

**ESCOLA DE GUERRA NAVAL**

**CMG JOÃO CANDIDO MARQUES DIAS**

**A IMPLEMENTAÇÃO DO *E-NAVIGATION* NO BRASIL: desafios, oportunidades e estratégias em benefício da segurança marítima na Amazônia Azul**

Rio de Janeiro  
2021

CMG JOÃO CANDIDO MARQUES DIAS

A IMPLEMENTAÇÃO DO *E-NAVIGATION* NO BRASIL: desafios, oportunidades e estratégias em benefício da segurança marítima na Amazônia Azul

Projeto de Pesquisa referente à Tese a ser apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Política e Estratégia Marítimas

Orientador: Orientador: CMG (Ref<sup>o</sup>) Cláudio Rogério de Andrade Flôr

Coorientador: CMG (RM1) Edson Carlos Furtado Magno

Rio de Janeiro  
Escola de Guerra Naval  
2021

## AGRADECIMENTO

À Deus, pela graça da vida, saúde e proteção.

Aos meus pais João e Maria (*in memoriam*), pela minha educação e caráter.

Ao Vice Almirante Edgar Luiz Siqueira Barbosa pelos ensinamentos e orientações primordiais para a elaboração deste trabalho.

Ao Capitão de Mar e Guerra (Ref<sup>o</sup>) Cláudio Rogério de Andrade Flôr, meu orientador, pela disponibilidade irrestrita, incentivo, confiança e serenidade, que foram fundamentais para a elaboração deste trabalho.

Ao Capitão de Mar e Guerra (RM1) Edson Carlos Furtado Magno, meu coorientador, profissional experiente e reconhecido por sua competência e dedicação às lides hidrográficas, pela disponibilidade em ajudar-me e pelas relevantes contribuições e sugestões.

Ao Capitão de Mar e Guerra (Ref<sup>o</sup>) Caetano Tepedino Martins, meu primeiro Comandante, a quem tive a satisfação de reencontrar este ano, e que me apoiou na revisão deste trabalho.

Aos Oficiais-Alunos da turma CPEM 2021, pelo companheirismo, debates enriquecedores e pela cordialidade.

À Escola de Guerra Naval, pela oportunidade oferecida no aprimoramento pessoal e profissional.

À Marinha do Brasil, por ser minha casa há trinta e três anos, por valorizar a meritocracia, por ter me propiciado todas as experiências e conquistas, muito além do que poderia almejar.

À minha querida Alzira, esposa e amiga de todo o tempo, e aos meus filhos João Pedro e Sophia, pelo apoio incondicional, paciência, inspiração e compreensão pelo tempo dedicado a este trabalho.

*Mudança é o processo no qual o futuro invade  
nossas vidas.*

*(Alvin Toffler)*

## RESUMO

O crescimento do transporte marítimo e as perspectivas de desenvolvimento das atividades ligadas à economia oceânica, têm levado à adoção de iniciativas internacionais para incrementar a segurança da navegação, a eficiência do comércio marítimo e a vigilância marítima, aliadas às medidas de proteção ao meio ambiente e de planejamento espacial marinho, a fim de contribuir com a segurança marítima. No âmbito da Organização Marítima Internacional, está sendo desenvolvido o conceito de Navegação Aprimorada, ou *e-Navigation*, cujo objetivo é harmonizar as informações marinhas, a bordo e em terra, fornecidas por sistemas eletrônicos, a fim de atender as necessidades presentes e futuras dos usuários do transporte marítimo, aumentar a segurança da navegação e a eficiência do comércio marítimo, reduzir a carga administrativa e contribuir para a preservação do ambiente marinho. No Brasil, a Autoridade Marítima, cuja consecução das tarefas cabe à Marinha do Brasil, tem exercido o protagonismo do tema no País e, em 2021, publicou sua primeira Estratégia para Implementação do Conceito de *e-Navigation* na Marinha do Brasil. Para elaborar estratégias que poderão contribuir com a Autoridade Marítima nesse desafio, foram identificadas tendências, analisadas oportunidades e ameaças, a partir do Plano de Implementação da Estratégia do *e-Navigation* da IMO, do projeto SMART-Navigation, da República da Coreia, e dos principais projetos europeus, em especial, do *Sea Traffic Management*. Foram realizadas comparações entre as tendências identificadas e as ações em andamento na Marinha do Brasil e no País, buscando fatos que pudessem contribuir ou causar óbices à sua implementação. Como resultado alcançado, foram formuladas ações estratégicas, divididas por áreas temáticas. Foram enunciadas dez diretrizes estratégicas, com destaque para a inclusão da área temática de Auxílios à Navegação na Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil; integração e centralidade das estações de *Vessel Traffic Service*; necessidade de implantação de uma infraestrutura de comunicações digitais marítimas; orientações para a confecção de um “conceito brasileiro para o *e-Navigation*” e para a criação de um Programa Estratégico de Navegação da Marinha do Brasil. Finalmente, foram identificados os benefícios do *e-Navigation* em relação ao Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz), bem como sua colaboração para a vigilância marítima.

Palavras-chave: *e-Navigation*. Navegação aprimorada. Segurança da navegação. Transporte marítimo. Comércio marítimo. Segurança marítima. SisGAAz. Vigilância marítima. Autoridade Marítima. *Vessel Traffic Service*. Auxílios à navegação.

## ABSTRACT

The growth of maritime transport and the prospects for development of activities related to ocean economy have led to the adoption of international initiatives to increase navigation safety, maritime trade efficiency and maritime surveillance, along with environmental protection and marine spatial planning measures in order to contribute to maritime security. The concept of Enhanced Navigation (or e-Navigation) is being developed by the International Maritime Organization to harmonize marine information on board and ashore provided by electronic systems, in order to meet present and future needs of maritime transport users, increase the safety of navigation and the maritime trade efficiency, reducing the administrative burden and contributing to marine environment preservation. In Brazil, the Maritime Safety Authority, whose tasks are carried out by the Brazilian Navy, has been playing a leading role in the subject of e-Navigation and, in 2021, had published its first e-Navigation Concept Implementation Strategy. In order to develop strategies that can contribute to the Brazilian Maritime Safety Authority in this challenge, trends were identified, and opportunities and threats were analyzed, based on the IMO's e-Navigation Strategy Implementation Plan, the south-Korean SMART-Navigation project, and the main European projects, especially the Sea Traffic Management. Comparisons were made between the identified trends and the actions in progress in the Brazilian Navy and in the country, looking for facts that could contribute or hinder their implementation. As a result, strategic actions were formulated, divided by thematic areas. Ten strategic guidelines were enunciated, with emphasis on the inclusion of Aids to Navigation thematic area in the Brazilian Navy's Science, Technology and Innovation Strategy; integration and centrality of Vessel Traffic Service stations; need to implement a maritime digital communications infrastructure; guidelines for the creation of a "Brazilian concept for e-Navigation" and for the creation of a Strategic Navigation Program for the Brazilian Navy. Finally, the benefits of *e-Navigation* to the Blue Amazon's Management System (SisGAAz) were identified, as well as its collaboration for maritime surveillance.

Keywords: e-Navigation. Enhanced Navigation. Maritime safety. Maritime transport. Maritime trade. Maritime security. SisGAAz. Maritime surveillance. Maritime Safety Authority. Vessel Traffic Service. Aids to Navigation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Fases do Conceito do <i>e-Navigation</i> .....	159
Figura 2 -	Confiabilidade de dados de navegação: navio inseguro.....	159
Figura 3 -	Confiabilidade de dados de navegação: navio seguro.....	160
Figura 4 -	Estações de referência DGPS do Brasil.....	160
Figura 5 -	Arquitetura conceitual para PNT marítimo resiliente.....	161
Figura 6 -	Sistemas de aumento de posição satelital no mundo.....	161
Figura 7 -	Exemplos de janela única e relacionamento de sistemas associados.....	162
Figura 8 -	Arquitetura do Porto Sem Papel.....	162
Figura 9 -	Arquitetura do SISTRAM.....	163
Figura 10 -	Família S-100 da <i>International Hydrographic Organization</i> .....	163
Figura 11 -	Arquitetura de amplo espectro do <i>e-Navigation</i> .....	164
Figura 12 -	Estrutura Organizacional do Projeto SMART-Navigation.....	164
Figura 13 -	SMART-Navigation Roadmap.....	165
Figura 14 -	Relação entre Serviços Técnicos e Serviços Marítimos.....	165
Figura 15 -	Atividades do Projeto SMART-Navigation.....	166
Figura 16 -	Dispositivos empregados a bordo para utilização do SMART-Navigation....	166
Figura 17 -	Centro de Operação do SMART-Navigation.....	167
Figura 18 -	Configuração da Rede LTE-Marítima.....	167
Figura 19 -	Inquéritos Administrativos sobre Acidentes e Fatos da Navegação.....	168
Figura 20 -	Sistema de Comunicação do <i>e-Navigation</i> .....	169
Figura 21 -	Desempenho das redes 4G-LTE nas cidades da região Ásia-Pacífico.....	169
Figura 22 -	Arquitetura do Sistema de Comunicação Digital Marítima LTE-Marítima...	170
Figura 23 -	Infraestrutura de LTE-Marítima em terra (a esquerda) e a bordo (direita)....	170
Figura 24 -	Conceito da Plataforma de Conectividade Marítima.....	171

Figura 25 -	Arquitetura geral do SMART-Navigation.....	171
Figura 26 -	Diagrama geral dos serviços do SMART-Navigation.....	172
Figura 27 -	e-Maritime Strategic Framework.....	172
Figura 28 -	Linha do tempo do programa STM.....	173
Figura 29 -	Concepção da infraestrutura digital por camadas do setor marítimo.....	173
Figura 30 -	Arquitetura do STM.....	174
Figura 31 -	Visão geral dos tipos de projetos de janelas únicas e cenários-cliente.....	174
Figura 32 -	Serviços Marítimos de gerenciamento de viagem do STM.....	175
Figura 33 -	Arquitetura do STM.....	175
Figura 34 -	Conceito da infraestrutura digital marítima da Guarda Costeira Japonesa....	176
Figura 35 -	European Maritime Safety Window.....	205



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Estrutura Comum de Dados Marítimos (IHO).....	177
Tabela 2 -	Estrutura Comum de Dados Marítimos (IALA).....	177
Tabela 3 -	Estrutura Comum de Dados Marítimos – demais organizações.....	178
Tabela 4 -	Portfólio de Serviços Marítimos.....	178
Tabela 5 -	Atividades e Serviços do Projeto SMART-Navigation.....	179
Tabela 6 -	Efeitos potenciais de redução de acidentes pela implementação do SMART-Navigation em embarcações pesqueiras e não-SOLAS.....	180
Tabela 7 -	Lista de organizações com identidade .....	180
Tabela 8 -	SUMÁRIO de <i>testbeds</i> .....	181
Tabela 9 -	Tabela de correlação entre projetos de <i>e-Navigation</i> e os serviços planejados para o <i>EfficientSea2</i> .....	187

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFTM -	<i>Air Traffic Flow Management</i>
AIS -	<i>Automatic Identification System</i> = Sistema de identificação automática
AM -	Autoridade Marítima
AMB -	Autoridade Marítima Brasileira
AML -	<i>Additional Military Layer</i>
AMSA -	<i>Australian Maritime Safety Authority</i> = Autoridade Marítima australiana
ANP -	Agência Nacional do Petróleo
AP -	<i>Access Point</i>
API -	<i>Application Program Interface</i>
AS -	<i>Augmentation Service</i>
ASF -	<i>Additional Secondary Factor</i>
ASM -	<i>Application Specific Messages</i> = Mensagens de Aplicação Específica
ATM -	<i>Air Traffic Management</i> = Gerenciamento de Tráfego Aéreo
AtoN -	<i>Aid to Navigation</i>
BAM -	<i>Bridge Alert Management</i>
BHMN -	Base de Hidrografia da marinha em Niterói
BIIT -	<i>Self-Check/Built-In Integrity Test</i>
BS -	<i>Base Station</i>
C,T&I -	Ciência, Tecnologia e Inovação
CAG -	Circulação Aérea Geral
CAMR -	Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego
CASNAV -	Centro de Análises de Sistemas Navais
CCA-IMO -	Comissão Coordenadora para os Assuntos da Organização Marítima Internacional
CHM -	Centro de Hidrografia da Marinha
CIABA -	Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar
CIAGA -	Centro de Instrução Almirante Graça Aranha
CINDACTA -	Centros Integrados de Defesa Aérea e Circulação do Tráfego Aéreo
CIRM -	Comissão Interministerial para Recursos do Mar
CIRM -	<i>Comité International Radio-Maritime</i>
CISE -	<i>Common Information Sharing Environment</i>
CISMAR -	Centro Integrado de Segurança Marítima

CISNE -	Centro de Integração de Sensores e de Navegação Eletrônica
CM -	Comandante da Marinha
CMDS -	<i>Common Maritime Data Structure</i> = Estrutura Comum de Dados Marítimos
CMR -	Calado Máximo Recomendado
CMRE -	Centro Marítimo para Pesquisa e Experimentação Marítima (NATO)
CNS -	Sistema Comunicações, Navegação e Vigilância
COM -	Circulação Operacional Militar
ComDN -	Comando/Comandante de Distrito Naval
CONAPORTOS -	Comissão Nacional das Autoridades nos Portos
CONAPRA -	Conselho Nacional de Praticagem
CONOPS -	Conceito Operacional
COTS -	<i>Commercial Off-The-Shelf</i>
CSW -	<i>Customs Single Window</i>
D-HF -	<i>Digital High Frequency</i>
DDS -	<i>Data Distribution Service</i>
DGN -	Diretor/Diretoria-Geral de Navegação
DGNSS -	<i>Differential Global Navigation Satellite System</i>
DGPS -	<i>Differential Global Position System</i>
DHN -	Diretor/Diretoria de Hidrografia e Navegação
DHS -	<i>United States Department of Homeland Security</i>
DLoran -	<i>Differential Long Range Navigation</i>
DMA -	<i>Danish Maritime Authority</i> = Autoridade Marítima dinamarquesa
DPC -	Diretor/Diretoria de Portos e Costas
DR -	<i>Dead Reckoning</i>
ECDIS -	<i>Electronic Chart Display and Information System</i>
ECS -	<i>Electronic Chart System</i>
EFCA -	Agência Europeia de Controle da Pesca
EGNOS -	<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i>
eLoran -	<i>Enhanced Long Range Navigation</i> = Loran Aprimorado
EMA -	Estado-Maior da Armada
eMAR -	<i>Maritime Strategic Framework and Simulation based Validation</i>
EMGEPRON -	Empresa Gerencial de Projetos Navais
eMir -	<i>e-Maritime Integrated Research Platform</i>

EMSA -	<i>European Maritime Safety Agency</i> = Agência Europeia de Segurança Marítima
EMSF -	<i>e-Maritime Strategic Framework</i>
EMSN -	<i>European Maritime Simulator Network</i>
EMSW -	<i>European Maritime Single Window</i>
ENAV -	<i>e-Navigation</i>
ENC -	<i>Electronic Navigational Chart</i> = Cartas Náuticas Eletrônicas
ENUW -	<i>E-Navigation Underway</i>
EPIRB -	<i>Emergency Position-Indicating Radiobeacon</i>
EPM -	Ensino Profissional Marítimo
ERDGNSS -	Estação de Referência do <i>Differential Global Navigation Satellite System</i>
ERDGPS -	Estação de Referência do <i>Differential Global Position System</i>
ERTMS -	<i>European Railway Traffic Management System</i>
ESA -	<i>European Space Agency</i> = Agência Espacial Europeia
EU -	<i>European Union</i>
EUA -	Estados Unidos da América
FAB -	Força Aérea Brasileira
FAL -	<i>Facilitation of Internatinal Maritime Traffic</i>
FDAQ -	Folga Dinâmica Abaixo da Quilha
FM -	<i>Flow Management</i>
FP7-	<i>Framework Programmes</i>
Frontex -	Guarda Costeira Europeia
GANP -	<i>Global Air Navigation Plan</i>
GATMOC -	Conceito Operacional ATM Global
Gbps -	Gigabite por segundo
GEF -	<i>Global Environment Facility Trust Fund</i>
GIS -	<i>Geographic Information System</i> = Sistema de Informação Geográfico
GLA -	<i>General Lighthouse Authorities</i>
GLONASS -	Sistema de Navegação por Satélite da Rússia
GMDSS -	<i>Global Maritime Distress and Safety System</i>
GMWG -	<i>Geospatial Maritime Working Group</i>
GNSS -	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS -	<i>Global Position System</i>
GSA -	<i>GNSS European Agency</i>

GSM -	<i>Global System for Mobile Communications</i>
GTI -	Grupo de Trabalho Interministerial
HCD -	<i>Human-Centred Design</i>
HF -	<i>High Frequency</i>
IAFN -	Inquéritos Administrativos sobre Acidentes e Fatos da Navegação
IALA -	<i>International Association of Lighthouse Authorities</i>
IAMSAR -	<i>International Aeronautical and Maritime Search and Rescue</i>
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICAO -	<i>International Civil Aviation Organization</i>
ICT -	Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação
IEC -	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEHG -	<i>Inland ENC Harmonization Group</i>
IHMA -	<i>International Harbour Masters Association</i>
IHO -	<i>International Hydrographic Organization</i>
IMO -	<i>International Maritime Organization</i> = Organização Marítima Internacional
IMP -	<i>Integrated Maritime Policy</i>
IMPA -	<i>International Maritime Pilot's Association.</i>
INS -	<i>Integrated Navigation Systems</i>
INTERREG -	<i>European Regional Development Fund</i>
IOC -	<i>Intergovernmental Oceanographic Commission</i>
IoT -	“Internet das coisas”
IP -	<i>Internet Protocol</i>
IRNSS -	<i>Indian Regional Navigation Satellite System</i>
ITU -	<i>International Telecommunication Union</i>
JCOMM -	<i>Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology</i>
Kbps -	Quilobites por segundo
KIMST -	<i>Korea Institute of Marine Science &amp; Technology</i>
KOLAS -	<i>Korea Laboratory Accreditation Scheme</i>
KR -	<i>Korean Registrar</i>
KRISO -	<i>Korea Research Institute of Ships &amp; Ocean Engineering</i>
LABGENE -	Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica
LEO -	<i>Low Earth Orbit</i> = Satélite de Órbita Baixa
LF -	<i>Low frequency</i> = Baixa Frequência
Loran -	<i>Long Range Navigation</i>

LPS -	Serviço de Porto Local
LRIT -	<i>Long-Range Identification and Tracking</i>
LTE -	<i>Long Term Evolution</i>
M-RAIM -	<i>Maritime Receiver Autonomous Integrity Monitoring</i>
M2M -	<i>Machine to machine</i>
MarRINav -	<i>Maritime Resilience and Integrity in Navigation</i>
MAS -	<i>China Maritime Safety Administration</i> = Autoridade Marítima chinesa
MAS -	<i>Maritime Assistance Service</i> = Serviço de Assistência Marítima
MASS -	<i>Maritime Autonomous Surface Ships</i>
MB -	Marinha do Brasil
Mbps -	Megabites por segundo
MCC -	<i>Maritime Connectivity Platform Consortium</i>
MCP -	<i>Maritime Connectivity Platform</i>
MEH -	<i>Marine Electronic Highway</i>
MESIS -	<i>Maritime Environment and Safety Information Service</i>
MF -	<i>Medium Frequency</i> = Frequência Média
MIR -	<i>Maritime Identity Registry</i>
MMS -	<i>Maritime Messaging Service</i>
MOF -	Ministério dos Oceanos e da Pesca da República da Coreia
MOU -	Memorando de Entendimento
MRCC -	<i>Maritime Rescue Coordination Center</i>
MRN -	<i>Maritime Resource Name</i>
MSC -	<i>Maritime Safety Committee</i> = Comitê de Segurança Marítima
MSI -	<i>Maritime Safety Information</i> = Informações de Segurança Marítima
MSP -	<i>Maritime Services Portfolio</i> = Portfólio de Serviços Marítimos
MSR -	<i>Multi-System Receiver</i> = Receptores de Radionavegação Multisistemas
MSW -	<i>Maritime Single Window</i> = Janela Única Marítima
NAMAS -	<i>Navigation Monitoring &amp; Assistance Service</i>
NApOc -	Navio de Apoio Oceânico
NARI -	Instituto de Pesquisa da Academia Naval da França
NAS -	<i>Navigational Assistance Service</i> = Serviço de Assistência de Navegação
NATO -	<i>North Atlantic Treaty Organization</i> = Organização do Tratado do Atlântico Norte
NCA -	<i>Norwegian Coastal Administration</i> = Autoridade Marítima norueguesa

NCSR -	<i>Navigation, Communications and Search and Rescue</i>
NOAPR -	<i>Notice of Arrival and Pilot Request Specification</i>
NORMAM -	Norma da Autoridade Marítima
NPI -	<i>Australian Government's National Positioning Infrastructure</i>
NPo -	Navio Polar
NSW -	<i>National Single Window</i>
OACI -	Organização de Aviação Civil Internacional
OCDE -	<i>Organisation for Economic Co-Operation and Development</i> = Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OHI -	Organização Hidrográfica Internacional
OM -	Organização Militar
OMG -	<i>Object Management Group</i>
ONU -	Organização das Nações Unidas
OOW -	<i>Officer on Watch</i>
OPERANTAR -	Operação Antártica
OTAN -	<i>North Atlantic Treaty Organization</i> = Organização do Tratado do Atlântico Norte
PCS -	<i>Port Community System</i>
PEM -	Planejamento Espacial Marinho
PEM 2040 -	Plano Estratégico da Marinha 2040
PIB -	Produto Interno Bruto
PITAS -	<i>Pilot &amp; Tugs Assistance Service</i>
PKI -	<i>Public Key Infrastructure</i>
PMG -	Períodos de Manutenção Geral
PMN -	Política Marítima Nacional
PNSIC -	Política Nacional de Segurança de Infraestruturas
PNT -	<i>Positioning, Navigation and Timing</i>
PO -	<i>Project Office</i>
PortCDM -	<i>Port Collaborative Decision Making</i>
PPU -	<i>Pilot's Portable Unit</i> = Unidades Portáteis de Praticagem
PREPS -	Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite
PSP -	Porto Sem Papel
PSW -	<i>Port Single Window</i>
QZSS -	<i>Quasi-Zenith Satellite System</i>

R-Mode -	<i>Ranging Mode</i>
RAIM -	<i>Receiver Autonomous Integrity Monitoring</i>
RCO -	<i>Risk Control Options</i>
REDSS -	<i>Real-time Electronic Navigational Chart Distribution &amp; Streaming Service</i>
RENEC -	Rede Nacional de Estações Costeiras
RISE -	<i>Research Institutes of Sweden</i>
RM -	Reserva da Marinha
RPB-IMO -	Representação Permanente Brasileira na Organização Marítima Internacional
S-Mode -	<i>Standard Operation Mode</i> = Modo de Operação Padronizado
SA -	<i>Selective Availability</i> = Disponibilidade Seletiva
SAR -	Busca e Salvamento = <i>Search and Rescue</i>
SAR -	Radar de Abertura Sintética
SART -	<i>Search and Rescue Transponder</i>
SBAS -	<i>Satellite Based Augmentation Services</i>
SBSMS -	<i>Ship-Borne System Monitoring Service</i>
SeaSWIM -	<i>Sea System Wide Information Management</i>
SECIRM -	Secretário/Secretaria da Comissão Interministerial para Recursos do Mar
SEG -	<i>SafeSeaNet Ecosystem Graphical User Interface</i>
SEP -	Secretaria de Portos
SESAR -	<i>Single European Sky Air Traffic Management Research</i>
SIMMAP -	Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades do Petróleo
SIP -	<i>e-Navigation Strategy Implementation Plan</i>
SisC2Geo -	Sistema de Comando e Controle Georreferenciado
SISCEAB -	Sistema de Controle do Espaço Aéreo
SISCOMEX -	Sistema Integrado de Comércio Exterior
SisGAAz -	Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul
SISTRAM -	Sistema de Informações Sobre o Tráfego Marítimo
SM -	Serviços Marítimos
SMA -	<i>Swedish Maritime Administration</i> = Autoridade Marítima sueca
SOLAS -	<i>International Convention for the Safety of Life at Sea</i>
SORPS -	<i>Safe &amp; Optimal Route Planning Service</i>
SQA -	<i>Software Quality Assurance</i>
SSN -	<i>SafeSeaNet</i>



SSN Norway-	<i>SafeSeaNet Norway</i>
STL -	<i>Satelles</i>
STM -	Sea Traffic Managment
SW -	<i>Single Window</i>
TI -	Tecnologia da Informação
TMAS -	<i>Telemedical Assistance Service</i>
TOE -	Controle de Tempo de Emissão
TOS -	Serviço de Organização do Tráfego = <i>Traffic Organization Service</i>
TS -	<i>Technical Services</i>
TSW -	<i>Trade Single Window</i>
TUF -	Tarifa Única de Faróis
TUP -	Terminais de Uso Privado
UKCM -	<i>Under Keel Clearance Management</i>
USArmy -	Exército dos EUA
USCG -	Guarda Costeira dos EUA
UTC -	<i>Universal Time Coordinated</i> = Tempo Universal Coordenado
VDES -	<i>VHF Data Exchange System</i>
VHF -	<i>Very High Frequency</i>
VM -	<i>Voyage Management</i>
VTMIS -	Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações
VTS -	<i>Vessel Traffic Service</i>
VUMAR -	<i>Ventanilla Única Marítima</i>
WLAN -	<i>Wireless Local Area Network</i>
WMO-	<i>World Meteorological Organization</i>
WP -	<i>Work Packages</i>
WRC -	<i>World Radio Conference</i>
WWRNS -	<i>World Wide Radio Navigation System</i> = Sistema de Radionavegação Mundial
ZEE -	Zona Econômica Exclusiva

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2</b>	<b>O CONCEITO DE NAVEGAÇÃO APRIMORADA: <i>e-NAVIGATION</i></b> .....	23
2.1	<i>Análise das soluções do e-Navigation</i> .....	24
2.1.1	Serviço de Posição, Navegação e Tempo resiliente, íntegro e confiável.....	26
2.1.2	Janela única marítima.....	32
2.1.3	Estrutura comum de dados marítimos padrão S-100.....	35
2.1.4	Os serviços marítimos e o conceito ampliado de <i>Vessel Traffic Service</i> .....	36
2.2	Arquitetura geral e conectividade.....	41
2.3	Síntese e conclusão parcial.....	44
<b>3</b>	<b>A IMPLEMENTAÇÃO DO <i>E-NAVIGATION</i> NA REPÚBLICA DA COREIA</b> .....	47
3.1	Visão geral do modelo de desenvolvimento por <i>testbeds</i> .....	47
3.2	Projeto SMART-Navigation.....	49
3.2.1	Gestão estratégica, organização e governança.....	49
3.2.2	Gestão de projetos e desenvolvimento dos serviços técnicos.....	54
3.2.3	Infraestrutura de operação e de comunicações.....	57
3.2.3.1	Avaliação do impacto do <i>e-Navigation</i> para embarcações não-SOLAS.....	58
3.2.4	Plataforma de conectividade marítima.....	63
3.3	Síntese e conclusão parcial.....	67
<b>4</b>	<b>A IMPLEMENTAÇÃO DO <i>E-NAVIGATION</i> NO CONTINENTE EUROPEU</b> .....	70
4.1	Iniciativas europeias para a integração marítima.....	70
4.2	Benefícios para a segurança marítima e para o SisGAAz.....	75
4.3	Principais projetos europeus para o <i>e-Navigation</i> .....	78
4.4	Similaridades ao Programa SIRIUS da Aeronáutica.....	86
4.5	Síntese e conclusão parcial.....	88
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	92

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	99
<b>APÊNDICE A</b> – Análise detalhada das Soluções S1 a S5 do Plano de Implementação da Estratégia do <i>e-Navigation</i> (Sip-Update1).....	117
<b>APÊNDICE B</b> – Entrevista com o Capitão de Fragata (RM1-T) Antonio Cezar Souza Sales: emprego do Porto Sem Papel (PSP) como janela única marítima....	141
<b>APÊNDICE C</b> – Pesquisa de Campo: percepção sobre o e-Navigation.....	143
<b>APÊNDICE D</b> – Ações Estratégicas complementares para implementação do <i>e-Navigation</i> no Brasil.....	147
<b>ANEXO E</b> - Figuras e ilustrações.....	159
<b>ANEXO F</b> - Tabelas.....	177
<b>ANEXO G</b> – Extrato da Estratégia para Implementação do Conceito de <i>e-Navigation</i> na Marinha do Brasil.....	189
<b>ANEXO H</b> – Visão geral dos produtos e serviços da Agência de Segurança Marítima Europeia (EMSA).....	203

# 1 INTRODUÇÃO

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em seu relatório – *The Ocean Economy in 2030* – traça diversos cenários e possibilidades para o uso econômico dos oceanos e projeta que o mar irá dobrar, em bases de 2010, a sua contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB) global, alcançando 3 trilhões de dólares norte-americanos até 2030, com especial crescimento nas atividades de aquicultura marinha, energia eólicas *offshore*, processamento de pesca e indústria naval. Em termos do transporte marítimo global, estima-se que, entre 2020 e 2040, haja um crescimento total de aproximadamente 76,3% (em toneladas) e que o volume de contêineres dobre até 2035 (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2016, p. 13-18 e 190). Portanto, é esperado que a transformação da paisagem industrial oceânica traga desafios de toda sorte, especialmente, quanto à proteção do meio ambiente e à segurança do transporte marítimo, ao que as organizações internacionais têm buscado adotar uma série de políticas e iniciativas que contribuam com o uso sustentável do mar, o que exige por parte dos Estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU) providências para a consecução dos objetivos estabelecidos. No Brasil, tais atividades são exercidas à luz do art. 17 da Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999 (BRASIL, 1999a), que atribui ao Comandante da Marinha (CM) as responsabilidades de Autoridade Marítima<sup>1</sup> (AM), cabendo à Marinha do Brasil (MB), a consecução das tarefas inerentes à segurança da navegação, orientação da Marinha Mercante, fiscalizações de leis e regulamentos, cooperação com órgãos federais para a repressão de delitos, e a formulação e condução de políticas nacionais voltadas ao mar.

Motivado por compreender e colaborar com a MB no cumprimento desse conjunto de atribuições, a presente tese realizará um estudo comparativo, tendo como tema a – Autoridade Marítima Brasileira (AMB) e o modelo adotado em outros Estados –, uma vez que o Brasil deve manter-se como um ator relevante, dada a importância da economia oceânica para um País que possui a décima maior Zona Econômica Exclusiva<sup>2</sup> do mundo, com uma área de quase 3,6 milhões de km<sup>2</sup>, por onde passam aproximadamente 95% do comércio exterior; de onde retiramos cerca de 95% do petróleo, 80% do gás natural<sup>3</sup> e 45% do pescado;

---

<sup>1</sup> Autoridade Marítima, exercida pelo Comandante da Marinha (CM), para fins deste trabalho, é aquela que “[...] possui competência para o trato dos assuntos que cabem à (MB) como atribuições subsidiárias. São atribuições subsidiárias todas aquelas conferidas à MB por norma legal e que não sejam relacionadas com a defesa da pátria e a garantia dos poderes constitucionais, da lei e da ordem, como estabelecido na Constituição Federal.” (MARINHA DO BRASIL, 1999, página inicial).

<sup>2</sup> (PWC PORTUGAL, 2020, p. 14).

<sup>3</sup> (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2021, p. 2-3).

e em cuja zona costeira adjacente vivem, segundo o último censo demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 26,58% da população brasileira, o equivalente a 50,7 milhões de habitantes<sup>4</sup>, dos quais parte ocupa 24% do total das 1,8 milhões de vagas do mercado global de trabalho da indústria *offshore* de petróleo e gás, colocando o Brasil em primeiro lugar nesse ranking em 2010<sup>5</sup>.

Consoante com o tema selecionado e com o cenário de crescimento apresentado, a Organização Marítima Internacional (IMO), cuja missão é promover um transporte marítimo seguro, protegido, eficiente e sustentável<sup>6</sup>, vem desenvolvendo o conceito de Navegação Aprimorada (*e-Navigation*), criado durante reunião do Comitê de Segurança Marítima (NAV-53), em 2006, com o objetivo central de aumentar a segurança da navegação, uma vez que muitos acidentes continuavam a ocorrer, apesar da disponibilidade de uma série de tecnologias de navegação eletrônica (MARINHA DO BRASIL, 2020d). Igualmente atenta ao assunto, a MB incorporou o *e-Navigation* no Plano Estratégico da Marinha 2040 (PEM 2040), o qual prevê que “[...] a implantação do conceito de ‘navegação aprimorada’ (*e-Navigation*), harmonizando sistemas de navegação e serviços portuários, incrementará a eficiência comercial marítima e fluvial, contribuindo de forma direta para a consolidação da proteção oferecida pelo SisGAAz<sup>7</sup>.” (MARINHA DO BRASIL, 2020h, p. 41).

Por outro lado, segundo Hagen (2017), além do fim ao qual se propõe, que é a redução de acidentes de navegação, o *e-Navigation* também terá um papel central para a inserção do ambiente marítimo na indústria 4.0<sup>8</sup>, pois está intimamente correlacionado às tecnologias de informação e comunicações, com possibilidade de coletas de dados *online* a qualquer tempo e lugar, propiciando um ambiente favorável ao desenvolvimento de técnicas analíticas de *bigdata*, num cenário holístico mais amplo. Segundo a OCDE (2016), dentre as cinco forças<sup>9</sup> que moldarão a evolução da economia oceânica no futuro próximo, o *e-Navigation* é citado como uma das inovações que conduzirão a uma transformação disruptiva, pois afeta diversas áreas do setor marítimo simultaneamente. Identifica, ainda, que algumas dessas tecnologias emergentes já estão no horizonte, indiretamente associadas ao próprio *e-Navigation*, como as embarcações autônomas e não tripuladas e a operação remota de plataformas, emprestando uma nova perspectiva à vigilância marítima.

<sup>4</sup> (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011, p. 117).

<sup>5</sup> (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2016, p. 174).

<sup>6</sup> (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2021).

<sup>7</sup> Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz).

<sup>8</sup> “A Indústria 4.0 também chamada de Quarta Revolução Industrial, engloba um amplo sistema de tecnologias avançadas como inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação em nuvem que estão mudando as formas de produção e os modelos de negócios no Brasil e no mundo” (INDÚSTRIA 4.0, 2021).

<sup>9</sup> (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2016, p. 25).

À parte dos relevantes aspectos econômicos e tecnológicos, o *e-Navigation* é, de fato, um conceito voltado ao aperfeiçoamento da navegação e, segundo Hagen (2017, p. 19-34), possui os seguintes objetivos: a segurança, incluindo a redução de acidentes; a eficiência e redução de custos; a proteção do meio ambiente; a padronização global e técnica; o incremento e harmonização das comunicações; e a melhoria do preparo profissional dos marítimos. Pode-se, assim, estabelecer uma conexão direta entre tais objetivos e as responsabilidades da AM, permitindo concluir que a implementação do *e-Navigation* se trata, na realidade, de uma grande oportunidade para que a MB desenvolva ainda mais sua liderança, aperfeiçoe a governança marítima, incentive a inovação disruptiva, contribua para a “economia azul”, para a eficiência do transporte marítimo, para a segurança marítima<sup>10</sup> e da navegação e, portanto, para a melhoria do seu próprio desempenho como AM.

No Brasil, a primeira Estratégia para Implementação do Conceito de *e-Navigation*, no âmbito da MB, constante do Anexo G, foi recentemente aprovada<sup>11</sup> e o assunto encontra-se dentre as diretrizes preliminares da nova Política Marítima Nacional (PMN), a ser discutida pelo Grupo de Trabalho Interministerial (GTI), instituído pelo Decreto nº 10.607, de 22 de janeiro de 2021 (BRASIL, 2021a), ratificando a relevância e contemporaneidade do assunto, o qual, portanto, será tratado por este trabalho sob o título: “A implementação do *e-Navigation* no Brasil: desafios, oportunidades e estratégias em benefício da segurança marítima da Amazônia Azul<sup>12</sup>”. Apesar de a MB já estar realizando avanços no tema, fruto de grupos de trabalho estabelecidos, desde 2006, e de Estratégias e Planos confeccionados no âmbito da Diretoria Geral de Navegação, desde 2017, vislumbra-se como problema que a efetiva implementação do *e-Navigation* no Brasil, objeto deste estudo, ao longo dos 5,7 milhões de km<sup>2</sup> da Amazônia Azul, nas centenas de instalações portuárias ao longo de 7.400 km de costa e 60.000 km de hidrovias, seja um grande desafio para a Autoridade Marítima e para o País, havendo necessidade de planejamento e articulação em âmbito nacional. Nesse contexto, foi estabelecida como questão central, e objetivo principal

---

<sup>10</sup> Segurança Marítima, para fins deste trabalho, é “[...] a manutenção da ‘boa ordem’ no mar [...]”, conforme estabelecido por Till (2018; p. 307, tradução nossa), a fim de garantir sua plena utilização como área de soberania; como fonte de recursos; como meio de transporte marítimo e de informações; e como ambiente seguro, produtivo e sustentável, além de conhecido e valorizado por todos. Inclui as vertentes segurança do tráfego aquaviário (“*maritime/marine safety*”) e proteção marítima (“*maritime security*”).

<sup>11</sup> Estratégia para Implementação do Conceito de *e-Navigation* na MB, aprovada em 9 de junho de 2021, por mensagem administrativa do Gabinete do Comandante da Marinha. A presente tese utilizou como fonte a minuta da estratégia, transcrita parcialmente na Parte II do Anexo G, a qual foi aprovada sem alteração.

<sup>12</sup> Amazônia Azul®, segundo a Estratégia Nacional de Defesa, é a “[...] região 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. Ela deve ser interpretada sob quatro vertentes: econômica, científica, ambiental e de soberania [...]” (BRASIL, 2020c, p. 75).

do estudo, entender como implementar o *e-Navigation* no Brasil, propondo-se a formular ações e diretrizes estratégicas para a MB, que sejam relevantes para a estruturação de projetos e programas. Para alcançar a proposição, além da introdução e da conclusão, a tese será desenvolvida em três capítulos, numerados de dois a quatro.

O capítulo dois terá como objeto de estudo o *Plano* de Implementação da Estratégia do *e-Navigation* da IMO, denominada *SIP-update*<sup>13</sup>, base teórica deste trabalho, e buscará responder “o que é o *e-Navigation*”. Para tal, o objetivo estruturante do capítulo será identificar tendências, analisar oportunidades e ameaças, comparando-as com as ações em andamento na MB e no País, buscando fatos que possam contribuir ou causar óbices à sua implementação, a fim de formular diretrizes e ações estratégicas para a MB.

À luz dos elementos fundamentais da estratégia da IMO, o capítulo três terá como objeto de estudo o projeto SMART-Navigation, da República da Coreia, uma das principais iniciativas para a implementação do *e-Navigation* na Ásia e no mundo. Nele serão examinadas as atividades de caráter prático, que levaram à efetiva operacionalização do conceito, buscando complementar o entendimento de “o que é o *e-Navigation*” e contribuir para responder “como implementar o *e-Navigation*”. Para tal, o capítulo terá como objetivos estruturantes: identificar tendências; analisar oportunidades e ameaças; e formular ações e diretrizes estratégicas. Igualmente serão realizadas comparações com as ações em andamento no País, com especial atenção para os aspectos técnicos e de governança.

O objeto de estudo do capítulo quatro será a implementação do *e-Navigation* na Europa. Além de concluir o entendimento de “como implementá-lo”, terá como foco entender quais os propósitos e finalidades do *e-Navigation*, ou seja, “para que implementá-lo”. Para tal, os objetivos deste capítulo serão: identificar a existência de correlação entre a origem do *e-Navigation* e as políticas marítimas na Europa; analisar como, e em quais áreas, o *e-Navigation* pôde beneficiá-las; e avaliar como o *e-Navigation* poderá contribuir com o monitoramento e proteção da Amazônia Azul. Também serão estudados os principais projetos europeus, a fim de confirmar as tendências constatadas nos capítulos anteriores e verificar novas oportunidades e desafios, de modo a complementar as ações e diretrizes estratégicas.

Por fim, a metodologia aplicada será a pesquisa bibliográfica aos documentos oficiais da IMO, da *International Association of Lighthouse Authorities* (IALA), e da Organização Hidrográfica Internacional (IHO), além de livros e trabalhos científicos sobre o *e-Navigation*, bem como dos relatórios de projetos e conferências sobre o *e-Navigation*.

---

<sup>13</sup> (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

## 2 O CONCEITO DE NAVEGAÇÃO APRIMORADA: *e-NAVIGATION*

Na busca pelo delineamento de estratégias que contribuam para a implementação do *e-Navigation* no Brasil, é primordial compreender que o tema trata de um *conceito*, cujo propósito é aperfeiçoar a navegação global. Ou seja, o *e-Navigation* não é um sistema ou um equipamento eletrônico de navegação. Segundo Lim (citado por HAGEN, 2017), Secretário-Geral da IMO, a navegação eletrônica já existe há muito tempo, devendo o *e-Navigation* ir além das tecnologias que já fazem parte da vida do navegante, alcançando os procedimentos operacionais, documentações e o ensino profissional marítimo (EPM).

Assim, desde 2009, quando da emissão da Estratégia para o Desenvolvimento e Implementação do *e-Navigation* (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2009), a definição desse conceito, conforme traduzida pela MB, em sua estratégia correspondente no âmbito da DHN, continua sendo “[...] a coleta, integração, intercâmbio, apresentação e análise harmonizados de informações marinhas, [...] com o propósito de aprimorar a navegação de berço a berço [...] para a proteção e a segurança no mar, bem como a preservação do ambiente marinho.” (MARINHA DO BRASIL 2020d, p. 1).

Tal definição, por sua vez, se coaduna à própria missão da IMO<sup>14</sup>, que busca promover um transporte marítimo seguro, protegido e eficiente, aliado à sustentabilidade e aos cuidados com o meio ambiente, o que se reflete na mais recente atualização do *Plano de Implementação da Estratégia do e-Navigation*, doravante denominado *SIP-update*<sup>15</sup>, em que a IMO pretende balizar – a entrada definitiva do comércio e do transporte marítimos no mundo digital –, com o robustecimento da infraestrutura de transmissão de dados e comunicações, e da padronização e automatismo da troca de informações entre navio e terra (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

O *e-Navigation* propiciará benefícios ao incrementar o *streaming* digital de informações eletrônicas em prol da navegação marítima de berço a berço, ou seja, desde a fase do planejamento de uma viagem, durante a sua execução e mesmo no período pós-viagem, conforme ilustrado na FIG. 1. Isso aumentará a eficiência do transporte e do

---

<sup>14</sup> "The mission of the International Maritime Organization (IMO) as a United Nations specialized agency, is to promote **safe, secure, environmentally sound, efficient and sustainable shipping through cooperation**. This will be accomplished by adopting the highest practicable standards of **maritime safety and security, efficiency of navigation and prevention and control of pollution from ships** [...]" (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2021, home page, grifo nosso).

<sup>15</sup> O Plano de Implementação da Estratégia de Navegação Eletrônica (*SIP – E-Navigation Strategy Implementation Plan*) original foi finalizado em 2014 pelo *Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue* (NCSR) e aprovado pelo *Maritime Safety Committee* (MSC), em sua 94ª sessão (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).



comércio marítimo, pois disponibilizará aos agentes da navegação (armadores, operadores, comandantes de navio e autoridades em terra) informações de forma simplificada e integralizada a respeito da proteção e segurança da navegação, incluindo elementos do ambiente operacional (por exemplo: dados oceanográficos em tempo real para determinação de calado dinâmico por ocasião da aproximação aos portos), avisos sobre perigos, situação dos auxílios à navegação, disponibilidade de cais, rebocadores, praticagem, operações de carga e descarga, trâmite de documentação, entre outras facilidades. Tudo de uma forma antecipada que valorize o planejamento e a economia de recursos materiais e humanos, inclusive combustível, reduzindo as emissões de CO<sup>2</sup>, minimizando acidentes que, além de prejuízos financeiros, causam danos irreparáveis ao meio ambiente (HAGEN, 2014).

## 2.1 ANÁLISE DAS SOLUÇÕES DO *E-NAVIGATION*

A *SIP-update1* da IMO (2018) tem como objetivo implementar cinco soluções que devem ser entendidas como metas globais, cujo atingimento se dará pela execução de dezoito tarefas inter-relacionadas a uma ou mais soluções, com prazos para serem completadas pelos Comitês e Subcomitês da IMO<sup>16</sup>. Além das soluções e tarefas, destacam-se como objetivos da *SIP-update1* o estabelecimento de diretrizes (*guidelines*); dos Serviços Marítimos (SM); a identificação de elementos-chave; a descrição da arquitetura geral do *e-Navigation*; e o delineamento da infraestrutura de comunicações (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018). As cinco soluções estabelecidas pela IMO são:

[...]

S1: projeto de passadiço aperfeiçoado, harmonizado e funcional;

S2: padronização e automatização de relatórios;

S3: aprimoramento da confiabilidade, resiliência e integridade dos equipamentos do passadiço e informações de navegação;

S4: integração e apresentação, em display, das informações recebidas via equipamentos de comunicações; e

S5: aperfeiçoamento das comunicações no portfólio dos serviços de VTS<sup>17</sup> (não limitado às estações VTS). [...] (MARINHA DO BRASIL, 2020d, p. 2-3).

O resultado das soluções mencionadas será o estabelecimento de **informações padronizadas à indústria para o desenvolvimento de produtos e serviços**. Isso ocorrerá, portanto, quando forem completadas todas as dezoito tarefas, sendo importante compreender

<sup>16</sup> A IMO incentiva a participação de seus Estado-membros, no âmbito de seus comitês e subcomitês a contribuir com a IMO no cumprimento das dezoito tarefas do *SIP-update1*.

