ex: boias oceanográficas).	Busca pela autossuficiência portuária
Domínio Safety e Security	Compartilhamento entre os atores de todos os níveis, que inclua dados, tecnologias wireless, sensores, câmeras, entre outros <i>softwares</i> e <i>hardwares</i> .	Prevenção de poluição e ocorrência de acidentes
	Sistemas de vigilância otimizados para antever e reagir a ameaças físicas e contatar as autoridades competentes.	
	Gerenciamento de riscos às atividades portuárias e às operações das embarcações.	
	Identificação de ameaças potenciais ao porto, internas e externas.	

Fonte: Adaptado de relatório de pesquisa - Escola de Guerra Naval; Fundação Ezute (2021).

O quadro apresentado reflete uma conjunção de pesquisas e estudos consolidados sobre o VTMS e VTS em âmbitos nacional e internacional, capazes de atestar o quanto esses sistemas são fundamentais à logística marítima em um contexto de *e-Navigation*. Advoga-se que o

compartilhamento de informações ocorrido no setor portuário mediante a operação de tais sistemas é capaz de fomentar o aprimoramento das atividades marítimas, possibilitando assim o subsídio à tomada de decisão, com vistas à proteção do meio ambiente marinho, salvaguarda da vida humana no mar e à segurança da navegação (Escola De Guerra Naval; Fundação Ezute, 2021).

Em adição, o relatório em comento, com base nos pontos de vista de diversos autores, defende que os avanços tecnológicos, digitalização e automação no setor portuário promovem uma positiva interconectividade entre os atores envolvidos nas atividades marítimas. Assim, desta relação, apresenta-se um espaço marítimo interdependente, mais produtivo, seguro e eficiente que dialoga em tempo real com todas as contrapartes, provendo benefícios à cadeia logística marítima e à toda comunidade envolvida nesta (Escola de Guerra Naval; Fundação Ezute, 2021).

EXEMPLOS DE VTS E VTMIS E SEUS BENEFÍCIOS

Os avançados sistemas e serviços de tráfego de embarcações são uma característica e uma tendência do setor de transporte e da economia no cenário internacional. No Brasil não pode ser diferente e há, atualmente, dois exemplos exitosos de portos que operam com esse tipo de sistema: o Porto de Vitória, administrado pela empresa Vports, e o Porto do Açu, administrado pela empresa Prumo Logística S/A.

Ademais, existem outros esforços de portos públicos e privados focados no desenvolvimento de projetos de sistemas e serviço de tráfego de embarcações, visando maior eficiência das operações e serviços portuários. Diversos portos ao redor do mundo já operam há décadas esses sistemas e serviços de tráfego de embarcações. Possuem, portanto, infraestruturas e estruturas mais consolidadas e maduras, auferindo benefícios nas mais diversas áreas, advindos da operação assertiva de seus respectivos VTMIS.

O primeiro caso de destaque é o do Porto de Roterdã, localizado nos Países Baixos, considerado o décimo maior porto de contêineres do mundo, que movimentou no ano de 2020 o total de 14,35 milhões de TEU¹³ (World Shipping Council, 2022). Roterdã é um *smart port*, que funciona como um *hub* para toda a Europa e possui suas operações interconectadas, automatizadas e centradas em redes. O processo de automação de operações

13 TEU – “Twenty-foot equivalent unit” ou “unidade equivalente a 20 pés”. Trata-se de uma medida-padrão referente a um container de 20 pés.

permite que, no conjunto, logre-se um ganho de efetividade, economia e segurança. Tais operações são administradas pelo Sistema de Gestão Portuário (*Port Management System – PMS*) do empreendimento europeu, que possui interfaces com o VTMS e diversos serviços. O arranjo foi capaz de reduzir o tempo de permanência dos navios em 30 minutos, mediante planejamento mais eficiente das atracações das embarcações e das movimentações de cargas. Com a implementação do arranjo tecnológico, estima-se uma economia anual de € 150 milhões para os cofres porto, no âmbito das embarcações, considerando-se o custo de € 10.000 por hora por navio (Port of Rotterdam; British Ports Association, 2019).

As cifras de economia não se resumem somente ao tempo de estadia no berço de atracação das embarcações, visto que também houve uma redução do número de incidentes e sinistros, o que equivale a € 7 milhões por ano. Há, ainda, a possibilidade de que os trabalhadores portuários sejam alocados de forma mais harmônica e eficientemente, o que gera uma economia anual de € 2 milhões. No conjunto, o empreendimento acentua a economia anual de € 160 milhões em decorrência da operação do PMS e dos sistemas e serviços a ele integrados, como no caso do VTMS, mandatário para aquele tipo de operação (Port Of Rotterdam; British Ports Association, 2019).

