

ESCOLA DE GUERRA NAVAL
SUPERINTENDÊNCIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS MARÍTIMOS

JÉSSICA GERMANO DE LIMA SILVA

UMA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO AMBIENTE PORTUÁRIO BRASILEIRO E
SUAS INTERFACES COM A DEFESA: o caso do Porto do Rio de Janeiro na
implementação do *e-Navigation*

RIO DE JANEIRO
2023

JÉSSICA GERMANO DE LIMA SILVA

**UMA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO AMBIENTE PORTUÁRIO BRASILEIRO E
SUAS INTERFACES COM A DEFESA: o caso do Porto do Rio de Janeiro na
implementação do *e-Navigation***

Trabalho de conclusão de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutora em Estudos Marítimos.

Linha de pesquisa: Política, Gestão e Logística em Ciência, Tecnologia e Inovação no Ambiente Marítimo – LP3.

Área de Concentração: Defesa, Governança e Segurança Marítimas.

Orientador: Prof. Dr. William de Sousa Moreira.

Coorientador: Prof. Dr. Thauan dos Santos.

**RIO DE JANEIRO
2023**

S586i Silva, Jéssica Germano de Lima

Uma inovação tecnológica no ambiente portuário brasileiro e suas interfaces com a defesa: o caso do Porto do Rio de Janeiro na implementação do e-Navigation / Jéssica Germano de Lima Silva. – Rio de Janeiro, 2023.

175 f. : il.

Relatório Técnico (doutorado profissional) - Escola de Guerra Naval, Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM), 2023.

Orientador: William de Sousa Moreira.

Coorientador: Thauan dos Santos.

Bibliografia: f. 157-172.

1. Defesa. 2. Desenvolvimento tecnológico. 3. e-Navigation. 4. Portos. 5. Tecnologias de uso dual. I. Escola de Guerra Naval (BRASIL). II. Título.

CDD 623

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária

Cremilda Santos – CRB7/3200

Biblioteca da Escola de Guerra Naval

JÉSSICA GERMANO DE LIMA SILVA

**UMA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO AMBIENTE PORTUÁRIO BRASILEIRO E
SUAS INTERFACES COM A DEFESA: o caso do Porto do Rio de Janeiro na
implementação do *e-Navigation***

Trabalho de conclusão de doutorado apresentado ao
Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos como
parte dos requisitos necessários à obtenção do título de
Doutora em Estudos Marítimos.

Aprovado em 12 de julho de 2023.

PROF. DR. WILLIAM DE SOUSA MOREIRA
Doutor da Escola de Guerra Naval

PROF. DR. THAUAN DOS SANTOS
Doutor da Escola de Guerra Naval

PROF. DR. NIVAL NUNES DE ALMEIDA
Doutor da Escola de Guerra Naval

PROF. DR. CLAUDIO RODRIGUES CORRÊA
Doutor da Escola de Guerra Naval

PROF. DR. NEWTON NARCISO PEREIRA
Doutor da Universidade Federal Fluminense

PROF. DR. MARCIO ROCHA
Doutor da Universidade Federal Fluminense

À minha família, Jurema, Jerônimo e Jerônimo
Júnior, base fundamental de minha vida.

AGRADECIMENTOS

À minha família, Jurema, Jerônimo e Jerônimo Júnior, por todo o suporte e paciência conferidos em minha jornada acadêmica e vida pessoal, de modo incondicional.

Ao meu orientador Professor William Moreira e ao coorientador Professor Thauan Santos, pelo auxílio no desenvolvimento da minha pesquisa científica.

Ao Comandante Marcelo Villas-Bôas e a toda a equipe da Companhia Docas do Rio de Janeiro, em especial à senhora Tatiana Ribeiro, pelo acolhimento no âmbito do porto, com intercâmbio de documentos, informações e perspectivas relevantes para o desenvolvimento do meu trabalho científico.

Ao Comandante Leonardo Mattos, estimado amigo, eterno chefe e imprescindível companheiro nos projetos do Núcleo de Avaliação da Conjuntura, pelo irrestrito incentivo nos âmbitos acadêmico e pessoal.

Aos Professores Nival Nunes e Claudio Corrêa, aos Comandantes Wagner Reis e Milton Tito, pelos constantes ensinamentos, debates metodológicos e conceituais, sempre acompanhados generosas palavras de apoio e incentivo à minha jornada acadêmica.

Ao Almirante de Esquadra Alvaro Augusto Dias Monteiro, ao Comandante André Braga e demais companheiros do Centro de Estudos Político-Estratégicos da Marinha do Brasil, pelas diversas e enriquecedoras lições sobre o Poder Marítimo, política e estratégia.

Ao Contra-Almirante Marcio Magno de Farias Franco e Silva, Superintendente de Pesquisa e Pós-Graduação do Programa de Pós-graduação em Estudos Marítimos, pelo apoio e confiança nos diversos projetos realizados no âmbito da Escola de Guerra Naval.

Ao Comandante Alberto Piovesana, pelos inúmeros documentos, ensinamentos, discussões e informações sobre a navegação marítima e seus auxílios.

Ao Comandante Alexandre Gomes e a toda a equipe do VTS do Porto do Açu, em especial aos senhores Douglas Soares e Rodrigo Rangel, pelo gentil compartilhamento de dados, documentos e informações relevantes para a minha pesquisa.

Aos Comandantes Marco Lúcio, Henrique Barbosa e Ricardo Freire, pela gentil cessão de documentos e informações sobre o *e-Navigation* no âmbito da Marinha do Brasil.

Ao corpo técnico do Programa de Pós-graduação em Estudos Marítimos, com integrantes sempre dispostos a auxiliar no que fosse necessário.

À Escola de Guerra Naval, pela oportunidade de realizar o curso de doutorado em Estudos Marítimos.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de doutorado discute a aplicação intensiva de tecnologias ao ambiente marítimo, em particular no conceito de “*e-Navigation*”, que prenunciou significativo impacto ao desenvolvimento da “economia” e, paralelamente, uma relevante contribuição para a segurança marítima e a defesa nacional. O termo se refere ao emprego intensivo de tecnologias de comunicação e informação, entre outras, voltadas à coleta, intercâmbio e integração de dados, informações, plataformas e sistemas marítimos, por meios eletrônicos e digitais, de modo a harmonizar sistemas de navegação com os serviços de apoio em terra. O presente estudo é dedicado ao Porto do Rio de Janeiro e explora como o *e-Navigation* pode contribuir para o desenvolvimento socioeconômico por intermédio da atividade marítima, com estímulo a um ambiente de negócios mais seguro e inovador, com impactos positivos também à segurança marítima e à defesa. A pesquisa aplicada é de cunho exploratório, conta com pesquisa de campo, de modo em que desenvolve uma análise embasada pelo método indutivo. Para estruturar a argumentação, realiza-se um levantamento bibliográfico de documentos técnicos, artigos científicos e relatórios tanto da literatura nacional como da internacional, com o fito de embasar e comprovar os elementos defendidos. O trabalho analisa, também, a estrutura política e institucional existente para a implementação do *e-Navigation* em âmbito nacional, bem como o papel da Autoridade Marítima Brasileira, sob responsabilidade do Comandante da Marinha do Brasil. A pesquisa questiona, ainda, se a materialização do *e-Navigation* pode estimular a geração de tecnologias autóctones voltadas à vigilância e controle da navegação e do tráfego marítimo, à salvaguarda da vida humana no mar, assim como à prevenção da poluição por embarcações. Tais elementos estão diretamente relacionados às atividades e responsabilidades da Marinha do Brasil. Por fim, o trabalho conclui que o conceito pode fomentar investimentos que exploram a dualidade dos sistemas envolvidos e a complementaridade entre economia e defesa. Ademais, com base nas análises e resultados obtidos, são apresentadas recomendações aos principais atores da área marítima.

Palavras-chave: *e-Navigation*; portos; defesa; desenvolvimento tecnológico; tecnologias de uso dual.

ABSTRACT

This doctoral work discusses the subject of the intensive application of technologies to the maritime environment, in particular the concept of "*e-Navigation*", which can imply a significant impact on the development of the "economy" and, in parallel, a relevant contribution to maritime security and national defense. The term refers to the intensive use of communication and information technologies, aimed at collecting, exchanging and integrating data, information, platforms, and maritime systems, by electronic and digital means, to harmonize navigation systems on board and ashore. The study is dedicated to the Port of Rio de Janeiro and explores how *e-Navigation* can contribute to socioeconomic development through maritime activity, encouraging a safer and more innovative business environment, positively impacting maritime security, safety, and defense. The applied research is exploratory, has field research at CDRJ and develops an analysis based on the inductive method. The document uses bibliographic research of technical documents, scientific articles and reports from both national and international literature, in order to support and prove the elements defended. The work also analyzes the existing political and institutional structure for implementing *e-Navigation* at the national level, the associated public policies, and the role of the Brazilian Maritime Authority, played by the Commander of the Brazilian Navy. The research also questions whether the materialization of *e-Navigation* can stimulate the generation of autochthonous technologies related to surveillance and control of navigation and maritime traffic, safeguarding human life at sea, as well as preventing pollution by ships. These elements are directly related to the Brazilian Navy's activities and responsibilities and contribute to expanding maritime situational awareness. Finally, the work concludes that the concept can encourage investments that explore the duality of the systems involved and the complementarity between economy and defense. In addition, based on the analyzes and results obtained, recommendations are presented to the main actors in the maritime area.

Keywords: *e-Navigation*; ports; defense; technological development; dual use technologies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Padrão S-100.....	38
Figura 2 - Delimitação das Zonas Portuárias do Porto do Rio de Janeiro.....	58
Figura 3 - Poligonal Marítima do Porto Organizado do Rio de Janeiro.....	59
Figura 4 - Diferenças tecnológicas entre os Sistemas de Monitoramento de Embarcações.....	72
Figura 5 - Área de interesse do radar VTMIS Porto do Rio de Janeiro	74
Figura 6 - Principais rotas de tráfico de cocaína que afetam o Brasil	89
Figura 7 - Representação do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul	94
Figura 8 - Área de alcance das Estações Remotas do VTMIS do Porto do Rio de Janeiro ...	104
Figura 9 - Exemplo do <i>GPS Spoofing</i>	112
Figura 10 - Falsificação de GPS ao leste da China	117

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Benefícios decorrentes dos Sistemas de Gestão de Tráfego de Embarcações	79
Quadro 2 - Benefícios Tangíveis e Intangíveis da Implantação dos Sistemas de Gestão de Tráfego de Embarcações nos portos	81
Quadro 3 - Aspectos evolutivos: Arquitetura 5G x Arquitetura 6G.....	120
Quadro 4 - Recomendações à Companhia DOCAS do Rio de Janeiro	149

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABEAM	Associação Brasileira das Empresas de Apoio Marítimo
ABEPH	Associação Brasileira das Entidades Portuárias e Hidroviárias
ACT	Acordo de Cooperação Técnica
AIS	<i>Automatic Identification System</i>
AJB	Águas Jurisdicionais Brasileiras
ALERJ	Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro
AM	Autoridade Marítima
AMAZUL	Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A.
AMRJ	Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AP	Autoridade Portuária
ARPA	<i>Automatic RADAR Plotting Aid</i>
AtoN	Auxílio à Navegação
ATP	Associação de Terminais Portuários Privados
BCI	<i>Wireless Brain-Computer Interactions</i>
BID	Base Industrial de Defesa
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BSIM	Base de Submarinos da Ilha da Madeira
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CASNAV	Centro de Análises de Sistemas Navais
CCA-IMO	Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima Internacional
CCO	Centro de Controle Operacional
CCP	<i>Container Control Programme</i>
CDRJ	Companhia Docas do Rio de Janeiro
CIAW	Centro de Instrução Almirante Wandenkolk
CNT	Confederação Nacional de Transportes
CODESA	Companhia Docas do Espírito Santo

Com1ºDN	Comando do Primeiro Distrito Naval
ComDCiber	Comando de Defesa Cibernética
ComemCh	Comando em chefe da Esquadra
ComForS	Comandos da Força de Superfície e de Submarinos
ComOpNav	Comando de Operações Navais
COMPAAz	Comando de Operações Marítimas e Proteção da Amazônia Azul
CONPORTOS	Comissão Nacional de Segurança Pública nos Portos, Terminais e Vias Navegáveis
CONSAD	Conselho de Administração da Companhia Docas do Rio de Janeiro
CP&RI	Ciência Política e Relações Internacionais
CRAS	<i>Connected Robotics and Autonomous Systems</i>
CSM	Consciência Situacional Marítima
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
CTNRJ	Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro
DGePM	Diretoria de Gestão de Programas da Marinha
DGN	Diretoria Geral de Navegação
DGNSS	<i>Differential Global Navigation Satellite System</i>
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DLT	<i>Distributed Ledger Technologies</i>
DOU	Diário Oficial da União
DPC	Diretoria de Portos e Costas
E-Ciber	Estratégia Nacional de Segurança Cibernética
EGN	Escola de Guerra Naval
EMA	Estado-Maior da Armada
EMGEPRON	Empresa Gerencial de Projetos Navais
ENSIC	Estratégia Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas
ER	Estação Remota
ERJ	Estado do Rio de Janeiro
FDAQ	Folga Dinâmica Abaixo da Quilha
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FPSO	Floating Production Storage and Offloading

GEE	Gases do Efeito Estufa
GNSS	<i>Global Navigation Satellite Systems</i>
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GSI	Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República
IALA	<i>International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities</i>
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IC	Infraestrutura Crítica
ICT	Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IHB	<i>International Hydrographic Bureau</i>
IHO	<i>International Hydrographic Organization</i>
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
INTERPOL	<i>International Criminal Police Organization</i>
ISPS Code	<i>International Ship and Port Facility Security Code</i>
IUU	<i>Unreported and Unregulated</i>
LCM	Linhas de Comunicação Marítimas
LPS	<i>Local Port Service</i>
LRIT	<i>Long Range Identification and Tracking</i>
MB	Marinha do Brasil
MCom	Ministério das Comunicações
MD	Ministério da Defesa
MEC	Ministério da Educação
MN	Milhas Náuticas
NORMAM	Normas da Autoridade Marítima
NUCLEP	Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A.
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OM	Organização Militar
ONU	Organização das Nações Unidas

PdA	Porto do Açu
PF	Polícia Federal
PIB	Produto Interno Bruto
PLANSIC	Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas
PMIS	<i>Port Management Information System</i>
PNSI	Política Nacional de Segurança da Informação
PNT	<i>Positioning, Navigation and Timing</i>
PPGEM	Programa de Pós-graduação em Estudos Marítimos
PRÓ-DEFESA	Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Defesa Nacional
PROSUB	Programa de Desenvolvimento de Submarinos
RECIM	Rede de Comunicações Integradas da Marinha do Brasil
RJ	Rio de Janeiro
SAR	Busca e salvamento
Sec-IMO	Secretaria Executiva da Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima Internacional
SENEEMAR	Secretaria de Estado de Energia e Economia do Mar
SERCOM	<i>The Commission for Weather, Climate, Water and Related Environmental Services & Applications</i>
SIDSIC	Sistema Integrado de Dados de Segurança de Infraestruturas Críticas
SiMCosta	Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira
SIP	Plano de Implementação da Estratégia de <i>e-Navigation</i>
SISCOM	Sistema de Comunicações da Marinha
SisGAAz	Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul
SMA	Subsistema de Monitoramento Ambiental
SOLAS	Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar
TEU	<i>Twenty-foot equivalent unit</i>
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UNCTAD	Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento
UNODC	<i>United Nations Office on Drugs and Crime</i>
USCG	<i>United States Coast Guard</i>

VDES	<i>VHF Data Exchange System</i>
VTMIS	<i>Vessel Traffic Management Information System</i>
VTS	<i>Vessel Traffic Services</i>
XR	<i>Extended Reality</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	17
CAPÍTULO 1 – A DIGITALIZAÇÃO DO ESPAÇO MARÍTIMO ATRAVÉS DO <i>E-NAVIGATION</i>	26
1.1- O conceito de <i>e-Navigation</i>	31
1.2- O posicionamento brasileiro em relação ao <i>e-Navigation</i>	40
1.3- A dimensão tecnológica dos portos no mundo	42
CAPÍTULO 2 – O PORTO DO RIO DE JANEIRO COMO VETOR ESTRATÉGICO PARA A ECONOMIA, DEFESA E INOVAÇÃO.....	57
2.1- A relevância do Porto do Rio de Janeiro frente às complexidades de seu espaço marítimo	61
2.2- Sistemas e tecnologias de uso dual: a economia e a defesa.....	64
2.3- Sistemas de monitoramento do tráfego de embarcações do Porto de Rio de Janeiro	72
2.4- Casos operacionais de VTS e VTMS	75
CAPÍTULO 3 – PARA ALÉM DA DEFESA E SEGURANÇA MARÍTIMA: O PAPEL DA MARINHA DO BRASIL NA IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DE <i>E-NAVIGATION</i>	84
3.1- Esforços da MB na implementação do <i>e-Navigation</i>	94
3.2- O Acordo de Cooperação Técnica entre a Marinha do Brasil e a PortosRio.....	97
3.3- Considerações sobre a cibersegurança e segurança das Infraestruturas Críticas	105
3.4- Tecnologias associadas: desenvolvimento autóctone, dualidade e implicações.....	118
CAPÍTULO 4 – BENEFÍCIOS ADVINDOS DO NEXO ENTRE O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO E A SEGURANÇA MARÍTIMA	129
4.1- O papel do Cluster Tecnológico Naval do Estado do Rio de Janeiro - CTNRJ	131
4.2- Os ganhos provenientes do emprego dos sistemas duais.....	133
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO	143
5.1- Recomendações	147
5.2- Limitações da Pesquisa	155

5.3- Oportunidades para pesquisas futuras.....	156
6 - REFERÊNCIAS.....	157
GLOSSÁRIO.....	173

INTRODUÇÃO

O contexto acelerado de digitalização de processos e serviços no espaço marítimo cria requisitos e demandas de origem tecnológica para o desenvolvimento de atividades em mar e em terra, tais como o transporte marítimo, gestão portuária e movimentação de cargas. Destaca-se que dessas demandas tecnológicas, algumas possuem natureza operacional estritamente voltadas às atividades econômicas às quais se destinam, já outras têm capacidade de impacto e emprego também na área de segurança e defesa, portanto com possibilidades de uso dual¹.

A presente pesquisa de doutorado tem seu foco em discutir esses produtos e serviços intensivos em tecnologia com capacidade para uso dual, necessários às atividades marítimas digitais no setor portuário e à segurança marítima. Busca-se avaliar as potencialidades dos sistemas de uso dual intensivos em tecnologia cujos investimentos podem beneficiar tanto a eficiência portuária como a segurança marítima. Assim, para o desenvolvimento da discussão proposta, levando em consideração a natureza pioneira do doutorado profissional no Brasil, cabem algumas elucidações com relação ao formato adotado.

O trabalho é apresentado ao Programa de Pós-graduação em Estudos Marítimos (PPGEM) da Escola de Guerra Naval (EGN) e a uma banca de professores doutores com notório conhecimento na área da pesquisa, como pré-requisito parcial para a obtenção de grau de doutora em Estudos Marítimos pela instituição. Faz-se válido situar o âmbito de inserção do trabalho em questão, que consiste em um programa de pós-graduação profissional, da área de Ciência Política e Relações Internacionais, inserido na área de concentração de Defesa, Governança e Segurança Marítimas, na linha de pesquisa de Política, Gestão e Logística em Ciência, Tecnologia e Inovação no Ambiente Marítimo - LP3. Trata-se de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do PPGEM, intitulada “UMA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO AMBIENTE PORTUÁRIO BRASILEIRO E SUAS INTERFACES COM A DEFESA: o caso do Porto do Rio de Janeiro na implementação do *e-Navigation*²”.

¹ O presente trabalho considera o termo “dual” equivalente ao “duplo”, tratando a respeito de tecnologias que tenham emprego concomitante para os meios civil e militar. O lastro de definição é dado pela Lei Nº 9.112, de 10 de outubro de 1995.

² O *e-Navigation* (*enhanced-Navigation* ou Navegação Aprimorada) é um conceito criado pela Organização Marítima Internacional (IMO, na sigla em inglês de *International Maritime Organization*). O conceito preconiza “a coleta, integração, intercâmbio, apresentação e análise de informações marítimas, a bordo e em terra, por meios eletrônicos, com o propósito de aprimorar a navegação, de berço a berço, e serviços relacionados, para a proteção e a segurança no mar, bem como a preservação do ambiente marinho” (Marinha do Brasil, 2022a, p. 09). Tradução oficial da Marinha do Brasil, que está presente no conjunto de Normas da Autoridade Marítima (NORMAM).

Salienta-se que o presente trabalho desenvolveu uma análise embasada pelo método científico de abordagem indutivo, apresentando uma pesquisa aplicada, descritiva e de cunho exploratório. Quanto às fontes, a pesquisa baseou-se em análises de obras bibliográficas e documentais, assim como de dados quantitativos e qualitativos oriundos de fontes primárias e secundárias. Foram utilizados trabalhos de autores conceituados nas áreas de pesquisa em questão, documentos oficiais governamentais, assim como indicadores, materiais e estudos de reconhecidas instituições nacionais ou internacionais que versam sobre as temáticas desenvolvidas no projeto, elementos os quais serão detalhados mais adiante.

Destaca-se que o recorte temporal da pesquisa compreende o período de 2019 a 2023, contando inclusive com a realização de pesquisa de campo *in loco* nas instalações do Porto do Rio de Janeiro assim como em Organizações Militares (OM) da Marinha do Brasil (MB), relacionadas à temática do *e-Navigation*. Cabe frisar que o empreendimento foco da pesquisa é um porto público, localizado na cidade e estado do Rio de Janeiro, sendo administrado pela Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ), que adota o nome fantasia de “PortosRio”³, Autoridade Portuária (AP) do empreendimento em questão e também responsável pela gestão dos portos de Itaguaí, Niterói e Angra dos Reis.

Para a coleta de dados, foram conduzidas entrevistas não estruturadas com representantes de diferentes setores e atores de órgãos públicos e privados, engajados em atividades relacionadas ao *e-Navigation*, operação portuária, defesa e tecnologia, como parte de uma pesquisa aplicada. No âmbito portuário, foram realizadas entrevistas com dois gestores de sistemas dedicados ao gerenciamento de embarcações, tanto no Porto do Rio de Janeiro quanto no Porto do Açu (PdA). Adicionalmente, seis operadores desses sistemas foram entrevistados e observados durante o desenvolvimento das atividades.

Além disso, representantes de Organizações Militares da Marinha do Brasil envolvidas com o tema foram consultados para entrevistas de forma online. A pesquisa também incluiu uma visita técnica à Ilha Rasa⁴, situada a aproximadamente quatorze quilômetros da barra da baía da Guanabara (Latitude: 23° 4' 0" S / Longitude: 43° 9' 0" W). Neste local, está localizado

³ De acordo com a Autoridade Portuária, a modificação do nome insere-se em um contexto de realce à identidade corporativa, em consonância com um processo de modernização e realinhamento estratégico. Tal mudança evidencia sua dinâmica evolutiva, que se traduz em portos cada vez mais seguros, eficientes, tecnológicos, competitivos e sustentáveis. Em adição, é relevante ressaltar que a entidade mantém inalterada sua designação social, permanecendo como "Companhia Docas do Rio de Janeiro". Portanto, os dois nomes são utilizados ao longo do trabalho para se referir à AP do Porto do Rio de Janeiro.

⁴ Durante esse evento, as circunstâncias adversas do mar impediram a atracação convencional do navio, exigindo que todos os tripulantes realizassem o embarque e desembarque por meio de um equipamento assemelhado a um guindaste, cuja operação se deu de forma manual.

o Farol da Ilha Rasa, operado pelos militares da Força Armada, os quais também foram entrevistados para a pesquisa.

A visita técnica à Ilha Rasa ocorreu durante a instalação de equipamentos e sistemas relacionados ao empreendimento portuário, voltados ao monitoramento de informações ambientais. Nessa ocasião, quatro representantes da empresa privada contratada pelo Porto do Rio de Janeiro para a instalação dos equipamentos também foram entrevistados, juntamente com dois representantes da PortosRio, que acompanharam as atividades durante a visita.

O trabalho possui como objeto de estudo os produtos e serviços intensivos em tecnologia de uso dual necessários à implementação do *e-Navigation* no setor portuário, especificamente no Porto do Rio de Janeiro. Desse modo, dedica-se a responder à seguinte pergunta de pesquisa: quais as potencialidades dos sistemas de uso dual intensivos em tecnologia, cujos investimentos podem beneficiar tanto a eficiência portuária, como a segurança marítima no Porto do Rio de Janeiro? Assim sendo, o objetivo geral do trabalho de pesquisa é de avaliar as potencialidades de sistemas de uso dual intensivos em tecnologia, relacionados ao *e-Navigation*, cujos investimentos podem beneficiar tanto a eficiência portuária como a segurança marítima no Porto do Rio de Janeiro.

Ademais, para o alcance de tal objetivo, o trabalho perpassa por etapas de objetivos específicos, que visam: i) entender o papel estratégico dos portos como Infraestruturas Críticas⁵ (IC) de relevância e interesse para a defesa nacional, segurança marítima (*safety & security*), economia (de defesa, do mar e nacional), desenvolvimento (estatal e socioeconômico), tendo como exemplo o Porto do Rio de Janeiro; ii) identificar as estruturas institucionais, de governança e os atores que suportam a implementação do conceito de *e-Navigation* no âmbito portuário, tendo como foco o papel da Autoridade Marítima brasileira; iii) verificar quais produtos, sistemas, plataformas ou processos digitais de alto conteúdo tecnológico, relacionados ao *e-Navigation* podem atuar de modo dual favorecendo o desenvolvimento do setor portuário e de defesa; e iv) identificar no setor marítimo-portuário a complementaridade entre a economia e a defesa, com o interesse pelas tecnologias duais adotadas no *e-Navigation* decorrentes das demandas geradas e “interfaces com a indústria e inovação”.

⁵ De acordo com a Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas (PNSIC), são consideradas como infraestruturas críticas aquelas “infraestruturas de comunicações, de energia, de transportes, de finanças e de águas, entre outras, possuem dimensão estratégica, uma vez que desempenham papel essencial tanto para a segurança e soberania nacionais, como para a integração e o desenvolvimento econômico sustentável do País” (Brasil, 2018a, p.01). Portanto, os portos estão enquadrados nesse conceito, por serem relevantes para o setor nacional de transportes. Em termos de segurança dessas infraestruturas críticas, vale ressaltar que aqueles “fatores que prejudiquem o adequado fornecimento dos serviços provenientes dessas infraestruturas podem acarretar transtornos e prejuízos ao Estado, à sociedade e ao meio ambiente” (Brasil, 2018a, p.01).

Ao se evocar o binômio economia e defesa, destaca-se que o presente trabalho está incluso no escopo do IV Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Defesa Nacional (PRÓ-DEFESA IV), sendo beneficiado com uma bolsa de doutorado. Esse projeto consiste em uma iniciativa conjunta entre o Ministério da Defesa (MD) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)⁶, voltado ao fomento de pesquisas na área de defesa. O projeto se refere a temas de economia e defesa, intitulado “A Economia de Defesa no Brasil: gastos militares e suas interfaces com a indústria e inovação⁷”, no qual está envolvida a EGN, uma Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT)⁸.

A pesquisa de doutorado em tela se correlaciona e dialoga com o projeto de pesquisa PRÓ-DEFESA IV, no sentido de buscar enfatizar no setor marítimo-portuário a complementaridade entre a economia e a defesa, assim, focando-se nas interfaces dos gastos militares com indústria e inovação. Isto, em um contexto nacional no qual se faz presente a “complexidade de planejar as forças militares e, conseqüentemente, a geração de demandas por produtos e serviços de defesa, com a correspondente alocação eficiente de recursos, em um contexto de acelerado desenvolvimento tecnológico e de restrições orçamentárias causadas por crises periódicas, notadamente no Brasil” (Ferreira, 2018, p. 3).

Além do mais, acentua-se que a presente pesquisa se alinha com o projeto de fomento relacionado à Economia de Defesa no Brasil por ser capaz de “(i) contribuir com um debate marginalizado na literatura de Economia, Relações Internacionais e Estudos Estratégicos; (ii) desenvolver uma perspectiva brasileira e interdisciplinar sobre o tema, de maneira a (iii) produzir e difundir conhecimento autóctone; além de (iv) fornecer insumos para formulação de políticas públicas” (Ferreira, 2018, p. 3).

O presente trabalho de conclusão de doutorado profissional consiste em uma produção científica, sob o formato de um relatório técnico conclusivo, desenvolvido à luz da ABNT NBR 10719 – “Informação e documentação — Relatório técnico e/ou científico — Apresentação”, norma técnica específica referente à elaboração e apresentação desse formato de documento.

⁶A CAPES é uma fundação do Ministério da Educação (MEC) que desempenha um papel fundamental na expansão e consolidação da pós-graduação *stricto sensu*, em nível de mestrado e doutorado, em todos os estados da Federação brasileira (CAPES, 2019).

⁷ O resultado do concurso que considerou o projeto elegível ao fomento encontra-se disponível no site do Ministério da Educação no EDITAL N° 27/2018, PROCESSO N° 23038.006017/2018-86.

⁸ “Trata-se de uma organização sem fins lucrativos e de administrações pública ou privada, com o objetivo principal de realizar e incentivar a pesquisas científica e tecnológica, desenvolvendo soluções que respondam às necessidades da sociedade de maneira inovadora” (Brain, 2018). Ou seja, instituições que desenvolvem pesquisas básicas ou aplicadas, que possuam caráter científico, tecnológico ou de desenvolvimento de novos processos, serviços ou produtos. O instituto da ICT é regulamentado pelo Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, através do Decreto n° 9.283, de 7 de fevereiro de 2018.

Vale registrar, que esse se trata de um dos primeiros trabalhos doutorais concluídos em um programa de doutorado profissional na área de Ciência Política e Relações Internacionais (CP&RI).

Inicialmente atenta-se ao fato de que o programa de pós-graduação *stricto sensu* em questão, no qual a pesquisa se insere, possui o cunho profissional, regulado por normas do Ministério da Educação (MEC) e da CAPES, que pressupõe uma modalidade de formação superior com vias:

- I - a capacitação de pessoal para a prática profissional avançada e transformadora de procedimentos e processos aplicados, por meio da incorporação do método científico, habilitando o profissional para atuar em atividades técnico-científicas e de inovação;
- II - a formação de profissionais qualificados pela apropriação e aplicação do conhecimento embasado no rigor metodológico e nos fundamentos científicos;
- III - a incorporação e atualização permanentes dos avanços da ciência e das tecnologias, bem como a capacitação para aplicar os mesmos, tendo como foco a gestão, a produção técnico-científica na pesquisa aplicada e a proposição de inovações e aperfeiçoamentos tecnológicos para a solução de problemas específicos (Brasil, 2009a, p.31).

Ou seja, a Portaria Normativa MEC publicada no Diário Oficial da União (DOU) dispôs sobre os cursos de Mestrado Profissional *stricto sensu*, voltado à formação, capacitação e treinamento de recursos humanos focados na transferência de tecnologias e produção de conhecimentos inovadores, que visem o alcance de soluções inéditas de problemas de alta complexidade, nas áreas em que atuam, com vias ao desenvolvimento de produtos, estudos e pesquisas que apresentem soluções aplicadas para problemas complexos (Brasil, 2009a).

O documento em questão versava sobre a pós-graduação em nível de mestrado, sendo que, alguns anos após, a Portaria nº 389, de 23 de março de 2017 do MEC ampliou o escopo dos cursos profissionais, criando o nível de doutorado profissional, cujos objetivos são:

- I - capacitar profissionais qualificados para o exercício da prática profissional avançada e transformadora de procedimentos, visando atender demandas sociais, organizacionais ou profissionais e do mercado de trabalho;
- II - transferir conhecimento para a sociedade, atendendo demandas específicas e de arranjos produtivos com vistas ao desenvolvimento nacional, regional ou local;
- III - promover a articulação integrada da formação profissional com entidades demandantes de naturezas diversas, visando melhorar a eficácia e a eficiência das organizações públicas e privadas por meio da solução de problemas e geração e aplicação de processos de inovação apropriados; e

IV - contribuir para agregar competitividade e aumentar a produtividade em empresas, organizações públicas e privadas (Ministério da Educação, 2017a, p.61).

Portanto, de acordo com o órgão “os cursos de mestrado e doutorado podem ser organizados pelas instituições sob a modalidade de cursos profissionais” (Ministério da Educação, 2017b, p.01), em observância aos regulamentos e leis existentes, assim como atendimento aos critérios pré-definidos.

Ressalta-se que é válido apresentar esse arcabouço normativo e legal de criação dos programas de pós-graduação profissionais, para elucidar a natureza, assim como formatos aceitos para essa modalidade como trabalhos de conclusão de curso. Ademais, sobretudo para apontar o tipo de conteúdo e características que as pesquisas oriundas destes programas devem apresentar.

O PPGEM é um programa profissional de caráter multidisciplinar, que se propõe a formar, capacitar e aperfeiçoar civis e militares (da reserva e da ativa) na área marítima de conhecimento, como mestres e doutores, para que sejam capazes de desenvolver pesquisas, estudos e trabalhos técnicos que visem ampliar o conhecimento em áreas de interesse do poder naval, poder marítimo, relações internacionais, ciência política e defesa nacional. Pretende-se que, com tal capacitação, os quadros sejam passíveis de atuação, assessoramento e tomada de decisão em órgãos públicos e privados, relacionados à área marítima, de relações internacionais e assuntos de defesa, assim como na formulação de políticas públicas, assim como atuação em docência, entre outras áreas (PPGEM, 2019).

No Artigo 47 de seu regulamento interno, o PPGEM elenca 23 possíveis formatos de trabalhos de conclusão a serem apresentados à banca examinadora para a obtenção dos títulos de mestre(a) ou doutor(a), em consonância com aquilo estabelecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Dessas opções, destacam-se os tradicionais formatos de “teses” e “dissertações”, assim como a opção escolhida para relatar os resultados da pesquisa, elencado na categoria de “planos ou relatório técnico com ou sem regras de sigilo”, na figura de um relatório técnico conclusivo.

Ademais, aponta-se que, de acordo com o documento regulamentador do PPGEM, “O trabalho de conclusão de Doutorado Profissional deve necessariamente ter caráter inovador, podendo, entretanto, ter formato diferente de teses, dado o caráter específico do curso” (PPGEM, 2020, p.26). Isso, embasado em documentos oficiais do MEC, visto que “Os cursos de mestrado e doutorado são orientados ao desenvolvimento da produção intelectual

comprometida com o avanço do conhecimento e de suas interfaces com o bem econômico, a cultura, a inclusão social e o bem-estar da sociedade” (Ministério da Educação, 2017b, p.01).

Destacada a natureza profissional do programa de pós-graduação, ressalta-se que optou-se pela produção do supracitado produto, com o foco em sua relevância social (pela possibilidade de transferir conhecimento para a sociedade), científica e tecnológica (por meio da solução de problemas e geração e aplicação de processos de inovação apropriados), bem como com vistas ao estreitamento das relações entre a universidade e o setor empresarial público ou privado (contribuindo para agregar competitividade e aumentar a produtividade), assim como potencial de gerar impacto social e/ou econômico.

Nesse ponto faz-se necessário discutir acerca da pesquisa aplicada, base deste trabalho, que adquire a forma de um relatório técnico conclusivo. A pesquisa aplicada consiste em uma investigação científica que possui o objetivo de produzir conhecimento que possa ter aplicação prática e imediata. Para tal, debruçando-se sobre problemas reais, identificando questões e buscando soluções práticas. Esse tipo de pesquisa é comumente utilizado para a investigação de atividades de organizações ou instituições (Fleury; Werlang, 2016). Nesse sentido, “a pesquisa aplicada pode ser definida como atividades em que conhecimentos previamente adquiridos são utilizados para coletar, selecionar e processar fatos e dados, a fim de se obter e confirmar resultados, e se gerar impacto” (Fleury; Werlang, 2016, p.02).

Ao nível de conceituação, aponta-se que o relatório técnico consiste em um “documento que descreve formalmente o progresso ou resultado de pesquisa científica e/ou técnica” (ABNT, 2011, p. 03), podendo ser desenvolvido nos termos da ABNT NBR 10719. Essa é a norma técnica específica referente à elaboração e apresentação desse tipo de documento. Assim, segue também a formatação nos moldes da ABNT NBR 14724, que versa sobre trabalhos acadêmicos, para o desenvolvimento do referido produto de conclusão de doutorado.

Em corroboração, ressalta-se que o relatório técnico consiste em um “documento original pelo qual se faz a difusão da informação corrente, sendo ainda o registro permanente das informações obtidas. É elaborado principalmente para descrever experiências, investigações, processos, métodos e análises” (Passos; Santos, 1998, p.1). Ou seja, este produto científico apresentado registra as informações levantadas no processo de investigação aplicada, no período de integralização do curso de doutorado em Estudos Marítimos da EGN (2019 a 2023). Ademais, acentua-se que o documento buscou o rigor metodológico imposto pela norma e pelos documentos orientadores da área de pesquisa, de modo a contemplar os elementos textuais obrigatórios em trabalhos de conclusão de doutorado tradicionais.

Em adição, destaca-se que, pelo fato de o PPGEM se tratar de um programa que oferta cursos de doutorado e mestrado na modalidade profissional, é natural a existência e desenvolvimento prioritário de pesquisas aplicadas, com adoção de formatos não necessariamente limitados a teses e dissertações, obrigatórios aos programas da modalidade acadêmica (PPGEM, 2020).

Outrossim, buscou-se com o estudo e investigação *in loco* apontar os gargalos e deficiências do sistema portuário brasileiro, a partir do exemplo do Porto do Rio de Janeiro, assim como possíveis soluções no âmbito político e tecnológico para esse. Tais informações, embasadas em conhecimento científico aplicado, podem beneficiar órgãos públicos, figuras da administração e logística portuária, assim como atores da esfera pública e privada, com o propósito de propiciar o desenvolvimento do setor e daqueles elementos que o circundam, com o intento final de gerar benefícios à sociedade, a partir da concepção de soluções inovadoras para questões que sejam complexas.

Por tal motivo, em consonância com os elementos apresentados, assim como levando em consideração que uma produção científica deve extrapolar os limites das universidades e institutos de pesquisa e atingir a sociedade, entende-se que o formato de um relatório técnico é a melhor proposta para expressar os resultados da presente pesquisa científica e que poderá ser melhor aceito no âmbito da comunidade marítima nacional e nos setores produtivos que a suportam, para a apresentação de soluções tangíveis às questões complexas presentes no sistema portuário brasileiro, cumprindo assim seu papel de gerar benefícios à sociedade. A proposta do relatório técnico é apresentar uma linguagem mais direta, concisa e desprendida de discussões conceitual-metodológicas excessivas. Isto, porém, sem deixar de atender aos anseios e definições da comunidade acadêmica, por seguir o rigor esperado de uma produção doutoral, seguindo-se todos os elementos apresentados e exigidos pelas normas da ABNT e documentos normativos temáticos da área de pesquisa.

Por fim, destaca-se que o documento é dividido em cinco seções, em formato de capítulos. A introdução elucida os aspectos metodológicos e estruturais da pesquisa, já o primeiro capítulo realiza uma contextualização introdutória sobre o tema de pesquisa, evocando o papel estratégico dos portos para o desenvolvimento estatal. O segundo capítulo trata de forma específica e mais aprofundada o Porto do Rio de Janeiro, apresentando as alterações que têm sido realizadas no escopo desse para adequação às normativas e exigências relacionadas ao conceito de *e-Navigation*. O terceiro capítulo dedica-se à atuação da Marinha do Brasil em relação ao *e-Navigation*, buscando discutir como esse conceito pode beneficiar a segurança

marítima, auxiliando assim no cumprimento da missão da Força. Já o quarto capítulo, busca a pleitear a favor dos benefícios provenientes dos produtos, sistemas, plataformas ou processos digitais de alto conteúdo tecnológico, de emprego dual, relacionados ao *e-Navigation*. Finalmente, o quinto capítulo é dedicado à conclusão da pesquisa aplicada, mostrando como se dá a complementaridade entre a economia e a defesa no âmbito portuário, mediante o retrospecto dos elementos apresentados no decorrer da pesquisa. Por fim, nessa seção são apresentadas recomendações à PortosRio e aos principais atores da área marítima e, ainda, indicadas oportunidades para novas pesquisas futuras, que deem continuidade à temática.

CAPÍTULO 1 – A DIGITALIZAÇÃO DO ESPAÇO MARÍTIMO ATRAVÉS DO E-NAVIGATION

Aproximadamente 80% do volume do comércio global de mercadorias, *commodities* e bens se dá pela via marítima. Tal condição atribui ao setor do comércio marítimo e demais agregados um valor estratégico de destacada relevância para os Estados (UNCTAD, 2021). Além do mais, no caso brasileiro, o transporte marítimo é o responsável por mais de 95% das cargas exportadas e importadas (Brasil, 2018). Esses dados destacam o quanto a economia global e toda a sua cadeia de suprimentos são demasiadamente dependentes da indústria marítima. Ademais, por tais motivos, os serviços, trabalhadores, sistemas, operações e infraestruturas dos portos possuem um papel fundamental de relevância na execução das atividades econômicas, tão caras ao desenvolvimento, subsistência e soberania dos países.

Conforme observa Piovesana Júnior (2020), as atividades relacionadas ao tráfego marítimo necessitam de ferramentas de auxílio e apoio para que se desenvolvam de forma segura, eficiente, sem intercorrências negativas, com vistas à proteção da vida humana, dos materiais e do meio ambiente, de forma complementar:

O tráfego marítimo mundial constitui as artérias que alimentam a economia e o desenvolvimento do planeta. Para essa fundamental atividade humana, que movimenta pelos oceanos, ou deles extrai, bens e produtos, representando cifras de expressivos valores, a Segurança da Navegação, essencialmente focada na Salvaguarda da Vida Humana e do Material no Mar, é um dos seus principais pilares de sustentação. Do mesmo modo, a eficiência do tráfego marítimo da qual decorre a economia de recursos e de tempo, também é um dos fulcros dessa Indústria. Esses dois pilares, a Segurança da Navegação, e a sua Eficiência, fortalecem um terceiro sustentáculo não menos importante, ou talvez, a longo prazo, o mais importante, pois permitirá a continuidade dessa atividade, a Proteção do Meio Ambiente (Piovesana Júnior, 2020, p.62).

Nesse sentido, salienta-se que os mares e oceanos exercem um papel fundamental na economia e desenvolvimento dos Estados costeiros. Com o passar do tempo e evolução das atividades humanas ocorridas no espaço marítimo, observou-se a necessidade do estabelecimento de normativas e parâmetros que balizam a boa ordem no mar. Isso, para o desenvolvimento de atividades econômicas dos países com equilíbrio, eficiência e segurança.

O espaço marítimo apresenta uma série de oportunidades, benefícios e recursos aos Estados costeiros que, caso utilizados de forma apropriada, podem colaborar vigorosamente para o desenvolvimento destes. O ambiente marítimo é um espaço essencial para a vida humana e para o desenvolvimento econômico, tecnológico e social dos Estados, sendo ainda local de interesse e disputas geopolíticas entre os países. Nesse sentido, aponta-se a chamada Economia

do Mar, que abarca uma gama de atividades como: transporte marítimo, setor portuário, Defesa e segurança, construção naval, exploração e exploração de recursos energéticos e minerais, pesca, aquicultura, turismo, entre outros (Santos, 2019). Embora existam divergências nacionais e internacionais sobre uma conceituação do termo “Economia do Mar”, o trabalho utiliza como base “o total de bens e serviços, em valores monetários, destinados ao consumo final e produzidos nos setores econômicos associados ao mar” (Santos *et al.*, 2022, p.48). Tal conceito é convergente com o de Economia do Mar no Estado do Rio de Janeiro, que aponta como sendo o:

conjunto de atividades econômicas direta ou indiretamente relacionadas à utilização, à exploração ou ao aproveitamento dos recursos vivos, minerais e energéticos dos mares, oceanos e águas interiores, que geram trabalho, emprego e renda, de forma sustentável, e incorporam projetos e investimentos à estrutura produtiva fluminense, com o fito de contribuir, em caráter duradouro, para o aumento da arrecadação e para a promoção da inclusão social (Estado do Rio de Janeiro, 2021).

No que tange às questões econômicas, observa-se que no Brasil não existe uma dissociação clara entre a contribuição econômica oriunda de setores relacionados ao mar e aquela gerada por outros setores. Por tal motivo, não é facilmente mensurável, ou até mesmo reconhecida, a importância do meio marítimo, assim como as atividades ali desenvolvidas, como motor da economia brasileira. Existem estudos que sinalizam que a parcela de 18,93% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro⁹ possui relação direta com o ambiente marítimo e as atividades nele desenvolvidas. Esses quase 19%, correspondentes a aproximados R \$1,11 trilhões, de um ano em que o PIB do país atingiu R\$ 5,90 trilhões, são denominados de “PIB do Mar” (Carvalho, 2018). Tais dados são apresentados para pontuar a relevância das atividades marítimas para o país.

O Brasil possui dimensões continentais com proeminência marítima e uma área oceânica que possui atualmente 3,6 milhões de km², mas que poderá alcançar¹⁰ aproximadamente 5,7 milhões de km², projetados a partir de um litoral de 7,4 mil km de extensão (Brasil, 2019). De acordo com a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), nesse espaço coexistem 36 portos organizados (ANTAQ, 2023), além de 215 Terminais de Uso Privados (TUP), instalações marítimas de carga e instalações aquaviárias, essas localizadas ao longo da nossa costa e nas águas interiores (ATP, 2023).

⁹ No ano de 2015.

¹⁰ Para que o país alcance essa extensão marítima depende da aceitação da proposta que foi desenvolvida no âmbito do Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (LEPLAC) e submetida para a Comissão de Limites da Plataforma Continental da Organização das Nações Unidas.

O espaço marítimo conhecido como “Amazônia Azul”¹¹ apresenta vasta gama de recursos naturais vivos e não-vivos, com variada biodiversidade e, como já ressaltado, contendo elementos e atividades essenciais para o desenvolvimento econômico do país. Isso demanda preocupações relacionadas à defesa e segurança desse espaço marítimo, elementos sob a responsabilidade da Marinha do Brasil, a Autoridade Marítima (AM) do Brasil. Para além disso, ressalta-se os termos da Lei Complementar nº 97/1999 afetos às atribuições subsidiárias particulares da MB, em seu Artigo 17, que deve atuar no sentido de:

- I - orientar e controlar a Marinha Mercante e suas atividades correlatas, no que interessa à defesa nacional;
 - II - prover a segurança da navegação aquaviária;
 - III - contribuir para a formulação e condução de políticas nacionais que digam respeito ao mar;
 - IV - implementar e fiscalizar o cumprimento de leis e regulamentos, no mar e nas águas interiores, em coordenação com outros órgãos do Poder Executivo, federal ou estadual, quando se fizer necessária, em razão de competências específicas.
 - V – cooperar com os órgãos federais, quando se fizer necessário, na repressão aos delitos de repercussão nacional ou internacional, quanto ao uso do mar, águas interiores e de áreas portuárias, na forma de apoio logístico, de inteligência, de comunicações e de instrução.
- Parágrafo único. Pela especificidade dessas atribuições, é da competência do Comandante da Marinha o trato dos assuntos dispostos neste artigo, ficando designado como "Autoridade Marítima", para esse fim (Brasil, 1999, p.7).

Em consonância, destaca-se o Artigo 142 da Constituição da República Federativa do Brasil que aponta a destinação da Marinha do Brasil, assim como das demais Forças Armadas, de contribuir para a “defesa da Pátria, garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem” (Brasil, 1988, p.89). Ressalta-se que a segurança e a defesa da Amazônia Azul são atividades que estão diretamente inseridas no contexto da destinação constitucional e das atribuições subsidiárias da MB. Isso também inclui a defesa das infraestruturas portuárias e dos seus respectivos espaços marítimos adjacentes.

Outro ponto que merece destaque é o fato de que aproximadamente 80% do PIB nacional origina-se nas unidades da federação com acesso à costa marítima. Outrossim, a atividade desenvolvida pelo comércio exterior representa 25% do PIB brasileiro, setor estratégico e vital para o desenvolvimento econômico-social do país (Brasil, 2018b).

Ao se tratar da relação do ser humano com o mar, não se pode deixar de evocar a figura dos portos: espaços com infraestruturas nas quais as cargas transitam, são manipuladas e distribuídas, sendo, portanto, elementos essenciais para o desenvolvimento de atividades econômicas, assim como escoamento e recepção de mercadorias e bens. Destacam-se ainda na

¹¹ “Amazônia Azul” trata-se de um conceito político-estratégico, que será propriamente apresentado no capítulo 3 deste trabalho.

dinâmica portuária suas infraestruturas, atividades e atores envolvidos. Em relação a este contexto, os portos, juntamente às atividades e cadeias logísticas de valor geradas a partir desses, são de importância para o desenvolvimento estatal, como destacado por Felipe (2015),

O modal hidroviário fomenta a economia regional e nacional, a política econômica adotada pelo Estado gera repercussões nos fluxos hidroviários, o crescimento das redes e dos fluxos marítimos (cabotagem e longo curso) estimula a criação de empregos em diferentes setores (agropecuária, indústria, serviços e comércio), entre outros. A participação do Estado é fundamental para o desenvolvimento econômico, para o fomento do transporte marítimo e para a circulação e a mobilidade geográfica do capital (Felipe, 2015, p.67).

Cabe reconhecer que o comércio marítimo possui um número crescente de operações em escala global, de modo em que isto implica um maior número de embarcações operando, que seguem constantemente em desenvolvimento tecnológico dos meios e atividades envolvidos. Destes, podemos destacar a evolução dos navios de contêineres, que progressivamente vêm recebendo inovações no sentido de melhora de suas operações, tornando-se cada vez maiores e possuindo maior capacidade de carga, com sistemas de tráfego e operação tecnologicamente avançados.

Isso requer que os portos estejam capacitados tanto estrutural como operacionalmente para receber tais embarcações. Devem também possuir capacidade de compartilhamento e integração de informações e interlocução com outros modais de transporte, como o rodoviário e ferroviário. É válido pontuar que o comércio marítimo gera riquezas, renda, empregos e receitas aos países, visto que, “a movimentação de contêineres pode ser utilizada como um termômetro para avaliar a economia de um país, considerando a natureza das principais cargas que em geral estão a bordo dessas caixas” (Pereira, 2022, p.182).

Nessa perspectiva, em condições ideais, os portos minimamente necessitam de: berços de atracação propriamente dragados e disponíveis, sistemas de operação, transporte e gestão eficientes para a carga e descarga de contêineres, segurança orgânica e marítima (monitoramento, vigilância, controle e mobilidade estratégica) das instalações, embarcações, pessoal e mercadorias (Guerise; Barbosa, 2019). Para a administração das diversas frentes de atuação citadas, em um mundo cada vez mais interligado, interdependente e complexo, a solução encontrada, sobretudo por países mais desenvolvidos, foi o emprego de elementos tecnológicos, nas operações portuárias e marítimas. O investimento em tecnologias e inovações nessas áreas, com vistas às demandas por eficiência e segurança, apresentam-se como impositivas para o pleno desenvolvimento das atividades voltadas ao transporte marítimo (comércio exterior e cabotagem).