<sup>17</sup> *Vessel Traffic Service* (Nota nossa).

que tal fato não constituirá, por si só, um processo finalístico, mas sim a base técnico-normativa a ser utilizada pela indústria e pelos Estados (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018). Ou seja, a SIP-update1 não implantará o *e-Navigation* nos estados-membros, mas fornecerá o conhecimento sobre quais capacidades devem ser obtidas ou desenvolvidas para que, de forma globalmente harmonizada, cada Estado Costeiro possa oferecer os dezesseis SM previstos no conceito do *e-Navigation* em seus portos e águas jurisdicionais. Conforme será constatado neste trabalho, os SM serão levados a efeito pela combinação de serviços, produtos e infraestrutura de comunicações marítimas. À guisa de exemplo, uma importante diretriz emitida pela IMO – MSC.1/Circ.1512, *Guideline On Software Quality Assurance And Human-Centred Design For E-Navigation* – orienta o desenvolvimento de sistemas sob uma abordagem disciplinada e estruturada que garanta a qualidade dos softwares, *design* centrado no homem e usabilidade, de forma a oferecer melhor desempenho, resiliência, gestão de ciclo de vida e treinamento simplificado (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2015).

Nesse contexto, tanto a MB como as empresas nacionais de tecnologia e *software* poderão usufruir das diretrizes estabelecidas para o *e-Navigation*, pois terão um padrão estabelecido a seguir, o que torna a aprovação de produtos e serviços, pela própria IMO, mais rápida e transparente. Vislumbra-se assim uma boa oportunidade para que a DHN, principal fornecedora de produtos e serviços da AM, exerça plenamente sua missão<sup>18</sup> e visão de futuro<sup>19</sup>, especialmente quanto à capacidade de absorver e desenvolver inovações relacionadas às atividades de cartografia náutica, meteorologia, oceanografia e auxílios à navegação.

Por outro lado, o modelo de referência do *e-Navigation*, incluindo soluções tecnológicas, de governança, estrutura legal e modelos para financiamento de infraestrutura, está sendo desenvolvido a partir de uma rede de cooperação global de *testbeds*<sup>20</sup>, que é crucial para a implementação gradual das soluções técnicas do *e-Navigation* (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018). Portanto, ausentar-se desse processo de *testbeds* representa um risco de submissão ou atraso em relação às técnicas e tecnologias que estão

---

<sup>18</sup> “Produzir e divulgar informações de segurança da navegação e do ambiente marinho, a fim de contribuir para a salvaguarda da vida humana, o desenvolvimento nacional e aplicação do Poder Naval.” (MARINHA DO BRASIL, 2021b, página inicial).

<sup>19</sup> “Manter-se como um Serviço Hidrográfico de excelência perante o cenário global, estando capacitada a absorver inovações, empregá-las e desenvolvê-las nas atividades relacionadas com a hidrografia, oceanografia, cartografia náutica, meteorologia marinha, navegação aquaviária e auxílios à navegação, durante os próximos 5 anos.” (MARINHA DO BRASIL, 2021d, página inicial).

<sup>20</sup> Qualquer dispositivo, instalação ou meio para testar algo em desenvolvimento (TEST BED, 2021, verbete, tradução nossa). Neste trabalho a expressão será empregada aglutinada em um único termo – *TESTBED*.

sendo testadas e adotadas pela IMO, as quais podem não ser compatíveis com os interesses brasileiros, além de diminuir as chances de participação de empresas nacionais, aumentar as chances de que o País fique defasado, e conduzir a uma necessidade de investimentos intempestivos e menos planejados, com maior chance de aquisições no exterior, do que no País.

Para tal, no que tange à hidrografia, o Centro de Hidrografia da Marinha (CHM)<sup>21</sup> que é classificado pela MB como uma Instituição Científica e Tecnológica (ICT)<sup>22</sup>, conforme o inciso V, do art. 2º, da Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004), e do Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018 (BRASIL, 2018b), poderá realizar parcerias com empresas privadas para a instalação de *testbeds* no Brasil, ou participação em *testbeds* no exterior, visando o desenvolvimento de produtos e serviços, de uso dual, na área de cartografia náutica, meteorologia marinha e oceanografia, conforme previsto na Área Temática – Meio Ambiente Operacional – da Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da MB (MARINHA DO BRASIL, 2017). Veremos mais a frente, no entanto, que a área temática de auxílios à navegação, cuja presença no *e-Navigation* é bastante significativa, não está prevista na citada Estratégia, tampouco a MB possui uma ICT na área de auxílios à navegação (MARINHA DO BRASIL, 2017).

Na seção seguinte serão apresentados aspectos do *e-Navigation*, fruto da análise detalhada das soluções S1 a S5, constante do Apêndice A, a fim de identificar tendências, oportunidades e ameaças, que orientem o estabelecimento de diretrizes estratégicas para a futura formulação de um *Plano* de implementação do *e-Navigation* na MB ou mesmo no País.

### 2.1.1 Serviço de Posição, Navegação e Tempo resiliente, íntegro e confiável

Como resultado da análise das soluções S1 e S3, constante do Apêndice A, foram constatados diversos fatos pertinentes que podem contribuir para o estabelecimento de diretrizes visando ao aperfeiçoamento dos serviços de posição, navegação e tempo, em inglês conhecido como *Positioning, Navigation and Timing* (PNT), nas águas jurisdicionais<sup>23</sup> brasileiras. Tanto S1 como S3 convergem para a praticidade na utilização das informações no passadiço. Enquanto S1 foca nos requisitos da forma como serão apresentadas ao navegante,

<sup>21</sup> OM subordinada à DHN (Nota nossa).

<sup>22</sup> (MARINHA DO BRASIL, 2005).

<sup>23</sup> Águas Jurisdicionais, segundo consta no Glossário das Forças Armadas correspondem ao “[...] Espaço jurisdicional marítimo que compreende as águas interiores, o mar territorial, a zona contígua e a zona econômica exclusiva de um país, onde é exercida pelo Estado costeiro a jurisdição para fazer cumprir suas leis e onde dispõe do poder de punir quem as infrinja (ÁGUAS JURISDICIONAIS, 2015, p. 25).

incluindo a transparência sobre a qualidade da informação disponível, a S3 foca na qualidade em si, possuindo com uma das metas melhorar o grau de confiabilidade<sup>24</sup>, resiliência<sup>25</sup> e integridade<sup>26</sup> do serviço PNT (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

A solução S1 possui maior relação com a indústria de fabricação de sistemas de navegação, e seus resultados poderão ser úteis para que a MB estabeleça seus Requisitos de Alto Níveis de Sistemas (RANS), por ocasião das aquisições futuras de meios navais, bem como para o desenvolvimento contínuo do Centro de Integração de Sensores e de Navegação Eletrônica (CISNE)<sup>27</sup>, produto criado pelo Instituto de Pesquisa da Marinha (IPqM) para navegação por cartas eletrônicas, adequando-o ao *e-Navigation*, oportunamente. No entanto, como a S3 possui direta correlação com as responsabilidades da AM para a segurança da navegação, este trabalho priorizou a análise da solução S3 em relação à S1. Ainda, de acordo com a *SIP-Update1* da IMO, as autoridades dos Estados-membros devem garantir que os – sistemas terrestres de PNT – estejam disponíveis e atendam aos requisitos de qualidade (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018). No âmbito da IMO, a *International Association of Lighthouse Authorities* (IALA) lidera as discussões e regulamentações sobre tais sistemas terrestres para o PNT marítimo, pois o conceito de sinalização náutica, antes limitado a faróis, balizas e boias, hoje ampliou-se para auxílios à navegação, o que inclui tanto os sinais visuais como eletrônicos e também os serviços *Vessel Traffic Service* (VTS).

Dentre esses sistemas denominados terrestres, encontram-se as estações do *Differential Global Position System* (DGPS)<sup>28</sup> e do *Differential Global Navigation Satellite System* (DGNSS)<sup>29</sup>, que proveem o serviço de aumento ou aprimoramento da acurácia da posição (AS)<sup>30</sup> para o sistema GPS e para múltiplos sistemas *Global Navigation Satellite System* (GNSS)<sup>31</sup>, respectivamente. No Brasil, atualmente, há dez estações de referência DGPS (ERDGPS) e uma estação de referência DGNSS (ERDGNSS)<sup>32</sup>, com monitoramento

---

<sup>24</sup> Confiabilidade: qualidade daquele ou daquilo que é confiável; fiabilidade (Nota nossa).

<sup>25</sup> Resiliência: capacidade de rápida adaptação ou recuperação (Nota nossa).

<sup>26</sup> Integridade: significa ter a disponibilidade de informações intactas e corretas (Nota nossa).

<sup>27</sup> O CISNE é um sistema para atuar como um *Electronic Chart Display and Information System* (ECDIS), possuindo também as funcionalidades de *Warship ECDIS* (WECDIS). (Nota nossa).

<sup>28</sup> Estações terrestres em posição georreferenciada conhecida e precisa que, ao receber os sinais GPS, transmite sinais rádio de correção para os equipamentos de localização satelitais das embarcações localizadas no entorno de sua posição geográfica (Nota nossa).

<sup>29</sup> Estações terrestres em posição georreferenciada conhecida e precisa que, ao receber os sinais GNSS, transmite sinais rádio de correção para os equipamentos de localização satelitais das embarcações localizadas no entorno de sua posição geográfica (Nota nossa).

<sup>30</sup> *Augmentation Service* (AS): serviço de aumento ou aprimoramento da acurácia da posição (Nota nossa).

<sup>31</sup> Típicos sistemas de GNSS: GPS, GALILEO, BeiDou, GLONASS, QZSS e IRNSS/NavIC (Nota nossa).

<sup>32</sup> A estação do Farol de São Tomé (RJ) já possui estação diferencial GNSS (Nota nossa).

de integridade, conforme a FIG. 4. O atual Plano de Implementação do *e-Navigation*, no âmbito da DHN (MARINHA DO BRASIL, 2020e), estabelece que deverá ser provido um serviço de AS para a costa brasileira no padrão S-240<sup>33</sup> (DGNSS), ampliando as correções diferenciais, atualmente restritas ao sistema GPS, aos demais sistemas de navegação global por satélite (GNSS). Além disso, Estratégia para Implementação do Conceito de *E-Navigation* na MB, constante do Anexo G, bem como estratégia correspondente da DHN (MARINHA DO BRASIL, 2020d), prevêem a instalação dessas estações na calha do Rio Amazonas. Apesar de não serem mais empregadas para seu propósito original de anular um erro intencional de posição, denominado Disponibilidade Seletiva (*Selective Availability – SA*)<sup>34</sup>, inserido no sistema GPS, pelo governo dos EUA, entre a década de 1990 e o início dos anos 2000, as estações diferenciais terrestres, segundo a IALA (2019), permanecem úteis para o monitoramento da integridade dos sinais GPS e GNSS, os quais não trazem tal informação no próprio sinal; e para o fornecimento de sinais com precisão de até um metro, em situações de manobra em águas restritas, aproximação de portos e posicionamento dinâmico de plataformas de petróleo (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2020).

Além das ERDGPS e ERDGNSS, o serviço de AS pode ser gerado pelos *Satellite Based Augmentation Services* (SBAS). Embora não seja um sistema terrestre e por esse motivo a IALA não esteja diretamente envolvida, o SBAS é de interesse da navegação marítima, pois funciona, na prática, como um auxílio à navegação, assunto de domínio da IALA (2019).) No entanto, por ter sido criado para a navegação aérea, o SBAS possui ressalvas para a aplicação na navegação marítima. Visando lançar um olhar mais profundo no tema, Shaw, Williams e Fairbanks (2020)<sup>35</sup> apresentam no relatório final do projeto *Maritime Resilience and Integrity in Navigation* (MarRINav)<sup>36</sup>, contratado pela Agência Espacial

<sup>33</sup> Informação de estações DGNSS no padrão de dados S-100 estabelecido pela IHO e IALA (Nota nossa).

<sup>34</sup> “Erros artificiais introduzidos nas efemérides dos satélites e desestabilização sistemática dos relógios dos satélites. Trata-se da redução da qualidade posicional para que usuários que não tenham acesso ao serviço de posicionamento preciso obtenham uma exatidão horizontal e vertical da ordem de 100 metros, ao nível de confiança de 95%. As pseudodistâncias observadas nesta situação continham erros de aproximadamente 30 metros. Entretanto a SA foi desativada em 1º de maio de 2000. Havia uma previsão para a retomada da SA em 2006, contudo a presidência dos Estados Unidos aceitou a recomendação do Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD) para que este recurso seja eliminado a partir das próximas gerações de satélites (GPS III).” (MARINHA DO BRASIL, 2019a, p. 9-4).

<sup>35</sup> “Perhaps surprisingly, the accuracy and continuity requirements for maritime port and harbour approach are higher than those for aircraft approaches that can be supported by satellite navigation.” (SHAW; WILLIAMS; FAIRBANKS, 2020, p. 35).

<sup>36</sup> Projeto originalmente desenvolvido para prover um serviço PNT resiliente às infraestruturas críticas nacionais do Reino Unido e República da Irlanda para todos os tipos de navios e plataformas dentro da Zona Econômica Exclusiva (ZEE), durante longos períodos de degradação ou perda dos sinais GNSS (Nota nossa).

Europeia (ESA), uma análise sobre o sistema Europeu Complementar Geoestacionário v.3<sup>37</sup> (EGNOS v.3 = *European Geostationary Navigation Overlay Service*), um SBAS associado ao GNSS GALILEO<sup>38</sup>. O relatório considerou que, apesar de não atender aos requisitos de integridade, devido a problemas de ruído e interferência na recepção local do sinal GNSS, no ambiente oceânico, o custo-benefício de prosseguir com o desenvolvimento do EGNOS v.3 seria superior ao de modernizar as ERDGPS, afetadas pela obsolescência e falta de sobressalentes, conforme consta no relatório da IALA – *Workshop on the Future of Marine Radiobeacon DGPS/DGNSS* (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2020). Para viabilizar tal decisão, o emprego do EGNOS v.3 no ambiente marítimo deve estar associado a um tipo de receptor autônomo para monitoramento de integridade (*Receiver Autonomous Integrity Monitoring – RAIM*), já utilizado por aeronaves, mas adaptado para o ambiente marítimo (*Maritime RAIM* ou M-RAIM), posto em estudo pela *General Lighthouse Authorities (GLA)*<sup>39</sup>, a qual desativará o seu serviço DGPS em 31 de março de 2022, recomendando que os navegantes usem os receptores do RAIM (TRINITY HOUSE, 2020)<sup>40</sup>.

Nesse contexto, apesar do SBAS ter sido um sistema elaborado para atender prioritariamente à navegação aérea, é possível que, no futuro, torne-se o serviço primário, ou pelo menos de *back-up*, para suporte à navegação marítima, segundo a IALA (2019), Shaw, Williams e Fairbanks (2020). Por outro lado, a IALA mantém-se encorajando a utilização de ERDGNSS por ainda serem uma importante fonte de acurácia de posição e de monitoramento da integridade (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2019), ao que se conclui que a estratégia da MB para instalação das ERDGNSS deve ser mantida, buscando-se o padrão S-240. No Brasil, a Força Aérea Brasileira (FAB) vislumbra a possibilidade de implantação de um SBAS, por intermédio de seu Programa SIRIUS que será analisado no capítulo quatro; no entanto, o elevado custo e a forte interferência ionosférica na região equatorial constituem óbices a serem enfrentados, não havendo perspectiva de curto prazo (informação verbal)<sup>41</sup>. Dada a tendência de se adotar esse sistema, conforme será analisado em seguida, com o sistema europeu EGNOS v.3, verifica-se a necessidade de instituir um canal de diálogo sobre o tema junto à FAB, mantendo acompanhamento.

---

<sup>37</sup> Sistema complementar europeu criado para melhorar a precisão dos sinais de navegação por satélite (EUROPEAN GEOSTATIONARY NAVIGATION OVERLAY SERVICE, [2019?]).

<sup>38</sup> GALILEO é um sistema global de navegação por satélite lançado pela União Europeia (Nota nossa).

<sup>39</sup> Agência responsável por auxílios à navegação no Reino Unido e República da Irlanda (Nota nossa).

<sup>40</sup> Disponível em: <https://www.trinityhouse.co.uk/news/tri-gla-decision-to-discontinue-dgps-service-in-2022>. Acesso em: 21 maio 2021.

<sup>41</sup> Informação obtida junto ao Superintendente Técnico da DHN, coorientador deste trabalho.

Outro aspecto a ser considerado é que os sinais eletromagnéticos transmitidos pelos sistemas “satelitais”, inclusive o próprio SBAS, são vulneráveis à interferência e falsificação. A IALA considera que sistemas de posicionamento alternativos, e de *back-up*, ao GNSS são essenciais para fornecer a resiliência necessária a um ambiente marítimo seguro e eficiente, tanto no presente, quanto no futuro, inclusive para viabilizar os *Maritime Autonomous Surface Ships* (MASS) (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021b). Nesse sentido, as possibilidades atualmente vislumbradas são o desenvolvimento de sistemas que empreguem transmissões terrestres, dentre eles o *Ranging Mode (R-Mode)*; e o sistema Loran<sup>42</sup> aprimorado (eLoran), os quais também foram objetos de estudo do projeto MarRINav e do Grupo de Trabalho, coordenado pela IALA em 2010, para estudo do PNT no âmbito do Comitê Técnico do *e-Navigation* (PNT Working Group in the ENAV Technical Committee).

O *R-Mode*<sup>43</sup> é um sistema de posicionamento marítimo, alternativo ao GNSS, baseado em terra, que se utiliza de sinais eletromagnéticos transmitidos por diversas fontes, inclusive pela atual infraestrutura de rádio-respondedores<sup>44</sup> e radiofaróis de baixa e média frequência (LF/MF *R-Mode*), combinadas com as emissões das estações *Automatic Identification System* (AIS), denominando-se *AIS R-Mode*, ou combinadas com o *VHF Data Exchange System* (VDES)<sup>45</sup>, denominando-se *VDES R-Mode*, para obter um fixo de posição independente do GNSS, pela medição da distância do emissor (HOPPE; STRENGE, 2018).

Em relação ao *enhanced* Loran (eLoran)<sup>46</sup>, ou Loran aprimorado, Shaw, Williams e Fairbanks (2020) mencionam que tem se mostrado uma das tecnologias mais promissoras e maduras. O sistema é composto por transmissores sincronizados (UTC) de ondas terrestres em baixa frequência, na faixa de 100 kHz, a partir de estações amplamente espaçadas. A posição é obtida pelo tempo de chegada do sinal no receptor, a partir do cruzamento de pelo

<sup>42</sup> *Long Range Navigation* (Loran). Pulso rádio de longo alcance que auxilia a navegação, por meio da geração de linhas hiperbólicas, em que a posição é determinada pela medição da diferença no tempo de chegada, ao receptor embarcado, de pulsos sincronizados que são transmitidos de duas estações distantes uma da outra. (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2009b).

<sup>43</sup> “*R-Mode (Ranging mode)* é um sistema de navegação de *backup* terrestre, independente do GNSS, que usa sinais de alcance normalmente transmitidos da infraestrutura marítima existente, por exemplo, radiofaróis de média frequência (MF) ou estações base AIS e VDES [...]” (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2019, p. 12, tradução nossa).

<sup>44</sup> *Beacons* (Nota nossa).

<sup>45</sup> O VDES é um sistema de comunicação por rádio que visa modernizar o AIS, trocando informações entre navios, estações costeiras e satélites, com maior capacidade de transmissão de dados por *streaming*, provendo acesso à nuvem marítima. O VDES servirá como referência da transmissão de ondas-rádio para medição pelo *R-Mode* e como um eficiente meio de comunicação dentro do conceito de *e-Navigation* (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021h).

<sup>46</sup> “Aprimoramento do Loran-C, usando transmissores de estado sólido [...] e um canal de dados fornecendo correções e mensagens de integridade para GNSS e correções para os sinais de Loran.” (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2009a, tradução nossa).

menos três estações, em uma área de serviço cujas características de propagação do sinal tenham sido previamente modeladas por *software* e representadas pelos dados de *Additional Secondary Factor* (ASF). O sistema é ainda composto por um Centro de Controle e Monitoramento, uma Rede de Dados Operacionais (*backbone* de comunicação de dados) e pelo receptor eLoran a bordo do navio, com capacidade de monitoramento de integridade (RAIM), associado ao *Multi-System Receiver* (MSR). O sinal eLoran incorpora também um canal de dados, que dentro do conceito do *e-Navigation*, utilizará uma estrutura padrão tipo S-100 conectada à nuvem marítima (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2019). O MSR é um receptor idealizado pela IMO (FIG. 5) para processar diversos tipos de sinais de posicionamento, dentro do escopo das tecnologias vistas neste trabalho, incluindo: as diversas constelações de GNSS; os serviços SBAS; e as modalidades de navegação terrestres (AIS/VDES/MF *R-Mode*; eLoran). O relatório técnico para estabelecimento do serviço marítimo de eLoran concluiu que o sistema possui acurácia e disponibilidade adequadas e que sua eficácia dependerá da modelagem do fator ASF, incentivando a participação dos países-membros para o estabelecimento de *testbeds* (SHAW; WILLIAMS; FAIRBANKS, 2020; INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2017).

Com base na análise até aqui realizada e nas conclusões acima mencionadas, percebe-se a relevância do tema PNT. A implementação do *e-Navigation* tem fomentado a pesquisa e o desenvolvimento desses sistemas, haja vista serem cruciais para o sucesso do conceito, constituindo uma oportunidade para o País sobrepujar suas dificuldades nessa área, uma vez que o Brasil não possui um sistema GNSS próprio. Em contrapartida, segundo o sítio oficial da IALA<sup>47</sup>, o serviço de PNT é um elemento-chave para o desenvolvimento do gerenciamento do tráfego marítimo (VTS) e para a viabilização de navios autônomos de superfície (MASS), o que constitui uma oportunidade para o incentivo a tais empreendimentos. Países como o Reino Unido e a República da Irlanda tomaram a iniciativa de “provocar” a primeira fase do Projeto MarRINav, de forma a encontrar soluções para prover um serviço PNT resiliente às infraestruturas críticas nacionais dentro da Zona Econômica Exclusiva (ZEE), durante longos períodos de degradação ou perda dos sinais GNSS, mesmo sendo eles coparticipantes do sistema GALILEO e do SBAS EGNOS. O *United States Department of Homeland Security* (DHS) avalia que os sistemas de infraestruturas críticas podem falhar ou serem gravemente degradados, caso os serviços PNT

---

<sup>47</sup> (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021d).



sejam interrompidos. Em muitos casos, o GPS é a única fonte de PNT, o que significa que sua falha provocará um grande impacto na economia (UNITED STATES DEPARTMENT OF HOMELAND SECURITY, [2020?]). Considerando que o Brasil é um país ainda dependente dos sistemas GNSS internacionais; que não possui uma rede “satelital” própria desse tipo, tampouco um SBAS próprio<sup>48</sup>, conforme pode ser observado na FIG. 6; e que possui a décima maior ZEE do mundo (PwC PORTUGAL, 2020, p. 14), onde estão localizadas infraestruturas críticas marítimas, das quais são extraídos 95% do petróleo e 80% do gás natural<sup>49</sup>, é compreensível a urgência e a importância do *e-Navigation* para que o País obtenha um certo grau de resiliência de seu serviço PNT, posto que tal ausência pode constituir-se em uma relevante ameaça.

Por outro lado, vislumbra-se uma boa chance de enfrentar o desafio, visto que, atualmente, a vice-presidência da IALA, organismo líder na referida questão, é exercida pelo Brasil<sup>50</sup>, sendo possível a participação ativa do País no desenvolvimento do eLoran, do VDES e do *R-Mode*, por meio do estabelecimento de *testbeds* e do levantamento das informações de ASF. Haveria também uma oportunidade de envolver empresas nacionais no empreendimento, por ocasião da 20ª conferência internacional da IALA, a ocorrer em 2023 (informação verbal)<sup>51</sup>. Nesse caso, a qualificação do Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR) como ICT seria oportuna, bem como a inclusão dessa área temática específica na estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) da MB. Outra medida desejável é trazer para a discussão do tema a FAB e a Agência Espacial Brasileira, no sentido de produzir um estudo sobre as alternativas de PNT para a Amazônia Azul e Dimensão 22<sup>52</sup>, a exemplo da parceria entre a ESA e o GLA.

### 2.1.2 Janela única marítima

A solução S2 trata de desenvolver meios para o envio automatizado e padronizado de relatórios, empregando uma entrada integrada de informações por uma solução de janela única, denominada *Maritime Single Window* (MSW). A viabilidade do envio automatizado de

---

<sup>48</sup> SBAS implantados: China, EUA, Europa, Índia e Japão. SBAS em desenvolvimento: África e Oceano Índico; Austrália e Nova Zelândia; República da Coreia; e Rússia. (WHAT IS SBAS?, 2021).

<sup>49</sup> (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2021).

<sup>50</sup> O Brasil é institucionalmente representado pelo Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR) (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021a).

<sup>51</sup> Informação obtida junto ao Diretor do CAMR (Nota nossa).

<sup>52</sup> A Dimensão 22 corresponde a uma área de 22 milhões de km<sup>2</sup>, um cenário tridimensional fabuloso que a Força Aérea Brasileira protege por meio das ações de Controlar, Defender e Integrar (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, [21--?]).

relatórios dependerá, fundamentalmente, da harmonização nacional e regional, dentro de um padrão internacionalmente conhecido como FAL<sup>53</sup> *Forms*<sup>54</sup>, estabelecido pela *Facilitation of International Maritime Traffic (FAL) Convention* (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018) que, em abril de 2019, emitiu a diretriz FAL.5/Circ.42 orientando governos na implementação de suas MSW. A diretriz divide os tipos de *single window* (SW) em janelas únicas nacionais (NSW – *National Single Window*), portuárias (PSW – *Port Single Window*), comerciais-alfandegárias (TSW/CSW – *Trade Single Window/Customs Single Window*) e marítimas (MSW), bem como cita o conceito de *Port Community System (PCS)*<sup>55</sup>, conforme detalhado no Apêndice A e apresentado na FIG. 7 que ilustra o relacionamento entre os tipos de SW (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019d).

No Brasil, o conceito SW, ou janela única, é aplicado pelas seguintes iniciativas: i) Programa Portal Único de Comércio Exterior<sup>56</sup>, classificado como uma janela única comercial-alfandegária (TSW/CSW), instituída pelo Decreto nº 8.229 de 2014 (BRASIL, 2014), para melhorar os processos de importação e exportação; e ii) Porto Sem Papel (PSP)<sup>57</sup> sob a governança da Secretaria Nacional de Portos e Transportes Aquaviários (SNPTA) e da Comissão Nacional das Autoridades nos Portos (CONAPORTOS), classificada, segundo Silva (2016), como uma janela única portuária<sup>58</sup> (PSW), cujo objetivo, segundo a NORMAM-08/DPC (MARINHA DO BRASIL, 2020f, p. 1-5), é “promover a desburocratização dos procedimentos de estadia dos navios nos portos brasileiros [...] integrando num único banco de dados as informações de interesse dos agentes de navegação e dos diversos órgãos públicos [...]”. Segundo Sales (informação verbal)<sup>59</sup>, cuja entrevista encontra-se no Apêndice B, o PSP tem por propósito melhorar o processo portuário, mas ainda não interage com as gestões de acesso terrestre e produtividade portuária – tempo de carregamento, tempo do navio no cais –, nem com o gerenciamento do tráfego marítimo, conforme diagrama da FIG. 8. Ainda segundo Silva (2016), futuramente, o PSP será integrado ao SISCOMEX, aos Terminais de Uso Privado (TUP) e incluirá os PCS, que atualmente possuem iniciativas para serem implantados nas comunidades dos portos de Santos<sup>60</sup>, Rio de Janeiro, Suape e Itajaí<sup>61</sup>.

<sup>53</sup> A FAL trata de padronizar informações para a chegada, permanência e saída de navios, pessoas e cargas dos portos e visa garantir que seja alcançado o equilíbrio certo entre a regulamentação e a facilitação do comércio marítimo internacional (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019a).

<sup>54</sup> IMO FAL *Forms* (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019b).

<sup>55</sup> Visa melhorar a competitividade das comunidades dos portos e aeroportos, integrando o setor privado ao público, quanto aos processos logísticos e procedimentos portuários (Nota nossa).

<sup>56</sup> (BRASIL, [21--?]).

<sup>57</sup> (BRASIL, 2021b).

<sup>58</sup> (BRASIL, 2018a).

<sup>59</sup> Antonio C. S. Sales. Entrevista concedida ao autor, em 28 jun. 2021, na Escola de Guerra Naval.

<sup>60</sup> (ASSOCIAÇÃO COMERCIAL DE SANTOS, 2020).

No âmbito da MB, o Centro Integrado de Segurança Marítima (CISMAR)<sup>62</sup> administra o Sistema de Informações Sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM) que, segundo a abordagem deste autor, pode ser considerado como a parcela marítima da MSW, conforme definição da IMO (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019d, p. 7), transcrita no Apêndice A, que define a MSW como a união das vertentes marítimas e portuárias. O SISTRAM<sup>63</sup> reúne, no âmbito da autoridade marítima, todas as informações referentes ao acompanhamento do tráfego marítimo dentro da área de responsabilidade de busca e salvamento (SAR) do Brasil, concentrando dados de outros sistemas colaborativos, como AIS e *Long-Range Identification and Tracking* (LRIT), bem como informações inseridas manualmente<sup>64</sup> pelos navios, por intermédio de mensagens especificadas pela NORMAM-08/DPC, que incluem plano de viagem, posição, alteração de rota e mensagem final (MARINHA DO BRASIL, 2020f, p. 3-B-1 a 3-B-12).

Portanto, dentro do contexto do *e-Navigation*, a efetiva criação de uma MSW passa pela unificação entre as janelas PSP e SISTRAM, o que poderia ser avaliado quanto à adequabilidade. A primeira – PSP – compondo a vertente portuária, possui oportunidades de melhoria quanto à integração com as operações de carga e com a comunidade marítima, via PCS. A segunda – SISTRAM – compondo a vertente marítima, passará por uma modernização (SISTRAM V)<sup>65</sup> em que os sistemas apresentados na FIG. 9 terão uma interface unificada, estando ainda previsto o desenvolvimento de uma *Data Warehouse*<sup>66</sup> para gerenciamento de imagens satélite. Além disso, vislumbra-se que o referido sistema possua oportunidades de melhorias advindas do conceito de *e-Navigation*, no que tange ao recebimento automático das informações sobre o planejamento de viagem berço a berço, em vez de depender da inserção manual ou de sistemas colaborativos. A modernização do SISTRAM pode constituir uma oportunidade para que se avalie a possibilidade de transformá-lo no sistema operacional central do *e-Navigation* ou convertê-lo em uma MSW, conforme

---

<sup>61</sup> (PORTO de [...], 2020).

<sup>62</sup> O CISMAR teve origem no Comando do Controle Naval do Tráfego Marítimo (COMCONTRAM) que consta na Instrução Normativa que institui o PREPS (BRASIL, 2006). (Nota nossa).

<sup>63</sup> O propósito do SISTRAM é “manter o acompanhamento da movimentação de embarcações na área marítima SAR de responsabilidade do Brasil, por meio de informações padronizadas de navegação fornecidas pelos próprios participantes, quando navegando naquela área [...]” (MARINHA DO BRASIL, 2020f, p. 3-B-1).

<sup>64</sup> Mensagens MOVMEC ilustradas na FIG. 9 (Nota nossa).

<sup>65</sup> Encontra-se em andamento negociações para a assinatura de um termo de compromisso entre a Diretoria de Gestão de Programas da Marinha (DGePEM) e o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV) relativo à prestação de serviços de especificação, consultoria e desenvolvimento de módulos e manutenção evolutiva do software que compõem o atual SISTRAM (Informação verbal obtida junto ao Diretor do CASNAV).

<sup>66</sup> “Um *data warehouse* é um tipo de sistema de gerenciamento de dados projetado para ativar e fornecer suporte às atividades de business intelligence (BI), especialmente a análise avançada”. (DATA WAREHOUSE, 2021).

citado. A estratégia a ser adotada pelo Brasil para criar uma MSW poderá seguir as diretrizes FAL.5/Circ.42 que orientam, no capítulo cinco, como desenvolver um plano básico de desenvolvimento, fornecendo diversos exemplos de sucesso, com abordagens distintas (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019d). O aprofundamento do tema em Tese específica seria indicado, devido à complexidade.

Por fim, a maturação e a evolução do conceito de SW no País poderão trazer oportunidades de negócio para que o Brasil lidere as ações nesse tema, com apoio da IMO, para a implantação de janelas únicas em outros Estados que assim necessitarem, a exemplo do projeto entre aquela organização e a Noruega para instalação da SW em Antígua e Barbuda<sup>67</sup>.

### 2.1.3 Estrutura comum de dados marítimos padrão S-100

Segundo Hagen (2017), a solução S4 tem como foco a integração das inúmeras fontes de informações de navegação, visando reduzir erros de interpretação e decisão, e está centrada, assim como o próprio *e-Navigation*, no que se denomina *Common Maritime Data Structure* (CMDS – Estrutura Comum de Dados Marítimos), que consiste em uma modelagem de dados padrão S-100, em desenvolvimento pela Organização Hidrográfica Internacional (IHO). Substituirá o atual modelo S-57 empregado para o desenvolvimento de cartas náuticas eletrônicas vetoriais, e será o padrão utilizado para o estabelecimento do *Maritime Services Portfolio* (MSP - Portfólio de Serviços Marítimos), a ser hospedado na *nuvem marítima*, denominada *Maritime Connectivity Platform* (MCP) (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018). Tem como vantagem o alinhamento ao Sistema de Informação Geográfico (GIS – *Geographic Information System*) tradicional, ampliando o acesso à *softwares* comerciais (COTS – *Commercial Off-The-Shelf*), facilitando o desenvolvimento de produtos e aplicativos dedicados à navegação (INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION, 2017c).

Como ocorre com as Cartas Náuticas Eletrônicas (ENC – *Electronic Navigational Chart*), o *e-Navigation* basear-se-á no padrão S-100 para que todos os demais tipos de informação ao navegante – não somente as ENC – sejam digitalizados e georreferenciados. Indo além, todas essas informações, inclusive as ENC, passarão a tramitar por *streaming* de dados via nuvem marítima (MCP), com o objetivo de serem apresentadas no ECDIS ou em

---

<sup>67</sup> (ANTIGUA & BARBUDA HIGH COMMISSION, 2019).

um display gráfico integrado. Isso inclui os MSI (*Maritime Safety Information*)<sup>68</sup>; a atualização de publicações náuticas, como roteiros e lista de faróis; e as informações de batimetria, maré e corrente, que poderão ser recebidas *online*, alterando a navegação para uma forma dinâmica. Ou seja, o *e-Navigation* deixará transparente a atual separação entre sistemas de navegação, sistemas de comunicações e publicações, garantindo uma nova experiência de navegação em tempo real, por meio de streaming de dados, centrada no usuário.

A TAB. 1 e a FIG. 10 apresentam toda a família S-100 sendo que a S-101 constituirá a “camada gráfica” de base, recebendo “camadas” adicionais com informações hidrográficas mais detalhadas ou mesmo outros produtos gerados pelos demais serviços marítimos do MSP (HAGEN, 2017). Como exemplo, o padrão S-100 já vem sendo aplicado junto ao conceito de MSW para a automatização de relatórios: segundo Malyankar, Hauge e a *Norwegian Coastal Administration* ([2011?]), a Autoridade Marítima da Noruega (NCA – *Norwegian Coastal Administration*) e a empresa Jeppesen<sup>69</sup> desenvolveram a especificação de um produto, denominado *Notice of Arrival and Pilot Request Specification* (NOAPR), baseada no padrão S-100, para troca de informação não-geográfica, referente à notificação de chegada e requisição de praticagem, em proveito da *SafeSeaNet Norway* (SSN Norway) (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019d).

Há inúmeras possibilidades para o desenvolvimento de produtos e serviços com base S-100. As TAB. 2 e 3 demonstram que sua utilização incluirá a área de auxílios à navegação, gerenciada pela IALA; meteorologia, a ser padronizada pela *World Meteorological Organization* (WMO); oceanografia, conduzida pela *Intergovernmental Oceanographic Commission* (IOC); e militar, conforme denota a TAB. 4, em que os *slots* S-501 a S-525 estão alocados para *Additional Military Layer* (AML) da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN). Considerando a capacidade técnica do pessoal da MB nas áreas de hidrografia, cartografia, meteorologia e oceanografia, vislumbram-se algumas diretrizes estratégicas importantes para a MB: i) modernizar, atualizar e ampliar o BNDO para o padrão S-100, quantos aos dados meteoceanográficos e hidrográficos; ii) prospectar oportunidades de parceria para o desenvolvimento de produtos e serviços a serem disponibilizados aos serviços marítimos no padrão S-100, elevando o CAMR à categoria de ICT; e iii) desenvolver o padrão S-100 no Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz) para aplicações

---

<sup>68</sup> MSI significa - Informações de Segurança Marítima – e consiste na emissão de avisos de navegação e meteorologia, previsões meteorológicas e outras mensagens urgentes relacionadas à segurança da navegação transmitidas aos navios. No Brasil, é um serviço prestado pela DHN (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2013).

<sup>69</sup> (JEPPESEN, 2021).

voltadas ao Sistema de Comando e Controle Georreferenciado (SisC2Geo).

#### 2.1.4 Os serviços marítimos e o conceito ampliado de *Vessel Traffic Service*

A análise detalhada da solução S5 encontra-se disscorrida no Apêndice A, apresentando-se a seguir os principais aspectos da implementação dos serviços marítimos (SM) e sua correlação com o conceito ampliado de VTS, ao que antes será necessário revisar a função dos VTS tradicionais.

O conceito de VTS apareceu inicialmente na década de 1940, mas foi após grandes desastres marítimos, ocorridos nos anos 1960 e 1970, que os impactos ambiental e financeiro, decorrentes de tais acidentes, impulsionaram a evolução da sinalização náutica e o reconhecimento dos VTS como importante ferramenta de segurança da navegação prevista pela Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar 74/78 (SOLAS). (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 1974). Em 1985, a IMO adotou oficialmente diretrizes para orientar os procedimentos operacionais e o planejamento dos VTS, por meio da Resolução A.578(14) (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 1985), atualizada em 1997 pela Resolução A.857(20), incluindo questões de responsabilidade legal (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021g). Atualmente, com o advento do *e-Navigation* e a adoção da solução S5, em relação à qual o VTS possui grande relevância, a IMO deverá aprovar, em dezembro de 2021, após um trabalho de cerca de dois anos, uma nova resolução, mais ampla e que passará a ser regulamentada pela IALA, de forma mais ágil, em consonância com os rumos do *e-Navigation* (informação verbal)<sup>70</sup>.

Para que uma instalação VTS alcance seu propósito de salvaguarda da vida humana no mar, segurança e eficiência da navegação, e proteção do meio ambiente marinho, deverá prover informações relevantes, com a antecedência devida, para influenciar o correto processo de tomada de decisão dos comandantes dos navios que demandem um determinado porto ou ponto de convergência. A identificação e monitoramento de embarcações, tarefa implícita de um VTS, contribui para que o estado costeiro exerça, da melhor forma possível, suas responsabilidades quanto à Busca e Salvamento (SAR – *Search and Rescue*), segurança marítima, ações de imposição da lei e proteção de comunidades adjacentes e infraestruturas.

---

<sup>70</sup> Prevista para a 32ª reunião da Assembleia da IMO. Informação obtida junto ao Assessor da NORMAM-26/DHN, do CAMR, que trata sobre a implantação de VTS no Brasil e que participa das reuniões da IMO e da IALA para trato do tema (Nota nossa).

Ao contrário de outros auxílios à navegação, por ser proativo, o VTS interage com o navegante, podendo alertá-lo sobre situações de perigo (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021g). Além disso, os VTS podem apoiar o Serviço de Assistência Marítima (MAS – *Maritime Assistance Service*) conforme previsto na Resolução IMO A.950(23) (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2004), por ocasião da ocorrência de um incidente de navegação ou ambiental, operações de busca, salvamento, combate à incêndio e explosões em navios (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021g).

Os avanços tecnológicos, a multiplicação do transporte marítimo e o aumento da tonelage dos navios têm sido fatores impulsionadores para o desenvolvimento do conceito de VTS, que alcançou a marca de cerca de quinhentos centros em operação no mundo, ampliando também a área de atuação, desde as zonas costeiras até rios e águas interiores (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021g, p. 12). O recente simpósio da IALA, ocorrido em abril de 2021, identificou a tendência de que os VTS serão essenciais para o processo de intercâmbio de informações digitais no mundo marítimo e, portanto, cruciais para o progresso do *e-Navigation*. Os VTS também terão fundamental importância na gestão de áreas com tráfego misto entre convencionais e autônomas (IALA, 2021e, p. 21). No Brasil, entretanto, a quantidade de VTS ainda é pequena, especialmente considerando a extensão da nossa costa e a importância do transporte marítimo para a economia do País. Estão homologados os portos de Açu<sup>71</sup> e Vitória<sup>72</sup>, e o porto do Rio de Janeiro encontra-se em processo de implementação de um *Local Port Service* (LPS) como primeira fase de um futuro VTMS<sup>73</sup> (Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações). A falta de investimentos, públicos e privados, no setor de VTS poderá constituir uma ameaça para que o País acompanhe as tendências mundiais e, principalmente, obtenha maior eficiência no comércio marítimo, sem prejudicar a segurança da navegação e causar riscos ao meio ambiente. Por outro lado, o *e-Navigation* poderá constituir uma oportunidade para atrair investimentos, públicos e privados, e fazer “decolar” o conceito de VTS no Brasil. Para a MB, as oportunidades transcendem os benefícios que o *e-Navigation* representa, por si só, para que AMB cumpra suas responsabilidades, de forma ainda mais eficaz, no que se refere à segurança da navegação, prevenção da poluição hídrica e segurança

---

<sup>71</sup> (PORTO DO AÇU, 2016).

<sup>72</sup> (VTMS do [...], 2021).

<sup>73</sup> (DOCAS do, 2021).

do tráfego aquaviário<sup>74</sup> e da vida humana no mar. Podem incluir ganhos para a segurança marítima do País, para as atividades de imposição da lei e da ordem e contribuir para a proteção de infraestruturas críticas marítimas. A norma nacional para o estabelecimento de VTS, constante da 4ª Revisão da NORMAM-26/DHN (MARINHA DO BRASIL, 2021c) e o conhecimento do CAMR, que acompanha o tema junto à IALA, na operacionalização de VTS, constituem fator de força a ser explorado.

Entendida a importância dos centros VTS, a perspectiva de aplicação do *e-Navigation* em relação à ampliação do conceito de VTS promete ser disruptiva. O avanço das tecnologias de comunicação, *internet* 5G, georreferenciamento, computação em nuvem, *bigdata*, fusão de dados, VDES e ampliação das redes “satelitais”, certamente influenciarão os sistemas VTS (IALA, 2021e). No entanto, não é somente a tecnologia que terá papel central nessa transformação: a estratégia da IMO aborda o tema por meio da solução S5, pela qual é estabelecido um Portfólio de Serviços Marítimos (MSP), apresentado na TAB. 4. A tendência é que tais serviços sejam prestados de forma cada vez mais automática, por meio de aplicativos conectados à nuvem marítima (MCP), com menos interação por voz, um dos principais problemas atuais das estações VTS tradicionais<sup>75</sup>, e extrapolando a limitada área de aproximação dos portos, passando a ser exercidos berço a berço, durante toda a viagem. Daí, o entendimento de que a solução S5 trata sobre o “aperfeiçoamento das comunicações no portfólio dos serviços de VTS <sup>76</sup> **(não limitado às estações VTS)** (grifo nosso). [...]” (MARINHA DO BRASIL, 2020d, p. 2-3). Ou seja, alguns serviços serão prestados fora de uma estação VTS tradicional, a qual fica circunscrita em sua jurisdição portuária e costeira, normalmente aquém do limite do mar territorial. Um bom exemplo disso é o serviço SAR, exercido em cada Estado por um *Maritime Rescue Coordination Centre* (MRCC), que no caso brasileiro é exercido pelo SALVAMAR BRASIL (MRCC BRAZIL), nucleado no CISMAR e sob a supervisão do Comando de Operações Navais. Observa-se que pela FIG. 11, o “operador do MRCC”, apesar de não obrigatoriamente estar localizado em uma estação VTS, usufruirá de toda a estrutura de comunicações digitais marítimas (equipamentos de comunicação provendo o *link* físico aos SM; e a nuvem marítima – MCP –, sistemas e *softwares* provendo o link funcional aos SM), compondo parte do ecossistema do *e-Navigation* de forma sinérgica e compartilhando informações em prol da segurança da

<sup>74</sup> Segurança do tráfego aquaviário, para fins deste trabalho, será considerado como a tradução de - maritime/marine safety - e incluirá a segurança da navegação, a fiscalização das normas da autoridade marítima, a prevenção da poluição hídrica e a salvaguarda da vida humana no mar.

<sup>75</sup> Operadores de VTS relatam que suas principais dificuldades na comunicação por voz, devem-se à dificuldades de linguagem ou ruídos na frequência (HAGEN, 2017, p. 59).

<sup>76</sup> *Vessel Traffic Service* (Nota nossa).



navegação. Tal constatação, corrobora a efetiva necessidade de inclusão do SISTRAM no conceito do *e-Navigation*, visando receber o plano de viagem dos navios participantes, dentre outras informações, a fim incrementar a prestação dos serviços cabíveis à MB dentro de sua área de jurisdição SAR, por meio da ampliação da vigilância<sup>77</sup>. Nesse contexto, o SISTRAM poderá compor o *link* entre o *e-Navigation* e o SisGAAz, ao integrar-se futuramente ao SisC2Geo, caso ambos adotem o padrão S-100.