Outro país que não se pode deixar de citar ao se tratar de gestão portuária é a China, segunda maior economia do mundo, com um PIB de USD \$14.72 trilhões e principal parceiro comercial do Brasil (The World Bank, 2022). Devido sua intensa atividade comercial com diversos países do mundo, a China concentra alguns dos maiores portos, em termos de movimentação de cargas em escala global. Um exemplo a ser destacado é o do Porto de Qingdao, sétimo maior do mundo, localizado na costa leste da China, defronte ao Mar Amarelo, um dos mares marginais do Oceano Pacífico. O porto possui VTS desde 1999 e movimentou o total de 22 milhões de TEU no ano de 2020 (World Shipping Council, 2022).

Hongliang (2016) aborda a experiência do referido porto chinês, a partir da análise de dados do PIB da cidade de Qingdao, da capacidade de movimentação de carga do porto, das informações sobre os serviços do VTS e do número de embarcações que utilizaram aquele sistema, isso no intervalo de 2000 a 2015. Foram empregados modelos de cálculos matemáticos e a metodologia *Fuzzy*,¹⁴ com o objetivo de avaliar a eficácia

14 “A Teoria de Conjuntos Fuzzy e os Conceitos de Lógica Fuzzy podem ser utilizados para traduzir em termos matemáticos a informação imprecisa expressa por um conjunto de regras

do VTS, com seu custo-benefício econômico e benefícios sociais. O autor reconhece que os custos iniciais e de manutenção do VTS são elevados e dependem da disponibilidade desses e aceitação por parte da administração portuária (pública ou privada). Além do custo de investimento inicial, os valores envolvem o custo operacional ao longo da vida útil do VTS, o que inclui contratação de serviços, reposição de peças e sistemas, pagamento de pessoal etc. Isso requer uma perspectiva de longo prazo para o VTS e a consciência dos valores gastos e aqueles requeridos para a manutenção do Sistema (Hongliang, 2016).

Ao tratar dos benefícios econômicos diretos, Hongliang aponta que se encontram em três espectros: i) o benefício de segurança, decorrente da redução de acidentes; ii) o benefício de proteção ambiental; e iii) o benefício de eficiência de tráfego. Em relação aos benefícios sociais, o citado autor argumenta que estes extrapolam o campo econômico, ao passo em que contribuem para: melhora da reputação do governo; elevação da imagem do porto; conscientização da segurança pública, que se pode compreender também como a consciência situacional marítima; apoio às atividades dos serviços aliados, ao exemplo de busca e salvamento (SAR); e garantia de direitos, necessidades e interesses da comunidade marítima. Obviamente esses benefícios são de complexa mensuração, o que os tornam mais intangíveis (Hongliang, 2016).

Em outro exemplo chinês, Mou, Zhou, Du e Tang (2016) analisaram o caso do VTS do Porto de Zhoushan, ativo desde o ano de 2003, em que focaram o fluxo do empreendimento desde 2003 até 2012. Os autores utilizaram um arcabouço de metodologias, dados e elementos quantitativos, como por exemplo o fluxo de tráfego de embarcações, fluxo de carga e número de acidentes, para calcular os benefícios do VTS para a China. Para tal, realizaram um estudo de caso com o Porto de Zhoushan, segundo maior da China e terceiro maior do mundo em movimentação de cargas, que atingiu o volume de 28,7 milhões de TEU em 2020 (World Shipping Council, 2022).

Como resultado, os autores categorizaram os benefícios da operação do VTS em quatro áreas, a saber: i) benefício de segurança: que resultou na redução de acidentes e não ocorrência de possíveis acidentes; ii) benefício de eficiência: com a melhoria da capacidade de trânsito do canal, melhora da capacidade de navegação na neblina e melhora na capacidade de navegação noturna dos navios; iii) benefício ambiental: redução de

linguísticas" (TANSCHIEIT, 2004, p. 339).

perdas causadas por acidentes com derramamento de óleo; e iv) redução do custo de supervisão: com a redução do uso de navios de patrulha (Mou; Zhou; Du; Tang, 2016). O quadro a seguir resume esses benefícios.

Quadro 2 - Benefícios da operação do VTS

Segurança	Redução de acidentes e não ocorrência de possíveis acidentes.
Eficiência	Melhorias nas capacidades de trânsito do canal, de navegação na neblina e de navegação noturna dos navios.
Ambiental	Redução de perdas por acidentes com derramamento de óleo.
Custos	Redução do uso de navios patrulha em supervisão.

Fonte : Mou; Zhou; Du; Tang (2016).

Em termos financeiros, os benefícios do VTS do Porto de Zhoushan foram avaliados em 5,9 milhões de yuan por ano. Ao final do trabalho, aplicou-se uma metodologia quantitativa que em síntese quantifica os custos de implementação e manutenção do VTS com os benefícios financeiros auferidos pela utilização dele. O modelo resulta em uma razão de 5,2 para 1 em relação aos ganhos. Assim, os indicadores da pesquisa destacam os benefícios diretos produzidos pelo VTS, acentuando que são consideráveis e muito positivos (Mou; Zhou; Du; Tang, 2016).