Todavia, apesar do relevante papel para economia e desenvolvimento, as embarcações, as instalações portuárias e seus espaços adjacentes são potencialmente problemáticos, por estarem constantemente sujeitos a variados riscos e ameaças (reais e/ou potenciais), possuindo ainda vulnerabilidades e deficiências, dada a natureza de suas operações. Destacam-se os riscos operacionais como acidentes com cargas, incêndio, explosão, contaminação de mercadorias etc. Acrescente-se os riscos ambientais como a contaminação do solo ou aqueles relacionados ao tráfego marítimo, como o derramamento de óleo e substâncias poluentes na água, emissão de gases nocivos e inclusão de espécies invasoras mediante despejo inadequado de água de lastro na biota marinha. Há, ainda, os riscos relacionados à navegação que podem repercutir na esfera ambiental, como a colisão de embarcações que pode ocasionar derramamento de óleo e demais poluentes na água (Pereira; Cunha; Pereira N., 2019).

Pontua-se que as ameaças que podem surgir no ambiente portuário possuem diversas naturezas:

Caso [a ameaça] se dê no âmbito da soberania, da integridade territorial ou de ofensa aos interesses nacionais no mar, a capacidade de defesa do país proporcionado pelas Forças Armadas torna-se primordial. Em qualquer dos casos, a Marinha do Brasil (MB) tem uma responsabilidade central, uma vez que o Comandante da Marinha é designado por lei a Autoridade Marítima brasileira (Pires *et al.*, 2022, p.714).

Os problemas citados anteriormente, relacionados ao setor portuário, são inerentes às atividades ali desenvolvidas, em tempos de paz. Entretanto, em períodos de guerra ou conflitos, os riscos aos quais os portos ficam submetidos são ainda maiores e mais complexos. Um exemplo é a guerra de minas navais, que consiste em um tipo de operação naval voltada à negação do uso do mar, pela minagem de regiões litorâneas e, em especial, áreas portuárias, incluindo canais e costas. Esta modalidade de operação “em especial, tem importância fundamental para países como o Brasil, que dependem grandemente do transporte marítimo e da prospecção de petróleo na plataforma continental. Minas navais podem interditar, por exemplo, o porto de Santos (SP), causando prejuízos incalculáveis para o país” (Paes Filho, 2002, p. 2).

Para ilustrar a questão, um exemplo internacional emblemático da guerra de minas navais, foi a minagem do Porto de Haiphong no Vietnã do Norte, em 1972, na Operação *Pocket Money*, durante a Guerra do Vietnã. O objetivo político-militar da ação era o de obstruir o fluxo logístico inimigo, por parte dos EUA. A atividade de minagem do referido porto foi um fator decisivo para o término da guerra, com a inviabilização da navegação do principal porto norte-vietnamita (Lima, 2021). Tal questão aponta para o fato de os países e suas Forças Armadas

considerarem “os riscos que as minas impõem às suas esquadras e assegurar a manutenção e o desenvolvimento de suas capacidades para guerra de minas” (Paes Filho, 2002, p. 2).

Importa lembrar que os riscos não se limitam às forças militares, dado que as ações de minagem podem afetar também alvos civis, como embarcações mercantes, de pesquisa, particulares, pesqueiras, de turismo assim como as Infraestruturas Críticas, como no caso dos portos e terminais, inviabilizando por completo rotas marítimas. Para lidar com tais questões, faz-se necessário o investimento em forças de contraminagem, obtenção de novas e mais modernas embarcações para a atividade, construção e manutenção de bases navais para a vigilância ostensiva e preventiva, assim como a realização de treinamento e adestramento de militares (Vogt, 2020). Por se tratar de um tema voltado ao espectro militar, as ações desenvolvidas pela MB visando a defesa, proteção e salvaguarda do espaço marítimo brasileiro, em especial na área marítima adjacente ao porto do RJ, serão melhor discutidas no capítulo 3, referente ao papel da MB no mundo marítimo digital.

1.1- O conceito de *e-Navigation*

Diuturnamente, em âmbito global existem esforços e iniciativas voltados à implementação de tecnologias (produtos, sistemas e plataformas), capazes de incrementar a eficiência, monitorar as operações, prover maior segurança e proteção para as atividades portuárias, assim como para tornar o tráfego marítimo mais seguro, previsível e eficiente. A proposta das inovações é que tais tecnologias operem complementarmente às dinâmicas produtivas já existentes, de forma a implementá-las (Abkal; Talas; Shaw, 2017). Neste segmento, destaca-se que este trabalho visa discutir como o emprego de elementos tecnológicos e suas inovações operando em uma dinâmica integrada podem atuar na prevenção, mitigação e maior controle de questões problemáticas no espaço portuário, além de contribuírem para a segurança marítima e das operações, assim como para a Consciência Situacional Marítima¹² (CSM), elementos considerados como relevantes para a área da defesa.

Antes de se discutir propriamente o conceito do *e-Navigation*, é importante apresentar alguns outros conceitos que se relacionam com a questão. Nesse ponto importa abordar o conceito de segurança marítima, um termo utilizado com frequência ao se discutir questões vinculadas ao mar e aos atores a ele relacionados. Entretanto, não existe um conceito unificado para o termo, de modo que esse pode variar de definição de acordo com o contexto geográfico, interesses e atores envolvidos, o que faz com que esteja em condição constante de evolução.

¹²O conceito será apresentado na discussão adiante.

Isso faz com que a definição do que é a segurança marítima varie em cada país, de modo a “interferir na política de segurança dos Estados e, conseqüentemente, nas atividades a serem desempenhadas pelas marinhas, guardas costeiras e outros órgãos estatais de segurança que também tenham atribuições voltadas para o mar” (Heine Filho, 2019, p.25). Portanto, é crucial que os Estados definam o que é a segurança marítima, de modo a desenvolverem políticas públicas e estratégias voltadas à vigilância e salvaguarda desse espaço, para a manutenção da boa ordem no mar.

No caso do Brasil, o Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040) define de forma ampla a segurança marítima, dissociando-a em duas vertentes nos aspectos de *safety* e *security*, ao destacar que:

Na função de defesa desempenhada pelo Poder Marítimo estão presentes, além da defesa naval clássica contra ameaças estatais, as vertentes *safety* e *security* de segurança marítima. Na primeira acepção de segurança (*safety* - Segurança do Tráfego Aquaviário), o Poder Naval, dentro de suas atribuições subsidiárias particulares, na esfera da Autoridade Marítima, atua para que o tráfego seguro de embarcações seja realizado conforme as leis e as normas vigentes, por intermédio de inspeções e vistorias, prevenindo a poluição hídrica e a ocorrência de acidentes e incidentes de navegação; provê dados fidedignos para a navegação segura e realiza operações de busca e salvamento no mar aberto, entre outras atividades. Na segunda vertente (*security* - Proteção Marítima), ocorre o emprego coercitivo do Poder Naval, geralmente com a participação de outros órgãos governamentais contra variados tipos de ilícitos e quaisquer outras ameaças (Marinha do Brasil, 2020b, p. 19).

O documento da Marinha do Brasil equipara o termo em inglês “*security*” à proteção marítima, ou seja, esse termo engloba uma série de ações relacionadas à segurança e à integridade das infraestruturas e pessoal nas atividades marítimas como um todo. Isso, em um contexto em que existam riscos e/ou ameaças provocados por terceiros que demandem contramedidas da Força Armada, ao exemplo de questões como: terrorismo, pirataria e pesca ilegal, não reportada e não regulamentada (IUU na sigla em inglês de *Illegal, Unreported and Unregulated*) etc.

Seguindo com a definição de conceitos, sobre a Consciência Situacional Marítima, compreende-se que na literatura nacional e na internacional existem diversas definições e conceitos para o termo. Neste trabalho, pretende-se conceituar a CSM como sendo a “efetiva compreensão de tudo que está relacionado ao meio marinho e que possa causar impacto na defesa, na segurança, na economia e no meio ambiente do entorno estratégico” (Marinha do Brasil, 2020b, p. 40), seguindo o que é apontado pelo PEM 2040. Complementarmente, a CSM engloba “o entendimento dos acontecimentos militares e não militares, atividades e circunstâncias, dentro e associadas ao ambiente marítimo, que são relevantes para as atuais e futuras ações de

um país, onde o ambiente marítimo são os oceanos, mares, baías, estuários, rios, regiões costeiras e portos” (Faria, 2012, p. 219).

Após realizada a elucidação de conceitos caros ao tema do *e-Navigation*, salienta-se que existe em âmbito internacional um histórico de discussões e negociações no sentido de padronização de normas, entendimentos, equipamentos e tecnologias existentes sobre as atividades relacionadas às atividades marítimas, ao transporte e aos portos. Assim, cabe evocar e elucidar um dos elementos principais da discussão do trabalho em questão, o “*e-Navigation*”. Este conceito foi estabelecido pela Organização Marítima que consiste em uma agência temática especializada da Organização das Nações Unidas (ONU), responsável pela definição de medidas para melhorar a segurança e proteção do transporte marítimo internacional, assim como para evitar a poluição ambiental por navios (IMO, 2019).

O *e-Navigation* é a Navegação Aprimorada, conceito desenvolvido pela IMO e formalizado a partir da aprovação e desenvolvimento de uma estrutura regulatória para o tema, mediante um Plano de Implementação da Estratégia de *e-Navigation*¹³ (SIP), por parte do Comitê de Segurança Marítima daquela organização no ano de 2006 (IMO, 2018). O conceito preconiza “a coleta, integração, intercâmbio, apresentação e análise de informações marítimas, a bordo e em terra, por meios eletrônicos, com o propósito de aprimorar a navegação, de berço a berço, e serviços relacionados, para a proteção e a segurança no mar, bem como a preservação do ambiente marinho”^{14 15} (Marinha do Brasil, 2022a, p. 8). Dentre os objetivos principais do *e-Navigation*, destacam-se a garantia e intensificação da segurança da navegação, a salvaguarda da vida humana no mar e a prevenção da poluição hídrica por embarcações, com vistas à proteção do meio ambiente através, sobretudo, da harmonização dos sistemas de navegação e dos serviços de apoio em terra.

Importa realçar que os primeiros movimentos para a criação do conceito *e-Navigation* têm registro do ano de 2005, no âmbito de outra organização internacional, o *International*

¹³ Ressalta-se que em 2006 foi apresentado o conceito de “*e-Navigation*” e aprovado o desenvolvimento de um documento com a estratégia de implementação deste conceito. Apenas no ano de 2014 que o documento em si foi aprovado pelo Comitê de Segurança Marítima, em sua 94ª sessão (MSC-94). Em adição, aponta-se que em virtude da necessidade de alteração regular do documento, este foi atualizado pelo grupo de trabalho e aprovado no comitê competente em 2018 (MSC-99), originando o documento mais atual sobre o tema, o “*e-navigation Strategy Implementation Plan – Update 1*” (MSC.1/Circ.1595), utilizado como base para esta pesquisa (IMO, 2018).

¹⁴ Original: “*e-navigation is the harmonized collection, integration, exchange, presentation and analysis of marine information on board and ashore by electronic means to enhance berth to berth navigation and related services for safety and security at sea and protection of the marine environment*” (IMO, 2018, p.1).

¹⁵ Optou-se pela utilização da tradução oficial da Marinha do Brasil, que está presente no conjunto de Normas da Autoridade Marítima (NORMAM), de número 26, disponível em sua 5ª revisão, a mais recente até o momento de desenvolvimento da pesquisa.

Hydrographic Bureau (IHB), à época um Comitê de Direção da *International Hydrographic Organization* (IHO). As discussões iniciais envolviam questões mais técnicas relacionadas à navegação eletrônica nas atividades marítimas, que foram centro das discussões durante algum tempo. Entretanto, após aquele movimento inicial, observou-se a relevância da questão para diversas áreas envolvidas em atividades marítimas de interesse comum, em virtude dos avanços tecnológicos dos sistemas de navegação e comunicação que serviam ao comércio marítimo (IMO, 2018).

Estados com um elevado nível de maturidade tecnológica em seus processos relacionados ao comércio marítimo, como a Holanda e Cingapura, defendiam que era necessário o desenvolvimento de uma “visão estratégica para a utilização de ferramentas de navegação existentes e novas, em particular ferramentas eletrônicas, de forma holística e sistemática” (IMO, 2005, p.01). Assim, tal percepção orientou para que fossem envolvidos na discussão, mesmo que de forma mais isolada a seus respectivos âmbitos, diversos atores da comunidade marítima, como países, armadores, empresas e organismos internacionais.

Concomitantemente, a temática da navegação eletrônica também era discutida pelos atores em instâncias internacionais como na IMO. Países como o Japão, Ilhas Marshall, Holanda, Noruega, Cingapura, Reino Unido e Estados Unidos da América foram precursores de tal discussão no âmbito da IMO, que apontava para a necessidade de a Organização se posicionar sobre as diversas tecnologias, muitas das quais em desenvolvimento, relacionadas à navegação eletrônica e serviços de comunicação nas operações marítimas, com seus respectivos benefícios agregados. Os Estados-membros apontavam para a necessidade de que a IMO, como organização com competência global no estabelecimento de padrões obrigatórios para melhorar a segurança das atividades marítimas, desenvolvesse uma “ampla visão estratégica para incorporar o uso de novas tecnologias de forma estruturada e garantindo que seu uso estivesse em conformidade com as diversas tecnologias e serviços eletrônicos de navegação e comunicação já disponíveis” (IMO, 2005, p.01).

Assim, na visão destes Estados-membros da organização, a IMO deveria assumir uma liderança pioneira e proativa do tema, até então novo, por meio do desenvolvimento de uma visão estratégica, focada em contribuir para melhorias nas operações marítimas globais, orientando os demais países e organizações. Assim o então tema de *e-Navigation* foi sendo discutido dentro dos subcomitês da Organização, como de Segurança da Navegação (*Safety of Navigation* - NAV) e Radiocomunicações e Busca e Salvamento (*Radiocommunications and*

Search and Rescue - COMSAR), até que foi formalmente levado para discussão na seara mais ampla da IMO (IMO, 2005).

Por conseguinte, as articulações culminaram com a definição do conceito e outros elementos voltados à implementação deste, na 81ª sessão do *Maritime Safety Committee* (MSC), da IMO, ocorrida em 2006. Desde então, o referido comitê passou a coordenar trabalhos, reuniões, discussões e produção de documentos voltados ao desenvolvimento, padronização e atualização de diretivas sobre a navegação eletrônica. Tais atividades envolviam diretamente a participação de seus subcomitês, Estados Membros, organizações internacionais temáticas voltadas ao mar, representantes da indústria etc (IMO, 2018).

Em termos gerais, o conceito visa maximizar o potencial de novas tecnologias para o estabelecimento de uma navegação aprimorada nos mais diversos sentidos. Conforme apontado pela IMO, o conceito não é estático, haja vista que seu desenvolvimento se encontra em contínuo aprimoramento, em virtude das necessidades do usuário e do desenvolvimento de novas tecnologias (IMO, 2018).

Para o alcance dos objetivos de integração e padronização de sistemas, produtos e serviços no espaço marítimo, a IMO desenvolveu o SIP, o plano de implementação do conceito. O documento orienta quanto à estruturação de uma arquitetura harmonizada de padrões, de modo a estabelecer uma governança voltada a atender as necessidades dos usuários, mediante o fornecimento dessas soluções de *e-Navigation* nas atividades marítimas. A IMO aponta que, dentre os principais objetivos das padronizações, estão a garantia da segurança da vida humana no mar, a segurança marítima e a proteção do ambiente marinho contra a poluição. Para o alcance e implementação de tais elementos, a organização prioriza cinco soluções tecnológicas para o *e-Navigation*, a saber:

- S1: projeto de passadiço melhorado, harmonizado e intuitivo;
- S2: meios para relatórios padronizados e automatizados;
- S3: maior confiabilidade, resiliência e integridade dos equipamentos do passadiço e das informações de navegação;
- S4: integração e apresentação das informações disponíveis em displays gráficos recebidos via equipamentos de comunicação; e
- S5: comunicação aprimorada do Portfólio de Serviços VTS¹⁶ (não limitado às estações de VTS) (IMO, 2018, p.04).

As cinco soluções foram estabelecidas no SIP como prioritárias para a implementação do conceito, mas a Organização, por intermédio do Comitê de Segurança Marítima, mantém a

¹⁶ Os sistemas de *Vessel Traffic Services* serão propriamente apresentados e exemplificados mais adiante, no capítulo 2.

publicação sujeita a um processo de revisão contínua. Para isso, salienta o compromisso de atualização do documento regularmente, em virtude da possibilidade de desenvolvimento de novas tecnologias, evolução dos processos e sobretudo das necessidades dos usuários (IMO, 2018).

Nesse sentido, observa-se que o conceito do *e-Navigation* objetiva a congregação de diversos elementos tecnológicos, como sistemas, serviços e plataformas que operem de forma consonante e complementar entre si. Isso para que seja possível o compartilhamento de informações voltadas ao desenvolvimento de atividades marítimas mais acuradas, confiáveis e concomitantes, tornando assim o espaço marítimo mais seguro, previsível e controlado. A ideia foi concebida pela IMO, sendo adotada e utilizada por diversos atores da comunidade marítima global. Conforme versa a Marinha do Brasil sobre o *e-Navigation*, esse:

[...] não é um tipo de equipamento, mas sim um "conceito" que contempla uma ampla gama de sistemas e serviços integrados de informação, relacionados à navegação. O conceito baseia-se na harmonização dos sistemas de navegação e dos serviços de apoio em terra, para atender as necessidades de usuários conhecidos e identificados, integrando, entre outros, equipamentos como o *Automatic Identification System (AIS)*, *Electronic Chart Display System (ECDIS)*, *Automatic RADAR Plotting Aid (ARPA)*, *Sistemas Integrados de Passadiço (IBS)*, *Sistemas Integrados de Navegação (INS)*, *Long Range Identification and Tracking (LRIT)*. Uma série de tecnologias baseadas em navios e em terra para aprimorar a Consciência Situacional Marítima (CSM) e a tomada de decisão dos oficiais de navegação. Esses sistemas trabalhando em conjunto também auxiliam na busca e salvamento (SAR) e em situações de emergência, respondendo a formas de poluição marinha dos navios (Marinha do Brasil, 2020b, p.04).

Assim, o *e-Navigation* é um conceito que envolve o emprego de práticas, tecnologias, sistemas e estruturas que em atuação conjunta e conectada são capazes de atender aos objetivos de melhoria da consciência situacional das operações marítimas em escala global, assim como a segurança dessas operações e preservação ambiental. Para mais, acentua-se que o *e-Navigation* não se trata de um único equipamento ou sistema, mas sim de um conceito. Esse que contempla em consonância diversos produtos, sistemas e tecnologias, para que haja a harmonização e interligação dos sistemas de navegação e dos serviços e pessoal de apoio em terra. O *e-Navigation* atua para incrementar os sistemas já existentes, e poderá gerar demandas para a criação de novas tecnologias, conforme houver a necessidade dos usuários.

O aprimoramento das atividades marítimas decorre do uso efetivo e interconectado das ferramentas, elementos, pessoal e sistemas de alto teor tecnológico, melhorando a eficiência das operações, tornando assim as atividades marítimas mais competitivas, em uma lógica de mercado internacional interdependente. Isso em decorrência do estabelecimento de uma

dinâmica de consciência situacional compartilhada por diferentes entes (Marinha do Brasil, 2020b).

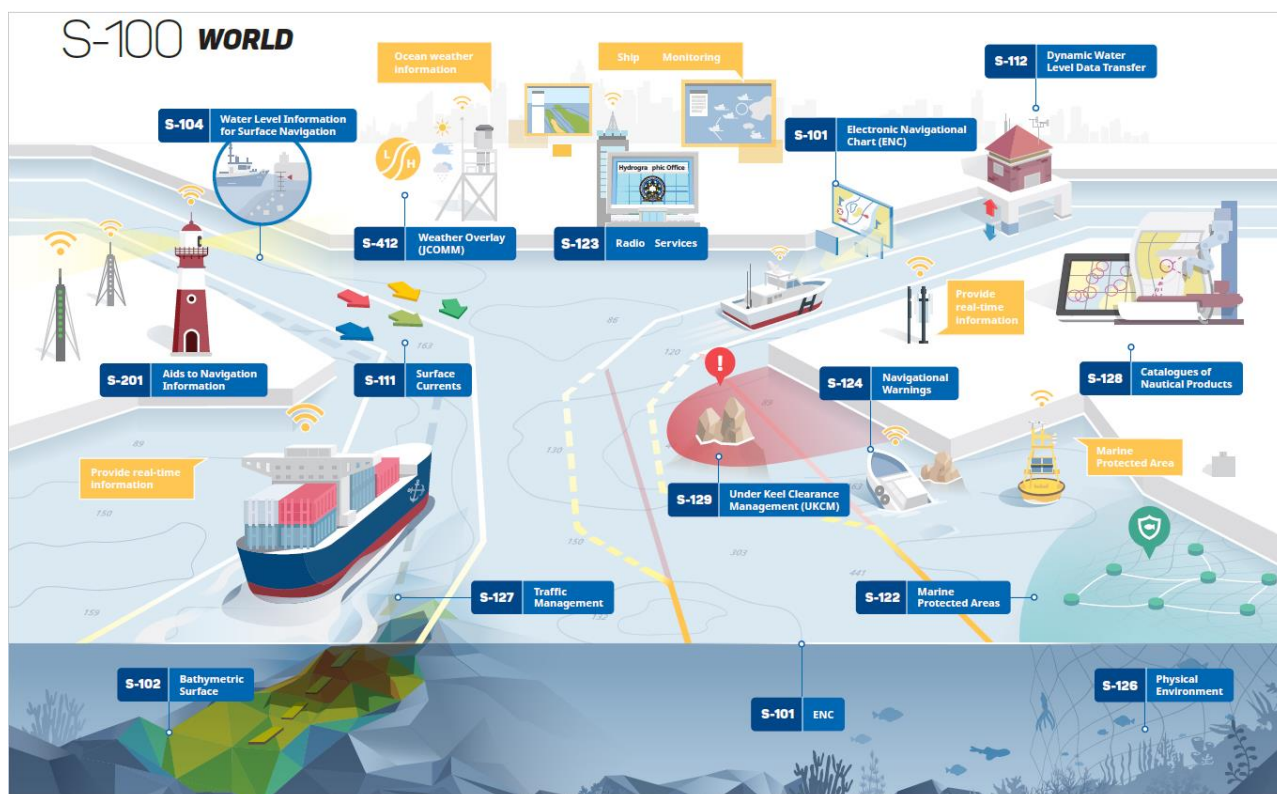
Ressalta-se que os produtos de monitoramento, Comando e Controle, infraestrutura e as informações hidroceanográficas e geográficas existentes no contexto do *e-Navigation* são baseados no Padrão S-100 (*S-100 Standard*), cujos elementos são definidos pela *International Hydrographic Organization* por meio de documentos, com base em padrões internacionais de comitês técnicos como o ISO 19100 e organizações técnicas temáticas relacionadas aos respectivos elementos. O “*S-100 Standard*” consiste em um documento estrutural de padronização que se destina ao desenvolvimento de dados, produtos e serviços digitais padronizados, tais como cartas de navegação eletrônica, batimetria de alta resolução, correntes de superfície e áreas marinhas protegidas, entre outros. Assim, o objetivo central é o fomento de dados e informações para comunidades hidrográficas, marítimas, empresas, academia, Forças Armadas e de segurança e ao Sistema de Informação Geográfica (GIS, na sigla em inglês de *Geographic Information System*) (IHO, 2018).

Cada tipo de produto, atividade, área ou serviço do Padrão S-100 possui diversos documentos técnicos próprios, desenvolvidos por organizações internacionais temáticas vinculadas aos respectivos temas. Tais publicações são baseadas nos padrões internacionais (ou mesmo os estabelecem) com o fito de nortear e padronizar os elementos de operação e suas respectivas cadeias de operação no Padrão S-100, utilizado no escopo do *e-Navigation*. Entre as organizações temáticas citadas, pode-se destacar a IHO, a *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA), *The Commission for Weather, Climate, Water and Related Environmental Services & Applications* (SERCOM), *International Electrotechnical Commission* (IEC), entre outras.

O S-100 será utilizado para atuar como a Estrutura Comum de Dados Marítimos (CMDS) e representa a estrutura técnica necessária para garantir uma utilização mais ampla e melhor dos dados marítimos. A missão do padrão é criar uma base comum que possa ser usada para múltiplos propósitos; meteorológicos, físicos e qualquer um voltado a desenvolver produtos relacionados ao mar utilizarão o mesmo padrão (Palma; Giglio; Tei, 2022, p. 01).

Para explorar a perspectiva da referida consciência situacional compartilhada, a figura a seguir é utilizada para exemplificar como se dá o processo de intercâmbio e complementaridade de dados e informações digitais em tempo real, no Padrão S-100:

Figura 1 - Padrão S-100



Fonte: *International Hydrographic Organization* (2018).

A figura em tela apresenta alguns dos diferentes produtos e serviços marítimos existentes no modelo S-100, mas não todos, não esgotando a amplitude do tema e seus elementos. Assim a ilustração possibilita visualizar com precisão como o Sistema de padronização S-100 é de elevada importância para o estabelecimento de comunicação inteligível entre as partes envolvidas na dinâmica marítima digital. Esta que é fundamental para viabilizar as atividades produtivas marítimas mediante o espectro do *e-Navigation*. Acentua-se que com a difusão da navegação eletrônica, os navegantes, embarcações, serviços de apoio em terra e a comunidade marítima como um todo recebem intensos fluxos de dados marítimos, oriundos de diversas fontes, que possibilitam com que a navegação transcorra de forma cada vez mais segura e eficiente. Seguindo por esta esteira de pensamento, com o aumento da quantidade de informações e do número de fontes, torna-se essencial a padronização dos dados, para que ocorra a integração e disposição destes de forma adequada nos sistemas de navegação (Francis, 2020).

Neste contexto, destaca-se o *VHF Data Exchange System* (VDES), que, em conformidade com a *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA) (2023a), configura-se como um sistema de comunicação por meio de

radiofrequência, concebido com o propósito de aprimorar as comunicações marítimas, facilitando a intercambialidade de dados e informações entre embarcações, infraestruturas costeiras e centros de controle marítimo. Consoante apontado por Lázaro *et al.* (2019), o VDES representa uma progressão além do Sistema de Identificação Automática (*Automatic Identification System - AIS*), empregado para rastreamento e identificação de embarcações, transcendendo-o ao conferir capacidades ampliadas no que concerne à esfera comunicativa e à troca de informações (IALA, 2023a; Lázaro *et al.*, 2019).

É válido ressaltar que embora a IMO seja responsável pela definição das normativas relacionadas ao *e-Navigation*, organizações internacionais como a *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* e a IHO atuam de forma coordenada e complementar com a referida agência especializada da ONU, na publicação de documentos orientadores dentro de suas áreas temáticas de atuação. Embora desenvolvido pela IHO, o Padrão S-100 não será utilizado “apenas para dados hidrográficos, pois tem a função de garantir procedimentos padronizados para a gestão de todos os dados do domínio marítimo. O padrão pode ser visto como mais um passo para a implementação do *e-Navigation* e a digitalização das operações marítimas” (Palma; Giglio; Tei, 2022, p. 02).

Por tais motivos, frisa-se a preferência e necessidade de adoção pela comunidade marítima de uma Estrutura Comum de Dados Marítimos (CMDS), de modo em que o “Padrão S-100” será utilizado como a base para o desenvolvimento dessa estrutura comum voltada ao acesso de dados e serviços no âmbito da Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar, de 1974 (*Safety of Life at Sea - SOLAS 74*) (Marinha do Brasil, 2020b).

Conforme destacam Ávila-Zúñiga-Nordfjeld; Liwång; Dalaklis (2023), a Convenção SOLAS é o principal tratado internacional voltado à proteção da vida humana no mar, que abrange em seu conteúdo uma série de normativas, diretivas e regulamentos de vinculação obrigatória que visam a proteção de pessoal de bordo, infraestruturas, cargas e meio ambiente. Como exemplo, a Convenção regulamenta temas que vão desde os equipamentos obrigatórios a bordo dos navios como os sistemas de comunicação, sistemas de combate a incêndios, os requisitos de formação e certificação das tripulações e prevenção de colisões no mar etc. Isso com o objetivo central de promover a segurança marítima, mediante o estabelecendo dos referidos padrões mínimos de construção, equipamentos e operações de navios para a proteção da vida humana no mar e a salvaguarda do meio ambiente marinho (Ávila-Zúñiga-Nordfjeld; Liwång; Dalaklis, 2023).

1.2- O posicionamento brasileiro em relação ao *e-Navigation*

Apesar de todo um arcabouço normativo e regulatório em âmbito internacional sobre o *e-Navigation*, a situação da maioria dos portos brasileiros ainda está inadequada para a plena aplicação do conceito. De modo em que muitas das instalações portuárias do país não têm acompanhado o estado da arte em termos tecnológicos dos padrões internacionais do setor, conforme será aprofundado adiante. Salienta-se que o trabalho analisa a realidade brasileira, tomando como exemplo de estudo o Porto do Rio de Janeiro, que é um dos principais empreendimentos portuários da região sudeste e do país, em matéria de receitas e movimentação de carga, cuja Autoridade Portuária responsável é a PortosRio. Esse porto foi escolhido pela Marinha do Brasil para a implementação do projeto piloto do *e-Navigation* no país. Portanto, considera-se que seja o exemplo ideal para ser estudado no escopo do presente trabalho. Destaca-se a postura assertiva da MB de realizar um trabalho de implementação do conceito de *e-Navigation* no contexto brasileiro, cujas justificativas serão apresentadas no decorrer do estudo.

Em adição aos elementos sobressaltados, as atividades do setor portuário público do país apresentam variadas adversidades e gargalos, tais como excesso de burocracia nos processos, altos custos relacionados ao intenso emprego de recursos humanos nas atividades, infraestrutura precária, entre outros, que dificultam o pleno desenvolvimento das atividades (Guerise; Barbosa, 2019). Pode-se adicionar ainda questões relativas às operações de alguns dos portos nacionais, ao exemplo das filas de embarcações, que constituem gargalos no processo portuário. Tais filas em parte são geradas pelos intervalos de tempo irregulares de chegada e saída das embarcações aos portos, estas que geralmente levam consigo cargas variadas, o que gera ainda grande variabilidade de fluxo de operações dos empreendimentos (Batista, 2005). Concomitantemente, pode-se destacar o elevado potencial inexplorado, uma série de problemas estruturais endêmicos, embaraços burocráticos, de operação, assim como carências relacionadas à matéria de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), elemento fundamental para a evolução e competitividade do setor, tanto em âmbito nacional como internacional.

Não obstante a existência de uma série de imbróglis e problemas no setor portuário brasileiro, o país ainda assim possui grande relevância para a cadeia logística global. Tal afirmação pode ser embasada em dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), os quais atestam que em 2020 o Brasil foi responsável por transportar aproximadamente 7% do volume global de mercadorias, além de ter contribuído para a movimentação de aproximadamente 4% do volume global de mercadorias no comércio

marítimo. Ainda segundo aquela Organização Internacional, em comparação com o ano de 2019, em que ocorreu a pandemia de COVID-19, no ano de 2020 o volume total da carga movimentada nos portos brasileiros aumentou um montante de 5% (OCDE, 2022). Outrossim, em adição salienta-se que por volta de dois terços do comércio marítimo global de mercadorias se dá nos países em situação desenvolvimento, como é o caso do Brasil (UNCTAD, 2021). Os elementos atestam a relevância do setor portuário brasileiro, que com sua gama de atividades relacionadas à logística de mercadorias desempenha um papel essencial para a economia nacional e, concomitantemente, para a cadeia de suprimentos global. Os números movimentados pelos portos atrelados à função deles para a interdependência econômico-financeira global justificam a pertinência de trabalhos acadêmicos que discutem tal setor, sobretudo com foco nos aspectos tecnológicos e de inovação.

No que tange ao tema do *e-Navigation*, observa-se que a tecnologia atua como um catalisador da eficiência, velocidade e precisão de processos e serviços. Contudo, ela exerce ainda o papel de diferenciar aqueles Estados que estão mais avançados e desenvolvidos, daqueles que se posicionam à margem do incremento tecnológico e científico. Destaca-se que o setor portuário brasileiro apresenta uma série de problemas logísticos que podem estar relacionados ao estágio tecnológico dos meios, práticas e serviços (Associação Brasileira de Operadores Logísticos, 2022). Pesam ainda questões relacionadas aos posicionamentos políticos do setor.

Destacam-se questões como o nível de desenvolvimento tecnológico do Brasil e o *gap* que o país tem em relação a outros Estados, sobretudo em matérias relacionadas à área marítima, ao exemplo de expoentes da área portuária como Cingapura e Holanda. Entretanto, existem iniciativas nacionais engajadas na possibilidade de reverter, ou minimamente mitigar tal situação. Dessas, pode-se pontuar o Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro (CTNRJ), uma associação sem fins lucrativos composta por quatro empresas, sendo três do âmbito público: Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (AMAZUL), Empresa Gerencial de Projetos Navais (EMGEPRON), Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A. (NUCLEP) e apenas uma do âmbito privado: Condor Tecnologias Não-Letais (CONDOR). A instituição visa “consolidar a cooperação e contribuir para o desenvolvimento das atividades econômicas relacionadas ao Mar no Estado do Rio de Janeiro, a fim de estabelecer uma economia próspera para a região, benéfica para os seus associados e a sociedade” (Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro, 2020, p.5).

Para tal, essa organização visa fazer uso das vantagens competitivas e comparativas da característica geográfica do Estado do Rio de Janeiro. Conforme analisam Almeida *et al.*, o Cluster busca facilitar e fomentar a cooperação entre os atores do empreendimento, em matérias como: desenvolvimento de tecnologias, inovação competitiva, compartilhamento de conhecimento, alcance de vantagens comparativas, entre outros, que culminaram no desenvolvimento socioeconômico do Rio de Janeiro, sobretudo em suas expressões marítima e de defesa (Almeida *et al.*, 2021). O modelo de cluster, assim como o papel do CTNRJ serão abordados adiante no capítulo 4, destacada a relevância da instituição para o arranjo produtivo do Estado do Rio de Janeiro e para o êxito do projeto desenvolvido na PortosRio. Nessa perspectiva dos elementos apresentados na subseção, considera-se que o CTNRJ, assim como outras instituições podem contribuir de forma profícua ao desenvolvimento tecnológico do setor portuário do Rio de Janeiro e para a implementação do conceito de *e-Navigation*, motivo pelo qual a pesquisa debruçar-se-á nos posicionamentos, documentos e atividades dessas instituições. Aponta-se que o presente estudo possui um capítulo dedicado a tratar sobre os esforços da MB na implementação do *e-Navigation* no contexto brasileiro.

1.3- A dimensão tecnológica dos portos no mundo

No setor portuário, a relação entre desenvolvimento econômico, a evolução tecnológica e o incremento de atividades relacionadas à segurança e defesa estão intimamente interligados, em especial pela lógica do *e-Navigation*, cuja implementação demanda uma série de produtos, sistemas e serviços que fazem movimentar a indústria tecnológica de alta e média complexidade. Assim, além de algumas dessas tecnologias terem suas respectivas utilidades operacionais no espaço portuário, elas também contribuem com externalidades positivas para a área de defesa, podendo-se citar como exemplo a melhoria da Consciência Situacional Marítima.

Portos marítimos como os de Cingapura, Xangai e Rotterdam operam com elementos, plataformas e práticas de ponta tecnológica, com processos completamente automatizados e eficientes, acarretando em menores custos de operação, com atividades realizadas de forma mais segura e otimizada. Situação distinta da realidade brasileira, que possui uma série de processos manuais, com elevada utilização de recursos humanos, o que o torna o país menos

competitivo, menos eficiente e mais caro em relação aos seus pares. Diferentes autores denominam essa realidade do país como o “custo Brasil¹⁷” (Guerise; Barbosa, 2019).

Ressalta-se que existem modelos de gestão, emprego de meios e estruturação do setor portuário que estão na vanguarda científica, tecnológica e de inovação, como aqueles no âmbito da União Europeia (Hamburgo e Rotterdam), Estados Unidos da América (EUA) (Houston, Los Angeles e Long Beach) ou ainda na Ásia, como no caso de Singapura (Singapura), Coreia do Sul (Busan) e China (Xangai e Shenzhen). Por tal motivo, este trabalho considera que o conhecimento dos processos desenvolvidos nesses espaços pode servir de exemplo para se pensar, estruturar e discutir a evolução nacional do setor.

No contexto mundial existem estudos que apontam para tendências de crescimento global de índices populacionais, assim como de renda *per capita*, o que gera a tendência de intensificação dos fluxos de trocas comerciais entre os Estados. Tal questão acarreta o aumento significativo nas transações logísticas que perpassam o âmbito portuário (Coelho, 2019). Assim, seja visando atender às demandas futuras, seja buscando alcançar a necessidade de equiparação ou, minimamente, a redução do atraso tecnológico perante os demais países, urge ao Brasil que sejam tomadas medidas voltadas à reversão do seu quadro de atraso estrutural e tecnológico. A decisão pela implementação do conceito de *e-Navigation* em âmbito brasileiro corrobora com esse objetivo.

Pontua-se que as principais atividades desenvolvidas no ambiente portuário são aquelas relacionadas à movimentação de cargas, portanto, ligadas à logística, principal foco das tecnologias do setor. Nos principais portos do mundo, para tal atividade, cada vez menos é empregada a mão de obra humana convencional, essa que vem cedendo espaço para maquinários especializados, veículos não tripulados, sistemas, plataformas e processos intensivos em tecnologia, que projetam maior eficiência e segurança das operações.

Destaca-se a importância e a pertinência de pesquisas aplicadas direcionadas para a solução de problemas práticos, de ordem política, econômica, tecnológica e/ou social, sobretudo aquelas com foco tecnológico, votadas a gerar inovações de impacto para benefício da sociedade e de suas instituições.

Especialistas como Schwab (2016), Bruno (2016) e Almeida e Gonçalves (2019) ressaltam que está em curso no mundo a “Quarta Revolução Industrial”, conhecida como

¹⁷ De acordo com Lopes (2018, p.1), tal custo seria uma “denominação genérica dada a uma série de custos de produção, ou despesas incidentes sobre a produção, que tornam difícil ou desvantajoso para o exportador brasileiro colocar seus produtos no mercado internacional, ou então tornam inviável ao produtor nacional competir com os produtos importados”.

Indústria 4.0 (I 4.0) ou Manufatura Avançada. Esse modelo é disposto em um contexto de digitalização da economia em conjunção com tecnologias avançadas e potencialmente disruptivas, em áreas como indústria, serviços, saúde, energia, bens de consumo etc. Entre as tecnologias e elementos envolvidos no processo, destacam-se: os dados dispostos em nuvem, sistemas integrados, computação quântica, realidade virtual aumentada, inteligência artificial (IA), Internet das Coisas (IOT), manufatura aditiva (impressão 3D), *big data*, cibersegurança¹⁸, sistemas e plataformas crescentemente autônomos, gêmeos digitais (*digital Twin*), entre outros.

De acordo com Schwab (2016),

Há três razões pelas quais as transformações de hoje representam não apenas um prolongamento da Terceira Revolução Industrial, mas sim a chegada de uma Quarta e distinta: velocidade, escopo e impacto dos sistemas. A velocidade dos avanços atuais não tem precedentes históricos. Quando comparada com as revoluções industriais anteriores, a Quarta está evoluindo em um ritmo exponencial e não linear. Além disso, está causando disrupção em quase todos os setores em todos os países. E a amplitude e profundidade dessas mudanças anunciam a transformação de sistemas inteiros de produção, gestão e governança (Schwab, 2016, p.3).

A atuação conjunta ou em rede desses elementos e tecnologias presentes na Quarta Revolução Industrial tende a um contexto de digitalização de informações e processos, integrando de forma mais complexa pessoas, máquinas e serviços (Almeida; Gonçalves, 2019). Essas tecnologias são fundamentais para o pleno funcionamento do conceito de *e-Navigation*, no espectro do mundo marítimo digital.

A perspectiva de congregação de tais tecnologias pode impactar não somente nas áreas econômicas, modificando os paradigmas de negócios, indústrias e relações interpessoais, sendo caracterizada, ainda, pela influência nas alterações no tecido social. Pode gerar também, portanto, aspectos negativos como desemprego em massa, redução de postos de trabalho, extinção de profissões ou precarização da mão de obra, derivados sobretudo da automação dos processos produtivos e até mesmo serviços (Schwab, 2016). Tal mudança “dará origem a um mercado de trabalho cada vez mais segregado em segmentos de “baixa qualificação/baixa remuneração” e “alta qualificação/alta remuneração”, o que, por sua vez, levará a um aumento das tensões sociais” (Schwab, 2016, p.3).

¹⁸ Para a conceituação, de acordo com Rocha e Da Fonseca (2019), “Cyber é uma abreviação da palavra “*cybernetic*” (cibernético, em português), que se refere a algo ou algum lugar que possua grande concentração de tecnologia, principalmente redes, internet e computadores. Um fato interessante sobre a etimologia da palavra “*cybernetic*” é que se origina da palavra grega “*κυβερνήτης*”, que significa “arte de governar” ou também a “arte de navegar” (Rocha; Da Fonseca, 2019, p.518).

Lima *et al.* (2021) apontam em um estudo científico que se concentra em analisar os impactos sociais decorrentes das evoluções tecnológicas no setor produtivo, como a automação e demais inovações resultam ao longo dos anos na redução de postos de trabalho, em especial na indústria. Os autores destacam que, durante os processos de revoluções industriais anteriores, a automação já substituíra o trabalho humano por trabalho das máquinas, de modo em que na 4.0 não é diferente. Assim, o desenvolvimento tecnológico pode ter impactos significativos nos aspectos sociais, incluindo o desemprego estrutural de pessoas com menor qualificação profissional, que realizam trabalhos mais relacionados ao esforço físico do que o intelectual (Lima *et al.*, 2021).

Não obstante, segundo o pensamento de Silva (2020), pode-se considerar o desemprego estrutural como sendo “o desemprego [gerado] pela substituição do trabalhador pela máquina”. O autor sugere que esta é uma tendência, uma vez que “o limite lógico está patente, a regra já está exposta e não pode ser revogada por nenhuma exceção submersa no modo de produção capitalista” (Silva, 2020, p.38).

No contexto portuário por exemplo, à medida em que os portos adotam novas tecnologias, como automação, robótica e sistemas avançados de gerenciamento, é possível que algumas tarefas anteriormente realizadas por trabalhadores de menor qualificação sejam substituídas por máquinas ou exijam menor necessidade de emprego de mão de obra humana (Yang *et al.* 2018). Tal situação pode levar a uma redução na demanda por certas funções, ou mesmo a extinção dessas, como carregamento e descarregamento manual de carga (estiva), operação de caminhões e guindastes ou trabalho em armazéns. Portanto, a questão pode resultar em desemprego ou alocação em condições de subemprego para os trabalhadores menos qualificados, que dependam de esforço físico para a realização dessas ocupações. Trata-se de um efeito colateral conhecido dos avanços tecnológicos.

Alguns autores consideram que a principal solução para a questão seria a realocação profissional dos trabalhadores, através da requalificação destes às novas necessidades e demandas de alta tecnologia, para que assumam esses novos cargos. Entretanto, outros autores realizam um contraponto, destacando que essa readequação dos trabalhadores não seria algo simples e rápido, podendo provocar uma grande massa de excluídos dos processos produtivos. Por outro lado, as inovações tecnológicas criam oportunidades de negócios, em especial para *startups*, com o oferecimento de vagas de emprego relacionadas à elevada qualificação profissional, sobretudo em áreas de TI e engenharias. (Lima *et al.*, 2021). Não obstante, é preciso reconhecer a realidade de que nem todos os trabalhadores estão profissionalmente aptos

para assumirem tais postos com elevadas exigências técnicas e educacionais, mesmo com a requalificação. Assim, a resposta para esse desafio depende da cooperação de diferentes atores, que não apenas os empregadores. Além disso, as áreas de discussão devem ser diversas, não limitadas à dimensão tecnológica, devendo passar por questões morais, normativas, filosóficas, sociais e econômicas para a formulação de políticas públicas que sejam capazes de resolver a situação (Lima *et al.*, 2021).

Assim, para mitigar os impactos sociais negativos, é importante que os governos, as empresas e outras partes interessadas dialoguem e adotem medidas em variados âmbitos, que de forma conjunta sejam capazes de lidar com a questão. Nesse sentido, Peters, Jandrić e Hayes (2019) ressaltam que o foco apenas em políticas educacionais do ensino superior não resolve de maneira isolada o problema e a simples solução de “mais educação” não é suficiente para o “desemprego tecnológico”. Segundo os autores, inicialmente, seriam necessários estudos com abordagens multidisciplinares que fossem capazes de entender as especificidades do setor em questão e as necessidades dos atores envolvidos, identificando os impactos para cada ator e compreendendo principalmente a perspectiva socioeconômica dos trabalhadores, a parte mais afetada e frágil nessas mudanças (Peters; Jandrić; Hayes, 2019).

O governo também deve ter participação no processo, desenhando políticas públicas com programas voltados à promoção da empregabilidade, que podem ter financiamento compartilhado com o empresariado. A meta é promover a requalificação profissional dessas pessoas menos qualificadas, ou direcionamento delas para que adquiram novas habilidades, para que assim conquistem empregos de melhor qualidade e com melhor remuneração, mesmo que em outras áreas. Para isso, é preciso ir além, explorando novas áreas, mercados e perspectivas, ao promover a diversificação econômica, fomentando outros setores que possam absorver essa mão de obra (Lima *et al.*, 2021).

Não obstante, esses trabalhadores devem se envolver no processo, discutindo sobre os impactos tecnológicos no tecido social, para que tenham suas demandas contempladas, sobretudo por intermédio de sindicatos ou associações de classe, no diálogo com empresas e o governo. Entende-se que deve haver o diálogo entre as partes, mas acredita-se que tal intercâmbio não seja isento de tensões, dados os interesses distintos. Em complemento, as empresas precisam mapear as principais áreas de operação que serão afetadas, reunindo dados confiáveis para o desenvolvimento de suas estratégias corporativas, que sirvam ainda como subsídios de fomento ao planejamento governamental. Por fim, para mitigar o impacto social negativo e preparar a mão de obra “futura” para as novas demandas do setor, que tende a criar

oportunidades de emprego, seria ideal o investimento na formação de jovens talentos. Assim, o governo em parceria com as empresas e instituições de ensino e pesquisa podem desenvolver e financiar projetos de formação e qualificação profissional, seja no nível superior ou técnico, para prover mão de obra qualificada aos setores específicos e equilibrar os impactos sociais decorrentes da evolução tecnológica.

Observando-se o lado positivo das mudanças, as inovações tecnológicas voltadas a automação de sistemas nos setores produtivos tenderão a gerar benefícios diversos, incluindo a economia de energia, custos e recursos, além de maior eficiência e segurança em seus processos, estimulando o crescimento econômico. Aponta-se a possibilidade de que, nos setores industrial e de serviços, será factível a “integração e controle da produção a partir de sensores e equipamentos conectados em rede e da fusão do mundo real com o virtual, criando os chamados sistemas ciberfísicos e viabilizando o emprego da inteligência artificial” (Confederação Nacional da Indústria, 2016, p.11). O resultado seria um modelo “indústria inteligente” com elementos que, aparentemente isolados, sejam capazes de estabelecer um nível profundo de comunicação integrada entre si, para a geração de soluções otimizadas.

Neste seguimento, aproximando a questão à temática central do trabalho que trata sobre o *e-Navigation*, destaca-se a expressão portuária da lógica 4.0, que é o “Porto 4.0”, também conhecido como *Smart Port* ou Porto Inteligente, integrado ao escopo do *e-Navigation*. Conforme apontam Yang *et al.* (2018), a perspectiva de inteligência (*smart*) congregada aos elementos é uma realidade em vários âmbitos, ao exemplo das redes elétricas, edifícios, indústrias e cidades inteligentes. Esse novo conceito de instalação portuária inteligente emprega em seus processos uma série de inovações digitais e tecnológicas, voltadas sobretudo à logística, segurança e sustentabilidade das atividades desenvolvidas no espaço.

Um porto inteligente é geralmente referido como um porto digital inteligente que pode operar de forma autônoma por meio de sistemas autoconfigurado, auto protegido, mais adaptável, mais seguro, mais responsivo e altamente conectado. O porto inteligente é normalmente projetado para melhorar suas eficiências operacionais e ambientais por meio da comunicação harmoniosa entre todos os dispositivos, embarcações, terminais e equipamentos nos estaleiros. Em um porto inteligente, as operações de logística marítima são integradas digitalmente e monitoradas com base em informações em tempo real disponíveis em diversos dispositivos, incluindo *smartphones* e *tablets*. Em poucas palavras, um porto inteligente destina-se a criar sistemas portuários flexíveis, reconfiguráveis, ágeis e ecológicos (Min, 2022, p.191).

Observa-se que é possível definir esse tipo avançado de infraestrutura de forma simples: “um porto inteligente é um porto que usa automação e tecnologias inovadoras, como

inteligência artificial, *Big Data*, Internet das Coisas e *Blockchain*, para melhorar seu desempenho” (World Energy Trade, 2021). Entende-se que esses empreendimentos estão continuamente sendo atualizados em termos tecnológicos, operando no estado da arte, para que tenham incrementadas suas capacidades relacionadas à eficiência, segurança e economia de recursos no desenvolvimento de suas respectivas atividades produtivas.

Assim, em arranjos tecnológicos, os diferentes tipos de sistemas, equipamentos e operações existentes no espaço físico do porto recebem informações até mesmo fora desse conjunto. O resultado é uma arquitetura de atuação forma integrada, automática e até mesmo autônoma (Yang *et al.* 2018). Mediante o uso de sensores, sistemas, conjuntos de dados e internet de alta velocidade, esses espaços desenvolvem operações com integração de elementos físicos e digitais, assim como das atividades ocorridas em terra com aquelas em mar (Shafique *et al.*, 2020).

Nas instalações portuárias mais avançadas do mundo, de países como China, Coreia do Sul, Cingapura, Dinamarca e Holanda, a tecnologia 4.0 é um elemento imperativo nas atividades lá desenvolvidas no contexto dos portos inteligentes. Esses novos modelos intensivos em tecnologia evidenciam soluções digitais capazes de causar a transformação das operações e processos, através do emprego de elementos como Inteligência Artificial, Internet das Coisas, dados e sistemas interconectados dispostos em rede, atuando de forma integrada e coordenada, tornando as operações portuárias mais precisas e eficientes (Finegold, 2020).

No sentido de maior efetividade e segurança das operações, a tecnologia integrada aos processos pode facilitar atividades como as de coleta, integração, intercâmbio, apresentação e análise de informações marítimas, aprimorando as operações portuárias, a navegação e serviços relacionados, que dialogam diretamente com o conceito de *e-Navigation*. Assim, essas tecnologias destacam-se pela melhoria na agilidade, eficiência e precisão dos processos logísticos, redução dos custos de frete, redução do tempo de execução das operações, incremento na segurança das atividades, instalações e entorno, refletindo assim na redução de custos dos produtos de forma geral, aumentando a competitividade desses produtos e serviços no mercado internacional (Buxbaum, 2018).

Segundo Gorges (2021), conforme a economia global se desenvolve, progride ou mesmo se modifica, os setores marítimo e portuário se adaptam e seguem as tendências em pauta no setor produtivo, para manterem o funcionamento da cadeia logística global e se manterem competitivos e adequados às necessidades e adversidades do mercado. Em especial, acentua-se que os portos seguem as tendências presentes na indústria, nos padrões globais de

consumo, na agenda internacional como questões relacionadas à segurança, tecnologia e meio-ambiente, no fluxo das cadeias de suprimentos etc. Ou seja, trata-se de um setor adaptativo e resiliente com capacidade de atender às necessidades dos demais negócios (Gorges, 2021).