O centro de gravidade da solução S5 para ao estabelecimento do conceito de VTS é o aperfeiçoamento das comunicações, o que será tratado separadamente, ainda neste capítulo. Por fim, a solução S5 também trata de harmonizar o formato, estrutura e canais de comunicação do MSP (HAGEN, 2017). O Apêndice A aborda os dezesseis SM em maiores detalhes, cujo escopo geral encontra-se na *SIP-Update1* (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018), e as instruções específicas na circular MSC.1/Circ.1610 (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019f). São eles:

Os serviços SM1 (*Information Service – INS*), SM2 (*Navigational Assistance Service – NAS*) e SM3 (*Traffic Organization Service – TOS*) são prestados, tipicamente, a partir de centros VTS, com crescente grau de atuação no gerenciamento do tráfego e auxílio ao navegante, respectivamente. O SM4 (*Local Port Service – LPS*) é adequado àqueles portos em que os serviços VTS sejam excessivamente superiores às demandas locais. Esses quatro serviços não serão prestados diretamente pela MB/AMB. No entanto, de acordo com a NORMAM-26/DHN (MARINHA DO BRASIL, 2021c), que cita a Resolução A.857(20) da IMO (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 1997), o VTS é implementado por uma – Autoridade Competente –, que, segundo essa mesma norma, trata-se da própria AM. No Brasil, a organização responsável pela gestão e operação do VTS é denominado – Provedor de VTS –, sendo exercido pelas Autoridades Portuárias ou Operadores de Terminais de Uso Privado (TUP), após autorização da Autoridade Competente<sup>78</sup> (MARINHA DO BRASIL, 2021c). Portanto, dentro do escopo do *e-Navigation*, será importante que a MB não só oriente quais serviços devem ser prestados, mas os padronize, inclusive quanto à infraestrutura de comunicações a ser adotada, sob o risco de não haver padronização e

---

<sup>77</sup> Segundo o SALVAMAR BRASIL, atualmente, a vigilância da costa brasileira “[...] é efetuada através do monitoramento de sistemas voltados para o controle do tráfego marítimo de interesse como o SISTRAM [...] para prestar assistência aos incidentes SAR sob a supervisão do SALVAMAR Brasil. No futuro, o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz), um ‘sistema integrador de outros sistemas’, quando implementado, ampliará a capacidade de monitoramento das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB) e da área SAR brasileira” (SALVAMAR BRASIL, 2021).

<sup>78</sup> Organização governamental responsável, na totalidade ou em parte, pela segurança e eficiência do tráfego marítimo e proteção do meio ambiente marinho. No Brasil, tal atribuição é da Autoridade Marítima (MARINHA DO BRASIL, 2021c).

harmonização, no mínimo a nível nacional, caminhando no sentido contrário do *e-Navigation*, a medida que novas iniciativas para implementação de VTS tem sido percebidas.

Da mesma forma, os serviços SM 6 (praticagem), SM 7 (rebocadores) e SM15 (serviço de informações hidrográficas e informações ambientais em tempo real) serão prestados localmente, pela autoridade portuária ou por entidade privada, e provavelmente estarão associados aos centros VTS quanto à operacionalização e comunicação. Iniciativas mencionadas no Apêndice A tem se mostrado promissoras, tais como as Unidades Portáteis de Praticagem (PPU – *Pilot's Portable Unit*)<sup>79</sup> e o sistema *Redraft* – calado em tempo real – desenvolvido pela Praticagem de São Paulo, na cidade de Santos, em parceria com a empresa Argonáutica e a Universidade de São Paulo (informação verbal)<sup>80</sup>.

Os SM 5 (serviço de informações de segurança)<sup>81</sup>, SM 11 (serviço de cartas náuticas) e SM 12 (serviço de publicações náuticas) são atualmente prestados pela MB, por meio da DHN, utilizando sistemas de comunicação previstos na lista de auxílios-rádio (MARINHA DO BRASIL, 2019a) e, deverão se adequar ao *e-Navigation* quanto ao padrão S-100 e à nova arquitetura de comunicações. O SM 5 é constituído pelos Avisos-Rádio Náutico e SAR<sup>82</sup>; Avisos aos Navegantes<sup>83</sup>; e Avisos Meteorológicos, tratando-se de um serviço compulsório e gratuito, previsto pela convenção SOLAS. Outras informações meteorológicas complementares, que não afetam necessariamente a segurança, mas que são úteis para a eficiência e conforto da operação (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019f) referem-se ao SM 14 (serviço de informação meteorológicas), o qual poderá ser fornecido ou supervisionado pela DHN. O SM16 (Serviço de Busca e Salvamento) será realizado pelo MRCC, conforme já mencionado neste capítulo. Da mesma forma, o SM 10 (Serviço de Assistência Marítima - MAS), de acordo com o previsto na Resolução IMO A.950(23) (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2004), também poderá ser absorvido pelo MRCC, devendo ser observadas as nuances de treinamento e distinções com o serviço SAR. Quanto ao serviço SM 9 (TMAS - *Telemedical Assistance Service*), apesar de não caber obrigatoriamente à MB, deverá ter a supervisão do MRCC, de acordo com o Manual *International Aeronautical and Maritime Search and Rescue* (IAMSAR)<sup>84</sup>. Em

---

<sup>79</sup> Dispositivo utilizado por um práctico para o auxiliar na manobra de entrada e saída do porto e para se comunicar com a central de praticagem de forma digital.

<sup>80</sup> Informação prestada pelo Sr. Carlos Alberto de Souza Filho, em palestra realizada na sede da Praticagem de São Paulo, na cidade de Santos, em 19 de julho de 2021, sobre as atividades da instituição, por ocasião de viagem de estudos do Curso de Política e Estratégia Marítimas 2021, da Escola de Guerra Naval.

<sup>81</sup> *Maritime Safety Information* (MSI) (Nota nossa).

<sup>82</sup> Avisos-rádio náuticos e SAR (MARINHA DO BRASIL, 2020a).

<sup>83</sup> Avisos aos navegantes (MARINHA DO BRASIL, 2021a).

<sup>84</sup> *International Aeronautical and Maritime Search and Rescue* (IAMSAR). (INTERNATIONAL MARITIME

relação ao SM 8 (relatórios navio-terra), a principal ferramenta deste serviço correlaciona-se ao conceito de janela única marítima, amplamente discutida neste capítulo.

## 2.2 ARQUITETURA GERAL E CONECTIVIDADE

Após a análise das soluções S1 a S5, identificação dos principais aspectos tecnológicos e elementos-chave do *e-Navigation*, a concepção holística do *e-Navigation* pode ser observada na FIG. 11.

Percebe-se, no eixo vertical, a separação entre os domínios da informação e dos dados. O primeiro caracteriza-se pelos usuários, em cujas necessidades orbitam os requisitos do *e-Navigation*, divididos entre aqueles (usuários) embarcados e as autoridades – ou operadores – em terra, conectados pela prestação de serviços operacionais, de acordo com o MSP, e por *links* de comunicação. No domínio dos dados, identificam-se ao longo de todo o eixo horizontal, duas importantes características: a base da CMDS, centrada no padrão S-100; e o Sistema de Radionavegação Mundial (WWRNS – *World Wide Radio Navigation System*). No domínio dos dados, a ligação é feita por *links* físicos (exemplo: radiodados ou satélite) e funcionais (softwares e MCP), cujo requisito fundamental é a harmonização de conteúdo e formatos, visando à troca automática de mensagens navio-terra (*ship report*). Nesse contexto, as interfaces homem-máquina são fundamentais para a ligação entre os dois domínios, conforme a solução S1 (projeto de passadiço aperfeiçoado, harmonizado e funcional) e S4 (integração e apresentação, em *display*, das informações recebidas via equipamentos de comunicações), mas também para a interação entre um “sistema técnico comum em terra harmonizado para o *e-Navigation*” e os prestadores de serviço e as autoridades terra-terra. Já as interfaces máquina-máquina são basilares para a troca de informações junto aos diferentes tipos de provedores em terra (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

As comunicações constituem a chave do *e-Navigation*. Seus sistemas permitirão a entrega dos SM nas seis áreas delimitadas pela IMO: áreas portuárias e de aproximação; áreas costeiras ou restritas; mar aberto e áreas abertas; áreas com empreendimentos *offshore* e/ou de infraestrutura; áreas polares; e outras áreas remotas (MARINHA DO BRASIL, 2020d). Globalmente, o *e-Navigation* deve considerar o aproveitamento dos sistemas legados que fazem parte do atual GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*), tais como o

SafetyNET<sup>85</sup> e o NAVTEX<sup>86</sup>, e de outros sistemas comerciais disponíveis, “satelitais” (Iridium e Inmarsat, por exemplo) ou terrestres (GSM, 3G e 4G)<sup>87</sup>. Os futuros sistemas preveem, principalmente, o emprego do VDES, evolução do AIS; e do NAVDAT<sup>88</sup>, evolução do NAVTEX (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

Segundo Bauk (2019), os novos sistemas marítimos NAVDAT e VDES serão fundamentais para o *e-Navigation*, devendo dar suporte de comunicação (*link* físico) a um sistema de sistemas dinâmico, graduável e orientado à serviço, através da MCP (*link* funcional). O NAVDAT terá origem no NAVTEX, um sistema de rádio telex em MF/HF, com alcance de até 400 milhas náuticas da costa, que transmite mensagens padronizadas terra-navio (simplex), contendo alertas de navegação e meteorologia. Para aplicação no *e-Navigation*, o NAVTEX é considerado obsoleto, devido à sua baixa razão de transmissão de dados, que não é capaz de atender as demandas da navegação berço a berço. Por essa razão, será substituído pelo NAVDAT, que operará na faixa de MF (500 kHz), com maior capacidade de transmissão de informações digitais, alcance de até 350 milhas náuticas e dois modos de transmissão: *broadcast* (para todos os navios); e seletiva (por área geográfica, grupo de navios ou um navio específico). O NAVDAT é capaz de transmitir, além de arquivos de texto, gráficos, desenhos, dados meteoceanográficos e atualização de cartas náuticas eletrônicas. A infraestrutura global do NAVDAT será similar a do NAVTEX, facilitando a transição e reduzindo custos (BAUK, 2019). Tendo em vista que o Brasil não utiliza o sistema NAVTEX (MARINHA DO BRASIL, 2019a)<sup>89</sup>, vislumbra-se que tal fato possa constituir uma fator de fraqueza para que se tenha um sistema de radiocomunicação digital associado ao *e-Navigation*, caso os investimentos sejam considerados inviáveis, sem a participação de outros órgãos de governo.

Os outros tipos de sistema mencionados são o AIS/VDES. O AIS é um sistema de transmissão de dados que emprega os canais 87 e 88 do VHF, com alcance na faixa de 20 a 30 milhas náuticas. Inicialmente planejado para trocar informações de contatos entre navios para

<sup>85</sup> “O SafetyNET é um serviço internacional de difusão e recepção automática de Informações de Segurança Marítima [...] do Sistema Marítimo Global de Socorro e Segurança (*Global Maritime Distress and Safety System - GMDSS*) (MARINHA DO BRASIL, 2019a, p. 5-3).

<sup>86</sup> “Esse recurso foi projetado para disseminar Avisos-Rádio Náuticos, Avisos-Náuticos SAR e Boletins Meteorológicos [...] nas áreas A1 e A2 (o alcance desse serviço é de cerca de 400 milhas). O equipamento denominado receptor NAVTEX pode operar nas frequências de 518 kHz, 490 kHz e 4209,5 kHz” (MARINHA DO BRASIL, 2019a, p. 7-4).

<sup>87</sup> GSM: *Global System for Mobile*. Sistemas de telefonia celular com capacidade de transmissão de dados.

<sup>88</sup> O NAVDAT será uma evolução do NAVTEX, com maior capacidade de transmissão de dados (Nota nossa).

<sup>89</sup> A MB transmite seus Avisos-rádio náuticos pelos seguintes meios: SafetyNET (versão “satelital” do NAVTEX); radiodifusão em HF, pela Estação Rádio da Marinha no Rio de Janeiro (PWZ 33); radiodifusão em VHF/HF, pela Rede Nacional de Estações Costeiras (RENEC) da Embratel; e divulgação pela *internet* (MARINHA DO BRASIL, 2019a, p. 5-3).

evitar colisões e permitir a identificação mesmo sem a presença de eco radar, o uso do AIS foi sendo expandido gradualmente. Dentre os empregos alternativos estão: o uso como auxílio à navegação virtual AIS *Aid to Navigation* (AIS AtoN), no lugar de boias ou balizas; apoio ao GMDSS como AIS *Emergency Position-Indicating Radiobeacon* (AIS-EPIRB)<sup>90</sup> ou AIS *Search And Rescue Transponder* (AIS-SART)<sup>91</sup>; uso em comunicações, por meio das Mensagens de Aplicação Específica (ASM - *Application Specific Messages*); e fornecimento de inteligência geoespacial para forças navais, por monitoramento AIS por Satélites de Órbita Baixa (LEO – *Low Earth Orbit*). Esse crescimento levou a *World Radio Conference* (WRC), em 2012, a expandir a quantidade de canais VHF dedicados ao sistema. Nesse contexto, os canais 75 e 76 foram reservados para o – *Long Range AIS* –; os canais 27, 28, 87 e 88 para futuras aplicações; e os canais 24 a 26 e 84 a 86 para transmissões digitais (BAUK, 2019).

O uso adicional de canais VHF para o AIS irá modernizar o GMDSS e apoiar o desenvolvimento do *e-Navigation* ao viabilizar o *link* de comunicações com a MCP. No curto prazo, as mensagens padronizadas poderão ser portadas pelas ASM, apoiando o incremento inicial dos SM. No entanto, dado o congestionamento e as limitações do AIS, o novo sistema VDES será fundamental para implementar toda a potencialidade do MSP, estabelecendo uma comunicação de duas vias (duplex), com elevada taxa de troca de dados. Em conjunto com o AIS, o VDES potencializará o uso das ASM ao permitir a conexão com satélites, ampliando a atual rede AIS de costeira para global. Também é esperado que no futuro, os receptores AIS dos navios sejam unificados aos receptores VDES (BAUK, 2019).

Pela estratégia do *e-Navigation*, de acordo com a subsolução S2.3 (distribuição digital automática das informações relatáveis exigidas), será feita uma revisão das facilidades e frequências do – *Long Range AIS* – estabelecidas na WRC-2012, bem como os desenvolvimentos do VDES, a fim de considerar a possibilidade de serem usados a nenhum ou a baixo custo para a solução S2 do *e-Navigation* (padronização e automatização de relatórios). (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

Nesse contexto, o Brasil e a MB devem estar atentos para as evoluções que ocorrem nessa área, em especial, na possibilidade de modernização das estações AIS para VDES e na adoção do NAVDAT, considerando o fato de que o País não possui as instalações antigas do NAVTEX como ponto de partida para a modernização. A adoção dessa estratégia tem como vantagem a otimização de recursos, uma vez que contribuirá, sinergicamente, para

---

<sup>90</sup> (EMERGENCY POSITION-INDICATING RADIOBEACON, 2021).

<sup>91</sup> (SEARCH AND RESCUE TRANSPONDER, 2021).

a digitalização das comunicações marítimas, para a modernização do GMDSS em prol do serviço SAR e para o desenvolvimento do serviço de PNT VDES/*R-Mode*.

### 2.3 SÍNTESE E CONCLUSÃO PARCIAL

Durante o capítulo dois, foi realizada a análise dos principais pontos do *Plano de Implementação da Estratégia do e-Navigation* da IMO, denominada SIP-update1, que constitui a base teórica do objeto examinado neste trabalho. O objetivo foi identificar tendências, analisar oportunidades e ameaças, comparando-as com as ações em andamento na MB e no País, buscando fatos que pudessem contribuir como fatores de força ou de fraqueza, analisando-os em seu conjunto, a fim de formular diretrizes e ações estratégicas que possam contribuir com a implementação do *e-Navigation* no Brasil.

A complexidade e integração dos diversos aspectos motivaram a confecção de uma síntese das ações propostas neste capítulo, constante do item dois do Apêndice D, dividindo-as por tema. Durante o desenvolvimento, foi possível constatar que a recém-aprovada estratégia de implementação do conceito do *e-Navigation* na MB, transcrita no Anexo G, está adequada às diretrizes da IMO, pois aborda em seus dezoito objetivos, os seguintes elementos-chave do *e-Navigation*: serviço de PNT por meio do estabelecimento de estações de referência DGNS; estrutura comum de dados marítimos (CMDs) padrão S-100 como base para o desenvolvimento de produtos cartográficos e meteorológicos; e a necessidade de uma infraestrutura de comunicações adequada. Não obstante, dentre as ações estratégicas elaboradas e sintetizadas, destacam-se alguns aspectos considerados cruciais para a continuidade do desenvolvimento do conceito na MB, os quais podem constituir orientações para a futura confecção de um plano de implementação.

As análises deste capítulo apontam para a relevância da área temática de auxílios à navegação. Apesar da aderência da hidrografia, cartografia, oceanografia e meteorologia, que englobam mais de vinte produtos padrão S-100 (TAB. 1 e 3); e do fato do serviço hidrográfico ser responsável direto pelos serviços marítimos SM5, SM 11 e SM12, foi possível concluir que grande parte da moldura, em que o conceito se desenvolve, é dada pelos serviços de auxílio à navegação. Daí, a grande relevância dos sistemas PNT e da centralidade do conceito ampliado de VTS. Há muito, os auxílios à navegação não se limitam aos faróis e balizas; ao que se sugere adotar, como diretriz estratégica, a inclusão dessa área temática na Estratégia de C,T&I da MB, bem como a classificação do CAMR como ICT, visando ao desenvolvimento de soluções técnicas para os serviços marítimos sob coordenação da IALA,

para o estabelecimento e padronização de VTS, para a instalação de *testbeds*, e para a pesquisa de sistemas terrestres de PNT, alternativos, e de *back-up*, ao GNSS, tais como o *R-Mode* e o eLoran, essenciais para fornecer a resiliência necessária a um ambiente marítimo seguro à navegação e às infraestruturas críticas da ZEE brasileira.

Outra diretriz relevante, advinda da análise realizada no capítulo dois, retrata a importância da inclusão do SISTRAM no conceito nacional do *e-Navigation*, seja para compor uma janela única marítima (MSW) por unificação ao Porto sem Papel (PSP), seja para compor ou se configurar como o sistema operacional central do *e-Navigation* no Brasil, visando gerenciar o plano de viagem berço-a-berço, incrementar a prestação dos serviços SAR, e atuar como *link* entre o *e-Navigation* e o SisGAAz.

A constatação de que os serviços de VTS – não limitados às estações VTS – serão essenciais para o intercâmbio de informações digitais marítimas e, portanto, cruciais para o progresso do *e-Navigation*, indica, como diretriz estratégica, a necessidade de uma atuação proativa da MB enquanto Autoridade Competente, quanto à implantação de estações VTS no Brasil, bem como na padronização de sistemas, formato, serviços marítimos e infraestrutura de comunicação, de modo a garantir que a expansão da rede VTS, atualmente ainda pequena, ocorra de forma harmonizada, padronizada e alinhada ao conceito do *e-Navigation* e atenda de forma holística os aspectos de gerenciamento do tráfego marítimo, aliado à segurança da navegação, eficiência do comércio marítimo, simplificação e automatismo dos relatórios bordo-terra e vigilância marítima em prol do SisGAAz.

A última diretriz estratégica vislumbrada neste capítulo visa contribuir com o “OB-1” da estratégia da MB, constante do Anexo G, qual seja: “possuir infraestrutura confiável, segura, rápida, interoperável e flexível para a rede que atenderá ao *e-Navigation*”. Nesse sentido, foi possível concluir que a MB poderá considerar em seus estudos, a utilização dos sistemas VDES e NAVDAT, respectivas modernizações do AIS e do NAVTEX, para alcançar a digitalização das comunicações marítimas necessárias ao *e-Navigation*, tendo como vantagem a otimização de recursos, uma vez que esses sistemas também contribuirão, sinergicamente, para a modernização do próprio sistema GMDSS, em favor da qualidade do serviço SAR brasileiro, e para o desenvolvimento do serviço de PNT VDES/*R-Mode*.

As diretrizes apontadas encontram-se enunciadas no item um do Apêndice D.

### 3 A IMPLEMENTAÇÃO DO *E-NAVIGATION* NA REPÚBLICA DA COREIA

#### 3.1 VISÃO GERAL DO MODELO DE DESENVOLVIMENTO POR *TESTBEDS*

O principal instrumento prático de implementação do *e-Navigation*, adotado pela IMO em parceria com os países membros, tem sido as denominadas *testbeds*, que consistem em ambientes controlados, instalados fisicamente ou criados em simuladores, para a realização de testes práticos e conceituais. A IALA mantém um amplo registro das *testbeds* conduzidas em apoio ao *e-Navigation*<sup>92</sup> em seu sítio oficial (IALA, 2021c), cabendo a essa associação emanar as principais instruções sobre o tema, dentre as quais se destaca a diretriz *1107 Planning and Reporting of e-Navigation Testbeds* (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2016).

Atualmente, encontram-se registrados nove *testbeds* ativas, dos quais um é coordenado pela Federação Russa; um pela Austrália e Nova Zelândia; um pela República da Coreia; e seis exclusivamente europeus (unilaterais ou multilaterais). Dos nove projetos, três, o “Hermitage” (Rússia), o “eMir” (República Federal da Alemanha) e o “SMART-Navigation” (República da Coreia) são multidisciplinares, abordando vários aspectos do *e-Navigation*. Dois tratam da utilização do SBAS em prol da navegação marítima, sendo uma sob a coordenação do *Australian Government’s National Positioning Infrastructure* (NPI)<sup>93</sup> e a outra da *GNSS European Agency* (GSA)<sup>94</sup>, que conduz um projeto piloto para a – retransmissão de correções SBAS via AIS. Outros três referem-se à países bálticos, tendo por foco a avaliação de modelos batimétricos S-102 (República da Finlândia)<sup>95</sup>, o emprego da comunicação VDES para acesso à nuvem marítima (MCP), com tramitação de dados no padrão S-100 (Reino da Dinamarca)<sup>96</sup>, e a gestão de risco meteorológico para a navegação no inverno báltico<sup>97</sup>. E o último, conhecido como projeto – *DataAcron* –, refere-se à análise de *bigdata* em prol da inteligência marítima e aérea, com foco na identificação de movimentos e comportamentos anômalos de alvos, e será comentado no capítulo quatro (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021c).

Além das *testbeds* ativas, somam-se 41 já completadas. Destas, 27 foram

<sup>92</sup> Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/technical/e-nav-testbeds/>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

<sup>93</sup> *Second Generation SBAS in Australia and New Zealand*.

<sup>94</sup> A GSA possui uma representação no Parque Tecnológico de São José dos Campos – o Centro de Informação do Galileo (GIC) – para divulgar e dar suporte a utilização do sistema GNSS Galileo no Brasil GALILEO INFORMATION CENTRE BRAZIL, 2021).

<sup>95</sup> *Intelligent Fairway*.

<sup>96</sup> *Mariot Project*.

<sup>97</sup> *Sheba/Stormwinds Project*.



conduzidas na Europa; três no Canadá/EUA, incluindo o rio Mississippi e os Grandes Lagos; três nas regiões do Ártico ou da Antártica; duas na Austrália; e seis *testbeds* na Ásia, com destaque para o projeto *Marine Electronic Highway* (MEH) nos Estreitos de Málaca e Singapura. Dentre os projetos mais antigos, estão o MARNIS (*Maritime Navigation and Information Services*) e o *EfficienSea* (*Efficient, Safe and Sustainable Traffic at Sea*). O primeiro data de 2004, antes da formalização do conceito do *e-Navigation*, demonstrando as tendências e o caminho gradual que levou à centralidade do tema. O segundo foi um dos pioneiros a tratar diretamente do assunto, em 2009, colocando o *e-Navigation* como um de seus objetivos formais, tendo sido sucedido por outros projetos relevantes no contexto europeu, tais como o MONALISA 1.0, MONALISA 2.0, ACCSEAS, ArticWeb, *EfficienSea 2* e o *Sea Traffic Management* (STM), que serão abordados neste capítulo (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021c).

Dentre os cinquenta projetos ativos e finalizados, registrados na IALA, constata-se uma predominância de 66% de projetos europeus, dentre os quais há uma prevalência de Estados nórdicos, banhados pelo mares do Norte ou Báltico, com destaque para o Reino da Dinamarca, Reino da Noruega, Reino da Suécia, República da Finlândia, República Federal da Alemanha e Países Baixos. Observa-se ainda, a liderança das Autoridades Marítimas, com grande participação da Academia (universidades e institutos de pesquisa e desenvolvimento); e das indústrias de tecnologia do setor marítimo e aeroespacial, bem demonstrando a importância do conceito de *tríplice hélice*<sup>98</sup>. As *testbeds* são orientadas para a experimentação de produtos e serviços, e a maioria dos financiamentos foram compartilhados entre a iniciativa privada e a União Europeia, a quem coube a maior parcela, com destaque para o *European Regional Development Fund* (INTERREG) e para os *Framework Programmes* (FP). No que tange aos programas não europeus, foram financiados com recursos nacionais, como no caso sul-coreano, ou por meio do *Global Environment Facility Trust Fund* (GEF) e do Banco Mundial, como no caso do MEH, cujo orçamento de dezessete milhões de dólares (USD 17 milhões), foi coberto em 51% pelos estados costeiros e pela iniciativa privada, e 49% pelo referido financiamento internacional, em concessão à IMO e à Indonésia (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

Quanto à participação de Estados fora da União Europeia, além do Canadá e EUA, destaca-se a atuação da Austrália, Japão, República da Coreia, República Popular da China e

---

<sup>98</sup> A Tríplice Hélice do Conhecimento Científico é composta pela Academia, Governo e Indústria. O modelo foi desenvolvido por Henry Etzkovitz na década de 90, sendo hoje uma das metáforas mais populares e aceitas para explicar a capacidade de transformar o conhecimento científico em inovação tecnológica (MARINHA DO BRASIL, 2017, p. 29).

Singapura. Não há registro de *testbeds* em países da América do Sul. Outra constatação é que, à exceção da Guarda Costeiras dos EUA (USCG) e do Exército dos EUA (USArmy), há pouca participação de Forças Armadas e Forças Policiais nos projetos do *e-Navigation*.

De acordo com a IALA, as *testbeds* geralmente envolvem testes rigorosos que permitem verificar a usabilidade operacional de uma inovação tecnológica em um cenário real, permitindo identificar pontos fracos e oportunidades de melhoria. A seguir será realizada uma análise de um dos principais projetos e *testbeds* do *e-Navigation* na Ásia e no mundo, com investimentos superiores à € 100 milhões (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021c).

## 3.2 PROJETO *SMART-NAVIGATION*

### 3.2.1 Gestão estratégica, organização e governança

A República da Coreia é um dos Estados com maior atuação no desenvolvimento do *e-Navigation*. Anualmente, entre 2017 e 2020, foi coorganizadora e sede das Conferências do *E-Navigation Underway Asia-Pacific*<sup>99</sup> (ENUW AP), um importante fórum de discussões sobre as estratégias de implementação do *e-Navigation* ao redor do globo, estabelecido pela IALA, com outras duas versões semelhantes, uma Internacional e outra para a América do Norte, às quais a República da Coreia também envia conferencistas (DIGITAL@SEA, 2021).

No âmbito da República da Coreia, a liderança desse processo tem cabido à Autoridade para a Segurança do Transporte Marítimo, exercida pelo Ministério dos Oceanos e da Pesca (MOF)<sup>100</sup> (tradução nossa), o qual estabeleceu um plano estratégico nacional para o desenvolvimento e implementação do *e-Navigation*, a partir de 2013 (AN, 2016). Apesar das ações serem mais recentes do que as adotadas pelos países europeus, cujas estratégias serão apresentadas no próximo capítulo, tal fato não impediu que o tema tivesse uma rápida evolução, derivando no efetivo funcionamento e implementação dos serviços de *e-Navigation*, ao público externo, já no decorrer de 2021. Seguramente, a escolha da estratégia de governança guarda relação direta com tais resultados. Um dos principais aspectos do Plano Estratégico para Implementação do *e-Navigation* da República da Coreia (*Korea's SIP*) foi o estabelecimento de um sistema total de governança, baseado nos seguintes pilares (SONG, 2015): i) participação de uma organização consultiva interministerial; ii) parceria em

<sup>99</sup> (E-NAVIGATION UNDERWAY 2020 ASIA-PACIFIC, 2020).

<sup>100</sup> *Ministry of Oceans and Fisheries (MOF)*.

cooperação público-privada; iii) ativação de um plano nacional de comunicação estratégica; e iv) aprimoramento de uma rede internacional.

Para alcançar tal objetivo, a MOF lançou mão da gestão de projetos como ferramenta, promovendo a criação do *SMART-Navigation Project* (KRISO, 2021), que está sendo administrado por um Escritório de Projetos (PO – *Project Office*), nucleado no *Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion* (KIMST), sob a liderança do Dr. Han Jin Lee. O tempo de execução do projeto montou cerca de cinco anos, tendo o principal período ocorrido entre março de 2016 e dezembro de 2020, com custo aproximado de USD 115 milhões (dólares dos Estados Unidos). A estrutura organizacional do projeto é mostrada pela FIG. 12, onde além do ministério (MOF), do instituto de ciência e tecnologia marinhas (KIMST) e do escritório de projeto (PO), destacam-se os fóruns de *e-Navigation*, materializado pela já citada série de conferências ENUW; um comitê de governança e outro de assessoramento de projeto, além dos dois principais parceiros e coordenadores das atividades: o *Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering* (KRISO); e a classificadora *Korean Registrar* (KR)<sup>101</sup>.

Dentre os pilares da governança estabelecida, destaca-se a cooperação internacional público-privada para o desenvolvimento da nuvem marítima MCP, uma das principais tecnologias do *e-Navigation*, por meio do consórcio internacional denominado *Maritime Connectivity Platform Consortium* (MCC). O MCC foi criado em fevereiro de 2019, na Dinamarca, com a participação inicial de três agências governamentais e cinco institutos de pesquisa, de cinco países diferentes, incluindo o Reino da Dinamarca, o Reino da Suécia, o Reino Unido, a República da Coreia e a República Federal da Alemanha (KRISO, 2021)<sup>102</sup>. As instituições de pesquisa são: OFFIS<sup>103</sup>, KRISO, RISE (*The Research Institutes of Sweden*)<sup>104</sup>, Universidade de Copenhague e GLA. As agências governamentais referem-se às autoridades marítimas envolvidas: Autoridade Marítima Dinamarquesa (DMA); *Swedish Maritime Administration* (SMA); e MOF.

Visando identificar possíveis contribuições para a implementação do *e-Navigation* no Brasil, este trabalho mapeou a linha do tempo adotada pela República da Coreia para o projeto SMART. Entre 2013 e 2015, identifica-se a etapa de planejamento, organização, design conceitual e início da pesquisa e desenvolvimento, com a seguinte sequência de ações:

---

<sup>101</sup> Sociedade classificadora sul-coreana.

<sup>102</sup> <https://www.mof.go.kr/en/board.do?menuIdx=1491&bbsIdx=30616>.

<sup>103</sup> Instituto de pesquisa sediado na República da Alemanha (OFFIS INSTITUTE FOR INFORMATION TECHNOLOGY, 2021).

<sup>104</sup> Instituto de pesquisa sediado no Reino da Suécia. (RESEARCH INSTITUTES OF SWEDEN, 2021).

em 2013, foi lançada uma Estratégia de promoção da proposta sul-coreana para o *e-Navigation* (AN, 2016). Em 2014, o Ministério da Economia e Finanças (tradução nossa) confirmou o Projeto SMART-Navigation como qualificado no estudo de pré-viabilidade, com financiamento de cinco anos, incluindo um fundo privado<sup>105</sup> (KRISO, 2021). Em 2015, foi finalizado e aprovado o Plano Estratégico para Implementação do *e-Navigation* da República da Coreia<sup>106</sup> (AN, 2016); o Comitê Gestor do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia selecionou o SMART-Navigation para receber apoio na categoria “World Best Technology”; a parcela dos fundos governamentais, no valor de USD 7.5 milhões, referente ao exercício de 2016 foi confirmada; e foi designado o chefe do escritório de projetos (KRISO, 2021).

O período entre 2016 e 2017 marca a etapa do – início do projeto e desenvolvimento da infraestrutura, das soluções técnicas e tecnológicas. Em 2016, foi criado o escritório de projetos; realizada a *Request For Proposal*<sup>107</sup> (RFP) das três atividades do projeto; sendo selecionado o instituto KRISO para as atividades<sup>108</sup> um e dois; e a *Korean Registrar* (KR) para a atividade três. Nesse ano, foi realizada a assinatura do Acordo de Parceria e realizada a cerimônia de lançamento (KRISO, 2021). Em 2017, foram concluídas a construção e os testes de mar do projeto piloto da rede *Long Term Evolution Maritime* (LTE-Marítima), uma das tecnologias fundamentais do SMART-Navigation e que será apresentada ainda neste capítulo. Ainda em 2017, foi sediada a primeira conferência ENUW Ásia-Pacífico; e realizado um teste internacional com a MCP, outra tecnologia fundamental, em conjunto com o Projeto EfficienSea2 (KRISO, 2021).

O período entre 2018 e 2020 compreende a etapa de implementação da infraestrutura. Em 2018, foi concluído o projeto do sistema de operação e lançada a licitação para seu desenvolvimento; foi aprovada uma lei para o *e-Navigation*; realizado o lançamento da MCP; e divulgados os editais de licitação para a obtenção da rede LTE-Marítima (KRISO, 2021). Em 2019, foram celebrados os contratos principais (*main contract*) com o Consórcio Internacional MCP para construção do sistema de operação e com o Consórcio KT para a construção da rede LTE-Marítima. Foram realizados diversos testes iterativos e de prova de mar; bem como o teste de acreditação KOLAS<sup>109</sup> (*Korea Laboratory Accreditation Scheme*) (KRISO, 2021). Ainda em 2019, foi concluída a instalação de toda a infraestrutura necessária

---

<sup>105</sup> Estudo realizado pelo *Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning* (KISTEP) sob a supervisão do *Ministry of Strategy and Finance* (MOSF) (AN, 2016, p. 17).

<sup>106</sup> *Korea's Strategic Implementation Plan (Korea's SIP)*.

<sup>107</sup> Solicitação de proposta técnico e comercial para aquisição de um produto ou serviço.

<sup>108</sup> As atividades serão descritas na seção 3.2.2 (Nota nossa).

<sup>109</sup> É uma agência sul-coreana de inspeção qualificada na área de avaliação de performance de sistemas de tecnologia da informação.

ao longo da costa da península coreana, num total de 620 estações de base com a tecnologia de comunicações denominada LTE-Marítimo e os primeiros dois centros de operação (REPÚBLICA DA COREIA, 2021)<sup>110</sup>. Em 2020, o sistema foi posto em funcionamento experimental, com o objetivo de otimizar a rede LTE-Marítima. Foram também realizados ensaios visando à habilitação para a prestação de serviços, de modo a permitir o estabelecimento da fase de operação efetiva do *e-Navigation* para navios de cabotagem e barcos de pesca a partir de 2021 (REPÚBLICA DA COREIA, 2021). Em síntese, a FIG. 13 apresenta o roteiro (*Roadmap*) da estratégia sul-coreana para implementação do *e-Navigation*, dividida em cinco fases: I) design conceitual; II) pesquisa e desenvolvimento; III) criação da infraestrutura; IV) implementação; e V) operação (SONG, 2015).

Conforme pode ser ainda observado na FIG. 13, a fase de design conceitual (I) referiu-se ao período pré-projeto SMART-Navigation e consistiu na elaboração de uma estratégia de promoção de – um conceito sul-coreano próprio – em relação à arquitetura do *e-Navigation* e da organização da governança, conforme já descrito. As fases intermediárias (II a IV) foram desenvolvidas dentro do escopo do referido Projeto e serão detalhadas na próxima seção deste capítulo. Em resumo, a fase de pesquisa e desenvolvimento consistiu na concepção das tecnologias e serviços fundamentais; a criação de infraestrutura teve por foco o desenvolvimento do sistema de operação e a construção da infraestrutura de comunicações marítimas; e a fase de implementação consistiu na aplicação dos sistemas desenvolvidos e expansão para embarcações não-SOLAS (SONG, 2015). A última fase do *Roadmap*, a operação do sistema (V), refere-se à fase pós-projeto, e atualmente encontra-se sendo implementada desde o início do ano de 2021, por meio dos seguintes planos: “*Ist Basic Plan for Intelligent Maritime Traffic Information Service (2021-2025)*”; e pelo “*2021 Implementation Plan*”, este com foco no estabelecimento e consolidação da confiabilidade e estabilidade dos serviços (REPÚBLICA DA COREIA, 2021)<sup>111</sup>.

Quanto à aplicação da gestão estratégica, acima descrita, em relação ao Brasil, vale mencionar que a primeira Estratégia para Implementação do Conceito de *e-Navigation*, no âmbito da Marinha do Brasil (MB), foi recentemente aprovada<sup>112</sup> e que o assunto encontra-se dentre as diretrizes preliminares da nova Política Marítima Nacional, a ser discutida pelo Grupo de Trabalho Interministerial, instituído pelo Decreto nº 10.607, de 22 de janeiro de

---

<sup>110</sup> <https://www.mof.go.kr/en/board.do?menuIdx=1491&bbsIdx=30630>.

<sup>111</sup> <https://www.mof.go.kr/en/board.do?menuIdx=1491&bbsIdx=31657>.

<sup>112</sup> Estratégia para Implementação do Conceito de *e-Navigation* na MB, aprovada em 9 de junho de 2021, por mensagem administrativa do Gabinete do Comandante da Marinha. A presente tese utilizou como fonte a minuta da estratégia, transcrita parcialmente na Parte II do Anexo G, a qual foi aprovada sem alteração.

2021. A MB já tem realizado avanços no tema, fruto de grupos de trabalho estabelecidos, desde 2006. Além disso, a partir de 2017, a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e a Diretoria de Portos e Costas (DPC) vem publicando seus Planos e Estratégias<sup>113</sup> para a implementação do *e-Navigation*, com foco na conversão das ENC para padrão S-100, aperfeiçoamento de auxílios à navegação e desenvolvimento de simuladores. No âmbito da Diretoria Geral de Navegação (DGN), desde 2019, têm sido realizadas ações de liderança institucional e de comunicação estratégica, por meio de workshops, palestras e *webnários*, surtindo efeitos positivos, medidos por meio da pesquisa constante do Apêndice C, em que apenas 7% dos entrevistados disseram nunca ter ouvido falar do tema e mais de 50% declararam-se familiarizados ou muito familiarizados. Mesmo dos 32,4% pouco familiarizados, mais da metade possuía conhecimento de que o *e-Navigation* é um conceito e não algum tipo de equipamento ou sistema. Por fim, 94,3% dos entrevistados disseram que a implementação do *e-Navigation* é importante (16,9%) ou muito importante (77,4%).

Em contrapartida, Almeida (2019) aponta que as políticas nacionais relacionadas ao mar carecem do estabelecimento de metas mensuráveis, mecanismos de articulação e acompanhamento efetivos, e dessa forma, não propiciam o financiamento necessário para sua implantação. Vislumbra-se como opção que a Autoridade Marítima brasileira possa adotar um – *roadmap* – similar ao demonstrado, passando à confecção de um “**conceito brasileiro sobre o *e-Navigation*”**, a exemplo do que fez a República da Coreia. Sugere-se a participação multissetorial de atores públicos e privados, principalmente do setor portuário, aquaviário, comércio marítimo, indústria, transporte, infraestrutura, comunicações e tecnologia. O GTI formado para discutir a PMN<sup>114</sup> poderia dar prosseguimento ao tema. Igualmente, julga-se adequado utilizar o Grupo Interministerial (GI) da Comissão Coordenadora para os Assuntos da Organização Marítima Internacional (CCA-IMO), instituído pelo Art. 3º do Decreto nº 9.878, de 27 de junho de 2019 (BRASIL, 2019).

No que tange às características desse conceito brasileiro, é importante salientar que a atual estratégia de implementação do conceito do *e-Navigation* na MB, transcrita no Anexo G, aborda os serviços marítimos (SM) de forma inicial, ampla e descentralizada, o que pode ser considerado adequado para a presente fase de desenvolvimento e divulgação do conceito no País, mas que, oportunamente, requererá aprofundamento. A seguir, este trabalho

---

<sup>113</sup> Documentos elaborados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação e Diretoria de Portos e Costas, conforme histórico de Grupos de Trabalho, Planos e Estratégias registrados na Parte I do Anexo G.

<sup>114</sup> Ou a formação de um GTI específico (Nota nossa).

analisará como o SMART-Navigation tratou a questão de relacionar seu próprio conceito à moldura estabelecida pela IMO.

### 3.2.2 Gestão de projetos e desenvolvimento dos serviços técnicos

Antes de detalharmos as atividades, estratégias, serviços e tecnologias do Projeto SMART-Navigation, é necessário compreender que ele possui uma característica bem específica, que o diferencia e o amplia em relação ao conceito de *e-Navigation* da IMO. Além de atender aos navios SOLAS, com base nos MSP (Maritime Service Portfolio) da *SIP-Update1* (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018), o SMART-Navigation estabelece serviços especializados e delineados para a demanda particular do tráfego marítimo da República da Coreia em relação às embarcações não-SOLAS, sejam esses navios de médio porte com capacidade GMDSS, ou de menor porte, sem GMDSS.

O projeto SMART-Navigation foi então dividido em três atividades que juntas buscam a consecução das fases II, III e IV do *Roadmap*. A “atividade 1” refere-se à pesquisa e desenvolvimento das tecnologias fundamentais necessárias ao estabelecimento dos serviços de *e-Navigation* e incluem técnicas para a obtenção da consciência situacional do tráfego marítimo em tempo real, a fim de proporcionar o devido serviço de resposta e apoio a situações de perigo no mar. Já a “atividade 2” coaduna com a criação de infraestrutura e é constituída pelo desenvolvimento do sistema de operação e de comunicações marítimas digitais para o *e-Navigation*. A “atividade 3” refere-se à harmonização com os padrões internacionais do *e-Navigation* para implementação dos Serviços Marítimos (SM) estabelecidos pela IMO (KRISO, 2021).

A “atividade 1” englobou seis pacotes de trabalho (WP – Work Packages), numerados de WP1 a WP6, cuja “saída” – *output* – correspondente a um dos seis serviços (SV) próprios do portfólio do SMART-Navigation, numerados de SV1 a SV5-2, conforme a TAB. 5. Na arquitetura elaborada, cada SV contribuirá com um ou mais SM e, cada SM, será composto por um ou mais SV. No escopo de cada WP foram desenvolvidos serviços técnicos (TS - *Technical Services*), que buscaram solucionar o processo de comunicação e utilização da base de dados, visando a alcançar o efeito desejado final, qual seja, a entrega dos serviços do portfólio SMART-Navigation (SV). Segundo Hahn (2020, p. 56, tradução nossa)<sup>115</sup>, um TS é “o conjunto de soluções técnicas, incluindo modelo de dados e meios de comunicação para

---

<sup>115</sup> Texto original na língua inglesa.

fornecer um Serviço Marítimo”, conforme diagrama constante da FIG. 14. Além disso, um serviço marítimo pode ser implementado por um ou mais TS (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2018, p. 6), conforme pode ser compreendido na FIG. 15 e na TAB. 5, que mostram a correspondência entre as atividades, objetivos, WP, SV e SM, bem como os navios-cliente e o tipo de comunicações no âmbito do SMART-Navigation (KRISO, 2021).

A Resolução MSC.467(101) da IMO (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019c) regulamenta como os Estados devem apresentar suas propostas de novos serviços marítimos, como o caso dos SV sul-coreanos, devidamente acompanhadas dos ST correspondentes, de forma que haja harmonização. Os ST devem combinar, harmonicamente, a utilização de diferentes modelos de dados, e sempre que apropriado, estarem enquadrados no padrão S-100. A interoperabilidade dos ST é assegurada por uma abordagem coordenada entre os organismos responsáveis por cada domínio de informação<sup>116</sup>, tais como a IALA, a IHO e a WMO. Alguns ST dependem de produtos advindos de fontes variadas. Assim, os desenvolvedores de ST utilizam-se do portal de Registro de Informação Geoespacial da IHO – IHO GI Registry (INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION, 2020) – para garantir a qualidade, consistência e harmonização dos produtos utilizados. Da mesma forma, os fornecedores devem registrar seus produtos no portal para que os desenvolvedores os consultem. Portanto, seja como desenvolvedor de SM no âmbito do *e-Navigation*, seja como fornecedor de produtos para a comunidade marítima, a MB deverá considerar o registro no referido portal, buscando incentivar parcerias com empresas públicas e privadas (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019c).

Os *Work Packages* (WP) 1, 2 e 3 apoiarão os SM 1, 2, 3 e 4, sendo que os dois primeiros, WP 1 e 2, também apoiarão os SM 10 e 16, conforme a TAB. 5. Todos os links físicos de comunicações, conforme arquitetura da FIG. 11, serão materializados pelos sistemas LTE-Marítimo e VDES/Digital-HF (D-HF). O WP1 foi responsável pelo desenvolvimento do TS do SV1 - *Navigation Monitoring & Assistance Service* (NAMAS) e será utilizado por qualquer embarcação da qual se possa adquirir a informação de posição em tempo real. O NAMAS monitora a posição de navios vulneráveis e provê um alerta para que seja evitada uma colisão ou encalhe. O serviço pode ser provido por um centro VTS para navios SOLAS ou por terminais dedicados, como por exemplo os *Electronic Chart System* (ECS), ECDIS, PPU ou *smartphones*, adotados pelo SMART-Navigation, conforme a FIG. 16

---

<sup>116</sup> Hidrografia, Auxílios à Navegação, Meteorologia, por exemplo (Nota nossa).



(KRISO, 2021). O WP2 foi responsável pelo TS do SV2 – *Ship-borne System Monitoring Service* (SBSMS) e será utilizado por navios de passageiros de bandeira sul-coreana, como *ferry-boats* por exemplo, na faixa costeira ou oceânica. O SBSMS monitora, detecta e alerta sobre eventos perigosos a bordo, tais como alagamento, incêndio ou problemas de máquina. O WP3, responsável pelo desenvolvimento dos TS do SV3 - *Safe & Optimal Route Planning Service* (SORPS), será utilizado por navios de passageiros de bandeira sul-coreana, tais como *ferry-boats*, na faixa costeira ou oceânica, mas também por barcos pesqueiros e pequenas embarcações. O SORPS provê sugestões de derrota seguras e otimizadas, sempre que requisitado e poderá ser empregado desde navios mercantes para o planejamento de suas derrotas, até o guiamento em emergência de uma embarcação desprovida de sistemas de auxílio à navegação, como radar e AIS, por exemplo (KRISO, 2021).