Com o objetivo de facilitar a visualização dos benefícios dos sistemas de gestão de tráfego de embarcações, o quadro (Quadro 3) a seguir serve para destacar esses elementos, tendo como base os casos internacionais de portos apresentados anteriormente. Importa observar que estão sendo apontadas as vantagens advindas de cada empreendimento portuário e, portanto, algumas opções tendem a se repetir, o que mostra a convergência entre os benefícios dos referidos sistemas.

Quadro 3 - Benefícios decorrentes dos Sistemas de Gestão de Tráfego de Embarcações

Nº	Benefício	Área	Porto	Pais
1	Planejamento eficiente das atracações das embarcações	Tráfego marítimo	Porto de Roterdã	Holanda
2	Redução de filas e tempo de operações a bordo	Tráfego marítimo		
3	Melhorias no processo de gestão e movimentação de cargas	Logística		
4	Redução do número de incidentes e sinistros	Segurança / Proteção ambiental		
5	Gestão eficiente dos trabalhadores portuários	Gestão		
6	Eficiência de tráfego aquaviário	Tráfego marítimo		
7	Consciência Situacional Marítima das operações	Segurança Marítima	Porto de Qingdao	China
8	Elevação da imagem e reputação do porto	Social		
9	Redução de acidentes	Segurança / Proteção ambiental		
10	Apoio às atividades aliadas	Operações portuárias / Segurança		
11	Redução de acidentes e não ocorrência de outros possíveis acidentes	Segurança / Proteção ambiental	Porto de Zhoushan	China
12	Melhora da capacidade de trânsito do canal	Tráfego marítimo		
13	Melhora da capacidade de navegação na neblina			
14	Melhora na capacidade de navegação noturna			
15	Redução de perdas causadas por acidentes com derramamento de óleo	Segurança / Proteção ambiental		
16	Redução do custo de vigilância decorrente do uso de navios de patrulha	Segurança Marítima		

Fonte: Desenvolvimento próprio com base em Port of Rotterdam; British Ports Association, 2019; Hongliang, 2016; Mou; Zhou; Du; Tang, 2016.

Os três casos internacionais apresentados revelam perspectivas positivas para a relevância e os benefícios, inclusive econômicos e de segurança, dos sistemas de gerenciamento de tráfego marítimo como o VTS e VTMS. Os exemplos são utilizados para frisar a necessidade da existência de um sistema dessa natureza no Porto do RJ, que seja capaz de alçar o empreendimento a um patamar internacional de atuação, garantindo sua competitividade e sobrevivência.

Para que seja possível mensurar e até mesmo calcular os ganhos gerados pela implementação de sistemas como o VTS e VTMS em um porto, são necessários modelos matemáticos complexos, disponibilidade

de diversos dados e informações confiáveis a respeito das atividades. Isto, dentro de uma série histórica, com informações de vários anos, além de recursos financeiros e tempo de maturidade dos sistemas, para que seja possível a realização de uma pesquisa capaz de produzir evidências científicas relevantes. Tal situação faz com que a literatura sobre o tema careça de estudos contundentes que apontem os exatos benefícios econômicos de sistemas como o VTS e VTMIS, sobretudo no âmbito de países em desenvolvimento.

Outrossim, os ganhos ditos intangíveis do VTS e VTMIS têm potencial de favorecer diversas outras áreas relacionadas à atividade portuária e à segurança e à defesa, tais como: salvaguarda da vida humana no mar, responsabilidade social, proteção do meio ambiente marinho, prevenção da poluição hídrica, redução de acidentes, identificação de atividades criminosas, aumento da consciência situacional marítima etc. Ademais, é válido supor que a não materialização de eventos danosos ao porto e seu ambiente resulta em economia de recursos e, por outro lado, caso de fato ocorram, os custos e ônus para a reversão/resolução poderão ser bem maiores. Os custos com prevenção tendem a ser menores que aqueles com reparação. Assim, sob o ponto de vista de ganhos econômicos, parte-se do pressuposto que um ambiente portuário seguro, tecnologicamente integrado e eficiente será capaz de atrair um maior número de cargas, embarcações e clientes, o que proporcionará melhores desempenhos operacionais e, conseqüentemente, econômicos (Kapidani; Bauk; Davidson, 2021).

Conforme os exemplos destacados de portos estrangeiros, os benefícios potenciais do VTS e do VTMIS estão relacionados à segurança da navegação, à proteção ambiental, ao desenvolvimento sustentável e ao aumento da eficiência das operações nos empreendimentos portuários.

Como vantagem decorrente da implementação do VTMIS pode-se considerar também a melhora na eficiência da gestão das embarcações, com a redução das filas e tempos de estadia atracados, e o desenvolvimento de operações portuárias aprimoradas, alinhadas às normas padrões marítimos internacionais. Esse conjunto de elementos destacados poderá melhorar a imagem do porto e de seus serviços perante a comunidade marítima nacional e internacional, com vistas à possibilidade de atração de novos clientes.