Nesse sentido, projeções da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD, na sigla em inglês) apontam que, apesar da pandemia de COVID-19 ter impactado negativamente na cadeia logística do comércio marítimo internacional, as inovações digitais de cunho tecnológico do setor têm logrado êxito em respostas customizadas, resilientes e adaptativas. Os incrementos têm sido relacionados à automação de atividades e digitalização de processos administrativos e operacionais dessas cadeias, mediante a introdução de tecnologias modulares que facilitam as práticas gerenciais. Isto torna as atividades mais baratas, velozes e eficientes, gerando inclusive desdobramentos sustentáveis, de cunho ambiental por conta por exemplo da economia de eletricidade pela eficiência energética, redução do uso de papel pela digitalização de transações comerciais ou mesmo mitigação de emissão de gases do efeito estufa (GEE) que seriam derivados de deslocamentos (UNCTAD, 2021).

Ademais, ao se tratar novas tecnologias e soluções inovadoras no contexto portuário, há de se destacar o tema da sustentabilidade, que possui pertinência no mundo atual. Existem evidências científicas de que ações como o consumo irrestrito dos recursos naturais, manejo incorreto de resíduos, queimadas e a degradação ambiental de origem antropogênica têm provocado diversos malefícios à fauna e flora do planeta, ocasionando as mudanças climáticas. Visando a reversão desse quadro, as Nações Unidas, em conjunto com atores estatais, institucionais e individuais desenvolveram a Agenda 2030, “um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade” para o alcance do desenvolvimento sustentável em nível global (United Nations, 2015, p.01). O documento foi aprovado pela Assembleia Geral da ONU, através da Resolução A/RES/70/1. Assim, para viabilização dessa Agenda, em setembro de 2015, foram desenvolvidos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que contemplam “17 Objetivos e 169 metas para erradicar a pobreza, proteger o planeta e trazer prosperidade para todos os seres humanos nos próximos 15 anos” (United Nations, 2015, p. 8), ou seja, até o ano de 2030.

Esse esforço global da ONU orientou o comportamento de uma série de atores das mais variadas áreas, o que envolveu sobretudo os setores produtivos que entenderam a importância da sustentabilidade. Observa-se que a sociedade foi adquirindo cada vez mais conhecimento sobre o tema, passando a exigir que as empresas se adaptassem a tal realidade. Nesse contexto

o termo “ESG”, criado e disseminado por um documento do Pacto Global¹⁹, em 2004, ganhou ressignificação e destaque. A saber: “ESG é uma sigla em inglês que significa *environmental, social and governance*, e corresponde às práticas ambientais, sociais e de governança de uma organização” (Pacto Global, 2023). Portanto, o termo frisa “sobre como integrar fatores sociais, ambientais e de governança no mercado de capitais” (Pacto Global, 2023).

Por conseguinte, as empresas passaram a compreender que a atuação dentro dos princípios ESG seria algo positivo, até mesmo para a competitividade delas no mercado, sobretudo em uma realidade onde “as empresas são acompanhadas de perto pelos seus diversos *stakeholders*, ESG é a indicação de solidez, custos mais baixos, melhor reputação e maior resiliência em meio às incertezas e vulnerabilidades” (Pacto Global, 2023).

No âmbito portuário não é diferente. Atores econômicos do setor, como autoridades portuárias e empresas, se organizam com vistas ao desenvolvimento sustentável dos empreendimentos nas perspectivas ambiental, social e de governança. Um exemplo de valor é a publicação “Guia de Melhores Práticas de Sustentabilidade Portuária: A Estratégia ESG²⁰” (2023), desenvolvido por autoridades e operadores portuários, empresas relacionadas ao setor, assim como pela academia. Isso com o objetivo de:

contribuir para o desenvolvimento e implantação de agendas de Sustentabilidade, com entrega de valor e benefícios do setor portuário para seus stakeholders nos planos locais, regionais e nacionais. A premissa é de contribuir tecnicamente na proposição, implantação e comunicação de ações concretas, inclusive, de atendimento às políticas públicas emitidas pelos Órgãos Federais de regulamentação, fiscalização e planejamento do setor portuário (Cutrim *et al.*, 2023, p.24).

Iniciativas como essa publicação são fundamentais para a viabilização da Agenda 2030 e a inclusão dos temas de sustentabilidade nas rotinas dos portos e terminais portuários do país. Seguindo nesse tema, outra questão relacionada à sustentabilidade a qual há de se levar em consideração é o impacto das mudanças climáticas nos portos. Esses câmbios podem afetar as infraestruturas e operações portuárias, o entorno das instalações e as localidades adjacentes. As Nações Unidas (2022a) defendem que as citadas mudanças climáticas são um conjunto de

¹⁹ “Lançado em 2000 pelo então secretário-geral das Nações Unidas, Kofi Annan, o Pacto Global é uma chamada para as empresas alinharem suas estratégias e operações aos Dez Princípios universais nas áreas de Direitos Humanos, Trabalho, Meio Ambiente e Anticorrupção e desenvolverem ações que contribuam para o enfrentamento dos desafios da sociedade. É hoje a maior iniciativa de sustentabilidade corporativa do mundo, com mais de 16 mil participantes, entre empresas e organizações, distribuídos em 70 redes locais, que abrangem 160 países” (Pacto Global, 2023).

²⁰ A publicação colaborativa conta com a participação de atores da área portuária como: Associação de Terminais Portuários Privados (ATP), Associação Brasileira das Entidades Portuárias e Hidroviárias (ABEPH), Confederação Nacional de Transportes (CNT) e acadêmicos como o LabPortos (Cutrim *et al.*, 2023).

fatores e fenômenos da natureza em longo prazo. Essas, que possuem potencial de alteração das temperaturas e dos padrões climáticos a nível global, portanto, afetando diversos países, setores e indivíduos (United Nations, 2022a).

Entende-se que os empreendimentos portuários geralmente são estruturas diretamente expostas ao espaço marítimo, portanto, tornando-se suscetíveis a diversos tipos de intempéries da natureza, sendo os principais: enchentes, inundações, tempestades e maremotos. Em todo o mundo, os portos direcionam-se no sentido de desenvolverem potencialidades e tecnologias que os tornem resilientes ou minimamente adaptáveis às referidas mudanças e seus eventos extremos relacionados (Jeevan *et al.*, 2020).

Em tal perspectiva, Da Silva (2022) considera que os

riscos advindos de mudanças climáticas podem ser representativos não apenas na área do Porto em si (infraestrutura e operações consideradas críticas), mas também na sua hinterlândia. Por este motivo, é igualmente importante que a gestão portuária amplie o seu horizonte de análise para ativos que não se encontram sob sua gestão direta, tais como acessos rodoviários e ferroviários, que uma vez degradados pelas mudanças climáticas colocam em risco o acesso de pessoas e cargas ao porto (Da Silva, 2022, p.31).

Nesse sentido, as tecnologias relacionadas aos *smart ports* podem ser elementos fundamentais para lidar com os desafios operacionais e logísticos impostos aos portos e atividades marítimas pelas mudanças climáticas globais e seus eventos extremos decorrentes. Entretanto, observa-se que tais adequações exigem alterações na infraestrutura dos empreendimentos, o que aponta para a necessidade de disponibilidade de recursos, conhecimento técnico e planejamento de médio e longo prazo, com estratégias para a execução e implementação de tais mudanças (Selén, 2022).

No caso do Porto do Rio de Janeiro, felizmente a sua localização no interior do recôncavo da Baía de Guanabara protege o empreendimento, conferindo-lhe um abrigo natural em relação ao impacto de correntes e ressacas. Entretanto, o Porto administrado pela PortosRio ainda é suscetível às ameaças das tempestades e chuvas torrenciais, que são capazes de afetar o pátio e a operação no berço “de forma grave e afetam os acessos terrestres e aquaviário e a entrada e saída de navios na baía em grau moderado. Enquanto os vendavais afetaram praticamente toda a operação do porto e as ressacas afetam apenas o acesso aquaviário” (Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2021, p. 128). No que se refere à frequência dos eventos, como as tempestades, chuvas torrenciais, ressacas e os vendavais, pontua-se que não são tão comuns assim na região, de modo em que apenas afetam operacionalidade aproximadamente uma vez por ano (Agência Nacional de Transportes Aquaviários, 2021).

Outrossim, em virtude da natureza das operações portuárias, os espaços são potenciais vetores de poluição do meio ambiente. Assim, as tecnologias e ações voltadas à resiliência estrutural dos empreendimentos podem atuar de forma proativa no âmbito da sustentabilidade e preservação ambiental. Desse modo, entende-se que, com base em soluções tecnológicas customizadas, somadas às boas práticas gerenciais e postura proativa por parte das respectivas administrações portuárias, governos e comunidade marítima, a tendência é que as estruturas dos portos se tornem cada vez mais resilientes às mudanças climáticas, desenvolvendo assim, atividades mais eficientes, seguras, sustentáveis e ambientalmente moldadas (Bin Yahya, 2019). Exemplos nesse sentido podem ser observadas nas orientações estratégicas de operação dos portos da Ásia e Europa, que exploram inovações tecnológicas do setor marítimo com vistas às dimensões econômica, social e ambiental da sustentabilidade (Kapidani; Bauk; Davidson, 2020).

Com os fatos apresentados, observa-se que, imersos no contexto do *e-Navigation*, os portos ao redor do mundo seguem na busca pelo desenvolvimento tecnológico e emprego das inovações decorrentes, estabelecendo a interoperabilidade de suas atividades, garantindo a eficiência, proteção ambiental e, concomitantemente, o resguardo da dimensão sustentável de suas operações (Jeevan *et al.*, 2020).

Entretanto, a situação tecnológica e estrutural do setor portuário brasileiro ainda destoa daquela dos seus pares internacionais, sobretudo se comparada aos citados casos europeus e asiáticos. Reconhece-se que, embora o Brasil seja um Estado com vocação marítima e majoritariamente dependente do comércio internacional, tem se posicionado aquém dos portos das regiões acima citadas no que tange à competitividade no mercado global. Especialistas justificam que o setor nacional possui baixo investimento, com infraestruturas antigas e ineficientes, elementos que comprometem a competitividade do país em âmbito internacional (Souza *et al.*, 2020).

Em resumo, como destaca Min (2022), as operações portuárias convencionais, desenvolvidas na era analógica, eram caracterizadas pelo emprego de sistemas manuais, com uso de papel, com protocolos mais rudimentares e até mesmo ineficientes. Ademais, possuíam operações intensivas em mão de obra, inclusive para a realização da logística interna nesses portos, ao exemplo da estiva. Tais operações eram mais vulneráveis ao erro humano, podendo ser afetadas pela falta de sinergia entre os diferentes atores e unidades operacionais (Min, 2022).

Com os avanços em variadas áreas que possibilitaram o advento de tecnologias digitais de ponta, caracterizadas pela Indústria 4.0, um número crescente de portos pelo mundo

começou a explorar o planejamento portuário inteligente como uma alternativa mais viável, em detrimento ao modelo de planejamento portuário convencional, intensivo em mão de obra. Tal perspectiva possibilitou que tais empreendimentos otimizassem seus equipamentos, sistemas, ativos e mão de obra, aumentando assim a eficiência operacional do porto e aprimorando a relação com os demais *stakeholders* da cadeia logística (Min, 2022). Passaram, assim, a operar com protocolos capazes de realizar “monitoramento remoto e controle das atividades [...] manutenção preditiva de equipamentos terminais, colaboração homem-robô, orientação autônoma de tráfego de veículos, autoatendimento virtualmente guiado, geração automática de *feedback* e recuperação automática de erros [...]” (Min, 2022, p.205).

O fato é que as informações produzidas e coletadas por sistemas e mecanismos tecnológicos, de forma automatizada, são fundamentais na gestão dos negócios, para o apoio na gestão portuária e auxílio no processo de tomada de decisão sobre os rumos do empreendimento. Em adição, é uma possibilidade considerar que os portos utilizem demais ferramentas e métodos para a construção de suas estratégias e planejamentos. Sobre o planejamento estratégico, cabe frisar que é uma forma de organização de empresas e instituições voltada à definição de objetivos em longo prazo, com o estabelecimento de metas para o alcance destes. Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (1998) são autores que entendem não haver uma única abordagem correta para o que é o “planejamento estratégico”, defendendo que as organizações podem adotar os princípios de diferentes escolas ou realizar combinações delas, dependendo do contexto e dos desafios enfrentados pelo empreendimento (Mintzberg, Ahlstrand, Lampel, 1998).

Porter (1996) apresenta uma visão mais centrada no posicionamento estratégico da organização no ambiente e mercado em que se insere, onde a organização deve seguir com um planejamento estratégico centrado na vantagem competitiva (Porter, 1996). O autor ainda destaca que “As posições estratégicas devem ter um horizonte de uma década ou mais, não de um único ciclo de planejamento²¹” (Porter, 1996, p.27). Com essa citação de Porter, observa-se a importância da utilização pelas organizações de ferramentas e estratégias prospectivas, centradas em estudos de futuro e metodologias específicas como a de cenários prospectivos para o planejamento.

Emerge, assim, a importância dos estudos de cenários, definidos por Peter Schwartz (1991) como: “uma ferramenta para ordenar as percepções de alguém sobre ambientes futuros

²¹ No original: *Strategic positions should have a horizon of a decade or more, not of a single planning cycle.* (Porter, 1998, p.27).

alternativos nos quais as decisões de alguém podem ser executadas. Alternativamente: um conjunto de maneiras organizadas para sonharmos efetivamente sobre nosso próprio futuro” (Schwartz, 1991, p.04). Para o autor, a utilização dos cenários permite explorar diversos futuros plausíveis, muitos dos quais não conjecturados. Munidas de ferramentas prospectivas e equipes qualificadas, as organizações teriam maior êxito na antecipação de possíveis acontecimentos, para que possam se preparar para diferentes realidades, muitas das quais ainda indefinidas. Com essa abordagem, Schwartz considera que as organizações podem auferir subsídios para evitar surpresas indesejáveis ou aproveitar surpresas que lhes gerem benefícios, adaptando-se aos diferentes cenários futuros. Tal capacidade melhoraria o processo de tomada de decisões do empreendimento, direcionando-o para aquelas mais assertivas, com base em informações colhidas por intermédio de ferramentas prospectivas e especialistas, mesmo que em um ambiente complexo e incerto (Schwartz, 1991).

Na concepção Schoemaker (1995) sobre esse tema:

O planejamento de cenários tenta capturar a riqueza e a gama de possibilidades, estimulando os tomadores de decisão a considerar mudanças que, de outra forma, ignorariam. Ao mesmo tempo, organiza essas possibilidades em narrativas mais fáceis de entender e usar do que grandes volumes de dados. Acima de tudo, no entanto, os cenários visam desafiar a mentalidade predominante ²² (Schoemaker, 1995, p.27).

Para o autor os cenários vão além de outras técnicas e ferramentas de planejamento, por possibilitarem ir além do conhecimento tradicional, podendo gerar resultados mais inovadores. As ferramentas prospectivas auxiliam as organizações na criação variados cenários que podem ser explorados em relação aos riscos e oportunidades associados, que podem conter sementes para transações de sucesso ou fracasso. Por esse motivo, as diferentes trajetórias futuras desenvolvidas pela análise de cenários prospectivos podem promover uma mentalidade estratégica mais ampla na organização, permitindo a uma tomada de decisão mais informada (Schoemaker, 1995).

Em adição, Schoemaker aponta que, ao se trabalhar com cenários prospectivos, é fundamental considerar que existem “três classes de conhecimento: 1. Coisas que sabemos que sabemos. 2. Coisas que sabemos que não sabemos. 3. Coisas que não sabemos que não sabemos” (Schoemaker, 1995, p.27). Convergentemente, seguindo pela esteira do pensamento de Corrêa (2011), sobre o uso de cenários prospectivos em contextos organizacionais, existem

²² No original: “*scenario planning attempts to capture the richness and range of possibilities, stimulating decision makers to consider changes they would otherwise ignore. At the same time, it organizes those possibilities into narratives that are easier to grasp and use than great volumes of data. Above all, however, scenarios are aimed at challenging the prevailing mind-set*”.

“implicações positivas e recíprocas entre o planejamento por cenários prospectivos e o aprendizado organizacional” (Corrêa, 2011, p. 280), portanto, que podem beneficiar as empresas que se utilizam de tais ferramentas.

Diversos elementos sistêmicos e do empreendimento orientam o direcionamento das mudanças ambientais, portanto, podem ser utilizados para a construção dos cenários prospectivos. Cabe frisar que é desejável que os gestores mantenham o acompanhamento constante de fatores que podem impactar no ambiente de negócios, permeado por incertezas. Um exemplo a ser acompanhado são as “sementes de futuro”, que de acordo com o entendimento de Marcial *et al.* (2022), são elementos que “representam fatos ou sinais do passado e do presente que informam as partes interessadas sobre a possibilidade de eventos futuros e indicam um conjunto de variáveis com diferentes características, por exemplo, tendências, incertezas críticas e rupturas” (Marcial *et al.*, 2022, p.04). Dadas as considerações, observa-se a relevância de as organizações utilizarem estratégias prospectivas para a estruturação de seus respectivos planejamentos estratégicos, visando vantagens no mercado e antecipação de questões que possam beneficiar ou prejudicar seus negócios.

Especificamente em relação à gestão do Porto do Rio de Janeiro, é possível que se utilize de ferramentas e métodos prospectivos para o planejamento de suas atividades, visto que o negócio envolve variadas incertezas em razão, sobretudo, dos constantes avanços tecnológicos na área. Cabe observar que, em virtude das evidências coletadas durante a pesquisa, reconhece-se que o Porto do Rio de Janeiro não dispõe de todos os sistemas, plataformas e aparelhos tecnológicos apresentados nessa seção, assim como seriam convenientes melhorias em suas infraestruturas, meios operativos e tecnologias, para que esse se equipare aos seus pares internacionais. Outrossim, acentua-se que, no bojo da PortosRio, já existem iniciativas para a aquisição e implementação de sistemas voltados ao desenvolvimento tecnológico do porto que é foco do presente estudo. Esses sistemas, que serão apresentados adiante, possuem capacidades e potencial de alavancar os níveis de competitividade, eficiência e segurança do empreendimento carioca aos padrões internacionais que operam no escopo do *e-Navigation*.

Ressalta-se que o relatório técnico é fruto de uma pesquisa aplicada que aborda o problema real do setor portuário brasileiro, com o foco em sua importância socioeconômica e estratégica. São examinados fatores científicos e tecnológica na busca por processos inovadores que deem respostas aos problemas práticos do setor em lide. Nesse sentido, a investigação analisa e exemplifica como as inovações relacionadas ao *e-Navigation* podem favorecer o desenvolvimento novas tecnologias, práticas e melhorias de processos que resultem na economia de recursos, aumento da produtividade no desenvolvimento de processos, bens e prestação de serviços.

Em resumo, esta seção apresentou um panorama sobre o *e-Navigation*, comércio marítimo, setor portuário e portos inteligentes, mostrando a relação de interdependência entre tais tópicos, na realidade de um mundo marítimo digital, com operações integradas, centradas em redes e sustentáveis.

O próximo capítulo será dedicado a abordar especificamente o *locus* do estudo, o Porto do Rio de Janeiro, apontando os principais esforços do porto organizado voltados à sua inserção no padrão tecnológico internacional referente ao *e-Navigation*. Desse modo, seguindo na investigação, a seção seguinte irá apresentar os produtos e serviços, que são intensivos em tecnologia, identificados pela pesquisa como sendo de emprego dual e que são necessários à implementação do *e-Navigation* no contexto nacional e que têm potencial de gerar demandas ao setor industrial brasileiro.

CAPÍTULO 2 – O PORTO DO RIO DE JANEIRO COMO VETOR ESTRATÉGICO PARA A ECONOMIA, DEFESA E INOVAÇÃO

O presente capítulo apresenta elementos coletados em entrevistas não estruturadas, na pesquisa de campo realizada no Porto do Rio de Janeiro, em consonância com dados e informações oriundos de documentos oficiais da AP, assim como observar casos internacionais de sucesso em relação ao emprego de tecnologias no setor portuário. Ainda, são destacados os pontos de inflexão entre as Autoridades Marítima e Portuária, ambas focadas no desenvolvimento tecnológico do Porto do Rio de Janeiro. Defende-se que assim seja possível desenvolver uma reflexão embasada em evidências empíricas coletadas em pesquisa de campo, confrontadas com informações coletadas em artigos científicos. Isso para que seja possível explicar como as tecnologias relacionadas ao conceito de *e-Navigation* são fundamentais para o sucesso e efetividade das operações portuárias, assim como para a segurança marítima dos espaços subjacentes, com consequente transbordamentos positivos para outras áreas produtivas e até mesmo geográficas do porto.

Conforme ressaltado, espacialmente o foco da pesquisa dá-se no Porto do Rio de Janeiro, um porto público brasileiro, marítimo, em operação desde 1910, geograficamente localizado na costa oeste da Baía de Guanabara da cidade e estado do Rio de Janeiro-RJ (Latitude: 22°53'31''S e Longitude: 43°11'43''W). Segundo dados de seu Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário, o espaço do porto organizado se estende por uma grande área, dos bairros cariocas do Caju, São Cristóvão, até o da Gamboa, conforme pode ser verificado na figura a seguir (Companhia Docas do Rio de Janeiro, 2016).

Figura 2 - Delimitação das Zonas Portuárias do Porto do Rio de Janeiro



Fonte: Companhia Docas do Rio de Janeiro (2016).

A administração desse empreendimento fica a cargo da citada Companhia Docas do Rio de Janeiro, que desempenha o papel de Autoridade Portuária, de modo em que ainda gere os portos de Itaguaí, Niterói e Angra dos Reis. A PortosRio possui a missão de “liderar o desenvolvimento dos Portos Organizados do Estado do Rio de Janeiro sob sua responsabilidade, gerindo a infraestrutura portuária, fomentando a competitividade das operações e induzindo o desenvolvimento urbano, econômico e socioambiental em sua relação Porto-Cidade” (Companhia Docas do Rio de Janeiro, 2016, p.24).

A relevância econômica do Porto do Rio de Janeiro se revela nos dados da AP, segundo os quais o porto movimentou em volume de cargas um total de 61,5 milhões de toneladas em 2022, com movimentação de contêineres da ordem 549.553 TEUs, o que representa um crescimento de 15,4% em relação ao ano de 2021, em especial de carga containerizada (Companhia Docas do Rio de Janeiro, 2023).

O porto apresenta características técnicas de uma área operacional (Porto Organizado) de 1 milhão m², com cais acostável de 6,7 km de extensão e contando com 37 berços. Em complemento, a profundidade do porto 14,06 metros e possui instalações com 17 pátios abertos e 18 armazéns. Em termos de movimentação de cargas, as principais de importação são: contêineres; trigo; produtos siderúrgicos; concentrado de zinco, etc. Já as principais cargas de

exportação são: contêineres; ferro gusa; produtos siderúrgicos e veículos (Companhia Docas do Rio de Janeiro, 2022).

A Poligonal do Porto Organizado do Rio de Janeiro define os limites físicos da área de competência administrativa da autoridade portuária da PortosRio. O recorte marítimo da Poligonal do Porto do Rio de Janeiro está expresso na imagem a seguir.

Figura 3 - Poligonal Marítima do Porto Organizado do Rio de Janeiro



Fonte: Companhia Docas do Rio de Janeiro (2019).

Em termos estratégicos, acentua-se que o porto em questão se localiza fisicamente próximo à concentração urbana do Centro do Rio de Janeiro, uma importante área comercial, econômica, financeira, turística e cultural da região metropolitana do Rio de Janeiro, que possui um espaço marítimo ambientalmente sensível. Além disso, a própria região portuária tem uma importância ímpar em termos de receita para o RJ, por concentrar pontos turísticos e culturais que atendem tanto a população local como os turistas oriundos sobretudo dos navios cruzeiros que atracam nos terminais de passageiros da PortosRio. Pode-se destacar a existência de atrações como bares, restaurantes, centros culturais, hotéis, museus, teatros etc., que atraem grande concentração de pessoas (Companhia Docas do Rio de Janeiro, 2016).

Ademais, mediante contratos de arrendamento, o porto abriga em seu espaço interior empresas de logística e armazéns, assim como variados terminais (de passageiros, grãos, siderúrgico, granéis líquidos, contêineres e *Roll-On Roll-Off*²³) e instalações de acostagem, onde circulam diariamente milhares de pessoas, embarcações e cargas. Tais instalações evidenciam a relevância econômico-estratégica do Porto do RJ e seu entorno, assim como a necessidade de monitoramento, salvaguarda e segurança do espaço marítimo que o cerca.

Em adição, sobre o entorno marítimo e terrestre do porto em tela, ressalta-se sua proximidade limítrofe com o Comando do Primeiro Distrito Naval²⁴ (Com1ºDN), o Distrito sede da Marinha do Brasil no RJ. Essa área abriga os meios da Esquadra brasileira, um número elevado de contingente militar, ativos da Força e uma série de OMs estratégicas, tais como: o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), principal centro de construção e manutenção dos meios navais da MB; o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), responsável por contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico da MB, seus meios e conseqüentemente do Brasil; e o Centro de Instrução Almirante Wandenkolk (CIAW), uma OM voltada ao ensino, responsável por capacitar e formar Oficiais de diversos Corpos e Quadros da MB. Destaca-se também a Diretoria de Portos e Costas (DPC) e a Capitania dos Portos do Rio de Janeiro, que são órgãos diretamente relacionados com a questão portuária.

Outro espaço que merece destaque pela proximidade com o Porto do Rio de Janeiro, mas que não está inserido no entorno imediato do empreendimento, é a Base Naval do Rio de Janeiro (ou Complexo Naval do Mocanguê), criada em 1941. Essa também está localizada na Baía de Guanabara, na Ilha de Mocanguê, em Niterói, município vizinho e abriga a Força de Superfície e de Submarinos. Estão presentes nesse espaço os Comandos da Força de Superfície e de Submarinos (ComForS), assim como Comando em chefe da Esquadra (ComemCh), entre outros.

Os exemplos citados são alguns Comandos, OMs e Diretorias da MB que estão geograficamente alocados na região em questão e possuem relevância fulcral para o funcionamento da Força Armada no que tange sua atividade-fim. Ademais, observa-se ainda

²³ Diz-se sobre as cargas que são capazes de locomoverem-se por si próprias, como no caso dos automóveis e outros veículos dotados de rodas.

²⁴ De acordo com a Força Armada, “cada DN é responsável pelas tarefas da Marinha do Brasil. Os Distritos executam operações navais, aeronavais, e de fuzileiros navais, controlam as atividades relacionadas com a segurança da navegação marítima; coordenam e controlam as atividades de Patrulha Costeira, Inspeção Naval e Socorro e Salvamento Marítimo; realizam atividades de Assistência Cívico-Social às populações ribeirinhas, e outras atividades específicas” (Marinha do Brasil, 2022c, p.01). Pontua-se que o 1º Distrito Naval “é composto pelos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e sudeste de Minas Gerais. Ele é o Distrito sede da Marinha do Brasil” (Marinha do Brasil, 2022c, p.01).

que no mesmo espaço localiza-se outro ator de destaque para o setor naval, a Empresa Gerencial de Projetos Navais (EMGEPRON):

uma empresa pública criada em 09/06/1982, vinculada ao Ministério da Defesa por intermédio do Comando da Marinha do Brasil, que tem como finalidades principais: promover a Indústria Naval Brasileira; gerenciar projetos integrantes de programas aprovados pelo Comando da Marinha; e promover e executar atividades vinculadas à obtenção e manutenção de material militar naval (Empresa Gerencial de Projetos Navais, 2022, p1).

A EMGEPRON possui diversos contratos com a MB voltados à “comercialização de produtos e serviços disponibilizados pelo setor naval da indústria de defesa nacional, incluindo embarcações militares, reparos navais, sistemas de combate embarcados, munição de artilharia, serviços oceanográficos e apoio logístico, entre outros” (Empresa Gerencial de Projetos Navais, 2022, p1). Merece destaque, por exemplo, a participação dessa empresa pública na gestão do processo de obtenção das Fragatas da Classe “Tamandaré” (FCT), um programa estratégico da MB, com foco na modernização do Núcleo do Poder Naval brasileiro.

2.1- A relevância do Porto do Rio de Janeiro frente às complexidades de seu espaço marítimo

Os dados e informações sobre o entorno do Porto do Rio de Janeiro foram mencionados para expressar a relevância do espaço portuário, que atua como um vetor da economia e desenvolvimento, relevante também para a área de defesa. Em adição, é preciso apontar que, para além do posicionamento geográfico, as áreas de economia e de defesa compartilham entre si diversas interfaces estratégicas, sobretudo voltadas aos aspectos tecnológicos e de inovação, que são exploradas no decorrer do presente trabalho.

Sobre a dimensão socioeconômica do porto pesquisado, já foi levantado que em seu interior o empreendimento abriga uma série de atores que desenvolvem atividades produtivas economicamente relacionadas ao setor marítimo. Ademais, em se tratando do entorno marítimo do Porto do Rio de Janeiro, existem diversos outros negócios fundamentais para o desenvolvimento tanto do estado do Rio de Janeiro como do Brasil de modo geral. Um exemplo de destaque é a indústria do petróleo, recurso responsável por cerca de 30%²⁵ da receita do estado. Destaca-se ainda o fato que “O Estado do Rio de Janeiro produz 87% de todo o óleo nacional e 73% de todo o gás produzido no país, o que faz do Rio o maior contribuinte para o

²⁵ Precisamente 29,8%, o equivalente a R\$ 21,667 milhões de reais, números referentes ao acumulado do mês de agosto de 2022, segundo dados oriundos da Secretaria de Estado de Fazenda do Rio de Janeiro (Secretaria de Estado de Fazenda do Rio de Janeiro, 2022).

desempenho nacional relacionado ao setor” (Secretaria de Estado de Energia e Economia do Mar, 2023).

Esses dados quantitativos levantadas apontam a relevância da indústria do petróleo no RJ para o cenário energético nacional. Contudo, o petróleo não é a única fonte de energia relevante do estado, merecendo atenção as fontes de energia limpa existentes:

Além do óleo e do gás, o estado do Rio de Janeiro tem enorme potencial para a geração de energia limpa [...] excelente radiação solar, além de condições favoráveis para a implantação de usinas eólicas offshore, que podem ser utilizadas ainda para a produção de hidrogênio verde [...] projetos de energia eólica offshore estão em fase de licenciamento ambiental na região Norte Fluminense. O Rio também tem potencial para aproveitamento energético da biomassa para geração de biogás e de biometano. E é o HUB nuclear no Brasil, com as usinas nucleares Angra I e Angra II em funcionamento. E Angra III em fase de construção (Secretaria de Estado de Energia e Economia do Mar, 2023).

Há de se pontuar a importância da atuação do poder público para o sucesso desses projetos e iniciativas, com o destaque para a Secretaria de Estado de Energia e Economia do Mar (SENEEMAR). A SENEEMAR é um órgão público do âmbito do governo do estado do Rio de Janeiro que atua para guiá-lo em sua consolidação como um *hub* energético nacional (Secretaria de Estado de Energia e Economia do Mar, 2023). Nesse contexto, emergem as perspectivas da transição energética, que tem o potencial de viabilizar no estado o desenvolvimento de projetos orientados às fontes renováveis, com o maior foco em sustentabilidade, sobretudo na redução de emissões de gases do efeito estufa, que são nocivos ao meio ambiente.

Essa indústria energética opera em grande parte com instalações *offshore*, com outros setores e atividades produtivas que a orbitam, prestando auxílio, transportando mercadorias e equipamentos, fornecendo serviços e desenvolvendo tais operações propriamente. No setor petrolífero há os navios-plataforma comumente conhecidos como “FPSO”²⁶, que realizam a atividade de extração de petróleo, assim como embarcações envolvidas com o apoio marítimo, apoio portuário, cabotagem, longo curso etc. Dessas, cabe destacar os meios voltados à navegação de apoio marítimo, aquela “realizada para o apoio logístico a embarcações e instalações em águas territoriais nacionais e na Zona Econômica, que atuem nas atividades de pesquisa e lavra de minerais e hidrocarbonetos” (Brasil, 1997, p. 02).

²⁶ Sigla em inglês para “*Floating Production Storage and Offloading*”, que consistem em unidades flutuantes de armazenamento e transferência, que atuam na extração e lavra de minerais e hidrocarbonetos em mar, ou seja, embarcações.

As referidas embarcações são numerosas, pois prestam o apoio marítimo aos navios e plataformas que realizam a extração de hidrocarbonetos no espaço marítimo do Rio de Janeiro. A atividade de apoio marítimo é essencial para a indústria do petróleo, setor que está em franca expansão no Estado e no país. Segundo a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), com o advento do novo marco legal da política brasileira para o petróleo, tornou-se possível a celebração de contratos para exploração de novos campos na plataforma continental contemplando empresas nacionais e estrangeiras, alterando a exclusividade da Petrobras nesse nicho (Federação Das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, 2021). Assim, observou-se a expansão do setor pela possibilidade de entrada de novos atores nesse mercado, questão que tem contribuído para o aumento da demanda por serviços, equipamentos e embarcações voltados à atividade de apoio marítimo (Associação Brasileira das Empresas de Apoio Marítimo, 2022).

Os citados meios navais dedicados à atividade petrolífera coexistem dentro do espaço marítimo adjacente ao Porto do Rio de Janeiro, com diversos outros tipos de embarcações com distintos portes e finalidades, como rebocadores, contêineres, cruzeiros, barcos pesqueiros, veleiros, barcos de turismo e lazer, assim como outras embarcações em estado de sucateamento ou mesmo abandonadas, fundeadas por conta de decisões judiciais²⁷. Tal condição de tráfego marítimo intenso e diversificado impõe desafios à segurança da navegação e à segurança marítima do espaço em tela e das infraestruturas da região. Decorre, pois, uma elevada demanda por consciência situacional desse espaço marítimo, de modo a viabilizar a adequada gestão das embarcações que circulam nessa área e evitar situações problemáticas e riscos.

No capítulo anterior apresentou-se brevemente o conceito da CSM e sua destacada pertinência para o contexto marítimo, em especial para o espaço portuário, que possui diversas operações ligadas à logística marítima que ocorrem de forma simultânea. Em um mundo globalizado, digital e interconectado, naturalmente as atividades produtivas seguem a tendência de utilização de elementos e meios tecnológicos. Observa-se que, nesse contexto, faz-se necessária a adoção de processos e tecnologias inovadoras que possam melhor prevenir, mitigar ou evitar problemas naquelas atividades econômicas, uma vez que eventuais gargalos ou danos

²⁷ Deve-se destacar aqui um exemplo de risco real de tais embarcações ao espaço marítimo, outras embarcações, à navegação e demais elementos adjacentes, ao se evocar a materialização de um episódio ocorrido no Rio de Janeiro, no dia 14 de novembro de 2022. O caso envolveu a embarcação graneleira “SÃO LUÍS”, de posse da empresa Navegação Mansur, objeto de processo judicial desde 2016 e em estado de sucateamento, que estava fundeada na Baía de Guanabara. Segundo a MB, por nota da Capitania dos Portos do Rio de Janeiro (CPRJ), a embarcação graneleira despreendeu-se de suas amarras, deslocando-se e colidindo com a Ponte Presidente Costa e Silva (Rio-Niterói), também localizada na Baía da Guanabara, em razão de condições climáticas extremas (Marinha do Brasil, 2022b).

à cadeia de suprimentos, atividades e infraestruturas logísticas poderiam, por exemplo, gerar impactos de larga escala (European Union Agency for Cybersecurity, 2019).

Como exemplo desses gargalos nas atividades relacionadas à logística marítima, pode-se citar a questão das filas de atracação de embarcações nos portos. Caso ocorram de forma frequente ou prolongada, podem causar prejuízos não apenas ao empreendimento, transportadores e donos das cargas, mas também à cadeia logística (local e global). A situação pode inclusive gerar o desabastecimento de determinados gêneros críticos para os países, com a possibilidade de suscitar prejuízos e problemas correlacionados. Esse é o nível de complexidade e magnitude de uma atividade relacionada aos portos, que se soma a diversas outras da cadeia logística. Portanto, é fulcral acentuar que o emprego de tecnologias, inovações e modelos de gestão customizados, como sistemas de gestão portuária ou de tráfego de embarcações adequados para a execução dos serviços portuários, podem ser fundamentais para evitar obstáculos nos processos produtivos.

2.2- Sistemas e tecnologias de uso dual: a economia e a defesa

No desenvolvimento da pesquisa, sobretudo naquela realizada em campo, buscou-se identificar os sistemas de uso dual, que fossem intensivos em tecnologia, cujos investimentos poderiam beneficiar tanto a eficiência das operações portuárias como a segurança marítima, no Porto do Rio de Janeiro.

Entende-se dualidade como “um princípio que norteia o desenvolvimento de produtos e tecnologias normalmente usados para fins civis, mas que também podem ter aplicações militares” (Pesce, 2019, p.20). Nesse mesmo sentido, Pesca (2019) aponta que o uso dual pode ser estimulado pelo Estado no sentido de manter indústrias, parques de produção e esforços voltados ao desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) para a produção de bens e serviços com aplicações tanto para o meio civil como à área militar (Pesce, 2019). Ademais, para Dagnino (2009)

À medida que aumenta a velocidade da introdução de inovações no setor civil, as organizações militares da maior parte dos países produtores de sistemas de armas têm se voltado para o setor civil, nacional e estrangeiro, em busca de tecnologias de uso dual e de descobertas científicas revolucionárias. O que realimenta a tendência que faz com que a diferença entre a tecnologia usada nos sistemas civis e militares venha sistematicamente diminuindo (Dagnino, 2009, p.202).

Observa-se a relevância das tecnologias com essa possibilidade de aplicação dupla, que garantem benefícios tanto para o meio civil, como para o meio militar. Portanto, com o foco nessas tecnologias de uso dual, a atividade de pesquisa de campo na PortosRio foi realizada

com fito na coleta de subsídios e evidências para responder à pergunta de pesquisa sobre as potencialidades dos sistemas de uso dual intensivos em tecnologia cujos investimentos podem beneficiar tanto a eficiência portuária como a segurança marítima no Porto do Rio de Janeiro. Desse modo, por extensão, a investigação perseguiu o objetivo geral de avaliar as potencialidades dos sistemas de uso dual intensivos em tecnologia, relacionados ao *e-Navigation*, cujos investimentos podem beneficiar tanto a eficiência portuária como a segurança marítima no Porto do Rio de Janeiro.

Destarte, identificou-se no âmbito do empreendimento portuário administrado pela PortosRio a relevância dos sistemas e serviços de monitoramento e gestão do tráfego de embarcações. Eles são intensivos em tecnologia, com operações destinadas ao fornecimento de informações voltados ao Auxílio à Navegação (AtoN, na sigla em inglês) nos espaços marítimos e portuários em que se encontram. Esses sistemas operam sob normas e parâmetros nacionais e internacionais, que regulamentam esses tipos de produtos, inclusive no citado Padrão S-100.

Ressalta-se que o termo “Informações de Auxílio à Navegação”, de acordo com a *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities*, autoridade internacional sobre o tema, deve ser entendido como um “dispositivo, sistema ou serviço, externo às embarcações, projetado e operado para melhorar a navegação segura e eficiente de embarcações individuais e/ou o tráfego de embarcações” (IALA, 2022, p.1). Ainda de acordo com a IALA, a definição apresentada inclui em seu bojo os Serviços de Tráfego de Embarcações (IALA, 2023). Em adição, no entendimento da AM do Brasil, trata-se de um auxílio que é “disponibilizado ao navegante para auxiliar na determinação da sua posição, alertar sobre perigos que afetem sua segurança ou fornecer informações que auxiliem na tomada de decisão a bordo quanto a melhor rota a seguir” (Marinha do Brasil, 2022a, p.08).

Destaca-se que o produto S-201 de Informações de Auxílio à Navegação (*Aids to Navigation Information - S-201*) está incluso no escopo do Padrão S-100²⁸, utilizado pela IMO como modelo universal para a operacionalização do *e-Navigation*, que permite a integração e interoperabilidade dos sistemas e produtos. Conforme pontuado no capítulo anterior, cada produto, atividade ou serviço do Padrão S-100 possui documentos próprios produzidos por grupos de trabalho temáticos dos corpos técnicos das organizações internacionais responsáveis pelos respectivos produtos. Em sua totalidade, tais publicações possuem caráter técnico e apresentam orientações, normativas, dados, métricas e parâmetros relacionados ao tema e escopo do documento em evidência.

²⁸ Figura 1, presente no capítulo anterior.

Conforme apontado pela IALA (2023),

A IALA é responsável pelo desenvolvimento da especificação dos produtos relacionados ao domínio S-200 (S-201 a S-299) para especificações de produtos em conformidade com o Padrão S-100 da IHO, abrangendo campos dentro do mandato da IALA, incluindo Auxílio à Navegação (AtoN), Serviço de Tráfego de Embarcações (VTS), Sistemas de Posicionamento e Sistemas de Comunicação (IALA, 2023, p.01).

Dessa forma, em termos de *e-Navigation*, acentua-se a relevância dos documentos orientadores de produto no Padrão S-100, como o S-201 (“*S-201 Aids to Navigation Information*”), assim como o S-212 “*S-212 VTS Digital Information Service*” e demais outros. Os itens citados ainda se encontravam (2022) em fase de desenvolvimento pelo Comitê de Requisitos e Gerenciamento de Auxílio à Navegação (ARM, na sigla em inglês) da IALA, com vistas ao estabelecimento de normas de padronização de atividades marítimas. Assim, de modo provisório até a finalização dos trabalhos, os diversos extratos emitidos pela IALA e outras organizações temáticas como as normas (*standards*), recomendações (*recommendations*) e diretrizes (*guidelines*) sobre os respectivos temas podem ser utilizados pela comunidade marítima, para o estabelecimento de seus documentos e execução de operações, de forma internacionalmente padronizada.

Um exemplo é o “*Resolution A.857(20) on Guidelines for Vessel Traffic Services*”, uma publicação da IMO destinada a orientar a comunidade marítima que utiliza os serviços de sistemas de monitoramento de embarcações “para a realização de consultas sobre a implantação, operação, treinamento de pessoal e gestão de VTS” (IMO, 1997, p.3). Assim como o “*IALA VTS Manual*”, que se presta a “auxiliar os Governos Contratantes, Autoridades Competentes e Provedores VTS, harmonizando o fornecimento de VTS em todo o mundo, fornecendo uma visão abrangente de todos os aspectos relacionados ao fornecimento de VTS” (IALA, 2022, p.03). O manual fornece orientações sobre: “A estrutura regulatória e legal para implementação e operação do VTS; obrigações dos Governos Contratantes e dos Estados de Bandeira; e Normas da IALA relativas à implementação e operação do VTS, suas Recomendações, Diretrizes e Cursos Modelo” (IALA, 2022, p.03).

Destaca-se ainda que os exemplos de autoria da IALA e da IHO citados anteriormente serviram como base para a elaboração dos documentos técnicos orientadores da MB. Os extratos orientadores do Padrão S-100 em questão se encontravam em desenvolvimento para aprovação e posterior publicação efetiva, portanto, ainda não operacionais (Palma; Giglio; Tei, 2022).

Ao desenvolver uma análise sobre os sistemas e serviços de monitoramento de tráfego de embarcações diretamente relacionados aos portos, é necessário conceituar seus principais elementos que são foco do estudo. Esses sistemas são a base da eficiência operacional dos portos, principalmente no contexto dos portos inteligentes, que possuem processos dinâmicos, integrados, centrados em redes e características de alta tecnologia.

Os diversos conceitos apresentados a seguir possuem suas respectivas definições pautadas pelos regulamentos e normativas internacionais, como da IMO, IHO, IALA, e nacionais, como as Normas da Autoridade Marítima, como destacado, um conjunto de escritos orientadores publicados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Autoridade Marítima do país. No caso dos Serviços de Tráfego de Embarcações, o documento base é a “NORMAM-26 - NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA O SERVIÇO DE TRÁFEGO DE EMBARCAÇÕES”, redigida em consonância com as normativas e publicações internacionais das organizações competentes, de acordo com o já pontuado.

Conforme o próprio nome sugere, os sistemas de monitoramento de embarcações são empregados para a realização da gestão de embarcações em um determinado espaço marítimo, em especial no portuário. Durante a pesquisa, observou-se como tais sistemas possuem o potencial para a geração de benefícios para as atividades econômicas e produtivas finalísticas desenvolvidas nos portos, assim como para a defesa e segurança, portanto, guardando em si uma dualidade de aplicações.

O 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. Preocupa-se principalmente com a gestão do porto por meio do fornecimento de informações sobre os berços e condições portuárias. A prestação do serviço funciona também como forma de ligação entre as embarcações e os estivadores e outros serviços portuários, bem como constitui uma base para a implementação dos planos de emergência portuária, quando necessário (Portland Port, 2023).

Trata-se de uma ferramenta de coordenação de serviços no âmbito portuário, disseminando tais informações para execução da gestão das atividades do empreendimento. Diferente dos demais sistemas de monitoramento de embarcações, a AP é quem define os equipamentos e escopo do LPS, de acordo com suas necessidades e complexidade das operações desenvolvidas no porto, portanto, não segue padrões e normas internacionais definidos por autoridades competentes. Ademais, existem ferramentas e sistemas necessários para a operação do LPS,

dos quais os principais são: “1) Centro de Controle; 2) Transceptor de VHF; 3) Antena transceptora do Sistema de Identificação Automática de embarcações; 4) Sistema de Gerenciamento e Apresentação de Dados” (Villas-Bôas, 2022, p.31).

O LPS possui um nível basilar e fundamental em termos de sistemas de monitoramento de embarcações, sendo considerado como o primeiro estágio para uma AP ou órgão responsável gerir os navios, cargas e serviços que circulam e se desenvolvem no porto. Quando acrescido de tecnologias que ampliam sua capacidade de atuação, esse tipo de sistema evolui para uma outra categoria, passando a ser regulamentado por normativas internacionais.

Seguindo com os demais tipos, destaca-se o Serviço de Tráfego de Embarcações (*Vessel traffic services – VTS*) que, de acordo com a definição da IMO, seria “um serviço implementado por uma Autoridade Competente, destinado a melhorar a segurança e eficiência do tráfego de embarcações e a proteger o ambiente. O serviço deve ter a capacidade de interagir com o tráfego e responder às situações de tráfego que se desenvolvem na área VTS²⁹” (IMO, 1997, p. 04). Esses sistemas apresentam o objetivo de “melhorar a segurança e a eficiência da navegação, a segurança da vida humana no mar e a proteção do ambiente marinho e/ou da área costeira adjacente, locais de trabalho e instalações offshore de possíveis efeitos adversos do tráfego marítimo”³⁰ (IMO, 1997, p. 05). Em consonância, para a Associação Internacional de Auxílios Marítimos à Navegação e Autoridade de Faróis “os VTS são sistemas de terra para monitorar e gerenciar o tráfego de navios para garantir a segurança e a eficiência na movimentação dos navios³¹” (IALA, 2022, p.03).

A AM brasileira possui uma definição para VTS que segue na mesma esteira dos posicionamentos da IMO e IALA, ao afirmar que esse consiste em um

auxílio eletrônico à navegação, com capacidade de prover monitorização ativa do tráfego aquaviário, cujo propósito é 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” (Marinha do Brasil, 2022a, p. 06).

²⁹ Original: “a service implemented by a Competent Authority, designed to improve the safety and efficiency of vessel traffic and to protect the environment. The service should have the capability to interact with the traffic and to respond to traffic situations developing in the VTS area” (IMO, 1997, p. 04).

³⁰ Original: “The purpose of vessel traffic services is to improve the safety and efficiency of navigation, safety of life at sea and the protection of the marine environment and/or the adjacent shore area, worksites and offshore installations from possible adverse effects of maritime traffic” (IMO, 1997, p. 05).

³¹ VTS are shore-side systems to monitor and manage ship traffic to ensure the safety and efficiency of ship movements (IALA, 2022, p.03).

Pode-se constatar que os documentos nacionais e internacionais convergem com a ideia de que o VTS é um tipo de serviço mais aprimorado e complexo que o LPS, que é implementado pela Autoridade Competente, seja AM ou AP

com o propósito de ampliar a segurança e eficiência da navegação, contribuir para a segurança da vida no mar e apoiar a proteção do meio ambiente. Uma vez implementado, o VTS deverá prover monitoramento ativo do tráfego aquaviário, em uma área marítima definida (Área VTS), cuja imagem será apresentada em tempo real no Centro VTS. Desta forma, o serviço terá a capacidade de interagir com o tráfego de embarcações e responder as situações que se desenvolvam dentro da área de interesse (Marinha do Brasil, 2022a, p.07).

Há termos específicos para cada um dos atores envolvidos na operação desses sistemas e equipamentos. O empreendimento que estrutura o VTS é reconhecido como o “Provedor de VTS”, sendo definido como a “organização ou entidade responsável pela implantação, gestão, operação e coordenação das atividades do VTS, sua interação com os usuários e prestação segura e eficaz do serviço. No Brasil, tais atribuições são das AP ou Operadores de TUP que implantarem o serviço, mediante autorização da Autoridade Competente” (Marinha do Brasil, 2022a, p.04).

No caso pesquisado, o Provedor de VTS em questão é a Autoridade Portuária que, no âmbito do Porto do Rio de Janeiro, é a Companhia Docas do Rio de Janeiro, já a Autoridade Competente é a Marinha do Brasil, responsável pela homologação do serviço em âmbito nacional. Conforme os documentos normativos da IMO e da IALA, esse Provedor VTS deve operar o “Centro VTS” tendo que contar com uma equipe de pessoas qualificadas que sejam formadas em instituições de ensino credenciadas, segundo os parâmetros, cursos e treinamentos específicos definidos na regulamentação internacional. Tais indivíduos são definidos como o “Pessoal VTS”, que exercem funções variadas para viabilizar o funcionamento do serviço, a saber:

Operador VTS (VTS Operator - VTSO): responsável por atuar como operador do serviço no Centro VTS;

Supervisor VTS (VTS Supervisor - VTSS): responsável por atuar como supervisor do serviço em Centro VTS; e

Gerente do VTS (VTS Manager): pessoa designada formalmente pelo Provedor de VTS, sendo o responsável pelo seu gerenciamento, operação, manutenção e pela prestação segura e eficaz do serviço, no interior da Área VTS; e

Instrutor de treinamento (On-the-Job training Instructor - OJTI): responsável por gerenciar e coordenar o OJT para as Equipes Operacionais (Marinha do Brasil, 2022a, p.09).

A publicação “Normas da Autoridade Marítima - NORMAN-26/DHN” comenta que as necessidades dos operadores portuários são distintas, o que torna complexa a definição sobre qual tipo de sistema de monitoramento implementar em um empreendimento portuário. Pela dificuldade de se “identificar o limiar entre a necessidade de implantação de VTS ou LPS, o que torna ainda mais importante considerar os fatores envolvidos durante o processo de avaliação inicial de viabilidade e riscos” (Marinha do Brasil, 2022a, p.07). Outrossim, as principais diferenças das características do Serviço Portuário Local em relação ao Serviço de Tráfego de Embarcações são que o LPS:

- não necessita ter capacidade e/ou meios para responder ao desenvolvimento de situações de trânsito e interagir com o tráfego marítimo;
- não existe a obrigatoriedade de gerar e gravar uma imagem do tráfego de navios;
- menor abrangência no treinamento para seus operadores; e
- objetivos do serviço definidos para atender às necessidades locais (Marinha do Brasil, 2022a, p.07).