O WP4 foi responsável pelo desenvolvimento dos TS do SV4 - *Real-time Electronic Navigational chart Distribution & Streaming Service* (REDSS) e apoiará os SM 11 e 12, podendo ser utilizado por navios SOLAS ou não-SOLAS, com ou sem ECS, nas águas jurisdicionais sul-coreanas. O REDSS fornece um serviço de streaming de cartas eletrônicas (ENC – *Electronic Navigational Chart*), empregando o LTE-Marítimo como link de comunicações (KRISO, 2021). O WP5, responsável pelo desenvolvimento dos TS do SV5-1 - *Pilot & Tugs Assistance Service* (PITAS), apoiará os SM 6 e 7 no gerenciamento de rebocadores e práticos para manobras de movimentações de navios nos portos locais. Assim como o WP4, somente o LTE-Marítimo está sendo considerado como link de comunicações (KRISO, 2021). Finalmente, o WP6 foi responsável pelo desenvolvimento dos TS do SV5-2 - *Maritime Environment and Safety Information Service* (MESIS), um serviço técnico que apoiará os SM 5, 12, 14 e 15. Poderá ser utilizado por navios SOLAS ou não-SOLAS, nas águas jurisdicionais sul-coreanas. O MESIS provê os típicos serviços de *Maritime Safety Information* (MSI), incluindo informações meteorológicas, hidrográficas e oceanográficas. O LTE-Marítimo e o VDES/D-HF/satélite poderão atuar como links de comunicação, assim como outro sistema disponível a bordo (KRISO, 2021).

Observando-se os SV acima, conclui-se que os SV1, SV2, SV3 e SV5-1 possuem grande aderência aos serviços de um centro VTS<sup>117</sup>, incluindo o serviço de praticagem e rebocadores, mas também possuem correlação com os serviços SAR e de assistência marítima (MAS) que, conforme analisado no capítulo dois, podem ser exercidos pelo MRCC. Portanto, tais soluções técnicas podem ser objeto de estudo para buscar soluções padronizadas para os

---

<sup>117</sup> Conforme análise do capítulo dois, os centros VTS são protagonistas na atuação dos SM 1 a 4.

VTS brasileiros, via DHN e CAMR, na área de atuação dos Auxílios à Navegação, bem como para a evolução do SISTRAM em apoio ao SALVAMAR BRASIL, via Comando de Operações Navais (ComOpNav) e CISMAR. Em relação aos SV4 e SV5-2 observa-se que possuem grande aderência aos serviços hidrográficos, podendo ser de interesse da DHN.

### 3.2.3 Infraestrutura de operação e de comunicações

A “atividade 2” foi desenvolvida com base nos WP 7, 8 e 9 e tem por foco a criação da infraestrutura. O WP 7 refere-se ao estabelecimento de um *sistema integrado de operação* do *e-Navigation*, baseado em cartas eletrônicas, operacionalizado por um Centro de Operação Principal, administrado pelo MOF, e mais seis Centros Regionais, conforme pode observado na FIG. 17 (Centro de Operação do SMART-Navigation) e na FIG. 18 (configuração da Rede LTE-Marítima). O Centro de Operação Principal será responsável pelo *link* de dados com as autoridades provedoras de informações; pela execução do sistema operacional; pelo monitoramento da capacidade de hardware e software da infraestrutura e do sistema de comunicações LTE-Marítimo. Também é responsável pelo acompanhamento dos serviços técnicos, que serão prestados de forma automática sem intervenção humana, mas que baseado nos resultados de monitoramento, terão a intervenção do pessoal responsável. Os Centros Regionais serão guarnecidos para a prestação de serviços locais, monitoramento, assistência e resposta imediata. A base de dados será fornecida pelas autoridades envolvidas na atividade marítima e os serviços providos pela *Maritime Connectivity Platform* (MCP), através de uma rede sem fio de alta velocidade, formada pelos *links* digitais LTE-Marítimo e VDES/D-HF, os quais foram estabelecidos pelos WP 8 e 9, respectivamente. An (2016) relata o seguinte a respeito da infraestrutura de comunicações do SMART-Navigation:

O sistema de comunicação digital é a chave para a implementação do *e-Navigation*. Será composto pelo GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*) digital e pelo LTE-Marítimo (Long Term Evolution for Maritime). O sistema de comunicação digitalizado será desenvolvido com base nos recursos de GMDSS existentes para navios SOLAS, como as Mensagens de Aplicação Específica do AIS (AIS-ASM) e no sistema VHF Data Exchange System (VDES). A AIS-ASM [...] será cada vez mais utilizada para comunicar digitalmente informações de segurança marítima (MSI) entre embarcações participantes e estações costeiras. Juntamente com a AIS-ASM, o VDES terá um impacto benéfico significativo nos serviços de informação marítima, incluindo os auxílios à navegação e os futuros VTS. [...] Além das tecnologias GMDSS, o LTE-Marítimo permite que navios menores, não equipados com aparelhos de rádio, possam se comunicar e trocar dados na faixa litorânea dentro de 100km a partir da costa [...] e suporta transmissões em *broadcast*<sup>118</sup> e *multicast*<sup>119</sup> (AN, 2016, p. 18, tradução nossa).

<sup>118</sup> Transmissão de uma mesma mensagem endereçada simultaneamente a todos os receptores (nota do autor).

Observa-se que, adicionalmente ao que foi apresentado no capítulo dois, o projeto SMART-Navigation adotou uma solução de comunicação complementar<sup>120</sup> ao AIS, VDES e NAVDAT, o que se deve à necessidade de atender uma demanda específica da República da Coreia, com foco nas embarcações não-SOLAS<sup>121</sup> e pesqueiras. Segundo Hagen (2017), a maioria dos acidentes ocorrem com embarcações pesqueiras e abaixo de 100 toneladas, que representam 88,4% e 94,9% dos navios registrados naquele Estado, respectivamente.

### 3.2.3.1 Avaliação do impacto do e-Navigation para embarcações não-SOLAS

Baldauf e Hong (2016) realizaram um estudo para avaliar o impacto da aplicação do *e-Navigation* na redução de acidentes. Assim, no período entre 2009 e 2013, os autores identificaram o registro total de 4871 acidentes, considerando todos os tipos de navio trafegando em águas jurisdicionais sul-coreanas, e ainda, os navios com bandeira da República da Coreia operando no mundo todo. Destes, extraíram 3366 acidentes com potencial para serem evitados, por estarem correlacionados aos *Risk Control Options* (RCO)<sup>122</sup> um, três, quatro, cinco, seis e sete da *International Maritime Organisation* (2018, p. 3)<sup>123</sup>, sobre os quais os autores consideraram possível um efeito positivo de neutralização, a partir da aplicação das soluções do SMART-Navigation. Desse total, obteve-se um “efeito potencial de redução” de 56,6% (1905 casos) do total de acidentes, sendo 13% (438 casos) referentes à navios SOLAS (BALDAUF; HONG, 2016, p. 7-9).

Especificamente em relação a embarcações não-SOLAS, incluindo pesqueiros, verifica-se que estavam envolvidas em 79,6% dos acidentes (2681 casos), conforme consta na TAB. 6, produzida com base nos estudos de Baldauf e Hong (2016, tabela 3, p. 9). Observa-se, também, na coluna (E) da TAB. 6, uma estimativa de “efeito potencial na redução” de cada categoria de acidente, conforme as legendas apresentadas na coluna (A), com média final de 54,7%, muito semelhante à média geral, incluindo navios SOLAS, já mencionada: 56,6%. Tal

---

<sup>119</sup> Transmissão de uma mensagem endereçada a um grupo de receptores ou dispositivos da rede (nota do autor).

<sup>120</sup> O LTE-Marítimo.

<sup>121</sup> Embarcações “Não SOLAS” são todas aquelas que não se enquadram na definição de “Embarcação SOLAS”, que são todas as embarcações mercantes empregadas em viagens marítimas internacionais ou empregadas no tráfego marítimo mercantil entre portos brasileiros, ilhas oceânicas, terminais e plataformas marítimas, com exceção de [...]” (MARINHA DO BRASIL, 2021f, p. 7-3).

<sup>122</sup> Após a identificação de riscos são estabelecidos dispositivos de controle que garantam um tratamento de qualidade ao risco (Nota do autor).

<sup>123</sup> No processo do *e-Navigation*, a IMO estabeleceu sete RCO para auxiliar na avaliação das soluções do *e-Navigation*. RCO 1: integração de informações e equipamentos de navegação, com garantia de qualidade de software; RCO3: modo padronizado para equipamento de navegação; RCO 4: relatórios automatizados; RCO 5: qualidade dos sistemas PNT; RCO 6: melhoria dos serviços baseados em terra; e RCO 7: padronização de layout do passadiço (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018, p. 3, tradução nossa).

constatação permite afirmar que, apesar do *e-Navigation* ter sido elaborado pela IMO com foco nos navios SOLAS, o mesmo poderá ser aplicado para embarcações não-SOLAS, com grau semelhante de efetividade. Importante mencionar, ainda, que a inclusão dessa categoria como cliente do *e-Navigation* reduz em muito a quantidade absoluta de acidentes, visto que dos 56,6% de redução, 43,6% (1467 acidentes) cabem às embarcações não-SOLAS e pesqueiros, ou seja, 1467 dos 1905 acidentes evitáveis, o que corresponde a 77%.

Para fins comparativos, a FIG. 19, apresenta dados com a quantidade de IAFN no Brasil, extraídos entre 2009 e 2013 (MARINHA DO BRASIL, 2021e), obtendo-se números bastante similares aos da República da Coreia. Nesse período foram registrados 4507 casos, dos quais 83,3% (3753) referentes a navios não-SOLAS. Aplicando-se, em teoria<sup>124</sup>, os mesmos índices e critérios adotados por Baldauf e Hong (2016), no referido lapso temporal, o “potencial de redução de acidentes” resultaria em 2551 acidentes e incidentes evitáveis, dos quais 2053 seriam não-SOLAS. Atualmente, o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS), instituído e regulamentado por meio da Instrução Normativa Interministerial SEAP/MMA/CM nº 2, de 04 de setembro de 2006, mantém o acompanhamento da frota pesqueira brasileira, com o propósito de realizar a gestão pesqueira e contribuir para a salvaguarda da vida humana no mar, sendo monitorada pelo CISMAR, MRCC e demais centros de coordenação SAR (BRASIL, 2006). Vislumbra-se que no decorrer do desenvolvimento de um plano de implementação, a MB e os ministérios envolvidos considerem que este serviço possa ser prestado por um dos SM do *e-Navigation*, haja vista os propósitos em comum.

Iluminada a importância das embarcações não-SOLAS, cabe discorrer sobre as soluções técnicas encontradas para atingir esse público-alvo. Diferentemente do que ocorre nos continentes e cidades, o desenvolvimento da infraestrutura de comunicações no mar é bem mais complexo, recorrendo em deixar os navegantes longe das mais inovadoras tecnologias de transmissão de dados, mesmo aquelas já amplamente difundidas em terra, de quarta geração, como o LTE e o Wi-fi. Tais tecnologias são capazes de entregar uma razão de dados na casa das dezenas de megabites por segundo (Mbps); no entanto, a construção de suas infraestruturas de transmissão, respectivamente, estações de base (BS – *Base Stations*) e pontos de acesso (AP – *Access Point*) são um desafio permanente para o ambiente marinho, haja vista que as soluções normalmente apontadas, exigem pontos de retransmissão geograficamente dispersos para a realização da chamada “transmissão de múltiplos saltos”,

---

<sup>124</sup> A aplicação científica do método apresentado por Baldauf e Hong (2016) deve levar em consideração as causas dos acidentes vis-à-vis os RCO do *e-Navigation*.

conhecido em inglês como *multi-hops relay*. Por outro lado, os serviços “satelitais”, capazes de atingir uma razão de dados de cerca de 50 Mbps, como o VSAT e o Inmarsat, apesar de estarem em plena expansão, com a proliferação de satélites de baixo custo e órbita baixa (LEO – *Low Earth Orbit*), ainda são bastante onerosos, especialmente quando se trata de uma largura de banda relevante e permanente, como prevê o *e-Navigation* (JO; SHIM, 2019).

Nesse contexto, o projeto SMART-Navigation, além de adotar as soluções sugeridas pela IMO, conforme tratado no capítulo dois, que consistem no emprego dos sistemas AIS-ASM e NAVTEX, bem como de suas respectivas evoluções VDES e NAVDAT, vislumbrou a possibilidade de utilização do LTE-Marítimo, conforme a distribuição geográfica apresentada na FIG. 20, em que os sistemas digitais de UHF/VHF (LTE, AIS-ASM e VDE) atuam até cerca de 120km, os de MF/HF (NAVTEX, NAVDAT) até cerca de 500km, e os satélites em toda a faixa, em conjunto com o VDES ou por link direto. O projeto LTE-Marítimo consiste, basicamente, na utilização da tecnologia terrestre do LTE, aplicada ao ambiente marinho, com o propósito de ampliar a largura de banda (JO; SHIM, 2019).

A tecnologia LTE refere-se ao padrão de quarta geração para a transmissão, sem fio, de dados em rede, normalmente utilizada para dispositivos celulares. LTE é a tecnologia predominante por trás do 4G, o qual foi inicialmente planejado para atingir 1 gigabite por segundo (Gbps) para usuários estacionários e 100 Mbps para aqueles em movimento, mas que posteriormente, teve seu padrão flexibilizado pela *International Telecommunication Union* (ITU) para se adequar aos padrões em desenvolvimento na época, tais como o WiMax e o próprio LTE. A razão de dados máxima nominal do LTE foi estabelecida em 100 Mbps, mas, na prática, teve seu melhor desempenho em 56,3 Mbps oferecido pela República da Coreia, em 2019, 41% mais rápida que a segunda colocada (FOGG, 2019), conforme pode ser visto na FIG. 21 (JONES; BEAVER, 2020?).

Os típicos serviços de AIS, GMDSS, coordenação VTS, atualização de cartas eletrônicas digitais e utilização de terminais PPU demandam em torno de 100 quilobites por segundo (Kbps). Com a implementação do *e-Navigation* e dos modernos serviços marítimos, espera-se uma demanda bem superior a essa. Por exemplo, no caso do projeto SMART-Navigation, foi calculada uma estimativa de 1,56 Mbps de razão de dados. Consta-se que a referida demanda, apesar de ser muito inferior ao que pode ser oferecido nos sistemas terrestres como o 4G-LTE, ainda é relativamente superior aos dezoito ou 307 Kbps fornecidos pelos sistemas NAVDAT e VDES/VDE, previstos pela estratégia da IMO (JO; SHIM, 2019).

Tal carência de recursos de tecnologia da informação (TI) no mar tem incentivado diversas iniciativas de pesquisa e desenvolvimento na busca da solução desse problema,

principalmente na tentativa de aplicar as tecnologias terrestres existentes. Dentre os estudos que podemos citar como exemplo estão o WISEPORT, sigla para *wireless broadband access for sea-port*, realizado na República de Cingapura, baseado na tecnologia WiMax, que conseguiu obter uma velocidade de 15Mbps até 15 km da costa. Há também o projeto TRION que testou uma rede *mesh* empregando navios e boias como nós roteadores. Outra iniciativa importante é o projeto MariComm, acrônimo para *maritime broadband communication*, que utiliza tecnologia LTE e *Wireless Local Area Network* (WLAN), tendo conseguido obter velocidade de 1Mbps a 100 km da costa, com o apoio da técnica de transmissão de múltiplos saltos. Por fim, o projeto BLUECOM+ que emprega balões amarrados acima da superfície do mar como roteadores sem fio, interconectados por *links* ar-ar, alcançou uma taxa de 3 Mbps, a 150 km do litoral, com a utilização de dois saltos de transmissão (JO; SHIM, 2019).

A FIG. 22 apresenta uma visão geral da arquitetura do sistema de comunicação digital LTE-Marítimo, com duas zonas, sendo uma até 30 km e outra até 100 km, visto que 88% dos acidentes com embarcações não-SOLAS e pesqueiros ocorrem até essa faixa. O projeto LTE-Maritime diferencia-se dos acima citados, por não utilizar a técnica de transmissão em saltos, buscando a conexão direta entre navio e estação de base (BS), a fim de aumentar a confiabilidade e reduzir a latência<sup>125</sup>. Para tal, as BS foram instaladas em grandes altitudes, nas montanhas da costa sul-coreana, a fim de obter uma linha de visada com os navios, os quais receberam roteadores LTE propriamente desenvolvidos para o emprego marítimo. A FIG. 23 apresentam tanto uma visão da BS, quando do roteador embarcado. Cada BS é composta por unidades de rádio (RU) e por unidades digitais (DU), as quais são responsáveis pela transmissão e recepção de sinais e pelo processamento de dados, respectivamente. A conexão da rede LTE-Marítima aos centros de operações é realizada por uma rede física que os conecta às DU, conforme o diagrama da FIG. 22, na qual se apresenta os OBJETIVOS a serem obtidos em termos das taxas de transmissão para *uplink* (728~738 MHz) e *downlink* (778~788 MHz) versus a faixa de distância das zonas (JO; SHIM, 2019).

Para a realização dos experimentos, a fim de validar a pertinência da utilização do LTE-Marítimo, foi construída uma *testbed* com 13 BS e um total de 22 RU e 14 DU, em três regiões distintas da península sul-coreana. Os resultados variaram bastante em função da quantidade de BS, e respectivas RU/DU, da presença de ilhas, da proximidade dos portos e edificações, de eventuais interferências eletrônicas e, obviamente, em função da distância de afastamento da costa. Por fim, em termos gerais, pode-se concluir que mesmo antes do arranjo

---

<sup>125</sup> Tempo de resposta da rede de dados (Nota nossa).

final de BS e ajuste de potências, “[...] o LTE-Marítimo é capaz de alcançar taxas de transmissão médias acima de 10 Mbps, mesmo a distâncias de 100 km da BS e pode constituir uma solução prática para as comunicações marítimas [...]” (JO; SHIM, 2019, p. 53173).

Para o Brasil, a experiência acima descrita é mais importante pela estratégia que revela, do que pela tecnologia em si, apesar desta ter se mostrado bastante interessante para o perfil de embarcações e acidentes do nosso país. Nesse contexto, verifica-se que a estratégia de implementação do *e-Navigation*, adotada pela República da Coreia, enseja, primeiramente, a identificação do problema e o mapeamento do objetivo principal do projeto, para em seguida buscar a solução tecnológica, focando na necessidade do usuário. Assim, foi decidido que, além dos navios SOLAS, o projeto teria como foco principal as embarcações não-SOLAS e pesqueiras. Em seguida, além das ST e do SM, o escopo principal ateu-se à infraestrutura de comunicações adequada para a área de operações do cliente selecionado, demonstrando que o sistema de comunicações digitais é realmente “a alma” do *e-Navigation*.

Conforme a pesquisa acima revela, a difusão da comunicação digital marítima, sem emprego de satélites, e com taxas de transmissão próximas ou acima de 1Mbps, ainda é um grande desafio. Conforme abordado na introdução, segundo a OCDE (2016, p. 174), já em 2010, o Brasil era o principal mercado mundial de trabalho da indústria *offshore* de petróleo e gás, com 24% das 1,8 milhões de vagas. Considerando as perspectivas, ainda de acordo com a OCDE (2016, p. 13-14), de que o Produto Interno Bruto (PIB) global, decorrente da economia oceânica, irá dobrar até 2030, alcançando USD 3 trilhões, principalmente nas atividades de aquicultura marinha, fazendas eólicas *offshore*, energia e mineração, é possível vislumbrar que investimentos em infraestruturas de comunicação, por meio de parcerias multissetoriais são viáveis. Podem beneficiar, por exemplo, a consecução da Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas (PNSIC), aprovada pelo Decreto nº 9.573, de 22 de novembro de 2018, que em seu Art. 1º estabelece que a “PNSIC tem por finalidade garantir a segurança e a resiliência das infraestruturas críticas do País” (BRASIL, 2018c), ao que *e-Navigation* pode contribuir tanto com o incremento do serviço de PNT, quanto com a implantação de uma rede de comunicações marítima digital que, assim como no caso do PREPS, beneficiaria o Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades do Petróleo (SIMMAP), cuja missão é identificar e acompanhar o tráfego marítimo relacionado à indústria do petróleo e gás, a fim de incrementar à segurança marítima da atividade (MARINHA DO BRASIL, 2020f, p. 3-7).

Assim, este autor considera oportuno que a MB busque dialogar com os demais elementos governamentais, visando à captação de recursos de investimento, conhecimento ou de capital, para a criação de infraestruturas de comunicação que permitam a implantação não

só do *e-Navigation*, mas também o progresso de outras iniciativas como as cidades inteligentes, os portos eletrônicos e a aplicação de veículos autônomos.

### 3.2.4 Plataforma de conectividade marítima

Por fim, a “atividade 3” correspondeu aos WP 10, 11, 12 e 13, consistindo na harmonização com os padrões internacionais do *e-Navigation*, por meio do desenvolvimento da estrutura comum de dados marítimos (CMDS); da plataforma de conectividade marítima (MCP), antes denominada nuvem marítima; da tecnologia de comunicação sem fio marítima VDES e D-HF (*Digital HF*)<sup>126</sup>; e do padrão de apresentação S-Mode (KRISO, 2021).

O desenvolvimento da CMDS e dos sistemas de GMDSS e HF digitais, tais como o VDES e o NAVDAT já foram amplamente abordados no capítulo dois. Quanto ao desenvolvimento do S-Mode, a princípio, poderia trazer efeitos pontuais para a MB, caso fosse o interesse de aplicar tais padronizações de design ao CISNE, mas este tema não será tratado no presente trabalho. Assim, neste capítulo aprofundaremos o entendimento da MCP, tratada de forma superficial no capítulo dois, haja vista a estratégia da *International Maritime Organisation* (2018) mencioná-la, sem detalhamentos.

A MCP é uma estrutura em nuvem que viabilizará a prestação de serviços marítimos com controle de qualidade, a partir de provedores previamente registrados, qualificados e homologados, direcionado à usuários devidamente identificados, por meio da troca de informações digitais, públicas ou privadas, de forma compartimentada e segura, com garantia de origem e certeza de entrega. A MCP utiliza uma linguagem de código aberto (*open source*), independente de fornecedores, que também poderá ser utilizada por instituições comerciais, permitindo a formação de uma estrutura marítima global que pode ir além da prestação de serviços marítimos no contexto do *e-Navigation* (THE MARITIME CONNECTIVITY PLATFORM, 2021).

O conceito da MCP vem ao encontro da necessidade de habilitar a integração entre os diversos atores do domínio marítimo, por meio da – mudança de paradigma do conceito de comunicação marítima para o conceito de conectividade –, que envolve a troca inteligente de informações e serviços. O MCP é um sistema “agnóstico” (tradução nossa)<sup>127</sup>, ou seja, pode operar sem óbices, de forma flexível e adaptável, com diversos tipos de

<sup>126</sup> Os WP 7 e 8 estabeleceram e testaram as tecnologias VDES /D-HF e o WP 12 da implantação. (Nota nossa).

<sup>127</sup> Tradução da expressão *agnostic*, empregada em *The Maritime Connectivity Platform* (2021, p.3), que segundo o *Cambridge Dictionary Online* (AGNOSTIC, 2021, verbete, tradução nossa) significa: relacionado a *hardware* ou *software* que pode ser usado com muitos tipos diferentes de plataforma.



estruturas organizacionais, sistemas de comunicações embarcados e em terra, regiões, tipos de navios e portos. Possui os seguintes princípios: i) ecossistema global com processo descentralizado de identificação, autenticação e autorização; elevada segurança cibernética e colaboração de instituições, provedores e usuários autônomos; ii) independência das infraestruturas dos provedores de serviço; iii) aberto à incorporação de parceiros, visando à digitalização marítima; iv) governança sem fins lucrativos, a despeito do modelo de negócios, a ser adotado por cada provedor público ou privado; v) arquitetura orientada a serviço não somente para uso de outros aplicativos (M2M – *machine to machine*), mas também para os demais tipos de comunicações, como *e-mails*, NAVTEX, voz, sítios de internet etc; e vi) empregar tecnologias já testadas, tais como os certificados *OpenID Connect* e X.509. Três são os componentes fundamentais do MCP, conforme representado na FIG. 24: o registro de identidade marítima (MIR – *Maritime Identity Registry*); o registro de serviço marítimo (MSR - *Maritime Service Registry*); e o serviço de mensagens marítimas (MMS – *Maritime Messaging Service*) (THE MARITIME CONNECTIVITY PLATFORM, 2021).

As FIG. 25 e 26 apresentam a arquitetura geral e o diagrama de serviços do SMART-Navigation, respectivamente, em que os seis serviços oferecidos (NAMAS, SBSMS, SORPS, REDSS, PITAS e MESIS) conectam-se à MCP por meio de um “sistema de filas de mensagens em tempo real para troca de informações entre módulos”, denominado serviço de distribuição de dados (DDS – *Data Distribution Service*) (KRISO, 2021). O DDS (DDS FOUNDATION, 2021) é um protocolo de *middleware* padrão para comunicação M2M, desenvolvido pelo *Object Management Group* (OMG) (OBJECT MANAGEMENT GROUP, 2021). Ou seja, é um software que faz a interface entre um sistema operacional (e sua respectiva base de dados) e múltiplos aplicativos utilizadores (API – *Application Program Interface*). O DDS integra as várias partes de um sistema, permitindo a expansão da arquitetura de forma *escalonável*, em múltiplas nuvens, e a troca de informações em tempo real, com alta confiabilidade e desempenho, sendo assim propício ao gerenciamento de *bigdata* e para aplicações voltadas à “internet das coisas” (IoT). (WHAT IS DDS?, 2021). Portanto, adequada ao *e-Navigation*. No caso do SMART-Navigation, o DDS conecta o sistema de operação principal (sistema operacional), responsável pelos cálculos e algoritmos dos serviços técnicos, bem como os dados e informações constantes das diversas janelas únicas existentes, à MCP, responsável pela prestação dos serviços marítimos (KRISO, 2021).

Por sua vez, o DDS e a MCP são interligados pelo “conector MCP” que converte os dados S-100 em elementos de mensagens e vice-versa, permitindo, assim, a compatibilidade com o conceito do *e-Navigation*, bem como o rápido fluxo de informações

M2M (KRISO, 2021). O formato de mensagem é então utilizado pelo MMS – um dos três componentes fundamentais da MCP – que é responsável por organizar o fluxo de informações entre os provedores de serviços e os clientes, gerenciando o meio e o método de comunicação a ser utilizado (VDES, LTE, satélite etc.), administrando os dados de georreferenciamento e agrupando mensagens para um mesmo destinatário ou grupo de destinatários (MARITIME..., 2021). O MMS busca estabelecer um método para superar as dificuldades técnicas encontradas nas comunicações marítimas sem fio, tais como: o alto custo de serviços banda-larga; o modelo característico de transmissão em *broadcast*, sem feedback ou direcionamento específico; a possibilidade de perda do *link* de comunicações no meio do processo de transmissão-recepção; grande possibilidade de acesso infrutífero ao serviço, quando puxando a informação do servidor ou empurrando-a para o usuário; e reservas em compartilhar a localização dos navios abertamente (PARK, 2019).

Outro elemento fundamental do MCP refere-se ao registro de identidade. O MIR é um serviço que garante que um determinado usuário *logado* ao MMS possa ser considerado confiável e seguro, perfeitamente identificável por meio de informações prestadas por outros *stakeholders* confiáveis (PARK *et al*, 2017). O MIR usa padrões de certificados já existentes, tais como o *Maritime Resource Name* (MRN), *OpenID Connect* e o *X.509*, permitindo a troca de informações autenticadas e protegidas, gerando confiabilidade, integridade e autenticidade entre usuários e máquinas. O MIR é responsável por prover as seguintes funcionalidades de segurança: i) gerenciamento da identidade de cada entidade marítima – por meio do MRN –, a qual pode ser um Estado, uma organização, um serviço, um navio ou mesmo um auxílio à navegação, tal qual uma boia ou um VTS; ii) administração de uma infraestrutura de chave pública (PKI – *Public Key Infrastructure*), a fim de garantir que cada entidade da plataforma possua um par de chaves associado, pública e privada, que garanta uma comunicação criptografada e segura; e iii) provisionamento de uma infraestrutura de autenticação baseada nos padrões da internet, tais como o *OAUTH 2.0* e o *OpenID Connect* (THE MARITIME CONNECTIVITY PLATFORM, 2021).

O MRN foi desenvolvido pela IALA, com base no conceito de “identificador uniforme de recursos” (URI - *Uniform Resource Identifier*)<sup>128</sup> que é uma cadeia de caracteres que identifica recursos na internet (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021f). A IALA governa o conceito por intermédio do portal *mrnregistry.org*, alocando MRN para outras organizações e emanando orientações para tal,

---

<sup>128</sup> A título de exemplo, o “localizador de recurso uniforme” que é o endereço de uma página da internet, conhecido como URL (*Uniform Resource Locator*), é um tipo de URI (Nota nossa).

por meio da diretriz G1143<sup>129</sup>. Além da especificação dos produtos S-100 pelo IHO, o conceito de MRN está sendo testado pelos projetos *EfficiencySea2*, *STM*<sup>130</sup> *Validation* e *SMART-Navigation*. A TAB. 7 apresenta as organizações que já possuem identidades MRN autorizadas pela IALA (MARITIME RESOURCE NAME, 2021).

Por fim, o MSR é terceiro elemento fundamental da MCP, em que um provedor, previamente identificado pelo MIR, poderá registrar seu serviço; ou pelo qual qualquer usuário, também devidamente cadastrado no MIR, poderá descobrir e utilizar o referido serviço. Ou seja, funciona como um catálogo de serviços, comerciais ou não, gratuitos ou pagos, que podem ser pesquisados e encontrados mediante uma grande quantidade de critérios, seja pelo tema ou até pela localização geográfica (THE MARITIME CONNECTIVITY PLATFORM, 2021).

Um dos aspectos relevantes da MCP é a sua governança, cuja dinâmica pode ajudar a explicar o bom grau de maturidade alcançado. Desenvolvida a partir de 2011, a MCP ganhou robustez quando, em 2015, viu juntar-se ao esforço de pesquisa três importantes projetos relacionados ao *e-Navigation* – *EfficiencySea2*, *STM Validation* e *SMART-Navigation*. Por intermédio destes, mais de cem instituições já se associaram ao Consórcio do MCP (MCC), uma organização sem fins lucrativos, com estrutura similar ao consórcio da rede mundial de computadores<sup>131</sup>. O MCC possui um pequeno número de membros anfitriões – obrigatoriamente organizações sem fins lucrativos<sup>132</sup> – e inúmeros membros participantes. Todos reunidos formam a Assembleia Geral, na qual os anfitriões possuem poder de veto. As atividades do MCC envolvem o desenvolvimento de padrões; a certificação das organizações e a definição de critérios operacionais para todas as instâncias da MCP; o desenvolvimento e manutenção de um sistema de código aberto; e a condução de inspeções e testes para garantir o correto funcionamento da MCP (MARITIME CONNECTIVITY PLATFORM, 2021). Considerando a complexidade tecnológica, o grau de investimento necessário, a busca pela harmonização global e a possibilidade de alcance global dos serviços prestados via MCP, vislumbra-se que a AM possa pleitear vincular-se ao consórcio internacional MCC para registrar seus serviços e de outras empresas nacionais, associadas às suas ICT, com o propósito de apoiar a implementação de sua *testbed* e contribuir para o planejamento do “conceito brasileiro para o e-Navigation”.

---

<sup>129</sup> (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021d).

<sup>130</sup> Sea Traffic Management (STM).

<sup>131</sup> World Wide Web (www) Consortium.

<sup>132</sup> Atualmente o MCC é composto pelas seguintes instituições em fins lucrativos: GLA; KRISO; OFFIS; RISE; e Universidade de Copenhagen. DMA, SMA e MOF são ainda organizações governamentais observadoras. IALA, CIRM e OHI formam ainda um conselho consultivo.

### 3.3 SÍNTESE E CONCLUSÃO PARCIAL

À luz dos elementos fundamentais da estratégia da IMO para implementação do *e-Navigation*, examinadas no capítulo dois; o presente capítulo teve como objeto de estudo o projeto SMART-Navigation, uma das principais *testbeds* e programas do *e-Navigation* na Ásia e no mundo, com investimentos superiores à € 100 milhões. O objetivo foi analisar a aplicação prática de tais elementos, buscando entender a governança e os aspectos técnicos que conduziram à operação real do conceito, identificando tendências, analisando oportunidades e ameaças, a fim de formular diretrizes e ações estratégicas que possam contribuir com a implementação do *e-Navigation* no Brasil.

A complexidade e integração dos diversos aspectos motivaram a confecção de uma síntese das ações propostas neste capítulo, constante do item três do Apêndice D, dividindo-as por tema. Durante o desenvolvimento foi possível constatar que a atual estratégia de implementação do conceito do *e-Navigation* na MB, transcrita no Anexo G, aborda os serviços marítimos (SM) de forma inicial, ampla e descentralizada, o que pode ser considerado adequado para a presente fase de desenvolvimento e divulgação do conceito no País, mas que, oportunamente, requererá aprofundamento. Não obstante, dentre as ações estratégicas elaboradas, destacam-se alguns aspectos considerados cruciais para a continuidade do desenvolvimento do conceito na MB, a seguir sintetizados e conclusos.

As análises do capítulo apontaram para a necessidade de elaboração de um conceito holístico, integrado e personalizado às demandas próprias do Brasil, a exemplo da estratégia adotada pela República da Coreia que, considerando os navios não-SOLAS como seu principal desafio, estabeleceu o escopo de seus serviços marítimos de forma específica e centralizada, sem, entretanto, desalinhar do portfólio de serviços marítimos da IMO (MSP).

Para atingir seu objetivo, foi estabelecido um *roadmap* com as seguintes fases: design conceitual; pesquisa e desenvolvimento; criação da infraestrutura; implementação; e operação. Foi utilizada a ferramenta de gestão de projeto, com escopo, tempo e custo, bem definidos, e empregada uma governança total, baseada nos seguintes pilares: participação de uma organização consultiva interministerial; parceria em cooperação público-privada; ativação de um plano nacional de comunicação estratégica; e aprimoramento de uma rede internacional. Após definido o conceito sul-coreano para o *e-Navigation*, foi momento de buscar uma solução de conectividade que suportasse a visão do SMART-Navigation. Daí, segundo amplamente discutido no subitem 3.1.3.1, foram realizados testes e pesquisas com a tecnologia LTE-Marítima, conjuminando-a com àquelas apontadas pela IMO, quais sejam:

VDES e AIS-ASM. Este trabalho não pretendeu analisar a adequabilidade da utilização da tecnologia LTE-Marítima no Brasil – até porque as dimensões territoriais e marítimas díspares teriam influência –, tampouco afirmar que o foco brasileiro deva ser em embarcações não-SOLAS, apesar de ter apontado indícios de similaridade no cenário, mais uma vez ressalvadas as dimensões dos Estados. O que se pretendeu foi demonstrar que a estratégia da IMO é uma moldura, a qual permite o estabelecimento de concepções adequadas à realidade de cada país, cujas soluções técnicas<sup>133</sup> são buscadas a partir dessa visão.

As constatações acima, portanto, apontam para o estabelecimento de uma diretriz estratégica em que a Autoridade Marítima brasileira possa adotar um *roadmap* que se inicie com a confecção de um – “conceito brasileiro sobre o *e-Navigation*” –, apoiado por pesquisas e desenvolvimentos realizados em *testbeds*, preferencialmente no País, seguida de uma estratégia de comunicação para promoção do projeto, busca de financiamento e, por fim, estabelecimento de uma ferramenta de gestão de projeto para implementação, inserida em um sistema de governança total. Sendo a cooperação internacional um pilar da governança, é relevante que os desenvolvimentos prévios não devam ser desprezados. Portanto, a diretriz anterior deve ser apoiada por outra que, considerando a complexidade tecnológica, o grau de investimento necessário, a busca pela harmonização global e a possibilidade de alcance global dos serviços prestados via MCP, avalie a possibilidade de vincular-se ao consórcio internacional MCC para registrar seus serviços e de outras empresas nacionais, associadas às suas ICT, com o propósito de apoiar a implementação de uma *testbed* nacional e contribuir para o planejamento do “conceito brasileiro para o *e-Navigation*”.

No que concerne à estratégia de comunicação para promoção do projeto, deve-se buscar demonstrar à sociedade os benefícios tangíveis do *e-Navigation*, dialogando com os demais elementos governamentais, visando à captação de recursos de investimento, conhecimento ou de capital, para a criação de infraestruturas de comunicação que permitam a implantação não só do *e-Navigation*, mas também o progresso de outras iniciativas como as cidades inteligentes, os portos eletrônicos e a viabilização de embarcações autônomas. Ao decorrer do capítulo três, foram aventadas algumas possibilidades sinérgicas entre o *e-Navigation* e outros atores externos à autoridade marítima e portuária, resumidas a seguir.

Considerando as previsões de crescimento da atividade marítimas, abordadas na introdução do trabalho, à luz dos dados da OCDE (2016), é possível vislumbrar que parcerias multissetoriais são viáveis. O *e-Navigation* pode contribuir, por exemplo, com a

---

<sup>133</sup> No caso do SMART-Navigation as soluções técnicas foram as seguintes: NAMAS, SBSMS, SORPS, REDSS, PITAS e MESIS (Nota nossa).

segurança das infraestruturas críticas marítimas, ao melhorar a resiliência dos serviços PNT ou ao incrementar a vigilância marítima. Pode, por exemplo, conceber que um dos seus serviços marítimos substitua ou aperfeiçoe o Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades do Petróleo (SIMMAP) ou o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS), em sinergia com o SISTRAM, cuja inclusão nos estudos do *e-Navigation* foi sugerida no capítulo anterior.

Confirmando a constatação do capítulo dois sobre a essencialidade dos VTS para o *e-Navigation*, observou-se no capítulo três que a aplicação do conceito da IMO à prática também indica uma estreita relação dos VTS aos serviços marítimos. Quatro<sup>134</sup> dos seis serviços do SMART-Navigation são prestados via VTS, e possuem correlação com os serviços SAR e MAS, enquanto os outros dois<sup>135</sup> são responsabilidades típicas de um serviço hidrográfico, mas que poderão usar a infraestrutura de conectividade dos VTS para entregar seus serviços.

É, portanto, dentro de uma visão holística, centralizada e tangível, que se apresenta a última diretriz estratégica deste capítulo, em que, considerando a otimização de recursos, o conceito brasileiro para a implementação do *e-Navigation* deve ser específico e harmonizado pelas autoridades marítima e portuária, e precisam considerar as seguintes orientações: a) desenvolver soluções padronizadas para os VTS brasileiros, para os serviços hidrográficos e para a evolução do SISTRAM em apoio ao SALVAMAR BRASIL, devendo-se avaliar a inclusão de outras demandas que possam usufruir dos serviços marítimos ou da infraestrutura de comunicação digital marítima, tais como o PREPS e o SIMMAP; b) estabelecer um centro de operação principal nucleado na AM, e centros regionais nucleados nos VTS, compartilhando soluções técnicas, infraestrutura, bancos de dados, aplicativos e interfaces, visando o ganho de escala e a expansão da rede VTS brasileira.

As diretrizes apontadas encontram-se enunciadas no item um do Apêndice D.

---

<sup>134</sup> NAMAS, SBSMS, SORPS e PITAS (Nota nossa).

<sup>135</sup> REDSS e MESIS (Nota nossa).

## 4 A IMPLEMENTAÇÃO DO *E-NAVIGATION* NO CONTINENTE EUROPEU

### 4.1 INICIATIVAS EUROPEIAS PARA A INTEGRAÇÃO MARÍTIMA

Os projetos europeus para o *e-Navigation* confundem-se com o próprio nascimento do conceito na IMO. Na realidade, a partir de 2009, com base em projetos iniciados mesmo antes dessa data, surgem diversas iniciativas europeias voltadas para a digitalização do mar, tanto para a atividade de navegação como para a indústria marítima (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2009). A TAB. 8 traz uma compilação dos inúmeros projetos de *e-Navigation* estabelecidos desde 2010, com uma breve descrição de escopo, e estabelece uma importante correlação com outros três programas estratégicos que serão investigados pelo presente estudo: i) *EU Integrated Maritime Policy* (IMP); ii) *Single European Transport Area*; e iii) *e-Maritime Initiative*.

A IMP, política de integração marítima da União Europeia (EU), estabelecida inicialmente em 2007 (EUROPEAN UNION, 2007), trouxe uma visão holística para o uso sustentável, e economicamente viável, do espaço marítimo europeu, estabelecendo objetivos associados às seguintes temáticas (BREUER; DINKEL, 2021):

- Crescimento da economia azul<sup>136</sup> (*blue growth*), por meio do incentivo à energia eólica *offshore*; desenvolvimento sustentável da aquicultura; ações de comunicação estratégica para incentivo à energia azul; e crescimento do turismo marítimo e costeiro;
- Gestão do conhecimento das informações marinhas, por meio da melhoria nos processos de coleta, digitalização e integração dos dados para pesquisa<sup>137</sup>;
- Estabelecimento de uma estrutura para o planejamento espacial marinho, de forma a obter um gerenciamento integrado do oceano, frente ao crescente impacto humano e grande competição pelos espaços marinhos concorrentes à atividades distintas e variadas;
- Vigilância marítima integrada, em busca de um ambiente marinho seguro e protegido, que permita o desenvolvimento da economia azul, por meio do compartilhamento de dados envolvendo diversos aspectos da vigilância, desde o controle de fronteiras, da poluição marinha e da pesca, até ações de defesa e de imposição da lei; e

---

<sup>136</sup> “Um conceito que oferece uma visão do mar e costa como uma nova fonte de crescimento econômico, criação de emprego e de investimento, mas com o uso inteligente e sustentável dos seus recursos naturais – seu espectro é amplo e abrange diversos setores, tais como a pesca, o turismo, o transporte marítimo, as energias marinhas, a biotecnologia marítima, a construção naval, entre outros” (BARONCINI, A. A nova fronteira econômica está nos mares. In: Beirão, Marques e Ruschell (Org.), 2020, p. 17).

<sup>137</sup> Consoante com a atual iniciativa da “Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável”, estabelecida pelas Nações Unidas para ocorrer no período de 2021 a 2030 (Nota nossa).

– Promoção de um transporte marítimo seguro, protegido, eficiente, sem barreiras e com procedimentos padronizados para a notificação de chegada e saída dos portos.

De acordo com a TAB. 8, os projetos MONALISA 2.0 e STM *Validation* possuem aderência tanto às estratégias do *e-Navigation* quanto da IMP, da qual consta o seguinte no item 3.2.1: “[...] a obtenção gradual de uma rede integrada de acompanhamento de navios e sistemas de *e-Navigation* para as águas costeiras europeias e em alto mar, incluindo o monitoramento satélite e por LRIT, proporcionaria também uma ferramenta inestimável para as agências públicas [...]” (EUROPEAN UNION, 2007, p. 5).

Os projetos MONALISA 2.0 e STM *Validation* – que serão abordados na próxima seção – estão ainda associados à estratégia *Single European Transport Area* (área de transporte europeia única – tradução nossa), estabelecida em 2011, que busca, principalmente, a eficiência do transporte de uma forma geral, em todos os modais – rodoviário, aéreo, ferroviário, marítimo e fluvial –, por meio de menos congestionamento, redução de emissões de dióxido de carbono e da dependência do petróleo<sup>138</sup> (EUROPEAN UNION, 2011).

Dentre as iniciativas enumeradas para a referida estratégia, destacam-se:

– Estabelecimento de uma *faixa azul marítima*<sup>139</sup> (tradução nossa), com redução de barreiras para o transporte marítimo, integração de sistemas de informação e livre acesso aos portos europeus, por navios de mesma origem (EUROPEAN UNION, 2011, p. 19);

– Transporte marítimo mais seguro: i) coordenação com a Agência Europeia de Segurança Marítima (EMSA: *European Maritime Safety Agency*) para modernização de legislação; e ii) desenvolvimento da *SafeSeaNet* (SSN), conceito de janela única marítima, relacionada à S2 do *e-Navigation* e uma ferramenta relevante para segurança, proteção e gerenciamento do tráfego marítimo e da prevenção da poluição ao meio ambiente marinho (EUROPEAN UNION, 2011, p. 22); e

– Estratégia de inovação, por meio da implantação: i) de um sistema inteligente de mobilidade que integre modernas ferramentas de gerenciamento de tráfego aéreo (SESAR)<sup>140</sup>, ferroviário (ERTMS)<sup>141</sup>, marítimo (SSN), entre outros; e ii) de um plano de investimento em novos serviços de comunicação e monitoramento de tráfego, de forma a viabilizar a integração de informações de fluxos para a viabilização de um sistema de transporte multimodal (EUROPEAN UNION, 2011, p. 24).

---

<sup>138</sup> Em relação ao transporte marítimo, reduzir até 2050, 40% das emissões de CO<sub>2</sub> de origem europeia advindas de óleos *bunker* (EUROPEAN UNION, 2011, p. 9).

<sup>139</sup> *Maritime “blue belt”* (Nota nossa).

<sup>140</sup> *Single European Sky Air Traffic Management Research* (SESAR).

<sup>141</sup> *European Railway Traffic Management System* (ERTMS).



Analisando o propósito, os objetivos e as ações das estratégias supracitadas, podemos concluir que a estratégia europeia para o desenvolvimento da economia azul está objetivamente conectada às iniciativas de planejamento espacial marinho; à utilização sustentável dos oceanos, via compartilhamento de dados e incentivo à ciência oceânica; à busca de um transporte marítimo sustentável, seguro, protegido, eficiente e integrado a si mesmo e aos outros modais; à digitalização do mar; e ao incremento da vigilância marítima. Nesse contexto, percebe-se que o *e-Navigation* tem grande potencial para contribuir com alguns desses aspectos mencionados, no âmbito de uma ampla estratégia de integração marítima, em relação a três campos de influência, que serão examinados em seguida: i) eficiência do comércio marítimo; ii) segurança da navegação; e iii) vigilância marítima.