Observou-se, também, que urge ao setor portuário brasileiro a modernização de sua estrutura para atender dos padrões e exigências

internacionais, com vistas à execução sustentável de suas atividades e objetivando a preservação da competitividade do país no mercado internacional. Com a possibilidade da materialização do projeto do VTMS, o Porto do RJ poderá se tornar um modelo aos demais empreendimentos do país e da região, além de auferir ganhos econômicos, aprimorar a eficiência e a precisão de suas atividades, reduzir ou até mesmo evitar acidentes e riscos ambientais. Poderá, ainda, garantir a segurança da navegação e contribuir para o desenvolvimento econômico e sustentável do estado do RJ e do Brasil.

A DIMENSÃO SOCIAL DOS PORTOS

Os portos se deixam pensar também como construções políticas, sociais e técnicas. Os avanços da ciência e de suas aplicações fazem acelerar a automação e a digitalização das atividades, características da *Indústria 4.0* e dos *smart ports*, elevando-os a um patamar tecnológico inédito. Estão presentes processos, serviços e produtos inovadores que “incluem a robótica, a manufatura aditiva, conectividade em rede de pessoas, sistemas e equipamentos, capacidade de processamento e análise de grandes massas de dados (*big data*)” e a inteligência artificial, instrumentando novos produtos e serviços (MOREIRA, 2018, p. 306).

A possibilidade de integração dessas tecnologias pode provocar não apenas mudanças nas esferas econômicas, que alteram os paradigmas dos negócios, das indústrias e das relações interpessoais, mas também desencadear transformações no tecido social. Adicionalmente, esse desenvolvimento tecnológico pode acarretar efeitos negativos, tais como desemprego em larga escala, a diminuição de oportunidades de trabalho, a obsolescência de certas profissões e a precarização da mão de obra, especialmente em portos em que há emprego de estiva. Esses desafios decorrem, sobretudo, da automação dos processos produtivos e, em alguns casos, dos serviços (Schwab, 2016).

As implicações sociais desse processo podem ser severas, como mostra a experiência histórica desde a primeira Revolução Industrial, com a mecanização da indústria ocorrida a partir da máquina a vapor. O movimento “*luddism*”¹⁵, no início do século XIX, bem representam essa

15 Movimento iniciado em Nottingham (1811), Inglaterra, por trabalhadores da indústria têxtil que sentiram seus empregos ameaçados pela mecanização advinda da Revolução Industrial, notadamente com a máquina a vapor. O nome deriva de um suposto líder, Nelson Ludd.

possibilidade. As defasagens entre o surgimento de inovações tecnológicas e o tempo para a política gerar mecanismos de proteção social tendem a gerar hiatos gerenciais que podem tensionar o tecido social no mundo do trabalho.

Uma das consequências severas desse processo é a possibilidade do desemprego, decorrente de mudanças estruturais na Economia, que pode ser causada pela introdução de novas tecnologias. O desequilíbrio entre as capacitações do capital humano atualmente existente e as novas habilidades requeridas para um grau elevado de automação e digitalização dos serviços nos espaços portuários pode alijar do mercado de trabalho contingentes expressivos de trabalhadores.

Na concepção de Lima *et al.* (2021), ao longo do tempo, as inovações tecnológicas têm levado à redução de oportunidades de emprego, particularmente no setor industrial. Os autores enfatizam que nas revoluções industriais anteriores, a automação já havia substituído o trabalho humano pelo trabalho realizado por máquinas, e o advento da *Indústria 4.0* segue essa tendência. Portanto, o progresso tecnológico pode ter implicações substanciais nas dinâmicas sociais, incluindo o desemprego estrutural de indivíduos com menor qualificação profissional, cujas ocupações estão mais ligadas ao trabalho físico do que ao intelectual (Lima *et al.*, 2021).

No caso do porto do RJ, os atores políticos, sociais e econômicos com responsabilidades sobre esse processo, entre eles os sindicatos e órgãos de gestão de mão de obra, devem considerar as ações e investimentos em qualificação ou requalificação de pessoal e outros mecanismos que possibilitem mitigar os efeitos adversos que possam advir desse processo.

A DIMENSÃO AMBIENTAL E SUSTENTÁVEL DOS PORTOS

O tema da sustentabilidade possui grande relevância na atualidade. A ciência vem alertando que o consumo excessivo de recursos naturais, a gestão inadequada de resíduos, os incêndios florestais e, em geral, a degradação ambiental causada pelo homem têm causado danos à biodiversidade do planeta. O fantasma da mudança climática faz-se presente na atualidade, com enorme senso de urgência e prognósticos severos com relação ao futuro. As preocupações alcançam a saúde dos oceanos, a elevação do nível do mar em função do aquecimento global, a acidificação e a elevação de temperatura média dos mares, entre outros

alertas.