Em adição, observa-se que a IALA categoriza o VTS como sendo “parte integrante do escopo do Auxílio à Navegação, e reconhecido em todo mundo como uma ferramenta cada vez mais relevante para o domínio marítimo” (Marinha do Brasil, 2022a, p.08).

A IMO destaca os elementos necessários para um VTS, que não se limitam a instrumentos e tecnologias. É preciso que haja a disponibilidade de locais adequados e pessoal capacitado para a operação dos equipamentos

Para realizar as tarefas necessárias, uma organização VTS requer pessoal, alojamento, instrumentação e procedimentos adequados que regem as operações e interações entre os vários elementos. Os requisitos em cada campo são determinados pela natureza particular da área VTS, pela densidade e caráter do tráfego e pelo tipo de serviço a ser prestado. Deve-se levar em consideração o estabelecimento de instalações de backup para sustentar e manter o nível desejado de confiabilidade e disponibilidade³² (IMO, 1997, p.08).

Nesse ponto, cabe apresentar o *Vessel Traffic Management Information System* (VTMIS), o sistema que possui a característica de ser uma ampliação do VTS. Trata-se de um sistema de auxílio eletrônico à navegação, que possui estrutura e capacidade para prover o monitoramento ativo do tráfego marítimo ou aquaviário. Na esteira institucional da MB, o

³² Original: “In order to perform the required tasks a VTS organization requires adequate staff, housing, instrumentation and procedures governing operations and interactions between the various elements. The requirements in each field are determined by the particular nature of the VTS area, the density and character of the traffic and the type of service that is to be provided. Consideration should be given to the establishment of back-up facilities to sustain and maintain the desired level of reliability and availability”.

VTMIS é um “um Sistema Integrado de Vigilância Marítima, que permite aos serviços aliados³³ e outras agências interessadas o compartilhamento direto dos dados do VTS, de forma a aumentar a efetividade das operações portuárias ou da atividade marítima como um todo” (Marinha do Brasil, 2022a, p. 09).

Pode-se destacar que o VTMIS reúne em seu escopo uma série de sistemas, tecnologias e elementos que estão diretamente vinculados à gestão da cadeia de atividades marítimas e portuárias, das quais pode-se destacar: gestão portuária, cobranças, financeiro, planejamento de filas de atracação de embarcações, segurança patrimonial, movimentação de cargas, taxas de serviços, gestão ambiental, Praticagem, entre outros (Marinha do Brasil, 2022a).

Conforme já salientado no capítulo anterior, no contexto portuário existe uma série de equipamentos que viabilizam as operações do empreendimento, como os guindastes, esteiras, empilhadeiras, assim como variados serviços (portuários, comerciais e de manutenção), como cobrança de taxas, atracação de embarcações, transbordo de cargas etc. Para que ocorra uma gestão adequada, segura e eficiente, existem ferramentas, aplicações tecnológicas e sistemas que realizam a integração e gestão dos variados elementos, informações e atividades que existem nos portos. Esses são os Sistemas Integrados de Gestão Portuária (*Port Management Information System - PMIS*), responsáveis por coordenar as informações e gerir todas (ou a maioria) das operações desenvolvidas nos portos (Stevanov; Tešić; Bojić; Georgijević, 2015).

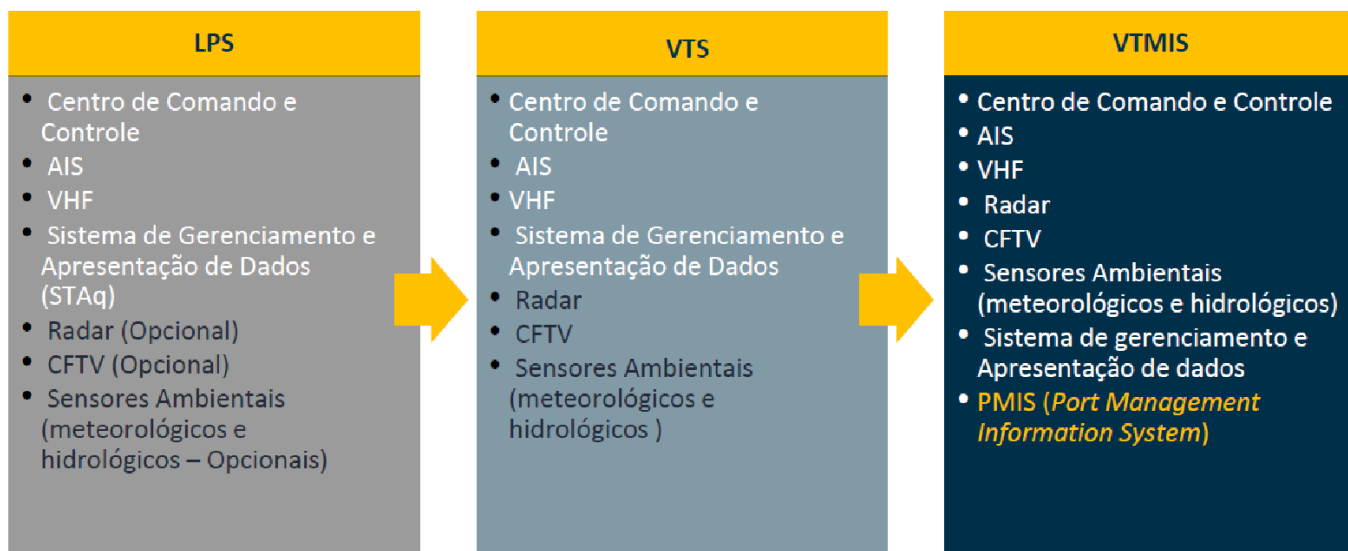
Conforme apontam os especialistas, em razão de sua natureza integradora, esse tipo de sistema de gestão conecta-se com diversas outras categorias de equipamentos, meios e sistemas de informação dos serviços do negócio, como: “sistemas de posicionamento global (GPS) e aplicativos de gerenciamento da cadeia de suprimentos (Stevanov; Tešić; Bojić; Georgijević, 2015, p. 65). Isso permite a incorporação de variadas tecnologias para a execução eficiente das atividades, mediante o cruzamento de fontes de informações dos produtos e serviços dos portos, assim como das embarcações e demais serviços de terra (Tsiulin; Reinau; Hilmola; Goryaev; Karam, 2020). Assim considera-se que, conforme já ressaltado, um VTS somado aos elementos e sistemas de um PMIS torna-se um VTMIS.

É importante destacar que os sistemas apresentados possuem uma relação progressiva entre si, ou seja, consistem em sistemas que são correlacionados pelo grau de evolução de elementos presentes em seus respectivos escopos (sistemas, equipamentos e funcionalidades). Em outras palavras: um LPS quando acrescido de equipamentos, sistemas e capacidades, alcança o status

³³ O Acordo de Cooperação Técnica entre a MB e CDRJ denomina de “serviços aliados” os órgãos da administração pública que possuem alguma relação com os serviços portuários, como: forças policiais, órgãos ambientais, alfandegários e técnicos. O documento não fornece uma definição ou conceito dos mesmos.

de um VTS, que ao ser aprimorado, torna-se um VTMISS. Para explicar a questão de forma mais prática utiliza-se a figura a seguir, encontrada na de Villas-Bôas (2022), que resume o conjunto de equipamentos e tecnologias que caracterizam cada um dos três tipos de sistemas de monitoramento de embarcações que foram tratados anteriormente: LPS, VTS e VTMISS.

Figura 4 - Diferenças tecnológicas entre os Sistemas de Monitoramento de Embarcações



Fonte: Villas-Bôas (2022).

2.3- Sistemas de monitoramento do tráfego de embarcações do Porto de Rio de Janeiro

Atualmente, a Companhia Docas do Rio de Janeiro está realizando uma série de atividades relacionadas à implementação de um Projeto de Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações nos Portos do Rio de Janeiro/Niterói e Itaguaí. A iniciativa se coaduna com os esforços do Governo Federal no campo da “Inteligência Logística Portuária”, relacionados ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) (Villas-Bôas; Briglia; Vidal, 2022).

Sobre o projeto que está sendo executado no Porto do Rio de Janeiro, para a implementação do VTMISS, salienta-se que o empreendimento não contava inicialmente nem mesmo com um LPS. Dessa forma, o esforço da PortosRio está sendo executado no sentido de implementar cada etapa dos sistemas, sendo primeiro o LPS, seguido do VTS e por fim alcançar o VTMISS. A implementação dos sistemas depende de processos de licitação, contratação de serviços técnicos, compra e instalação de equipamentos de elevada complexidade tecnológica, assim como a integração dos diversos equipamentos, para a atuação conjunta.

Assim, por decisão estratégica, o projeto da PortosRio foi dividido em 3 fases para a implementação dos sistemas de monitoramentos de tráfego de embarcações, a saber: “1º Fase: ativação de *Local Port Services* – em curso; 2º Fase: ativação de *Vessel Traffic Services*; e 3º Fase: ativação de *Vessel Traffic Management Information System*” (Villas-Bôas; Briglia; Vidal, 2022, p.202). Assim que finalizada a fase 3, o VTMISS do Porto do Rio de Janeiro

[...] ficará permanentemente guarnecido e capacitado a acompanhar, identificar e visualizar o tráfego aquaviário na sua área de responsabilidade, de modo a considerar todos os fatores que o influenciam. Tem, ainda, como finalidade prover respostas imediatas às diversas ocorrências que possam interferir nos parâmetros estabelecidos para a navegação, com vistas a melhorar a eficiência das atividades operacionais ligadas ao tráfego aquaviário, bem como evitar ou minimizar a ocorrência de situações indesejáveis, de crise e de riscos, ao prever situações que envolvam embarcações que trafeguem nos Portos Organizados administrados pela Companhia Docas do Rio de Janeiro (Villas-Bôas *et al.*, 2023, p.49).

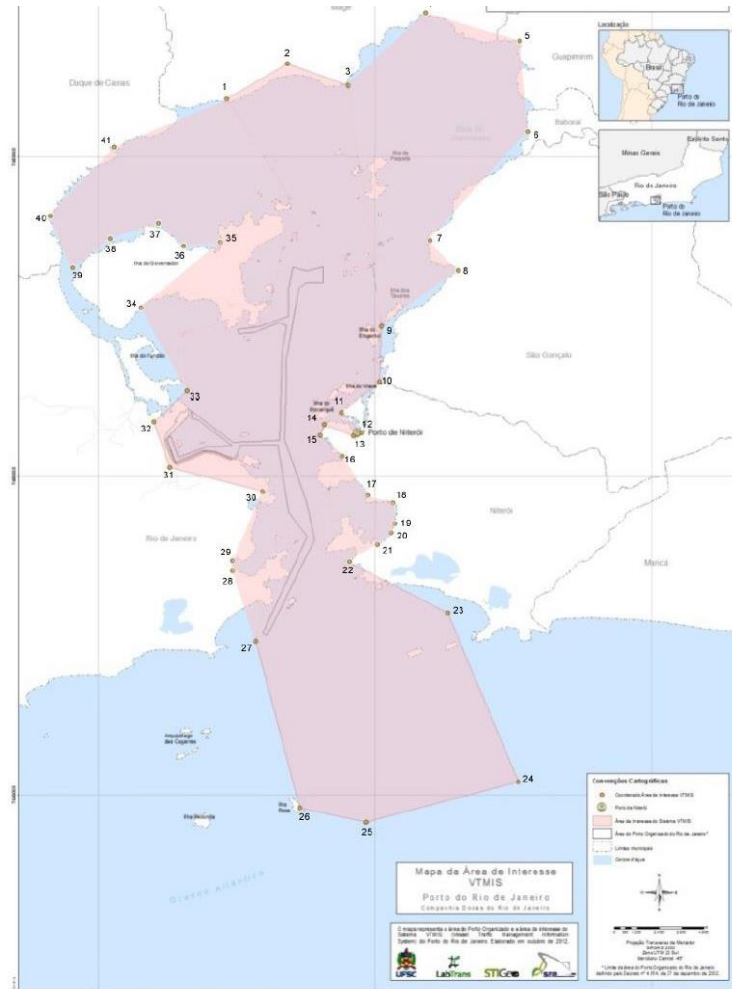
A PortosRio estruturou o seu projeto de VTMISS para que seus equipamentos, radares e sensores sejam capazes de alcançar toda a Baía de Guanabara, cobrindo por completo e inclusive extrapolando a poligonal marítima sob responsabilidade da AP. Sobre os equipamentos, sistemas e aparelhos do projeto de VTMISS que está sendo implementado no Porto do Rio de Janeiro, destaca-se que este é composto por:

- radares;
- câmeras de médio e longo alcance, com capacidade de identificação noturna de alvos;
- sistemas de identificação automática de embarcações (AIS);
- sensores meteorológicos e hidrológicos;
- equipamentos de comunicação em VHF;
- radiogoniômetros para detecção de emissões eletromagnéticas na faixa de VHF;
- rádio enlaces e/ou cabos de fibra ótica para transmissão de dados;
- datacenter;
- Centro de Controle Operacional (CCO), para o qual convergirão todas as informações capturadas pelos sensores remotos (Villas-Bôas; Briglia; Vidal, 2022, p.201).

Observa-se que o VTMISS é composto por uma série de sistemas, tecnologias e equipamentos que juntos objetivam realizar a gestão das embarcações na área de atuação, assim como gerar soluções para o transporte aquaviário dos portos. A figura a seguir apresenta a área de interesse da PortosRio, que será coberta pelo VTMISS da Autoridade Portuária quando

operante. A estrutura e localização dos equipamentos serão apresentados no próximo capítulo.

Figura 5 - Área de interesse do radar VTMISS Porto do Rio de Janeiro



Fonte: Villas-Bôas (2022).

Conforme destacado, o Porto do Rio de Janeiro possui uma importância ímpar para a economia do estado, colaborando substancialmente para o desenvolvimento nacional. Portanto, espera-se que uma Infraestrutura Crítica dessa grandeza esteja equipada com sistemas, meios e plataformas que lhe permitam realizar suas atividades finalísticas, de forma otimizada, eficiente e alinhada aos padrões internacionais. Objetiva-se que o VTMISS seja capaz de colaborar com essa questão.

Nesse sentido, faz-se um vínculo com o conceito de *e-Navigation* no âmbito portuário com a expressão *smarts ports*. O efetivo funcionamento desses portos inteligentes requer a implementação de sistemas como o VTS e o VTMISS, dada a capacidade de esses congregarem, correlacionarem e compartilharem informações com os variados atores marítimos e portuários, visando a eficiência, segurança e rentabilidade das operações marítimas (Escola de Guerra

Naval; Fundação Ezute, 2021), o que reforça a importância do desenvolvimento do Projeto do VTMS do Porto do Rio de Janeiro:

Uma das principais usabilidades do VTS e VTMS é a questão da automação da análise das informações coletadas por meio de algoritmos, fazendo assim, uma substituição de mão-de-obra humana por algoritmos de aprendizagem de máquina e consequentemente reduzindo os erros humanos e aumentando a eficiência das operações. Além disso, com a integração dos dados portuários de movimentação de cargas e o fluxo rápido e fácil das informações essenciais para as partes interessadas, haverá um aumento de eficiência, facilitando o processo de tomada de decisão (Escola de Guerra Naval; Fundação Ezute, 2021, p. 34).

Salienta-se que, com o foco nos benefícios operacionais e segurança das atividades portuárias e do espaço marítimo, a Companhia Docas do Rio de Janeiro está implementando Sistemas de Gerenciamento e Informações do Tráfego de Embarcações – VTMS no Porto do Rio de Janeiro e no Porto de Itaguaí. Entretanto, por razões de delimitação do objeto de estudo, o trabalho se foca em pesquisar e discutir apenas o projeto voltado ao Porto do Rio de Janeiro.

Em complemento, aponta-se que a implementação do VTMS no Porto de Itaguaí, também administrado pela PortosRio, atende a questões relacionadas à defesa, haja vista que na região localiza-se o Complexo Naval de Itaguaí, que abriga a Base de Submarinos da Ilha da Madeira (BSIM). No local estão sendo construídas as embarcações do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), projeto estratégico da MB que prevê a construção de 4 Submarinos Convencionais e 1 Submarino Convencional com Propulsão Nuclear (SN-BR). Portanto, existe o interesse da Força Armada na vigilância e manutenção de intensa CMS nessa área.

Nesse sentido, a MB é um órgão parceiro da PortosRio no desenvolvimento do VTMS, tendo sido elaborado um documento que regulamenta essa cooperação entre as partes, que será discutido com detalhes no próximo capítulo.

2.4- Casos operacionais de VTS e VTMS

Os sistemas e serviços de tráfego de embarcações são uma constante no cenário internacional há anos, de modo que no Brasil não pode ser diferente. Atualmente existem dois exemplos de casos exitosos de portos que operam com esse tipo de sistema do país, o Porto de Vitória, administrado pela Vports, antiga Companhia Docas do Espírito Santo (CODESA), e o Porto do Açú, administrado pela empresa privada Prumo Logística S/A.

O Porto do Açú possui um VTS estabelecido desde dezembro de 2015 e operante desde janeiro de 2016, tendo sido o primeiro porto do país a ter um sistema de gerenciamento de

tráfego de embarcações homologado pela MB, AM do país. Os colaboradores da empresa receberam treinamento de instituições nacionais e internacionais certificadas internacionalmente para a atividade de capacitação, e se tornaram os primeiros operadores do Serviço de Tráfego de Embarcações do Brasil (Porto do Açu, 2016).

O VTS do PdA possui uma área de monitoramento de 400 km², Área VTS, que alcança o limite de 12 MN da costa e possui sistemas como: *Automatic Identification System* (Estação Base classe “A”), Radar (Banda-X), sistemas de comunicação (transceptor VHF Digital), medidor de ondas, correntes, maré e vento (estação meteo-oceanográfica), câmeras de monitoramento (circuito fechado de TV – CCTV e câmeras térmicas) e conta com o sistema de gerenciamento de tráfego “*Navi Harbour*” (Porto do Açu, 2020).

É relevante destacar que o Porto do Açu e o Porto de Vitória serviram como modelos de *benchmark* para a Companhia Docas do Rio de Janeiro estruturar e definir elementos dos seus projetos de VTMIS. Existem outros portos públicos e privados nacionais que seguem com esforços focados no desenvolvimento de projetos de sistemas e serviço de tráfego de embarcações, visando maior eficiência das operações e serviços portuários, como no caso da Autoridade Portuária de Santos.

Conforme anteriormente mencionado, diversos portos ao redor do mundo já operam esses sistemas e serviços de tráfego de embarcações há décadas, portanto possuem estruturas mais consolidadas e maduras, auferindo assim benefícios nas mais diversas áreas, advindos da operação assertiva de seus respectivos VTMIS ou VTS.

O primeiro caso de destaque é o do Porto de Roterdã, localizado na Holanda, considerado o 10º maior porto de contêineres do mundo, que movimentou no ano de 2020 o total de 14.35 milhões de TEU (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 diversas operações permite que no conjunto se tenha 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 VTMIS e diversos outros serviços, o qual foi capaz de reduzir o tempo de retorno dos navios em 30 minutos, mediante o eficiente planejamento das atracações das embarcações e movimentação de cargas. Com a implementação do arranjo tecnológico, estima-se uma economia anual de € 150 milhões para os cofres porto no âmbito das embarcações, em se considerando 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 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 eficientemente de forma mais harmônica, o que gera uma economia anual de € 2 milhões. No conjunto, o empreendimento estima a economia anual de € 160 milhões, em decorrência da operação do PMS e dos sistemas e serviços a esse integrados, como no caso do VTMS, mandatório para esse tipo de operação (Port of Rotterdam; British Ports Association, 2019).

Outro país que não pode deixar de ser citado 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 do globo, em termos de movimentação de cargas. Um exemplo a ser destacado é o do Porto de Qingdao, 7º maior do mundo, localizado na costa leste da China, e defronte ao Mar Amarelo, um dos mares marginais do oceano Pacífico. O porto possui VTS desde 1999 e, no ano de 2020, Qingdao movimentou o total de 22 milhões de TEU (World Shipping Council, 2022).

Lu Hongliang (2016) relata em artigo a experiência do referido porto chinês, utilizando dados sobre o PIB da cidade de Qingdao, a capacidade de movimentação de carga do porto, informações sobre os serviços do VTS do mesmo e o número de embarcações que utilizaram o VTS no intervalo de 2000 a 2015. Foram empregados diversos modelos de cálculos matemáticos e a metodologia *Fuzzy*, com o objetivo de calcular e avaliar a eficácia do VTS, com seu custo-benefício econômico e benefícios sociais (Hongliang, 2016). O autor reconhece que os custos iniciais e de manutenção do VTS são elevados, e dependem da disponibilidade e aceitação por parte da administração portuária (pública ou privada) em utilizar um aparato dessa natureza. Os valores envolvem além do custo de investimento inicial, 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. Isto exige 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 realça que esses encontram-se 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 autor argumenta que esses extrapolam o campo econômico, ao passo em que contribuem para: melhora da reputação do governo (operador portuário); elevação da imagem do porto; conscientização da segurança pública (aqui podemos compreender também

como a Consciência Situacional Marítima); apoio às atividades aliadas, 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 torna mais intangíveis (Hongliang, 2016).

Em outra análise de um exemplo chinês, destaca-se o caso do VTS do Porto de Zhoushan, ativo desde o ano de 2003, que avalia o fluxo no empreendimento desde 2003 até 2012 (Mou; Zhou; Du; Tang, 2016). 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, realizam 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 28.72 milhões de TEU em 2020 (World Shipping Council, 2022). Como resultado, os autores categorizam 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 outros 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 perdas causadas por acidentes com derramamento de óleo; e iv) redução do custo de vigilância e supervisão: com a redução do uso de navios de patrulha (Mou; Zhou; Du; Tang, 2016).

Em termos financeiros, os benefícios do VTS do Porto de Zhoushan foram avaliados em ¥5903.910 yuan por ano³⁴. Ao final do trabalho, aplicou-se uma metodologia quantitativa que em síntese quantifica os custos de implementação e manutenção do VTS (C) com os benefícios financeiros auferidos pela utilização dele (B). O modelo resulta em uma razão de $5.248 > 1$ (B/C) em relação aos ganhos. Assim, os indicadores da pesquisa destacam os benefícios diretos produzidos pelo VTS, acentuando que são consideráveis e 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 a seguir serve para destacar esses elementos, tendo como base os casos internacionais de portos apresentados anteriormente. Acentua-se que é importante observar que estão sendo apontadas as vantagens advindas de cada empreendimento portuário, portanto, algumas opções tendem a se repetir, o que mostra a convergência entre os benefícios dos referidos sistemas.

³⁴ Valor está em yuan (¥), moeda nacional da República Popular da China. Como se trata de informação oriunda de um artigo científico do ano de 2016, optou-se por não converter os valores originais em razão da variação de câmbio. Para nivelar, o valor corresponde a \$851.48 mil dólares na cotação atual.

Quadro 1 - Benefícios decorrentes dos Sistemas de Gestão de Tráfego de Embarcações

Nº	Benefício	Área	Porto	País
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	Porto de Qingdao	China
7	Consciência Situacional Marítima das operações	Segurança Marítima		
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 revelam os benefícios, inclusive econômicos, 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 Rio de Janeiro, que seja capaz de alçar o empreendimento a um patamar internacional de atuação, garantindo a

competitividade de consequente sobrevivência do mesmo. Assim, 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. Isso, 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 VTMS, sobretudo no âmbito de países em desenvolvimento.

Outrossim, os ganhos ditos intangíveis do VTS e VTMS têm potencial favorecer diversas outras áreas relacionadas à atividade portuária como: salvaguarda, responsabilidade social, proteção do meio ambiente marinho, prevenção da poluição por óleo, redução de acidentes, identificação de atividades criminosas etc. Cabe considerar que a não materialização de eventos danosos ao porto e seu ambiente, economizam recursos, entretanto, caso ocorram de fato, os custos e ônus para a reversão/ resolução serão ainda 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 consequentemente econômicos (Kapidani; Bauk; Davidson, 2020).

Além dos casos internacionais citados dos portos chineses (Zhoushan e Qingdao) e europeu (Roterdã), é preciso destacar que em âmbito nacional também existem pesquisas com profundidade acadêmica, de instituições de pesquisa de renome no país, que investigam a efetividade dos sistemas de gerenciamento de tráfego de embarcações (VTS e VTMS). O exemplo é o Relatório de Pesquisa sobre “LOGÍSTICA MARÍTIMA E A IMPORTÂNCIA DO VTMS”, desenvolvido por atores marítimos de relevância no cenário nacional como a Escola de Guerra Naval e Fundação Ezute.

No documento, a equipe de pesquisa considera que os sistemas de gestão de tráfego de embarcações são capazes de proporcionar benefícios tangíveis e intangíveis aos portos que os operam. É dizer, aqueles benefícios que são mensuráveis por cálculos e números, assim como aqueles que vão além, contribuindo de forma colateral para o pleno desenvolvimento das atividades portuárias, contribuindo para a manutenção do equilíbrio sistêmico, assim como para a economia de recursos. Nessa dinâmica, o estudo segmenta esses benefícios em 4 (quatro)

domínios distintos, a saber: energético, ambiental, operacional e de *safety & security*, onde todos congregam em si as vantagens do VTMS (Escola de Guerra Naval; Fundação Ezute, 2021).

Os resultados da pesquisa foram compilados no quadro a seguir, adaptado do relatório de pesquisa em tela, de modo em que apontam para os distintos benefícios provenientes dos Sistemas de Gestão de Tráfego de Embarcações para os portos:

Quadro 2 - 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	Melhora na coordenação da cadeia náutica e do complexo portuário
	Maior controle estatístico da área molhada do porto	
	Aumento da produtividade da prancha - processo de embarque e desembarque de mercadorias	
	Um maior controle de dados e informações dará maior assertividade e insumos analíticos aos tomadores de decisão que gerenciam as operações portuárias	
	Maior interação informacional entre porto e embarcações	
	A gestão informacional do VTMS fornecerá uma maior precisão em quais são os gargalos operacionais e onde a administração portuária deve investir para crescimentos de produtividade futuro com a compra de novos equipamentos (CAPEX)	
Domínio Ambiental	A gestão informacional promovida pela conectividade auxiliará na prevenção acidentes com altos custos ambientais;	Com o VTMS a administração portuária e os armadores poderão mapear os principais gargalos na gestão ambiental, seja do porto, seja da embarcação
	Gerenciar de forma mais adequada os resíduos e potenciais poluentes das embarcações, evitando até mesmo alguns incidentes com poluentes	
	Auxilia de forma mais precisa a gestão ambiental fornecendo acesso à variáveis e informações como: maré, vento e águas de estuário	
Domínio Energético	A gestão dos recursos energéticos das embarcações reduz a emissão de poluentes nas operações dos navios	Redução de gastos dos armadores e dos administradores portuários com energia

	Tangíveis	Intangíveis
	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
	Com melhores sistemas de vigilância, consegue 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 Escola de Guerra Naval; Fundação Ezute (2021).

O quadro apresenta uma compilação de 15 (quinze) benefícios relacionados à operação dos Sistemas de Gestão de Tráfego de Embarcações, identificadas mediante a revisão bibliográfica e de documentos de materiais temáticos sobre o VTMS. É notório observar que os benefícios levantados pela equipe de pesquisa da Escola de Guerra Naval e Fundação Ezute se correlacionam e convergem diretamente com aqueles dos casos internacionais pesquisados nesse trabalho. Ou seja, construindo de forma isolada evidências que convergem ao apontarem para a efetividade desse tipo de Sistemas de Gestão de Tráfego de Embarcações nas operações portuárias.

Assim, considera-se que VTMS de fato possui evidências documentais de sua eficiência, discutidas tanto em âmbito nacional como internacional. Destaca-se que a presente pesquisa não se limitou à busca por literatura e referências bibliográficas ou documentais sobre o tema, visto que o trabalho teve o suporte de pesquisa de campo, com visitas sistemáticas ao ambiente estudado, no caso o Porto do Rio de Janeiro. Tais visitas foram viabilizadas por representantes do empreendimento, visando acompanhar com proximidade a evolução do objeto pesquisado, compreender o ambiente e as questões que o circundam em benefício da pesquisa aplicada, de caráter exploratório.

Ressalta-se que o emprego de elementos tecnológicos relacionados ao *e-Navigation* no setor portuário podem gerar uma relevante contribuição para o ambiente nacional de inovação tecnológica, com vistas a contribuir para a competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional, desenvolvimento econômico e segurança marítima do país. Destaca-se ainda o

papel da tecnologia no âmbito portuário como um vetor de inovação nas áreas produtivas do país, sobretudo relacionadas à defesa.

O presente capítulo apresentou os elementos coletados na pesquisa de campo, identificou os Sistemas de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações como sendo de uso dual, servindo tanto para a segurança marítima como para as operações portuárias. Não obstante, buscou-se exemplos de casos internacionais para demonstrar a relevância desses sistemas no contexto portuário, correlacionando os benefícios identificados pela literatura estrangeira com o projeto que está sendo desenvolvido no Porto do Rio de Janeiro.

No capítulo seguinte, será apresentada a etapa da pesquisa dedicada à investigação da Autoridade Marítima, a Marinha do Brasil, destacando como a instituição tem atuado para viabilizar a implementação do *e-Navigation* no contexto nacional, assim como atua em relação ao projeto conjunto com a PortosRio.

CAPÍTULO 3 – PARA ALÉM DA DEFESA E SEGURANÇA MARÍTIMA: O PAPEL DA MARINHA DO BRASIL NA IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DE *E-NAVIGATION*

O presente capítulo centra suas discussões na atuação da Marinha do Brasil em relação ao tema de *e-Navigation*, apontando como a Força tem se posicionado no sentido de desenvolver e implementar o conceito em âmbito brasileiro. Primeiramente, são apresentadas e discutidas as ameaças físicas e cibernéticas às quais os portos estão expostos, destacando o papel das Forças Policiais, de Segurança e da MB na proteção desses espaços, provendo o ambiente de segurança necessário à atividade econômica e ao desenvolvimento. São também abordadas normativas internacionais voltadas à segurança das instalações portuárias. Em seguida são apontados os avanços e ações da MB na seara no *e-Navigation*, no que tange ao alinhamento aos parâmetros, entendimentos, tecnologias e normativas internacionais contemplados pela Organização Marítima Internacional sobre o tema, com vistas a integrar tais elementos à realidade marítima brasileira, de modo a promover e incrementar a Consciência Situacional Marítima e a segurança marítima, para o cumprimento da missão da Força.

Conforme ressaltado anteriormente, a MB é uma Força Armada responsável pela defesa e segurança do país, tendo ainda dentre suas atribuições a incumbência de atuar como a Autoridade Marítima brasileira, nos termos da Lei Complementar nº 97/1999 (Brasil, 1999). Em consonância à Constituição Federal e à lei frisada, cumpre destacar a missão da MB definida no Plano Estratégico da Marinha com vistas de:

Preparar e empregar o Poder Naval, a fim de contribuir para a Defesa da Pátria; para a garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem; para o cumprimento das atribuições subsidiárias previstas em Lei; e para o apoio à Política Externa (Marinha do Brasil, 2020b, p. 50).

Esses elementos embasam os debates neste capítulo e possibilita visualizar com nitidez a proximidade entre as questões de segurança, defesa e desenvolvimento de atividades socioeconômicas no espaço marítimo, ao exemplo daquelas transcorridas nos portos e terminais marítimos. Destarte, em um contexto global caracterizado pelo processo de digitalização das atividades marítimas e com redes logísticas e operativas mais eficientes e automatizadas, cresce a relevância das aplicações tecnológicas por um lado mas, por outro, expõe vulnerabilidades intrínsecas aos processos, em especial no ciberespaço, sobretudo ao se considerar o crescente número de ameaças e ataques cibernéticos que ocorrem em todo o mundo aos sistemas de áreas distintas, que cada vez mais são permeados pelas tecnologias da informação e comunicação.

Como apontam Rocha e Da Fonseca (2019), o mundo passa por um processo de globalização do ciberespaço, com o desenvolvimento e uso intensivo de tecnologias voltadas à transmissão e ao processamento de dados e informações. Isso suscita que o ciberespaço se torne também um ambiente para a competição e perpetuação de conflitos de atores estatais e não-estatais (Rocha; Da Fonseca, 2019). Os grupos criminosos, em especial os *hackers*, se destacam nesse espaço, sobretudo pela possibilidade de realizarem atividades ilícitas para obtenção dados ou informações, auferindo lucro através da venda ou sequestro desses, visto que “o controle da informação ou de conhecimentos é um ativo estratégico para qualquer organização, empresa ou Estado” (Rocha; Da Fonseca, 2019, p.518).

Nesse sentido, os riscos e vulnerabilidades inerentes às operações portuárias e marítimas podem ser de natureza interna, externa ou mesmo ambiental. Tais riscos podem ganhar magnitude exponencial em virtude da digitalização e automação de seus processos e serviços (International Association of Ports and Harbors, 2022). Portanto, é crucial garantir a proteção das operações dessas Infraestruturas Críticas contra ameaças cibernéticas, a fim de prevenir a interrupção das operações portuárias, roubo de informações sensíveis e danos aos sistemas, infraestrutura e trabalhadores.

De acordo com um relatório do Comando Cibernético da Guarda Costeira dos EUA (*U.S. Coast Guard Cyber Command's - CGCYBER*), as operações marítimas estão cada vez mais suscetíveis às ameaças cibernéticas e o número de ataques vêm aumentando ao longo dos anos, sendo observado que:

Em 2021, o MCRB [Ramo de Prontidão Cibernética Marítima - *Maritime Cyber Readiness Branch*] investigou 47 incidentes de segurança cibernética, incluindo diversos incidentes em larga escala que afetaram várias organizações simultaneamente. Embora o número de incidentes reportados tenha aumentado em 68% em relação a 2020 (total de 28 incidentes) e 176% desde 2019 (total de 17 incidentes), o MCRB acredita que muitos outros incidentes passaram despercebidos ou não foram reportados³⁵ (United States Coast Guard, 2022, p.05).

Destaca-se que a área cibernética pode afetar as operações físicas, onde falhas ou ataques *hackers* (provenientes de atores estatais ou não-estatais), ocorridos em âmbito digital, podem comprometer as operações, gerando consequências cinéticas com danos físicos, que tenham desdobramentos diretamente relacionados à defesa e segurança.

³⁵ Original: “In 2021, MCRB investigated 47 cybersecurity incidents, including several large-scale incidents affecting multiple organizations at once. Though the number of reported incidents has increased 68% from 2020 (28 total incidents) and 176% since 2019 (17 total incidents), MCRB believes many other incidents go undetected or unreported”.

Ainda de acordo com o documento da Guarda Costeira estadunidense, alguns dos principais tipos de ataques cibernéticos aos empreendimentos marítimos são: *ransomware* (quando ocorre a invasão dos computadores para o sequestro de dados, com posterior cobrança pelo resgate das informações), *phishing* (por meio de contatos, plataformas ou interfaces aparentemente legítimos os criminosos convencem as vítimas a fornecerem os dados de acesso às redes e sistemas), negação de posicionamento (*Positioning, Navigation and Timing - PNT*) de embarcações (quando as embarcações omitem ou têm omitidas suas informações de localização em tempo real, o que prejudica o tráfego no porto, podendo causar acidentes como colisões) e acessos indevidos aos sistemas (United States Coast Guard, 2022).

Assim é importante observar que

[...] o ciberataque a uma instalação portuária pode afetar sistemas de controle de acesso, facilitando o desvio ou roubo de cargas. Pode ainda vazar dados confidenciais da cadeia de suprimentos, adulterar o posicionamento de embarcações causando colisões, ou acionar guindastes, podendo gerar danos e perdas materiais ou de vidas humanas (Silva, 2022, p.11).

O trecho anterior aponta alguns dos possíveis danos que podem ser causados em empreendimentos portuários, por grupos ou indivíduos com acesso remoto que estejam fisicamente separados por quilômetros de distância das instalações afetadas, através do ciberespaço. Tais questões cada vez mais exigem que os portos sejam tão resilientes em suas defesas quanto são eficientes em suas operações. Ou seja, é preciso que os portos estejam tão preparados e direcionem recursos para lidar com as questões de segurança quanto o fazem para o aprimoramento de eficiência das operações e serviços. Isto, para que possam responder em tempo adequado, mitigar ou prevenir tais incidentes (O'brien, 2023).

Entretanto, nem todos os riscos, ameaças e vulnerabilidades que podem ocorrer nos portos ou em seus espaços marítimos adjacentes são passíveis de serem solucionados ou mitigados unicamente pelos operadores portuários ou atores econômicos que compartilham e atuam no espaço. Haja vista que, “devido à sua importância econômica e ao grande desafio em se proteger as instalações e as áreas aquáticas, os portos são alvos reais ou potenciais de ações criminosas, movimentos sociais, atos terroristas etc.” (Andrade; Albuquerque, 2019, p.100), o que deixa evidente o nível de vulnerabilidade dessas Infraestruturas Críticas, de relevância para o desenvolvimento regional e nacional.

Vale salientar que as ameaças a esses empreendimentos são diversas:

[...] exemplos de ataques terroristas, desastres naturais ou decisões políticas que afetem as operações de um porto. [...] também enfrentam ameaças internas, que vão desde bloqueios temporários de suas águas de acesso,

estradas ou ferrovias, derramamentos de óleo ou ações de protesto até acidentes industriais que dificultam operações seguras em áreas do porto. [...] conflitos sociais, mudança de visão sobre o impacto climático e ambiental dos portos e suas atividades, infiltração de organizações criminosas nas atividades portuárias (International Association of Ports and Harbors, 2022, p.08).

É importante destacar que no âmbito internacional existem instrumentos legais obrigatórios voltados à segurança das instalações portuárias e promoção da segurança marítima, como no caso do Código Internacional para Proteção de Navios e Instalações Portuárias (*International Ship and Port Facility Security Code - ISPS Code*). O *ISPS Code* foi desenvolvido pela IMO na conjuntura dos ataques terroristas de 11 de setembro de 2001 aos Estados Unidos da América e entrou em vigor em 1º de julho de 2004. O instrumento internacional foi alocado como uma emenda na Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar de 1974 (Capítulo XI-2/1) (Ávila-Zúñiga-Nordfjeld; Liwång; Dalaklis, 2023).

Desta forma, na perspectiva de proteção das infraestruturas portuárias e embarcações, os principais objetivos da normativa internacional são:

1. estabelecer uma estrutura internacional envolvendo a cooperação entre Governos Contratantes, órgãos Governamentais, administrações locais e as indústrias portuária e de navegação a fim de detectar ameaças à proteção e tomar medidas preventivas contra incidentes de proteção que afetem navios ou instalações portuárias utilizadas no comércio internacional;
2. estabelecer os papéis e responsabilidades dos Governos Contratantes, órgãos Governamentais, administrações locais e as indústrias portuária e de navegação a nível nacional e internacional a fim de garantir a proteção marítima;
3. garantir a coleta e troca eficaz de informações relativas a proteção;
4. prover uma metodologia para avaliações de proteção de modo a traçar planos e procedimentos para responder a alterações nos níveis de proteção; e
5. garantir que medidas adequadas e proporcionais de proteção sejam implementadas³⁶ (IMO, 2002, p. 04).

Assim o *ISPS Code* atua no sentido de proporcionar um quadro regulatório padronizado no cenário marítimo, estabelecendo medidas de segurança que devem obrigatoriamente ser implementadas pelas autoridades portuárias, empresas de navegação, embarcações, tripulações

³⁶ Original: “1. to establish an international framework involving co-operation between Contracting Governments, Government agencies, local administrations and the shipping and port industries to detect security threats and take preventive measures against security incidents affecting ships or port facilities used in international trade; 2. to establish the respective roles and responsibilities of the Contracting Governments, Government agencies, local administrations and the shipping and port industries, at the national and international level for ensuring maritime security; 3. to ensure the early and efficient collection and exchange of security-related information; 4. to provide a methodology for security assessments so as to have in place plans and procedures to react to changing security levels; and 5. to ensure confidence that adequate and proportionate maritime security measures are in place.”

e demais partes envolvidas na cadeia de transporte marítimo (Ávila-Zúñiga-Nordfjeld; Liwång; Dalaklis, 2023).

Por terem normas vinculativas, todos os países que desenvolvem operações marítimas e portuárias devem estar alinhados tanto à Convenção SOLAS como ao *ISPS Code*, inclusive o Brasil. De acordo com Andrade e Albuquerque (2019), no contexto brasileiro a implantação do *ISPS Code* foi organizada de modo a dividir as incumbências da normativa internacional entre dois atores da área marítima, a saber:

- (I) - À Marinha do Brasil coube a responsabilidade pela implantação do Código no que diz respeito aos navios e plataformas móveis de perfuração situadas ao longo da costa brasileira;
- (II) - À Comissão Nacional de Segurança Pública nos Portos, Terminais e Vias Navegáveis (CONPORTOS) compete a incumbência pela implantação do Código nas instalações portuárias (Andrade; Albuquerque, 2019, p.101).

Observa-se que, apesar da divisão de competências, os dois atores devem atuar de forma complementar entre si em com os demais órgãos envolvidos na questão, sobretudo pelo fato de os objetos de responsabilidade possuírem relações diretas entre si e com outros elementos e atores do setor marítimo. Devem, ainda, se orientar no alinhamento com os padrões internacionais de segurança previstos na normativa, desenvolvendo planos e estratégias para atingir os objetivos dessa e garantir a proteção das infraestruturas e meios.

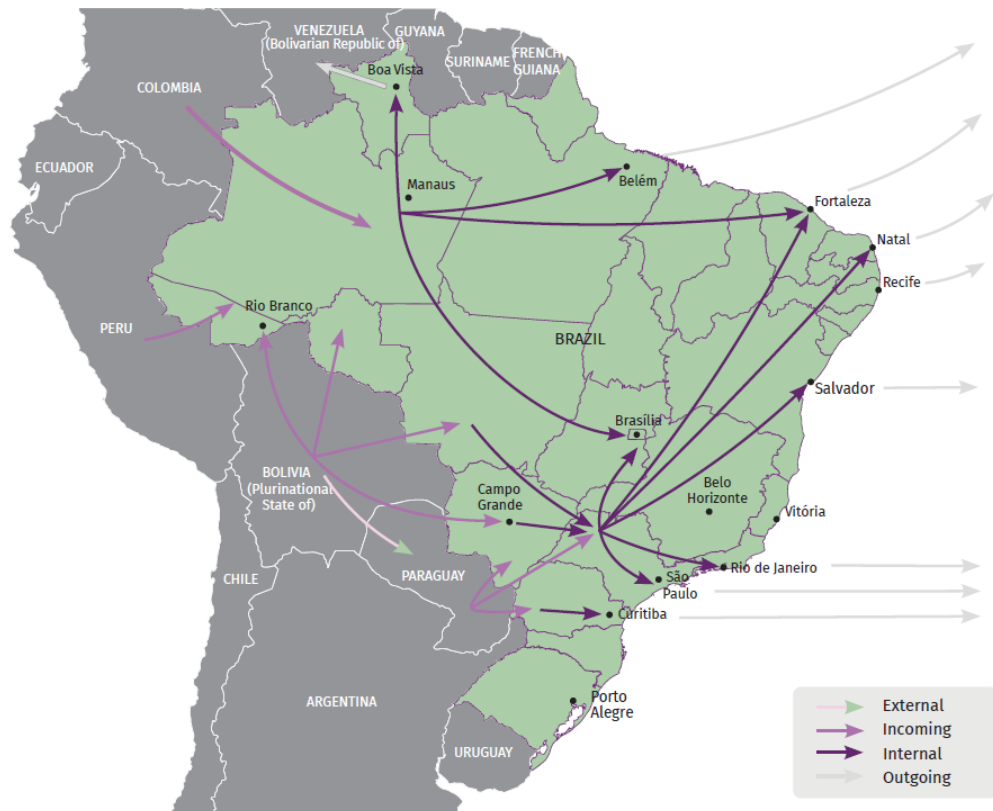
Neste ponto, ressalta-se o papel central das Forças Armadas, das Forças Policiais e de Segurança para o pleno funcionamento das atividades portuárias e marítimas, assim como para o enfrentamento de eventos disruptivos e ilícitos que possam afetar tais atividades econômicas. Haja vista que, “num contexto em que ameaças de diversas naturezas se manifestam no ambiente marítimo, as Forças Armadas e, em especial, a Marinha, juntamente com as demais forças de segurança e agências do Estado, têm um papel primordial na manutenção da segurança necessária à atividade econômica” (Pires *et al.*, 2022, p.714).

Vale ressaltar que as organizações dedicadas ao crime organizado utilizam os portos para a realização de uma série de atividades ilícitas, principalmente para o tráfico de drogas, em especial a cocaína. A droga é produzida na América do Sul, em países vizinhos e fronteiriços como Colômbia, Bolívia e Peru. O narcotráfico é um problema relevante para os países sul-americanos, um mercado ilícito controlado e operado por grupos criminosos transnacionais, ou seja, que atuam para além das fronteiras nacionais.

Segundo o Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime (UNODC na sigla em inglês de *United Nations Office on Drugs and Crime*), em 2020, os principais países de saída dos carregamentos de cocaína no mundo foram a Colômbia e o Brasil. Nessa perspectiva, o Brasil

é um país que está diretamente envolvido na rota do transporte marítimo de drogas. Tal rota se inicia nos países vizinhos citados e passa pelo Brasil, seguindo diretamente sobre o Atlântico Sul com os destinos para a Europa e para a África Ocidental, conforme imagem a seguir (UNODC, 2023).

Figura 6 - Principais rotas de tráfico de cocaína que afetam o Brasil



Fonte: United Nations Office on Drugs and Crime (2023).

Os navios porta-contentores são os principais utilizados nesta prática criminosa de tráfico internacional de drogas e armas por via marítima, onde os criminosos disfarçam a cocaína em exportações comuns e legais. Outra prática bastante utilizada pelos grupos criminosos é a de ocultar as drogas no casco das embarcações, o que exige a presença de pessoas com conhecimentos específicos em solda e mergulho.

O principal porto brasileiro de partida das drogas para outros países é o Porto de Santos, entretanto, Ramirez (2021) observou que “quando as autoridades começaram a entender a ameaça do tráfico em contêineres, prestaram mais atenção em quais linhas mercantes eram usadas com mais frequência para o embarque de cocaína. Os traficantes responderam espalhando-se pela região em busca de novos portos que despertassem menos suspeitas” (Ramirez, 2021, p.03). Ou seja, com a vigilância do Porto de Santos, o Porto do Rio de Janeiro

e outros portos menores tornaram-se empreendimentos cada vez mais interessantes para esses grupos criminosos realizarem suas atividades ilícitas, com participação importante na remessa internacional de cocaína (UNODC, 2022). Por esse motivo se faz relevante que o Porto do Rio de Janeiro, que está envolvido na logística da droga, tenha ferramentas e meios que sejam capazes de identificar a presença de tais ilícitos.

Nos últimos anos, principalmente devido a operações de inteligência e interações entre as Forças Policiais e órgãos como a Receita Federal do Brasil (RFB), o Brasil tem realizado apreensões de armas, drogas e contrabando em navios e em contêineres em diversos portos, incluindo o do Rio de Janeiro. Como exemplo, a maior apreensão de cocaína no estado do Rio de Janeiro ocorreu no porto administrado pela PortosRio. Em 06 de outubro de 2021, a Polícia Federal (PF) apreendeu, em ação conjunta com a Polícia Civil e a Receita Federal, 5 toneladas de cocaína no terminal de cargas do porto do Rio. A cocaína estava escondida em dois contêineres, no meio de uma carga legal de sabão em pó. A carga seguia para Moçambique, na África Subsaariana, e o flagrante ocorreu durante a operação realizada com o auxílio de cães farejadores. No entanto, as apreensões correspondem a uma pequena parte da realidade (Agência Brasil, 2021).

O caso citado não foi isolado e os grupos criminosos seguem usando o empreendimento portuário do RJ para o tráfico de drogas, haja vista que diversas apreensões foram realizadas nos demais anos, inclusive mesmo em 2023. Na oportunidade, em 31 de janeiro de 2023, a Receita Federal apreendeu mais de 770 kg de cocaína no mesmo porto, ocultos em uma carga de minério, a bordo de uma embarcação que tinha como destino Luxemburgo, na Europa. A operação se deu também com o apoio de cães farejadores (Brasil, 2023).

Os episódios mostram a materialidade da presença de ilícitos como o tráfico internacional de drogas no empreendimento portuário que é foco do presente estudo. Nesse sentido, o incremento da vigilância do espaço portuário e seu entorno marítimo é um fator relevante tanto para a segurança do empreendimento, seu pessoal, meios, cargas e infraestruturas, como para a segurança pública da região. Tal questão seria aprimorada pela implementação do VTMS, que dentre seus variados recursos, conta com um sistema de monitoramento por câmeras a ser empregado para a segurança orgânica do Porto do Rio de Janeiro, auxiliando no combate a tais atividades criminosas como o tráfico de drogas e outros ilícitos.

Pontua-se que, devido ao caráter transnacional desses grupos criminosos que operam o narcotráfico e outras atividades ilícitas, a cooperação, colaboração e compartilhamento de

informações com outros países e instituições internacionais é uma possibilidade a ser considerada para enfrentar esses grupos criminosos, que não respeitam os limites fronteiriços nacionais. Nesse sentido, algumas organizações relevantes para vinculação no combate a tais ilícitos são: a Organização Internacional de Polícia Criminal (*International Criminal Police Organization* – INTERPOL), o Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime, o Programa de Controle de Contêineres (*Container Control Programme* - CCP) também vinculado à ONU, e o Escritório de Assuntos Internacionais de Narcóticos e Aplicação da Lei dos Estados Unidos da América (*US Bureau of International Narcotics and Law Enforcement Affairs* - INL). Assim, em virtude dos elementos apresentados, argumenta-se sobre as possibilidades de desenvolvimento de coalizões com a presença inclusive de atores internacionais, que utilizem as tecnologias relacionadas ao *e-Navigation* no incremento da consciência situacional do porto e de sua área marítima, de modo a fortalecer o combate de organizações criminosas.

Portanto, é necessário que os Estados e as forças supracitadas combatam diretamente as atividades ilegais, mas também devem agir com inteligência, investigação e cooperação para impedir que grupos criminosos tenham sucesso em suas atividades ilegais. Em adição, salienta-se que os elementos tecnológicos podem ser utilizados para a melhora da efetividade das ações, uma vez que os portos brasileiros são elementos importantes para a dinâmica do tráfico internacional de drogas e fonte de risco e vulnerabilidade para o Estado. Tal questão deve ser combatida pelos aparatos de segurança locais e, nas situações previstas em lei, com apoio da MB, pelo fato de os grupos criminosos transnacionais transportarem os ilícitos pelo espaço marítimo brasileiro, que é responsabilidade da Força em termos de patrulha, vigilância e defesa da soberania.