Paralelamente à política de integração marítima (IMP), à estratégia preliminar de desenvolvimento do *e-Navigation* (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2009) e à estratégia da área de transporte europeia única, estabelecidas em 2007, 2009 e 2011, respectivamente, surge, em 2012, no âmbito da Comissão Europeia, uma iniciativa denominada *e-Maritime*. Tal iniciativa teve por foco obter soluções – para instalações baseadas em terra – para simplificar a interconexão de sistemas, de distintas origens, a fim de automatizar processos operacionais do transporte marítimo. Por ter surgido antes do primeiro plano de implementação (SIP) do *e-Navigation*<sup>142</sup>, em 2014, a *e-Maritime* ganhou relevância e estabeleceu-se como referência no desenvolvimento da janela marítima única.

Após consulta pública realizada em 2010 para obter a opinião dos *stakeholders* sobre as possíveis ações do *e-Maritime*, cuja metodologia e resultado podem ser observados no site oficial da Comissão Europeia (EC)<sup>143</sup>, foi estabelecido, entre 2012 e 2014, o projeto *Maritime Strategic Framework and Simulation based Validation* (eMAR), ao custo de €5,666,347.00, financiados parcialmente (65%) pelo sétimo *Framework Programmes* (FP7) no montante de €3,687,519.00. O FP7 foi um programa amplo que visou cofinanciar projetos de pesquisa, a fim de aumentar a competitividade europeia, em que foram alocados €4.16 bilhões entre 2007 e 2013. O FP7 foi dividido em dez áreas temáticas, dentre as quais o assunto “transporte”, denominado FP7-TPT<sup>144</sup>, teve como objetivo desenvolver sistemas de transporte mais seguros, “mais verdes e mais inteligentes” (EUROPEAN UNION, 2021).

---

<sup>142</sup> A Estratégia de Implementação da Estratégia do *e-Navigation* (SIP) foi inicialmente desenvolvida pelo Grupo de Correspondência sobre *e-Navigation* e finalizada, em 2014, pelo Subcomitê de Navegação, Comunicações e Busca e Resgate (NCSR), em sua primeira sessão e, posteriormente, aprovada pelo Comitê de Segurança Marítima (MSC), em sua 94ª sessão (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018, p. 1).

<sup>143</sup> [https://ec.europa.eu/transport/modes/maritime/consultations/2010\\_06\\_27\\_emaritime\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/maritime/consultations/2010_06_27_emaritime_en).

<sup>144</sup> FP7 - TRANSPORT - *Transport (Including Aeronautics) - Horizontal activities for implementation of the transport programme* (TPT).

O eMAR foi um dos 681 projetos do FP7-TPT, teve a liderança da empresa britânica BMT (British Maritime Technology) e a participação de outras trinta organizações e empresas de dezessete países<sup>145</sup>. Para alcançar seus objetivos, o projeto eMAR desenvolveu interfaces com as janelas únicas nacionais (NSW), com o SeaSafetyNet (SSN)<sup>146</sup> e com sistemas típicos do comércio marítimo, nas áreas de frete, alfândega e acompanhamento de mercadorias em tempo real, resultando, segundo Morrall (2016), na produção do *e-Maritime Strategic Framework* (EMSF), que descreveu processos, padronizações e desenvolveu tecnologias avançadas de informação e comunicação, conforme a FIG. 27 (EUROPEAN UNION, 2021). Paap (2015) traça dois importantes *links* entre o *e-Navigation* e as políticas europeias tratadas nesta seção. O primeiro, em relação ao eMAR, é que os avanços obtidos por este na área de logística portuária puderam ser interligados aos sistemas navio-terra e berço-a-berço do *e-Navigation*, de forma a promover a troca de informações. Raciocínio similar pode ser aplicado atualmente em relação ao PSP, por exemplo. O segundo é que a ligação entre as Políticas da EU e a implementação internacional do *e-Navigation* é provida pela Política de transporte marítimo, o que, relembra, fica claro no item 2.64 do relatório NAV57/15 do Comitê de Segurança Marítima (MSC):

O observador da Comissão Europeia (CE) afirmou que [...] se o principal objetivo do *e-Navigation* era aumentar as capacidades de navegação de um navio sem comprometer a sua eficiência, o e-Maritime pretendia aumentar a sua rentabilidade sem comprometer a sua segurança. [...] A iniciativa e-Maritime da UE apoiou a implantação de serviços de *e-Navigation* na Europa, enquanto o *e-Navigation* forneceu uma perspectiva global para a iniciativa da UE. [...] **Embora *e-Navigation* e e-Maritime não sejam a mesma coisa, ambos estavam buscando em sinergia os mesmos objetivos estratégicos para o progresso, segurança e eficiência das operações marítimas. Em essência, o *e-Navigation* da IMO se concentra principalmente na navegação de bordo, ou seja, no desenvolvimento de tecnologia, processos e serviços eletrônicos. O e-Maritime da Europa centra-se nas facilidades em terra e visa à desenvolver capacidades europeias para uma troca contínua e sem esforço de informações sobre o transporte marítimo, a fim de facilitar o transporte de mercadorias e passageiros por via marítima [...]** (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2011, p. 21-22, grifo nosso).

Depreende-se do trecho acima uma necessidade de equilíbrio entre dois campos de influência: segurança da navegação; e eficiência do comércio marítimo. Não é possível conceber, então, que a segurança da navegação, objetivo principal do *e-Navigation*, esteja desvinculada da eficiência e rentabilidade do comércio marítimo, principalmente numa

<sup>145</sup> <https://trimis.ec.europa.eu/programme/transport-including-aeronautics-horizontal-activities-implementation-transport-programme#tab-outline>.

<sup>146</sup> <https://trimis.ec.europa.eu/project/e-maritime-strategic-framework-and-simulation-based-validation#tab-outline>.

perspectiva internacional em relação à Europa, o que é o caso da América do Sul. Portanto, além dos ganhos com a segurança da navegação e redução da carga administrativa, advindas da simplificação, padronização e automatização de processos, o fator eficiência poderá determinar o grau de adesão e de expansão do conceito de *e-Navigation* no mundo. Da mesma forma que *e-Navigation* e *e-Maritime* não são “a mesma coisa”, mas possuíam os mesmos objetivos estratégicos, raciocínio similar pode ser aplicado em relação ao terceiro campo de influência: a vigilância marítima. Dessa forma, em um cenário mundial em que as ditas “novas ameaças, híbridas, multifacetadas e de amplo espectro”<sup>147</sup> estão cada vez mais presentes no mar, conforme menciona o Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040) e, portanto, ameaçam à própria segurança e eficiência, a vertente proteção não pode ser ignorada pelo *e-Navigation*, cujo conceito poderá contribuir para a consciência situacional marítima<sup>148</sup>. Tal raciocínio coaduna-se com a própria missão da IMO que menciona um “transporte marítimo seguro, protegido e eficiente”. Por outro lado, a necessidade dos Estados em estabelecer uma vigilância marítima eficaz não deveria apropriar-se unilateralmente do conceito, carecendo considerar os interesses anteriormente manifestos, quais sejam: eficiência, rentabilidade, segurança da navegação, redução da carga administrativa e simplificação de processos. Na visão deste autor, o correto delineamento dos serviços marítimos são a forma tangível de a vigilância marítima, beneficiada pelo efeito colaborativo das informações de tráfego, prestar sua contrapartida ao navegante, justificando seus investimentos.

Na atual estratégia de implementação do conceito do *e-Navigation* na MB, transcrita no Anexo G, constata-se que dos dezoito objetivos, seis referem-se à segurança marítima, sete à segurança da navegação e cinco aos demais processos, como infraestrutura, gestão, ensino e financiamento, não havendo objetivos que se relacionem diretamente com a eficiência do transporte marítimo, simplificação de processos, automatização de relatórios e estabelecimento de uma janela única marítima. Justifica o fato de ser uma estratégia da MB, porém num horizonte mais amplo, a nível nacional, sugere-se que a governança do *e-Navigation* a ser adotada pela Autoridade Marítima, deva considerar um equilíbrio constante entre quatro elementos, doravante denominados fatores-chave de sucesso para a implementação do *e-Navigation*: eficiência do comércio marítimo, segurança da navegação, simplificação de processos e segurança marítima. Para tal, a busca por uma atuação interministerial na área de comércio e transportes será crucial.

---

<sup>147</sup> Pirataria, terrorismo, pesca ilegal, biopirataria, crime organizado, ameaças cibernéticas, desastres ambientais e disputas por recursos naturais (MARINHA DO BRASIL, 2020h).

<sup>148</sup> “A compreensão efetiva de qualquer coisa associada ao domínio marítimo que possa impactar a proteção, a segurança, a economia ou o meio ambiente de uma nação.” (UNITED STATES, 2020, p. 26, tradução nossa).

Da pesquisa constante no Apêndice C, constata-se que, dentre as 108 respostas do público “familiarizado ou muito familiarizado” ao *e-Navigation*, 64 apontaram a segurança da navegação como principal benefício, seguida da eficiência do transporte com 59 indicações e da consciência situacional com 51. Percebe-se, ainda, uma baixa percepção da correlação entre o *e-Navigation* e a redução da carga administrativa, o que deve ser considerado.

#### 4.2 BENEFÍCIOS PARA A SEGURANÇA MARÍTIMA E PARA O SISGAAZ

Além das funções relativas à eficiência do transporte marítimo e da segurança da navegação, é importante perceber o relacionamento do tema com a segurança marítima. Segundo Paap (2015), as políticas de segurança marítima na Europa foram grandemente influenciadas pelos drásticos acidentes ocorridos com os petroleiros Erika, em 1999, e Prestige, em 2002, durante fortes tempestades ocorridas nas costas da França e Espanha, respectivamente. Desses acidentes decorreram uma série de ações, como a criação da EMSA em 2002 por meio da Regulação (EC) 1406/2002<sup>149</sup>, e políticas, tais como os três conjuntos de medidas da EU sobre segurança marítima: Erika I, Erika II e o 3º Pacote de Segurança Marítima (2009-2012). Ainda segundo Paap (2015, p. 45), os regulamentos aprovados nessa época influenciaram o desenvolvimento do *e-Navigation* – particularmente do projeto ACCSEAS –, uma vez que estabeleceram, por intermédio da Diretiva (EC) 2002/59, a obrigatoriedade do sistema de identificação automática (AIS) e a criação do sistema de informações e de monitoramento comunitário do tráfego de embarcações<sup>150</sup> (EUROPEAN UNION, 2002, p. L 208/10), posteriormente denominado *SafeSeaNet* (SSN) e que, a partir de 2004, teve seu desenvolvimento designado à EMSA<sup>151</sup> (EUROPEAN MARITIME SAFETY AGENCY, 2021b). Foi por meio do 3º Pacote de Segurança Marítima, que os estados membros da EU acordaram interconectar-se via SSN, bem como criar um centro de dados para acompanhar os navios via LRIT (EUROPEAN UNION, 2009, p. 3).

Recomenda-se que estudos futuros examinem a estrutura da EMSA, a fim de compreender melhor a aplicação das janelas únicas marítimas, seja a mencionada SSN ou sua derivação europeia, a *European Maritime Single Window* (EMSW)<sup>152</sup>, em relação ao papel que exerce na segurança marítima como um todo. O Anexo H traz um extrato, com tradução

---

<sup>149</sup> <http://www.emsa.europa.eu/contact/advanced-search/item/60-why-does-the-eu-need-the-european-maritime-safety-agency.html>.

<sup>150</sup> *Community vessel traffic monitoring and information system* (tradução nossa).

<sup>151</sup> <http://www.emsa.europa.eu/ssn-main/origins-of-safeseanet.html>.

<sup>152</sup> (EUROPEAN MARITIME SAFETY AGENCY, 2021c).

livre, de parte do sistema EMSW. Tal investigação poderá trazer informações úteis no que tange à diretriz estratégica anteriormente sugerida, no sentido de inserir o SISTRAM no conceito de *e-Navigation*, seja como uma janela única marítima integrada ao PSP, seja com o sistema operacional do próprio *e-Navigation*. Apesar do sistema operacional da EMSA, denominado *SafeSeaNet Ecosystem Graphical User Interface* (SEG), e do *e-Navigation* terem trilhado caminhos diferentes, em função das épocas e dos propósitos primários a que se destinavam – respectivamente, segurança marítima e segurança à navegação –, atualmente, com o processo de digitalização do mar e com um entendimento mais consolidado de segurança marítima, já se percebem possibilidades de cooperação. Não obstante, há um projeto piloto em andamento para integrar a EMSA a um dos maiores programas de *e-Navigation* em operação, o *Sea Traffic Management* (STM) que será abordado na próxima seção. Particularmente, a EMSA pretende conectar-se ao serviço de informações de viagem (*Voyage Information Service* - VIS), de forma a receber os planos de viagem dos navios a seu quadro de consciência situacional marítima (SEG), tal qual como sugerido neste trabalho, no capítulo dois, em relação ao SISTRAM e o *e-Navigation* (EUROPEAN MARITIME SAFETY AGENCY, 2019, p. 4).

Igualmente influenciado pelo atentado às torres gêmeas, em onze de setembro de 2001, observa-se que o pensamento europeu para atuar na segurança marítima, inclusive na vertente do combate à poluição marinha, tem como um dos pilares o firme propósito de obter uma consciência situacional marítima ampla, por meio do monitoramento e vigilância do tráfego de navios. Segundo Hagen (2017, p. 22-23), há uma crescente intolerância à poluição causada pelo transporte marítimo, o que tem conduzido à adoção de estratégias rigorosas de monitoramento e vigilância, as quais coadunam diretamente com o conceito do *e-Navigation*. Como exemplo, Hagen (2017) cita que a filosofia de integração do *e-Navigation* poderá contribuir com conhecimentos nas áreas de sistemas de informação e compartilhamento de dados. Ainda, que a sistemática de troca de relatórios e de serviços marítimos, a partir de estações VTS, podem contribuir com as agências europeias que atuam na gestão de fronteiras, como a Frontex<sup>153</sup>, para o desenvolvimento de recursos de rastreamento e detecção automatizada de embarcações e anomalias. Portanto, segundo atesta Paap (2015, p. 42), o *e-Navigation* muito pode contribuir na tarefa de segurança marítima, uma vez que seus sistemas navio-terra e berço-a-berço promovem uma profícua troca de informações que contribuem

---

<sup>153</sup> *European Border and Coast Guard Agency* criada em 2004 para promover, coordenar e desenvolver a gestão integrada de fronteiras, similarmente ao que estados costeiros fazem quanto ao monitoramento de navios, ajudando autoridades de fronteira de diferentes países da UE a trabalharem juntas (HAGEN, 2017, p. 22).

com as políticas europeias mencionadas na seção anterior.

Outro importante *link* se estabelece entre o *e-Navigation*, a guarda costeira europeia (Frontex), a Agência Europeia de Controle da Pesca (EFCA), a EMSA e as políticas europeias para a integração, para o transporte e para segurança marítimas: o *Common Information Sharing Environment* (CISE), conforme identificado por Paap (2015, p. 39). Criada no âmbito da IMP, dentro da temática vigilância marítima integrada (BREUER; DINKEL, 2021), o CISE estará operacional em 2023 e será um sistema que pretende integrar todos os serviços de vigilância marítima europeus, de forma a prover às autoridades nacionais e agências europeias, o acesso rápido e oportuno às informações necessárias para condução de operações marítimas nos níveis estratégicos, operacional e tático em sete domínios: i) segurança e proteção marítimas; ii) ambiente marinho (prevenção, preparação e resposta); iii) controle da pesca; iv) controle de fronteira; v) aduana; vi) operações de imposição da lei; e vii) defesa (EUROPEAN MARITIME SAFETY AGENCY, 2021a).

Conforme pode ser verificado pelo seu propósito, o CISE é um sistema dual, que prevê o intercâmbio de informações entre autoridades civis e militares, em especial, por estas serem as principais detentoras de dados marítimos (EUROPEAN UNION, 2019), sendo esperado que os dados gerados pelo *e-Navigation* possam compor o CISE (PAAP, 2015, p. 40), cujas pesquisas para o controle de áreas marítimas tiveram a colaboração do projeto de *e-Navigation* MONALISA 2.0, que também será abordado na próxima seção (SEA TRAFFIC MANAGEMENT, 2021). Tal fato revela, ainda, a importância cada vez maior da integração entre segurança e defesa marítima, por meio do pleno conhecimento do tráfego de embarcações SOLAS e não-SOLAS que gera a consciência situacional necessária ao estabelecimento da “boa ordem” no mar. Segundo Hagen (2017, p. 23), os princípios do *e-Navigation* são similares às modernas ferramentas para estabelecimento da consciência situacional necessária ao enfrentamento desse amplo espectro de atividades que vão do controle da pesca ao contraterrorismo.

No Brasil, o programa estratégico para implementação do SisGAAz tem como objetivo 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. Percebe-se, portanto, grandes semelhanças de propósito entre o CISE e o SisGAAz no que tange ao fato de serem dois sistemas eminentemente duais, por incluírem aspectos de segurança marítima e defesa, bem como pela característica multidomínio, concluindo-se,

portanto, que, de fato, o *e-Navigation* trará grande contribuição ao SisGAAz no que tange ao controle de áreas marítimas, pleno conhecimento do tráfego de embarcações civis, SOLAS e não-SOLAS, e obtenção da consciência situacional.

Na Europa, apesar do grande aporte de recursos, linhas de financiamento, participação de empresas privadas e o esforço conjunto de diversos Estados, observa-se a ocorrência de obstáculos administrativos, legais e técnicos devido à complexidade do “sistema”, fruto das características geopolíticas da Europa (MARSUNO<sup>154</sup>, 2011, p. 26-55), dificultados pela necessidade de harmonização entre sistemas legados das mais diversas origens e, também, destes às novas tecnologias associadas ao *e-Navigation*.

Por outro lado, a predominância da costa brasileira sobre a região oeste do Atlântico Sul, as fronteiras marítimas bem definidas ao norte e ao sul e a existência de sistemas ainda em início de desenvolvimento, como o PSP, o SisGAAz, o SISTRAM<sup>155</sup> e o próprio *e-Navigation*, ainda permitem que haja um alinhamento estratégico de tais sistemas em prol da segurança marítima, obtendo-se economia de recurso e de esforços. Segundo Paap (2015, p. 33), “[...] espera-se que o *e-Navigation* forneça informações e infraestrutura digital para o benefício da segurança marítima e proteção do meio ambiente marinho, reduzindo a carga administrativa e aumentando a eficiência do comércio e transporte marítimo [...]”. Contribui ainda o fato de que o domínio das informações de defesa marítima e de segurança marítima, sob a responsabilidade, respectivamente da MB e da AM, são exercidas unicamente pelo Comandante da Marinha, o que facilita a troca de informações em múltiplos domínios, sejam eles de caráter civil ou militar, diferentemente do CISE.

#### 4.3 PRINCIPAIS PROJETOS EUROPEUS PARA O *E-NAVIGATION*

De fato, as inúmeras tecnologias citadas, identificadas, descritas ou analisadas no capítulo dois (estratégia da IMO para a implementação do *e-Navigation*) e na segunda seção do capítulo três (projeto SMART-Navigation), foram pensadas, desenvolvidas e maturadas, em grande parte, nos diversos projetos e *testbeds* europeus citados na TAB. 8. Conforme demonstrado no caso sul-coreano e europeu, após definida uma ou mais políticas nacionais, e confeccionada a estratégia para desenvolvimento do *e-Navigation*, é iniciada a fase de

---

<sup>154</sup> MARSUNO foi um dos projetos empregados para desenvolver e refinar o conceito do CISE (Nota nossa).

<sup>155</sup> Encontra-se em andamento negociações para a assinatura de um termo de compromisso entre a Diretoria de Gestão de Programas da Marinha (DGePEM) e o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV) relativo à prestação de serviços de especificação, consultoria técnica, desenvolvimento de módulos e manutenção evolutiva do software que compõem o atual SISTRAM (Nota nossa).

discussões que visa à definição de escopo de um projeto ou programa (conjunto de projetos), os quais passam a ser apoiados por *testbeds* virtuais ou físicas. O conhecimento obtido em uma *testbed*, evolui, dando origem a outros projetos, conforme pode ser identificado na TAB. 9, em que cada tópico, serviço ou linha de pesquisa é explorada por projetos diferentes, com mais ou menos foco, conforme o caso. Isso é feito até que o nível de maturidade de uma tecnologia ou solução técnica aumente. Assim, observa-se um faseamento razoavelmente delimitado entre tais projetos, como por exemplo no caso do programa STM que, de acordo com a FIG. 28, evoluiu desde a fase de pesquisa (projeto MONALISA – *Motorways and electronic navigation by intelligence at sea*), passando pelas fases de validação, desenvolvimento e aplicação, de forma muito similar ao que foi apresentado no capítulo três em relação ao projeto SMART-Navigation. A governança do projeto ou programa poderá ser centralizada e com forte participação do Estado e da autoridade marítima, com apoio de empresas, como verificado no projeto sul-coreano; ou descentralizada, com foco na pesquisa, multiplexado em diversos projetos que podem ser liderados por empresas privadas, pela autoridade marítima, universidades ou institutos de pesquisa, mas com investimento compartilhado, público-privado, sinergia e continuidade entre si.

Assim como o SMART-Navigation, o STM também é um caso relevante de ser analisado, pois já ultrapassou a fase de validação, da qual participaram trezentos navios e treze portos, na área marítima do Nórdico e do Mediterrâneo, e encontra-se atualmente em operação. Iniciou sua pesquisa em 2007, com um pequeno projeto para desenvolvimento de tranponder, seguido pelos projetos MONALISA 1.0 e MONALISA 2.0 até chegar ao STM *Validation*. O STM também mantém cooperação com os projetos SMART-Navigation e EfficientSea2, entre outros (PETER, 2019).

O Projeto MONALISA 1.0 foi conduzido entre 2010 e 2013 por um consórcio de sete colaboradores<sup>156</sup>, tendo a autoridade marítima sueca (SMA) como coordenadora, participação da empresa SAAB, orçamento de €22 milhões e quatro atividades – serviço de assistência de derrota, verificação eletrônica de certificado de oficial, verificação da qualidade da batimetria e compartilhamento global de dados marítimos –, com foco principal no desenvolvimento de ferramentas de planejamento dinâmico e proativo de derrotas<sup>157</sup> (SEA

---

<sup>156</sup> Swedish Maritime Administration (Coordinator), Chalmers University of Technology, Sweden; Danish Maritime Authority; Finnish Transport Agency; GateHouse, Denmark; SAAB, Sweden; SSPA Sweden AB (IALA, 2021c). <https://www.iala-aism.org/technical/e-nav-testbeds/monalisa-1/>.

<sup>157</sup> O processo adotado foi o seguinte: uma embarcação envia seu planejamento ao centro de controle, o qual verifica a batimetria e quais áreas o navio não deve ir (*NoGo area*), reenvia ao mesmo para que se estabeleça um “acordo”, que consistirá em uma derrota “verde”, a qual deverá ser seguida e que será monitorada (Nota nossa).



TRAFFIC MANAGEMENT, 2021). Os testes tiveram continuidade no projeto MONALISA 2.0, utilizando-se a separação dinâmica de navios em ambientes de tráfego mais complexos e congestionados, a fim de testar a integridade do sistema. Foram feitos testes paralelos no projeto ACCSEAS referente à intenção de manobra entre navios, com ajustes de derrota em curto prazo (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021c).

Por sua vez, o projeto ACCSEAS, conduzido entre 2012 e 2015, sob um orçamento de €5,553,650.00, teve grande importância no desenvolvimento do *e-Navigation*, pois foi um dos precursores a testar o conceito IMO de forma holística, baseando-se nas conclusões de projetos anteriores, como por exemplo o MONALISA 1.0 e o EfficienSea, permitindo uma coordenação suave e eficiente, garantindo um trabalho contínuo, sem sobreposição de esforços e financiamento (THE NORTH SEA REGION SECRETARIAT, 2021)<sup>158</sup>. No ACCSEAS, foram identificadas, desenvolvidas, testadas e simuladas soluções candidatas ao *e-Navigation* que ainda fazem parte da estratégia atualizada: o portfólio de serviços marítimos; as tecnologias para um serviço PNT resiliente, tais como o eLoran e o *R-Mode*, abordados no capítulo dois; a nuvem marítima; e o serviço de MSI (PAAP, 2015). O relatório de legado do projeto ACCSEAS, produzido por Paap (2015), é um valioso trabalho que poderá, eventualmente, contribuir para a estruturação desse tipo de gestão no Brasil, pois traz, além dos legados “substanciais” referente às tecnologias, um relato minucioso da organização do projeto. O ACCSEAS foi coordenado pela *Trinity House*, a autoridade oficial para auxílios à navegação na Inglaterra, País de Gales, Ilhas do Canal e Gibraltar, que, no Brasil, é exercida pelo CAMR, sob a supervisão da DHN. Também participaram as autoridades marítimas dinamarquesa (DMA), norueguesa (NCA) e sueca (SMA).

No período de 2015 a 2018, a DMA liderou o projeto EfficienSea2 (ES2), sob um orçamento de €11,455,001.00, dos quais €9,795,318.00 financiados pela EU, por meio do programa *Horizon 2020*, com a participação de outros 31 parceiros (EUROPEAN UNION, 2021)<sup>159</sup>. Segundo Petersen (2015), dentre os principais resultados (*outputs*) do ES2, citam-se: teste e validação de quinze serviços marítimos; implementação da *BalticWeb*<sup>160</sup>; teste operacional e maturação do VDES; e desenvolvimento da estrutura de comunicação da

---

<sup>158</sup> <http://archive.northsearegion.eu/ivb/projects/details/&tid=145>.

<sup>159</sup> <https://trimis.ec.europa.eu/project/efficiensea-2-efficient-safe-and-sustainable-traffic-sea#tab-outline>.

<sup>160</sup> Protótipo de uma nuvem integrada, com ponto único de acesso, a serviços de *e-Navigation* e e-Maritime no Mar Báltico, por meio de dispositivos conectados à internet.

*Maritime Connectivity Platform* (MCP), atualmente governada pelo consórcio MCC<sup>161</sup>. O ES2 teve a participação da autoridade marítima australiana (AMSA – *Australian Maritime Safety Authority*) e do Instituto Hidrográfico Italiano, como membros regulares, entre outros.

Portanto, observa-se que a MCP vem sendo desenvolvida por projetos sucessivos. Não somente é adotada pelo SMART-Navigation, como visto, mas também pelo STM (SEA TRAFFIC MANAGEMENT, [2018], p. 16), além de apoiada pelo projeto eMir (*e-Maritime Integrated Research Platform*), uma *testbed* aberta, física e virtual, em andamento na baía de Heligolândia (República Federal da Alemanha), coordenada pelo instituto alemão OFFIS<sup>162</sup>, que funciona como uma plataforma de serviço aberta e genérica para verificação e validação do desenvolvimento de sistemas e componentes (HAHN *et al.*, 2019, p. 17). O projeto eMir apresenta as seguintes considerações sobre a MCP e sobre a digitalização nos rios alemães em seu *roadmap*<sup>163</sup>, esclarecendo sua interessante visão sobre o *e-Navigation*:

Tendo-se uma infraestrutura marítima moderna instalada, as plataformas padronizadas são a base para a prestação segura e agnóstica dos serviços marítimos [...] Na União Europeia, os projetos STM *Validation* e *EfficienSea2* criaram tal plataforma marítima, a MCP. [...] As principais partes interessadas marítimas, como IALA, CIRM, BIMCO e provedores comerciais como MAERSK e DFDS, já concordaram em usar partes desta plataforma para a prestação de seus serviços futuros. Na Alemanha, a digitalização e implementação da infraestrutura básica de comunicação ainda está em um estágio inicial. [...]. Atualmente, o AIS ou mesmo o acesso à rede móvel básica ainda não estão disponíveis para a maior parte do rio Elba. Os esforços europeus e internacionais em plataformas padronizadas também devem ser considerados. Existe a possibilidade de que tais plataformas se revelem uma **tecnologia disruptiva, permitindo pela primeira vez também startups e pequenas empresas** entrarem no setor marítimo através do desenvolvimento de serviços marítimos inovadores (HAHN *et al.*, 2019, p. 13, grifo nosso).

Assim, no Brasil, sugere-se avaliar a adoção da MCP, visto que já se pode identificar uma tendência de ampla adesão à mesma na Europa e pela IALA, dentre outras organizações e empresas (ex: MAERSK), posto que, conforme visto até agora, o tempo e o custo de desenvolvimento são muito elevados, além de fugir ao propósito de globalização do tema. Verifica-se, ainda, a oportunidade de negócios que poderá surgir para empresas de inovação e incubadoras, em especial para as áreas de aplicativos e serviços, conforme pode ser entendido na FIG. 29. Nesse contexto, em palestra para o Curso de Política e Estratégia Marítimas de 2021, o presidente do BNDES, Sr. Gustavo Montezano, afirmou que a busca

<sup>161</sup> Atualmente o MCC é composto pelas seguintes instituições sem fins lucrativos: GLA; KRISO; OFFIS; RISE; e Universidade de Copenhagen. DMA, SMA e MOF são ainda organizações governamentais observadoras. IALA, CIRM e OHI formam ainda um conselho consultivo (Nota nossa).

<sup>162</sup> (E-MARITIME REFERENCE PLATFORM, 2021).

<sup>163</sup> (HAHN *et al.*, 2019).

pela realização de projetos estratégicos junto às Forças Armadas é uma política do banco. Informou, também, que é uma tendência mundial que empresas privadas busquem investir em uma agenda ambiental, social e de governança (ASG)<sup>164</sup>, como aliás se posiciona o *e-Navigation* e outros projetos ligados à segurança da navegação. Alertou, ainda, para a capacidade de o BNDES fomentar a prospecção por empresas *startups* e que, normalmente, o gargalo na busca de financiamentos é a falta de projetos, ao que o banco, recentemente, também se estruturou para apoiar empresas e órgãos governamentais (informação verbal)<sup>165</sup>.

Retomando a análise dos projetos, paralelamente ao ES2, foi conduzido o *STM Validation* que ratificou o conceito para a operacionalização do *Sea Traffic Management* (STM), a partir dos desenvolvimentos ocorridos na fase de definição do projeto MONALISA 2.0, com um investimento total de €43 milhões. O projeto *STM Validation* serviu ainda para fortalecer a cooperação internacional, estabelecendo parceria com o SMART-Navigation. Assim, em junho de 2018, cinco Autoridades Marítimas, líderes no desenvolvimento do *e-Navigation* em seus Estados, assinaram um memorando de entendimento (MOU) para continuar e fortalecer parcerias: Austrália (AMSA), China (MAS – *Maritime Safety Administration*), Dinamarca (DMA), República da Coreia (MOF) e Suécia (SMA).

Para o desenvolvimento das soluções do projeto STM, foi estabelecida uma Rede Europeia de Simuladores Marítimos (EMSN – *European Maritime Simulator Network*), conceituada durante o projeto MONALISA 2.0, conectando treze simuladores, em sete Países europeus, com capacidade de simular cenários complexos, com até trinta navios, sem expor as embarcações e tripulantes à riscos. O emprego de simuladores no *e-Navigation* é muito comum, não somente para treinamento, mas também para demonstração e teste das diversas soluções candidatas (SCHMIDT, 2015). No Brasil, encontra-se em andamento negociações, entre a MB e a Agência Nacional do Petróleo (ANP) para financiamento de um projeto denominado – Simulador de Passadiço *e-Navigation* para Marinha Mercante: SimPass *e-Navigation* –, a ser desenvolvido pelo Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), que é uma ICT, a ser empregado no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA) e no Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar (CIABA), voltados para a formação e especialização de profissionais marítimos (informação verbal)<sup>166</sup>. A iniciativa citada poderia vislumbrar o desenvolvimento e testagem de soluções a serem adotadas nos serviços

---

<sup>164</sup> Advinda do conceito de dados ESG: *Environmental, Social and Governance* (Nota nossa).

<sup>165</sup> Informação fornecida por Gustavo Montezano, na Conferência – O BNDES e o fomento à construção naval no Brasil – realizada para o Curso de Política e Estratégia Marítimas (C-PEM) 2021 da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, em 09 jul. 2021.

<sup>166</sup> Informação fornecida pelo gerente do projeto SimPass *e-Navigation*.

marítimos no Brasil, bem como ser viabilizada pelo estabelecimento de uma rede entre os simuladores já existentes na MB e no País, a exemplo do EMSN.

Quatro conceitos compõem a arquitetura do STM mostrada na FIG. 30:

a) o *Port Collaborative Decision Making* (PortCDM) é um tipo de janela única de apoio à decisão para operações portuárias em tempo real (*just-in-time*), com o objetivo de melhorar a coordenação entre os atores, que interagem por ela, durante a estadia dos navios nos portos (SEA TRAFFIC MANAGEMENT, [2018], p. 10). Como visto anteriormente, a IMO e o *e-Navigation* apoiam o uso de janelas únicas marítimas, mas estas ainda não estão padronizadas e estabelecidas a nível mundial. Nesse contexto, tanto o projeto ES2 como o STM buscaram utilizar-se de produtos já desenvolvidos, optando-se pela PortCDM, que utiliza o protocolo S-211 (*Port Call Message Format*)<sup>167</sup>. A FIG. 31 apresenta uma visão geral dos tipos de projetos de janelas únicas (JUHL, 2016, p.31), que podem servir como referência para o desenvolvimento do PSP no País, sendo o Conselho Nacional de Praticagem (CONAPRA) observador do consórcio PortCDM<sup>168</sup>;

b) *Voyage Management* (VM): refere-se aos SM e ST para planejamento, intercâmbio e alteração de rotas, em interação com estações de terra ou navios próximos, conforme a FIG. 32. Cada binômio navio-rotas recebe um código específico para a viagem, contendo todas as informações necessárias a respeito do planejamento de cada embarcação, as quais são digitalizadas e trafegadas pelos sistemas digitais existente (ex: atualmente AIS e futuramente VDES), dentro do conceito de *need to share*<sup>169</sup> (SEA TRAFFIC MANAGEMENT, [2018], p. 10 e 45);

c) *Sea System Wide Information Management* (SeaSWIM): é uma infraestrutura digital marítima que gerencia o acesso à todas as informações baseadas na MCP, bem como na troca de dados entre as partes interessadas marítimas (HAHN *et al*, 2016, p. 15). O SeaSWIM (FIG. 33) exerce as funções de *middleware* e conector, igualmente às funções do DDS e do MCP *connector* no SMART-Navigation (FIG. 26), abordadas no capítulo três; e

d) *Flow Management* (FM): trata-se do gerenciamento de fluxo de vários navios em áreas geográficas congestionadas, apoiando os VTS ou comandantes na otimização do fluxo geral do tráfego marítimo, por meio da criação de uma consciência situacional comum e aprimorada, visando à tomada de decisão (SEA TRAFFIC MANAGEMENT, [2018], p. 10).

Por oportuno, o conceito STM foi inspirado no programa europeu para o controle

<sup>167</sup> (SEA TRAFFIC MANAGEMENT, [2018], p. 46).

<sup>168</sup> <https://www.ipcdmc.org/participants-and-observers>

<sup>169</sup> Evolução do antigo conceito de necessidade de conhecer para necessidade de compartilhar, desenvolvido pelo Departamento de Estado dos EUA, após o “onze de setembro”.

de tráfego aéreo (ATM – Air Traffic Management), devido à experiência da empresa SAAB nesse tema, a qual participa dos dois processos. No Brasil, por ocasião da modernização dos Centros Integrados de Defesa Aérea e Circulação do Tráfego Aéreo (CINDACTA), no início dos anos 2000, foi comissionado o software nacional do Sistema de Tratamento e Visualização de Dados X-4000, desenvolvido pela fundação Atech (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2014, p. 68-69). Recentemente contratada para realizar nova revitalização do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (SISCEAB), a Atech possui expertise (informação verbal)<sup>170</sup> em gerenciamento de fluxo de tráfego aéreo (AFTM – *Air Traffic Flow Management*), por meio da solução *Makron AFTM – Skyflow*, desenvolvido com base no SIGMA (Sistema Integrado de Gestão de Movimentos Aéreos), também produzido pela Atech em conjunto com a Força Aérea Brasileira (FAB). Portanto, a referida empresa que já é parceira da MB no projeto do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE), poderia contribuir para o desenvolvimento de soluções de *e-Navigation*.

Coadunando com a perspectiva de análise inteligente do fluxo dos tráfegos aéreo e marítimo, o projeto de *e-Navigation DataAcron* explorou a temática de *big data analytics*<sup>171</sup> (analítica de *big data*). Totalmente financiado pelo programa Horizon 2020 da EU, ao custo de €3,993,835.00<sup>172</sup>, foi conduzido no período de 2016 a 2019, pelo Centro de Pesquisa da Universidade de Pireus, na República Helênica – Grécia. Dentre os parceiros encontram-se o Instituto de Pesquisa da Academia Naval (NARI), da França, e o Centro para Pesquisa e Experimentação Marítimas (CRME) da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), dentre outras (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021c)<sup>173</sup>. O projeto desenvolveu ferramentas avançadas para detectar e identificar possíveis ameaças e atividades anormais, nos ambientes aéreo e marítimo. No que tange à vertente marítima, o projeto concluiu que o acúmulo de dados ao longo do tempo permitiria a realização de análises refinadas do tráfego marítimo, pois ao selecionar determinada área e período, poderia se chegar à embarcação responsável por um derramamentos de óleo, contribuindo para direcionar operações de planejamento do espaço marítimo e refinar operações de busca e salvamento (DATACRON, 2020).

Quanto à participação do NARI, o referido instituto faz parte do cluster científico *Europôle Mer*, composto de universidades voltadas para o ambiente marinho, e do cluster

---

<sup>170</sup> O Curso de Política e Estratégia Marítimas 2021 realizou visita às instalações da Atech em São Paulo, por ocasião de Viagem de Estudo realizada em julho do mesmo ano (Nota nossa).

<sup>171</sup> É o processo de coleta, organização e análise de grandes conjuntos de dados para descobrir padrões e outras informações úteis (Nota nossa).

<sup>172</sup> <https://cordis.europa.eu/project/id/687591>.

<sup>173</sup> <https://www.iala-aism.org/technical/e-nav-testbeds/datacron/>.

industrial e de pesquisa *Pôle Mer Bretagne*, no sentido de difundir conhecimentos de interesse na Marinha Nacional Francesa para a indústria (DATAACRON, 2020)<sup>174</sup>. Em relação ao CRME, este centro sediou um *workshop*<sup>175</sup>, em 2018, com a participação de nove países, incluindo o Brasil<sup>176</sup> (NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2021). O relatório final do evento aponta que a qualidade dos dados das múltiplas fontes de informações deve ser foco de atenção (CAMOSSO; JOUSSELME, 2019):

Os resultados do workshop permitem tirar algumas conclusões preliminares sobre as pesquisas e desenvolvimentos sobre Big Data Marítimo. Existe um interesse geral por necessidades sociais e operacionais concretas, juntamente com uma tendência emergente de **desenvolver métodos que combinem fluxos de informação heterogêneos, potencialmente complementares (principalmente AIS, emparelhado com SAR, Radar, METOC, acústico), com uma atenção crescente para a qualidade da fonte [...]** A tendência atual para experimentar tecnologias de Big Data de código aberto é desafiada pela integração de fontes diversificadas de informação, o que vem com uma crescente exigência de recursos de gerenciamento de dados aprimorados para compartilhamento e processamento de dados harmonizados que podem superar a exploração exclusiva de dados cinemáticos. Enquanto isso, prevalece a necessidade de reduzir a incerteza dos resultados de detecção e previsão, envolvendo o desenvolvimento de capacidades para lidar formalmente com a informação e a qualidade da fonte. Analogamente, o surgimento de novas abordagens de **Inteligência Artificial** que, apesar de apresentarem resultados promissores, desafiam a interpretação dos resultados, requer envolvimento crescente de especialistas em todas as fases do desenvolvimento (o chamado *Human in the loop*), e a incorporação holística de abordagens que incluam os fatores humanos (CAMOSSO; JOUSSELME, 2019, p. iii, grifo nosso).

Conclui-se, portanto, que a associação do projeto *DataAcron* ao *e-Navigation*, assim como o interesse de institutos como o CRME e o NARI, corroboram o entendimento de Hagen (2017, p. 180-183), no sentido de que o emprego da tecnologia de informação, em conjunto com a infraestrutura de comunicações, colocam o *e-Navigation* como figura central de um quadro mais amplo, capaz de contribuir decisivamente para levar o setor marítimo em direção à indústria 4.0, com infinitas possibilidades de utilização dos metadados gerados por milhares de navios, VTS, autoridades e portos que, a médio prazo, estarão *online* por 24 horas. Nordslett<sup>177</sup> (2016, *apud* HAGEN, 2017, p. 181), porém, alerta que caberá aos legisladores, incluída a AM, “destravar” o processo para que essa revolução efetivamente aconteça, liderada pelo mercado e com participação comprometida da indústria. Além dos aspectos normativos, é necessário compreender que, enquanto a natureza do *e-Navigation* é a navegação em tempo real por *streaming* de dados, a análise de grande quantidade de dados exige o seu armazenamento, sendo fundamental para ambas, o estabelecimento de uma

<sup>174</sup> <http://datacron1.ds.unipi.gr:9082/naval-academy-research-institute-nari/>.

<sup>175</sup> Apresentações do *workshop* disponíveis em: <https://www.cmre.nato.int/maritime-big-data-workshop-home/maritime-big-data-workshop-presentations>.

<sup>176</sup> Durante a pesquisa, apesar de enviado *e-mail* para a organização do evento, não foi possível identificar quem, ou qual instituição brasileira, tomou parte.

<sup>177</sup> NORDSLETT, A. Conference Report e-Navigation Underway. [S.l.: s.n.], 2016.

estrutura comum de dados marítimos (CMDS) e de uma infraestrutura de comunicação digital marítima, demonstrada na FIG. 34.

Particularmente, a capacidade de análise de dados marítimos teria sido uma ferramenta crucial para a investigação do crime ambiental de derramamento de óleo ocorrido na costa do Nordeste em 2019<sup>178</sup>. Igualmente, assim como apontado na IMP e no projeto ACCSEAS, a implementação do *e-Navigation* poderão contribuir com as operações de Planejamento Espacial Marinho (PEM), após concluído o mapeamento que ora vem sendo conduzido pela MB, no âmbito da Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM), em que a Secretaria da CIRM (SECIRM) atua como coordenadora do “Comitê Executivo do PEM”, conforme estabelecido na Portaria nº 235/MB (MARINHA DO BRASIL, 2020b), e na Resolução nº 10/2020, da CIRM, ambas de 30JUL2020 (BRASIL, 2020a).

Vislumbra-se, ainda, que os estudos referentes à análise de *big data* têm potencial, assim como o *e-Navigation* propriamente dito, para fomentar a cooperação entre MB e FAB, visando ao emprego de inteligência artificial para detecção de ameaças e comportamentos anômalos, bem como para a combinação de sensores “satelitais” às informações de radares de abertura sintética (SAR) e AIS, havendo oportunidades para a integração entre o *Cluster Tecnológico Naval*<sup>179</sup> e o *Cluster Aeroespacial Brasileiro*<sup>180</sup>.

#### 4.4 SIMILARIDADES AO PROGRAMA SIRIUS DA AERONÁUTICA

Até aqui, foram percebidos pontos em comum entre os controles do tráfego marítimo e aéreo. No entanto, durante a pesquisa, em busca de estratégias que pudessem contribuir com a MB, foi identificado que as semelhanças não se limitam apenas aos aspectos técnicos, pois dada a necessidade de atualização constante e modernização dos auxílios à navegação aérea, está em curso na FAB um importante programa estratégico. O Programa SIRIUS reúne um conjunto de empreendimentos (projetos), agrupados em diferentes áreas, com o propósito de modernizar o Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), visando à consolidação dos benefícios da evolução do Sistema ATM (*Air Traffic Management*) Nacional (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2021c). Assim como no *e-Navigation*, o Programa SIRIUS trará, uma maior resiliência na utilização da navegação GNSS, bem como a modernização e ampliação dos auxílios à navegação.

---

<sup>178</sup> (MARINHA DO BRASIL, 2020c).

<sup>179</sup> <https://www.clusternaval.org.br>.

<sup>180</sup> <https://pqtec.org.br/projetos/cluster-aeroespacial-brasileiro/>.

Face ao constante crescimento da aviação civil, a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) vem promovendo diversas evoluções nos conceitos de navegação aérea, desde o Serviço de Tráfego Aéreo (Air Traffic Services), substituído em 1998, pelo Sistema Comunicações, Navegação e Vigilância/Gerenciamento de Tráfego Aéreo (CNS/ATM). A última evolução de conceito veio em 2003, por ocasião da 11ª Conferência de Navegação Aérea, quando foi apresentado o Conceito Operacional ATM<sup>181</sup> Global (GATMOC), considerado como um marco mundial comum para guiar a implantação dos Sistemas ATM. Esse conceito gerou, para a sua implementação, um Plano Global de Navegação Aérea, denominado GANP (*Global Air Navigation Plan*), com várias edições evolutivas, sendo a última (6ª ed.) publicada em 2019 (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2012, p. 16-17). Paralelamente, à semelhança do *e-Navigation*, o GANP possui como objetivos estratégicos o incremento da segurança, da eficiência, da proteção e da padronização, bem como o desenvolvimento econômico da aviação e a sustentabilidade ambiental (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2016, p. 1).

Nesse contexto, o GATMOC promoveu uma alteração significativa na forma de prover serviços de navegação aérea, migrando do conceito de – controle para gerenciamento – de tráfego aéreo, baseado em performance, integrado e colaborativo, com maior importância para a infraestrutura de comunicações, navegação e vigilância, assim como o *e-Navigation* promove a ampliação dos serviços marítimos, estabelece uma estrutura comum de dados e de comunicação digital marítima, buscando a eficiência e a integração de transporte, comércio, vigilância, proteção e segurança marítimas. No Brasil, a FAB vem implementando aperfeiçoamentos graduais e contínuos no SISCEAB, em direção ao conceito de GATMOC, tendo estabelecido a Concepção Operacional – CONOPS<sup>182</sup> – ATM Nacional (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2021b) e um Plano de Implementação ATM Nacional (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2012), denominado Programa SIRIUS, que visa ao atendimento do GANP (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2021b, p. 18-22). O Programa SIRIUS compreende 28 empreendimentos (projetos) que orientam a evolução do SISCEAB tanto no que tange a Circulação Aérea Geral (CAG)<sup>183</sup> como a Circulação Operacional Militar (COM)<sup>184</sup>,

---

<sup>181</sup> Sistema que proporciona o Gerenciamento de Tráfego Aéreo mediante a integração colaborativa de pessoas, informação, tecnologia, instalações e serviços, apoiados por comunicações, navegação e vigilância baseadas em terra, a bordo e/ou no espaço (satélites) (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2021b, p. 9-10).