Com o objetivo de reverter a degradação dos oceanos, as Nações Unidas elaboraram a Agenda 2030, juntamente com os Estados, entidades, instituições e indivíduos. Trata-se de “um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade”, voltado ao desenvolvimento sustentável em nível global (Nações Unidas, 2015, p. 1).¹⁶ Assim, para viabilização dessa Agenda, foram concebidos dezessete objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), que contemplam “169 metas para erradicar a pobreza, proteger o planeta e trazer prosperidade para todos os seres humanos nos próximos 15 anos” (Nações Unidas, 2015, p. 8), ou seja, até o ano de 2030.

Cabe lembrar que, nesse contexto, as Nações Unidas também proclamaram a “Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030)”, iniciativa em prol da recuperação e preservação saúde dos oceanos. Um exemplo desse propósito é o ODS 14 – “Proteger a Vida Marinha”. Por outro lado, embora não consensual, o conceito de “Economia Azul” transformou-se em expressão da moda, advogando em geral o uso mais inteligente e racional dos recursos do mar para o desenvolvimento sustentável, cobrindo diversas áreas da atividade econômica no ambiente marítimo, “da pesca aos ecossistemas marinhos”. Tudo clama pela colaboração da comunidade internacional e por uma melhor integração entre as ciências da natureza e as ciências humanas” (HEIDKAMP; MORRISEY; GERMOND-DURET, 2023, p.15).

O empenho mundial das Nações Unidas direcionou as ações de intervenientes de diferentes esferas, principalmente dos segmentos produtivos, que compreenderam a relevância da sustentabilidade. Nota-se que a comunidade internacional foi adquirindo progressivamente mais informações sobre o assunto e passou a demandar que as empresas se ajustassem a essa nova realidade.

No contexto portuário, navios, embarcações e plataformas marítimas diversas têm elevado potencial de poluição, seja pela emissão de gases do efeito estufa a partir dos motores de combustão, seja por eventuais derramamentos de combustíveis, óleos diversos e produtos químicos, seja pelas águas servidas e pelo lixo produzido a bordo. Cabe acrescentar o perigo da *bioinvasão* pelas águas de lastro, que podem inserir espécies exógenas. A própria área portuária em si e seu entorno, nas

16 O documento foi aprovado pela Assembleia Geral da ONU, através da Resolução A/RES/70/1, de 21 de setembro de 2015.

partes terrestre e marítima, inseridas nos ambientes urbanos, podem gerar impacto relevante em função do tamanho, dinâmica, acessos intermodais e volume de atividades.

Assim sendo, os agentes econômicos desse setor, incluindo autoridades portuárias e empresas, se organizam com o objetivo de promover o crescimento sustentável dos empreendimentos nas áreas ambiental, social e de governança no modelo “*environmental, social and Governance*” - ESG. As iniciativas ESG desempenham um papel fundamental na concretização da Agenda 2030 e na integração das questões de sustentabilidade nas operações dos portos e terminais marítimos em nível global.

Outra questão relacionada à sustentabilidade que merece ser considerada é o impacto das mudanças climáticas nos portos. Essas alterações podem ter efeitos sobre as infraestruturas e operações portuárias, o entorno das instalações e as áreas circundantes. Compreende-se que os empreendimentos portuários geralmente são estruturas diretamente expostas ao ambiente marítimo, tornando-se suscetíveis a diversos tipos de condições naturais adversas, incluindo, principalmente, enchentes, alagamentos, tempestades e tsunamis. Esses riscos afetam não apenas os portos em si, mas também áreas ao redor. Portanto, a gestão portuária deve ter uma atitude proativa e considerar ativos fora de sua administração direta, como estradas e ferrovias de acesso, pois danos causados pelas mudanças climáticas podem prejudicar o acesso de pessoas e mercadorias ao porto (Da Silva et al., 2022). Em todo o mundo, os portos estão trabalhando na direção de desenvolver capacidades e tecnologias que os tornem resilientes ou, no mínimo, adaptáveis a essas mudanças e aos eventos extremos associados ao clima (Jeevan et al., 2020).

Os sistemas relacionados ao *e-Navigation* podem ser úteis nesse contexto. As tecnologias associadas aos portos inteligentes têm um papel crucial na abordagem dos desafios operacionais e logísticos apresentados aos portos e às atividades marítimas pelas mudanças climáticas globais e seus eventos extremos. No entanto, essas adaptações requerem modificações na infraestrutura dos empreendimentos, o que ressalta a necessidade de recursos, conhecimento técnico e um planejamento a médio e longo prazo, incluindo estratégias para a execução e implementação dessas mudanças (Selén, 2022).

Pode-se observar uma preocupação com a melhoria da resiliência das infraestruturas portuárias em relação às mudanças climáticas, por

meio da adoção de soluções tecnológicas personalizadas, aliadas a práticas de gestão exemplares e uma atitude proativa por parte das respectivas administrações portuárias, entidades governamentais e comunidade marítima. Isso, por sua vez, propiciará o desenvolvimento de operações portuárias mais eficazes, seguras, sustentáveis e com um menor impacto ambiental (Bin Yahya, 2019). Exemplos elucidativos emergem nas estratégias de operação adotadas por portos na Ásia e Europa, onde se busca a incorporação de inovações tecnológicas do setor marítimo, visando às dimensões econômicas, sociais e ambientais da sustentabilidade (Kapidani; Bauk; Davidson, 2020).