Assim, o trabalho explora a atuação da Marinha do Brasil, como Força Armada e Autoridade Marítima não apenas na defesa de riscos e ameaças em âmbito marítimo, mas também como um ator empenhado no uso de tecnologias e ferramentas para o monitoramento e proteção das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), muitas das quais são agregadas ao escopo do *e-Navigation*. Sobre as atribuições da Força, Pires *et al.* (2022) colocam

Cabe lembrar que o Poder Naval integrado deve contribuir para uma defesa de amplo espectro dos interesses marítimos nacionais. Além da defesa naval clássica contra atores estatais, deve também garantir a segurança (*security*) desses interesses contra ilícitos e ameaças dinâmicas e multifacetadas. Da mesma forma, em outra acepção de segurança (*safety*), deve salvaguardar a vida humana no mar e o tráfego seguro de embarcações e, adicionalmente, contribuir para a proteção do meio ambiente (Pires *et al.*, 2022, p.715).

Observa-se que, com tal atuação, a MB visa o estabelecimento de um quadro de segurança marítima estável, que possibilite aos atores sentirem-se livres de ameaças e seguirem com o pleno desenvolvimento destas atividades econômicas e produtivas, o que inclui as operações portuárias.

No mais, a MB tem como missão constitucional a defesa da soberania e integridade do país, de modo que a Força Armada cumpra tal destinação sobretudo nos espaços marítimos do Brasil, em especial na área conhecida como “Amazônia Azul”. Esse é um conceito político-estratégico para denominar o espaço de “que compreende a superfície do mar, águas sobrejacentes ao leito do mar, solo e subsolo marinhos contidos na extensão atlântica que se projeta a partir do litoral até o limite exterior da Plataforma Continental brasileira” (Marinha do Brasil, 2023, p.01).

Conforme apontado anteriormente, a magnitude dessa região que compreende um espaço marítimo de atuais 3,6 milhões de km², que pode alcançar aproximadamente 5,7 milhões de km², defrontantes aos 7,4 mil km de costa que o Brasil possui sob sua jurisdição. Esta área é repleta de recursos naturais e minerais fundamentais ao desenvolvimento do país, que proporcionam atividades econômicas como: “navegação, pesca, aquicultura, turismo, geração de energia renovável, e, principalmente, extração de petróleo e gás natural” (Pereira, 2019, p.01).

Esses recursos estão inseridos na faixa oceânica de direito de exploração econômica por parte do Brasil, que podem gerar recursos, empregos e renda fundamentais para a economia e a soberania do país. Nessa área da Amazônia Azul “estão as reservas do pré-sal e dele se retira cerca de 85% do petróleo, 75% do gás natural, 45% do pescado produzido no país e rotas marítimas que escoam mais de 95% do comércio exterior brasileiro (Pereira, 2019, p.01). Entretanto, tais recursos também são fonte de preocupação, por atraírem a cobiça internacional. Para a defesa desses recursos, do espaço marítimo, assim como das atividades produtivas ali desenvolvidas. é importante que a MB esteja capacitada, com forças adestradas e meios disponíveis para a defesa desses ativos.

Nesse sentido, mostra-se fundamental a existência de projetos estratégicos da Marinha do Brasil como o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz), que tem por missão:

monitorar e proteger, continuamente, as áreas marítimas de interesse e as águas interiores, seus recursos vivos e não vivos, seus portos, embarcações e infraestruturas, em face de ameaças, emergências, desastres ambientais, hostilidades ou ilegalidades, a fim de contribuir para a segurança e a defesa da

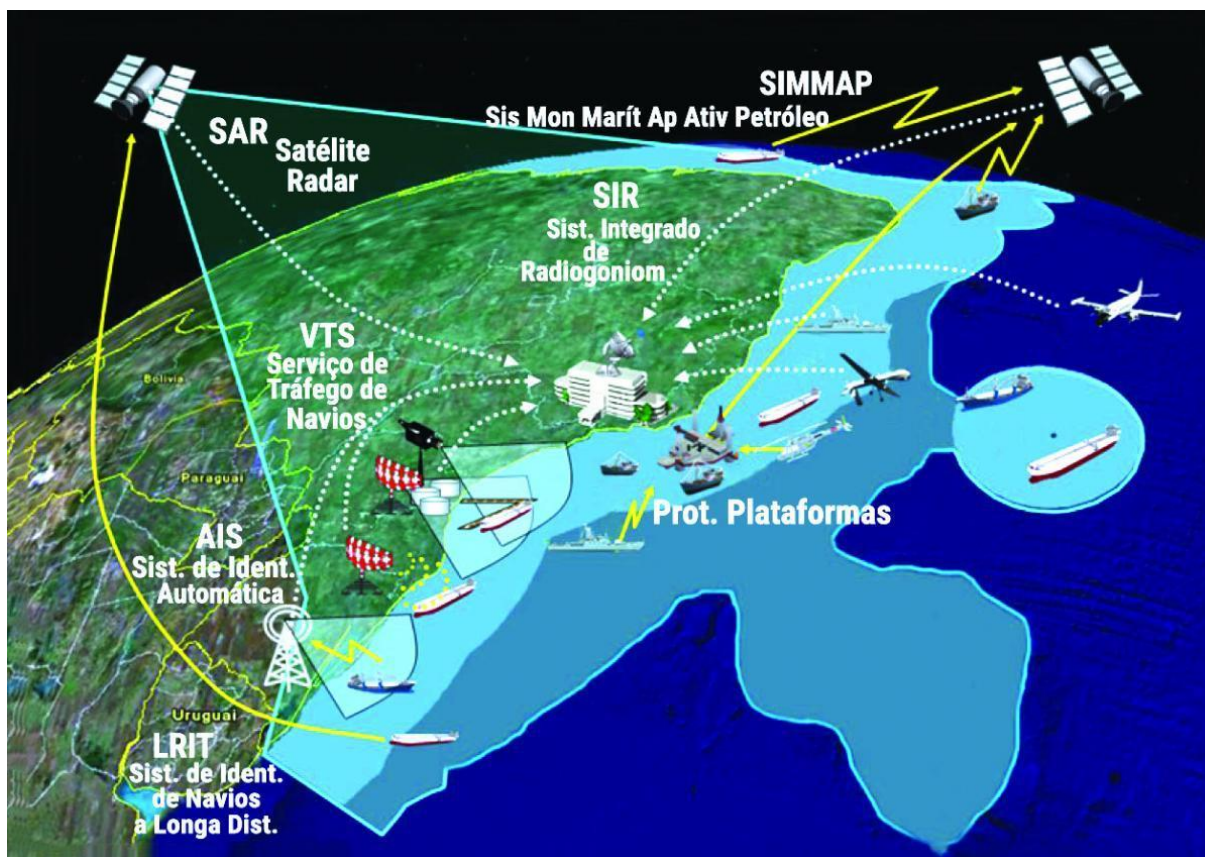
Amazônia Azul e para o desenvolvimento nacional (Lampert; Costa, 2023, p.17).

Assim posto, o SisGAAz tem como área vigilância toda a Amazônia Azul, de modo em que integra uma série de equipamentos e sistemas, sendo alimentado por informações provenientes de

radars localizados em terra e embarcações, além de câmeras de alta resolução e capacidades como o fusionamento de informações recebidas de sistemas colaborativos, destacando o Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades de Petróleo (SIMMAP), o Sistema de Identificação e Acompanhamento de Navios a Longa Distância (LRIT), o Sistema de Informação Sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM) e o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS), todos baseados em rastreamento de posição por via satélite. Os dados captados por GPS são transmitidos por meio de comunicação satelital para centrais de rastreamento e, no futuro, haverá a incorporação de sensores acústicos aos sites de monitoramento (Lampert; Costa, 2020, p.17).

Ou seja, o SisGAAz integra uma série de equipamentos e sensores que atuando de forma conjunta e integrada apoiam a Força através da manutenção da CSM, sobretudo pelo rastreamento de posição por satélites (Pires, 2022). A figura a seguir apresenta uma representação do SisGAAz, que possui relevância destacada na parceria firmada entre a MB e a PortosRio, com relação direta ao Projeto do VTMIS do Porto do Rio de Janeiro.

Figura 7 - Representação do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul



Fonte: Lampert; Costa (2020).

Ressalta-se que, apesar dos desafios, dificuldades operacionais, tecnológicas e de recursos, a MB tem cumprido a tarefa de monitorar e proteger a Amazônia Azul com seus meios, pessoal e sistemas. Em relação ao SisGAAz, a MB mantém uma postura de aprimoramento contínuo, de modo em que vem investindo no sistema, por compreender que este é um instrumento necessário para garantia da soberania brasileira na Amazônia Azul (Andrade; Da Rocha; Franco, 2019).

Em adição, aponta-se que, no âmbito das AJB, a MB tem o objetivo de “integrar e fusionar informações marítimas disponíveis no *e-Navigation* e demais sistemas de monitoramento, permitindo o emprego dual das informações utilizadas no conceito *e-Navigation* em proveito do SisGAAz” (Marinha do Brasil, 2020b, p.10).

3.1- Esforços da MB na implementação do *e-Navigation*

Conforme ressaltado nos capítulos anteriores, o conceito do *e-Navigation* foi concebido pela IMO, na expectativa de gerar um arcabouço de padronizações de dados capaz de fornecer informações e infraestruturas digitais à comunidade marítima (tanto em mar quanto em terra).

O foco está colocado no incremento da segurança marítima (nos aspectos de *safety* e *security*) e na proteção do meio ambiente marinho (aspecto ambiental), bem como na redução de trâmites burocráticos e administrativos, que por si já impactaria positivamente no aumento da eficiência do comércio e do transporte marítimo globais (IMO, 2018).

Como pontuado, a IMO definiu o conceito de *e-Navigation* em 2006 e aprovou seu primeiro Plano de Implementação da Estratégia de *e-Navigation* ainda em 2014, “o relatório elaborado apresentava orientações, descrição detalhada da visão, do escopo, dos objetivos, dos benefícios, dos componentes, dos usuários (em terra e a bordo), e os requisitos básicos para a implantação e operação do referido conceito” (Marinha do Brasil, 2020b, p.08). Embora as discussões que preconizavam padronizações no espaço marítimo datem de aproximadamente 20 anos, nem todos os países do sistema internacional foram capazes de acompanhar imediatamente as definições ou tecnologias apresentadas no escopo do conceito de *e-Navigation*. Situação diferente dos Estados com maior proeminência tecnológica e recursos financeiros, sobretudo os mais desenvolvidos do norte global, que foram adaptando-se ao arcabouço normativo e regulatório existente em âmbito internacional sobre o *e-Navigation*, sob o auspício da IMO.

Acentua-se que, apesar de o processo de alinhamento normativo do Brasil aos termos da IMO estar ocorrendo de forma diuturna, a MB segue nos esforços para a adequação do país às normativas e padrões internacionais para o tema. De modo em que a Força possui documentos relevantes como por exemplo a “Estratégia para Implementação do Conceito de *e-Navigation* na Marinha do Brasil”. Cabe pontuar que o país possui um longo e consolidado histórico de acompanhamento das atividades da IMO e um intercâmbio profícuo com a organização internacional.

Desde o início das definições e entendimentos sobre o *e-Navigation* em âmbito internacional, o Brasil manteve-se ciente das discussões e atualizações sobre o tema e de outros tratados no âmbito da IMO, por intermédio da Representação Permanente do Brasil junto à Organização Marítima Internacional (RPB-IMO), sediada na cidade de Londres, no Reino Unido. Essa representação é instruída pela Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima Internacional (CCA-IMO), a qual é apoiada técnica e administrativamente pela Secretaria Executiva da Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima Internacional (SEC-IMO) (Marinha do Brasil, 2021b).

É válido pontuar que, o país, em especial a MB tem mantido o alinhamento quanto à incorporação de normativas e parâmetros internacionais no ordenamento interno, sobretudo em

temas ligados a assuntos técnicos, como no caso da publicação e frequente atualização das NORMAM. Além disso, desde o início das discussões sobre o *e-Navigation* em âmbito internacional, a MB acompanha o tema, visto que “instituiu por meio da Portaria nº 81/2006 - DGN, o Grupo de Trabalho (GT) *e-Navigation*, com o propósito de acompanhar o desenvolvimento do conceito e sua estratégia de implementação” nas organizações internacionais dedicadas ao tema marítimo (Marinha do Brasil, 2021b, p.01).

Destaca-se que a iniciativa de implementação do conceito em tela por parte do Estado brasileiro é capitaneada pela Diretoria Geral de Navegação (DGN)³⁷ da MB e tem se mostrado uma tarefa complexa e de grande escala, por envolver variados atores e setores tanto dentro como fora da Força. A Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), OM subordinada à DGN também está envolvida no processo de implementação do conceito, sendo responsável pelo aperfeiçoamento de seus produtos e serviços para o atendimento das demandas informacionais relacionadas ao geoposicionamento (*Differential Global Navigation Satellite System - DGNSS*), assim como produção e disseminação de cartas náuticas eletrônicas e informações meteorológicas à comunidade marítima. Em virtude da necessidade de coordenar a implementação do conceito de *e-Navigation* no âmbito da DHN, a OM elaborou no ano de 2017 a "Estratégia para implementação no âmbito da Diretoria de Hidrografia e Navegação do conceito de *e-Navigation*", documento que é direcionado à DHN, constituído de forma consonante com aquele produzido pela DGN (Marinha do Brasil, 2023a).³⁸

Em adição, outra OM subordinada à DGN com papel fundamental na implementação do conceito é a Diretoria de Portos e Costas (DPC), que também está envolvida no processo em âmbito nacional. Assim, a DPC manterá o foco na capacitação de profissionais tanto de bordo como de terra, para operarem as ferramentas tecnológicas do conceito e atuarem no dito mundo marítimo digital, contribuindo assim para a segurança da navegação, assim como para a eficiência do comércio marítimo brasileiro (Marinha do Brasil, 2021b).

Além da DGN, diversos órgãos da MB são partícipes da implementação, tais como: o Estado-Maior da Armada (EMA), Diretoria de Portos e Costas, Diretoria de Hidrografia e Navegação, Diretoria de Gestão de Programas da Marinha (DGePM), Centro de Análise de

³⁷ Diretoria da MB focada nas “atividades relacionadas com os assuntos marítimos, à segurança da navegação, à hidrografia, à oceanografia e à meteorologia” (Marinha do Brasil, 2023a, p.1).

³⁸ De acordo com Dias (2014), em termos técnicos, o DGNSS se destaca por ser um “sistema que visa aumentar a precisão do GNSS, reduzindo os erros dos sinais dos satélites recebidos pelo navegante dentro de determinada área. O processo consiste em comparar a posição conhecida e muito precisa de uma Estação de Referência DGNSS em terra com posições obtidas por meio dos satélites GNSS disponíveis, pressupondo que o erro na determinação de um ponto é semelhante para todos os receptores situados dentro do alcance da estação (assumindo que eles estejam recebendo sinais dos mesmos satélites)” (Dias, 2014, p.29).

Sistemas Navais (CASNAV), Comando de Operações Marítimas e Proteção da Amazônia Azul (COMPAAz), Comando de Operações Navais (ComOpNav) e Secretaria Executiva da Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima Internacional (Sec-IMO), dentre outros. Além disso, o país congrega esforços que envolvem outros atores além da MB, dado que fomenta a discussão do tema em um Grupo de Trabalho Interministerial³⁹ (GTI), este que visa a elaboração do Plano Nacional de Implementação do Conceito de *e-Navigation*, em consonância com as orientações da IMO (Marinha do Brasil, 2021b).

A iniciativa envolve uma série de ministérios, órgãos do governo e atores de interesse em âmbito multissetorial e multidisciplinar ligados ao mar e a outros setores produtivos do país. Apesar de o processo ser coordenado pela Autoridade Marítima, argumenta-se que a MB é apenas mais um dos atores envolvidos. Faz-se necessário, para o sucesso da empreitada, a interdependência, interoperabilidade e integração de todos os atores envolvidos no processo, em termos políticos, estratégicos e operacionais. Isso se configura um desafio complexo, pela necessidade de coordenar todas essas partes com atribuições e interesses diversos.

Conforme pontuado, as normas, parâmetros e diretivas sobre o tema do *e-Navigation* são estabelecidos em âmbito internacional, por organizações internacionais temáticas como a IMO e IALA, mediante a publicação e divulgação destes parâmetros, normas, recomendações, orientações e resoluções que fornecem informações detalhadas sobre a definição e especificações dos sistemas, tecnologias e equipamentos relacionados ao *e-Navigation* (Marinha do Brasil, 2022a).

Uma das iniciativas práticas da MB no sentido de implementação do conceito de *e-Navigation* em âmbito nacional foi o acordo firmado com a AP do porto do Rio de Janeiro, a ser detalhado na próxima seção.

3.2- O Acordo de Cooperação Técnica entre a Marinha do Brasil e a PortosRio

As atividades por parte da MB relacionadas à patrulha, salvaguarda e defesa das Águas Jurisdicionais Brasileiras estão diretamente vinculadas à missão da Força, pela garantia da soberania do país, mas também guardam relação direta com as atividades econômicas e produtivas desenvolvidas nestes espaços marítimos. Em um exemplo de conjunção entre as dimensões de economia e de defesa, aponta-se a iniciativa da MB de estabelecimento de um Acordo de Cooperação Técnica (ACT) com a Autoridade Portuária do Porto do Rio de Janeiro

³⁹ Existem documentos oficiais no âmbito da MB que relatam a existência do referido GTI, entretanto, aparentemente as informações sobre o progresso das discussões, integrantes ou atuais atividades não são ostensivamente divulgadas.

para implantar o projeto piloto de *e-Navigation* no país, firmado no ano de 2019, entre a PortosRio e a MB, por meio de seu Comando de Operações Navais.

O objetivo central do ACT é o de oficializar a cooperação entre as partes envolvidas (MB e PortosRio) no sentido de:

compartilhamento do uso de equipamentos e de informações em áreas de interesse comum, tais como o sistema de monitoramento e vigilância de áreas marítimas de interesse da MB, em face da implementação do Projeto-Piloto do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (PP-SisGAAz), e o Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações – VTMISS (*Vessel Traffic Management Information System*) [...] em razão do interesse público e da vantagem econômica decorrente da implantação integrada desses dois sistemas, os quais têm por finalidade aprimorar a Consciência Situacional Marítima, a segurança da navegação e a gestão do tráfego aquaviário, atendendo a seus objetivos institucionais e suas respectivas atribuições legais (Marinha do Brasil, 2019, p.01).

Observa-se que o Acordo de Cooperação Técnica é um instrumento para integrar o Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações no âmbito da AP do Rio de Janeiro ao Projeto Piloto do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (PP - SisGAAz), no âmbito da AM, um projeto estratégico da MB. Esse instrumento prevê a cessão de sítios da MB para a instalação de equipamentos do VTMISS da PortosRio, sem que haja custos para a Marinha do Brasil. Prevê também o acesso e disponibilização à MB de imagens em tempo real provenientes dos sistemas do VTMISS, assim como do Centro de Controle Operacional (CCO) da PortosRio (Marinha do Brasil, 2019). Em outras palavras, planeja-se que o VTMISS do Porto do Rio de Janeiro seja um sistema agregado ao projeto estratégico da Marinha do Brasil, voltado ao monitoramento e proteção da Amazônia Azul e seus recursos naturais e minerais, atuando como mais uma fonte provedora de dados ao SisGAAz, para a construção da Consciência Situacional Marítima da região.

Considera-se que tal acordo irá facilitar a MB no desenvolvimento de suas atividades, seja na defesa da soberania do país, seja nas atribuições subsidiárias relativas à Autoridade Marítima, tais como segurança da navegação e salvaguarda da vida humana no mar. Isso de forma isenta de custos, encargos ou oneração à Força, haja vista o ACT não prever a transferência de recursos financeiros entre os partícipes. O acordo mostra-se, assim, vantajoso tanto para a MB quanto para a PortosRio, que não terá custos com o aluguel de espaços para a instalação e manutenção dos instrumentos e equipamentos necessários ao seu Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações.

O ACT possui sua estrutura e objetivos diretamente relacionados ao setor operativo, o que põe em destaque o Comando de Operações Navais, o órgão responsável pelas funções operativas em alto nível na Marinha do Brasil que está, desse modo, diretamente envolvido na materialização do referido empreendimento. O acordo prevê o compartilhamento de “sensores, imagens, enlaces de dados e informações” entre as partes, destacada a principal característica do VTMISS, a ser instalado no Porto do Rio de Janeiro, como uma “ferramenta de auxílio eletrônico à navegação, com capacidade de prover monitoramento ativo do tráfego aquaviário em tempo real” (Marinha do Brasil, 2019, p.01).

No atendimento aos parâmetros, padrões e normativas internacionais marítimos, esse sistema visa:

- prover segurança à navegação;
- salvaguardar a vida humana no mar;
- aumentar a eficiência do tráfego aquaviário;
- auxiliar a prevenção da poluição hídrica;
- proteger as comunidades e infraestruturas portuárias;
- acompanhar as condições ambientais, meteorológicas e hidrológicas;
- fazer cumprir padrões marítimos internacionais, na sua área de responsabilidade (Marinha do Brasil, 2019, p.02).

Outrossim, para que sejam alcançados os objetivos operacionais previstos no ACT em relação ao espaço marítimo de responsabilidade do VTMISS, com vistas à integração ao SisGAAz, o sistema baseado no Rio de Janeiro será dotado de capacidade de registrar e gerenciar diversos tipos de informações. Sobre o conteúdo das informações do VTMISS para a execução de suas tarefas, pode-se destacar as seguintes:

- canal de navegação e seus acessos: condições meteorológicas e ambientais e o estado operacional dos auxílios à navegação;
- situação do tráfego: posição das embarcações fundeadas e em movimento, suas identificações e suas intenções relativas a manobras, destinos e rotas; e
- características dos navios: dimensões, calado, deslocamento, tipos de cargas e qualquer informação adicional necessária para a efetiva operação do Sistema VTMISS (Marinha do Brasil, 2019, p.05).

Acentua-se que para a execução das suas tarefas, o VTMISS deverá ser integrado com os demais sistemas e atores portuários devendo possuir capacidades de:

- monitoração do comportamento do tráfego aquaviário dentro da Área de Cobertura;
- comunicação com as embarcações que ingressem na Área de Cobertura;
- armazenagem das informações sobre a movimentação de embarcações na Área de Cobertura;

- armazenagem das informações sobre incidentes e calamidades corridos na Área de Cobertura;
- realização do treinamento de Operadores no software a ser fornecido para integração e apresentação de dados no Sistema VTMISS;
- ter capacidade de propor ações de mitigação das consequências de acidente ambiental na Área de Cobertura, a partir da simulação da evolução do deslocamento de derramamento de óleo e/ou nuvens tóxicas;
- comunicação com os serviços aliados e outros sistemas de informação;
- conexão com todos os seus subsistemas;
- integração com os demais sistemas já existentes na CDRJ;
- informação da condição do meio ambiente na Área de Cobertura;
- previsão das embarcações que irão operar no porto;
- apoio ao fluxo de informações sobre carga e descarga;
- disponibilidade de berços;
- posição das embarcações nas áreas de espera e fundeadouros;
- posição das embarcações nos berços; e
- navios trafegando pela sua Área de Cobertura (Marinha do Brasil, 2019, p.07).

Segundo o documento, a variada gama de informações produzidas e coletadas pelo VTMISS, operante durante 24 horas por dia, 7 dias por semana e 365 dias por ano com suas respectivas possibilidades de registro, podem ser utilizadas pelas partes do ACT no desenvolvimento de suas atribuições. Tais informações podem também ser compartilhadas com serviços aliados, como as polícias, órgãos ligados ao meio ambiente, vigilância sanitária e alfandegários, ao exemplo de Polícia Federal, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Receita Federal etc.

Assim, o compartilhamento do conjunto de dados e informações naturalmente também poderá se dar com a comunidade marítima envolvida nas atividades portuárias, ao exemplo da Praticagem, agências marítimas, armadores, empresas de navegação etc. Conforme a previsão das partes, serão facilitadas as operações marítimas, gerando o “aumento da eficiência e eficácia da operacionalidade do porto e seus terminais, reduzindo tempos de espera, de manobras e melhoria na organização do tráfego marítimo”, com vistas à “redução dos riscos de acidentes e de incidentes marítimos” e gerando como possível consequência positiva a “redução no custo dos seguros das embarcações” (Marinha do Brasil, 2019, p.03). Essas condições também poderão contribuir para a melhoria da CSM e, conseqüente, da segurança marítima do espaço.

O compartilhamento pode ocorrer desde que contemple a autorização das partes envolvidas no ACT, conforme previsto no contrato, o qual destaca que “as imagens e vídeos produzidos pelo sistema VTMISS poderão ser cedidas aos serviços aliados mediante anuência do outro partícipe, bem como poderão ser empregadas pela CDRJ e pela MB na realização de

ações e operações conjuntas da AP e da AM” (Marinha do Brasil, 2019, p.11). Assim, a situação de intercâmbio de imagens, dados e informações pode facilitar a atuação dos serviços aliados na identificação e repressão de ilícitos ou incidentes ambientais decorridos no espaço marítimo, mantendo assim a região do porto e adjacências mais seguros e previsíveis para os usuários.

A MB e PORTOSRIO aventam a possibilidade de compartilhamento dos seguintes dados com os serviços aliados:

- gravação das trajetórias das embarcações;
- gravações de áudio e imagens da movimentação do tráfego aquaviário;
- tempos de espera e de permanência no porto, quantitativo de atracções e outros dados estatísticos acerca da movimentação de meios;
- horários de chegada, de fundeio, de atracção e de desatracação de navios;
- condições hidrológicas vigentes (correntes, altura do nível do mar, marés, ondas, Ph, temperatura da água do mar, salinidade e turbidez); e
- condições meteorológicas (velocidade e direção do vento, visibilidade, umidade e pluviosidade) (Marinha do Brasil, 2019, p.02).

Esse portfólio de dados que poderão ser direcionados aos serviços aliados têm o potencial de auxiliar no planejamento de operações e execuções de serviços por parte dos atores econômicos, assim como podem apoiar as forças policiais e ambientais no desenvolvimento de suas atividades legais. Esses atores podem utilizar as informações recebidas para agilizar processos, desburocratizar operações, criar protocolos de atuação, integrando-os inclusive a sistemas informatizados de análise e processamento de dados.

Em relação às métricas sistêmicas para o alcance dos objetivos, o ACT prevê o alcance de 10 (dez) metas para o monitoramento da evolução do VTMISS, que correlacionam elementos de defesa e economia, compreendidos por:

- I. Melhorar a segurança da navegação, reduzindo risco de acidentes com navios ou outros meios navais;
- II. Apoiar a aplicação das regras portuárias em matéria de segurança e navegação marítima;
- III. Melhorar a eficiência em atividades operacionais ligadas ao tráfego marítimo;
- IV. Prevenir a ocorrência de situações de risco originadas por trajetórias de abalroamento, colisão, encalhe, ou para áreas de acesso restrito, mediante alerta às tripulações dos navios, utilizando sistemas de comunicação;
- V. Propiciar o controle e a prevenção de acidentes que afetem o meio ambiente marinho;
- VI. Automatizar o monitoramento das variáveis ambientais para detectar e prevenir seus efeitos às atividades portuárias;
- VII. Apoiar a coordenação das atividades voltadas para a salvaguarda da vida humana no mar;

- VIII. Coordenar, dentro das atribuições da Autoridade Portuária, as atividades dos serviços aliados envolvidos na área do Porto Organizado;
- IX. Permitir e auxiliar, onde for possível, a navegação de embarcações em duplo sentido; e
- X. Manter elevada taxa de disponibilidade do Sistema, de acordo com os padrões estabelecidos pela Organização Marítima Internacional (IMO) (Marinha do Brasil, 2019, p.03).

Em razão do conjunto de metas e objetivos idealizados para o VTMIS, evidenciado pelo ACT, observa-se a expressão das interfaces entre as atividades produtivas voltadas ao desenvolvimento econômico e a defesa, contribuindo também para o avanço científico-tecnológico. Isso em observância e cumprimento às normativas internacionais sobre o tema, motivo pelo qual o presente estudo defende que o conceito de *e-Navigation* guarda em si a capacidade de proporcionar a complementaridade entre as áreas da economia e da defesa. Tal condição destaca a atuação da Marinha do Brasil, uma Força Armada, junto às atividades produtivas da sociedade, evidenciando como investimentos militares podem transbordar positivamente para outros setores de modo a contribuir para o desenvolvimento socioeconômico e tecnológico do Estado.

Em uma análise sobre as infraestruturas utilizadas e estabelecidas no decorrer do projeto, destaca-se a cessão de sítios por parte da MB para a instalação de aparelhos e equipamentos do VTMIS da PORTOSRIO. Ao total serão instaladas 4 (quatro) Estações Remotas (ER) em áreas militares da MB, compostas por uma série equipamentos e sistemas, que serão cedidas pela PORTOSRIO à MB no regime jurídico de comodato⁴⁰. Esse é um regime que é firmado mediante um contrato de empréstimo gratuito de bens móveis ou imóveis, não fungíveis. No caso do referido Acordo de Cooperação Técnica serão instalados em sítios da MB as infraestruturas, nas seguintes localizações, a saber:

- Estação Remota 1: Ilha Rasa;
- Estação Remota 2: Base de Hidrografia da Marinha em Niterói;
- Estação Remota 3: Instituto de Pesquisas da Marinha (IPQM);
- Estação Remota 4: Base de Fuzileiros Navais da Ilha do Governador (BFING);
- Rede de Sensores Meteo-Oceanográficos:
 - ✓ Ilha Fiscal;
 - ✓ Ponta da Armação (Diretoria de Hidrografia e Navegação da MB); e
 - ✓ Centro de Munição da Marinha (CMM) (Marinha do Brasil, 2019, p. 07).

Conforme o Acordo de Cooperação Técnica, essas ER serão compostas por equipamentos como: repetidores de AIS, conjuntos de câmeras de alta resolução, equipamentos

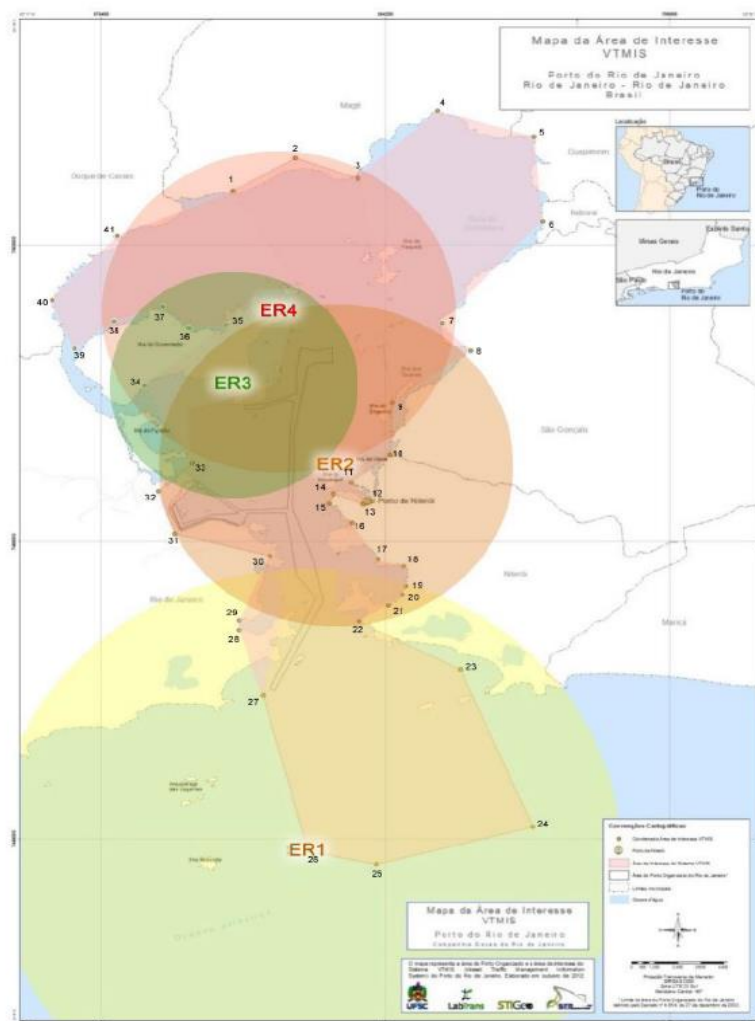
⁴⁰ De acordo com o ACT, à exceção dos radares e câmeras.

voltados para transmissão e recepção de dados em alta velocidade, redes lógicas, *switch* de rede de dados, *firewall* da rede de dados entre outros, que tornem possível a operação do *Vessel Traffic Management Information System* do Porto do Rio de Janeiro. Isso em alinhamento às normativas e parâmetros internacionais estabelecidos pela IMO de demais instituições técnicas, para a operação desse tipo de serviço marítimo, ou seja, dentro do já citado Padrão S-100.

Pode-se constatar que o processo de articulação do ACT entre as partes foi longo, minucioso e envolveu diversas questões técnicas voltadas à engenharia, navegação, telecomunicações, segurança e cartografia, mas também abrangeu negociações de caráter político-estratégico, voltadas à construção da Consciência Situacional Marítima do espaço em questão. Destaca-se que, em virtude das negociações, a Companhia Docas do Rio de Janeiro alterou a área de cobertura VTS do VTMIS do Porto do Rio de Janeiro, para que fosse possível cobrir toda a Baía de Guanabara, com o objetivo de atender aos interesses estratégicos da Marinha do Brasil. Esses, que estão relacionados diretamente ao Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (Villas-Bôas; Briglia; Vidal, 2022).

A imagem a seguir é uma expansão da Figura 5 do capítulo anterior, que apontava as áreas de interesse do VTMIS do porto do Rio de Janeiro e, portanto, de responsabilidade da PortosRio. A Figura 8, a seguir, representa a área de alcance dos radares da PORTOSRIO a serem instalados em Estações Remotas estabelecidas nos sítios da Marinha do Brasil, espaço cedido mediante o ACT formalizado entre as partes.

Figura 8 - Área de alcance das Estações Remotas do VTMIS do Porto do Rio de Janeiro



Fonte: Villas-Bôas (2022).

Como anteriormente mencionado, o projeto piloto desenvolvido no âmbito do empreendimento portuário do Rio de Janeiro possui base em um convênio que contempla um Acordo de Cooperação Técnica firmado entre a Companhia Docas do Rio de Janeiro 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 o supracitado Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações de forma integrada ao Projeto Piloto do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul, um projeto estratégico da MB (Marinha do Brasil, 2019), sob a égide do Comando de Operações Marítimas e Proteção da Amazônia Azul (COMPAAz), uma inovação organizacional estabelecida em dezembro de 2021 que englobou o antigo Centro Integrado de Segurança Marítima (CISMAR).

Em adição, é relevante acentuar que o projeto desenvolvido com a PORTOSRIO está sendo um modelo para a implementação do *e-Navigation* em âmbito nacional, de modo que o seu sucesso pode resultar na celebração de mais Acordos de Cooperação Técnica com outras autoridades portuárias do país. Conforme levantado pelo trabalho de Gomes (2017), naquele ano a Marinha do Brasil foi consultada quanto os impactos do VTMS sobre as atividades de responsabilidade da Força, destacando que:

o VTS tem, como prioridade, o monitoramento e a segurança da navegação, mas as possibilidades adicionais proporcionadas pelo sistema VTMS, no tocante às aspirações de melhoria no setor portuário, poderão contribuir com o desempenho das atribuições da MB. Tais melhorias proporcionarão uma constante identificação e acompanhamento dos meios, possibilitando um incremento no controle de área marítima e no planejamento das Forças Navais. Ressaltou que haverá a necessidade de um acordo de cooperação junto às Companhias Docas, empresas públicas de economia mista, as quais são as responsáveis pela operação e manutenção do sistema, com o objetivo de viabilizar o recebimento de tais informações (Gomes, 2017, p. 54, grifo nosso).

Constata-se que a possibilidade de cooperação com empreendimentos portuários na implementação de sistemas de gerenciamento de tráfego de embarcações já era aventada há alguns anos por parte da Marinha do Brasil, o que ora está sendo materializado no projeto com a PORTOSRIO. Portanto, o sucesso da empreitada será um fator norteador para novas parcerias que poderão aprimorar cada vez mais as capacidades de Consciência Situacional Marítima da Marinha do Brasil, para o exercício pleno de suas atribuições. Essas iniciativas colaboram para o desenvolvimento tecnológico do Brasil, gerando demandas por produtos e serviços que poderão surgir nas operações de VTMS em escala nacional, proporcionando também a melhora na segurança marítima do país, sem contar o aumento da atratividade da logística marítima brasileira no cenário internacional.

3.3- Considerações sobre a cibersegurança e segurança das Infraestruturas Críticas

Em virtude da dimensão estratégica do VTMS, tanto para a PortosRio como para a MB, convém questionar a segurança dos equipamentos, sistemas e informações que irão tramitar no âmbito dele. Isso, em especial, considerando-se que os dados coletados pelo VTMS fomentem futuramente o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul. Destaca-se o fato de o Porto do Rio de Janeiro ser uma Infraestrutura Crítica da área de transportes, o que direciona o empreendimento a uma categoria específica de negócio em razão de sua relevância estratégica para a segurança, soberania e desenvolvimento socioeconômico do Estado brasileiro.

O ACT firmado com PortosRio prevê em seu conteúdo que “caberá à MB prover segurança às instalações bem como assegurar a integridade física dos equipamentos, de sorte a manter uma elevada taxa de disponibilidade do sistema VTMS” (Marinha do Brasil, 2019,

p.11). Por oportuno, cabe instar que o VTMISS será integralmente vinculado e conectado à Rede de Comunicações Integradas da Marinha do Brasil (RECIM). Desse modo, a Força toma para si a responsabilidade pela segurança física dos equipamentos do VTMISS, instalados em áreas militares, e pela cibersegurança das informações produzidas e transmitidas no âmbito dele, em razão de considerar essas informações como relevantes para as atividades inerentes à defesa e às responsabilidades de Autoridade Marítima.

Em consonância com o Acordo de Cooperação Técnica, nessa dinâmica, os dados produzidos pelo VTMISS serão diretamente enviados para a estação central de dados da Marinha do Brasil, que será um *hub* para recebimento e redistribuição dos dados oriundos das estações remotas previstas. Uma vez nesse centro da MB, os dados serão repassados à OM responsável pela inserção dessas informações no Projeto Piloto do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul. Naturalmente, os dados também serão retransmitidos à Autoridade Portuária, para o Centro de Controle Operacional do VTMISS (Marinha do Brasil, 2019).

Nesse sentido, é importante destacar que os dados e informações gerados pelo VTMISS seguem diretamente via sistema de comunicação da MB, que os retransmite para os principais atores que irão consumir essas informações. Essa explicação sobre a logística de transmissão das telecomunicações é relevante para destacar que esses dados trafegam nas redes da MB e são tratados como ativos estratégicos da Força, dado que “toda informação que trafega no Sistema de Comunicações da Marinha (SISCOM) é classificada como um ativo valioso para a MB, não importando a forma em que é apresentada, armazenada ou compartilhada. Sua disponibilidade e precisão é essencial para o cumprimento das nossas missões, obrigando-nos a protegê-la adequadamente” (Marinha do Brasil, 2016, p.03).

Assim, observa-se que os dados do VTMISS serão transmitidos em tempo real, contando com a proteção e cibersegurança da MB para esses ativos, evitando que sejam expostos às ameaças e ataques proveniente do ciberespaço, provendo a Segurança da Informação Digital (SID) (Marinha do Brasil, 2016).

Sobre essa questão, salienta-se que a Marinha do Brasil:

busca o constante aperfeiçoamento da mentalidade de segurança, a execução dos procedimentos normativos e o correto emprego da tecnologia para proteger a informação. A SID representa as medidas que visam garantir os requisitos de SIGILO, AUTENCIDADE, INTEGRIDADE e DISPONIBILIDADE da informação, em face do seu valor, dos ambientes envolvidos e dos riscos identificados. Ressalta-se que é fundamental uma permanente construção e estímulo da MENTALIDADE DE SEGURANÇA em todos os integrantes da MB, desde os altos escalões até as escolas de formação (Marinha do Brasil, 2016, p.03, grifo nosso).

Compreende-se assim que a segurança cibernética do projeto de VTMISS se dará em forma de criptografia forte em todas as suas conexões, ficando sob responsabilidade da Rede de Comunicações Integradas da Marinha do Brasil. Ainda assim, salienta-se que o VTMISS atenderá a objetivos duais, ou seja, de natureza civil e militar. Na prática, isso quer dizer que a Autoridade Portuária deve estar alinhada à MB no que tange à segurança cibernética e operacional de suas atividades, envolvendo questões relacionadas à arquitetura de segurança de seus sistemas e de suas infraestruturas para que sejam resilientes, íntegras, disponíveis e sigilosas.

Por isso observa-se a necessidade de a PortosRio desenvolver uma mentalidade de segurança adequada à utilização e difusão dessas informações, com o foco no desenvolvimento de suas operações e fornecimento destas para seus clientes e parceiros, garantindo assim a CSM de seu empreendimento, que é uma Infraestrutura Crítica. Isso deve ser realizado tanto no âmbito cibernético como no operacional.

Vale salientar que, no ordenamento jurídico nacional, existem documentos que normatizam e estabelecem conceitos sobre segurança cibernética. Serve de exemplo da Política Nacional de Segurança da Informação (PNSI) de 2018⁴¹, que possui “a finalidade de assegurar a disponibilidade, a integridade, a confidencialidade e a autenticidade da informação em âmbito nacional” (Brasil, 2018c, p.01). O documento possui informações que podem ser úteis à PortosRio na construção da arquitetura de segurança de seus sistemas e atividades, visto que, entre outros pontos, a normativa se propõe a orientar ações relacionadas à segurança da informação das Infraestruturas Críticas (Brasil, 2018c).

A relevância desse decreto presidencial é observada ao passo que dispõe sobre temas como “I - a segurança cibernética; II - a defesa cibernética; III - a segurança física e a proteção de dados organizacionais; e IV - as ações destinadas a assegurar a disponibilidade, a integridade, a confidencialidade e a autenticidade da informação” (Brasil, 2018c, p.01). Ainda, o PNSI estabeleceu como instrumento a Estratégia Nacional de Segurança da Informação, para orientar as “ações estratégicas e os objetivos relacionados à segurança da informação, em consonância com as políticas públicas e os programas do Governo federal” e demais Planos nacionais voltados ao tema (Brasil, 2018c, p.03). Em virtude das informações pontuadas, o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI) fica instado a coordenar a atuação de demais ministérios, órgãos governamentais, atores privados e academia no desenvolvimento de diretivas sobre os temas listados.

⁴¹ O DECRETO Nº 9.637, DE 26 DE DEZEMBRO DE 2018 foi alterado pelo DECRETO Nº 10.641, DE 2 DE MARÇO DE 2021.

No escopo da PNSI, foi aprovada em 2020 a Estratégia Nacional de Segurança Cibernética (E-Ciber), contendo orientações e diretrizes na área de segurança cibernética para o quadriênio 2020-2023 (Brasil, 2020b). A proposta da E-Ciber para “além de preencher importante lacuna no arcabouço normativo nacional sobre segurança cibernética, estabelece ações com vistas a modificar, de forma cooperativa e em âmbito nacional, características que refletem o posicionamento de instituições e de indivíduos sobre o assunto” (Brasil, 2020b, p.02). Por oportuno observa-se que apesar do documento possuir a orientação de ser efetivo até o ano de 2023, em razão de questões políticas relacionadas à transição de governos, muitas das ações, programas e grupos de trabalho não estão mais ativos. Entretanto, em seu conteúdo o documento versa sobre questões importantes a serem consideradas na estruturação da governança da cibersegurança de Infraestruturas Críticas do país, como no caso do Porto do Rio de Janeiro.

Todos esses documentos normativos citados buscam a melhoria da resiliência do Brasil, seus empreendimentos, instituições públicas e privadas em relação às questões cibernéticas e de segurança das informações, considerando-se o contexto das transformações digitais às quais o país e o mundo têm passando constantemente. É evidente a existência de ameaças e riscos inerentes que podem afetar negativamente o Brasil e seus cidadãos e que necessitam de respostas por parte do Estado.

Da mesma forma, o ordenamento jurídico nacional também normatiza questões relacionadas à segurança das Infraestruturas Críticas, para empreendimentos como o Porto do Rio de Janeiro. A Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas estabelece que a segurança desses empreendimentos é considerada uma atividade de Estado, atribuída ao âmbito da segurança institucional, portanto, sendo competência também do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, que deve atuar em coordenação com outras instituições (Brasil, 2018a).

Conforme a PNSIC, a segurança de Infraestruturas Críticas pode ser definida como um “conjunto de medidas, de caráter preventivo e reativo, destinadas a preservar ou restabelecer a prestação dos serviços relacionados às Infraestruturas Críticas”. Ainda, seguindo com os conceitos, a resiliência seria a “capacidade de as Infraestruturas Críticas serem recuperadas após a ocorrência de situação adversa” (Brasil, 2018a, p.01).

Ainda no escopo da PNSIC, foi estabelecido todo um arcabouço normativo onde são definidos como seus instrumentos: I) a Estratégia Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas (ENSIC), de 2020, que consolida “os conceitos e identifica os principais desafios [...]

com a definição dos eixos estruturantes e dos objetivos estratégicos; II) o Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas (PLANSIC), de 2022, que apresenta “as orientações gerais para a implementação da segurança das Infraestruturas Críticas”; e III) o Sistema Integrado de Dados de Segurança de Infraestruturas Críticas (SIDSIC), que será uma estrutura operacional que “conterá o registro informatizado das condições de segurança das Infraestruturas Críticas no território nacional, incluída a coleta, o tratamento, o armazenamento e a recuperação de informações” (Brasil, 2018a, p.03). Os documentos convergem e dialogam entre si, com o objetivo de estruturação de documentos, planejamentos e ações voltados à segurança de tais Infraestruturas Críticas.

Assim, de acordo com a ENSIC seus eixos estruturais são:

1. articulação institucional - para implementação da PNSIC se deve fortalecer a articulação entre órgãos e entidades dos setores público e privado envolvidos direta e indiretamente com a segurança das Infraestruturas Críticas e, adicionalmente, é necessário estabelecer uma governança capaz de reunir e orientar todos os envolvidos de modo a alcançar a integração em todos os níveis;
2. conscientização e capacitação - a divulgação de informações sobre o tema de segurança das Infraestruturas Críticas, incluindo sua importância para a defesa e segurança nacional, auxilia o desenvolvimento de uma cultura de prevenção e resposta, além disso, é necessário capacitar os órgãos e entidades envolvidos, públicos e privados, para a maior compreensão sobre suas responsabilidades e competências diante do tema;
3. fomento às ações - recomendar e estimular a adoção de ações coordenadas para fortalecer a atividade de segurança de Infraestruturas Críticas, viabilizando os recursos necessários, sejam técnicos ou financeiros; os investimentos em segurança de Infraestruturas Críticas auxiliam o País a prevenir incidentes de grande impacto e, quando não for possível impedi-los, a responder de modo tempestivo e eficaz; e
4. gestão de dados e informações - para auxiliar na articulação institucional em prol da atividade de segurança de Infraestruturas Críticas, faz-se necessária a seleção, organização e qualificação dos dados e informações gerados, disponibilizando-os aos responsáveis pelas decisões estratégicas no momento pertinente (Brasil, 2020a, p.06, grifo nosso).

Os quatro eixos da Estratégia Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas foram destacados como pontos centrais a serem considerados no desenvolvimento dos planejamentos da PortosRio, caso o empreendimento se proponha a criar estruturas de governança voltadas à segurança de seus ativos e infraestruturas. Portanto, será relevante para o projeto do VTMS que a PortosRio utilize a base legal nacional e seus diversos documentos para articular estratégias voltadas à manutenção da resiliência e plenitude dos sistemas e suas respectivas operações.

A atual tendência de digitalização crescente das atividades marítimas gera um grande volume de dados e informações no âmbito das Infraestruturas Críticas, sobretudo tratando-se de um sistema de natureza informacional que opera de forma integrada com diversos atores da área marítima, como no caso do VTMIS do Porto do Rio de Janeiro, o que exige também a segurança cibernética desses ativos.

Em razão dos documentos analisados, constata-se que o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República é um ator fundamental na estrutura governamental que possui protagonismo legalmente instituído nos temas de segurança cibernética e das Infraestruturas Críticas. Portanto, em virtude dos elementos apresentados considera-se que é desejável que a PortosRio busque a interação com esse ator estratégico, estabelecendo laços institucionais e diálogo com o órgão, com fito no aprimoramento de suas capacidades de segurança do Porto do Rio de Janeiro, tanto no âmbito cibernético como no operacional, em se tratando do tema de Infraestruturas Críticas.

Por tais motivos, é aconselhável que a CDRJ, em consonância com a MB, se oriente nos documentos nacionais relacionados à segurança das Infraestruturas Críticas para desenvolver seus sistemas, planos e ações orientados à resiliência e segurança que atuem na interlocução com demais atores marítimos. Isso porque a empresa precisará enfrentar desafios no que tange principalmente à segurança dos dados e informações fundamentais para a gestão das embarcações no espaço marítimo do porto, desenvolvida por meio do VTMIS.

Cabe considerar que o processo crescente de digitalização das operações portuárias em escala global tem proporcionado melhorias na eficiência e agilidade das atividades produtivas, tornando-as mais competitivas. Entretanto, essa tendência de digitalização também expõe as Infraestruturas Críticas aos riscos e ameaças do campo cibernético (European Union Agency for Cybersecurity, 2019). Para além das atividades relacionadas à produtividade e eficiência, os sistemas tecnológicos no âmbito marítimo viabilizam também as atividades técnico-operacionais, relacionadas à navegação, combate a incêndios, gestão ambiental, água de lastro etc, que dependem da cibersegurança para o pleno funcionamento (United States Coast Guard, 2017).

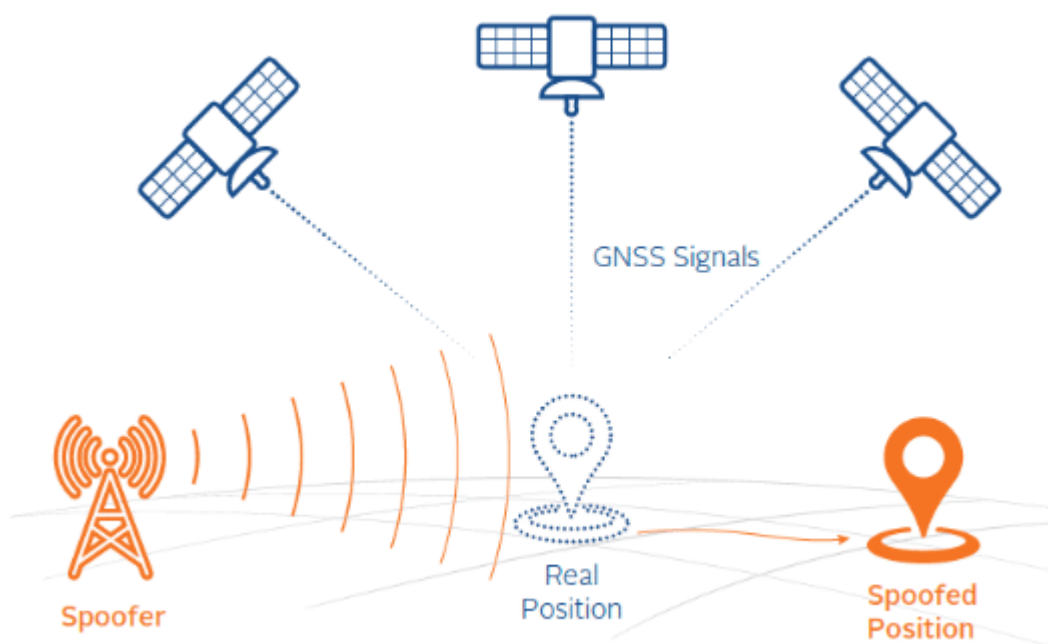
Tal situação exige que os portos e demais atores da área marítima estejam preparados para lidar com esses desafios, sobretudo relacionados às áreas das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), visto que as vulnerabilidades desses sistemas podem pôr em risco a integridade das operações e conseqüentemente a segurança das infraestruturas, embarcações, cargas, pessoas e até mesmo do meio ambiente. Tais vulnerabilidades também se estendem ao

caso do VTMISS, voltado a prover o monitoramento ativo do tráfego aquaviário. Por isso, seus sistemas dependerão diretamente das informações sobre o PNT das embarcações no espaço marítimo em questão, que se originam dos Sistemas Globais de Navegação por Satélite (*Global Navigation Satellite Systems - GNSS*) (Bento, 2014).