<sup>182</sup> A proposta de criação do “conceito brasileiro para o *e-Navigation*”, apresentada no capítulo três, coaduna com o CONOPS ATM Nacional da FAB (Nota nossa).

<sup>183</sup> Refere-se à aviação civil (Nota nossa).

<sup>184</sup> Refere-se à aviação militar (Nota nossa).



abrangendo as seguintes áreas temáticas<sup>185</sup>: gerenciamento do tráfego aéreo, meteorologia aeronáutica, informações aeronáuticas, busca e salvamento, segurança, logística, telecomunicações, operações militares, vigilância, auxílios à navegação e recursos humanos (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2021a, p. 377-379).

Portanto, assim como o GANP possui influência direta no aperfeiçoamento do SISCEAB, em função das alterações de concepção na navegação aérea e no gerenciamento do tráfego aéreo, tendo por consequência, a modernização dos serviços e auxílios à navegação aérea, viabilizados pela arrecadação de recursos advindos das tarifas de navegação aérea<sup>186</sup>; também o *e-Navigation*, conforme já extensamente discutido, poderá influenciar a implantação do SisGAAz, em função da nova perspectiva dada à navegação marítima e ao gerenciamento do tráfego, tendo como consequência, a modernização dos serviços e auxílios à navegação, que devem, ser viabilizados pela alocação de recursos da Tarifa Única de Faróis (TUF), regulamentada pelo Decreto-Lei nº 1.023/1969 (BRASIL, 1969) que em 2020, arrecadou R\$210,28 milhões, dos quais cerca de 25% foram provisionados<sup>187</sup>.

No entanto, assim como a interligação entre o GANP e o SISCEAB é realizada pelo Programa SIRIUS, sugere-se, como diretriz estratégica, que a MB estabeleça um Programa Estratégico de Navegação, a ser batizado, composto por projetos e subprojetos, agrupados em áreas, tais como auxílios à navegação, serviços marítimos, hidrografia e cartografia náutica, oceanografia operacional, meteorologia marinha, gerenciamento do tráfego marítimo, busca e salvamento, comunicações e operações de segurança marítima, com os propósitos de: modernizar a navegação marítima no Brasil, visando à implementação do “conceito brasileiro do *e-Navigation*”, a ser confeccionado; e contribuir para a implantação do SisGAAz, enquanto um sistema dual capaz de monitorar e proteger da Amazônia Azul.

#### 4.5 SÍNTESE E CONCLUSÃO PARCIAL

Nos capítulos dois e três foram analisadas, respectivamente, as bases teórica e prática do *e-Navigation*, que resultaram na formulação de ações e diretrizes estratégicas. Em outras palavras, foi compreendido “o que” é o *e-Navigation* e “como” implementá-lo. Por

---

<sup>185</sup> Os empreendimentos de evolução do Sistema ATM Nacional estão relacionados com as seguintes áreas: a) Segurança Operacional; b) Gerenciamento de Tráfego Aéreo; c) Comunicações, Navegação e Vigilância; d) Meteorologia Aeronáutica; e) Gerenciamento de Informações Aeronáuticas; f) Busca e Salvamento; e g) Recursos Humanos (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2012, p. 25)

<sup>186</sup> Tarifa de Uso das Comunicações e dos Auxílios à Navegação Aérea em Rota (TAN), em Área de Controle de Aproximação (TAT APP) e em Área de Controle de Aeródromo (TAT ADR). (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, 2021a, p. 409).

<sup>187</sup> O autor exerceu a função de Ordenador de Despesas e de Vice-Diretor da DHN, em 2020 (Nota nossa).

outro lado, este capítulo quatro, cujo objeto de estudo é a implementação do *e-Navigation* na Europa, berço desse conceito no mundo, teve como foco entender quais os propósitos e finalidades do *e-Navigation*, ou seja, “para que” implementá-lo. Nesse contexto, os objetivos deste capítulo foram: identificar a existência de correlação entre a origem do *e-Navigation* e as políticas marítimas na Europa; analisar como, e em quais áreas, o *e-Navigation* pôde beneficiá-las; e avaliar como o *e-Navigation* poderá contribuir com o monitoramento e proteção da Amazônia Azul. Foram analisados também os principais projetos europeus do *e-Navigation*, a fim de confirmar as tendências constatadas nos capítulos anteriores e verificar novas oportunidades e desafios, de modo a complementar as ações e diretrizes estratégicas.

Na primeira seção do capítulo quatro, foi identificada correlação entre o *e-Navigation* e importantes políticas públicas europeias voltadas para a melhoria da competitividade do comércio marítimo<sup>188</sup>; integração dos transportes, inclusive marítimo<sup>189</sup>; e para o incremento do acompanhamento e gerenciamento do tráfego marítimo<sup>190</sup>. Em síntese, após concluída a análise; constatou-se que o *e-Navigation* possui potencial para contribuir com políticas públicas voltadas para o mar, em três campos de influência: i) eficiência do comércio marítimo; ii) segurança da navegação; e iii) vigilância marítima.

Durante a análise do relacionamento específico entre *e-Navigation* e *e-Maritime*, concluiu-se sobre a necessidade de equilíbrio entre a segurança da navegação, finalidade do primeiro, e a eficiência do comércio marítimo, propósito do segundo, uma vez que ambos possuíam os mesmos objetivos estratégicos em relação ao progresso do transporte marítimo. Enquanto o *e-Maritime* apoiou o estabelecimento do *e-Navigation* na Europa, este proporcionou uma perspectiva internacional àquele. Raciocínio semelhante foi aplicado em relação ao terceiro campo de influência: a vigilância marítima. Constatou-se que esta não poderia ser desprezada pelo *e-Navigation*, tampouco dele se apropriar, mediante o risco de tornar a implementação do conceito desinteressante para aqueles *stakeholders* mais preocupados com a eficiência e navegação. Paralelamente, analisando-se a atual estratégia da MB, transcrita no Anexo G, constata-se a ausência de objetivos diretamente relacionados à eficiência do transporte marítimo, como simplificação de processos, automatização de relatórios e estabelecimento de uma janela única marítima. Daí advém a diretriz estratégica para que a governança do *e-Navigation*, a ser adotada pela Autoridade Marítima brasileira, em conjunto com autoridades do comércio e transportes, deva considerar um equilíbrio constante

---

<sup>188</sup> *E-Maritime Initiative* (Nota nossa).

<sup>189</sup> *European Transport Single Area* (Nota nossa).

<sup>190</sup> *Integrated Maritime Policy* (Nota nossa).

entre quatro elementos, doravante denominados fatores-chave de sucesso para a implementação do *e-Navigation*: eficiência do comércio marítimo, segurança da navegação, simplificação de processos e segurança marítima.

Quanto à contribuição do *e-Navigation* para o monitoramento e proteção da Amazônia Azul, chegou-se à conclusão que o SisGAAz usufruirá, primeiramente, das informações completas sobre as embarcações, seu planejamento e execução da viagem, o que poderá ser realizado via SISTRAM, conforme sugerido nos capítulos interiores. Tendência similar foi identificada por meio de um projeto de integração entre o subsistema de monitoramento de viagem de um dos maiores programas de *e-Navigation* em operação na Europa, o *Sea Traffic Management* (STM) e o *SafeSeaNet* (SSN), que é uma janela única marítima, com informações e monitoramento do tráfego de embarcações da EMSA, agência europeia de segurança marítima, criada após os drásticos acidentes com os petroleiros Erika e Prestige, no contexto dos diversos pacotes de segurança marítima.

Outro benefício ao SisGAAz, decorrente do *e-Navigation*, será a coleta de grandes volumes de dados, com qualidade e harmonizados<sup>191</sup>, gerados por milhares de navios, VTS, autoridades e portos que estarão *online* 24 horas por dia. Esses metadados poderão ser submetidos à análise – *big data analytics* – com o propósito de detectar e identificar possíveis ameaças e atividades anormais do tráfego marítimo, conforme tendência identificada no projeto *DataAcron*, associado ao *e-Navigation*, com participação do Instituto de Pesquisa da Academia Naval da França (NARI) e do Centro para Pesquisa e Experimentação Marítimas da OTAN (CRME), em que se constatou que a análise da evolução do tráfego, em diferentes escalas de tempo, pode apoiar as operações de planejamento espacial marinho, aprimorar as operações SAR e auxiliar na identificação das embarcações responsáveis por derramamentos de óleo, contribuindo com o sistema de proteção do SisGAAz.

Operativamente, a sistemática de troca de relatórios e de serviços marítimos, navio-terra e berço-a-berço, a partir das estações VTS, podem subsidiar a atuação das agências de segurança e da MB na imposição da lei, promovendo uma profícua troca de informações que contribuam com a vigilância marítima, auxiliando na condução de operações marítimas nos níveis estratégicos, operacional e tático, multidomínio, incluindo as vertentes da defesa, segurança e proteção, o que coaduna com o objetivo do SisGAAz de monitorar e proteger a Amazônia Azul, reforçando sua característica dual. Como exemplo, esse conceito está sendo adotado no âmbito da iniciativa da *Common Information Sharing Environment*

---

<sup>191</sup> A tecnologia de *big data* é desafiada pela integração de fontes diversificadas de informação, não harmonizadas e sem qualidade nos dados (CAMOSSO; JOUSSELME, 2019).

(CISE), um sistema dual interagências, coordenado pela EMSA, que pretende integrar todos os serviços de vigilância marítima europeus, inclusive os de defesa, até 2023. Portanto, conclui-se que, ao colaborar com o SisGAAz nas formas abordadas neste trabalho, o *e-Navigation* beneficiará a segurança marítima da Amazônia Azul, conforme consta no título desta tese, contribuindo para a manutenção da ‘boa ordem’ no mar, enquanto área de soberania, fonte de recursos, meio de transporte e ambiente.

A análise do processo de implementação do *e-Navigation* na Europa, trouxe ao entendimento, o quão importante é a sinergia e continuidade entre projetos, cujo conjunto formam, na realidade, verdadeiros programas. Da mesma forma, foi verificado que a FAB também se utilizou de um Programa, denominado SIRIUS, para implementar o GANP, instituído pela OACI, visando aperfeiçoar a navegação aérea e modernizar o SISCEAB, enquanto sistema dual atuante no controle e na defesa do espaço aéreo. Portanto, como conclusão final deste trabalho, considera-se que o estabelecimento de um programa estratégico poderá implementar o *e-Navigation*, instituído pela IMO, visando aprimorar a navegação marítima e contribuir para a implantação do SisGAAz, uma vez que este também é um sistema dual para o monitoramento e proteção da Amazônia Azul, tendo como chave-mestra os auxílios à navegação e a TUF, assim como ocorre, em relação ao SISCEAB, com os auxílios à navegação aérea e suas respectivas tarifas. Assim, como última diretriz estratégica, fruto de toda a análise realizada, chega-se à conclusão de que a implementação do conceito de *e-Navigation*, no Brasil, será muito beneficiada pela criação de um Programa Estratégico de Navegação, composto por projetos e subprojetos que, a exemplo da metodologia europeia para o progresso do *e-Navigation* e do Programa SIRIUS, estabeleça um conceito, desenvolva soluções técnicas, realize testes de validação e instale a infraestrutura necessária à modernização da navegação do Brasil, financiado pela integralidade e obrigatoriedade da TUF, abrangendo áreas temáticas, a serem definidas, tais como auxílios à navegação, serviços marítimos, hidrografia e cartografia náutica, oceanografia operacional, meteorologia marinha, gerenciamento do tráfego marítimo, busca e salvamento, comunicações e operações de segurança marítima, em proveito do SisGAAz.

A diretriz apontada e as ações estratégicas desenvolvidas ao longo do capítulo encontram-se enunciadas no Apêndice D.

## 5 CONCLUSÃO

O crescimento da percepção global sobre a centralidade e importância dos Oceanos para a vida, economia e segurança da nossa sociedade tem se refletido, cada vez mais, em investimentos e políticas, de alcance mundial, em relação às quais o Brasil precisa manter-se como um ator relevante, em função de possuir a décima maior Zona Econômica Exclusiva<sup>192</sup> do mundo, com uma área de quase 3,6 milhões de km<sup>2</sup>, por onde passam aproximadamente 95% do nosso comércio exterior e de onde retiramos cerca de 95% do petróleo, 80% do gás natural<sup>193</sup> e 45% do pescado produzido no País.

Considerando as perspectivas de que a economia oceânica dobre sua participação no PIB global, em bases de 2010, alcançando 3 trilhões de dólares até 2030, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico; e que o estabelecimento da segurança marítima, conforme o conceito adotado neste trabalho, será fundamental para suportar o referido crescimento, uma vez que busca “a manutenção da ‘boa ordem’<sup>194</sup> no mar, a fim de garantir sua plena utilização como *área de soberania*; como *fonte de recursos*; como *meio de transporte* marítimo e de informações; e como *ambiente* seguro, produtivo e sustentável, além de conhecido e valorizado por todos”; o *e-Navigation* se apresenta como um importante conceito que, ao trazer benefícios para a segurança da navegação, para a prevenção da poluição do meio-ambiente, e para um transporte marítimo seguro, eficiente e protegido, contribuirá diretamente para o estabelecimento da própria segurança marítima e, por intermédio desta, para o desenvolvimento da “economia azul”.

Assim, desde o início dos anos 2000, quando foi formalizada a ideia inicial de Navegação Aprimorada, em inglês *Enhanced Navigation (e-Navigation)*, por ocasião da 81ª sessão do Comitê de Segurança Marítima da Organização Marítima Internacional, consideráveis investimentos foram realizados para promover sua implementação. A República da Coreia, por exemplo, aplicou mais de cem milhões de euros no projeto SMART-Navigation; outros Estados, como Alemanha, Austrália e Rússia possuem *testbeds* em plena atividade; e as Autoridades Marítimas da Dinamarca, Noruega, Reino Unido e Suécia têm participado e coordenado os principais desenvolvimentos europeus do *e-Navigation* desde 2004, em uma sequência encadeada de projetos como o ACCSEAS, *EfficienSea*, *EfficienSea2*, MONALISA 1.0, MONALISA 2.0 e *STM Validation*, todos abordados neste estudo, os

---

<sup>192</sup> (PWC PORTUGAL, 2020, p. 14).

<sup>193</sup> (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS, 2021).

<sup>194</sup> (TILL, 2018, p. 307).

quais, juntos, funcionam como – programas estratégicos – de longo prazo.

No Brasil, embora a primeira Estratégia para Implementação do Conceito de *e-Navigation*, no âmbito da Marinha do Brasil, tenha sido recentemente aprovada, evidenciando avanços no tema, vislumbra-se que a efetiva implementação do *e-Navigation* no Brasil, objeto deste estudo, ao longo dos 5,7 milhões de km<sup>2</sup> da Amazônia Azul, nas centenas de instalações portuárias ao longo de 7.400 km de costa e 60.000 km de hidrovias, seja um grande desafio para a Autoridade Marítima e para o País, havendo necessidade de planejamento e articulação em âmbito nacional. Nesse contexto, a presente tese estabeleceu como questão central e objetivo principal, entender como implementar o *e-Navigation* no Brasil, propondo-se a formular diretrizes estratégicas que sejam relevantes para a futura estruturação de projetos, planos e programas.

Ainda quanto à relevância, pretende-se demonstrar que, uma vez implantado, o *e-Navigation* contribuirá para aperfeiçoar o cumprimento das responsabilidades da Autoridade Marítima e da Marinha do Brasil, inerentes à segurança do tráfego aquaviário e à condução de políticas nacionais que digam respeito ao mar; bem como dos deveres constitucionais de defesa da pátria, ao incrementar a vigilância e a segurança marítima, em sinergia com o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul.

Estabelecidos os parâmetros do trabalho, buscou-se inicialmente responder – o que é o *e-Navigation* –, por meio da análise do “*E-Navigation Strategy Implementation Plan – Update I*”, da IMO, base teórica do objeto de estudo, publicada em 2018. De maneira sintética, o conceito deve ser compreendido como uma forma de aperfeiçoar a navegação global, que vai além dos sistemas eletrônicos, alcançando publicações, treinamento e procedimentos padronizados. Trata-se da navegação em tempo real, por *streaming* de dados harmonizados, íntegros e confiáveis, disponibilizados por sistemas resilientes, tendo como objetivo principal melhorar a segurança da navegação. O *e-Navigation* trata de conectividade e não somente de comunicações, mas cujos sistemas são seu coração. O *e-Navigation* traz uma expansão no alcance berço-a-berço, na qualidade e na especificidade da prestação de serviços marítimos. Para tal, amplia o conceito de VTS, reduzindo seus problemas de coordenação por voz através de um elevado grau de automatismo, e incrementando a interconexão entre navio, porto, estações VTS, comércio e autoridades, gerando ganhos para a segurança marítima, em todas as suas quatro vertentes: soberania, pois contribuirá com informações de vigilância marítima; meio ambiente, pois colaborará com a redução de emissões de dióxido de carbono e no controle e rastreamento de acidentes ambientais; fonte de recursos, pois subsidiará operações de planejamento espacial marinho, ajudando na

proteção de recursos vivos e não-vivos; e, finalmente, com um meio de transporte seguro, eficiente e protegido.

Com o propósito de atingir o objetivo principal deste trabalho, foram estabelecidos objetivos estruturantes comuns a todos os capítulos do desenvolvimento, quais sejam: identificar tendências; analisar oportunidades e ameaças; e formular ações e diretrizes estratégicas, que em sua totalidade encontram-se organizadas no Apêndice D, e que serão a seguir apresentadas, de forma sintética e holística, a fim de responder à questão central do estudo, ou seja, como implementar o conceito do *e-Navigation*, conforme descrito, no Brasil.

Quanto à organização da MB, considerando que a IMO estabelecerá informações padronizadas à indústria para o desenvolvimento de produtos; e considerando a proeminência da IALA e dos Auxílios à Navegação em relação ao *e-Navigation*, vislumbra-se que a inclusão dessa área temática na Estratégia de C,T&I da MB, bem como a classificação do CAMR como ICT, possam trazer grandes benefícios à implementação do *e-Navigation* no Brasil. Tal diretriz estratégica visa ao desenvolvimento de soluções técnicas para os serviços marítimos sob coordenação da IALA, ao estabelecimento e padronização de VTS, à instalação de *testbeds* no País, e à pesquisa de sistemas terrestres de PNT, alternativos, e de *back-up*, ao GNSS, tais como o *R-Mode* e o eLoran, essenciais para fornecer a resiliência necessária a um ambiente marítimo seguro à navegação e às infraestruturas críticas da ZEE brasileira. A estruturação do CAMR, conforme sugerido, poderá gerar condições para que, por exemplo, a Autoridade Marítima adote uma postura mais proativa na implantação de estações VTS no Brasil, outra diretriz estratégica enunciada neste estudo, pois possibilitará a condução de pesquisas no sentido de padronizar sistemas, formatos, serviços marítimos e infraestruturas de comunicação, a serem adotadas pela rede VTS, a qual poderá se expandir de forma harmonizada, padronizada e alinhada ao conceito do *e-Navigation*, atendendo aos aspectos de gerenciamento do tráfego marítimo, aliado à segurança da navegação, eficiência do comércio marítimo, simplificação e automatismo de relatórios bordo-terra e vigilância marítima.

Quanto à infraestrutura de comunicações digitais no mar, a análise realizada sobre a estratégia da IMO, durante o capítulo dois, indica uma tendência para a utilização das tecnologias VDES e NAVDAT, modernizações do AIS e NAVTEX, respectivamente, ao que a MB deverá considerá-las em seus estudos para alcançar a conectividade necessária ao *e-Navigation*. A otimização de recursos apresenta-se como uma das vantagens dessa diretriz estratégica, uma vez que esses sistemas também contribuirão, simultaneamente, para a modernização do próprio sistema GMDSS, em favor da qualidade do serviço SAR brasileiro, e para o desenvolvimento do serviço de PNT VDES/*R-Mode*. Entretanto, ao analisarmos a

aplicação prática do conceito da IMO nos programas europeus e da República da Coreia, constatou-se neste último, que o projeto SMART-Navigation adotou uma solução própria de conectividade, denominada LTE-Marítimo, voltada a atender as embarcações não-SOLAS, por meio da prestação de serviços marítimos especificamente desenvolvidos para a visão sul-coreana do *e-Navigation*. Tal constatação trouxe ao entendimento o fato de que a estratégia da IMO é uma moldura – uma tela a ser pintada – que permite o estabelecimento de concepções adequadas à realidade de cada país, a partir da qual são buscadas soluções, inclusive na área de comunicações digitais marítimas, complementarmente ao caminho apontado pela IMO. Assim, fruto deste e de outros aspectos de governança e gestão, amplamente discutidos, chegou-se à conclusão de que a principal diretriz estratégica para a Autoridade Marítima brasileira seja a confecção de um – “conceito brasileiro sobre o *e-Navigation*” –, que forneça uma definição de alto nível quanto aos objetivos, capacidades, arquitetura operacional, infraestrutura de comunicações, e tipos de soluções técnicas com a devida correspondência ao portfólio de serviços marítimos da IMO. Esse conceito deverá corresponder a um *roadmap*, que preveja uma fase de pesquisas e desenvolvimentos, apoiada por *testbeds*, físicos ou virtuais, preferencialmente instalados no País e devidamente registrados na IALA, seguida de uma estratégia de comunicação para sua promoção, busca de financiamento e, por fim, estabelecimento de uma ferramenta de gestão de projetos, inserida em um sistema de governança total.

No sentido de colaborar com a futura confecção desse “conceito brasileiro sobre o *e-Navigation*”, algumas diretrizes estratégicas apresentadas neste trabalho poderão ser úteis. A primeira é que os avanços tecnológicos, até aqui alcançados por consórcios internacionais, não sejam desprezados, particularmente quanto à Plataforma de Conectividade Marítima (MCP), cuja complexidade, grau de investimento requerido, necessidade de harmonização mundial e perspectivas de negócio, dado seu alcance global, indicam que o Brasil avalie e pleiteie vincular-se ao consórcio internacional MCC, com o propósito de registrar os serviços de suas ICT e das empresas nacionais associadas, e apoiar a implementação de uma *testbed* nacional para o *e-Navigation*. A segunda, é que o SISTRAM deva ser incluído nesse conceito nacional, seja para compor uma janela única marítima (MSW), por meio de unificação ao Porto Sem Papel (PSP), seja para compor ou se configurar como o sistema operacional central do *e-Navigation* no Brasil, visando gerenciar o plano de viagem berço-a-berço, incrementar a prestação dos serviços SAR, e atuar como *link* entre o *e-Navigation* e o SisGAAZ. A terceira diretriz concerne ao processo de comunicação estratégica, em que deve-se buscar demonstrar à sociedade os benefícios tangíveis do *e-*



*Navigation*, dialogando com os demais elementos governamentais, visando à captação de recursos de investimento, conhecimento ou de capital, para a criação de infraestruturas de comunicação que permitam a implantação não só do *e-Navigation*, mas também o progresso de outras iniciativas como as cidades inteligentes, os portos eletrônicos e a viabilização de embarcações autônomas. Nesse processo, deve-se prospectar oportunidades para o desenvolvimento de serviços marítimos específicos, tal qual a República da Coreia o fez em relação às suas embarcações não-SOLAS, que atendam às necessidades da comunidade marítima, explorando as perspectivas de crescimento das infraestruturas, das atividades da economia oceânica e da consequente demanda por fiscalização do plano espacial marinho. Dentre os exemplos discutidos no trabalho estão o Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades do Petróleo (SIMMAP) e o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS), que, em sinergia com o SISTRAM, poderiam ser atendidos pelo *e-Navigation*. A quarta diretriz refere-se à essencialidade do conceito ampliado de VTS para a configuração da arquitetura operacional e para o atendimento aos serviços marítimos; não limitado àqueles formalmente alocados às estações VTS: SM 1, SM 2 e SM 3. Atualmente, há uma tendência, identificada no projeto SMART-Navigation e no programa *Sea Traffic Management* (STM), para soluções técnicas atendam um ou mais tipos de serviços marítimos. No SMART-Navigation, por exemplo, quatro dos seis serviços são prestados via VTS<sup>195</sup>, e possuem correlação com os serviços SAR e MAS, sob a responsabilidade dos MRCC, enquanto os outros dois<sup>196</sup>, responsabilidades típicas de um serviço hidrográfico, utilizam-se da infraestrutura de conectividade dos VTS para entregar seus serviços. Portanto, dentro dessa visão holística, centralizada e tangível, é que se apresenta a diretriz estratégica atinente ao delineamento do “conceito brasileiro sobre o *e-Navigation*”, em que, considerando a otimização de recursos, o mesmo deva ser elaborado conjuntamente pelas autoridades marítima e portuária, considerando as seguintes orientações: a) desenvolver soluções técnicas padronizadas para os VTS brasileiros, para os serviços hidrográficos e para a evolução do SISTRAM em apoio ao SALVAMAR BRASIL e ao SisGAAZ, devendo-se avaliar a inclusão de outras demandas que possam usufruir dos serviços marítimos ou da infraestrutura de comunicação digital marítima; e b) estabelecer um centro de operação principal nucleado na AM, e centros regionais nucleados nos VTS, compartilhando soluções técnicas, infraestrutura, bancos de dados, aplicativos e interfaces, visando o ganho de escala e a expansão ordenada da rede VTS brasileira.

---

<sup>195</sup> NAMAS, SBSMS, SORPS e PITAS (Nota nossa).

<sup>196</sup> REDSS e MESIS (Nota nossa).

Tendo-se chegado às conclusões – *de o que é o e-Navigation e como implementá-lo* –, buscou-se compreender seus propósitos e finalidades, ou seja, – *para que implementá-lo*. Após o estudo da correlação entre o *e-Navigation* e importantes políticas europeias para a integração e segurança marítimas, publicadas após os drásticos acidentes com os petroleiros Erika e Prestige, constatou-se que o *e-Navigation* possui potencial para contribuir com as políticas públicas voltadas ao mar, em três campos de influência: a segurança da navegação, a eficiência do comércio marítimo e a vigilância marítima. A partir, então, da análise do relacionamento entre o *e-Navigation* e o *e-Maritime*, uma das iniciativas nascidas naquele mesmo contexto, mas com foco na rentabilidade do comércio, concluiu-se que a governança do *e-Navigation* a ser adotada pela MB, enquanto Autoridade Marítima, deverá considerar um equilíbrio constante entre quatro elementos, denominados neste trabalho como fatores-chave de sucesso para a implementação do *e-Navigation*: eficiência do comércio marítimo, segurança da navegação, simplificação de processos e segurança marítima, de forma que os reflexos positivos possam atingir todos os *stakeholders*, públicos e privados, em terra e a bordo, motivando-os à sua consecução, adesão voluntária e financiamento.

Dentre os campos de influência acima mencionados, analisando-se, mais detidamente, as possibilidades de colaboração do *e-Navigation* em relação à vigilância marítima, constatou-se que o *e-Navigation* poderá contribuir para o monitoramento e proteção da Amazônia Azul de algumas formas. Inicialmente, o SisGAAZ usufruirá de informações completas, contínuas e em tempo real, sobre as embarcações, seu planejamento e execução da rota, o que poderá ser realizado via SISTRAM, de maneira automática, sem depender de sistemas colaborativos pontuais, como o AIS, e em substituição ao preenchimento manual, atualmente em vigor, em que as embarcações aderentes enviam mensagens específicas sobre o plano de viagem, posição e alteração de rota. Decorrente do recebimento dessas informações, desde que devidamente estruturada uma infraestrutura de gerenciamento de dados, o SisGAAZ poderá ser beneficiado pela coleta de grandes volumes de metadados, gerados por milhares de navios, VTS, autoridades e portos que estarão *online* 24 horas por dia. Devido à sua qualidade, confiabilidade e harmonização no padrão S-100, tais metadados poderão ser submetidos à análise – *big data analytics* –, por inteligência artificial, de forma mais eficiente, em diferentes escalas de tempo, com o propósito de detectar e identificar possíveis ameaças e atividades anormais do tráfego marítimo, bem como apoiar operações de fiscalização do planejamento espacial marinho, aprimorar as operações SAR e auxiliar na investigação de embarcações responsáveis por derramamento de óleo, contribuindo com o sistema de proteção do SisGAAZ. Operativamente, o *e-Navigation* poderá contribuir com a segurança marítima e

com o SisGAAz, por meio de sua sistemática de troca de relatórios e de serviços marítimos, navio-terra e berço a berço, a partir das estações VTS, que podem subsidiar a atuação das agências de segurança e da MB na imposição da lei, promovendo uma profícua troca de informações que auxiliem na condução de operações marítimas nos níveis estratégicos, operacional e tático, multidomínio, incluindo as vertentes da defesa, segurança e proteção.

A análise do processo de implementação do *e-Navigation* na Europa demonstrou o quão importante é a sinergia e continuidade entre projetos, administrados sob a forma de programas. Da mesma forma, constatou-se que a FAB instituiu um Programa, denominado SIRIUS, para aperfeiçoar a navegação aérea e modernizar o SISCEAB, um sistema dual empregado no controle e na defesa do espaço aéreo, com o propósito de implementar um novo conceito, instituído pela OACI, a exemplo do *e-Navigation*, instituído pela IMO. Assim, como diretriz estratégica final deste trabalho, considera-se que a implementação do conceito de *e-Navigation*, no Brasil, será muito beneficiada pela criação de um Programa Estratégico de Navegação, composto por projetos e subprojetos, que aprimorem a navegação marítima e contribuam para a implantação do SisGAAz, enquanto sistema igualmente dual, que monitorará e protegerá a Amazônia Azul. Esse Programa, após a publicação do “conceito brasileiro sobre o *e-Navigation*”, desenvolverá soluções técnicas, realizará a validação e instalará a infraestrutura necessária à modernização da navegação marítima do Brasil, financiado pela integralidade e obrigatoriedade da TUF, abrangendo áreas temáticas, a serem definidas, tais como auxílios à navegação, serviços marítimos, hidrografia e cartografia náutica, oceanografia operacional, meteorologia marinha, gerenciamento do tráfego marítimo, busca e salvamento, comunicações e operações, atuando como catalisador do SisGAAz e da segurança marítima na Amazônia Azul.

Por fim, recomenda-se que estudos posteriores aprofundem as possibilidades de modernização do SISTRAM aventadas neste trabalho, avaliando sua aderência ao conceito de janela única marítima, tomando como exemplo a estrutura da EMSA e a aplicação do *SafeSeaNet*; ou, ainda, como sistema operacional, central ou componente do *e-Navigation*, tomando como exemplo o programa STM, cuja documentação foi considerada vasta.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). **Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural [junho 2021 / número 130]**. Rio de Janeiro: ANP, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletim-mensal-da-producao-de-petroleo-e-gas-natural>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

AGNOSTIC. *In*: **CAMBRIDGE Dictionary Online**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/agnostic>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

ÁGUAS JURISDICIONAIS. *In*: BRASIL. Ministério da Defesa (MD). **MD35-G-01 – Glossário das forças armadas**. 5. ed. Brasília, DF: MD, 2015. Disponível em: <<https://www.defesa.gov.br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md35-G-01-glossario-das-forcas-armadas-5-ed-2015-com-alteracoes.pdf>>. Acesso em: 014 ago. 2021.

ALMEIDA, Marcos Lourenço de (coord.) **Relatório sobre o desenvolvimento de políticas nacionais relacionadas ao mar**. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar (FEMAR), 2019.

AN, Kwang. E-navigation services for non-SOLAS ships. **International Journal of e-Navigation and Maritime Economy**, [S. l.], v. 4, p. 13-22, June 2016. DOI 10.1016/j.enavi.2016.06.002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240553521630002X?via%3Dihub>>. Acesso em: 12 jul. 2021.

ANTIGUA & BARBUDA HIGH COMMISSION. **Maritime ‘single window’ system established in Antigua and Barbuda**. London: Antigua and Barbuda High Commission, 15 April, 2019. Disponível em: <<https://antigua-barbuda.com/maritime-single-window-system-established-in-antigua-and-barbuda>>. Acesso em: 21 maio 2021.

ASSOCIAÇÃO COMERCIAL DE SANTOS (ACS). **Comunidade portuária detalha planos do Port Community Systems na ACS**. Santos: ACS, 20 fev. 2020. Disponível em: <[http://acs.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=25260:2020-02-20-18-56-00&catid=2:noticias&Itemid=49](http://acs.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=25260:2020-02-20-18-56-00&catid=2:noticias&Itemid=49)>. Acesso em: 21 maio 2021.

BALDAUF, Michael; HONG, Sun-Bae. Improving and assessing the impact of e-Navigation applications. **International Journal of e-Navigation and Maritime Economy**, [S. l.], v. 4, p. 1-12, June 2016. DOI 10.1016/j.enavi.2016.06.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405535216300018?via%3Dihub>. Acesso em: 16 jul. 2021.

BARONCINI, A. A nova fronteira econômica está nos mares. *In*: BEIRÃO, André P.; MARQUES, Miguel; RUSCHEL, Rogerio R. (org.). **O valor do mar: uma visão integrada dos recursos do oceano do Brasil**. 2. ed. São Paulo: Essential Idea Editora, 2020. p. 16-18.

BAUK, S. I. **A review of NAVDAT and VDES as upgrades of maritime communication systems**. Durban: Durban University of Technology, 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/335160557\\_A\\_Review\\_of\\_NAVDAT\\_and\\_VDES\\_as\\_Upgrades\\_of\\_Maritime\\_Communication\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/335160557_A_Review_of_NAVDAT_and_VDES_as_Upgrades_of_Maritime_Communication_Systems)>. Acesso em: 28 jun. 2021.

BEIRÃO, André P.; MARQUES, Miguel; RUSCHEL, Rogerio R. (org.). **O valor do mar: uma visão integrada dos recursos do oceano do Brasil**. 2. ed. São Paulo: Essential Idea Editora, 2020.

BRASIL. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). **Resolução nº 10 de 30 de julho de 2020**. Aprova a criação do Comitê Executivo "PEM" e suas competências, designa os órgãos para comporem o Comitê Executivo "PEM", e delega competência ao Secretário da CIRM para nomear os representantes dos membros do Comitê Executivo "PEM". Brasília, DF: CIRM, 2020a. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-10-de-30-de-julho-de-2020-270710225>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

BRASIL. **Lei Complementar nº 97 de 9 de junho de 1999**. Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. Brasília, DF: Presidência da República, 1999a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp97.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp97.htm)>. Acesso em: 17 maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm)>. Acesso em: 05 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa (MD). **Política nacional de defesa e estratégia nacional de defesa**. Brasília, DF: MD, 2020c. Disponível em: <[https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy\\_of\\_estado-e-defesa/pnd\\_end\\_congresso.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. (MI). **Porto sem papel (PSP)**. Brasília, DF: MI, 27 mar. 2018a. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/conteudo-inteligencia-logistica/porto-sem-papel-ppp>>. Acesso em: 21 maio 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto-Lei nº 1.023, de 21 de outubro de 1969**. Dispõe sobre [sic] a tarifa de utilização de Faróis e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1969. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1965-1988/del1023.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del1023.html)>. Acesso em: 10 ago. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 8.229, de 22 de abril de 2014**. Altera o Decreto nº 660, de 25 de setembro de 1992, que institui o Sistema Integrado de Comércio Exterior - SISCOMEX, e dispõe sobre o Portal Único de Comércio Exterior. Brasília, DF: Presidência da República, 2014. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/decreto/D8229.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/D8229.htm)>. Acesso em: 08 jun. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018.** Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 [...], para estabelecer medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. Brasília, DF: Presidência da República, 2018b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/d9283.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9283.htm)>. Acesso em: 05 jun. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 9.573, de 22 de novembro de 2018.** Brasília, DF: Presidência da República, 2018c. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/D9573.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9573.htm)>. Acesso em: 16 ago. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 9.878, de 27 de junho de 2019.** Institui a Comissão Coordenadora para os Assuntos da Organização Marítima Internacional. Brasília, DF: Presidência da República, 2019. Disponível em: <<https://www.ccaimo.mar.mil.br/ccaimo/sec-imo-legislacao-cca-imo/decreto-de-criacao>>. Acesso em: 02 jul. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 10.607 de 22 de janeiro de 2021.** Institui o Grupo de Trabalho Interministerial para reformular a Política Marítima Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 2021a. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.607-de-22-de-janeiro-de-2021-300386191>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 70.092, de 2 de fevereiro de 1972.** Inclui nas atribuições dos Ministérios da Marinha e da Aeronáutica, as atividades de meteorologia marítima e aeronáutica, respectivamente, e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 1972. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-74557-12-setembro-1974-423027-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

BRASIL. Príncipe Regente. **Carta Régia de 28 de janeiro de 1808.** Abre os portos do Brazil ao commercio directo estrangeiro com excepção dos generos estancados. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 1999b. Disponível em: <[https://www2.camara.leg.br/legin/fed/carreg\\_sn/antioresa1824/cartaregia-35757-28-janeiro-1808-539177-publicacaooriginal-37144-pe.html](https://www2.camara.leg.br/legin/fed/carreg_sn/antioresa1824/cartaregia-35757-28-janeiro-1808-539177-publicacaooriginal-37144-pe.html)>. Acesso em: 22 maio 2021.

BRASIL. Sistema de Comércio Exterior. **Portal único do SISCOMEX.** Brasília, DF: SISCOMEX, [21--?]. Disponível em: <<https://portalunico.siscomex.gov.br/portal/>>. Acesso em: 21 maio 2021.

BRASIL. Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP/PR), Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Comando da Marinha (CM). **Instrução Normativa Interministerial SEAP/MMA/CM nº 2 de 04/09/2006.** Brasília, DF: SEAP/MMA/CM, 2006. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=76552>>. Acesso em: 16 ago. 2021.

BRASIL. Sistema de Comércio Exterior. **Porto sem papel**. Brasília, DF: SISCOMEX, 2021b. Disponível em: <<https://concentrador.portosempapel.gov.br/PSP-CDP/private/comum/pages/home.xhtml>><<https://portalunico.siscomex.gov.br/portal/>>. Acesso em: 21 maio 2021.

BREUER, Marcus E. G.; DINKEL, Thaya. **Integrated maritime policy of the European Union**. [S. l.]: European Parliament, May 2021. Fact Sheets on the European Union. Disponível em: <<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/en/sheet/121/integrated-maritime-policy-of-the-european-union>>. Acesso em: 1 ago. 2021.

CAMOSSI, Elena; JOUSSELME, Anne-Laure. North Atlantic Treaty Organization (NATO). Centre for Maritime Research and Experimentation (CMRE). **Proceedings of the maritime big data workshop**. La Spezia: CRME, 2019. Conference Proceedings CMRE-CP-2018-002. Disponível em: <<https://www.cmre.nato.int/research/publications/other-publications/1303-proceedings-of-the-maritime-big-data-workshop/file>>. Acesso em: 13 jun. 2021.

CONTROLE de tráfego marítimo de Vitória é integrado ao porto sem papel. [S.l.]: Portos e Navios, 6 maio 2018. Clipping. Disponível em: <<https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/control-de-trafego-maritimo-de-vitoria-e-integrado-ao-porto-sem-papel?PageSpeed=noscript>>. Acesso em: 21 maio 2021.

DATAACRON. DatAcron: Big data analytics for time critical mobility forecasting. **About the project**. Piraeus: datAcron, 2020. Disponível em: <<http://www.datacron-project.eu>>. Acesso em: 9 ago. 2021.

DATA WAREHOUSE. *In*: ORACLE. **Homepage**. [S.l.]: Oracle, 2021. Disponível em: <<https://www.oracle.com/br/database/what-is-a-data-warehouse/>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

DDS FOUNDATION. **What is DDS?** [S. l.]: DDS Foundation, 2021. Disponível em: <<https://www.dds-foundation.org/what-is-dds-3/>>. Acesso em: 08 jul. 2021.

DIGITAL@SEA. **Digital@Sea initiative**. Sejong: Digital Sea, 2021. Portal. Disponível em: <<http://digitalatsea.org>>. Acesso em: 08 jul. 2021.

DOCAS do Rio adquire câmeras de VTMIS para monitoramento do tráfego aquaviário. Rio de Janeiro: Portos e Navios, 15 mar. 2021. Disponível em: <<https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/docas-do-rio-acquire-cameras-de-vtmis-para-monitoramento-do-trafego-aquaviario>>. Acesso em: 21 maio 2021.

E-MARITIME REFERENCE PLATFORM (eMIR). **Página inicial**. Oldenburg: E-Maritime.de, 2021. Disponível em: <<https://www.emaritime.de>>. Acesso em: 4 ago. 2021.

EMERGENCY POSITION-INDICATING RADIOBEACON (EPIRB). *In*: WIKIPEDIA: the free encyclopedia. San Francisco: Wikimedia Foundation, 2021. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Emergency\\_position-indicating\\_radiobeacon](https://en.wikipedia.org/wiki/Emergency_position-indicating_radiobeacon)>. Acesso em: 12 jul. 2021.

E-NAVIGATION UNDERWAY 2020 ASIA-PACIFIC, Sep. 8-9, 2020, Sejong City. **Final report on the ENUW AP 2020**. Sejong City: Ministry of Oceans and Fisheries, 2020. Disponível em: <<https://www.e-navap.org/p4/c1/?no=30>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

ENHANCED. *In*: CAMBRIDGE Dictionary. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/enhanced>>. Acesso em: 4 jun. 2021.

EUROPEAN GEOSTATIONARY NAVIGATION OVERLAY SERVICE (EGNOS). *In*: WIKIPEDIA: the free encyclopedia. San Francisco: Wikimedia Foundation, [2019?]. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/European\\_Geostationary\\_Navigation\\_Overlay\\_Service](https://en.wikipedia.org/wiki/European_Geostationary_Navigation_Overlay_Service)>. Acesso em: 12 jul. 2021.

EUROPEAN MARITIME SAFETY AGENCY (EMSA). **Minutes of the meeting: 2nd Meeting of the Pilot Project for the Facilitation of Ship to Shore Reporting** Lisboa: EMSA, 2019. Disponível em: <<http://emsa.europa.eu/ssn-main/documents/workshop-presentations-a-reports.html>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

EUROPEAN MARITIME SAFETY AGENCY (EMSA). **Common Information Sharing Environment Trifold (CISE)**. Lisbon: EMSA, 2021a. Disponível em: <<http://www.emsa.europa.eu/cise.html>>. Acesso em: 8 ago. 2021.

EUROPEAN MARITIME SAFETY AGENCY (EMSA). **EMSA: European Maritime Safety Agency. Homepage**. Lisbon: EMSA, 2021b. Disponível em: <<http://www.emsa.europa.eu>>. Acesso em: 7 ago. 2021.

EUROPEAN MARITIME SAFETY AGENCY (EMSA). **European maritime single window (EMSW)**. Lisboa: EMSA, 2021c. Disponível em: <<http://www.emsa.europa.eu/emsw2.html>>. Acesso em: 21 maio 2021.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). Earth Observation Portal (eoPortal). **AISSat-1 & AISSAT-2 (automatic identification system satellite) nanosatellite constellation**. [S. l.]: eoPortal, 2021. Disponível em: <<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/a/aissat-1-2>>. Acesso em: 21 maio 2021.

EUROPEAN UNION (EU). European Commission (EC), 2021. **Homepage**. Brussels: EC, 2021. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/info/index>>. Acesso em: 31 jul. 2021.

EUROPEAN UNION (EU). European Commission (EC). **3rd maritime safety package general framework**. Brussels: EC, 11 Mar. 2009. MEMO/09/105. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO\\_09\\_105](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_09_105)>. Acesso em: 7 ago. 2021.

EUROPEAN UNION (EU). European Commission (EC). Directive 2002/59/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2002 establishing a community vessel traffic monitoring and information system and repealing Council Directive 93/75/EEC. **Official Journal of the European Communities**, Brussels, L 208/10-L 208/27, english, 2002. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0059&rid=1>>. Acesso em: 7 ago. 2021.



EUROPEAN UNION (EU). European Commission (EC). **Review of the Common Information Sharing Environment (CISE) for the maritime domain:** 2014 - 2019. Brussels: EC, 2019. Commission Staff Working Document SWD (2019) 322 final. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/oceans-and-fisheries/ocean/blue-economy/other-sectors/common-information-sharing-environment-cise\\_en](https://ec.europa.eu/oceans-and-fisheries/ocean/blue-economy/other-sectors/common-information-sharing-environment-cise_en)>. Acesso em: 8 ago. 2021.

EUROPEAN UNION (EU). European Commission (EC). **Roadmap to a Single European Transport Area:** towards a competitive and resource-efficient transport system. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 28 Mar. 2011. (European Commission's White Paper. COM (2011) 144 final). Disponível em: <[https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/themes/strategies/doc/2011\\_white\\_paper/white-paper-illustrated-brochure\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_en.pdf)>. Acesso em: 1º ago. 2021.

EUROPEAN UNION (EU). European Community Commission. **Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions:** an integrated maritime policy for the European Union. Brussels: [s.n.], 2007. COM(2007) 575 final, 1-16. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0575:FIN:EN:PDF>>. Acesso em: 8 ago. 2021.