Desse modo, no âmbito internacional, a gestão portuária tem priorizado a busca pelo desenvolvimento tecnológico e pela implementação de soluções inovadoras no contexto do *e-Navigation*. Isso inclui o estabelecimento de padrões de interoperabilidade entre as diversas atividades portuárias, o que contribui para otimizar a eficiência, as práticas de proteção ambiental e, simultaneamente, para a garantia da sustentabilidade de suas operações (Jeevan et al., 2020). Cabe ainda considerar que, como apontam Godoy Junior, Silva Filho e Lima (2020, p. 433), “a crescente busca por atividades ecologicamente sustentáveis vêm trazendo mudanças dentro das indústrias e conseqüentes diversificações de investimentos em novas técnicas e tecnologias que proporcionem a conciliação de sustentabilidade com eficiência”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os portos são os conectores por excelência do transporte marítimo global, possuindo importância estratégica inquestionável. Num cenário de avanços acelerados da ciência e da tecnologia, como em outros setores, os portos estão passando pela adaptação a processos e recursos típicos da quarta Revolução Industrial.

As alterações que estão em curso na atualidade são as que correspondem aos *smart ports*, que já têm sido assimiladas pelos países desenvolvidos. Esses avanços indicam resultados promissores, com portos mais econômicos, eficientes, precisos, seguros, otimizados e ambientalmente moldados.

Para alcançar esses benefícios, é essencial contar com sistemas, meios e plataformas de alta tecnologia, como por exemplo o Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações (VTMIS –

“*Vessel Traffic Management Information System*”), voltados à segurança da navegação, à proteção ambiental, ao desenvolvimento sustentável e à eficiência operacional dos portos.

Esta pesquisa observou uma carência de produção bibliográfica e documental autóctone, referente a estudos que possam quantificar ou comprovar incisivamente a economia de recursos financeiros advinda da implementação de modelos de VTMISS ou VTS. Isto, devido à complexidade em se valorar o que pode ser potencialmente economizado nos portos, pelo impedimento ou prevenção de ocorrência de eventos danosos decorrentes da navegação e do transporte marítimo.

Os casos internacionais levantados consideram alguns dos benefícios econômicos originados nesses sistemas em tela. Destacam o ganho de receitas advindos da eficiência de alocação de embarcações, gestão das filas, movimentação de cargas ou de configuração mais eficiente dos trabalhadores portuários. A redução, por exemplo, dos tempos de espera para a atracação e de permanência dos navios contribui para a descarbonização e, conseqüentemente, para a Agenda 2030 da ONU.¹⁷

Nesse sentido, os benefícios do VTS e VTMISS também podem ser colaterais (indiretos ou intangíveis), relacionadas às áreas de segurança (“*safety*” e “*security*”), ambiental, operacional e logística. Destaca-se a possibilidade do compartilhamento de informações com órgãos do governo e serviços aliados (agências), ampliando a consciência situacional e evitando que problemas em outras áreas possam extravasar no porto e sua cadeia de operações. Desse modo, a maior previsibilidade das atividades econômicas e riscos associados contribui para o melhor controle operacional na região e, conseqüentemente, para o aumento da segurança marítima.

Observa-se assim como as tecnologias da Indústria 4.0, com características disruptivas, automatizam cada vez mais as atividades produtivas no “*mundo marítimo digital*”, das quais os Estados são cada vez mais dependentes. Cabe considerar, contudo, que a automação e digitalização do empreendimento portuário embute desafios sociais de magnitude, requerendo ações e investimentos em qualificação ou requalificação de pessoal para atuar nesse novo ambiente.

O fato é que, seja pelo conceito de Economia do Mar ou de Economia Azul, as atividades produtivas a elas relacionadas mostram-se

17 Em especial o objetivo para o desenvolvimento sustentável ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima.

cada vez mais baseadas em ciência, tecnologia e inovação, situação que exige aos países se capacitarem a absorver ou produzir essas tecnologias, sob pena de se tornarem dependentes dos demais Estados ou atores que possuem tais capacidades, o que pode ser prejudicial à soberania.

Por fim, as informações de empreendimentos internacionais, as evidências e os elementos destacados no presente artigo parecem suficientemente relevantes para destacar a importância e a necessidade da implementação dos VTMS no porto do Rio de Janeiro. O futuro dos portos depende da priorização e concretização de projetos tecnológicos como o VTS e VTMS, seguidos de seus inúmeros benefícios.

Se no início do século XIX “estar perto de um porto era estar perto do mundo” (Hobsbawm, 2010, p.21), na atualidade estar próximo de um *smart port* é estar fortemente conectado ao ecossistema econômico, ambiental e intermodal do mundo globalizado e poder oferecer contribuição significativa para o desenvolvimento nacional e para a segurança marítima.