Em continuidade observa-se que a interrupção dos sinais dos GNSS pode afetar negativamente sistemas que dependem das informações de posição, navegação e hora (na sigla em inglês *Positioning, Navigation and Timing – PNT*) das embarcações, como o VTMISS, causando prejuízos e até danos às áreas marítimas por ele cobertas, ao exemplo dos portos. Por isso, na perspectiva de cibersegurança é preciso considerar ainda a hipótese de ocultação, remoção, interferência ou alteração desses dados de forma intencional, seja por grupos *hackers* ou mesmo terroristas. Podem ocorrer atividades maliciosas como o “*GPS Spoofing*”, um ataque externo aos sistemas que “tenta enganar um receptor GPS transmitindo sinais falsos, estruturados para se assemelhar a um conjunto de sinais GPS normais, ou retransmitindo sinais genuínos capturados em lugar ou momento diferente” (Bento, 2014, p.29).

O exemplo dessa atividade de *Spoofing* com o foco na negação de PNT de embarcações pode ser observado na imagem a seguir:

Figura 9 - Exemplo do GPS Spoofing



Fonte: Hohman (2023).

A figura mostra como funciona o *spoofing* do GPS, onde dispositivos são utilizados para fornecer informações falsas sobre o real posicionamento de embarcações ou infraestruturas como boias ou radares. Assim, esses aparelhos indicam outras localizações falsas, que chegam aos usuários desses sinais de forma equivocada, o que pode causar acidentes como colisão de embarcações, ou abalroamento com equipamentos ou infraestruturas, questões que podem causar desde incidentes ambientais pelo derramamento de óleo no mar, ou até mesmo gerar danos às cargas, derrubando-as no mar e às tripulações, podendo causar ferimentos ou vítimas fatais.

Hohman (2023) salienta que as embarcações e as Infraestruturas Críticas marítimas estão expostas à negação de PNT também pelo uso de dispositivos como *jammers*, que são portáteis e podem neutralizar/bloquear o posicionamento GPS de meios como embarcações. Assim, a atividade de *jamming* (bloqueio) e de *spoofing* (falsificação) possuem objetivos comuns, que são a interrupção de sinais críticos de posição, navegação e hora, mas com atuações distintas: “o *jamming* é a degradação ou negação de sinais de GPS e dados PNT, enquanto *spoofing* é o engano deliberado e conduzido de sinais de GPS e corrupção de dados PNT” (Hohman, 2023, p.01). Ainda de acordo com o autor, as tecnologias necessárias para a falsificação dos receptores de GPS em uma atividade de *spoofing* tornam-se cada vez mais baratas e acessíveis. Tais

tecnologias frequentemente estão disponíveis por meio de *hardwares* de baixo custo ou por *softwares* de código aberto, ao alcance de qualquer indivíduo ou grupo com acesso à internet. Isso vale para os *jammers*, que podem ser bloqueadores portáteis também de baixos custos e complexidade tecnológica, disponíveis para venda online (Hohman, 2023; Dias; 2014).

Ressalta-se que estes equipamentos podem ser utilizados por grupos criminosos com foco em roubo de cargas, indivíduos mal-intencionados, Estados com o objetivo de obstruir as linhas de comunicações alheias, ou ainda por grupos terroristas, com propósitos destrutivos. Portanto, atualmente as potencialidades de emprego coordenado e massivo dessas tecnologias baratas e acessíveis podem ser convertidas em sistemas de ataque eletrônico altamente disruptivos. Assim esses artefatos e tecnologias podem causar prejuízos incomensuráveis às Infraestruturas Críticas, embarcações, pessoas envolvidas em operações marítimas, com danos inestimáveis e potencialmente irreversíveis ao meio ambiente, à economia dos Estados costeiros e às populações ribeirinhas, no caso da ocorrência de um acidente entre embarcações com derramamento de óleo, afetando a fauna e flora local de modo a comprometer inclusive a segurança alimentar dessas populações.

Em função do exposto, mais uma vez observa-se que, para o sucesso do projeto do Porto do RJ em parceria com a MB, é importante que se desenvolva a articulação institucional com demais órgãos e entidades da administração pública e privada, para execução da análise de riscos e gestão de dados e informações de forma segura e resiliente. Dessa forma, para a governança das atividades de Segurança de Infraestruturas Críticas é essencial a articulação e trabalho conjunto com atores como o Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, o Ministério de Portos e Aeroportos (MPA), Ministério da Defesa e Agência Brasileira de Inteligência (ABIN), seguindo as definições dos planos setoriais de segurança de Infraestruturas Críticas.

Ainda, de acordo com o Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas, cabe ressaltar que

O meio universitário e os centros de pesquisa poderão contribuir para o aprimoramento da Segurança de Infraestruturas Críticas do País, especialmente por meio de iniciativas que priorizem a pesquisa e o desenvolvimento de novos métodos de controle, da avaliação do nível de segurança alcançado em cada setor, da realização de análises independentes que permitam subsidiar a atualização dos planejamentos governamentais e da implementação de programas de capacitação de recursos humanos (Brasil, 2022, p.04).

É desejável, pois, o fomento de pesquisas em áreas de interesse da CDRJ para a melhoria do quadro de segurança da IC do Porto do Rio de Janeiro, assim como o estabelecimento de

cooperação permanente com órgãos e entidades de âmbito das três esferas de governo e atores privados, de forma integrada, incentivando ainda a expressão da Hélice Tripla, conceito que será mais bem explorado no capítulo 4 (quatro). Cumpre, assim, seguir as orientações dos documentos direcionados à segurança dessas ICs, com foco em estabelecer atividades que sejam capazes de

- I - acompanhar e avaliar continuamente a situação das Infraestruturas Críticas;
- II - implementar, quando for necessário, medidas de proteção;
- III - intercambiar informações que auxiliem no gerenciamento de crises;
- IV - manter canais de comunicação permanentes com os parceiros; e
- V - expedir alertas oportunos (Brasil, 2022, p.40).

Assim, considera-se importante que a PortosRio implemente sistemas ciberneticamente resilientes, com precauções como o *backup* de dados e informações, além de fontes alternativas de fornecimento de dados que não sejam apenas os provenientes de satélites. Também é importante que os colaboradores do empreendimento e de demais atividades marítimas sejam treinados e capacitados em boas práticas de segurança cibernética para reduzirem os riscos ligados ao roubo de credenciais e acessos indevidos aos sistemas. Nesse ponto, a experiência internacional pode contribuir com a discussão, como o relatório da Guarda Costeira dos EUA sobre riscos cibernéticos em âmbito marítimo. O documento destaca a importância de que “os operadores de embarcações e instalações sejam capazes de reconhecer riscos cibernéticos juntamente com ameaças e vulnerabilidades mais convencionais. Uma vez reconhecidos, os operadores devem abordá-los por meio de regimes de segurança e proteção estabelecidos, como planos de segurança, gerenciamento de segurança sistemas e políticas da empresa⁴²” (United States Coast Guard, 2017, p.02).

Para além do estabelecimento de vínculos com as instituições civis, cabe também o diálogo e coordenação com contrapartes militares que não apenas a MB, no desenvolvimento de uma governança cibernética para o empreendimento da PortosRio. Um ator estratégico relevante para o estabelecimento de vínculos por parte da CDRJ é o Comando de Defesa Cibernética⁴³ (ComDCiber). O ComDCiber é um Comando Operacional Conjunto de caráter

⁴² Original: “*Vessel and facility operators must be able to recognize cyber risks alongside more conventional threats and vulnerabilities. Once recognized, operators should address them via established safety and security regimens, such as security plans, safety management systems, and company policies*” (United States Coast Guard, 2022, p.02).

⁴³ O ComDCiber foi criado pela portaria Nº 2.777/MD, de 27 de outubro de 2014, do Ministério da Defesa, com coordenação do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA), sendo um órgão central do Sistema Militar de Defesa Cibernética (SMDC) (Ministério da Defesa, 2022). O ComDCiber possui a “responsabilidade de assessorar o Comandante do Exército e o Ministro de Estado da Defesa nas atividades do Setor Cibernético, formular doutrinas, obter e empregar tecnologias, planejar, orientar e controlar as atividades operacionais, doutrinárias e de desenvolvimento das capacidades cibernéticas” (Ministério da Defesa, 2022, p.02).

permanente, subordinado à estrutura regimental do Exército Brasileiro, que conta também com quadros da Marinha do Brasil e da Força Aérea Brasileira (Ministério da Defesa, 2014).

O ComDCiber coordena anualmente o “Guardião Cibernético”, atividade que convida empresas e instituições públicas e privadas, por meio de edital público, para execução de um exercício cibernético simulado. Esse é orientado para contribuir com o aumento da resiliência cibernética dos principais setores estratégicos do país, sobretudo pela incorporação dos conhecimentos técnicos, desenvolvidos no exercício, na área de segurança de informação nacional. Segundo o citado Comando, esse é o maior exercício cibernético do hemisfério Sul. Outrossim, em consonância com o Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas, o Guardião Cibernético também envolve em suas atividades setores abordados no âmbito da Segurança de Infraestruturas Críticas (Brasil, 2022). Assim, em síntese, o exercício “envolve a proteção cibernética, por meio da atuação colaborativa das Forças Armadas, dos Órgãos Parceiros e das principais Infraestruturas Críticas Nacionais, e adota técnicas de simulações virtual e construtiva” (Brasil, 2022, p.02).

Orienta-se que a CDRJ esteja alinhada com o ComDCiber, com a MB e órgãos como o GSI e a Comissão Nacional de Segurança Pública nos Portos, Terminais e Vias Navegáveis, estabelecendo interfaces de colaboração e cooperação com o foco na segurança cibernética de seus sistemas e tecnologias, de forma convergente com as normativas internacionais, ao exemplo do *ISPS Code*. Acrescenta-se aqui outros atores, como a academia e as empresas de tecnologia (públicas e privadas), à medida que contribuem para o desenvolvimento de soluções inovadoras às necessidades da PortosRio, em especial em relação ao VTMIS. Busca-se o desenvolvimento de uma arquitetura cibernética resiliente, que garanta a proteção de suas Infraestruturas Críticas, focada na mitigação de riscos, com capacidade de pronta resposta aos incidentes e de investigação, caso esses ocorram. Vale dizer que, no contexto tecnológico de operações marítimas coordenadas e interconectadas, os ataques cibernéticos podem ser utilizados contra os Estados com propósitos comerciais ou mesmo como forma de guerra, ou seja, com o objetivo de obstruir o comércio marítimo dos Estados, principalmente pelo comprometimento às Linhas de Comunicação Marítimas e das embarcações que as utilizam.

Há diversos exemplos de emprego de tecnologias para obstruir comunicações, como o episódio ocorrido no porto de Xangai, o mais movimentado do mundo, em julho de 2019. No evento, a embarcação MV *Manukai* de bandeira estadunidense estava se dirigindo ao porto, nas proximidades da foz do rio Huangpu. Conforme Harris (2019), “pela lei internacional, todos, exceto os menores navios comerciais, devem instalar transponders do sistema de identificação

automática (AIS). A cada poucos segundos, esses dispositivos transmitem sua identidade, posição, curso e velocidade e exibem dados AIS de outros navios na área, ajudando a manter as vias navegáveis seguras⁴⁴ (Harris, 2019, p. 01), ou seja, devem emitir seus dados de PNT. Ainda segundo o autor, a embarcação estadunidense seguia a navegação normalmente até que começou a sofrer interferências que indicavam que as demais embarcações ao seu entorno desapareciam das leituras do GPS, de modo em que iam e voltavam do cais em questão de minutos, tendo também suas velocidades de navegação variando de forma abrupta (Harris, 2019).

Em seguida, os aparelhos de GPS (operacional e a redundância) do MV *Manukai* pararam de responder, assim como seu transponder AIS. Estima-se que cerca de 300 embarcações tiveram seus dados de PNT falsificados nesse evento ocorrido no porto chinês. Salienta-se que existem meios de se seguir com o trajeto das embarcações mesmo em caso de falha do GPS, ao exemplo das cartas náuticas de papel, radares, navegação visual ou mesmo astronômica (Harris, 2019). Apesar do distúrbio marítimo, a embarcação estadunidense conseguiu atracar normalmente em segurança, embora seu sinal de GPS indicasse que ela estava a 3 milhas de distância da real posição no porto (Harrison; Johnson; Moye; Young, 2020).

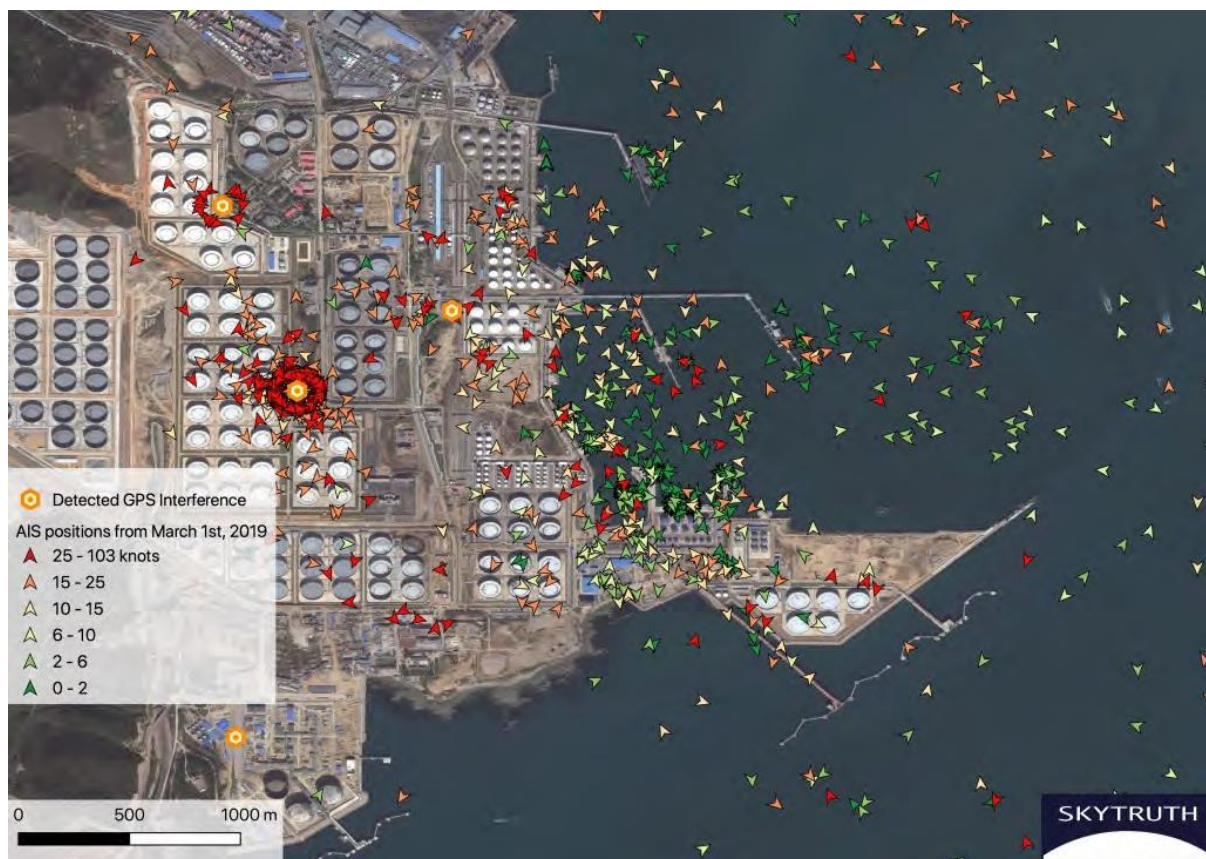
Após o evento, a embarcação submeteu relatórios sobre o incidente de interrupção do GPS às autoridades estadunidenses, no caso à Guarda Costeira dos Estados Unidos. A Força seguiu com as investigações e pesquisas em parceria com outros órgãos nacionais, detectando que se tratava de uma falsificação marítima generalizada de dados PNT. Inicialmente as suspeitas eram de que se tratasse da ação de grupos criminosos não-estatais, mas ao analisarem os dados de séries históricas de GPS na região, os pesquisadores descobriram que foi empregada uma tecnologia muito avançada e sofisticada para ser proveniente de agentes não-estatais. Portanto, suspeita-se que o episódio tenha sido uma demonstração de capacidades do Estado chinês, mas sem o oferecimento de provas concretas para o sustento do argumento. O nível de sofisticação da *spoofing* foi tão grande que não se limitou aos GPS das embarcações, mas alcançando também sistemas pessoais de cidadãos chineses, como celulares e *smartwatches* (Harrison; Johnson; Moye; Young, 2020).

Com a análise de dados históricos de diversos portos chineses foi possível observar a formação de padrões circulares de falsificação de dados de GPS em diversas localizações na China, próximos a terminais de óleo, prédios governamentais e demais instalações portuárias.

⁴⁴ Original “Every few seconds, these devices broadcast their identity, position, course, and speed and display AIS data from other ships in the area, helping to keep crowded waterways safe”.

Os sinais falsificados são provenientes principalmente de embarcações. Um exemplo é o da figura a seguir, que mostra o padrão circular em um terminal de óleo localizado no leste da China, no Porto de Dalian.

Figura 10 - Falsificação de GPS ao leste da China



Fonte: Harrison; Johnson; Moye; Young (2020).

Os marcadores possuem cores que indicam a suposta velocidade das embarcações, ou seja, os principais pontos que compõem o círculo seriam de embarcações trafegando em alta velocidade (acima de 25 nós), só que em terra, o que não faria sentido. De acordo com os autores, os pesquisadores técnicos que analisaram os casos ficaram perplexos com o nível de sofisticação e qualidade da falsificação dos sinais de GPS. Foi notável a capacidade dos agentes perturbadores em realizarem múltiplas alterações de sinais simultaneamente, com embarcações distintas (Harrison; Johnson; Moye; Young, 2020).

Anomalias como as descritas nos episódios apontam como os aparelhos de GPS e outros que compõem as operações marítimas podem estar vulneráveis às ameaças cibernéticas, mesmo em tempos de paz. Embora o ocorrido tenha se dado na China, portanto fora do escopo da pesquisa, serve para ilustrar os riscos aos quais estão sujeitos os portos nacionais. Isso aponta

para a necessidade de os empreendimentos portuários possuírem resiliência e capacidade de resposta a incidentes, com sistemas cibernéticos robustos, amparados por Estados que sejam tecnologicamente avançados para protegerem seus interesses comerciais. Fica evidenciada a existência de atores com capacidades de realizarem ações no campo cibernético que podem gerar a insegurança marítima de um determinado espaço, de modo afetar a cadeia logística de um Estado ou de toda uma região. Constata-se, assim, a necessidade de capacidades de defesa, com elevadas demandas de Consciência Situacional Marítima, condição em que projetos como o SisGAAz ganham relevância.

Além disso, observa-se que as demandas de produtos e serviços intensivos em tecnologia abrem espaço para interfaces com o setor de CT&I e a BID. Serão apresentadas a seguir reflexões que correlacionam o desenvolvimento dos projetos estratégicos de defesa da MB, com aqueles vinculados às áreas econômicas e produtivas em âmbito marítimo, destacando assim a dualidade dos sistemas como o VTMIS do Porto do Rio de Janeiro.

3.4- Tecnologias associadas: desenvolvimento autóctone, dualidade e implicações

O *e-Navigation* apresenta uma demanda informacional e computacional de compartilhamento de dados e informações, o que exige uma capacidade robusta, sobretudo de *softwares*, sistemas e até mesmo satélites para a tramitação em tempo real destes dados entre as partes envolvidas, tanto em terra quanto em mar, de forma rápida e segura. Assim, destaca-se a importância dos elementos da indústria 4.0, como a tecnologia 5G, internet das coisas, disposição de dados em nuvem, plataformas e sistemas de compartilhamento de dados. Sobre o espectro 5G, salienta-se que consiste na quinta geração de internet de banda larga sem fio (móvel), com capacidade mais ampla que as redes atuais (3G e 4G), com características como: velocidade de conexão e transferência de dados elevada, alcance e cobertura mais amplos, latência reduzida e possibilidade de diversas conexões simultâneas (Shafique *et al.*, 2020).

No caso brasileiro, o leilão para a exploração e oferta da faixa de frequência do espectro 5G foi realizado em 2021, pelo Ministério das Comunicações (MCom) e Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). Atualmente, a faixa de frequência já está em operação nas principais cidades do país. A tecnologia 5G é fundamental para o desenvolvimento de atividades, produtos e serviços na lógica 4.0, propiciando a operação de sistemas inteligentes, avançados, integrados e autônomos.

É importante destacar que o espectro 6G já se encontra em fase de desenvolvimento em empresas que operam no estado da arte em termos de tecnologia das telecomunicações ao redor do mundo, em especial as asiáticas como a China Mobile (empresa estatal chinesa de telefonia),

Xiaomi (chinesa) e Samsung (sul-coreana), além de norte-americanas como a Apple, e europeias como Nokia (finlandesa) e Siemens (alemã), com fomento e aporte estatal. Segundo especialistas como Neto *et al.* (2021), a arquitetura 6G será uma evolução da antecessora 5G, porém cerca de 100 vezes mais veloz, com a capacidade de expandir as tecnologias existentes em termos de autonomia operacional, tendo seu foco na hiperconectividade do homem para com o mundo (Neto *et al.*, 2021).

Assim, de acordo com os estudos da área, essa arquitetura irá direcionar às tendências de “*cloudization*⁴⁵, *deep slicing*⁴⁶, *softwarização*⁴⁷, virtualização e inteligentização da rede; sensores e *Distributed Ledger Technologies*⁴⁸ (DLT), *Wireless Brain-Computer Interactions*⁴⁹(BCI), vestíveis e implantes inteligentes, *Extended Reality*⁵⁰ (XR) ou *Connected Robotics and Autonomous Systems*⁵¹ (CRAS)” (Neto *et al.*, 2021, p.37). Ainda segundo Neto *et al.*, essas tecnologias poderão ser materializadas “por sistemas de entrega de drones, carros autônomos, enxames de drones autônomos e robótica autônoma, ou ainda, devem embasar a criação de novos cenários e casos de usos” (Neto *et al.*, 2021, p.37). Em outras palavras, essa evolução na área das telecomunicações poderá acelerar ainda mais os processos e serviços realizados por equipamentos, máquinas e sistemas, com possibilidades disruptivas.

O quadro a seguir apresenta um comparativo dos espectros 5G e 6G, demonstrando suas perspectivas centrais e diferenças em termos de tecnologias:

⁴⁵ Dados armazenados em nuvem, sem a necessidade de um servidor físico local.

⁴⁶ Uma evolução do “*slicing*” presente na tecnologia 5G, que consiste no “fatiamento” da rede, onde podem existir diversas interfaces de conexão dentro de um mesmo dispositivo, para a execução de atividades distintas.

⁴⁷ Utilização de *softwares* no lugar de *hardwares* para a execução de atividades.

⁴⁸ Na tradução literal é a Tecnologia de *Ledge* Distribuído, que basicamente ocorre quando há a distribuição compartilhada dos registros de *blockchain*.

⁴⁹ Capacidade de interpretação de padrões cerebrais por interfaces ou *softwares*.

⁵⁰ Padrão de convergência entre as realidades: “virtual”, “aumentada” e “misturada”.

⁵¹ Sistemas robóticos autônomos.

Quadro 3 - Aspectos evolutivos: Arquitetura 5G x Arquitetura 6G

	Arquitetura 5G	Arquitetura 6G
Objetivo	Conexão de Pessoas e Coisas	Interação de Pessoas e o Mundo
Características	<i>Cloudization</i>	Inteligentização
	Softwarização	<i>Cloudization</i>
	Virtualização	Softwarização
	<i>Slicing</i>	Virtualização
		<i>Deep Slicing</i>
Dispositivos	<i>Smartphones</i>	Sensores e DLT
	Sensores	CRAS
	Drones	Equipamento XR e BCI
		<i>Smart Implants</i>

Fonte: Neto *et al.* (2021).

O quadro mostra a evolução de potencialidades entre os espectros 5G e 6G, com as possíveis perspectivas de disrupção que poderão ser alcançadas com o modelo de arquitetura 6G. Essa que será direcionada à hiperconectividade dos usuários com o mundo em si, não apenas com os dispositivos, ao exemplo dos *smartphones*. Os estudos atuais evidenciam que os impactos dessa tecnologia nas atividades produtivas, o que envolve também o mundo marítimo, ainda não foram completamente mapeadas. Entretanto, espera-se que “permitam um alto nível de especialização das redes para propósitos específicos” (Neto *et al.*, 2021, p.39). Portanto, a discussão aponta que os impactos da utilização da tecnologia 6G nas operações marítimas podem possuir efeitos ainda não mensuráveis em toda a cadeia de processos.

Para a plenitude das atividades marítimas na lógica do *e-Navigation*, os sistemas ou dispositivos de auxílio à navegação, como o VTMISS são fundamentais para o desenvolvimento seguro das atividades no mar e nos portos, com o adequado controle do fluxo de embarcações. Esses AtoN são capazes de prover auxílio aos navegantes em questões como a determinação de PNT e alerta de riscos náuticos que possam afetar a segurança ou o fornecimento de informações que apoiem o processo de tomada de decisão a bordo (Marinha do Brasil, 2022a). Torna-se, pois, mandatória a utilização desse tipo de AtoN às atividades de um porto como o do Rio de Janeiro, em vista “da alta densidade de tráfego, tráfego de cargas perigosas, condições ambientais adversas, possíveis danos ao meio ambiente, interferência do tráfego de embarcações com outras atividades aquáticas e o tráfego de embarcações próximo a áreas restritas” (Villas Boas; Briglia; Vidal, 2022, p.200).

Ressalta-se o papel de destaque do VTMISS no contexto do *e-Navigation*, à medida que aumenta a efetividade, a segurança e a precisão das atividades marítimas e operações portuárias, regulamentado sob normas, padrões e parâmetros internacionais, definidos por organizações como a IMO e IALA. No caso do projeto do VTMISS que está sendo desenvolvido no do porto Rio de Janeiro, embora ainda não esteja operando plenamente nos padrões internacionalmente estabelecidos para tal, já estão em operação diversas tecnologias que apoiam as atividades portuárias da PortosRio. Pode se destacar os aparelhos, instrumentos e sistemas adquiridos por meio de licitações (nacionais e internacionais), desenvolvidos em parceria com centros de pesquisa nacionais ou compartilhados pela MB, tais como: radares (fixos e móveis), repetidoras de AIS, marégrafos radar, conjuntos de câmeras de longo alcance (fixas e móveis), sensores ambientais, boias meteo-oceanográficas, entre outros, que estão sendo paulatinamente instalados e operacionalizados (Companhia Docas do Rio de Janeiro, 2019).

O processo de implementação do VTMISS no Porto do Rio de Janeiro é complexo e burocrático, sobretudo pelo fato de a Companhia Docas do Rio de Janeiro ser um ente da esfera pública. Assim o processo envolve etapas como: identificação de demandas e necessidades do órgão, justificativa da necessidade, desenvolvimento de projetos, abertura de licitação, avaliação das propostas de empresas, aprovação de projetos básicos desenvolvidos pelos vencedores das licitações, acompanhamento da instalação de equipamentos e desenvolvimento de atividades, entre diversas outras etapas. Em função disso e de outras questões estratégicas da empresa, a CDRJ optou por realizar o processo de implementação do VTMISS em etapas: primeiro um LPS, seguido de um VTS, para então chegar a um VTMISS (ver figura 4).

Como abordado, no ambiente portuário existem demandas informacionais, de compartilhamento de dados e necessidade de plena consciência situacional das embarcações, operações e condições do empreendimento e de seu entorno. Portanto, não é possível implementar o conceito do *e-Navigation* em um porto sem que este possua minimamente consolidados sistemas de gerenciamento de tráfego marítimo, como o VTS ou VTMISS, devido à necessidade de dados confiáveis para a execução e planejamento das ações.

Conforme previsto no ACT, a ideia central é que, quando operacional, o VTMISS do Porto do Rio de Janeiro possua interfaces de integração ao SisGAAz. É válido ressaltar que, embora o projeto em parceria entre a Autoridade Marítima e a Autoridade Portuária pretenda implantar o VTMISS, no empreendimento marítimo, não prevê repasse de recursos financeiros entre as partes. As instituições se voltam às ações conjuntas e integradas, assim como ao compartilhamento de sensores, imagens e informações, em benefício da Consciência

Situacional Marítima, para que seja possível a execução de projetos e atividades de interesse de ambas as partes, com o foco no monitoramento, vigilância e segurança marítima (Marinha do Brasil, 2019b). Para a criação de uma arquitetura tecnológica que atenda às necessidades do projeto, está prevista a “aquisição, instalação e integração de diversos equipamentos de alta complexidade tecnológica e levantamento de dados meteo-oceanográficos em tempo real, com o intuito de cobrir as áreas marítimas dos terminais do porto, bacias de manobra, canais de acesso e fundeadouros mais relevantes” (Villas Boas; Briglia; Vidal, 2022, p.210).

Os documentos que tratam sobre a parceria definem que serão empregados sistemas, tecnologias, plataformas e serviços que sejam capazes de operar de forma integrada, com o compartilhamento de dados e informações com atores distintos. Assim, espera-se que, com a plena operação do projeto entre a PortosRio e a MB, sejam geradas demandas e impactos positivos para as atividades econômicas desenvolvidas no porto e em seu entorno marítimo. A redução de valores de seguros e consequentemente dos fretes das embarcações que operam na região, a queda na ocorrência de acidentes e riscos ambientais e a mitigação da possibilidade interrupção do funcionamento de Infraestruturas Críticas são algumas das expectativas plausíveis (Marinha do Brasil, 2020b).

A realização de atividades econômicas e produtivas cada vez mais centradas no uso de tecnologias e intercâmbio de informações, em contexto marítimo mais seguro e previsível proporcionado pela operação do VTMS, poderá propiciar o desenvolvimento de tecnologias autóctones de origem nacional para responderem às demandas dos atores do espaço, inclusive agregando as empresas da Base Industrial de Defesa⁵² (BID) nacional. Na dinâmica de pesquisa e desenvolvimento (P&D), poderão ser geradas novas tecnologias, assim como propriedade intelectual voltadas sobretudo às telecomunicações e informação, com perspectivas de inovação, ao exemplo da tecnologia de calado dinâmico, desenvolvida no âmbito do porto do Rio de Janeiro, com parcerias entre órgãos públicos e empresas privadas.

Nesse sentido, aponta-se para as futuras demandas que podem surgir pelas necessidades dos agentes econômicos, públicos e privados, envolvidos na dinâmica marítima do Rio de Janeiro. Observa-se que alguns dos atores que podem atuar no projeto são o Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro, a Secretaria de Estado de Energia e Economia do Mar e a EMGEPRON, contribuindo de forma substancial para o sucesso e expansão das parcerias.

⁵² De acordo com a PORTARIA NORMATIVA Nº 15/MD, DE 4 DE ABRIL DE 2018, cabe conceituar a Base Industrial de Defesa como sendo o “conjunto de organizações estatais e privadas, civis e militares, que realizem ou conduzam pesquisas, projetos, desenvolvimento, industrialização, produção, preparo, conservação, revisão, conversão, modernização, manutenção ou desativação de PRODE ou sistema de defesa, no País” (Ministério da Defesa, 2018).

Cabe salientar que a MB destaca inclusive que “a EMGEPRON contribuirá com a sua experiência na gestão de projetos complexos, na implementação do *e-Navigation* na MB, nos organismos governamentais e nas empresas privadas interessadas” (Marinha do Brasil, 2020b, p.06). Continuando de acordo com a Força, é previsto que a EMGEPRON atue “como entidade gestora de contratos e acordos firmados entre a MB e entidades nacionais e internacionais envolvidas na implementação e desenvolvimento do conceito de *e-Navigation*, junto à Autoridade Marítima e Portuária” (Marinha do Brasil, 2011b, p.11).

Considera-se ideal que existam programas de fomento e estímulos governamentais para que empresas, universidades e centros de pesquisa nacionais tenham condições de desenvolver ações voltadas à pesquisa e desenvolvimento. O foco é o domínio tecnológico de sistemas, elementos e meios produzidos nesse âmbito. Em médio e longo prazos, tal condição poderia propiciar a capacitação dos entes nacionais, para atuar tanto na produção interna como na exportação dessas tecnologias, possibilitando a capacitação de mão de obra nacional e a entrada de empresas brasileiras nos mercados globais de ponta, que operam no estado da arte.

Um exemplo que aponta nesse sentido é o da parceria firmada entre a CDRJ e institutos de pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no final de 2020. A parceria contempla a obtenção e utilização de dados meteo-oceanográficos coletados por boias (RJ-3 e RJ-4) do Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SiMCosta), instaladas na Baía da Guanabara. As boias e os sensores meteo-oceanográficos que compõem Subsistema de Monitoramento Ambiental (SMA) prestam-se ao acompanhamento de dados como “temperatura e umidade do ar, ponto de orvalho, velocidade e direção do vento, pressão atmosférica, radiação solar, temperatura e salinidade da superfície do mar, estado de mar (altura, direção e período de onda, e espectro direcional de mar) e perfil de correntes oceânicas” (Villas-Bôas; Briglia; Vidal, 2022, p.205).

Salienta-se que, o SMA encontra-se em operação desde dezembro de 2022, de modo a contemplar:

[...] desde a instalação e comissionamento de novas estações de monitoramento meteo-oceanográficos (Estações CDRJ) até a integração de estações já existentes (ICTSI-RIO e SiMCosta), com o objetivo de compor um Sistema de Gerenciamento de Informações do Tráfego de Embarcações (*Vessel Traffic Management Information System*, da sigla VTMISS). As estações, dimensionadas seguindo os moldes dos melhores e mais modernos sistemas de monitoramento meteo-oceanográfico, fornecerão informações em tempo real de ondas, correntes, ventos, marés, visibilidade e outros diversos parâmetros de qualidade de água na Baía da Guanabara, Rio de Janeiro – RJ, sendo distribuídas desde sua área externa (Ilha Rasa) até a Ilha do Governador, no interior da Baía (Hidromares, 2022, p. 111).

Considera-se que a disponibilidade de dados meteo-oceanográficos é relevante para a realização de operações no Porto do Rio de Janeiro. Atualmente, os dados ambientais provenientes das boias e radares existentes na Baía da Guanabara, dos navios e do canal podem ser processados por um *software*, que realiza cálculos em tempo real, para determinar a Folga Dinâmica Abaixo da Quilha (FDAQ) (Villas-Bôas; Briglia; Vidal, 2022). Tal tecnologia foi desenvolvida em parceria com as universidades públicas e extrai dados de boias e os sensores meteo-oceanográficos que “alimentam o *software* ReDRAFT⁵³, um sistema de Calado Dinâmico desenvolvido pela empresa Argonáutica *Engineering & Research*, que determina o calado operacional máximo em tempo real, considerando as condições ambientais vigentes, em fiel observância às principais regulamentações nacionais e internacionais” (Villas-Bôas; Briglia; Vidal, 2022, p.204).

De acordo com Villas-Bôas (2022), a aplicação da tecnologia de Calado Dinâmico permite definir as melhores janelas de atracação no porto, com a possibilidade de aproveitamento de cada centímetro disponível do navio, em termos de volume de carga. Assim, um determinado meio poderá executar operações transportando as maiores quantidades de carga, garantindo a eficiência e resguardando a segurança. Com o auxílio computacional do *software* ReDRAFT, o usuário é capaz de realizar previsões sobre as condições ambientais na região de interesse, considerando um período de 7 (sete) dias de antecedência. A referida inovação tecnológica pode facilitar a comunidade marítima na programação de suas operações com antecedência, garantindo a economia de recursos e reduzindo as filas de atracação de embarcações no porto.

Observa-se neste ponto as potencialidades de parcerias geradas no âmbito do projeto do VTMS voltadas ao desenvolvimento e incremento tecnológico de atividades produtivas ligadas ao setor marítimo. Apresenta-se neste caso um exemplo de conjunção da Hélice Tripla, com atuação de entes públicos e privados na dinâmica entre a CDRJ (governo), UFRGS e UFRJ (academia) e Argonáutica *Engineering & Research* (empresa privada). Trata-se de um quadro em que aqueles atores, com seus respectivos interesses e necessidades, trabalham juntos no sentido do desenvolvimento tecnológico e econômico.

No que tange ao acordo com a PortosRio, conforme exposto pelo documento, a MB atua para desenvolver um quadro operacional integrado no âmbito do Rio de Janeiro, onde a ideia é trabalhar com diversas fontes de informação para provimento da consciência situacional do

⁵³ “O ReDRAFT® vem a ser um sistema para cálculo do calado dinâmico desenvolvido por engenheiros doutores da ARGONÁUTICA em conjunto com o Tanque de Provas Numérico da Universidade de São Paulo (TPN-USP) e outros centros de pesquisa” (Villas-Bôas, 2022, p.76).

espaço marítimo, com o destaque às operações centradas em rede, visando manter a segurança marítima.

Planeja-se que, quando maduro, o projeto poderá favorecer a eficiência, velocidade e precisão das atividades do porto do Rio de Janeiro e de seu entorno, guardando em si benefícios ao sistema de informações sobre o tráfego marítimo, à consciência situacional e à segurança marítima, logo, à defesa nacional. Para a materialização desse objetivo considera-se adequado desenvolver e empregar sistemas colaborativos e concebidos em âmbito nacional, que sejam voltados à geração de dados e informações para o desenvolvimento das atividades econômicas e de defesa, o que irá exigir tecnologias adequadas para tal. Assim, espera-se que seja construído um espaço marítimo mais interligado, previsível e seguro, com operações e atividades parametrizadas, integradas a sistemas e tecnologias, preferencialmente produzidos em âmbito nacional, tal qual preconizado no conceito de *e-Navigation*.

De acordo com os estudos consultados, pontua-se que a Indústria 4.0 e os elementos tecnológicos que orbitam em torno desse conceito impactam diretamente no ambiente marítimo, em especial em relação ao conceito de *e-Navigation* que por sua vez, se correlaciona diretamente com a lógica do porto 4.0 ou *smart ports*. Nesse âmbito, os processos, atividades, sistemas e plataformas têm a capacidade de promover a coleta e intercâmbio de dados em tempo real e de forma integrada, preconizando maior eficiência, velocidade e precisão dos processos e serviços relacionados às atividades marítimas (Baldauf, Hong, 2016).

Em virtude da discussão apresentada, conjectura-se que a plenitude de segurança marítima e Consciência Situacional Marítima em um determinado espaço proveem maior previsibilidade e garantias às atividades econômicas ali desenvolvidas. Tal condição tenderá a gerar um ambiente de estímulo para operação de agentes econômicos e atração de investimentos e, assim sendo, o binômio “economia e defesa” não deve tornar-se dicotômico, visto que os atores envolvidos nas atividades (da economia e da defesa) se complementam na busca de resultados benéficos conjuntos. Outrossim, defende-se que um ambiente marítimo seguro é uma pré-condição para que os atores econômicos desenvolvam de forma plena as suas atividades, ao passo em que o conjunto dessas atividades pode gerar demandas de elementos intensivos em tecnologia agregada, que podem ser de uso dual, formando um círculo virtuoso de retroalimentação.

Conforme salienta Moreira, (2012), “as crescentes aplicações tecnológicas da ciência contemporânea alavancaram o potencial econômico e militar dos países que foram capazes de tomar a dianteira em termos de produção científica e de inovação” (Moreira, 2012, p.74). Nessa

perspectiva, o estabelecimento de uma indústria tecnológica avançada, com capacidade de gerar inovações de base científica pode beneficiar outros setores como o de defesa, ao exemplo de casos internacionais. Cabe destacar que em sua Estratégia de Implementação, a MB reconhece tal característica dual do conceito, ao defender que a “definição de *e-Navigation*, apresenta o caráter dual, com vistas a Segurança do Tráfego Aquaviário e a Proteção Marítima” (Marinha do Brasil, 2020b, p.04). No mesmo sentido a Força sustenta a defesa dessa dualidade ao argumentar que a

[...] implantação do conceito de *e-Navigation* contribuiria para a consolidação do SisGAAz, ampliando o conhecimento das atividades que ocorrem em nossas águas, promovendo a integração de dados e, gerando informações com múltiplas finalidades relacionadas à segurança do tráfego aquaviário, combate a ilícitos, proteção ao meio ambiente etc (Marinha do Brasil, 2020b, p.06).

Desta forma, pode-se considerar que o *e-Navigation* e seus elementos agregados têm potencialidade dual, assim, como os acordos e convênios firmados por atores marítimos brasileiros. Essa dinâmica gera, além de demandas tecnológicas de uso dual, capacidades de estímulo a um ambiente de negócios mais seguro e inovador, com impactos positivos também à segurança marítima e à defesa. Assim, a inovação poderá ocorrer pela existência de elementos de uso dual (ou não) como sensores, periféricos, sistemas, plataformas e serviços de cunho tecnológico, voltados tanto à segurança marítima, com vistas à defesa, como às operações marítimas e portuárias de cunho econômico e produtivo. Nessa discussão, Pires (2022) acrescenta:

A existência de forças bem equipadas e treinadas, com infraestrutura de comando e controle e de apoio, são um requisito fundamental. A construção e manutenção dessas forças requerem investimentos e mobilizam setores da economia ligados ao mar, para atender demandas de construção naval, de sistemas de combate, equipamentos de comunicações, sensoriamento, propulsão, manutenção e logística em geral, bases navais, atividades portuárias, apenas para citar alguns exemplos. Assim, os instrumentos do Estado para o uso legítimo da força no mar têm uma dupla contribuição para o desenvolvimento da atividade econômica no ambiente marítimo (Pires; *et al.*, 2022, p.714).

Observa-se que os investimentos públicos de defesa realizados em sistemas, equipamentos e periféricos, que contribuem para a segurança marítima, não só fomentam a atividade-fim da MB como também favorecem os setores produtivos ligados à economia do mar, em virtude de suas demandas por tecnologias duais geradas. Por conseguinte, adiciona-se que o caso do VTMIS do Porto do RJ contempla essa dupla contribuição, ao passo que alavanca também a atividade-fim do porto, de intercâmbio de produtos, gestão de embarcações e

serviços, no ambiente marítimo em questão. Outrossim, pontua-se a relevância deste tipo de produto que opera no escopo do *e-Navigation* para fins tanto de economia como para de defesa, premissa fundamental do presente trabalho.

Nesse sentido, destaca-se o papel da MB para além de Força garantidora da soberania estatal nos espaços marítimos adjacentes aos portos, mas também “como indutor do desenvolvimento nacional à medida que é gerador de demandas por ampla gama de materiais e serviços de diversas naturezas, em geral, intensivos em tecnologia, estimulando variados setores da economia” (Pires; *et al.*, 2022, p.714). Ressalta-se a possibilidade de que as demandas tecnológicas geradas sejam desenvolvidas, produzidas ou aprimoradas por empresas nacionais, contribuindo para a redução da dependência externa por meio da geração de tecnologias autóctones, a partir de competências nacionais, ampliando a competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional. Ao que tudo indica, tal condição poderá ser uma fonte de oportunidades a serem exploradas no âmbito do Rio de Janeiro, podendo transbordar para o setor marítimo nacional.

Cabe reconhecer que, de certa forma, o setor portuário brasileiro possui uma defasagem tecnológica e de infraestrutura em relação aos demais Estados do âmbito internacional, no que se refere à implementação do conceito de *e-Navigation* nos portos públicos. Entretanto, apesar dessa situação, o Brasil tem logrado avançar rumo ao desenvolvimento tecnológico do setor portuário, realizando planejamentos, tratativas, estabelecendo base legal e normativa, assim como efetivando iniciativas e convênios no que tange o tema *e-Navigation*, sobretudo com o esteio da Marinha do Brasil. O projeto de implantação do VTMS no Porto do Rio de Janeiro é um exemplo de iniciativa nesse sentido.

Os esforços da AM estão focados na adequação do país às normativas internacionais e à realidade global, para manter o país competitivo no mercado internacional e com operações marítimas seguras às tripulações, embarcações, empreendimentos e ao meio ambiente, o que indiretamente irá beneficiar a Força no papel de suas atribuições. Em virtude dos elementos apresentados em relação às potencialidades do ACT desenvolvido entre a PortosRio e a MB, observa-se a dimensão econômica relacionada à segurança e à defesa no âmbito marítimo.

O presente capítulo apresentou as principais atividades da Marinha do Brasil, Força Armada e Autoridade Marítima do país, no sentido de desenvolver e implementar o conceito do *e-Navigation* em âmbito nacional, de forma alinhada aos princípios e parâmetros globais definidos pela Organização Marítima Internacional. Foi discutido também o conteúdo do acordo firmado entre a CDRJ e a MB, ressaltando o papel da Força no projeto de implementação

do VTMISS do Porto do Rio de Janeiro, demonstrando como os interesses dos atores se coadunam no sentido de manutenção da segurança da navegação no espaço marítimo. No mais, foram apontadas as potencialidades duais do VTMISS, no sentido de ser útil tanto ao incremento das atividades portuárias como à defesa, com destaque para as ameaças físicas e cibernéticas às quais os portos estão expostos.

CAPÍTULO 4 – BENEFÍCIOS ADVINDOS DO NEXO ENTRE O DESENVOLVIMENTO SOCIOECONÔMICO E A SEGURANÇA MARÍTIMA

O atual capítulo possui o objetivo de discutir os benefícios provenientes dos produtos, sistemas, plataformas ou processos digitais de alto conteúdo tecnológico, relacionados ao *e-Navigation*, em especial aqueles de emprego dual, como no caso dos sistemas de monitoramento de embarcações. A seção trata também sobre questões relacionadas ao nexo existente entre o desenvolvimento socioeconômico e a segurança nos espaços marítimos, apontando exemplos de modelos de governança que fomentam esses aspectos, como no caso dos clusters ou arranjos produtivos locais (APL)⁵⁴. Para o tanto, são realizadas discussões conceituais sobre temas relacionados à Economia do Mar e os principais atores envolvidos nessas iniciativas.

Como já ressaltado, um ator institucional com um papel relevante na dinâmica marítima do Rio de Janeiro é o Cluster Tecnológico Naval do Estado do Rio de Janeiro, pela capacidade de atuação no ordenamento do arranjo produtivo local. Antes de se discutir propriamente o exemplo do CTNRJ, é preciso elucidar sobre o que se trata um modelo de cluster. De acordo com Porter (1998):

Clusters são concentrações geográficas de empresas e instituições interconectadas em um determinado campo [...] abrangem uma série de indústrias interligadas e outras entidades importantes para a concorrência. Eles incluem, por exemplo, fornecedores de insumos especializados, como componentes, máquinas e serviços, e fornecedores de infraestrutura especializada. [...] costumam se estender a jusante para canais e clientes e lateralmente para fabricantes de produtos complementares e para empresas em setores relacionados por habilidades, tecnologias ou insumos comuns. Finalmente, muitos clusters incluem instituições governamentais e outras – como universidades, agências de definição de padrões, grupos de reflexão, provedores de treinamento vocacional e associações comerciais – que fornecem treinamento especializado, educação, informação, pesquisa e suporte técnico (Porter, 1998, p.01)⁵⁵.

⁵⁴ Embora alguns autores façam distinções em relação aos conceitos, o trabalho considera cluster e APL como termos sinônimos.

⁵⁵ Original: “*Clusters are geographic concentrations of interconnected companies and institutions in a particular field. Clusters encompass an array of linked industries and other entities important to competition. They include, for example, suppliers of specialized inputs such as components, machinery, and services, and providers of specialized infrastructure. Clusters also often extend downstream to channels and customers and laterally to manufacturers of complementary products and to companies in industries related by skills, technologies, or common inputs. Finally, many clusters include governmental and other institutions—such as universities, standards-setting agencies, think tanks, vocational training providers, and trade associations—that provide specialized training, education, information, research, and technical support*”.

Também de acordo com Porter (1998), esse modelo aumenta a competitividade e produtividade das empresas, uma vez que promove a interação entre os agentes, situação que amplia a disponibilidade de mão de obra qualificada, viabiliza o desenvolvimento de inovações tecnológicas e a criação de novos negócios. Porter defende que a condição de cluster beneficia a competitividade local em razão da concentração geográfica de negócios com características semelhantes, fomentando a cooperação entre os atores. Em adição, aponta como instituições de pesquisa, universidades e o governo podem contribuir para o sucesso competitivo dos clusters, promovendo o desenvolvimento econômico e a prosperidade. Assim, os clusters afetam a competitividade das empresas em variados níveis, de forma: local (geograficamente na região), nacional (dentro dos países), bem como internacional (além das fronteiras nacionais) (Porter,1998).

Ainda abordando o conceito, para Etzkowitz (2012) um cluster consiste em “um grupo de empresas que interagem informalmente em um local, criando produtos em conjunto por meio da divisão do trabalho ao longo de uma cadeia de valor, sendo revisado em um modelo mais amplo em uma sociedade do conhecimento”⁵⁶ (Etzkowitz, 2012, p. 776). Assim como Porter, o autor defende o papel das universidades e de outras instituições produtoras de conhecimento no desenvolvimento tecnológico dos clusters, como indústrias de inovação (Etzkowitz, 2012).

Para seguir adiante, importa conceituar “inovação”, destacando a Lei 13.243/2016 que a define como a “introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho” (Brasil, 2016).

Há também na literatura definições relevantes, como a obra de Coutinho e Da Silva (2017), que definem inovação como sendo: “ideias, sistemas, tecnologias, produtos, processos, serviços ou políticas que são novos e de relevante aplicação” (Coutinho; Da Silva, 2017, p.37). Outros autores fazem contribuições relevantes sobre o modelo de sinergia entre empresas, governos e universidades ou centros de pesquisas, conhecido como a Hélice Tripla (ou Hélice Tríplice), que visa fomentar a produção de inovações tecnológicas. A Hélice Tripla pode ser entendida “como um modelo de inovação em que a universidade/academia, a indústria e o governo, como esferas institucionais primárias, interagem para promover o desenvolvimento por meio da inovação e do empreendedorismo” (Etzkowitz; Zhou, 2017, p.31).

⁵⁶ Original: “*The concept of the cluster as a group of informally interacting firms in a local venue, jointly creating products through division of labor along a value chain, is revised into a broader model in a knowledge society*”.

Assim, essa dinâmica de coexistência de universidade-indústria-governo funciona como elemento fundamental para o desenvolvimento econômico e social dos Estados e das empresas, com base no conhecimento e produção de inovações tecnológicas. Os autores ainda apontam que a natureza trilateral dessa coexistência entre os entes é capaz de balancear as relações dos atores, com vistas a mediação de conflitos de interesses e construção de coalizões (Etzkowitz; Zhou, 2017).