FOGG, Ian. **Mobile download speeds in Seoul are 41% faster than Singapore or Sydney.** London: Opensignal, June 4, 2019. Disponível em: <<https://www.opensignal.com/2019/06/04/mobile-download-speeds-in-seoul-are-41-faster-than-singapore-or-sydney>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA (FAB). Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **Prestação de contas ordinária anual:** relatório de gestão do exercício de 2020. Brasília: FAB, 2021a. Disponível em: <[https://www.fab.mil.br/Download/arquivos/sic/relatorio\\_de\\_gestao\\_emaer\\_ano\\_base\\_2020\\_1.pdf](https://www.fab.mil.br/Download/arquivos/sic/relatorio_de_gestao_emaer_ano_base_2020_1.pdf)>. Acesso em: 9 ago. 2021.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA (FAB). Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). **Concepção Operacional ATM Nacional.** Rio de Janeiro: DECEA, 2021b. DCA 351-2. Disponível em: <[https://www.decea.mil.br/sirius/index.php/base-normativa/conops-concepcao-operacional-atm-nacional/?doing\\_wp\\_cron=1628543029.2011780738830566406250](https://www.decea.mil.br/sirius/index.php/base-normativa/conops-concepcao-operacional-atm-nacional/?doing_wp_cron=1628543029.2011780738830566406250)>. Acesso em: 9 ago. 2021.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA (FAB). Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). **História do Controle do Espaço Aéreo.** 2º Ed. Rio de Janeiro: DECEA, 2014. Disponível em: <[https://issuu.com/aeroespaco/docs/historia\\_controle\\_2edicao/71](https://issuu.com/aeroespaco/docs/historia_controle_2edicao/71)>. Acesso em: 7 ago. 2021.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA (FAB). Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). **Plano de Implementação ATM Nacional.** Rio de Janeiro: DECEA, 2012. PCA 351-3. Disponível em: <<https://www.decea.mil.br/sirius/index.php/base-normativa/pimp-plano-de-implementacao-atm-nacional/>>. Acesso em: 9 ago. 2021.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA (FAB). Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). **SIRIUS**: a aviação do futuro já começou Rio de Janeiro: DECEA, 2021c. Disponível em: <[https://www.decea.mil.br/sirius/index.php/o-sirius/o-que-e-2/?doing\\_wp\\_cron=1628550154.4525620937347412109375](https://www.decea.mil.br/sirius/index.php/o-sirius/o-que-e-2/?doing_wp_cron=1628550154.4525620937347412109375)>. Acesso em: 9 ago. 2021.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA (FAB). **Dimensão 22**. Brasília, DF: FAB, [21--?]. Disponível em: <<https://www.fab.mil.br/dimensao22/>>. Acesso em 21 maio 2021.

GALILEO INFORMATION CENTRE BRAZIL. **Propósito do GIC**. São José dos Campos: Galileo Information Centre Brazil, 2021. Disponível em: <<https://galileoic-brazil.com/who-we-are/?lang=pt-br>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

GREGORY, Kevin. **IALA workshop on ranging mode report**. Saint Germain en Laye: IALA, 2019.

HAGEN, John Erik. **IMO update**: e-Navigation strategy implementation plan (SIP) done! Alesund: Kystverket Norwegian Coastal Administration (NCA), May 2014. Palestra, 26 slides, color. Disponível em: <[https://portal.helcom.fi/meetings/AIS%20EWG%2025-2014-106/Documents/IMO%20update%20%E2%80%93%20e-navigation%20Strategy%20Implementation%20Plan%20\(SIP\)%20done.pdf](https://portal.helcom.fi/meetings/AIS%20EWG%2025-2014-106/Documents/IMO%20update%20%E2%80%93%20e-navigation%20Strategy%20Implementation%20Plan%20(SIP)%20done.pdf)>. Acesso em: 04 jun. 2021.

HAGEN, John Erik. **Implementing e-Navigation**. London: Artech House, 2017. Edição do Kindle.

HAHN, Axel. Harmonization of maritime services. *In*: E-NAVIGATION UNDERWAY 2020 ASIA-PACIFIC, Sejong, 8-9 Sep. 2020. **Palestra**. Sejong: ENUW, 2020. p. 49-58. Disponível em: <[https://www.e-navap.org/attach/\[ENUW%20AP%202020\]%20Programme%20Book.pdf](https://www.e-navap.org/attach/[ENUW%20AP%202020]%20Programme%20Book.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2021.

HAHN, Axel *et al.* **Maritime safety and highly automated systems**: an industrial technology roadmap. Oldenburg: Institut für Informatik OFFIS e. V., 2019. Disponível em: <<https://www.emaritime.de/wp-content/uploads/2019/02/MaritimeSafetyAutonomyRoadmap.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2021.

HAHN, Axel *et al.* Requirements for e-Navigation architectures. **International Journal of e-Navigation and Maritime Economy**, [S. l.], v. 5, p. 1-20, Dec. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405535216300171?via%3Dihub>>. Acesso em: 8 ago. 2021.

HEINÄNEN, Päivi M.; BERNDTSSON, Nicklas. **STM VALIDATION 4.1.3 – STM Governance**. [S.l.]: SEA TRAFFIC MANAGEMENT, 2019. Disponível em: <[https://stm-stmvalidation.s3.eu-west-1.amazonaws.com/uploads/20200225092915/STM\\_Validation\\_D4\\_1\\_3\\_STM\\_Governance.pdf](https://stm-stmvalidation.s3.eu-west-1.amazonaws.com/uploads/20200225092915/STM_Validation_D4_1_3_STM_Governance.pdf)>. Acesso em: 5 ago. 2021.

HOPPE, Michael; STRENGE Rainer. **Developments in radio navigation systems**. *In*: PIANC-WORLD CONGRESS CONNECTING MARITIME HUBS GLOBALLY, 34., 7-11 maio 2018, Panama City. Brussels: PIANC, 2018. Disponível em: <[https://coms.events/pianc-panama/data/abstracts/en/abstract\\_0216.html](https://coms.events/pianc-panama/data/abstracts/en/abstract_0216.html)>. Acesso em: 28 jun. 2021.

INDÚSTRIA 4.0. *In*: BRASIL. Confederação Nacional da Indústria (CNI). **Portal da Indústria**. [S.l.]: Portal da Indústria, 2021. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/#o-que-e>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

IMPROVED. *In*: CAMBRIDGE Dictionary. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/improved>>. Acesso em: 4 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

INTEGRATED. *In*: CAMBRIDGE Dictionary. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/integrated>>. Acesso em: 4 jun. 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **About IALA council**. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2021a. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/about-iala/council/>>. Acesso em: 21 maio 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **Current drivers and trends**. Ed. 2.0 Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2021b. C71-8.1.1. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/content/uploads/2020/08/Current-drivers-and-trends-ed1.2.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **ELoran**. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2009a. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/wiki/dictionary/index.php/ELoran>>. Acesso em: 21 maio 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **E-Navigation Testbeds**, 2021c. Portal da IALA com um resumo dos projetos e testbeds afetos ao e-Navigation. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/technical/e-nav-testbeds/>>. Acesso em: 08 jul. 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **Guideline 1107 Planning and Reporting of e-Navigation Testbeds**. Ed 2.0. St Germain en Laye: IALA, 2016. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/content/uploads/2017/03/1107-Ed2-on-Planning-Testbeds-and-Reporting-of-Testbed-Results-Ed-2-June-2016-1.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **IALA workshop report on the future of marine radiobeacon DGPS/DGNSS**. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2020. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/product/report-of-the-iala-workshop-on-the-future-of-marine-radiobeacon-dgps-dgnss/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **Loran C**. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2009b. Disponível em: <[https://www.iala-aism.org/wiki/dictionary/index.php/Loran\\_C](https://www.iala-aism.org/wiki/dictionary/index.php/Loran_C)>. Acesso em: 21 maio 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **Position on the development of marine aids to navigation services 2019**. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2019. C70-8.2.1.2 (PAP38-6.1.2.3). Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/content/uploads/2020/03/IALA-Position-Document-on-the-Development-of-Marine-AtoN-Services-2019.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **Positioning, navigation and timing (PNT)**. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2021d. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/technical/positioning-navigation-and-timing/>>. Acesso em: 21 maio 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **The 14<sup>th</sup> International VTS Symposium Report**. Rotterdam: IALA, 2021e. Disponível em: <<https://iala-rotterdam2021.nl/wp-content/uploads/2021/06/Book-of-Abstracts-IALA.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **The Specification of e-Navigation Technical Services**. Ed 1.1. St Germain en Laye: IALA, 2018. G1128. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/product/g1128-specification-e-navigation-technical-services/>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **The technical approach to establishing a maritime eLoran service**. Ed. 1.0. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2017. G1125. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/product/g1125-technical-approach-establishing-maritime-eloran-service/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **Unique Identifiers for Maritime Resources**. Ed 3.0. St Germain en Laye: IALA, 2021f. G1143. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/product/g1143-unique-identifiers-for-maritime-resources-2/>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **VTS manual**. Ed. 7.0. Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2021g. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/product/iala-vts-manual-2021/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **What is VDES?** Saint-Germain-en-Laye: IALA, 2021h. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/technical/connectivity/vdes-vhf-data-exchange-system/>>. Acesso em: 21 maio 2021.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). **Global Air Navigation Plan: 2016–2030**. 5<sup>th</sup> ed. Montreal, 2016. Doc 9750-AN/963. Disponível em: <[https://www.icao.int/publications/Documents/9750\\_5ed\\_en.pdf](https://www.icao.int/publications/Documents/9750_5ed_en.pdf)>. Acesso em: 9 ago. 2021.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION (IHO). **IHO Geospatial Information Registry**. Busan: Korea Hydrographic & Oceanographic Agency (KHOA), 2020. Disponível em: <<http://registry.iho.int>>. Acesso em: 12 jun. 2021.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION (IHO). **Much More Than Just Nautical Charts: S-100 universal hydrographic data model.** Busan: Korea Hydrographic & Oceanographic Agency (KHOA), 2017c. IHO\_S-100brochure\_final\_11-5-17.pdf. Disponível em: <[https://iho.int/uploads/user/Services%20and%20Standards/S-100WG/MISC/IHO\\_S-100brochure\\_final\\_11-5-17.pdf?t=1597321279](https://iho.int/uploads/user/Services%20and%20Standards/S-100WG/MISC/IHO_S-100brochure_final_11-5-17.pdf?t=1597321279)>. Acesso em: 12 jun. 2021.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION (IHO). Nautical Information Provision Working Group (NIPWG). **NIPUB Service Development in the SMART Navigation Project.** [S.l., 2017a]. NIPWG5-05.3Rev2. Disponível em: <[https://iho.int/mtg\\_docs/com\\_wg/NIPWG/NIPWG5/NIPWG%205-05.3Rev2%20-%20NIPUB%20service%20development%20in%20SMART%20Navigation%20Project%28ENIPWG%29Rev2.pdf](https://iho.int/mtg_docs/com_wg/NIPWG/NIPWG5/NIPWG%205-05.3Rev2%20-%20NIPUB%20service%20development%20in%20SMART%20Navigation%20Project%28ENIPWG%29Rev2.pdf)>. Acesso em: 24 jul. 2021.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION (IHO). **S-100 universal hydrographic data model.** Página inicial. Mônaco: IHO, 2017b. Disponível em: <<https://iho.int/en/s-100-universal-hydrographic-data-model>>. Acesso em: 12 jun. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Amendments to Resolution A.705(17) – promulgation of maritime safety information.** London: IMO, 2013. MSC.1/Circ.1287/Rev.1 24 June 2013. Disponível em: <I:\CIRC\MSC\01\1287-Rev-1.doc>. Acesso em: 12 jun. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Convenção internacional para salvaguarda da vida humana no mar (SOLAS).** London: IMO, 1974. Texto consolidado do anexo à Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar, 1974, e do Protocolo relativo a 1988. Disponível em: <[https://www.ccaimo.mar.mil.br/ccaimo/sites/default/files/solas\\_indice-2014\\_2\\_0.pdf](https://www.ccaimo.mar.mil.br/ccaimo/sites/default/files/solas_indice-2014_2_0.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **E-Navigation strategy implementation plan – update1, anexo, documento MSC 1/Circ. 1595.** London: IMO, 2018. Disponível em: <<https://iho.int/en/imo-e-navigation-documents>>. Acesso em: 29 maio 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Facilitation Committee (FAL).** London: IMO, 2019a. Disponível em: <<https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/FAL>>. Acesso em: 7 jun. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **FAL forms and certificates.** London: IMO, 2019b. Disponível em: <<https://www.imo.org/en/OurWork/Facilitation/Pages/FormsCertificates-default.aspx>>.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Guidance on the definition and harmonization of the format and structure of maritime services in the context of e-Navigation.** London: IMO, 2019c. Maritime Safety Committee. Resolution MSC.467(101), MSC 101/24/Add.1, Annex 19, p. 1-10. Disponível em: <[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MS-467\(101\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MS-467(101).pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). Maritime Safety Committee. **Guideline on Software Quality Assurance and Human-Centred Design for E-Navigation**. London: IMO, 13 Jul. 2015. MSC.1/Circ.1512. Disponível em: <[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/enavigation/MSC.1-Circ.1512%20-%20Guideline%20On%20Software%20Quality%20Assurance%20And%20Human-Centred%20Design%20For%20E-Navigation%20\(Secretariat\)%20\(1\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/enavigation/MSC.1-Circ.1512%20-%20Guideline%20On%20Software%20Quality%20Assurance%20And%20Human-Centred%20Design%20For%20E-Navigation%20(Secretariat)%20(1).pdf)>. Acesso em: 09 jul. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). Sub-Committee on Safety of Navigation. **Report to the Maritime Safety Committee**. London: IMO, 2011. NAV 57/15 24 June 2011. Disponível em: <<https://www.mpa.gov.sg/web/wcm/connect/www/39ac953e-a67c-41e9-b06f-a7d0d3e75ff7/nav57-15.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 08 ago. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Guidelines for setting up a maritime single window**. London: IMO, 2019d. FAL.5/Circ.42, 16 May 2019. Disponível em: <I:\CIRC\FAL\05\FAL.5-Circ.42.docx>. Acesso em: 08 jun. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Resolution A.578(14), de 20 de novembro de 1985**. Guidelines for vessel traffic services. London: IMO, 20 Jan. 1986. Disponível em: <[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/A.578\(14\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/A.578(14).pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Resolution A.857(20), de 27 de novembro de 1997**. Guidelines for vessel traffic services. London: IMO, 3 Dec. 1997. Disponível em: <[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.857\(20\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.857(20).pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Guidelines on harmonization of testbed reporting**. London: IMO, 2014. MSC.1/Circ.1494. Disponível em: <<https://iho.int/uploads/default/m/s/msc-circ1494-guidelines-on-harmonization-of-testbed-reporting.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **IAMSAR manual**. London: IMO, 2019e. Disponível em: <<https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/IAMSARManual.aspx>>. Acesso em: 21 maio 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Initial descriptions of maritime services in the context of e-Navigation**. London: IMO, 2019f. Maritime Safety Committee. MSC.1/Circ.1610 14 June 2019. Disponível em: <[http://shippingregs.org/Portals/2/SecuredDoc/Circulars/MSC.1-CIRC.1610%20-%20Initial%20Descriptions%20Of%20Maritime%20ServicesIn%20The%20Context%20Of%20E-Navigation%20\(Secretariat\).pdf?ver=2019-09-05-103851-587](http://shippingregs.org/Portals/2/SecuredDoc/Circulars/MSC.1-CIRC.1610%20-%20Initial%20Descriptions%20Of%20Maritime%20ServicesIn%20The%20Context%20Of%20E-Navigation%20(Secretariat).pdf?ver=2019-09-05-103851-587)>. Acesso em: 29 jun. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Resolution A.950(23) maritime assistance services (MAS)**. London: IMO, 2004. Disponível em: <[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/Documents%20relevant%20to%20SAR/A%2023-Res.950%20-%20Maritime%20Assistance%20Services%20\(Mas\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/Documents%20relevant%20to%20SAR/A%2023-Res.950%20-%20Maritime%20Assistance%20Services%20(Mas).pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Strategic plan**. London: IMO, 2021. Disponível em: <<https://www.imo.org/en/About/Strategy/Pages/Default.aspx>>. Acesso em: 09 jul. 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **Strategy for the development and implementation of e-Navigation**. London: IMO, 2009. Anexo 20, Documento MSC 85/26/Add.1. Disponível em: <<https://dokumen.tips/reader/f/msc-8526-add1>>. Acesso em: 30 maio 2021.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). Sub-Committee on Safety of Navigation. **Development of an e-Navigation strategy implementation plan**. London: IMO, 28 Jul. 2010. NAV 56/WP.5/Rev.1. Report of the Working Group. Disponível em: <[https://legacy.iho.int/mtg\\_docs/com\\_wg/CPRNW/S100\\_NWG/2014/NAV%2056\\_WP5\\_rev1.pdf](https://legacy.iho.int/mtg_docs/com_wg/CPRNW/S100_NWG/2014/NAV%2056_WP5_rev1.pdf)>. Acesso em: 09 jul. 2021.

JEPPESEN. **About us**. [S. l.]: Jeppesen, 2021. Disponível em: <<https://ww2.jeppesen.com/about-us/>>. Acesso em: 21 maio 2021.

JO, Sung-Woong; SHIM, W. Seong. **LTE-Maritime: High-Speed Maritime Wireless Communication Based on LTE Technology**. [S.l.]: IEEE Access, 2019. Vol. 7, pp. 53172-53181. DOI 10.1109/ACCESS.2019.2912392. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8694989>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

JONES, Dan; BEAVER, Kevin. **LTE (Long-Term Evolution)**. [S. l.]: Techtarget, [2020?]. Disponível em: <<https://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/Long-Term-Evolution-LTE>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

JUHL, Jeppe S. *et al.* **Deliverable 5.3 - Development of a new common port database concept and structure**. Version 1.0. [S.l.]: IALA-AISM, 2016. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/content/uploads/2017/03/EfficienSea2-Development-of-a-new-common-port-database-concept-and-structure.pdf>>. Acesso em: 6 ago. 2021.

KOREAN RESEARCH INSTITUTE OF SHIPS & OCEAN ENGINEERING (KRISO). **SMART-Navigation Project**. 2021. [S.l.]: Smartnav, 2021. Portal do Escritório de Projetos do SMART-Navigation, com dados e informações sobre as atividades do projeto. Disponível em: <[https://www.smartnav.org/eng/html/Index\\_New/](https://www.smartnav.org/eng/html/Index_New/)>. Acesso em: 08 jul. 2021.

LEE, H. Jin. **SMART-Navigation project**. In: E-NAVIGATION UNDERWAY 2020 ASIA-PACIFIC, Sejong, 8-9 Sep. 2020. **Palestra**. Sejong: ENUW, 2020. p. 20-29. Disponível em: <[https://www.e-navap.org/attach/\[ENUW%20AP%202020\]%20Programme%20Book.pdf](https://www.e-navap.org/attach/[ENUW%20AP%202020]%20Programme%20Book.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2021.

LIND, Mikael. **Service and Communication Infrastructure for Sea Traffic Management**. [S.l.: s.n., 201?]. Disponível em: <<https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/stm-stmvalidation/uploads/20160420153526/Compit-2015-Service-and-Comm-Infra-Lind.pdf>>. Acesso em: 6 ago. 2021.

MALYANKAR, Raphael; HAUGE, Jarle; NORWEGIAN COASTAL ADMINISTRATION. **The IHO S-100 standard and e-Navigation information: concept exploration with ship reporting data and product specification**. London: IHO, [2011?]. e-NAV10/INF/7. Disponível em: <[https://legacy.iho.int/mtg\\_docs/com\\_wg/HSSC/HSSC3/e-NAV10-INF7\\_The\\_IHO\\_S-100\\_Standard\\_and\\_e-Navigation\\_Information.pdf](https://legacy.iho.int/mtg_docs/com_wg/HSSC/HSSC3/e-NAV10-INF7_The_IHO_S-100_Standard_and_e-Navigation_Information.pdf)>. Acesso em: 13 jun. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). **Avisos aos navegantes**. Niterói: CHM, 2021a. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav-aviso-aos-navegantes-tela/notices-mariners>>. Acesso em: 21 maio 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). **Avisos-rádios náuticos e SAR**. Niterói: CHM, 2020a. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav-aviso-radio-nautico-tela/radio-navigational-warnings-and-sar-warnings>>. Acesso em: 21 maio 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Comando da Marinha (CM). **Portaria nº 235/MB de 30 de julho de 2020**. Cria o Comitê Executivo "PEM", subordinado à Subcomissão para o Plano Setorial para os Recursos do Mar e designa sua composição. Brasília, DF: MB, 2020b. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-235/mb-de-30-de-julho-de-2020-269967372>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). **Combate ao óleo no país**. Brasília, DF: MB, 2020c. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/combate-ao-oleo>. Acesso em: 08 jul. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). **Estratégia para implementação do e-Navigation no âmbito da Diretoria de Hidrografia e Navegação**. Niterói: DHN, 2020d.

MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). **Lista de auxílios-rádios 2020-2024**. 14. ed. Niterói: DHN, 2019a. DHN8-14. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/u1974/lar-completa.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). **Missão**. Rio de Janeiro: DHN, 2021b. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dhn/?q=pt-br/node/80>>. Acesso em: 09 jul. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). **Plano de implementação no âmbito da Diretoria de Hidrografia e Navegação do conceito de e-Navigation**. Niterói: DHN, 2020e.



MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). **Portaria DHN/DGN/MB nº 4, de 22 de fevereiro de 2021**. Aprova as Normas da Autoridade Marítima para Serviço e Tráfego de Embarcações (VTS) - NORMAM-26/DHN. 4. rev. Niterói: MB, 2021c. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-dhn/dgn/mb-n-4-de-22-de-fevereiro-de-2021-307566225>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). **Visão**. Niterói: DHN, 2021d. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dhn/?q=pt-br/node/80>>. Acesso em: 09 jul. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria de Portos e Costas (DPC). **Atribuições da DPC**. Rio de Janeiro: DPC, 1999. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dpc/node/3519>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria de Portos e Costas (DPC). **Inquéritos Administrativos sobre Acidentes e Fatos da Navegação (IAFNs) - Quadros Estatísticos de IAFNs - Ano de 2020**. Rio de Janeiro: MB, 2021e. Dados até 31 de março de 2021. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dpc/acidentes-de-navegacao2>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria de Portos e Costas (DPC). **Portaria DPC/DGN/MB nº 17, de 22 de maio de 2021**. Aprova as Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação em Mar Aberto - NORMAM- 01/DPC. Rio de Janeiro: MB, 2021f. Disponível em: <[https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/NORMAM-01\\_DPC.Mo d44.pdf](https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/NORMAM-01_DPC.Mo d44.pdf)>. Acesso em: 07 jul. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria de Portos e Costas (DPC). **Portaria nº 54/DPC, de 13 de fevereiro de 2020**. Altera as Normas da Autoridade Marítima para Tráfego e Permanência de Embarcações em Águas Jurisdicionais Brasileiras - NORMAM-08/DPC. 1. rev. Rio de Janeiro: DPC, 2020f. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dpc/normas>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria de Portos e Costas (DPC). **Portaria nº 430/DPC, de 10 de dezembro de 2019**. Aprova as Normas da Autoridade Marítima para Implantação e Operação de Sistemas para determinação de Folga Dinâmica Abaixo da Quilha - NORMAM-33/DPC. Rio de Janeiro: MB, 2019b. Disponível em: <[https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/Port-430-2019-DPC-NORMAM-33\\_Internet.pdf](https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/Port-430-2019-DPC-NORMAM-33_Internet.pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNT). **Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT) da Marinha**. Rio de Janeiro: DGDNT, 2005. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dgdntm/node/75>>. Acesso em: 09 jul. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Estado-Maior da Armada (EMA). **Estratégia de ciência, tecnologia e inovação da MB (EMA-415)**. Brasília, DF: MB, 2017. Disponível em: <[https://www.marinha.mil.br/dgdntm/sites/www.marinha.mil.br.dgdntm/files/arquivos/Estrategia%20de%20CT%26I\\_PT.pdf](https://www.marinha.mil.br/dgdntm/sites/www.marinha.mil.br.dgdntm/files/arquivos/Estrategia%20de%20CT%26I_PT.pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2021.

MARINHA DO BRASIL (MB). Estado-Maior da Armada (EMA). **Planejamento estratégico da Marinha (PEM 2040)**. Brasília, DF: MB, 2020h. Disponível em: <[https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/pub\\_pem\\_2040/book.html](https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/pub_pem_2040/book.html)>. Acesso em: 11 mar. 2021.

THE MARITIME CONNECTIVITY PLATFORM (MCP). **Conceptual overview**. Version 0.9 [S. l.]: Maritime Connectivity, 2021. Disponível em: <<https://maritimeconnectivity.net/docs/TheMCPconcept.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2021.

MARITIME CONNECTIVITY PLATFORM. **Maritime connectivity platform**. [S. l.]: Maritime Connectivity, June 2021. Webpage. Disponível em: <<https://maritimeconnectivity.net/>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

MARITIME RESOURCE NAME. **Portal da INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA)**, 2021. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/technical/data-modelling/mrn/>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

MARITIME STREET. **Maritime single window**. [S. l.]: Maritime Street, 2021. Disponível em: <<https://maritimastreet.fr/maritime-single-window/>>. Acesso em: 21 maio 2021.

MARSUNO [Maritime Surveillance North]. **Final report 2011**. [S. l.]: statewatch.org, 2011. Disponível em: <<https://www.statewatch.org/media/documents/news/2014/jul/eu-2011-marsuno-final-report.pdf>>. Acesso em 8 ago. 2021.

MORRALL, A. *et al.* **e-Maritime for Automating Legacy Shipping Practices**. [S.l.]: Elsevier B. V., 2016. Transportation Research Procedia, volume 14, p. 143-152. DOI 10.1016/j.trpro.2016.05.050. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146516300503>>. Acesso em: 2 ago. 2021.

MUNDOMARITIMO. **Chile**: plataforma digital Vumar gestionará información de recepción y despacho de naves a fines de 2021. [S. l.]: MundoMaritimo, 8 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.mundomaritimo.cl/noticias/chile-plataforma-digital-vumar-gestionara-informacion-de-recepcion-y-despacho-de-naves-a-fines-de-2021>>. Acesso em: 21 maio 2021.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION (NATO). **Centre for Maritime Research and Experimentation (CMRE)**. Brussels: NATO, 2021. Disponível em: <<https://www.cmre.nato.int>>. Acesso em: 9 ago. 2021.

THE NORTH SEA REGION SECRETARIAT. **North Sea Region Programme**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<http://archive.northsearegion.eu/ivb/home/>> Acesso em: 4 ago. 2021.

THE NORTH SEA REGION SECRETARIAT. North Sea Region Programme. **Página inicial**. [S. l.]: North Sea Region, 2021. Disponível em: <<http://archive.northsearegion.eu/ivb/home/>>. Acesso em: 4 ago. 2021.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. **OMG**: Standards Development Organization, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.omg.org/index.htm>>. Acesso em: 24 jul. 2021.

OFFIS INSTITUTE FOR INFORMATION TECHNOLOGY (OFFIS). **Homepage**. [S. l.]: OFFIS, 2021. Disponível em: <<https://www.offis.de/en/offis/about-us/organization.html>>. Acesso em: 21 maio 2021.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **The ocean economy in 2030**. Paris: OECD Publishing, 2016. DOI 10.1787/9789264251724. Disponível em: <[https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-ocean-economy-in-2030\\_9789264251724-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-ocean-economy-in-2030_9789264251724-en)>. Acesso em: 29 jun. 2021.

PAAP, Pieter L. **ACCSEAS Legacy Plan**. [S.l.]: ACCSEAS, 2015. Disponível em: <[https://www.iala-aism.org/content/uploads/2016/08/accseas\\_legacy\\_report\\_v1.pdf](https://www.iala-aism.org/content/uploads/2016/08/accseas_legacy_report_v1.pdf)>. Acesso em: 4 ago. 2021.

PARK, Jin H. *et al.* **Conceptual description on the maritime messaging service (MMS)**. St Germain en Laye: IALA, 2017. Input paper: 1 ENAV22-3.1.5. Disponível em: <[https://www.smartnav.org/eng/board/bbs\\_download.php?code=technical\\_data\\_en\\_02&idx=2226&download=1](https://www.smartnav.org/eng/board/bbs_download.php?code=technical_data_en_02&idx=2226&download=1)>. Acesso em: 15 jul. 2021.

PARK, Jin H. **Maritime messaging service (MMS): the value transporter of the maritime connectivity platform**. *In*: THE E-NAVIGATION UNDERWAY INTERNATIONAL CONFERENCE, 9., 6-8 fev. 2019, Copenhagen. **Apresentação**. [S. l.]: digitalatsea.org, 2019. 37 slides, color. Disponível em: <<http://digitalatsea.org/p4/c2/?t=1&no=7>>. Acesso em: 24 jul. 2021.

PETERSEN, Bjørn B. **EfficienSea2: from testbeds to real-life implementation**. [S. l.]: IALA-AISM, 2015. Disponível em: <<https://www.iala-aism.org/content/uploads/2017/03/EfficienSea2-Project-Presentation.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2021.

PETER, Bergljung. **STM and VDES are interlinked: regulations and standards**. *In*: E-NAVIGATION UNDERWAY 2019, 9., Sejong, 6-8 Feb. 2019. **Palestra**. Sejong: digitalatsea.org, 2019. 24 slides, color. Disponível em: <<http://digitalatsea.org/p4/c2/?t=1&no=7>>. Acesso em: 4 ago. 2021.

PORTO de Itajaí terá plataforma que integra sistemas para facilitar o transporte marítimo. Rio de Janeiro: Portos e Navios, 14 dez. 2020. Disponível em: <<https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/porto-de-itajai-tera-plataforma-que-integra-sistemas-para-facilitar-o-transporte-maritimo>>. Acesso em: 21 maio 2021.

PORTO DO AÇU. **Porto do Açú é o 1º porto do Brasil a ter VTS homologado**. [S. l.]: Porto do Açú, 27 jan. 2016. Disponível em: <<https://portodoacu.com.br/porto-do-acu-e-o-1o-porto-do-brasil-a-ter-vts-homologado/>>. Acesso em: 21 maio 2021.

PwC PORTUGAL. **Circum-navegação: Uma visão integrada da economia do mar**. *In*: Circum-navegação: LEME – Barómetro PwC da Economia do Mar (Mundo). 4ª ed. Lisboa: PwC, 2020. Disponível em: <<https://www.pwc.pt/pt/publicacoes/leme/cplp/pwc-leme-cplp-mundo-2020.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

REDING, D.F.; EATON, J. **Science & Technology Trends 2020-2040: Exploring the S&T Edge**. Brussels: NATO Science & Technology Organization, 2020. Disponível em: <[https://www.nato.int/nato\\_static\\_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST\\_Tech\\_Trends\\_Report\\_2020-2040.pdf](https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2021.

REPÚBLICA DA COREIA. **Ministry of Oceans and Fisheries (MOF)**, 2021. Portal do Ministério dos Oceanos e Pesca (tradução nossa). Disponível em: <<https://www.mof.go.kr/en/index.do>>. Acesso em: 12 jul. 2021.

RESEARCH INSTITUTES OF SWEDEN (RISE). **We are Sweden's research institute**. Göteborg: RISE, 2021. Disponível em: <<https://www.ri.se/en>>. Acesso em: 12 jul. 2021.

SALVAMAR BRASIL. **Serviço de Busca e Salvamento**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/salvamarbrasil/>>. Acesso em: 15 ago. 2021.

SCHMIDT, Günter. **Use of simulators in e-Navigation training and demonstration report**. [S. l.]: North Sea Region, 2015. ACCSEAS Project. Disponível em: <[http://archive.northsearegion.eu/files/repository/20150519163433\\_UseofSimulatorsine-NavigationTrainingandDemonstrationsReportv1.PDF](http://archive.northsearegion.eu/files/repository/20150519163433_UseofSimulatorsine-NavigationTrainingandDemonstrationsReportv1.PDF)>. Acesso em: 8 ago. 2021.

SEA TRAFFIC MANAGEMENT. **Sea Traffic Management Validation Project Final Report**. [S.l.]: SEA TRAFFIC MANAGEMENT, [2018]. Disponível em: <<https://stm-stmvalidation.s3.eu-west-1.amazonaws.com/uploads/20190709125520/STM-Validation-Final-report.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2021.

SEA TRAFFIC MANAGEMENT. **STM: Sea Traffic Management**, 2021. Página inicial. Disponível em: <<https://www.seatrafficmanagement.info>>. Acesso em: 4 ago. 2021.

SEARCH AND RESCUE TRANSPONDER (SART). *In*: WIKIPEDIA: the free encyclopedia. San Francisco: Wikimed ia Foundation, 2021. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/AIS-SART>>. Acesso em: 12 jul. 2021.

SHAW, George; WILLIAMS, Paul; FAIRBANKS, Mike. **MarRINav final report**. V1.0. Blackthorn: NLA International, 2020. (MarRINav - Maritime Resilience and Integrity in Navigation 4000126063/18/NL/MP NAVISP-EL3-001). Disponível em: <<https://marrinav.com/wp-content/uploads/2020/04/20-03-25-Final-Report-MarRINav-v1.0.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2021.

SHIM, Woo-Seong. Digital maritime communication: LTE-Maritime, the beginning of DMC infrastructure for e-Navigation era. *In*: E-NAVIGATION UNDERWAY 2020 ASIA-PACIFIC, Sejong, 8-9 Sep. 2020. **Palestra**. Sejong: ENUW, 2020. p. 59-69. Disponível em: <[https://www.e-navap.org/attach/\[ENUW%20AP%202020\]%20Programme%20Book.pdf](https://www.e-navap.org/attach/[ENUW%20AP%202020]%20Programme%20Book.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2021.

SILVA, Stanley. Porto sem papel: modelo brasileiro. *In*: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO DOS PORTOS DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 9., 11-12 abr. 2016, Itajaí. **Palestra**. Brasília, DF: Brasil. Secretaria de Portos da Presidência da República, 2016. 33 slides, color. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/aplop/porto-sem-papel-modelo-brasileiro/1>>. Acesso em: 3 jul. 2021.

SONG, Taebong. **The e-Navigation Strategy of Korean government**. Palestra. [S.l.]. 23 abr. 2015. Disponível em: <[https://www.mpa.gov.sg/web/wcm/connect/www/482b41f8-655b-4994-b56a-8d7038ea92d0/song\\_korean\\_smart\\_nav.pdf?MOD=AJPERES](https://www.mpa.gov.sg/web/wcm/connect/www/482b41f8-655b-4994-b56a-8d7038ea92d0/song_korean_smart_nav.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 11 jul. 2021.

TEST BED. *In*: MERRIAM-WEBSTER'S Unabridged Dictionary. Springfield, MA: Merriam-Webster, 2021. Disponível em: <<https://www.merriam-webster.com/dictionary/test%20bed>>. Acesso em: 26 maio 2021.

TILL, Geoffrey. **Seapower: a guide for the twenty-first century**. 4th. ed. New York: Routledge, 2018. Edição do Kindle.

TRINITY HOUSE. **Tri-GLA decision to discontinue DGPS service in 2022**. London: Trinity House, 28 Aug. 2020. Disponível em: <<https://www.trinityhouse.co.uk/news/tri-gla-decision-to-discontinue-dgps-service-in-2022>>. Acesso em: 21 maio 2021.

UNITED STATES DEPARTMENT OF HOMELAND SECURITY (DHS). Cybersecurity and Infrastructure Security Agency (CISA). **Understanding vulnerabilities of Positioning, Navigation, and Timing**. [S.l.]: CISA, [2020?]. Disponível em: <[https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/fact\\_sheet\\_pnt\\_vulnerabilities\\_508.pdf](https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/fact_sheet_pnt_vulnerabilities_508.pdf)>. Acesso em; 11 ago. 2021.

UNITED STATES. Secretary of the Navy. **Advantage at sea**. Washington, DC: USN, 2020. Disponível em: <<https://media.defense.gov/2020/Dec/16/2002553074/-1/-1/0/TRISERVICESTRATEGY.PDF>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

VTMIS do porto de Vitória registra mais de 34 mil ações de controle no 1º trimestre. Rio de Janeiro: Portos e Navios, 20 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/vtmis-do-porto-de-vitoria-registra-mais-de-34-mil-aco-es-de-controle-no-1-trimestre>>. Acesso em: 21 maio 2021.

WHAT IS DDS? **DDS Foundation**. [S. l.]: DDS Foundation, 2021. Disponível em: <<https://www.dds-foundation.org/what-is-dds-3/>>. Acesso em: 24 jul. 2021.

WHAT IS SBAS? **European Union Agency for the Space Programme**: homepage. [S. l.]: EUSPA, 2021. Disponível em: <<https://www.euspa.europa.eu/european-space/eu-space-programme/what-sbas>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

## APÊNDICE A – ANÁLISE DETALHADA DAS SOLUÇÕES S1 a S5 DO PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DA ESTRATÉGIA DO E-NAVIGATION (SIP-UPDATE1)

### 1 Propósito

Neste apêndice serão examinados os pressupostos teóricos e os aspectos técnicos de cada uma das soluções S1 a S5 do Plano de Implementação da Estratégia do *e-Navigation* (SIP-update1)<sup>197</sup>, permitindo o entendimento mais profundo do que é o *e-Navigation*, com o propósito de delimitar os elementos-chave do conceito; e obter conclusões parciais sobre as oportunidades, desafios e ações estratégicas referentes à cada solução.

### 2 Soluções S1 e S3 e um serviço PNT resiliente

As soluções S1 e S3 promovem o uso funcional das informações a bordo. Baseiam-se na premissa de que o *e-Navigation* está centrado nas necessidades dos usuários (HCD) e não nas tecnologias (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018). Ao invés de adaptar-se, a cada nova tecnologia, à proliferação de menus e lógicas diferentes, os usuários dos Sistemas Integrados de Navegação (INS – *Integrated Navigation Systems*) do futuro terão uma crescente padronização, promovida pelo *e-Navigation*. Dentre as melhorias vislumbradas pela solução S1 está a ergometria dos consoles, a padronização de simbologia relevante, uniformização de manuais, exigência de performance para o sistema de alertas – conforme o modelo IMO *Bridge Alert Management* (BAM) –, o estabelecimento de informação sobre a acurácia e precisão da informação recebida, como por exemplo: posição obtida a partir de *Global Position System* (GPS) ou *Differential Global Position System* (DGPS), e o desenvolvimento do Modo de Operação Padronizado (S-Mode), funcionalidade que visa ao delineamento de um tipo de apresentação gráfica comum aos diversos projetos das telas e monitores (HAGEN, 2017).

Assim como na S1, o que se busca com a S3 é a praticidade na utilização das informações no passadiço. No caso da S3, a meta é melhorar o grau de confiabilidade e resiliência das informações disponibilizadas ao navegante, tais como posição, navegação e tempo, em inglês conhecido como *Positioning, Navigation and Timing* (PNT), e outros dados

---

<sup>197</sup> Plano de Implementação da Estratégia de Navegação Eletrônica (SIP – *E-Navigation Strategy Implementation Plan*) original foi finalizado em 2014 pelo *Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue* (NCSR) e aprovado pelo *Maritime Safety Committee* (MSC), em sua 94ª sessão (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

críticos de navegação (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018). Este tema reveste-se de particular relevância e possui duas abordagens interessantes e distintas.

A primeira, sob a perspectiva do oficial de quarto<sup>198</sup>, consiste na falta de clareza sobre a precisão e confiabilidade das informações que o *Electronic Chart Display and Information System* (ECDIS) está efetivamente utilizando para navegar, seja de posição (a fonte selecionada é a mais precisa?) ou das referências de datum, hora, velocidade do navio e demanda de máquinas. Não é incomum, um Comandante perceber que a posição mostrada na carta eletrônica não confere com o que se vê no radar ou no visual, conforme exemplo da FIG. 2 e 3 que refletem a experiência deste autor. Nesse sentido, a S3 visa alertar o navegante e, para tal, estabelecerá requisitos de *self-check/built-in integrity test* (BIIT) nos INS, bem como realizará a integração, e *back-up*, de dados dos sistemas internos e externos ao navio.

A segunda abordagem, e mais relevante para o presente estudo, se refere à tarefa de disponibilizar ao navegante informações precisas de PNT. De acordo com a solução S3, as autoridades dos Estados-membros devem indicar seu suporte para garantir que os **sistemas terrestres** de PNT estejam disponíveis.

No âmbito da IMO, a *International Association of Lighthouse Authorities* (IALA) lidera as discussões e regulamentações sobre tais sistemas terrestres para o PNT marítimo, pois, contemporaneamente, o conceito de sinalização náutica, cujo exemplo mais proeminente sempre foram os faróis, ampliou-se *latu sensu* para auxílios à navegação. Isso inclui tanto os sinais visuais, quanto os serviços *Vessel Traffic Service* (VTS), quanto os auxílios eletrônicos.

Dentre estes, encontra-se o primeiro sistema terrestre de PNT a ser abordado: as estações terrestres de *Differential Global Position System* (DGPS)<sup>199</sup> e de *Differential Global Navigation Satellite System* (DGNSS)<sup>200</sup>, que proveem o serviço de aumento ou aprimoramento da acurácia da posição (AS)<sup>201</sup> para o sistema GPS e para múltiplos sistemas *Global Navigation Satellite System* (GNSS)<sup>202</sup>, respectivamente.

No Brasil, atualmente, há dez estações de referência DGPS (ERDGPS) e uma estação de referência DGNSS (ERDGNSS), com monitoramento de integridade, conforme pode ser visto na FIG. 4. Esse tipo de instalação foi difundido mundialmente nos anos 1990

<sup>198</sup> *Officer on watch* (OOW). (Nota nossa).

<sup>199</sup> Estações terrestres em posição georreferenciada conhecida e precisa que, ao receber os sinais GPS, transmite sinais rádio de correção para os equipamentos de localização satelitais das embarcações localizadas no entorno de sua posição geográfica (Nota nossa).

<sup>200</sup> Estações terrestres em posição georreferenciada conhecida e precisa que, ao receber os sinais GNSS, transmite sinais rádio de correção para os equipamentos de localização satelitais das embarcações localizadas no entorno de sua posição geográfica (Nota nossa).

<sup>201</sup> *Augmentation Service* (AS).

<sup>202</sup> Típicos sistemas de GNSS: GPS, GALILEO, BeiDou, GLONASS, QZSS e IRNSS/NavIC (Nota nossa).

para se contrapor ao efeito da Disponibilidade Seletiva (*Selective Availability – SA*)<sup>203</sup>, fruto de medida adotada pelo governo dos Estados Unidos da América (EUA) para introduzir um erro intencional de posição de 100 metros nos receptores GPS, guardando a acurácia para os usuários militares de interesse. No entanto, desde o ano 2000, quando a SA foi anulada, a contribuição das estações DGPS/DGNSS para a precisão da posição tem sido ínfima. Por esse motivo, aliado à obsolescência dos sobressalentes, à falta de assistência técnica e à evolução do próprio sistema GNSS (lançamentos de novas redes satelitais de GNSS, serviços de AS por satélites e modernização de receptores), muitos países têm refletido sobre o destino dessas estações, conforme pode ser observado no relatório da IALA – *Workshop on the Future of Marine Radiobeacon DGPS/DGNSS* (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2020).

Apesar disso, a IALA e alguns usuários, dentre eles o Brasil, reconhecem o valor das ERDGNSS (MARINHA DO BRASIL, 2019a) para o acompanhamento da integridade<sup>204</sup> do sinal GNSS, pois são as primeiras a alarmar sobre qualquer discrepância. Além disso, em situações em que são exigidas precisões na casa de até um metro, como em manobras em águas restritas e posicionamento dinâmico de plataformas de petróleo, a estação referencial é bastante útil (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2019).

No caso do Brasil, a decisão sobre o destino das estações de referência, de acordo com a estratégia para implementação do *e-Navigation* da DHN (MARINHA DO BRASIL, 2020d), aponta para a modernização e ampliação das mesmas na costa e na calha do Rio Amazonas, em busca do requisito de integridade no que se refere ao sistema GNSS.

Cabe salientar, entretanto, que para a consolidação de um serviço de PNT nacional resiliente<sup>205</sup>, íntegro e confiável<sup>206</sup>, há a necessidade de aprofundar a análise do tema. Entender melhor o sistema GNSS, a dependência brasileira dele, e reconhecer a importância dos sistemas terrestres no contexto da navegação, a fim de identificar outras tecnologias que possam ajudar o País a possuir um ambiente operacional seguro na Amazônia Azul, dentro do

---

<sup>203</sup> “Erros artificiais introduzidos nas efemérides dos satélites e desestabilização sistemática dos relógios dos satélites. Trata-se da redução da qualidade posicional para que usuários que não tenham acesso ao serviço de posicionamento preciso obtenham uma exatidão horizontal e vertical da ordem de 100 metros, ao nível de confiança de 95%. As pseudodistâncias observadas nesta situação continham erros de aproximadamente 30 metros. Entretanto a SA foi desativada em 1º de maio de 2000. Havia uma previsão para a retomada da SA em 2006, contudo a presidência dos Estados Unidos aceitou a recomendação do Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD) para que este recurso seja eliminado a partir das próximas gerações de satélites (GPS III).” (MARINHA DO BRASIL, 2019a, p. 9-4).

<sup>204</sup> Integridade significa ter a disponibilidade de informações intactas e corretas (Nota nossa).

<sup>205</sup> Capacidade de rápida adaptação ou recuperação (Nota nossa).

<sup>206</sup> Qualidade daquele ou daquilo que é confiável; fiabilidade (Nota nossa).



conceito de *e-Navigation*.

Assim, embora não seja um sistema terrestre e por esse motivo a IALA não esteja diretamente envolvida, o fornecimento dos sinais do GNSS e o serviço de aumento de precisão da posição *Augmentation Service* (AS) gerado pelos *Satellite Based Augmentation Services* (SBAS) são de interesse direto da navegação marítima no mundo inteiro, pois funcionam, na prática, como auxílios à navegação, assunto de domínio da IALA. Sabe-se que a característica dos sinais eletromagnéticos transmitidos pelos sistemas com cobertura global existentes, GPS e GLONASS<sup>207</sup>, são vulneráveis à interferência e falsificação. Nesse sentido, aquela Associação considera que sistemas de posicionamento alternativos, e de *back-up*, ao GNSS são essenciais para fornecer a resiliência necessária a um ambiente marítimo seguro e eficiente, tanto no presente, quanto no futuro, inclusive para viabilizar os *Maritime Autonomous Surface Ships* (MASS) (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021b).

Algumas possibilidades são vislumbradas: a utilização do próprio serviço SBAS; o desenvolvimento de sistemas que empreguem transmissões terrestres, dentre eles o *VHF Data Exchange System* (VDES) *Ranging Mode* (R-Mode); e o sistema Loran<sup>208</sup> aprimorado. Há ainda outros sistemas, como os de navegação inercial, usados tipicamente pelos submarinos, mas que também podem ser empregados por navios de superfície, que não serão abordados neste trabalho, mas que tem avançado bastante, podendo ser objeto de estudo de outros trabalhos.