RELEVANCE AND IMPACTS OF MARITIME TRAFFIC CONTROL SYSTEMS: AN ANALYSIS OF THE PORT OF RIO DE JANEIRO

ABSTRACT

This article discusses the possible benefits of implementing vessel traffic control systems within the Port of Rio de Janeiro under Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ) supervision. From a theoretical, conceptual, and empirical basis, the work argues that maritime traffic management systems are essential for the safety of navigation and operations in the maritime domain and for generating positive impacts related to economic and environmental issues, strategy and defence. This is an applied and exploratory research whose analyses are based on the inductive method, with empirical elements obtained in field research at CDRJ. A national and international bibliographic and documentary survey was conducted to structure the argument, covering related literature, scientific articles, and technical reports. Experts on the topic were consulted. The work warns of possible social problems arising from accelerated automation and digitalization of the port undertaking. Finally, based on data and information from international examples, the research concludes that it is necessary to implement a Vessel Traffic Management and Information System in the VTMIS model to adapt the port of Rio de Janeiro to international standards to maintain the competitiveness and survival of the port enterprise.

Keywords: port of Rio de Janeiro; ports; vessel traffic management; VTMIS; VTS; smart ports; *e-Navigation*.

Nota dos autores - Agradecimentos.

Este artigo deriva de pesquisa de doutorado profissional de Jéssica Germano de Lima Silva, sob orientação de William de Sousa Moreira. Os autores agradecem ao Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Defesa Nacional (Pró-Defesa IV), numa parceria entre o Ministério da Defesa e a CAPES-MEC (Edital Nº 27/2018), por meio do projeto “Economia de Defesa no Brasil: Gastos Militares e Suas Interfaces com a Indústria e Inovação”.

Os autores reconhecem e agradecem as valiosas contribuições prestadas pelo CMG (RM1) Marcelo Santiago Villas-Bôas, profissional especialista na temática da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BIN YAHYA, N. Adopting a green port standard for world's sustainability. **Journal of Arts & Social Sciences**, Omã, v. 2, n. 2, p.1-11, 2019.

BRASIL. Decreto nº 11.765, de 1 de novembro de 2023. Autoriza o emprego das Forças Armadas na Garantia da Lei e da Ordem (GLO) nos portos [Rio de Janeiro, Itaguaí e Santos] e aeroportos [internacionais do RJ e SP]. **Diário Oficial da União**: seção 1. Brasília, DF, ano 161, p. 1, 1 nov. 2023. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11765.htm . Acesso em: 4 nov. 2023.

BRASIL. Marinha. Comando de Operações Navais. **Acordo de Cooperação Técnica firmado entre a CDRJ e a MB**. Rio de Janeiro, 2019.

BRASIL. Marinha. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Normas da Autoridade Marítima para Serviço de Tráfego de Embarcações (VTS) 4ª Rev.** Brasília, 2020.

BRASIL. Marinha. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Normas da Autoridade Marítima para Serviço de Tráfego de Embarcações (VTS) 5ª Rev.** Brasília, 2022.

BRASIL. Senado Federal. **Comércio exterior representa 25% do Produto Interno Bruto brasileiro**. 2018. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/videos/2018/09/comercio-exterior-representa-25-do-produto-interno-bruto-brasileiro>. Acesso em: 13 jun. 2022.

COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO. **Porto do Rio de Janeiro**. 2022. Disponível em: <https://www.portosrio.gov.br/pt-br/portos/porto-do-rio-de-janeiro>. Acesso em: 30 jun. 2022.

DA SILVA, L. G. C. H.; CARNEIRO, J. C.; DOBROCHINSKI, J. P. H.; SOSSAI, F. G. G.; ISHIKAWA, A. K.; BRENTANO, T. B. Resiliência climática em portos: o caso do Porto do Açu. **Revista Brasileira de Transportes**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 20-47, 2022.

ESCOLA DE GUERRA NAVAL; FUNDAÇÃO EZUTE. **Relatório de pesquisa:** logística marítima e a importância do VTMS. Escola de Guerra Naval: Rio de Janeiro, 2021.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FIRJAN). **Anuário do petróleo no Rio 2021.** Rio de Janeiro: FIRJAN, 2021. GODOY JUNIOR, Ederaldo; SILVA FILHO, José Barbosa da; LIMA, André Gonçalves de. A mudanças na indústria marítima e o desenvolvimento tecnológico. Revista da Escola de Guerra Naval, v. 26, n. 2, p. 432-466, 2020.

GORGES, Suzane Carolyne. **Smart Ports:** caracterização e investigação da implementação de práticas inteligentes em portos e terminais brasileiros. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Naval) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2020.

HEIDKAMP, P.; MORRISEY, J. E.; GERMOND-DURET, C. (Org.) **Blue economy:** people and regions in transitions. London: Routledge, 2023. DOI: 10.4324/9781003280248. E-book.