Na academia, aponta Dagnino, autores convergem que as inovações produzidas sobretudo pelas universidades e centros de pesquisa são capazes promover o desenvolvimento social e econômico, assim como conferir vantagens competitivas para os países e suas respectivas empresas (Dagnino, 2004). Nessa concepção, os esforços voltados à pesquisa científica culminam no desenvolvimento de inovações, que são fundamentais para a estruturação de empresas e mercados altamente competitivos e sustentáveis. Essa situação consequentemente resulta no desenvolvimento e progresso socioeconômico dos Estados, que se beneficiam tanto em termos financeiros de receitas, como pela melhora da qualidade de vida da população, em virtude dessas inovações. Além disso, esse contexto viabiliza ao país maior produção e circulação de bens e riquezas (Coutinho; Da Silva, 2017).

Ainda segundo Dagnino (2004), a dinâmica da relação das universidades para com a sociedade e governo, em que a academia se foca cada vez mais em desenvolver pesquisas com maior impacto econômico, que contribuam para o progresso da sociedade. Tal posicionamento leva a universidade a “incorporar as funções de desenvolvimento econômico às suas já clássicas atividades de ensino e pesquisa” (Dagnino, 2004, p.257).

4.1- O papel do Cluster Tecnológico Naval do Estado do Rio de Janeiro - CTNRJ

Anteriormente foram elucidadas algumas questões conceituais fundamentais para a discussão do papel do CTNRJ no contexto do projeto relacionado ao *e-Navigation*, no âmbito do Porto do Rio de Janeiro. Sobre o CTNRJ, a iniciativa desenvolvida no Estado do Rio de Janeiro almeja o estabelecimento de um ambiente de negócios competitivo, dinâmico e propício ao desenvolvimento dos agentes econômicos. Entende-se que a segurança marítima é um elemento fundamental para a prevalência de um ambiente de negócios próspero e tecnologicamente avançado. Tal questão possui convergência direta com o projeto de implementação do VTMS que está sendo desenvolvido no Porto do Rio de Janeiro, na parceria entre a MB e CDRJ, devido ao teor tecnológico e à relação com a área de defesa.

Levando em consideração as informações sobre o modelo de cluster, segundo a instituição,

O Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro se vale das vantagens competitivas e comparativas já proporcionadas pela própria característica geográfica do Estado do Rio de Janeiro, onde encontramos portos naturais, como os da Baía de Guanabara e de Sepetiba, e ecossistemas privilegiados, como a da Baía da Ilha Grande de Angra dos Reis, da mesma forma que a abundância de recursos vivos e não-vivos na sua costa, como a diversidade de pescados e os grandes campos petrolíferos da camada do pré-sal. Conseqüentemente, encontram-se instaladas grandes aglomerações de indústrias e empresas que proveem serviços para as suas respectivas cadeias produtivas, ao longo de vários pontos da Costa Fluminense. Assim como, a facilidades de infraestrutura portuária e logística em pequenas distâncias ao longo de toda a sua região costeira, atendendo a polos de raio que não se estendem em mais de 30 km (Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro, 2023, p.1).

No Estado do Rio de Janeiro são desenvolvidas diversas atividades econômicas vinculadas ao mar, que geram emprego e renda de forma direta e indireta, assim como receitas ao governo. Dessas atividades as principais são: transporte e movimentação de cargas (portos), exploração de petróleo e derivados, pesca, construção naval e turismo. Essas são algumas das diversas atividades socioeconômicas relacionadas à Economia do Mar.

Nesse sentido, o CTNRJ possui o propósito estratégico de se utilizar desse potencial natural do Estado para “Promover o adensamento das cadeias produtivas relacionadas à Economia do Mar, à construção e reparação naval mercante e militar; e à Economia de Defesa; Gerar estímulos à Economia do Mar; e Subsidiar e fortalecer a Plataforma de Exportações da Base Industrial de Defesa (BID)” (Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro, 2023, p.1).

A MB é um ator que também defende o conceito de cluster, sobretudo os marítimos, apontando a capacidade deste tipo de modelo em representar uma abordagem moderna das economias urbanas, regionais e nacionais. No mesmo sentido, a FA reforça a importância do desenvolvimento de políticas econômicas em conjunto com incentivos e estratégias governamentais direcionadas à temática. Para que assim haja a melhoria da produtividade, da criação de postos de emprego e o consumo, questões que podem colaborar para incremento do próprio setor marítimo (Marinha do Brasil, 2023b).

Na visão institucional da Marinha do Brasil, o processo de clusterização na área marítima tem a capacidade de promover: “a mobilização entre os setores públicos e privados na consecução de objetivos estratégicos associados ao mar, propulsor da economia azul, os clusters são afetos à participação direta econômica de agentes produtores e reguladores, mas também, são mecanismos de manifestação de interesses múltiplos em benefício do desenvolvimento” (Marinha do Brasil, 2023b, p.01).

Cabe observar que, para a MB, o modelo de clusterização da área marítima é composto por diversas camadas que envolvem condições distintas, assim como variados atores de relevância econômica e política que podem auxiliar no desenvolvimento dos aglomerados, a saber:

- 1) Ambiente de áreas de negócios, agentes econômicos empresariais atraídos à aglomeração e formação de cadeias produtivas que dão dinâmica ao cluster;
- 2) Núcleo de governança político-estratégica– formado por órgãos da administração pública e responsável pelas políticas públicas, estratégias e planos;
- 3) Setores de atividades da economia do mar– áreas de atividades econômicas brasileiras que integram a economia azul;
- 4) Clusters regionais especializados– aglomerações de agentes econômicos em regiões geográficas que apresentem vantagens competitivas e comparativas (Marinha do Brasil, 2023b, p.01).

Dadas as potencialidades da clusterização, a MB utiliza o CTNRJ como um exemplo para apontar que, para além de um “Cluster Tecnológico”, outros modelos temáticos de cluster podem surgir no Rio de Janeiro, de modo a somarem ao já existente, fortalecendo a Economia do Mar. Entre as possibilidades apresentadas, tem-se clusters “*offshore*, turístico, petroquímico, de construção e reparação naval mercante”. Esses representam atividades produtivas relevantes ao Estado e relacionados à Economia do Mar, que poderiam vir a somar esforços e se integrem ao CTNRJ, incrementando o arranjo econômico do Rio de Janeiro com transbordamentos positivos para todo o país (Marinha do Brasil, 2023b, p.01).

Destacadas as potencialidades do CTNRJ para o arranjo produtivo do Estado, ressaltados inclusive pela MB, espera-se o êxito da empreitada, que pode também beneficiar o projeto desenvolvido na PortosRio. Por estar inserido na área marítima, o CTNRJ possui áreas de interesse comuns e até mesmo interfaces com a PortosRio. Pode-se citar, por exemplo, o desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao *e-Navigation*, a partir da promoção de um ambiente de negócios favorável ao desenvolvimento de inovações tecnológicas, que possam ser úteis e aplicáveis às necessidades e demandas do Porto do Rio de Janeiro e à Economia do Mar. Alguns exemplos serão apresentados adiante.

4.2- Os ganhos provenientes do emprego dos sistemas duais

Os portos passam por processos evolutivos constantes que tendem a acompanhar os avanços tecnológicos, principalmente das indústrias relacionadas. A alteração que está em curso no momento é aquela dos *smart ports*, que já tem sido assimilada pelos portos do mundo. É possível afirmar que “As transformações geradas por essa nova forma de estruturar a indústria afeta consideravelmente o setor portuário, que passa a caminhar para a plena digitalização e

automação, chegando ao seu ponto central, a hiperconectividade” (Escola de Guerra Naval; Fundação Ezute, 2021, p. 49).

A dita dinâmica tecnológica leva os portos a serem mais econômicos, eficientes, precisos, seguros, otimizados e ambientalmente moldados. Naturalmente, para se chegar a esse nível de benefícios, são necessários sistemas, meios e plataformas com elevados índices de tecnologias agregadas, como é o caso do VTMISS.

Conforme os exemplos de portos estrangeiros destacados no capítulo dois, sobre os VTS e VTMISS, os benefícios estão relacionados à segurança da navegação, proteção ambiental, desenvolvimento sustentável, além do aumento da eficiência das operações realizadas nos empreendimentos em tela. As literaturas nacionais e internacionais carecem de estudos e documentos que quantifiquem ou comprovem incisivamente a economia de recursos financeiros advindas da implementação de modelos de VTMISS ou VTS. Isto se deve à complexidade em se quantificar o valor que os sistemas podem economizar potencialmente nos portos, em termos do impedimento de ocorrência de eventos danosos advindos da navegação.

Os casos internacionais levantados na pesquisa consideram de forma ampla alguns dos benefícios econômicos advindos do VTS e VTMISS. Ambos os sistemas “apontam para o compartilhamento de informações no setor portuário a fim de corroborar com a otimização das atividades, a melhor tomada de decisão e até mesmo com a salvaguarda da vida humana, entre outros fatores” (Escola de Guerra Naval; Fundação Ezute, 2021, p. 39). Destacam-se os benefícios diretos dos sistemas de gerenciamento de embarcações, como o ganho de receitas advindas da eficiência de alocação de embarcações, gestão das filas, movimentação de cargas ou de configuração dos trabalhadores portuários. Além do mais, existe a economia de custos gerada pelo VTS e VTMISS relacionada com questões indiretas, de cunho mais intangível, sobre questões que não são facilmente mensuradas, como a economia gerada pela não materialização de acidentes de danos ambientais.

Em conformidade, os benefícios do VTS e VTMISS podem ser colaterais (indiretos ou intangíveis), sobretudo pela redução de índices de acidentes (área de *safety*); pela possibilidade de identificação e abordagem a anomalias que possam causar danos às operações (área de *security*); pela proteção do meio ambiente, evitando danos ao ecossistema (área ambiental) e, também, pela eficiência do tráfego das embarcações na região (área logística). Destaca-se ainda o incremento da Consciência Situacional Marítima na região, com a possibilidade do compartilhamento de informações com órgãos do governo e serviços aliados, evitando assim a materialização de problemas em outras áreas que possam extravasar no porto e em toda sua

cadeia de operações. O conjunto dos elementos destacados serve ainda para 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.

Outrossim, o setor portuário brasileiro requer a modernização de sua estrutura, demanda atender os padrões internacionais e manter a competitividade do país no mercado internacional, no que tange à execução sustentável de suas atividades. Com a possibilidade da materialização do projeto do VTMISS, o Porto do Rio de Janeiro pode simultaneamente ser um modelo aos demais empreendimentos do país e da região, auferir ganhos econômicos, reduzir ou até mesmo evitar acidentes e riscos ambientais, garantir a segurança da navegação e, ainda, contribuir para o desenvolvimento econômico e sustentável do estado.

Nesse sentido, ressalta-se que um empreendimento do porte e importância do Porto do Rio de Janeiro necessita dispor de um sistema de gerenciamento do tráfego marítimo adequado para sua segurança de forma abrangente, o que abarca suas operações, estruturas, colaboradores e entorno, assim como das embarcações e respectivos tripulantes que operam em seu espaço marítimo.

Desse modo, as evidências levantadas na pesquisa parecem indicar que o VTMISS do Porto do Rio de Janeiro poderá cooperar com o provimento dos elementos supracitados, assim como tem potencial para auferir benefícios socioeconômicos à administração portuária e para a Marinha do Brasil, instituição parceira da CDRJ no projeto. Os elementos destacados apresentam-se como suficientemente relevantes para considerar a necessidade da implementação do *Vessel Traffic Management Information System* no Porto do Rio de Janeiro. Em outras palavras, não seria um exagero afirmar que o futuro do Porto do Rio está atrelado, de alguma forma, à concretização do projeto VTMISS.

Com a plena operacionalização do VTMISS, objetiva-se que a troca de informações entre as embarcações, empresas marítimas e serviços portuários seja realizada no mesmo princípio de funcionamento do controle de tráfego aéreo, de forma similar à dinâmica de intercâmbio de dados e informações entre as aeronaves e as torres de controle dos aeroportos, onde os pousos e decolagens são programados com dias de antecedência, facilitando o planejamento de operações e gestão das aeronaves (Villas-Bôas, 2022). Assim, a ideia central do VTMISS é que os portos funcionem como aeroportos, prevendo e antecipando as chegadas e partidas de navios e respeitando padrões internacionais como por exemplo o Código Internacional para Proteção de Navios e Instalações Portuárias, com vistas a intensificar a proteção marítima dos atores, meios e infraestruturas envolvidos nas operações portuárias.

No caso do Porto do Rio de Janeiro, o emprego da tecnologia de gerenciamento do tráfego de embarcações irá permitir a mescla de informações de programação das embarcações com os dados ambientais coletados em tempo real pelos aparelhos e sensores do sistema VTMISS. Isso possibilitaria planejamento eficiente das manobras marítimas, ampliando assim as janelas de operação e maximização da performance, sem que haja o comprometimento da segurança operacional, mesmo em condições ambientais desfavoráveis. Além disso, seria possível o incremento da Segurança da Navegação, pela condição de rastreabilidade e gestão das embarcações que utilizam o espaço do porto, permitindo assim que estas naveguem com maior capacidade de carga, em rotas previamente definidas e com segurança e prevenindo a acidentes e/ou danos ambientais. O contexto informacional das operações das embarcações poderia permitir a identificação de possíveis vetores de poluição ambiental ou danos à estrutura portuária (Villas-Bôas, 2022). Isso, conforme já é observado em outros empreendimentos que possuem o VTMISS.

Assim aponta-se que os sistemas darão perspectivas de segurança e maior efetividade na atuação da AP, como apontam Brasil, Costa e Nolasco:

Com o VTS, observa-se também um importante instrumento para que a Autoridade Portuária exerça a sua responsabilidade de Autoridade, organizando, por exemplo, as áreas de fundeio, e tomando as medidas cabíveis em casos de descumprimentos das ordens determinadas e de embarcações que danificarem a sinalização náutica a partir da maior facilidade para identificar os infratores. Além disso, percebe-se a previsão, identificação e informações sobre excesso de velocidade, perigo de colisão, fundeio em local indevido e abalroamento (Brasil; Costa; Nolasco, 2022, p. 31).

As informações provenientes dos setores, radares, boias e sistemas voltados ao auxílio da navegação poderão proporcionar a redução das incertezas na execução das manobras, aumentando assim a eficiência operacional do porto. Também com vistas à redução do risco de acidentes com as embarcações e instalações do empreendimento ou incidentes ambientais, o que de certo modo poderia influenciar nos valores do frete e do seguro das embarcações. Isso, considerando que a lógica de *e-Navigation* incentiva a congregação coordenada de diversas tecnologias, plataformas e sistemas com o objetivo de gerar benefícios às operações marítimas. Nesse sentido, os mesmos autores acima argumentam:

[...]com um sistema de auxílio eletrônico integrado de sensores de captação de informações, eletrônicas e visuais, que aumenta a eficiência do serviço prestado na região, tanto na parte de segurança da navegação quanto na identificação de ameaças ao meio ambiente ou a proteção do porto (Brasil; Costa; Nolasco, 2022, p. 19).

No geral, observa-se como o VTMISS pode propiciar ganhos operacionais, econômicos, ambientais e de segurança. O pleno funcionamento do VTMISS cria uma percepção de segurança e confiabilidade para com os usuários dos serviços portuários, atuando como uma “ferramenta estratégica para atrair novos clientes e consolidação dos já existentes através de uma ótica de segurança” (Brasil; Costa; Nolasco, 2022, p. 16).

Salienta-se que os clientes do porto também terão benefícios econômicos, uma vez que as tecnologias e *softwares* permitem aumentar os níveis de carregamento dos navios, ao ensejar o incremento seguro dos calados operacionais máximos. Assim se dá otimização da eficiência operacional do Porto, possibilitada pela exploração de janelas operacionais mais flexíveis e adequadas às necessidades do empreendimento, ampliando também o calado máximo da manobra. Aponta-se, além do mais, os aspectos de segurança da navegação, pela previsibilidade das rotas e manobras, assim como da redução de encalhes, acidentes ou incidentes que levem a danos ambientais. O ganho proveniente do emprego do VTMISS e suas tecnologias é mútuo (Villas-Bôas, 2022).

Como pontua Pereira, “O setor de transporte marítimo vive um momento crucial para redução dos custos unitários da tonelada transportada a bordo dos navios” (Pereira, 2022, p.670). Ou seja, entende-se assim que, quanto maior a capacidade de carga alcançada de uma embarcação, maior será o valor e volume de bens transportados, o que é o ideal para o usuário dos serviços portuários. Em adição, o autor aponta que o setor marítimo tem sofrido pressões internacionais para sua transformação, no sentido de que se torne mais ambientalmente sustentável, eficiente, com operações menos custosas e mais seguras (Pereira, 2022).

Na resposta às demandas globais pela economia de escala, os navios têm aumentado de tamanho e, conseqüentemente, capacidade de carga, o que também gera demandas sobre infraestruturas portuárias adequadas para receber tais embarcações (Pereira, 2022). Nesse sentido, a tecnologia do VTMISS do Porto do Rio de Janeiro em conjunção ao sistema de Calado Dinâmico pode conferir uma vantagem competitiva para o empreendimento gerido pela PortosRio, atraindo assim novos clientes.

Além disso, essas necessidades do setor marítimo não caminham de forma isolada de outros setores que o subsidiam e sustentam, como o energético, visto que, como aponta Pereira:

Existirá uma demanda para fornecimento de energia elétrica, por meio do sistema *shore power*, além da disponibilidade de fornecimento de LNG, hidrogênio verde, metanol e/ou amônia, sendo estes os combustíveis que estão sendo cotados para substituir o *bunker* dos navios, para atender aos critérios IMO-2030-2050 em termos de redução de emissão CO₂ de 2008. Ou seja, existe uma nova cadeia de projetos, tecnologias e serviços para os portos

brasileiros, e a indústria marítima à disposição para ser capturada a curto e médio prazo, com potencial de geração de emprego, renda e melhoria da sustentabilidade (Pereira, 2022, p.670).

Assim, aponta-se como o setor marítimo, em especial o portuário possuem a capacidade de oferecer oportunidades ao Brasil para a geração de emprego, renda e receitas, mediante a aplicação de novas tecnologias de cunho sustentável às atividades produtivas. Portanto, considera-se adequado que o país invista no sentido de estar preparado para tais alterações, preferencialmente com infraestruturas de diversos tipos, aptas para operação ou adequação das já existentes às novas dinâmicas de mercado. O projeto de implementação do VTMISS no Porto do Rio de Janeiro segue nesse sentido, de adaptação do Brasil à realidade do *e-Navigation*.

No mesmo entendimento, Gomes (2017) defende como o VTMISS pode incrementar a eficiência e confiabilidade das atividades portuárias, situação que pode reduzir ou até mesmo eliminar riscos e ameaças à segurança marítima dentro da área VTS, como por exemplo os acidentes e sinistros. Assim, a percepção de estabilidade e segurança proporcionada pelo emprego do VTMISS tende a elevar a confiança dos usuários dos serviços portuários ao estabelecerem negócios com a AP. Tal situação pode gerar o aumento do fluxo de clientes do porto, assim como permitir condições mais vantajosas de negociação de valores dos fretes e seguros (Gomes, 2017).

É importante ressaltar que as exigências e necessidades desses clientes dos serviços portuários estão cada vez mais relacionadas às capacidades operacionais das infraestruturas portuárias e suas tecnologias. É, pois, necessário que os portos brasileiros se adaptem a tal realidade, visto que “muitos setores estão presenciando a introdução de novas tecnologias que criam formas totalmente novas de atender às necessidades existentes e interrompem significativamente as cadeias de valor existentes no setor”⁵⁷ (Schwab, 2016. p. 04). Portanto, o Brasil como um país de proeminência marítima deve sim implementar o *e-Navigation* na dinâmica nacional e o projeto desenvolvido no Porto do RJ é uma vertente estratégica disso.

Além de tudo, espera-se que a plena implementação do Projeto desenvolvido em conjunção entre a PortosRio e a MB gere benefícios à Força Armada, no sentido de fornecimento de dados e informações de subsídios ao SisGAAz, produzidos pelo VTMISS operado pela AP. Isso irá contribuir diretamente para o projeto estratégico da área de defesa, com vistas à Consciência Situacional Marítima da região. Salienta-se que com essa fonte de dados advinda do VTMISS, a capacidade do SisGAAz em monitorar as AJB será ampliada, o

⁵⁷ Original: “On the supply side, many industries are seeing the introduction of new technologies that create entirely new ways of serving existing needs and significantly disrupt existing industry value chains”.

que poderá resultar também na projeção internacional do Brasil. Isso, pela possibilidade de manter um projeto com o nível de complexidade tecnológica esperado do SisGAAz.

Conforme pontuado, os parâmetros, normativas e regras de instalação e operação do VTMISS são estabelecidas em âmbito internacional, por órgãos temáticos especializados. Ao gerir a implementação do *e-Navigation* no Brasil e se envolver no projeto junto à CDRJ, a MB indica à comunidade marítima internacional sua capacidade e interesse em adequar o país aos padrões internacionais. Os projetos contribuem “para a elevação do conhecimento, dentro da MB, de novas tecnologias e legislações relacionadas às ferramentas que possibilitam um incremento da eficiência e segurança portuárias, por conseguinte, das Segurança Marítima e Consciência Situacional Marítima” (Gomes, 2017, p.59).

Nesse mesmo sentido, a Força que também desempenha o papel de AM terá benefícios em suas variadas atribuições, pois será capaz de

[...] promover um aprimoramento no cumprimento das suas atribuições, sem custos orçamentários diretos. No contexto das atividades sob a responsabilidade da MB nas AJB, as possibilidades geradas pelo VTMISS como fonte de dados, no tocante a interação entre diversos órgãos e agências, possibilitarão um incremento na Segurança Marítima, facilitando o planejamento das ações de Patrulha e Inspeção Navais, em especial, com o posicionamento e a movimentação oportunos de meios, além do cumprimento de ações relacionadas aos aspectos de *safety* e *security*, atendendo às convenções internacionais já internalizadas nas NORMAM (Gomes, 2017, p.59).

Essas vantagens do VTMISS estão relacionadas tanto aos objetivos operacionais portuários esperados pela CDRJ, como às questões de defesa (*security*) e segurança da navegação (*safety*), esperados pela Marinha do Brasil no desenvolvimento de suas atividades. Conforme pontua Gomes (2017), com as informações provenientes do VTMISS será possível para a Marinha do Brasil obter:

- uma visão completa do que está ocorrendo na área portuária e áreas adjacentes;
- a identificação de embarcações, bem como de sua posição e programação; e
- informações online fornecidas pelos equipamentos de posicionamento automático (exemplo, AIS), radares, sistemas de TV, comunicações, estações meteorológicas e de marés (Gomes, 2017, p.48).

Assim, de acordo com autor, será possível que a Força realize o planejamento de forma mais otimizada e estratégica dos seus meios e pessoal. Ainda, pensando no longo prazo, a situação poderá resultar inclusive na reorganização dos meios da MB, aprimoramento de

estratégias navais, planejamento de forças navais, ou até mesmo a realocação de recursos, em virtude do monitoramento antecipado que poderá ser proporcionado pelo VTMISS.

A dualidade do VTMISS fica evidente uma vez que é:

possível compreender que o VTMISS, apesar de estar diretamente ligado ao tráfego marítimo, se relaciona com todas as áreas das atividades portuárias, trazendo benefícios em termos de integração de informações, otimização da tomada de decisões, autossuficiência portuária, aumento da segurança e salvaguarda do porto, das embarcações e das pessoas envolvidas em todas as áreas e níveis [...] Assim, dentro da perspectiva da logística marítima, o VTMISS desponta como uma tendência e, ao mesmo tempo, uma necessidade que não apenas muda o status do porto, mas também garante uma gama de benefícios e possibilidades para as atividades portuárias (Escola de Guerra Naval; Fundação Ezute, 2021, p. 49).

Conforme abordado, o VTMISS poderá coletar uma série de informações sobre os navios, tais como: rota, origem, destino, tipo de carga, valor da carga, volume, proprietário, tripulação, licenças sanitárias e alfandegárias, histórico da tripulação etc. Não obstante, o VTMISS irá funcionar em conjunto com diversos equipamentos como sistemas de gestão portuária, câmeras de alta resolução, *scanners* de contêineres, diversos sensores e radares para coleta de dados e informações sobre navios, contando com uma central de armazenamento de dados multimídia com capacidade de transmissão em tempo real. Portanto, tecnologias como internet de alta velocidade, como o 5G, serão essenciais para o monitoramento em tempo real da situação do empreendimento portuário.

Assim, levando-se em consideração que funcionamento do sistema é contínuo (24h/7d), será possível coletar e armazenar a todo o instante muitos dados e informações, que poderão ser compartilhados com outras instituições. A gestão desses dados e operação de sistemas são realizadas por profissionais específicos que necessitam possuir formação e qualificação adequadas. Esses parâmetros, treinamentos e funções dos trabalhadores portuários responsáveis pela operação dos Sistemas de Gerenciamento de Tráfego de Embarcações e pela gestão de dados são definidos pela IMO.

Por isso, no desenvolvimento do projeto será importante criar estruturas de intercâmbio de dados e informações com os serviços aliados. Para isso será necessário o desenvolvimento de doutrinas e políticas comuns para com essas instituições, de modo a viabilizar a cooperação e mesmo a atuação interagencial. Assim, será possível que os serviços aliados utilizem tais informações com inteligência estratégica para identificar e coibir possíveis ilícitos. Por exemplo, pode ser possível realizar a gestão de riscos ao se traçar o perfil de contêineres e navios que provavelmente estejam carregando drogas, armas ou contrabando, mediante o

acesso às referidas informações sobre as cargas e trajetos das embarcações. Do mesmo modo, órgãos ambientais poderão também identificar e responsabilizar embarcações ou agentes poluidores, uma vez munidas de informações sobre as rotas percorridas pelos navios em áreas que tenham ocorrido incidentes.

Tal intercâmbio de informações certamente aperfeiçoaria a Consciência Situacional Marítima da área de responsabilidade do porto, auxiliando inclusive a MB no desenvolvimento de suas diversas atribuições de AM e de Força Armada. Para que isso seja possível, deve-se garantir um fluxo contínuo, confiável e seguro de informações diretamente aos serviços aliados, para que possam acompanhar os possíveis riscos, realizando planejamentos e operações para mitigá-los. Essa transmissão de informações deve ser realizada de forma padronizada e por meio de canais de comunicação seguros, que garantam o sigilo das operações de combate aos atos ilícitos de diversas naturezas, propiciando assim a segurança marítima da região.

Em consonância ao que foi apresentado nos capítulos anteriores, observa-se que a PortosRio e a MB traçaram um objetivo estratégico importante ao firmarem um ACT para a implementação do VTMS no Porto do Rio de Janeiro. Houve inclusive a necessidade de se alterar a área de cobertura VTS do Porto de modo a adequá-la aos interesses estratégicos da MB, uma vez que o SisGAAz também será alimentado com dados e informações provenientes do sistema em tela. Essas iniciativas colaborativas prenunciam um resultado positivo decorrente do efeito sinérgico que pode ser alcançado pela maior interação entre atores centrais do setor marítimo e outros órgãos e serviços aliados.

Nessa estrutura regional de desenvolvimento e manutenção de um ambiente marítimo seguro e previsível, é possível se fundamentar o estabelecimento de um cluster marítimo, tal qual pretendido pelo CTNRJ. Espera-se que com o avanço do projeto desenvolvido pela MB e CDRJ seja possível o estabelecimento de novos arranjos que envolvam outros atores e setores produtivos da área marítima.

Por fim, acentua-se que o capítulo apresentou conceitos teóricos de elementos relevantes para a discussão da Economia do Mar, como de cluster e da Hélice Tripla que podem ser fortalecidos por iniciativas como a do Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro. Além do mais, foram apresentados argumentos que apontam de que forma os sistemas tecnologicamente avançados que operam no escopo do *e-Navigation*, tal como o VTMS, podem influenciar positivamente atores civis e militares, promovendo benefícios conjuntos para a área econômica e a de defesa. Coube ao capítulo ainda discutir o ao nexos existente entre o desenvolvimento socioeconômico e a segurança no ambiente marítimo.

O capítulo seguinte apresentará as considerações finais do relatório técnico conclusivo, assim como indicará algumas recomendações sobre as questões relacionadas à implementação do VTMS no âmbito do Porto do Rio de Janeiro e o transbordamento tecnológico proveniente dessa atividade.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO

O quinto e último capítulo é dedicado às conclusões e considerações finais sobre os resultados da pesquisa empreendida para o trabalho de conclusão de doutorado profissional, apresentado sob a forma de relatório técnico conclusivo intitulado “UMA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO AMBIENTE PORTUÁRIO BRASILEIRO E SUAS INTERFACES COM A DEFESA: o caso do Porto do Rio de Janeiro na implementação do *e-Navigation*”. A pesquisa foi realizada entre os anos de 2019 e 2023, vinculada ao IV Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Defesa Nacional “A Economia de Defesa no Brasil: gastos militares e suas interfaces com a indústria e inovação”, PRÓ-DEFESA IV, numa parceria entre o MD e a CAPES (MEC).

O foco do estudo foi o Porto do Rio de Janeiro, em especial o projeto de implementação do Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações, que possui relação direta com o conceito de *e-Navigation*. Esse projeto está sendo desenvolvido e implementado em parceria entre a Companhia Docas do Rio de Janeiro com a Marinha do Brasil. O estudo permitiu identificar o VTMISS como sendo um sistema, com diversos subsistemas, de uso dual, intensivo em tecnologia, relacionado ao *e-Navigation*, cujos investimentos podem beneficiar tanto a eficiência portuária como a segurança marítima no Porto do Rio de Janeiro, alcançando o objetivo geral proposto para este trabalho.

As potencialidades desse sistema foram avaliadas e analisadas durante a pesquisa, de modo que se pôde compreender como ele é capaz de gerar benefícios aos atores envolvidos na sua operação e utilização, como no caso da Companhia Docas do Rio de Janeiro e da Marinha do Brasil. Outrossim, o trabalho apontou que os beneficiados vão além da CDRJ e da MB, favorecendo também usuários do porto, serviços aliados e atores como empresas privadas, universidades e instituições como o CTNRJ, além do estado do Rio de Janeiro.

Espera-se que, quando da conclusão da implementação do VTMISS, prevista para o ano de 2025, o espaço marítimo do Rio de Janeiro venha a dispor de mais um elemento voltado à construção de um ambiente seguro e estável, propício ao desenvolvimento de atividades econômicas, visto que será possível incrementar a segurança da navegação e a salvaguarda da vida humana nessa área marítima. Vislumbra-se que, com a disponibilidade de dados e informações entre os atores, será plausível o aumento da eficiência do tráfego aquaviário, assim como a prevenção da poluição ambiental e sobretudo hídrica. Tal condição irá facilitar a atividade da MB de prover proteção à comunidade marítima e às infraestruturas portuárias, necessárias ao desenvolvimento econômico do país. Com o uso de radares, boias, equipamentos

e sistemas diversos, será possível coletar dados em tempo real para acompanhar as condições ambientais, meteorológicas e hidrológicas. Ao mesmo tempo, ao realizar as citadas atividades, o Brasil estará alinhado aos padrões marítimos internacionais regulamentados pela Organização Marítima Internacional (Marinha do Brasil, 2019).

Em virtude das evidências coletadas durante a pesquisa, foi possível compreender como a implementação do VTMISS será fundamental para proporcionar a competitividade e até mesmo a sobrevivência do Porto do Rio de Janeiro, uma vez que o empreendimento portuário precisa se aproximar dos seus pares internacionais, que já operam como portos inteligentes. Nessa lógica, desenvolvem operações portuárias de diversas naturezas de forma integrada, automatizada e centradas em redes, sendo, portanto, mais eficientes, precisas e seguras.

De modo geral, a pesquisa argumentou e apresentou evidências documentais em seu primeiro capítulo, para pontuar como o *e-Navigation* é um conceito que estimula a utilização de práticas, tecnologias, sistemas e estruturas na atuação conjunta e integrada com os atores marítimos. Assim, possibilitará o alcance dos objetivos de melhoria da consciência situacional das operações marítimas em escala global, bem como da segurança marítima, da navegação e preservação do meio ambiente.

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. Ressalta-se que, a Economia do Mar e as atividades produtivas a ela relacionadas mostram-se 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 tornarem-se dependentes dos demais Estados ou atores que possuem tais capacidades, o que pode ser nocivo à soberania.

Evocar a importância da soberania indica a relevância de a MB 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 para a população, assim como receitas e riquezas ao Brasil. Nesse sentido, o projeto do VTMISS desenvolvido no Porto do Rio de Janeiro guarda um vínculo direto com essa questão, uma vez que, quando concluído, irá integrar o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAZ), projeto estratégico com o objetivo de monitorar esse espaço marítimo, fornecendo apoio à missão de monitorar e proteger de forma contínua as áreas marítimas de interesse da Marinha do Brasil e relevantes para o desenvolvimento do país.

A investigação conduzida neste trabalho logrou evidenciar e articular os elementos necessários para responder à pergunta de pesquisa e alcançar os objetivos propostos ao início do trabalho, seguindo o rigor metodológico esperado para uma pesquisa doutoral desenvolvida em um programa de pós-graduação *stricto sensu* na modalidade profissional, como o PPGEM-EGN.

No geral, constatou-se que a implementação do VTMS irá garantir benefícios operativos e econômicos à administração portuária e na área de defesa para a Marinha do Brasil, cumprindo assim a potencialidade de emprego dual que tal sistema proporciona. Os benefícios que serão direcionados à MB são contundentes e inúmeros. No decorrer da pesquisa foi possível identificá-los a partir da junção e análise de uma miríade de informações, como casos da experiência internacional (capítulo dois), evidências levantadas na pesquisa de campo (capítulos um e dois), análise documental e realização de entrevistas não estruturadas com atores da área marítima, em especial a portuária (capítulo dois e três).

É preciso observar que a implantação e operação do *e-Navigation* e suas tecnologias associadas devem ser baseadas nas necessidades dos usuários dos serviços marítimos e não impulsionadas pelos processos de evolução tecnológica, conforme apontado pela própria IMO. Assim, é possível que, no desenvolvimento das atividades marítimas no escopo do *e-Navigation*, sejam necessárias medidas como o aperfeiçoamento ou criação de processos, definição de novos parâmetros, normativas, objetivos ou mesmo tecnologias. Para tanto, convém que a MB mantenha uma relação estreita de cooperação com as partes que irão operar e produzir essas tecnologias agregadas ao conceito em tela, tanto em âmbito nacional como internacional, ao exemplo da PortosRio e da IMO.

Importa considerar que a magnitude dos recursos necessários a um projeto como a implementação do VTMS no Porto do Rio de Janeiro e sua posterior integração ao SisGAAz está a requerer um elevado nível de concertação política e alinhamento com e entre os atores participantes de tal empreendimento e atividades decorrentes. Portanto, é importante conhecer os interesses desses atores políticos envolvidos nos processos decisórios relativos à execução do projeto a curto, médio e longo prazos, uma vez que é natural a periódica alternância de poder nas diversas esferas do poder público em um país democrático. Assim, a continuidade das políticas públicas associadas ao estímulo do *e-Navigation* devem ser acompanhadas e estimuladas, levando-se em conta os transientes conjunturais decorrentes dessa alternância de poder. Nesse sentido é relevante pontuar que a MB, como um ator central do projeto, deve estar coordenada com as forças políticas para que não haja descontinuidades no projeto que, por ser

de natureza dual, preserva em si relevância tanto para a área econômica e o setor produtivo como para a de defesa e sua base industrial.

Cabe reconhecer que os avanços tecnológicos direcionados à automação, em especial no setor portuário, promovem a otimização de processos e operações, tornando-os mais precisos e eficientes. Entretanto, essa situação não gera apenas benefícios para os atores envolvidos. Essas mudanças podem gerar impactos sociais significativos relacionados ao desemprego estrutural de pessoas com menor nível de qualificação profissional, que realizam atividades mais relacionadas ao esforço físico, como no caso da estiva e operação de máquinas. Os efeitos da indústria 4.0 no setor marítimo direcionam à ascensão de portos inteligentes e ao desenvolvimento de tecnologias relacionadas à área de logística, processamento de informações, digitalização e automação dos processos e serviços. Desta forma, a tendência é que se empregue cada vez menos mão de obra humana nos portos. Assim, como nos demais processos de revolução industrial anteriores, é esperado que haja a substituição de mão de obra humana pelo trabalho de máquinas, com possíveis conflitos e tensões sociais decorrentes, que estarão a requerer a atenção dos atores envolvidos, da sociedade como um todo e de seus representantes.

Por fim, conforme destacado nas primeiras páginas deste trabalho, acentua-se que os programas de pós-graduação profissionais devem orientar suas pesquisas e produções intelectuais às demandas e necessidades dos diversos setores do Estado e da sociedade. Nessa modalidade, busca-se prioritariamente a produção e transferência de conhecimentos direcionados à melhoria contínua de práticas, procedimentos e políticas no âmbito público ou privado, apresentando elementos de caráter inovador que beneficiem a sociedade e as atividades produtivas, de modo a contribuir com o desenvolvimento do país.

Destarte, o presente trabalho foi desenvolvido com essa perspectiva e, assim sendo, possibilitou identificar elementos intensivos em tecnologia que, atuando de forma integrada, podem gerar benefícios diversos para o país. Esse é o caso, por exemplo, do Sistema de Gerenciamento de Informações do Tráfego de Embarcações, que está sendo implementado no Porto do Rio de Janeiro em uma parceria estratégica estabelecida entre a Companhia Docas do Rio de Janeiro e a Marinha do Brasil. Sobre essa base, a pesquisa realizada possibilitou a formulação de um conjunto de recomendações sobre as potencialidades dos sistemas de uso dual identificados, a seguir apresentados, cujo atendimento pode beneficiar tanto a dinâmica econômica como a de defesa.

5.1- Recomendações

As recomendações apresentadas a seguir decorrem das análises e resultados obtidos ao longo da pesquisa. São direcionadas especialmente à CDRJ, pois acredita-se que podem ser úteis no processo de implementação do VTMISS no Porto do Rio de Janeiro e em sua posterior operação. Ademais, por envolver diversos *stakeholders* relacionados à área marítima que possuem atuação direta no Projeto, como no caso da Marinha do Brasil, é possível que algumas dessas recomendações possam ser adaptadas para outros atores. Não obstante, também podem ser úteis à reflexão dos formuladores de políticas públicas e estratégias institucionais e empresariais.

- 1) Estruturar uma arquitetura de segurança cibernética robusta e resiliente para os sistemas do Porto do Rio de Janeiro, em especial o VTMISS. Para assim garantir a integridade e segurança das informações e comunicações do porto, para a plena operacionalidade desses recursos, prevenindo a interrupção das operações portuárias, roubo de informações sensíveis, danos aos sistemas e infraestruturas;
- 2) Criar canais institucionalizados permanentes com a administração pública e atores privados com o foco em diálogo, cooperação e respostas de cibersegurança para proteção de Infraestruturas Críticas, seguindo o arcabouço normativo vigente. Isso, visto que se trata de um empreendimento vital para a Economia do Mar no estado do Rio de Janeiro, com relevância nacional e para a área de defesa, pela integração ao SisGAAz. Aponta-se os canais a serem desenvolvidos entre a Companhia DOCAS e órgãos como o Ministério da Defesa, Marinha do Brasil, Ministério da Defesa, CONPORTOS entre outros;
- 3) Desenvolver políticas, estratégias e interfaces de compartilhamento de dados com os serviços aliados de segurança nacionais e internacionais, para viabilizar o fornecimento de dados e informações confiáveis com vistas ao desenvolvimento de ações de combate e repressão aos ilícitos como narcotráfico, na área do porto;
- 4) Firmar parcerias internacionais com organizações e outros empreendimentos portuários no sentido de internalizar boas práticas tecnológicas e operacionais do setor para o emprego nas operações do Porto do Rio de Janeiro;
- 5) Estruturar no âmbito da PortosRio um setor (ou GT) que seja responsável pela gestão do conhecimento de todo o processo implementação do VTMISS, assim como pela coleta de subsídios, desenvolvimento e acompanhamento de indicadores que comprovem os benefícios do VTMISS no Porto do Rio de Janeiro. As informações geradas poderão

servir tanto no âmbito da governança do empreendimento (nos aspectos de eficiência, transparência, adequação legal e auditabilidade), para a implementação do VTMISS do Porto de Itaguaí, para a aquisição de novas tecnologias, apoiar outros portos que tenham o interesse na instalação de sistemas semelhantes ao VTMISS ou órgãos públicos na criação de políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento e promoção do setor portuário. Isso poderá ser inclusive uma atividade comercial que se configure como uma fonte alternativa de geração de receitas para a CDRJ;

- 6) Cooperar com atores relevantes das áreas marítima, defesa, tecnológica e econômica como a MB, CTNRJ, FIRJAN, EMGEPRON, centros universitários de pesquisa e *think tanks* no desenvolvimento da Economia do Mar no estado do Rio de Janeiro e difusão do conceito de cluster marítimo. Explorando assim as potencialidades das atividades produtivas da região para a área marítima, direcionando ao desenvolvimento de um ambiente de negócios favorável para a implementação de empreendimentos, com vistas à promoção do processo de clusterização na área marítima e possível cooptação de novos talentos;
- 7) Promover ações internas de conscientização e treinamento aos colaboradores da PortosRio sobre as funcionalidades das tecnologias agregadas ao *e-Navigation*, apontando assim as implicações relacionadas à automação e segurança cibernética das operações portuárias;
- 8) Financiar projetos de qualificação e readequação profissional que contemplem os trabalhadores possivelmente afetados pelo desenvolvimento tecnológico nos portos sob a gestão da CDRJ. Assim como desenvolver em parceria com a MB e outras instituições projetos de formação profissional, com vistas à qualificação de mão de obra de novos talentos, que atendam às demandas tecnológicas do setor, equilibrando assim os impactos sociais decorrentes da automação das operações portuárias;
- 9) Fomentar projetos de pesquisa em parceria com instituições de ensino e pesquisa em diversas áreas, sobretudo naquelas que explorem as potencialidades e o desenvolvimento tecnológico do VTMISS, seus impactos decorrentes, assim como estejam focadas no aprimoramento das atividades portuárias e desenvolvimento de novas tecnologias;
- 10) Utilizar ferramentas e métodos prospectivos relacionados aos Estudos de Futuro, tal como a criação de Cenários Prospectivos, para desenvolver subsídios de apoio ao processo de tomada de decisão que sejam úteis no planejamento estratégico do

empreendimento portuário. Isso, para que sejam identificadas questões que podem afetar os interesses e objetivos da PortosRio no médio e longo prazo, positiva ou negativamente. Assim, com a disponibilidade de dados e informações qualificadas relacionados aos temas de interesse da CDRJ, o empreendimento poderá se antecipar às oportunidades ou ameaças presentes no horizonte temporal.

Assim, o relatório técnico conclusivo apontou 10 (dez) recomendações à Autoridade Portuária na gestão do VTMS no Porto do Rio de Janeiro, que podem ser úteis a outros atores marítimos. Observa-se que foram abordadas áreas variadas, como cibersegurança, negócios, operações portuárias e pesquisa e desenvolvimento. A seguir segue um quadro que sintetiza os principais pontos das recomendações, destacando os efeitos esperados, atores envolvidos e as áreas nas quais tais recomendações estão inseridas.

Quadro 4 - Recomendações à Companhia DOCAS do Rio de Janeiro

Nº	Recomendação	Efeito esperado	Atores envolvidos	Área
1	Estruturar uma arquitetura de segurança cibernética robusta e resiliente para os sistemas do porto, em especial para o VTMS	<p>Manutenção da plena integridade cibernética dos sistemas</p> <p>Resiliência e segurança das Infraestruturas Críticas</p> <p>Prevenção ao roubo de informações sensíveis ou acessos indevidos</p> <p>Prevenção da interrupção das operações portuárias</p>	CDRJ / Empresas de tecnologia / BID/ ComDCiber / CONPORTOS / MB / MPA / GSI / MD/ Instituições de ensino e pesquisa	Cibersegurança
2	Estabelecer canais institucionalizados	Melhora na resiliência dos	CDRJ / MB / MD / ABIN / GSI /	Cibersegurança

	permanentes com órgãos da administração pública e atores privados com foco no diálogo, cooperação e resposta a eventos na área de cibersegurança	sistemas da Infraestrutura Crítica	MPA/ ComDCiber /CONPORTOS/ universidades / Empresas de tecnologia / BID	
		Atendimento às exigências do ordenamento jurídico referente à segurança de Infraestruturas Críticas		
		Apoio institucional em caso de emergências cibernéticas		
3	Desenvolver estruturas de compartilhamento de dados com os serviços aliados de segurança nacionais e internacionais para repressão aos ilícitos	Atração de novos clientes pela melhoria na segurança	CDRJ / Clientes / Forças Policiais nacionais e internacionais / Receita Federal / MB / BID/ CONPORTOS	Segurança patrimonial
		Redução de atividades criminosas no interior do porto		
4	Firmar parcerias internacionais com organizações para internalizar boas práticas tecnológicas e operacionais no setor	Possibilidade de melhoria na eficiência das operações e sistemas portuários	CDRJ / Portos estrangeiros / Empresas de tecnologia / SENEEMAR	Operações portuárias
		Acesso a novas tecnologias		
5	Estruturar um setor ou Grupo de Trabalho responsável pela gestão do conhecimento do processo de implementação do VTMIS	Facilitação no processo de implementação do VTMIS do Porto de Itaguaí	CDRJ / CONSAD / Clientes / MB / Órgãos do poder público	Negócios
		Acompanhamento de indicadores que comprovem os		

		benefícios do VTMIS		
		Fonte de dados e informações confiáveis sobre o VTMIS, seus recursos e benefícios		
		Capacidade de assessoramento técnico para portos interessados na implementação do VTMIS		
		Adição de nova atividade de fonte de receitas ao portfólio de negócios da CDRJ		
		Apoio aos órgãos da administração pública na criação de políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento e promoção do setor portuário		
		Subsídios de apoio à governança do empreendimento portuário		
6	Cooperar com atores relevantes em áreas como marítima, defesa, CT&I, tecnológica e econômica no desenvolvimento da	Estímulo da clusterização da economia regional	CDRJ / MB / SENEEMAR / CTNRJ / FIRJAN / EMGEPRON / BID / Governo do estado / Governo do município / instituições de	Economia do Mar
		Cooptação de talentos para o empreendimento		

	Economia do Mar no Rio de Janeiro	Estabelecimento de um ambiente de negócios favorável para a implementação de novos empreendimentos	pesquisa / <i>think tanks</i>	
		Desenvolvimento de novas tecnologias que podem ser úteis ao empreendimento portuário		
7	Conscientizar e treinar colaboradores da CDRJ sobre as funcionalidades das tecnologias agregadas ao <i>e-Navigation</i> e questões cibernéticas	Integração dos funcionários aos processos tecnologicamente avançados	CDRJ / GSI / Trabalhadores portuários	Operações portuárias
		Capacitação dos funcionários em temas de cibersegurança		
		Desenvolvimento de cursos e material didático		
		Redução de incidentes relacionados à segurança dos processos cibernéticos		
8	Financiar projetos de qualificação e readequação profissional em âmbito regional	Qualificação de mão de obra local para atendimento às demandas tecnológicas do setor	CDRJ / Trabalhadores portuários / Jovens talentos da comunidade local / Sindicatos /	Qualificação profissional

		<p>Readequação profissional de funcionários que possam assumir novos postos</p>	governo / SENEEMAR	
		Melhora da imagem social da CDRJ		
		Mitigação de impactos sociais decorrentes dos avanços tecnológicos (desemprego estrutural)		
9	Fomentar bolsas de estudos e projetos de pesquisa em áreas de interesse que explorem as potencialidades e o desenvolvimento tecnológico do VTMIS e outras tecnologias relacionadas	<p>Produção de conhecimento técnico-científico sobre o tema</p>	CDRJ / MCTI / MB / Instituições de ensino e pesquisa/ <i>think tanks</i> / empresas de tecnologia / BID / SENEEMAR	Pesquisa e desenvolvimento científico
		Formação e qualificação de mão de obra		
		Estreitamento de laços com órgãos da administração pública, universidades e empresas viabilizando a Hélice Tripla		
		Estímulo à criação autônoma de observatórios, grupos de pesquisa, <i>think tanks</i> que estudem o tema e outros relacionados		

		Produção de tecnologias e inovações que sejam úteis ao empreendimento		
		Direcionamento do desenvolvimento científico para temas de interesse		
10	Utilizar ferramentas e métodos prospectivos no planejamento estratégico do porto	Antecipação de oportunidades ou ameaças presentes no ambiente e no negócio	CDRJ / Consultorias especializadas em métodos prospectivos	Planejamento e gestão
		Estabelecimento de linhas de diálogo com especialistas através das pesquisas		
		Desenvolvimento de material cientificamente qualificado que sirva de apoio ao planejamento estratégico do empreendimento		

Fonte: Desenvolvimento próprio.

Na relação de recomendações direcionadas à CDRJ existem algumas alusivas à possibilidade de expansão dos negócios do porto do Rio de Janeiro. Assim, o trabalho apresentou sugestões da inserção de novas atividades ao portfólio de negócios da empresa, advindas da operação do VTMS e de toda a massa informacional com ela gerada, que podem inclusive ser fontes alternativas de recursos financeiros à CDRJ. Tais recursos seriam relevantes para o empreendimento, levando-se em consideração os altos custos relacionados ao investimento inicial do VTMS, assim como outras despesas agregadas tais quais: custos

operacionais, com pessoal, manutenção, atualização de tecnologias, equipamentos e reposição de peças e periféricos ao longo da vida útil do Sistema. Assim, as fontes alternativas de recursos podem reduzir os custos finais do VTMISS, em certa medida custeando-os.

Com as recomendações dispostas em forma de quadro, espera-se que a transmissão do conhecimento seja mais fluida e direta aos diversos interlocutores que o trabalho almeja alcançar. Assim, espera-se que os elementos apresentados, paralelos apontados e as discussões realizadas ao longo de todo o relatório técnico conclusivo possam ser fonte ou ponto de partida para novas pesquisas e estudos relacionados a temas como: VTMISS, *e-Navigation*, Economia do Mar, desenvolvimento tecnológico portuário, sistemas e tecnologias de uso dual, entre tantos outros. Outrossim, espera-se ainda que atores da área marítima, formuladores de políticas públicas e demais representantes de setores econômicos também tenham acesso ao trabalho de conclusão de doutorado e que esse lhes seja útil de alguma forma, em seus respectivos negócios, empreendimentos e áreas de atuação. Assim, a pesquisa aplicada realizada poderá alcançar seu objetivo de transferência de conhecimento para a sociedade, no direcionamento de atendimento às demandas sociais e econômicas do país.

5.2- Limitações da Pesquisa

A pesquisa possui recortes temporal e geográfico específicos, limitando-se ao caso da implementação do VTMISS no Porto do Rio de Janeiro, ainda em fase de desenvolvimento durante a investigação (2019-2023). Cabe lembrar que a janela temporal abrangeu todo o período crítico da pandemia da COVID-19, no qual restrições de locomoção e acesso a eventos presenciais estiveram presentes e a gerar limitações a pesquisas de campo e a interações acadêmicas presenciais.

A implantação do VTMISS é um empreendimento de ampla abrangência nacional, haja vista o elevado número de portos organizados e terminais ao longo da costa brasileira, o que está a requerer o acompanhamento continuado desses empreendimentos, com o propósito de identificar iniciativas e aspectos positivos que mereçam ser estimulados e difundidos ou, por outro lado, pontos negativos que mereçam correções ou ajustes.

Considerou-se oportuno estudar sobre a temática no âmbito do doutorado profissional em Estudos Marítimos para desenvolver uma pesquisa aplicada, focada em contribuir para a geração prática e imediata de conhecimento, direcionado à solução de problemas em setores fundamentais ao desenvolvimento nacional, como no caso do portuário, de transporte marítimo e tecnológico.

5.3- Oportunidades para pesquisas futuras

Em função dos resultados obtidos e das limitações mencionadas, pode-se indicar a necessidade de continuado acompanhamento do desenrolar dos projetos de implementação do VTMISS do Porto do Rio de Janeiro, que foi objeto deste trabalho, e em outras localidades. Pontua-se que a CDRJ está implementando o VTMISS no Porto de Itaguaí, onde também é a Autoridade Portuária. O empreendimento está localizado nas proximidades do Complexo Naval de Itaguaí, que engloba a Base de Submarinos da Ilha da Madeira, área onde estão sendo construídos os submarinos convencionais e um de propulsão nuclear pelo Programa de Desenvolvimento de Submarinos da Marinha do Brasil. Isso correlaciona o VTMISS daquela região a uma fundamental demanda por segurança e, conseqüentemente, de Consciência Situacional Marítima da região, em razão da presença desses meios estratégicos. A Marinha do Brasil é partícipe desse projeto.

Igualmente, no plano da Economia de Defesa e Economia do Mar, as demandas de produtos e serviços intensivos e tecnologias geradas pelo VTMISS e as correspondentes interfaces com o setor produtivo podem dar origem a estudos relevantes, de interesse, por exemplo, do Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro, de outros arranjos produtivos locais e da Base Industrial de Defesa do país.

Há de se destacar ainda as interfaces de pesquisas que podem existir junto à Secretaria de Energia e Economia do Mar do Estado do Rio de Janeiro. Órgão que tem explorado as potencialidades marítimas do RJ, atuando para a consolidação do estado como um *hub* energético nacional de forma ambientalmente sustentável e socialmente responsável.

Esse processo como um todo deverá ser acompanhado ao longo dos anos, tendo seus impactos mensurados e compreendidos por pesquisas científicas e análises embasadas em dados confiáveis e indicadores. O acompanhamento e avaliação das iniciativas relativas a esses empreendimentos, bem como das políticas públicas associadas, são oportunidades para novas e relevantes pesquisas futuras.

6 - REFERÊNCIAS

ABKAL, Al; TALAS, S. Risto; SHAW, Sarah. **The application of unmanned aerial vehicles in managing port security in Kuwait**. In: Logistics Research Network conference, Southampton Solent University, United Kingdom. 2017.

AGÊNCIA BRASIL. **Polícia Federal apreende 5 toneladas de cocaína no porto do Rio**. Agência Brasil, 06 out. 2021. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-10/pf-apreende-no-rio-5-toneladas-de-cocaina>>. Acesso em: 23 maio 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). **Estatístico Aquaviário**. 2022. Disponível em: <<http://ea.antaq.gov.br>>. Acesso em 18 maio de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Impactos e riscos da mudança do climática nos portos públicos costeiros brasileiros**. Brasília: ANTAQ, 2021.

ALMEIDA, Nival Nunes de; OLIVEIRA, Cleber Almeida de; SOUZA, José Roberto Brito de. **COMPARTILHAMENTO E INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DO MOVIMENTO MARÍTIMO: uma abordagem para o desenvolvimento do Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro**. Relatório Técnico do Projeto de Pesquisa EGN-EZUTE. Rio de Janeiro: EGN-EZUTE, 2021.

ALMEIDA, Nival Nunes de; GONÇALVES, Fernando Antônio. A Formação de Capacitação Profissional na Marinha do Brasil: um vetor do Poder Marítimo. In: ALMEIDA, Francisco E. Alves de; MOREIRA, William de Sousa. **Estudos Marítimos: visões e abordagens**. Rio de Janeiro: Editora Humanitas, p. 389-416, 2019.

ANDRADE, Felipe; ALBUQUERQUE, Carlos. Análise de Riscos com Ênfase na Segurança Portuária: o processo de avaliação de riscos da CONPORTOS e ISPS Code. **Revista Brasileira de Ciências Policiais**. v.10, n.01, p.99-124, 2019.

ANDRADE, Israel de Oliveira; DA ROCHA, Antonio Jorge Ramalho; FRANCO, Luiz Gustavo Aversa. **Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul: Soberania, vigilância e defesa das águas jurisdicionais brasileiras**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2019. Disponível em: <<https://www.econstor.eu/handle/10419/211401>>. Acesso em: 28 fev. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE APOIO MARÍTIMO. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.abeam.org.br/historico.php>>. Acesso em: 26 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10719**: informação e documentação: relatório técnico e/ou científico. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE OPERADORES LOGÍSTICOS. **Pesquisa inédita do ILOS traz visão do uso de tecnologias em Supply Chain no Brasil no cenário pós-pandemia**. ABOL - Associação Brasileira de Operadores Logísticos, 20 out. 2022. Disponível em: <<https://abolbrasil.org.br/noticias/noticias-do-setor/pesquisa-inedita-do-ilos-traz-visao-do-uso-de-tecnologias-em-supply-chain-no-brasil-no-cenario-pos-pandemia>>. Acesso em: 17 fev. 2023.

ASSOCIAÇÃO DE TERMINAIS PORTUÁRIOS PRIVADOS (ATP). **DATA PORT**. 2023. <<https://www.portosprivados.org.br/publicacoes/data-port>>. Acesso em 18 mai. 2023.

ÁVILA-ZÚÑIGA-NORDFJELD, Adriana; LIWÁNG, Hans; DALAKLIS, Dimitrios. Implications of Technological Innovation and Respective Regulations to Strengthen Port and Maritime Security: An International Agenda to Reduce Illegal Drug Traffic and Countering Terrorism at Sea. In: JOHANSSON, Tafsir Matin; DALAKLIS, Dimitrios; FERNÁNDEZ, Jonatan Echebarria; PASTRA, Aspasia; LENNAN, Mitchell. **Smart Ports and Robotic Systems: Navigating the Waves of Techno-Regulation and Governance**. Palgrave Macmillan: Cham, 2023, 135-146.

BALDAUF, Michael; HONG, Sun-Bae. Improving and Assessing the Impact of *e-Navigation* applications. **International Journal of e-Navigation and Maritime Economy**, v. 4, p. 1-12, 2016.

BATISTA, Bruni César Destro. **Análise das operações com embarcações de apoio offshore na Baía de Campos - RJ**. Dissertação de mestrado em Ciências em Engenharia Oceânica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Rio de Janeiro, 2005.

BENOIT, Emile. Growth and Defens in Developing Countries. **Economic Development and Cultural Change**, v. 26, n. 2, p. 271-280, 1978.

BENTO, Carlos Norberto Stumpf. Vulnerabilidades da navegação por satélites. **Revista de Villegagnon**, v. 09, n.09, p. 24 - 31, 2014.

BIN YAHYA, N. Adopting a Green Port Standard for World's Sustainability. **Journal of Arts & Social Sciences**, v. 2, n. 2, pp.1-11, 2019.

BRAIN. **ICT: entenda o que é um Instituto de Ciência e Tecnologia**. Redação Brain, 10 de agosto de 2018. Disponível em: <<https://inovacaobrain.com.br/o-que-e-ict/>>. Acesso em: 21 nov. 2022.

BRASIL, Marconi Mota; COSTA, Matheus Perini; NOLASCO, Pedro Henrique Oliveira. ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO VESSEL TRAFFIC SERVICE EM PORTOS BRASILEIROS: Um estudo sobre os portos do Açu e de Vitória. **Revista de Direito e Negócios Internacionais da Maritime Law Academy-International Law and Business Review**, v. 2, n. 2, p. 16-36, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). **Estatístico Aquaviário**. 2019c. Disponível em <<http://web.antaq.gov.br/ANUARIO/>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

BRASIL. Casa Civil. **LEI Nº 9.432, DE 8 DE JANEIRO DE 1997**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19432.htm>. Acesso em: 25 out. 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 24 jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento Orientador de APCN - Área 39: Ciência Política e Relações Internacionais**. Brasília: CAPES, 2019a.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Portaria Nº 60, de 20 de março de 2019**. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, ano 149, n. 56, p. 26, 2019b.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria Normativa Nº 7, de 22 de junho de 2009**. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 117, p. 31, 2009.

BRASIL. Presidência da República. **DECRETO Nº 10.222, DE 5 DE FEVEREIRO DE 2020. Aprova a Estratégia Nacional de Segurança Cibernética**. Brasília, 2020b.

BRASIL. Presidência da República. **DECRETO Nº 10.569, DE 9 DE DEZEMBRO DE 2020. Aprova a Estratégia Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas**. Brasília, 2020a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10569.htm>. Acesso em: 31 maio 2023.

BRASIL. Presidência da República. **DECRETO Nº 10.641, DE 2 DE MARÇO DE 2021**. Altera o Decreto nº 9.637, de 26 de dezembro de 2018, que institui a Política Nacional de Segurança da Informação. Brasília, 2021.

BRASIL. Presidência da República. **DECRETO Nº 11.200, DE 15 DE SETEMBRO DE 2022. Aprova o Plano Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/1639450032/decreto-11200-22>>. Acesso em: 31 maio 2023.

BRASIL. Presidência da República. **DECRETO Nº 9.637, DE 26 DE DEZEMBRO DE 2018**. Institui a Política Nacional de Segurança da Informação. Brasília, 2018c.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Complementar nº 97/1999**, de 9 de junho de 1999.

BRASIL. Presidência da República. **LEI Nº 13.243, DE 11 DE JANEIRO DE 2016**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm>. Acesso em: 17 jun. 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas**. Brasília, 2018a.

BRASIL. Receita Federal. **Receita Federal apreende mais de 770 kg de cocaína em carga de minério no Porto do Rio de Janeiro**. 31 jan. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/noticias/2023/janeiro/receita-federal-apreende-mais-de-770-kg-de-cocaina-em-carga-de-minerio-no-porto-do-rio-de-janeiro>>. Acesso em: 23 maio 2023.

BRASIL. Senado Federal. **Comércio exterior representa 25% do Produto Interno Bruto brasileiro**. 2018b. 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.

BRUNO, Flavio da Silveira. **A Quarta Revolução Industrial do Setor Têxtil e de Confecção: a Visão de Futuro para 2030**. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016.

BURLIER, Otto. **Projetos e Ações do Departamento de Informações Portuárias da SEP/PR**. Secretaria de Portos, 2015.

BUXBAUM, Peter. **Port 4.0**. Global Trade. 2018. Disponível em <<https://www.globaltrademag.com/port-4-0/>>. Acesso em 23 jul 2020.

CABRAL, A. M., RAMOS, F. de S. Cluster analysis of the competitiveness of container ports in Brazil. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 69, 423-431, 2014.

CABRAL, Joilson de Assis; SOCHACZEWSKI, André. Os clusters marítimos como instrumentos de alavancagem do desenvolvimento econômico e social: uma abordagem sob a perspectiva das redes. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 69-100, 2022.

CARVALHO, Andréa Bento. **ECONOMIA DO MAR: conceito, valor e importância para o Brasil**. 2018. Tese. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2018. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/7915/2/ANDREA_BENTO%20_CARVALHO_TES.pdf>. Acesso em 15 mai. 2020.

CENTRO DE EXCELÊNCIA PARA O MAR BRASILEIRO (CEMBRA). **O Brasil e o mar no século XXI: Relatório aos tomadores de decisão do país**. Niterói, RJ: Cembra, 2019.

CLUSTER TECNOLÓGICO NAVAL DO RIO DE JANEIRO. Breve histórico. 2023. Disponível em: <<https://www.clusternaival.org.br/breve-historia/>>. Acesso em: 17 fev. 2023.

CLUSTER TECNOLÓGICO NAVAL DO RIO DE JANEIRO. **Plano Estratégico 2021-2025**. Rio de Janeiro: CTNRJ, 2020.

COELHO, Bruno Barros. **Os aspectos da quarta revolução industrial sob a perspectiva da manutenção**. 2019. 46 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus, 2019.

COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO. **Movimentação de cargas da PortosRio atinge 61,5 milhões de toneladas em 2022**. 07 fev. 2023. Disponível em: <<https://www.portosrio.gov.br/pt-br/node/2411>>. Acesso em: 17 fev. 2023.

COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento**. 2016. Disponível em: < https://www.portosrio.gov.br/sites/default/files/inline-files/pdz_-_2016_do_porto_do_rio_de_janeiro.pdf >. Acesso em: 17 fev. 2023.

COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO. **Poligonais**. 2019. Disponível em: < https://www.portosrio.gov.br/sites/default/files/inline-files/area_do_porto_organizado_rio_de_janeiro.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Desafios para Indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Documento Orientador de APCN. Área 39: Ciência Política e Relações Internacionais**. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, 2019. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/images/Documento_de_%C3%A1rea_2019/ciencia_politica_rel_internacionais.pdf>. Acesso em 25 jul. 2020.

CORRÊA, Claudio Rodrigues. **Cenários prospectivos e aprendizado organizacional em planejamento estratégico: estudo de casos de grandes organizações brasileiras**. Tese de doutorado. Coppead, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

COUTINHO, Gustavo Alberto Silva; DA SILVA, André Vasconcelos. Inovação tecnológica, relação universidade-empresa e modelo teórico da Hélice Tripla. **Blucher Education Proceedings**, v. 2, n. 1, p. 36-48, 2017.

CUTRIM, Sérgio; BARBOSA, Adriano Nascimento; REGO, Andressa Guimarães; ROSA, Bárbara Cavalcanti. **Guia de melhores práticas de sustentabilidade portuária: a estratégia ESG**. São Luís: EDUFMA, 2023.

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**, v. 2, n. 2, p. 20-47, 2022.

DAGNINO, Renato. A relação universidade-empresa no Brasil e o "argumento da hélice tripla". **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 2, p. 267-307, 2003.

DAGNINO, Renato. A relação universidade-empresa no Brasil e o argumento da hélice tripla. **Convergencia. Revista de Ciências Sociais**, v. 11, n. 35, p. 253-291, 2004.

DAGNINO, Renato. Em que a Economia de Defesa pode ajudar nas decisões sobre a revitalização da Indústria de Defesa brasileira? **asteriskos**, v.07, n.08, 187-210, 2009.

DIAS, Cláudio Eduardo Silva. **Defesa Cibernética: uma visão naval**. Comando Naval de Operações Especiais. 2022.

DOS SANTOS, Vanessa Cristina Bissoli; DAMIAN, Ieda Pelogia Martins; VALENTIM, Marta Lígia Pomim. A cultura organizacional como fator crítico de sucesso à implantação da gestão do conhecimento em organizações. **Informação & Sociedade**, v. 29, n. 1, 2019.

EMPRESA GERENCIAL DE PROJETOS NAVAIS. **Quem Somos**. 2022. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/emgepron/pt-br/quem-somos>>. Acesso em 17 ago. 2022.

ESCOLA DE GUERRA NAVAL; FUNDAÇÃO EZUTE. **Relatório de Pesquisa: Logística Marítima e a Importância do VTMIS**. Escola de Guerra Naval: Rio de Janeiro, 2021.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Lei Nº 9466 de 25/11/2021**. 2021.

ETZKOWITZ, H. Triple helix clusters: Boundary permeability at university—industry—government interfaces as a regional innovation strategy. **Environment and Planning C: Government and Policy**, v. 30, n. 5, 766-779, 2012.

ETZKOWITZ, H; ZHOU, C. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, v. 31. n.90, 23-48, 2017.

EUROPEAN UNION. European Commission of Mobility and Transport. **Transport in the European Union**. 2018.

EUROPEAN UNION. **European ports: an engine for growth**. 2015.

EUROPEAN UNION. **THE EUROPEAN UNION EXPLAINED: Transport**. 2014.

FARIA, João Afonso Prado Maia de. A Consciência Situacional Marítima (CSM) e a Marinha do Brasil. **Revista da Escola de Guerra Naval**, v.18, n. 1, p. 213-229, 2012.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FIRJAN). **Anuário do petróleo no Rio 2021**. Rio de Janeiro: FIRJAN, 2021. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-economia/anuario-petroleo-e-gas.htm>>. Acesso em 15 jun 2022.

FELIPE, Nelson Fernandes. **O SETOR PORTUÁRIO E MARÍTIMO BRASILEIRO: avanços e limitações**. Geofronter, Campo Grande, n. 1, v. 1, julho a dezembro de 2015, p. 67-87.

FERREIRA, Marcos Jose Barbieri. **Projeto PRÓ-DEFESA IV. A Economia de Defesa no Brasil: gastos militares e suas interfaces com a indústria e inovação.** Projeto de fomento submetido à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior sob o número de registro 10793096839/PRODEFESAIIV2018975489P. 24 de agosto de 2018.

FINEGOLD, Ed. **A ‘real’ use case for Industry 4.0: EagleRail advances port automation.** The Evolving Enterprise. 2020. Disponível em <<https://www.theee.ai/2020/04/24/2072-a-real-use-case-for-industry-4-0-eaglerail-advances-port-automation/>>. Acesso em 03 ago. 2020.

FLEURY, Maria Tereza Leme; WERLANG, Sérgio. **Pesquisa aplicada—reflexões sobre conceitos e abordagens metodológicas.** Anuário de Pesquisa GVPesquisa. Rio de Janeiro: FGV. 2016.

FRANCIS, Fustier. **La norme S-100 des cartes ENC évolue rapidement.** Navigation Mac. 19 outubro 2020. Disponível em: <<https://www.navigation-mac.fr/pt/la-norme-s-100-des-cartes-enc-evolue-rapidement/>>. Acesso em 02 jun. 2021.

FRANKO, Patrice. **La economía de la defensa: Introducción.** Manual elaborado para Nacional Defense University, Centro de Estudios Hemisféricos para la Defensa, en colaboración con Colby College, Waterville, Maine. Maine: texto de estúdio, 2000.

GALVAO, C. B., ROBLES, L. T., & GUERISE, L. C. 20 years of port reform in Brazil: Insights into the reform process. **Research in Transportation Business & Management**, v. 22, p.153-160, 2017.

GERMOND, Basil. The Geopolitical Dimension of Maritime Security. **Marine Policy**, v. 54, n. 4, p. 137-42, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.12.013>.

GOMES, Alexandre Coelho. **A IMPORTÂNCIA DA IMPLANTAÇÃO DO VESSEL TRAFFIC MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM (VTMIS) NA MODERNIZAÇÃO DOS PORTOS E NA DIMINUIÇÃO DO CUSTO BRASIL:** Perspectivas e oportunidades referentes às atividades da Autoridade Marítima brasileira, com a implementação do VTMIS. Tese do Curso de Política e Estratégia Marítimas da Escola de Guerra Naval. Rio de Janeiro: EGN, 2017.

GORGES, Suzane Carolyne. **Smart Ports: Caracterização e investigação da implementação de práticas inteligentes em portos e terminais brasileiros.** Universidade Federal de Santa Catarina. 2021.

GUERISE, Luciana Cardoso; BARBOSA, Murillo de Moraes Rego Correa. Portos. In: CEMBRA. **O Brasil e o mar no século XXI: Relatório aos tomadores de decisão do país.** Niterói, RJ: CEMBRA, p.180-213, 2019.

HARRIS, Mark. **Ghost ships, crop circles, and soft gold: A GPS mystery in Shanghai.** MIT Technology Review. 15 nov. 2019. Disponível em: <<https://www.technologyreview.com/2019/11/15/131940/ghost-ships-crop-circles-and-soft-gold-a-gps-mystery-in-shanghai/>>. Acesso em: 31 maio 2023.

HARRISON, T., JOHNSON, K., MOYE, J., & YOUNG, M. **Space threat assessment 2020.** Center for Strategic & International Studies, Washington: CSIS, 2020.

HEINE FILHO, Pedro Augusto Bittencourt. **Segurança marítima: contribuições positivas do estudo da evolução deste conceito para aplicação pelo Brasil no Atlântico Sul.** Rio de Janeiro: ESG, 2019.

HIDROMARES. **Projeto Executivo SMA – Sistema de Monitoramento Ambiental para a Companhia de Docas do Rio de Janeiro (CDRJ), na Baía de Guanabara – RJ.** Santos, 2022.

HOHMAN, Tyler. **The Inside Scoop on GPS Spoofing.** Safran | Navigation and Timing, 2023. Disponível em: <<https://safran-navigation-timing.com/the-inside-scoop-on-gps-spoofing/>>. Acesso em: 31 maio 2023.

HONGLIANG, Lu. **Study on the effectiveness evaluation of Qingdao VTS.** World Maritime University. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Portos Brasileiros: Diagnóstico, Políticas e Perspectivas. Infraestrutura econômica no Brasil: diagnósticos e perspectivas para 2025.** Brasília: Ipea, 2010.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MARINE AIDS TO NAVIGATION AND LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **Technical Documents Catalogue.** Edition 2.: France: IALA, 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MARINE AIDS TO NAVIGATION AND LIGHTHOUSE AUTHORITIES. **IALA S-200 Product Specification and Development Status.** IALA, 2023. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/technical/data-modelling/iala-s-200-development-status/>>. Acesso em: 17 jan. 2023.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MARINE AIDS TO NAVIGATION AND LIGHTHOUSE AUTHORITIES. **VDES FAQ.** IALA, 2023b. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/technical/connectivity/vdes-vhf-data-exchange-system/>>. Acesso em: 17 ago. 2023.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MARINE AIDS TO NAVIGATION AND LIGHTHOUSE AUTHORITIES. **IALA VTS Manual.** Edition 8.2. France: IALA, 2022. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/product/iala-vts-manual/?download=true>>. Acesso em: 31 jan. 2023.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF PORTS AND HARBORS (IAPH). **Risk and Resilience Guidelines for Ports.** Tokyo: IAPH, 2022.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION (IHO). **The S-100 Universal Hydrographic Data Model.** Monaco: IHO, 2018.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION. **Marine Traffic Management.** Monaco: IHO, 2018b.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). Maritime Safety Committee. ***E-Navigation Strategy Implementation Plan.*** London: IMO, 2018.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. Maritime Safety Committee. **Development of an *E-Navigation* strategy (MSC 81/23/10).** London: IMO, 2005.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. Maritime Safety Committee. **Initial Descriptions of Maritime Services in the Context of *E-Navigation* (MSC.1/Circ.1610).** London: IMO, 2019.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. Maritime Safety Committee. **International Code for the Security of Ships and of Port Facilities.** London: IMO, 2002.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **Resolution A.857(20) on Guidelines for Vessel Traffic Services**. London: IMO, 1997.

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**, v. 19, n. 1, pp. 73–94, 2020.

JEFFREY, Rebecca. **Project seeks to accelerate digitalisation**. PortStrategy. 2019. Disponível em <<https://www.portstrategy.com/news101/technology/project-seeks-to-accelerate-digitalisation>>. Acesso em 27 jul. 2020.

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

KAPPEL, Raimundo F. **Portos Brasileiros: Novo desafio para a Sociedade**. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/57ra/programas/CONF_SIMP/textos/raimundokappel.htm>. Acesso em 27 jul. 2020.

KHALILI, Laleh. **Sinews of War and Trade: Shipping and Capitalism in the Arabian Peninsula**. Verso Books, 2020.

KILDOWA, J.T.; MCILGORM, A. **The importance of estimating the contribution of the oceans to national economies**. *Marine Policy*, v. 34, n. 3, p. 367-374, 2010.

KILPI, Vesa; SOLAKIVI, Tomi; KIISKI, Tuomas. Maritime sector at verge of change: learning and competence needs in Finnish maritime cluster. **WMU Journal of Maritime Affairs**, v. 20, n. 1, p.63–79, 202.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas 2003. 310p.

LAMPERT, João A. A.; COSTA, Edwaldo. SisGAAz: Proteção e Monitoramento das Águas Jurisdicionais Brasileiras. **Marinha em revista**, v. 10, n.14, p. 16-19, 2020. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/marinha_em_revista_set2020/book.html#p=18. Acesso em: 07 jan. 2022.

LASTRES, Helena; ALBAGLI, Sarita. **Informação e globalização na era do conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

LÁZARO, Francisco; RAULEFS, Ronald; WANG, Wei; CLAZZER; Federico; PLASS; Simon. VHF Data Exchange System (VDES): an enabling technology for maritime communications. **CEAS space Journal**, v. 11, n. 1, p. 55-63, 2019.

LESKE, Ariela. A review on defense innovation: from spin-off to spin-in. **Brazilian Journal of Political Economy**, vol. 38, nº 2 (151), pp. 377-391, 2018.

LEVITT, Theodore. **The Globalization of Markets**. Boston: Free Press, 1983.

LIMA, Gilberto Barros. **O desafio da logística marítima brasileira**. Economia & Negócios. 2010. Disponível em: <<http://www.revistaportuaria.com.br/noticia/9751>>. Acesso em 18 jan. 2019.

LIMA, Márcio Morais de. **A dialética político-militar na condução das guerras: o caso da decisão pela Operação Pocket Money (1972)**. Dissertação do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores, Escola de Guerra Naval, 2021.

LIMA, Y.; BARBOSA, C.E.; DOS SANTOS, H.S.; DE SOUZA, J.M. Understanding Technological Unemployment: A Review of Causes, Consequences, and Solutions. **Societies**. Basel: MDPI, v.11, n.50, p. 1-17, 2021.

LONGO, Waldimir Pirró e; MOREIRA, William de Sousa. Tecnologia e inovação no setor de defesa: uma perspectiva sistêmica. **Revista da Escola de Guerra Naval**. Rio de Janeiro: EGN, v. 19, n. 2, p. 277-304, 2013.

MAHAN, Alfred Thayer. **The influence of sea power upon history 1660-1783**. New York: Dover Publications, 1987.

MARCIAL, E. C., SCHNEIDER, E. R., PIO, M. J., LEAL, R. M., FRONZAGLIA, T. & GIMENE, M. Post-COVID-19 scenarios: A method for moments of crisis. **Futures**, v. 142, n. 2022, p. 1 - 11.

MARIHA DO BRASIL. Comando de Operações Navais. **Convênio celebrado entre a União Federal, por intermédio da Marinha do Brasil (MB), neste ato representada pelo Comando de Operações Navais, e a Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ) para o desenvolvimento de projetos e atividades de interesse comum nas áreas de monitoramento, vigilância e segurança marítima**. 2019.

MARINHA DO BRASIL. **Amazônia Azul**. 2023a. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/hotsites/amazonia_azul/>. Acesso em: 28 fev. 2023.

MARINHA DO BRASIL. Assessoria de Comunicação Social do Comando do 1º Distrito Naval. **NOTA OFICIAL, Rio de Janeiro-RJ, 14 de novembro de 2022**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/com1dn/sites/www.marinha.mil.br.com1dn/files/upload/Nota%20Oficial%20-%20Colis%C3%A3o%20da%20embarca%C3%A7%C3%A3o%20S%C3%83O%20LU%C3%8DS_14NOV22.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2022b.

MARINHA DO BRASIL. **Cluster Marítimo**. 2023b. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/economia-azul/cluster-maritimo>>. Acesso em: 28 fev. 2023.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Comunicações e Tecnologia da Informação da Marinha. **Cartilha de Segurança Da Informação Digital**. Rio de Janeiro: DCTIM, 2016.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Normas da Autoridade Marítima para Serviço de Tráfego de Embarcações (VTS) - NORMAM-26/DHN 5ª Rev**. Rio de Janeiro, 2022a.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Normas da Autoridade Marítima para Serviço de Tráfego de Embarcações (VTS) - NORMAM-26/DHN 4ª Rev**. Brasília, 2016a.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria-Geral de Navegação. **Estratégia para Implementação do Conceito de e-Navigation na Marinha do Brasil**, Rio de Janeiro, 2020b.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria-Geral de Navegação. **Of nº 14/2021, da Diretoria-Geral de Navegação**. Rio de Janeiro, 9 de fevereiro de 2021b.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-305: Doutrina Militar Naval**. 1ª Revisão, Brasília, 2017a.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-322: O Posicionamento da Marinha do Brasil nos Principais Assuntos de Interesse Naval**. 2ª Revisão, Brasília, 2017b.

MARINHA DO BRASIL. **Missão da Diretoria-Geral de Navegação**. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dgn/?q=missao>>. Acesso em: 17 jan. 2023a.

MARINHA DO BRASIL. **Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040)**. Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada, Brasília-DF, 2020a.

MARINHA DO BRASIL. **Programas Estratégicos**. 2021a. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/programas-estrategicos>. Acesso em: 15 jun. 2021.

MARINHA DO BRASIL. **Você sabe o que é um Distrito Naval (DN)?** Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/sspm/?q=noticias/voc%C3%AA-sabe-o-que-%C3%A9-um-distrito-naval-dn>>. Acesso em 05 ago. 2022c.

MEDEIROS, Sabrina Evangelista, JR GOMES, Elmo Cavalcante; MOREIRA, William de Sousa. Clusterização e Repercussões nos Estudos Marítimos. In: ALMEIDA, Francisco E. Alves de; MOREIRA, William de Sousa (org.). **Estudos Marítimos: visões e abordagens**. Rio de Janeiro: Editora Humanitas, p. 177-204, 2019.

MESA, Antonio Fonfría. **Sobre La Naturaleza y Alcance de la Economía de la Defensa**. Documento de Opinión. Instituto Español de Estudios Estratégicos, 2012.

MIN, Hokey. Developing a smart port architecture and essential elements in the era of Industry 4.0. **Maritime Economics & Logistics**, v. 24, n. 2, p. 189–207, 2022.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Assessoria de Comunicação Social. **Defesa indica criação do Comando e da Escola de Defesa Cibernética**. Ministério da Defesa. 2014. Disponível em: <<https://www.gov.br/defesa/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/ultimas-noticias/defesa-indica-criacao-do-comando-e-da-escola-de-defesa-cibernetica>>. Acesso em: 5 jun. 2023.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando do Exército. **EDITAL DE CHAMAMENTO PÚBLICO - UASG 160528 Nº Processo: 65255.013691/2021-06**. DOU - Imprensa Nacional: Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/edital-de-chamamento-publico-376272001>>. Acesso em: 6 jun. 2023.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília: MD, 2016.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **PORTARIA NORMATIVA Nº 15/MD, DE 4 DE ABRIL DE 2018**. Brasília: MD, 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Conselho Nacional de Educação. **PORTARIA Nº 389, DE 23 DE MARÇO DE 2017**. Brasília: MEC, 2017a.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Conselho Nacional de Educação. **RESOLUÇÃO Nº 7, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2017**. Brasília: MEC, 2017b.

MINTZBERG, H., AHLSTRAND, B., & LAMPEL, J. **Strategy Safari: A Guided Tour through the Wilds of Strategic Management**. New York: Free Press, 1998.

MOLAVI, Anahita; LIM, Gino J.; RACE, Bruce. A framework for building a smart port and smart port index. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 14, n. 9, p. 686–700, 2020.

MOREIRA, William de Sousa. Ciência e Tecnologia Militar: “política por outros meios”? **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v.18 n. 2, p. 71-90, 2012.

MOREIRA, William de Sousa; MEDEIROS, Sabrina Evangelista. Economia de defesa e reputação em perspectiva institucionalista. *In*: FUCILLE, Alexandre, GOLDONI, Luiz Rogério Franco, ADÃO, Maria Cecília de Oliveira (org.). **Forças armadas e sociedade civil: atores e agendas da defesa nacional no século XXI**. São Cristóvão, SE: Ed. UFS, p. 494-516, 2018.

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**, n. 3, p.22–31, 2015.

MOURA, D.A.; BOTTER, R. C. O transporte por cabotagem no Brasil - Potencialidade para a intermodalidade visando a melhoria do fluxo logístico. **Revista Produção Online**. Florianópolis, v.11, n. 2, p. 595-617, 2011.

NETO, Heitor Scalco; ARAÚJO, Antonia Vanessa D.; BOTH, Cristiano B.; OLIVEIRA-JR, Antonio; CARDOSO, Kleber V. Uma visão de arquitetura para redes 6g. *In*: **Anais do I Workshop de Redes 6G**. Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 31-36.

NITSENKO, Vitalii; NYENNO, Iryna; KRYUKOVA, Irina; KALYNA, Tatyana; PLOTNIKOVA, Mariia. Business model for a sea commercial port as a way to reach sustainable development goals. **Journal of Security and Sustainability Issues**, v. 7, n. 1, pp. 155–166, 2017.

NOORALI, Hassan; FLINT, Colin; AHMADI, Seyyed. **Port Power: Toward a New Geopolitical World Order**. [s.l.: s.n.], 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Colin-Flint-3/publication/364926107_Port_Power_Toward_a_New_Geopolitical_World_Order/links/635e9cad96e83c26eb6a0464/Port-Power-Toward-a-New-Geopolitical-World-Order.pdf>. Acesso em 15 de novembro de 2022.

O'BRIEN, Larry. **Port and Maritime Cybersecurity Vulnerabilities Finally Get More Attention**. ARC Advisory Group. Disponível em: <<https://www.arcweb.com/industry-best-practices/port-maritime-cybersecurity-vulnerabilities-finally-get-more-attention>>. Acesso em: 22 maio 2023.

OLIVEIRA, Altina Silva; DE BARROS, Marta Duarte; DE CARVALHO PEREIRA, Fernanda. Prospective scenarios: A literature review on the Scopus database. **Futures**, v. 100, n. 01, p. 20–33, 2018.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Relatórios de Avaliação Concorrencial da OCDE: Brasil**. OECD Publishing: Paris, 2022.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **The Ocean Economy in 2030**. Paris: OECD Publishing, 2016.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO. **Manual de Frascati: Proposta de Práticas Exemplares para Inquéritos sobre Investigação e Desenvolvimento Experimental**. Coimbra: OCDE, 2007.

PACTO GLOBAL. **Entenda o significado da sigla ESG**. Disponível em: <<https://www.pactoglobal.org.br/pg/esg>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

PAES FILHO, José Corrêa. **Simulação De Monte Carlo: uma opção para solução de problemas reais de guerra de minas navais.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, XXIV SBPO: Rio de Janeiro, p. 1 – 9, 2002.

PALMA, Valentino; GIGLIO, Davide; TEI, Alessio. Investigating the introduction of *e-Navigation* and S-100 into bridge related operations: the impact over seafarers. **WMU Journal of Maritime Affairs**, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13437-022-00286-y>>. Acesso em: 25 jan. 2023.

PASSOS, Rosemary; SANTOS, Gildenir Carolino. **Como elaborar um relatório técnico científico.** Campinas, SP: UNICAMP-FE, 1998.

PEREIRA, J. A. M., FERREIRA, A. da S., & MACIEL, M. P. S. Papel das embarcações de atividades de apoio marítimo na logística offshore. **Revista Femass**, n. 1, v.1, 2020.

PEREIRA, J. P. F. N.; CUNHA, A. C.; PEREIRA, N. N. Use of Automatic Identification System (AIS) data to study patterns of navigation behavior in the Macapá and Santana / AP / Brazil Ship Monitoring Area (AMN). **Journal of Aquaculture & Marine Biology**, v. 8, p. 95-103, 2019.

PEREIRA, Newton Narciso. TRANSPORTE MARÍTIMO E INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA: UMA PERSPECTIVA ECONÔMICA. In: SANTOS, Thauan; BEIRÃO, André Panno; ARAUJO FILHO, Moacyr Cunha de; CARVALHO, Andréa Bento (Org.). **Economia Azul: vetor para o desenvolvimento do Brasil.** São Paulo: Essential Idea Editora, 2022, p. 669-693.

PEREIRA, Newton Narciso; CUTRIM, Sérgio Sampaio; ROBLES, Léo Tadeu (Org.). **Tópicos estratégicos portuários.** São Luís: EDUFMA, 2015.

PEREIRA, Roger. **O que é a Amazônia Azul e por que o Brasil quer se tornar potência militar no Atlântico.** **Marinha do Brasil.** 2019. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/economia-azul/noticias/o-que-%C3%A9-amaz%C3%B4nia-azul-e-por-que-o-brasil-quer-se-tornar-pot%C3%Aancia-militar-no-atl%C3%A2ntico>>. Acesso em: 28 fev. 2023.

PESCE, Giovanni. **O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS DE CARÁTER DUAL PELA INDÚSTRIA DE DEFESA BRASILEIRA: desafios e oportunidades para a Marinha brasileira.** Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval, 2019.

PETERS, M.A.; JANDRIĆ, P.; HAYES, S. The Curious Promise of Educationalising Technological Unemployment: What Can Places of Learning Really Do about the Future of Work? **Educational Philosophy and Theory**, n. 51, v.03, 242–254, 2019.

PIOVESANA JÚNIOR, Alberto. IALA da poita ao satélite: mais que um quadrinho no passadiço. **Revista do Clube Naval**, v. 1, n. 393, p. 62-67, 2020.

PIRES, Gustavo Calero Garriga; MOREIRA, William de Sousa; ALBUQUERQUE, Frederico Medeiros Vasconcelos de; ANDRADE, Israel de Oliveira; HILLEBRAND, Giovanni Roriz Lyra. SEGURANÇA, DEFESA E ECONOMIA DO MAR. In: SANTOS, Thauan; BEIRÃO, André Panno; ARAUJO FILHO, Moacyr Cunha de; CARVALHO, Andréa Bento (Org.). **Economia Azul: vetor para o desenvolvimento do Brasil.** São Paulo: Essential Idea Editora, 2022, p. 713-729.

PIRES, Gustavo Calero Garriga. **Marinha fortalece Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul**. Entrevista concedida a Luciano Franklin de Carvalho. Marinha do Brasil, 2022. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/agenciadenoticias/marinha-fortalece-sistema-de-gerenciamento-da-amazonia-azul>>. Acesso em: 29 maio 2023.

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.

PORTER, Michael E. What Is Strategy? **Harvard Business Review**, v. 74, n. 6, 1996, p. 61-78.

PORTER, Michael E. Clusters and the New Economics of Competition. **Harvard Business Review**, November-December, 1998. Disponível em <<https://hbr.org/1998/11/clusters-and-the-new-economics-of-competition>>. Acesso em 12 dez. 2023.

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

PORTO DO AÇU. **Porto do Açú é o 1º porto do Brasil a ter VTS homologado**. 2016. Disponível em: <<https://portodoacu.com.br/porto-do-acu-e-o-1o-porto-do-brasil-a-ter-vts-homologado/>>. Acesso em: 17 fev. 2023.

PORTO DO AÇU. **Workshop SNPTA VTMS – Instrumento de Gestão e Segurança Portuária**. 2020.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS MARÍTIMOS (PPGEM). **Apresentação do PPGEM**. 2019. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/ppgem/?q=content/apresenta%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em 12 mai 2021.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS MARÍTIMOS. **Deliberação Complementar de Colegiado – Qualificação de Doutorado**. 10 de fev. 2021. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/ppgem/?q=content/documentos-administrativos>>. Acesso em 17 mai. 2021.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS MARÍTIMOS. **Regulamento do PPGEM**. 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/ppgem/sites/www.marinha.mil.br/ppgem/files/upload/regulament_o_do_ppgem_-_2020.pdf>. Acesso em 12 mai 2021.

RAMIREZ, Maria Fernanda. **Container Shipping: Cocaine Hide and Seek**. Insightcrime, 9 fev 2021. <https://es.insightcrime.org/investigaciones/envio-contenedores-juego-escondite-cocaina/> Acesso em 10 mar. 2023.

ROCHA, Marcio; DA FONSECA, Daniel Farias. A Questão Cibernética e o Pensamento Realista. **Revista da Escola de Guerra Naval**, v. 25, n. 2, 2019.

SANTOS, Thauan. Economia de Defesa como uma Categoria Geral de Análise nas Ciências Econômicas. **Revista da Escola de Guerra Naval**, v. 24, p. 543-565, 2018.

SANTOS, Thauan. Economia do Mar. In: ALMEIDA, Francisco E. Alves de; MOREIRA, William de Sousa. **Estudos Marítimos: visões e abordagens**. Rio de Janeiro: Editora Humanitas, p. 355-388, 2019.

SANTOS, Thauan; BEIRÃO, André Panno; ARAUJO FILHO, Moacyr Cunha de; CARVALHO, Andréa Bento. **Economia azul: vetor para o desenvolvimento do Brasil**. São Paulo: Essential Idea Editora, 2022.

SCHOEMAKER, P. J. Scenario planning: A tool for strategic thinking. **Sloan Management Review**, v. 34, n. 2, 1993, 25-40.

SCHWAB, Klaus. **The fourth industrial revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2016.

SCHWARTZ, P. **The art of the long view: Planning for the future in an uncertain world**. Currency Doubleday, 1991.

SECRETARIA DE ENERGIA E ECONOMIA DO MAR. **Potencialidades Energéticas Do Estado do Rio de Janeiro**. Secretaria de Energia e Economia do Mar. 2023. Disponível em: <<https://www.seenemar.rj.gov.br/mapa-energia>>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SECRETARIA DE ENERGIA E ECONOMIA DO MAR. **Mapa das Energias Renováveis no Estado do Rio de Janeiro**. Secretaria de Energia e Economia do Mar. 2022. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1gduXuU32dT83aDHq82DwTuvvXQUIZewt/view?usp=share_link&usp=embed_facebook>. Acesso em: 14 jun. 2023.

SECRETARIA DE ESTADO DE FAZENDA DO RIO DE JANEIRO. **Recursos do Petróleo. 2022**. Disponível em: <<https://portal.fazenda.rj.gov.br/petroleo/>>. Acesso em: 10 out. 2022.

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-espo>>. Acesso em 27 mai. 2022.

SERVIÇO FEDERAL DE PROCESSAMENTO DE DADOS (SERPRO). **Porto Sem Papel**. Disponível em: <<https://concentrador.portosempapel.gov.br/portal/>>. Acesso em: 12 set. 2022.

SHAFIQ, Muhammad; KHAWAJA, Bilal A.; SABIR, Farah; QAZI, Sameer; MUSTAQIM, Muhammad. Data mining and machine learning methods for sustainable smart cities traffic classification: A survey. **Sustainable Cities and Society**, v. 60, p. 102-177, 2020.

SILVA, Jéssica Germano de Lima. Guarda Costeira dos Estados Unidos aponta aumento nos casos de incidentes cibernéticos marítimos. **Sementes de Futuro em Defesa**, v. 2, n. 29, p. 11, 2022.

SILVA, R. M; VIEIRA, G. B; KLIEMANN NETO, F. J; SENNA, L. A. The Application of Vessel Traffic Management Information System (VTMIS) Technology: A Comparative Study Between Brazil and Spain. **Revista Espacios**, v. 36, n. 22, pp. 15-22, 2015.

SILVA, Tiago Assis. A CRISE ESTRUTURAL DO DESEMPREGO E A REFORMA TRABALHISTA NEOLIBERAL DO BRASIL. **Scientia: Revista Científica Multidisciplinar**, v. 5, n. 2, p. 29-48, 2020.

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.

STEIN, Michael. Integrating Unmanned Vehicles in Port Security Operations: An Introductory Analysis and First Applicable Frameworks. **Ocean Yearbook**, n. 32, v. 1, p. 556-583, 2018.

STEVANOV, Branislav; TEŠIĆ, Zdravko; BOJIĆ, Sanja, GEORGIJEVIĆ, Milosav. Integrating port equipment maintenance process into Port Management Information System (PMIS). In: **6th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INDUSTRIAL ENGINEERING**. Faculty of Mechanical Engineering: Belgrade, pp. 65 – 68, 2015.

THE ECONOMIST. **Investments in ports foretell the future of global commerce**. The Economist, 14 jan. 2023. Disponível em: <<https://www.economist.com/interactive/business/2023/01/14/investments-in-ports-foretell-the-future-of-global-commerce>>. Acesso em: 16 jan. 2023.

THE WORLD BANK. **Brazil**. 2019. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/country/brazil?view=chart>>. Acesso em 02 jun. 2021.

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.

TIJAN, Edvard; AKSENTIJEVIC, Sasa. Seaport cluster information systems: a foundation for Port Community Systems' architecture. In: **2014 37th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)**. Opatija, Croatia: IEEE, p. 1557–1562, 2014. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/6859813/>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

TRIVIÑO, Juan Guzmán. **Walking towards port 4.0. through of digital transformation**. Izertis. 2019. Disponível em <<https://www.izertis.com/en/-/blog/walking-towards-port-rumbo-through-of-digital-transformation>>. Acesso em 22 jul.

TSIULIN, S., REINAU, K.H., HILMOLA, O.-P., GORYAEV, N. and KARAM, A. Blockchain-based applications in shipping and port management: a literature review towards defining key conceptual frameworks. **Review of International Business and Strategy**, vol. 30, n. 2, pp. 201-224, 2020.

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

UNITED NATIONS OFFICE ON DRUGS AND CRIME (UNODC). **Global Report on Cocaine 2023: Local dynamics, global challenges**. New York: United Nations, 2023.

UNITED NATIONS OFFICE ON DRUGS AND CRIME. **World Drug Report 2022**. New York: United Nations, 2022.

UNITED NATIONS. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Organização das Nações Unidas**. 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

UNITED NATIONS. **What Is Climate Change? United Nations Climate Action**. 2022. Disponível em: <<https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>>. Acesso em 27 abr. 2022a.

UNITED STATES COAST GUARD. Coast Guard Cyber Command. **2021 Cyber Trends & Insights in the Marine Environment**. Washington: CGCYBER, 2022.

UNITED STATES COAST GUARD. Systems Engineering Division. **Cyber Risk Management in the Maritime Transportation System**. Washington: CG-ENG-3, 2017.

VILLAS-BÔAS, Marcelo Santiago. **A CIA DOCAS do Rio de Janeiro e o uso de tecnologia de ponta em seus portos**. Companhia Docas do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2022.

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**, v.15, n. 01, 2022.

VILLAS-BÔAS, Marcelo Santiago; COSTA, Barbara Silva; COSTA, Paulo Victor da Silva; OLIVEIRA, Roberta Bonturi Nobrega de Oliveira; COSTA, Rodrigo Albuquerque. Sistemas De Monitoramento De Embarcações nas áreas marítimas dos portos organizados pela Companhia Docas do Rio de Janeiro. **Revista do Clube Naval**, v. 3, n. 404, p. 46-49, 2023.

VOGT, René. Guerra de Minas. **Revista Marítima Brasileira**, v. 140 n.04/06, p. 105 - 112, 2020.

WORLD ENERGY TRADE. **¿Qué es un puerto inteligente?** 09 may 2021. <https://www.worldenergytrade.com/logistica/puertos-y-aduanas/que-es-un-puerto-inteligente>>. Acesso em 21 jul. 2022.

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

YANG, Yongsheng; ZHONG, Meisu; YAO, Haiqing; YU, Fang; FU, Xiuwen; POSTOLACHE, Octavian. Internet of Things for Smart Ports: Technologies and Challenges. **IEEE Instrumentation & Measurement Magazine**, vol. 21, no. 1, pp. 34-43, 2018.

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**, v. 8, pp. 83387-83404, 2020.

ZIVIANI, F.; AMARANTE, E. P.; FRANÇA, R. D. S.; ISNARD, P.; FERREIRA, E. D. P. O impacto das práticas de gestão do conhecimento no desempenho organizacional: um estudo em empresas de base tecnológica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 24, n. 1, p. 61-83, 2019.

GLOSSÁRIO

Amazônia Azul: Conceito político-estratégico que se refere ao espaço marítimo brasileiro de dimensões comparáveis às da Amazônia terrestre, do qual o Brasil detém direitos de soberania e exploração econômica dos recursos naturais, também no subsolo marinho (Marinha do Brasil, 2020a).

Autoridade Marítima: No caso brasileiro, refere-se ao Comandante da Marinha designado para atuar como “Autoridade Marítima”, com competência para o trato de assuntos que cabem à Marinha do Brasil como atribuições subsidiárias previstas em lei (Brasil, 1999).

Autoridade Portuária: Entidade competente local responsável pela gestão e coordenação de um determinado empreendimento portuário.

Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro: Associação sem fins lucrativos com propósito de contribuir para o desenvolvimento de uma economia próspera para a região e benéfica para os seus associados e a sociedade. A organização almeja criar um ambiente de cooperação e parcerias para agentes econômicos, públicos e privados a partir de um espaço de diálogo e negociação entre Academia, Indústria e Governo (Cluster Tecnológico Naval do Rio de Janeiro, 2023).

Consciência Situacional Marítima: Conceito que trata sobre a capacidade de efetiva compreensão dos elementos relacionados ao meio marinho, capazes de causar impacto em âmbitos como defesa, segurança, economia e meio ambiente do entorno estratégico (Marinha do Brasil, 2020a).

e-Navigation: Conceito criado pela Organização Marítima Internacional que envolve a coleta, integração, intercâmbio, apresentação e análise de informações marítimas, a bordo e em terra, por meios eletrônicos, com o propósito de aprimorar a navegação, de berço a berço, e serviços relacionados, para a proteção e a segurança no mar, bem como a preservação do ambiente marinho (IMO, 2018).

Hélice Tripla (ou Hélice Tríplice): Um modelo de sinergia entre empresas, governos e universidades ou centros de pesquisas, que visa fomentar a produção de inovações tecnológicas em um determinado espaço.

Indústria 4.0: Espectro de revolução industrial que envolve a automação, digitalização e a integração de tecnologias avançadas nos processos de produção.

Infraestruturas Críticas: Infraestruturas que possuem dimensão estratégica, por desempenharem ao país um papel essencial para a segurança e soberania nacionais, para a integração e o desenvolvimento econômico sustentável, tais como infraestruturas de comunicações, de energia, de transportes, de finanças e de águas, entre outras (Brasil, 2018a).

Normas da Autoridade Marítima: São documentos com força de lei relacionados às atribuições e atividades da Marinha do Brasil como Autoridade Marítima.

Organização Marítima Internacional (*International Maritime Organization*): Agência temática especializada das Nações Unidas, responsável pela definição de medidas para melhorar a segurança e proteção do transporte marítimo internacional, assim como para evitar a poluição ambiental por navios.

Serviço de Tráfego de Embarcações (*Vessel traffic services*): Ampliação de um Serviço Portuário Local que atua para melhorar a segurança e eficiência do tráfego de embarcações e proteger o ambiente, com capacidade de interagir e responder às situações de tráfego (Marinha do Brasil, 2022a).

Serviço Portuário Local (*Local Port Services*): Ferramenta de informações com foco em melhorar a coordenação dos serviços portuários, por meio da disseminação de informações voltadas principalmente para a gestão do porto (Marinha do Brasil, 2022a).

Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul: Projeto estratégico da Marinha do Brasil voltado a monitorar e proteger, continuamente, as áreas marítimas de interesse e as águas interiores, seus recursos vivos e não vivos, seus portos, embarcações e infraestruturas, em face de ameaças, emergências, desastres ambientais, hostilidades ou ilegalidades, a fim de contribuir para a segurança e a defesa da Amazônia Azul e para o desenvolvimento nacional (Marinha do Brasil, 2020a).

Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações (*Vessel Traffic Management Information System*): Ampliação do Serviço de Tráfego de Embarcações que atua como um sistema de auxílio eletrônico à navegação, possuindo estrutura e capacidade para prover o monitoramento ativo do tráfego marítimo ou aquaviário atuando como um Sistema Integrado de Vigilância Marítima (Marinha do Brasil, 2022a).

Smart Port (Porto Inteligente ou Porto 4.0): Porto digital inteligente com capacidade de operar de forma automatizada e até mesmo autônoma, por meio de equipamentos e sistemas tecnológicos integrados.

Stakeholders: Partes interessadas envolvidas em projetos, processos ou organizações que têm interesse direto ou influência sobre o resultado destes.