HOBSBAWM, E. J. **The Age of Revolution:** Europe, 1789-1848. London: Orion Books, 2010. E-book.

HONGLIANG, Lu. **Study on the effectiveness evaluation of Qingdao VTS.** 2016. Dissertação (Mestrado em Assuntos Marítimos) - World Maritime University, China, 2016.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **About IMO.** 2022. Disponível em: <https://www.imo.org/>. Acesso em: 21 maio 2022.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **Framework for the implementation process for the e-Navigation strategy.** London: IMO, 2008.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **Guidelines for vessel traffic services.** IMO: Geneva, 1997. Disponível em: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/A.857\(20\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/A.857(20).pdf). Acesso em: 30 jun. 2022.

JEEVAN, Jagan; RAMAMOORTHY, Karpagavalli; MOHD, Nurul Haqimin Salleh; HU, Yancai; PARK, Gyei-Kark. Implication of e-Navigation on maritime transportation efficiency. **WMU J marit affairs**, Michigan, v. 19, n. 1, p. 73-94, 2020.

KAPIDANI, N; BAUK, S; DAVIDSON, I. Digitalization in Developing Maritime Business Environments towards Ensuring Sustainability. **Sustainability**, [s. l.], n. 12, v. 9, p. 2-35, 2020.

LIMA, Y.; BARBOSA, C.E.; DOS SANTOS, H.S.; DE SOUZA, J.M. Understanding technological unemployment: a review of causes, consequences, and solutions. **Societies**, Canadá, v. 11, n. 50, p. 1-17, 2021.

MOREIRA, William S. Do carvão ao petróleo e à energia nuclear: a Marinha se Transforma. In: ABREU, G. M.; BARBOSA JÚNIOR, I. Marinha do Brasil: uma síntese histórica. Rio de Janeiro: Diretoria do Patrimônio Histórico e de Documentação da Marinha, 2018. p. 284-307.

MOU, J.-M.; ZHOU, C.; DU, Y.; TANG, W.-M. Evaluate VTS benefits: a case study of Zhoushan Port. **International journal of e-Navigation and Maritime Economy**, Coreia do Sul, n. 3, p. 22-31, 2015.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Organização das Nações Unidas. 2015.

PIRES, G. C. Garriga. MOREIRA, William S. et al. Segurança, defesa e economia do mar. In: THAUAN, S., et al. **Economia Azul: vetor para o desenvolvimento do Brasil**. Rio de Janeiro: Essential Idea, 2022. p. 713-729.

PORT OF ROTTERDAM; BRITISH PORTS ASSOCIATION. **White Paper: moving towards a global network of ports**. 2019. Disponível em: <https://connect.portofrotterdam.com/portforward-digital-maturity-bpa>. Acesso em: 20 jun. 22.

PORTLAND PORT. **Local Port Service**. Disponível em: <https://www.portland-port.co.uk/Local+Port+Service>. Acesso em: 26 jan. 2023.

SELÉN, Valter. **How ports should adapt to and prepare for climate**

change-related risks. Vaisala. 09 mai. 2022. Disponível em: <https://www.vaisala.com/en/blog/2022-05/ports-and-climate-change-part-1-state-play-european-ports-valter-selen-esp>. Acesso em: 27 maio 2022.

SOUZA, Erivelto Fioresi; NETO, Francisco José Kliemann; ANDRIOTTI, Rafael Fontoura; CAMPAGNOLO, Rodrigo Rech. Avaliação dos Portos Públicos Brasileiros: Gestão Baseada em Valor. **Brazilian business review**, v. 17, n. 4, p. 439-457, 2020.

THE WORLD BANK. **GDP (current US\$)**. 2022. Disponível em: https://data.worldbank.org/indicator/Ny.Gdp.Mktp.Cd?most_recent_value_desc=true. Acesso em: 21 jul. 2022.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). **Review of maritime transport 2021**. United Nations Publications: New York, 2021.

VILLAS-BÔAS, Marcelo Santiago; BRIGLIA, Tatiana Ribeiro; VIDAL, Nathalia. Implementação do Sistema de Informação e Gerenciamento do Tráfego de Embarcações – VTMS no Estado do Rio de Janeiro. **Revista eletrônica de estratégia & negócios**, Santa Catarina, v. 15, n. 1, 2022.

WORLD SHIPPING COUNCIL. **The Top 50 Container Ports**. 2022. Disponível em: <https://www.worldshipping.org/top-50-ports>. Acesso em: 21 jul. 2022.

YAU, Kok-Lim Alvin; PENG, Shuhong; QADIR, Junaid; LOW, Yeh-Ching; LING, Mee Hong. Towards Smart Port Infrastructures: Enhancing Port Activities Using Information and Communications Technology. **IEEE Access**, Nova Jersey, v. 8, p. 83387-83404, 2020.

*** Recebido em 14 de setembro de 2023, e aprovado para publicação em 20 de dezembro de 2023.**