Em relação ao SBAS, sistema elaborado para atender prioritariamente a navegação aérea, embora a IALA ainda encoraje a utilização de ERDGNSS, é possível que, no futuro, o SBAS torne-se o serviço primário, ou pelo menos *back-up*, de suporte à navegação marítima (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2019). No Brasil, a Força Aérea Brasileira (FAB) vislumbra a possibilidade de implantação de um SBAS, mas, no entanto, o elevado custo e a forte interferência ionosférica na região equatorial constituem óbices a serem enfrentados, não havendo perspectiva de curto prazo (informação verbal). Outrossim, apesar de contrariar o senso

---

<sup>207</sup> Sistema de navegação por satélite da Rússia (Nota nossa).

<sup>208</sup> *Long Range Navigation* (Loran). Pulso rádio de longo alcance que auxilia a navegação, por meio da geração de linhas hiperbólicas, em que a posição é determinada pela medição da diferença no tempo de chegada, ao receptor embarcado, de pulsos sincronizados que são transmitidos de duas estações distantes uma da outra (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2009b).

comum, Shaw e Williams (2020, p. 35, tradução nossa)<sup>209</sup> afirmam, no relatório final do projeto – *Maritime Resilience and Integrity in Navigation* (MarRINav)<sup>210</sup> –, que “[...] surpreendentemente, a acurácia e os requisitos contínuos para a aproximação marítima ao porto ou fundeadouro são mais altos do que aqueles exigidos para a aproximação aérea, providos pelos satélites de navegação [...]”, o que inclui o SBAS.

O projeto MarRINav, contratado pela Agência Espacial Europeia (ESA), analisou diversas alternativas na busca de um sistema resiliente de PNT marítimo. Dentre elas, o sistema Europeu Complementar Geoestacionário v.3<sup>211</sup> (EGNOS = *European Geostationary Navigation Overlay Service*), um SBAS associado ao GNSS GALILEO<sup>212</sup>. Concluiu que o mesmo, sozinho, não foi capaz de atender aos requisitos de **integridade**, devido à problemas de ruído e interferência na recepção local do sinal GNSS, no ambiente oceânico. No entanto, o estudo considerou que seria mais difícil e custoso reutilizar as ERDGPS do que prosseguir com o EGNOS v.3, uma vez que este sistema já era uma realidade em prol da navegação aérea, com potencial para emprego no ambiente marítimo. Assim, foi posto em estudo pela *General Lighthouse Authorities* (GLA)<sup>213</sup> um tipo de receptor autônomo para monitoramento de integridade (*Receiver Autonomous Integrity Monitoring* - RAIM), já utilizado por aeronaves, mas adaptado para o ambiente marítimo (*Maritime RAIM* ou M-RAIM).

Em busca de opções para um PNT resiliente, o projeto MarRINav não se limitou ao estudo do SBAS EGNOS v.3, e analisou as seguintes tecnologias candidatas: VDES *R-Mode*; eLoran; *Radar Absolute Positioning*; *Satelles* (STL); LOCATA; *ePelorus*; e integração entre sistemas de navegação estimada (*Dead Reckoning* - DR) tradicional e inercial. Da mesma forma, os resultados do Grupo de Trabalho, coordenado pela IALA em 2010, para estudo do PNT no âmbito do Comitê Técnico do *e-Navigation* (*PNT Working Group in the ENAV Technical Committee*), também apontaram para o estabelecimento do VDES *R-Mode* e do eLoran, motivo pelo qual terão suas análises priorizadas neste estudo.

O VDES<sup>214</sup> é um sistema de comunicação por rádio que visa modernizar o atual

<sup>209</sup> "Perhaps surprisingly, the accuracy and continuity requirements for maritime port and harbour approach are higher than those for aircraft approaches that can be supported by satellite navigation." (SHAW; WILLIAMS; FAIRBANKS, 2020, p. 35).

<sup>210</sup> Projeto originalmente desenvolvido para prover um serviço PNT resiliente às infraestruturas críticas nacionais do Reino Unido e República da Irlanda para todos os tipos de navios e plataformas dentro da Zona Econômica Exclusiva (ZEE), durante longos períodos de degradação ou perda dos sinais GNSS (Nota nossa).

<sup>211</sup> EGNOS é sistema resiliente de PNT marítimo. Sistema complementar europeu criado para melhorar a precisão dos sinais de navegação por satélite (EUROPEAN GEOSTATIONARY NAVIGATION OVERLAY SERVICE, [2019?]).

<sup>212</sup> GALILEO é um sistema global de navegação por satélite lançado pela União Europeia (Nota nossa).

<sup>213</sup> Agência responsável por auxílios à navegação no Reino Unido e República da Irlanda (Nota nossa).

<sup>214</sup> (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021g).

*Automatic Identification System (AIS)*, trocando informações entre navios, estações costeiras e satélites. Possui maior capacidade de transmissão de dados para troca de mensagens por *streaming* e proverá acesso à nuvem marítima. O VDES poderá servir como referência da transmissão de ondas-rádio para medição pelo *R-Mode*, conforme será visto a seguir. Também será abordado nesta tese como um eficiente meio de comunicação dentro do conceito de *e-Navigation*.

O *R-Mode*<sup>215</sup> será um sistema de posicionamento marítimo, alternativo ao GNSS, baseado em terra, que poderá utilizar sinais eletromagnéticos transmitidos por diversas fontes, tais como radiofaróis de longa e média frequência (*LF/MF R-Mode*), combinadas com as emissões das estações AIS (*AIS R-Mode*) ou VDES (*VDES R-Mode*), entre outras, a fim de obter um fixo de posição independente do GNSS, pela medição da distância do emissor (HOPPE; STRENGE, 2018).

Segundo Gregory (2019), a oficina da IALA a respeito do *R-Mode* consolidou o entendimento que o sistema GNSS necessita de um *back-up*, em especial para aplicações críticas. Atesta também que os estudos sobre o *R-Mode* terão continuidade pelos diversos *stakeholders* envolvidos, mantendo o planejamento estabelecido até 2030, pois há a necessidade de harmonização entre as partes envolvidas, inclusive com a participação da IMO e da *International Telecommunication Union (ITU)*.

A IALA sugere que a instalação do *R-Mode* poderá aproveitar-se da atual infraestrutura marítima dos radiofaróis, dos rádio-respondedores<sup>216</sup>, estações AIS ou VDES. As estações ERDGPS/DGNSS também podem gerar sinais de média frequência (MF) capazes de apoiar o *R-Mode*. Por esse motivo, aquelas estruturas que forem desativadas devem ter preservadas suas antenas e locais, pois a precisão desse modo dependerá do número de *beacons* e da geometria de triangulação (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2019).

Em relação ao *enhanced Loran (eLoran)*<sup>217</sup>, ou Loran aprimorado, Shaw e Williams (2020) mencionam que tem se mostrado uma das tecnologias mais promissoras e maduras. Por isso, no momento, a IALA tem trabalhado para garantir a disseminação de uma

---

<sup>215</sup> *R-Mode (Ranging mode)* é um sistema de navegação de *backup* terrestre, independente do GNSS, que usa sinais de alcance normalmente transmitidos da infraestrutura marítima existente, por exemplo, radiofaróis de média frequência (MF) ou estações base AIS e VDES (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2019, p. 12, tradução nossa).

<sup>216</sup> *Beacons* (Nota nossa).

<sup>217</sup> “Aprimoramento do Loran-C, usando transmissores de estado sólido, com controle de tempo de emissão (TOE) e um canal de dados fornecendo correções e mensagens de integridade para GNSS e correções para os sinais de Loran.” (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2009a, tradução nossa).

orientação técnica para o desenvolvimento do eLoran (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2019). O sistema é composto por transmissores de ondas terrestres em baixa frequência, na faixa de 100 kHz, a partir de estações amplamente espaçadas. A posição é obtida pelo tempo de chegada do sinal no receptor, a partir do cruzamento de pelo menos três estações. O sinal eLoran incorpora um canal de mensagem de dados, dentro do conceito do *e-Navigation*, utilizando uma estrutura padrão tipo S-100, a ser discutida neste capítulo, conectada à nuvem marítima.

Os seguintes elementos compõem o sistema marítimo eLoran: transmissores eLoran sincronizados (UTC); uma área de serviço identificada em que as características de propagação do sinal tenham sido modeladas por *software* e representadas pelos dados de *Additional Secondary Factor* (ASF); estações de referência diferenciais (DLoran), onde houver necessidade de maior precisão; um Centro de Controle e Monitoramento; uma Rede de Dados Operacionais (*backbone* de comunicação de dados) para troca de informações entre os elementos do sistema e os centros de controle; e um receptor eLoran a bordo do navio, com capacidade de monitoramento de integridade (RAIM), associado ao *Multi-System Receiver*.

O *Multi-System Receiver* (MSR) é um receptor idealizado pela IMO (FIG. 5) para processar diversos tipos de sinais de posicionamento, dentro do escopo das tecnologias vistas neste trabalho, incluindo: as diversas constelações de GNSS; os serviços SBAS; e as modalidades de navegação terrestres (AIS/VDES/MF *R-Mode*; eLoran) (SHAW; WILLIAMS, 2020).

O relatório técnico para estabelecimento de um serviço marítimo de eLoran (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2017), concluiu que em termos de acurácia e disponibilidade não haverá dificuldades para que se obtenham os requisitos necessários. Dependerá grandemente da quantidade de dados coletados durante a fase de modelagem do ASF, de forma a demonstrar que não há uma grande variação sazonal. Para tal, a participação dos países-membros para estabelecimento de *testbeds* é incentivada (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2017).

Após os relatos acima, algumas conclusões puderam ser constatadas. Quanto ao futuro das ERDGPS e ERDGNSS, caso sejam desativadas, a IALA considera relevante que seja informado ao navegante, de forma assertiva, o *status* de integridade dos sinais GNSS, visto que este, por si só, não a fornece. Os serviços SBAS proveem informação de integridade, mas são igualmente suscetíveis às interferências quanto o GNSS, pois operam na mesma frequência. As atuais implementações dos receptores M-RAIM ainda não são

adequadas, por falta de algoritmos específicos para o ambiente marinho <sup>218</sup> (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2020, p. 19, 20).

Quanto ao posicionamento sobre o desenvolvimento de sistemas de auxílios à navegação, provavelmente não haverá um sistema de posicionamento marítimo com cobertura global substituto, de *back-up* ou de contingência ao GNSS, exequível, em futuro próximo. Não sendo esta uma questão relevante de segurança em mar aberto, o foco da IALA se concentrará na costa e em água restritas e interiores, sendo que as tecnologias mais promissoras, no que concerne ao *e-Navigation*, são: eLoran; VHF/VDES/AIS *R-Mode*; e MF *R-Mode*. A padronização técnica para o eLoran está em desenvolvimento e o *R-Mode* encontra-se em fase de provas, por meio do *Baltic R-Mode Project* (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2019, p. 13, 14).

Quanto ao desenvolvimento de sistemas PNT resilientes, o Projeto MarRINav conclui que importantes avanços foram obtidos com a ativação do E-GNSS (GALILEO e EGNOS v.3), com back-up de eLoran e do VDES *R-Mode*, complementado pelo desenvolvimento de algoritmos para receptores M-RAIM (SHAW; WILLIAMS, 2020).

Com base na análise feita até este momento e nas conclusões acima mencionadas, percebe-se a relevância do tema. Segundo o sítio oficial da IALA<sup>219</sup>, o serviço de PNT é um elemento-chave para o desenvolvimento do *e-Navigation*, para o gerenciamento do tráfego marítimo (VTS) e para a viabilização de navios autônomos de superfície. Por esse motivo, a IMO inseriu o assunto no *e-Navigation* como uma elemento-chave relevante da solução S3. Países como o Reino Unido e a República da Irlanda tomaram a iniciativa de “provocar” a primeira fase do Projeto MarRINav, de forma a encontrar soluções para prover um serviço PNT resiliente às infraestruturas críticas nacionais dentro da Zona Econômica Exclusiva (ZEE), durante longos períodos de degradação ou perda dos sinais GNSS, mesmo sendo eles coparticipantes do sistema GALILEO e do SBAS EGNOS. Além disso, a IALA mantém um acompanhamento constante do tema, o que pode ser comprovado pelo documento – *Current Drivers and Trends* – (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021b), dentre outros.

O *United States Department of Homeland Security* (DHS) avalia que os sistemas de infraestruturas críticas podem falhar ou serem gravemente degradados, caso os serviços PNT sejam interrompidos ou degradados. O uso transparente e imperceptível do PNT nessas

---

<sup>218</sup> Apesar disso a GLA desativará o seu serviço DGPS em 31 de março de 2022 e recomendou que os navegantes usem os receptores do RAIM (TRINITY HOUSE, 2020).

<sup>219</sup> (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021d).

infraestruturas aumenta o risco ainda mais, visto que são parte integral do cotidiano, deste os aplicativos de celular até o controle de dutos de petróleo. Segundo o DHS, em muitos casos, o GPS é a única fonte de PNT o que significa que sua falha significa um grande impacto na economia (UNITED STATES DEPARTMENT OF HOMELAND SECURITY, [2020?]). Considerando que o Brasil é um país ainda dependente dos sistemas GNSS internacionais, não possuindo uma rede satelital própria desse tipo, tampouco um SBAS próprio<sup>220</sup>, conforme pode observado na FIG. 6, bem como pelo fato de possuímos a décima maior ZEE do mundo (PwC PORTUGAL, 2020, p. 14), em que estão localizadas infraestruturas críticas marítimas, de onde são extraídos 85% do petróleo e 75% do gás natural, é compreensível a urgência e a importância do *e-Navigation* para que o País obtenha um certo grau de resiliência de seu serviço PNT, posto que tal ausência pode constituir uma ameaça.

Por outro lado, vislumbra-se uma boa chance de enfrentar o desafio, visto que, atualmente, a vice-presidência da IALA, organismo líder na referida questão, é exercida pelo Brasil, institucionalmente representado pelo Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR)<sup>221</sup> e pelo Contra-Almirante (RM1) Marcos Lourenço de Almeida. Nesse contexto, a participação mais ativa do Brasil no desenvolvimento do eLoran, do VDES e do *R-Mode* constitui uma oportunidade para que a MB encontre uma solução de independência para a questão, havendo ainda a chance de envolver empresas nacionais no empreendimento. Nesse caso, a qualificação do CAMR como ICT seria oportuna, bem como a inclusão de área temática específica na estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) da MB. Outra medida desejável é trazer para a discussão do tema a FAB e a Agência Espacial Brasileira no sentido de produzir um estudo sobre as alternativas na Amazônia Azul e na Dimensão 22<sup>222</sup>, a exemplo da parceria entre a ESA e o GLA.

### 3 A solução S2 e a janela única marítima (MSW)

As soluções S2, S4 e S5 relacionam-se à transferência eficiente de informações e

<sup>220</sup> Sistemas SBAS: *USA – Wide Area Augmentation System (WAAS)*; *Japan – Michibiki Satellite Augmentation System (MSAS)*; *India – GPS-aided GEO-Augmented Navigation (GAGAN)*; *China – BeiDou SBAS (BDSBAS)* (em desenvolvimento); *South Korea – Korea Augmentation Satellite System (KASS)* (em desenvolvimento); *Russia – System for Differential Corrections and Monitoring (SDCM)* (em desenvolvimento); *ASECNA – SBAS for Africa and Indian Ocean (A-SBAS)* (em desenvolvimento); *Australia and New Zealand – Southern Positioning Augmentation Network (SPAN)* (em desenvolvimento). (WHAT IS SBAS?, 2021).

<sup>221</sup> (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021a).

<sup>222</sup> A Dimensão 22 corresponde a uma área de 22 milhões de km<sup>2</sup>, um cenário tridimensional fabuloso que a Força Aérea Brasileira protege por meio das ações de Controlar, Defender e Integrar (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, [21--?]).

dados marítimos entre todos os usuários: navio-navio, navio-terra, terra-navio e terra-terra. Ao longo da segunda metade do século XX, a eletrônica, a informática, a robótica, a evolução das comunicações e o surgimento da internet possibilitaram a otimização de procedimentos e a simplificação de tarefas a bordo dos navios. Assim, um conjunto de tarefas normalmente realizadas por um grupo de pessoas passou a ser executada por poucas ou apenas uma e, eventualmente, tornou-se automatizada sem a necessidade de intervenção humana. Essa transformação contribuiu para a redução das tripulações e também para a diminuição dos custos, deixando o transporte marítimo cada vez mais competitivo. No entanto, a redução da força de trabalho e o acúmulo de tarefas pode conduzir à um aumento indesejável do risco, especialmente quando há a combinação de tarefas administrativas e operacionais. Isso ocorre porque, a despeito da otimização de tarefas em determinadas áreas do serviço de bordo, tais como a própria navegação ou do serviço de comunicações, parece não ter ocorrido o mesmo quanto à carga burocrática do transporte marítimo. Ademais, a proliferação de informações (não filtradas e avaliadas) que chegam até o oficial de quarto no passadiço, *the profusion of confusion*, também contribui negativamente para esse processo (HAGEN, 2017).

Particularmente a solução S2 trata de desenvolver meios para o envio automatizado e padronizado de relatórios, empregando uma entrada integrada de informações por uma solução de janela única, denominada *single window* (SW). Além das diretrizes para o estabelecimento de uma *Maritime Single Window* (MSW), a solução S2 também estuda como coletar automaticamente os dados internos do navio para o envio de relatórios; e como realizar a distribuição digital automatizada das informações relatóveis obrigatórias aos diversos *stakeholders*. No entanto, ademais do estabelecimento da MSW, a viabilidade do envio automatizado de relatórios dependerá, fundamentalmente, da coordenação entre os escalões administrativos dos países, interna e externamente, para que se obtenha o consenso de um formato padronizado em todo o mundo, iniciando pela harmonização nacional e regional, dentro de um padrão internacionalmente estabelecido pela *Facilitation of International Maritime Traffic* (FAL)<sup>223</sup> *Convention*, conhecido como FAL<sup>224</sup> *Forms*<sup>225</sup> (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

Em abril de 2019, a Convenção da FAL impôs uma emenda que prevê que todos

---

<sup>223</sup> A FAL trata de assuntos relacionados à facilitação do tráfego marítimo internacional, incluindo a chegada, permanência e saída de navios, pessoas e cargas dos portos. O Comitê também aborda o comércio eletrônico, incluindo o conceito de janela única, e visa garantir que seja alcançado o equilíbrio certo entre a regulamentação e a facilitação do comércio marítimo internacional (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019a).

<sup>224</sup> O Brasil faz parte do Comitê da FAL (Nota nossa).

<sup>225</sup> IMO FAL *Forms* (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019b).

os governos implementem a troca eletrônica de informações para o transporte marítimo, o que segundo o sítio do *Maritime Street*<sup>226</sup>, um empreendimento privado para desenvolvimento de MSW, irá afetar milhares de portos mundo a fora, exigindo que governos, agências e empresas desenvolvam uma estratégia para implementar as soluções de Tecnologia da Informação (TI) necessárias ao estabelecimento da troca eletrônica de informações por meio das MSW.

As diretrizes da FAL para estabelecimento de uma MSW, publicada pela FAL.5/Circ.42 (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019d), dividem os tipos de *single window* em janelas únicas nacionais (NSW – *National Single Window*), portuárias (PSW – *Port Single Window*), comerciais-alfandegárias (TSW/CSW – *Trade Single Window/Customs Single Window*) e marítimas (MSW). As NSW são ambientes únicos para troca de informações entre autoridades nacionais de diferentes setores como marítimo, portuário e comercial. As PSW referem-se ao nível local, geralmente a um único porto. Devem, preferencialmente, estar ligadas a uma NSW ou MSW. As janelas alfandegárias e comerciais compreendem um ambiente relacionado à exportação e importação de mercadorias e podem servir como MSW em alguns países. Uma MSW é composta pelos campos marítimo e portuário, englobando tanto os procedimentos administrativos quanto portuários e, eventualmente, também podem atuar como NSW (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019d, p. 7). Há ainda o conceito de *Port Community System* (PCS) que visa melhorar a competitividade da comunidade dos portos e aeroportos, integrando o setor privado ao público, bem como os processos logísticos aos procedimentos portuários. Podem servir também como portão de acesso (*gateways*) para as janelas únicas PSW, TCW MSW e NSW. A FIG. 7 ilustra o relacionamento dos dispositivos citados neste parágrafo (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019d).

No Brasil, o conceito de *single window*, ou janela única, é utilizado pelo Programa Portal Único de Comércio Exterior<sup>227</sup>, no Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX) e pelo Porto Sem Papel (PSP)<sup>228</sup>.

Além desses, há ainda iniciativas para a implementação de PCS<sup>229</sup> nas comunidades dos portos de Santos<sup>230</sup>, Rio de Janeiro, Suape e Itajaí, como parte do Programa de Facilitação do Comércio do *Prosperity Fund Brazil*, que consiste em uma cooperação entre

---

<sup>226</sup> (MARITIME STREET, 2021).

<sup>227</sup> (BRASIL, [21--?]).

<sup>228</sup> (BRASIL, 2021b).

<sup>229</sup> (PORTO de [...], 2020).

<sup>230</sup> (ASSOCIAÇÃO COMERCIAL DE SANTOS, 2020).



os governos do Brasil e do Reino Unido com o objetivo de reduzir o tempo e o custo do trânsito das cargas pelos portos brasileiros. Nesse contexto, Paranaguá também tem um projeto de PCS conduzido de forma independente, com implantação prevista para o final de 2023 (informação verbal)<sup>231</sup>.

Em relação ao SISCOMEX trata-se de uma iniciativa do Governo Federal, instituída pelo Decreto nº 8.229 de 2014 (BRASIL, 2014), para reduzir o tempo das operações e prover maior previsibilidade e transparência aos processos de importação e exportação, podendo ser classificado como uma janela única comercial-alfandegária (TSW/CSW).

Já o PSP é uma janela única portuária<sup>232</sup> (PSW) sob a governança da Secretaria de Portos (SEP) e da Comissão Nacional das Autoridades nos Portos (CONAPORTOS). Segundo a NORMAM-08/DPC (MARINHA DO BRASIL, 2020f, p. 1-5), o objetivo do PSP é “promover a desburocratização dos procedimentos de estadia dos navios nos portos brasileiros, de forma a otimizar os processos de importação e exportação, a partir de um Portal de Informações Portuárias, integrando num único banco de dados as informações de interesse dos agentes de navegação e dos diversos órgãos públicos que operacionalizam e gerenciam as estadias de embarcações nos portos brasileiros. Segundo Silva, o PSP é uma ferramenta de janela única portuária (PSW), possuindo os seguintes objetivos:

#### **Objetivos do Sistema**

- Ser um sistema direcionado à gestão portuária, concentrar as informações necessárias a estadia de embarcações nos portos o Brasil;
- Facilitar o processo das autoridades nos portos para permitir atracações, operações de embarque e desembarque de cargas e liberação das embarcações para desatracação;
- Atender às recomendações da Organização Marítima Internacional (IMO), o PSP se propõem [*sic*] a atuar como uma ferramenta de Janela Única Portuária.
- Receber as informações obrigatórias e necessárias para a entrada, operação ou liberação das embarcações em uma única base de dados. (SILVA, 2016, slide 8).

De acordo com os objetivos acima descritos, a PSP ainda não interage com as gestões de acesso terrestre e produtividade portuária – tempo de carregamento, tempo do navio no cais –, nem com o gerenciamento do tráfego marítimo, conforme observa-se na FIG. 8. Ainda segundo Silva (2016), futuramente, o PSP será integrado ao SISCOMEX, aos PCS e incluirá os Terminais de Uso Privado (TUP).

Segundo Sales, o PSP tem por propósito melhorar o processo portuário nos portos públicos brasileiros, a fim de contribuir para a redução do custo Brasil e concentrar

---

<sup>231</sup> Antonio C. S. Sales. Entrevista concedida ao autor, em 28 jun. 2021, na Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro.

<sup>232</sup> (BRASIL, 2018a).

informações dos principais intervenientes, como a MB, Receita Federal, Polícia Federal, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional e Administrações Portuárias. Em função de seu propósito econômico, as principais implementações do PSP nas vertentes de segurança da navegação e proteção marítima (*safety e security*), afetas às tarefas da MB e da AM, estarão associadas ao *e-Navigation* e deverão promover o recebimento automático de dados sobre a chegada de navios, agregando mais qualidade ao planejamento das operações portuárias (informação verbal)<sup>233</sup>.

Assim, a integração do PSP com o *e-Navigation* para a formação de uma futura MSW exigirá primeiramente a padronização e harmonização dos relatórios a serem automatizados, em especial a nível regional, mas também uma maior integração com a gestão do tráfego marítimo, desde o planejamento da viagem até a chegada na área de VTS. Também demandará uma melhor gestão das atividades de carga e descarga na estadia e operação do navio, de forma a incrementar a eficiência portuária. No que tange às atividades marítimas, uma maior sinergia com a proteção marítima, com a incorporação dos processos de *Port State Control* dependerá de evolução na segurança cibernética. Também segundo Sales (2021), estão em andamento ações para a integração entre o PSP e o Sistema de Informações Sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM), o que poderá apontar um caminho para a conversão do PSP de uma PSW para uma MSW (informação verbal)<sup>234</sup>. Atualmente, o PSP já se encontra integrado com o VTS do Porto de Vitória<sup>235</sup> e, no que tange à AMB, o despacho de embarcações à luz da NORMAM-08<sup>236</sup> (MARINHA DO BRASIL, 2020f) já vem sendo realizada via PSP, à medida que forem sendo implantados nos portos e terminais aquaviários.

No âmbito da MB, o Centro Integrado de Segurança Marítima (CISMAR) administra o Sistema de Informações Sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM) que, segundo a abordagem deste autor, pode ser considerado como a parcela marítima da MSW, conforme definição da IMO (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019d, p. 7):

O termo "janela única marítima" (MSW) pode ser definido como um ambiente de guichê único que abrange os procedimentos administrativos marítimos e portuários, como a declaração de entrada / saída do porto, notificação de relatórios de segurança e outras informações relacionadas entre os setores privados, públicos e autoridades em todo o país. Ou seja, a MSW é uma janela única no âmbito dos domínios marítimo e portuário. As vezes, para alguns países, um MSW também pode servir

---

<sup>233</sup> Antonio C. S. Sales. Entrevista concedida ao autor, em 28 jun. 2021, na Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro.

<sup>234</sup> Antonio C. S. Sales. Entrevista concedida ao autor, em 28 jun. 2021, na Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro.

<sup>235</sup> (CONTROLE de [...], 2018).

<sup>236</sup> Norma da Autoridade Marítima do Brasil (NORMAM). (Nota nossa).

como NSW ou janela única comercial / janela única alfandegária (TSW / CSW). Observe que uma MSW é denominada por nomes diferentes em cada área. Por exemplo, nos países da ASEAN e no Japão, a MSW é chamada de "Port EDI system".

O SISTRAM<sup>237</sup> reúne, no âmbito da autoridade marítima, todas as informações referentes ao acompanhamento do tráfego marítimo dentro da área de responsabilidade de busca e salvamento (SAR) do Brasil, concentrando dados de outros diversos sistemas, tais como AIS e *Long-Range Identification and Tracking* (LRIT), bem como informações inseridas manualmente pelos navios, por intermédio de mensagens especificadas pela NORMAM-08/DPC, que incluem plano de viagem, posição, alteração de rota e mensagem final (MARINHA DO BRASIL, 2020f, p. 3-B-1 a 3-B-12).

Portanto, dentro do contexto do *e-Navigation*, vislumbra-se que a efetiva criação de uma MSW passe pela unificação ou integração entre as janelas PSP e SISTRAM. A primeira compondo a vertente portuária, ainda possui oportunidades de melhoria quanto à integração com a gestão das atividades de operação de carga e descarga do navio, bem como com a comunidade marítima, via PCS. A segunda – SISTRAM – compondo a vertente marítima, passará por uma modernização (SISTRAM V)<sup>238</sup> em que os sistemas apresentados na FIG. 9 passarão a ter uma interface unificada, estando ainda previsto o desenvolvimento de uma *Data Warehouse*<sup>239</sup> para gerenciamento de imagens satélite. Além disso, vislumbra-se que o referido sistema possua oportunidades de melhorias advindas do conceito de *e-Navigation*, no que tange ao recebimento automático das informações sobre o planejamento de viagem berço a berço, ao invés da inserção manual atualmente prevista pela NORMAM-08/DPC, ou pela dependência de sistemas colaborativos, ou ainda pelos elevados custos da utilização de sensores ativos e satélites para acompanhamento de tráfego marítimo. A estratégia a ser adotada pelo Brasil para criar uma MSW poderá seguir as diretrizes FAL.5/Circ.42 que orientam, no capítulo cinco, como desenvolver um plano básico de desenvolvimento, fornecendo diversos exemplos de sucesso, com abordagens distintas

<sup>237</sup> O propósito do SISTRAM, segundo a NORMAM-08/DPC é “Manter o acompanhamento da movimentação de embarcações na área marítima SAR de responsabilidade do Brasil, por meio de informações padronizadas de navegação fornecidas pelos próprios participantes, quando navegando naquela área [...]” (MARINHA DO BRASIL, 2020f, p. 3-B-1).

<sup>238</sup> Encontra-se em andamento negociações para a assinatura de um termo de compromisso entre a Diretoria de Gestão de Programas da Marinha (DGePEM) e o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV) relativo à prestação de serviços de especificação, consultoria técnica, desenvolvimento de módulos e manutenção evolutiva do software que compõem o atual SISTRAM. Informação verbal obtida junto ao Diretor do CASNAV.

<sup>239</sup> “Um *data warehouse* é um tipo de sistema de gerenciamento de dados projetado para ativar e fornecer suporte às atividades de business intelligence (BI), especialmente a análise avançada”. (DATA WAREHOUSE, 2021).

(INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019d).

Nesse contexto de um elevado grau de maturação e evolução do conceito de SW no País, a MB teria a oportunidade de buscar uma maior integração da inteligência e do controle de tráfego marítimo, via SISTRAM. Além disso, há uma oportunidade para que o País possa liderar as ações do *e-Navigation* nesse tema e, com apoio da IMO, implantar a janela única em outros Estados que assim necessitarem. Exemplo desse tipo de iniciativa está no projeto entre IMO e Noruega para instalação da SW em Antígua e Barbuda<sup>240</sup>, bem como do investimento britânico para incentivo à instalação de PCS em outros países, como o Brasil. O mercado tem se mostrado promissor, em especial, com as ações incentivadas pela IMO. Exemplo, é a instalação de uma MSW, denominada *Ventanilla Unica Maritima* (VUMAR)<sup>241</sup>, no Chile em parceria com uma empresa privada.

#### **4 A solução S4 e a estrutura comum de dados marítimos padrão S-100 (CMDS)**

A solução S4 tem como foco a integração das inúmeras fontes de informações de navegação, recebidas pelos equipamentos de comunicações, visando uma apresentação amigável que aumente a consciência situacional e reduza a possibilidade de erros de interpretação e decisão, uma vez que a proliferação de informações adicionais em monitores existentes, como ECDIS e radar, podem obliterar conhecimentos críticos nesses *displays*. A alma da S4, e também do próprio *e-Navigation*, é o que se denomina *Common Maritime Data Structure* (CMDS – Estrutura Comum de Dados Marítimos) (HAGEN, 2017).

O modelo de dados está em desenvolvimento pela Organização Hidrográfica Internacional (OHI) e se denomina S-100, tendo como objetivo fornecer um padrão de dados geoespaciais hidrográficos contemporâneos. Dentre as vantagens do padrão S-100 está o alinhamento com o Sistema de Informação Geográfico (GIS – *Geographic Information System*) tradicional, ampliando o acesso à *softwares* comerciais (COTS - *Commercial Off-The-Shelf*) e atualização automática de dados, simbologias, *softwares* e cartas náuticas, por exemplo (INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION, 2017b). Além de substituir o atual modelo S-57 empregado para o desenvolvimento de cartas náuticas eletrônicas vetoriais, a S-100 será o padrão utilizado para o estabelecimento do *Maritime Services Portfolio* (MSP - Portfólio de Serviços Marítimos) a ser hospedado em uma *Maritime Cloud* (nuvem marítima), denominada na SIP-update1 como *Maritime Connectivity*

---

<sup>240</sup> (ANTIGUA & BARBUDA HIGH COMMISSION, 2019).

<sup>241</sup> (MUNDOMARITIMO, 2021).

*Platform* (MCP). O conceito de MSP é o cerne da solução S5 e será abordado neste anexo (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

Atualmente as Cartas Náuticas Eletrônicas (ENC – *Electronic Navigational Chart*) são atualizadas *online* ou por serviços de *download* sob demanda, fornecidos pelos serviços hidrográficos e empresas privadas parceiras, normalmente durante o período em que o navio se encontra no porto. Por outro lado, durante a viagem, o navegante deve manter-se atento aos avisos de segurança que chegam via equipamentos de comunicações, pelos mais variados meios: portais da *internet* dos serviços hidrográficos; transmissão satélite; voz; e rádio fac-símile. Tais informações normalmente referem-se aos MSI (*Maritime Safety Information*)<sup>242</sup>. Além disso, o navegante deve estar atento às informações constantes das publicações náuticas, tais como roteiros, lista de faróis, tábuas de marés e tábuas de correntes. No intuito de otimizar o planejamento e o acompanhamento das viagens, a solução S4 visa permitir uma integração entre os dados georreferenciados estáticos das cartas eletrônicas vetoriais, carregadas nos equipamentos ECDIS, com as informações dinâmicas do ambiente operacional, normalmente recebidas pelos sistemas de comunicações mencionados e, ainda, com os dados operacionais atualmente fornecidos pelas publicações náuticas, em papel ou digitalizadas (por ex: maré) que poderão ser transmitidos de forma dinâmica, trazendo maior eficiência. Ou seja, a S4 visa extinguir a atual separação entre sistemas de navegação, sistemas de comunicações e publicações náuticas, garantindo uma nova experiência de navegação em tempo real, por meio de streaming de dados, centrada no usuário (HAGEN, 2017).

Como mencionado, esse objetivo somente poderá ser atingido se o protocolo de comunicações estiver padronizado; daí a CMDS centralizada na família S-100, conforme a TAB. 1 e a FIG. 10. A S-101 constituirá uma nova geração de ENC e será a “camada gráfica” de base, recebendo “camadas” adicionais com informações hidrográficas mais detalhadas ou mesmo produtos dos MSP (HAGEN, 2017).

Um aspecto a considerar segundo Hagen (2017) é que a CMDS também será relevante para o desenvolvimento da solução S2 (padronização e automatização de relatórios). Embora não fique claro na *SIP-update1*, a subsolução S2.1 (entrada por janela única marítima) relaciona-se com a tarefa T15, que visa o estabelecimento de diretrizes para conexão dos sistemas de comunicações e cita a possibilidade de integração com a MCP, que

---

<sup>242</sup> MSI significa - Informações de Segurança Marítima – e consiste na emissão de avisos de navegação e meteorologia, previsões meteorológicas e outras mensagens urgentes relacionadas à segurança da navegação transmitidas aos navios. No Brasil, é um serviço prestado pela DHN (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2013).

usará o padrão S-100 (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018). Aprofundando a referida investigação, qual seja, como o conceito de MSW e da automatização de relatórios se conecta à utilização do padrão S-100, foi possível identificar que segundo Malyankar, Hauge e a *Norwegian Coastal Administration* e ([2011?]), a Autoridade Marítima da Noruega (NCA - *Norwegian Coastal Administration*) e a empresa Jeppesen<sup>243</sup> desenvolveram a especificação de um produto, denominado *Notice of Arrival and Pilot Request Specification* (NOAPR), baseada no padrão S-100, para troca de informação não-geográficas, referentes à notificação de chegada e requisição de praticagem, em proveito da *SafeSeaNet Norway* (SSN Norway) (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019d).

Assim, todo o potencial da CMDS será alcançado quando os produtos a serem desenvolvidos para os MSP pelas organizações internacionais como a IALA, *World Meteorological Organization* (WMO) e *Intergovernmental Oceanographic Commission* (IOC), estiverem utilizando o padrão S-100 (HAGEN, 2017). As TAB. 2 e 3 mostram as previsões atuais dos produtos e serviços.

De acordo com a TAB. 3, a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) tem reservado na CMDS o *slot* da S-501 a S-525 para uso como *Additional Military Layer* (AML), o que nos leva à reflexão de como otimizar a utilização desse conceito de uma forma mais ampla. Como visto acima, a Noruega já deu os primeiros passos para o desenvolvimento de sua MSW em formato S-100 para informações não-geográficas.

Nesse contexto, a MB deverá refletir sobre a estratégia a ser adotada na construção de uma MSW que venha a utilizar o padrão S-100. Da mesma forma, deverá analisar se o SisGAAz deverá utilizar o referido padrão, uma vez que as AML padrão S-100 poderiam ser aplicadas ao Sistema de Comando e Controle Georreferenciado (SisC2Geo).

## **5 Solução S5, os serviços marítimos e o conceito ampliado de Vessel Traffic Services (VTS)**

O conceito de *Vessel Traffic Service* (VTS) apareceu inicialmente na década de 1940, quando se percebeu que a sinalização náutica, visual e sonora, seria insuficiente para organizar o crescente movimento de navios e embarcações nos portos. Em 1948, foram inauguradas duas estações de controle de porto no Reino Unido (*Isle of Man* e *Liverpool*),

---

<sup>243</sup> (JEPPESEN, 2021).

equipadas com radar e equipamentos de comunicação, seguindo-se a expansão do conceito pelos portos da Europa na década seguinte. Após grandes desastres marítimos nos anos 1960 e 1970, o impacto ambiental e financeiro dos acidentes no mar tornou-se mais nítido, e o conceito de VTS veio impulsionar a evolução da sinalização náutica e sua importância para a segurança da navegação. Em 1985, a IMO adotou oficialmente diretrizes para orientar os procedimentos operacionais e o planejamento dos VTS, por meio da Resolução A.578(14) (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 1986). Em 1997, reeditou a medida, por meio da Resolução A.857(20) (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 1997), incluindo questões de responsabilidade legal (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021f).

Assim, o VTS tornou-se internacionalmente reconhecido como uma importante ferramenta de segurança da navegação, prevista no Capítulo V da Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar 74/78 (SOLAS) (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 1974), que afirma na Regra nº 12 (*Serviço de tráfego de embarcações*):

[...]

1 Os serviços de tráfego de embarcações (VTS) contribuem para a salvaguarda da vida humana no mar, para a segurança e a eficiência da navegação e para a proteção do meio ambiente marinho, das áreas costeiras adjacentes, dos sítios de trabalho e das instalações ao largo (offshore) contra possíveis efeitos adversos do tráfego marítimo.

2 Os Governos Contratantes comprometem-se a providenciar a criação de VTS quando, na sua opinião, o volume do tráfego ou o grau de risco justificar a existência destes serviços.

3 Ao planejar e executar os VTS, os Governos Contratantes deverão, sempre que possível, seguir as diretrizes elaboradas pela Organização. A utilização de VTS só poderá ser obrigatória nas áreas marítimas localizadas nas águas territoriais de um Estado costeiro. [...] (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 1974, p. 367, tradução nossa).

Para que uma instalação VTS alcance seu propósito de salvaguarda da vida humana no mar, segurança e eficiência da navegação, e proteção do meio ambiente marinho, deverá prover informações relevantes, com a antecedência devida, para influenciar o correto processo de tomada de decisões dos comandantes dos navios que demandam um determinado porto ou ponto de convergência. Deverá monitorar e realizar o gerenciamento do tráfego marítimo, buscando garantir a segurança e eficiência das movimentações na sua área de atuação, com atenção para atuar prontamente em situações de perigo. Ao ser proativo, a implementação de um VTS traz benefícios adicionais àqueles de seu propósito básico. A identificação e monitoramento de embarcações, tarefa implícita de um VTS, contribui para

que o estado costeiro exerça, da melhor forma possível, suas responsabilidades quanto à Busca e Salvamento (SAR – *Search and Rescue*), segurança marítima, ações de imposição da lei e proteção de comunidades adjacentes e infraestruturas. Ao contrário de outros auxílios à navegação, por ser ativo, o VTS interage com o navegante, podendo alertá-lo sobre situações de perigo. Além disso, os VTS podem apoiar o Serviço de Assistência Marítima (MAS – *Maritime Assistance Service*) conforme previsto na Resolução IMO A.950(23) (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2004), por ocasião da ocorrência de um incidente de navegação ou ambiental, operações de busca, salvamento, combate a incêndio e explosões em navios (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021f).

Os avanços tecnológicos, a multiplicação do transporte marítimo e o aumento da tonelagem dos navios, tornando-os menos manobráveis, têm sido fatores impulsionadores para o desenvolvimento do conceito de VTS. Desde a ideia inicial, com a utilização de radares e equipamentos de rádio para orientar navegantes durante períodos de nevoeiro, até os dias atuais, com a utilização de sistemas automáticos de acompanhamento, sistemas de identificação, câmeras, esquemas de separação de tráfego e normas bem estruturadas que orientam o estabelecimento, o treinamento e o guarnecimentos, houve uma proliferação global dos VTS, alcançando a marca de cerca de quinhentos centros em operação no mundo. Além da quantidade, a área de atuação também ampliou desde as áreas costeiras até os rios e águas interiores (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIGHTHOUSE AUTHORITIES, 2021f, p. 12).

No Brasil, a quantidade de VTS ainda é pequena, especialmente considerando a extensão da nossa costa e a importância do transporte marítimo para a economia do País. Estão homologados os portos de Açu<sup>244</sup> e Vitória<sup>245</sup>, e o porto do Rio de Janeiro encontra-se em processo de implementação de um *Local Port Service* (LPS) como primeira fase de um futuro VTMS<sup>246</sup> (Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações). A falta de investimentos privados no setor poderá constituir uma ameaça para que o País acompanhe as tendências mundiais e, principalmente, obtenha maior eficiência no comércio marítimo, sem prejudicar a segurança da navegação e causar riscos ao meio ambiente. Por outro lado, o *e-Navigation* poderá constituir uma oportunidade para atrair investimentos, públicos e privados, e fazer “decolar” o conceito de VTS no Brasil. Para a MB, as

---

<sup>244</sup> (PORTO DO AÇU, 2016).

<sup>245</sup> (VTMS do [...], 2021).

<sup>246</sup> (DOCAS do, 2021).



oportunidades transcendem os benefícios que podem decorrer para o cumprimento de suas responsabilidades como AMB quanto à segurança da navegação, prevenção da poluição hídrica e segurança do tráfego aquaviário e da vida humana no mar. Podem incluir ganhos para a segurança marítima do País, para as atividades de imposição da lei por meio das operações de patrulha naval e contribuir para a proteção de infraestruturas crítica marítimas. A norma nacional para o estabelecimento de VTS, constante da 4ª Revisão da NORMAM-26/DHN (MARINHA DO BRASIL, 2021c), afirma que os serviços prestados no VTS constituem parcela imprescindível na implementação do *e-Navigation*.

A perspectiva de aplicação do *e-Navigation* em relação à ampliação do conceito de VTS promete ser disruptivo. O avanço das tecnologias de comunicação, *internet 5G*, georreferenciamento, computação em nuvem, *bigdata*, fusão de dados, VDES, dentre outras, certamente influenciarão os sistemas VTS. No entanto, não é somente a tecnologia que terá papel central nessa transformação. A abordagem do *e-Navigation* também trará grandes desafios e oportunidades de melhoria para os serviços de tráfego de embarcações, quanto à segurança da navegação e eficiência do transporte marítimo.

A estratégia da IMO para a implementação do *e-Navigation* aborda o tema por meio da solução S5. Refere-se ao incremento da capacidade de comunicações e dos tipos de serviços a serem prestados, ou integrados, via VTS. As tarefas associadas à esta solução visam à identificação e descrição dos Serviços Marítimos (SM) e dos métodos de comunicação mais adequados à navegação oceânica, litorânea e em águas restritas (portos). Em relação a estes, a estratégia da IMO está associada à tarefa T15, que tem o propósito de identificar e produzir diretrizes para a integração perfeita e ininterrupta de todo o legado atual de infraestruturas de comunicações, buscando entender como elas poderão ser integradas ao *e-Navigation*. Busca também avaliar os sistemas ora em desenvolvimento, como a MCP, e apontar qual a direção para novas iniciativas. A IMO propõe um estudo detalhado tanto em sistemas de curto alcance como VHF, 4G, 5G, quanto em HF e novas redes satelitais (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

Os elementos centrais para o estabelecimento bem-sucedido dos SM serão a capacidade de troca de informações harmonizadas entre os diversos serviços, a definição do escopo do Portfólio de Serviços Marítimos (MSP), a definição das plataformas para troca de informações e a estrutura de telecomunicações envolvida. Quando ao MSP, a TAB. 4 reflete o que está previsto pela estratégia da IMO (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

Os quatro primeiros serviços possuem em comum o fato de que, normalmente, são

prestados a partir de um centro VTS. O SM 1, também denominado VTS INS (*Information Service*), é um serviço que garante a disponibilidade de informações essenciais a tempo da tomada de decisão sobre os aspectos da navegação a bordo de forma a melhorar a segurança e eficiência do tráfego de embarcações e proteger o meio ambiente. Para tal, o VTS INS transmitirá informações periodicamente em intervalos fixos e sempre que necessário ou solicitado, tais como estabelecimento de rotas, informações do canal, disponibilidade de cais e fundeadouros, meteorologia, riscos de navegação, condições hidroviárias e trânsito de embarcações (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

Quanto ao SM2, Serviço de Assistência de Navegação (NAS – *Navigational Assistance Service*), é um serviço para auxiliar a tomada de decisão da navegação a bordo em situações de falhas em equipamentos ou falta de familiaridade com a navegação local. Dentre as ocasiões que esse tipo de serviço será prestado encontram-se o risco de encalhe; desvio da rota planejada; navios com dificuldade de determinar sua posição; condições extremas no ambiente (ventos fortes, baixa visibilidade, mar grosso); e possibilidade eventual de colisão (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

Quanto ao SM3, Serviço de Organização do Tráfego (TOS – *Traffic Organization Service*), é definido um serviço para prevenir situações perigosas de tráfego marítimo e proporcionar a movimentação segura e eficiente do tráfego de embarcações dentro da área de VTS (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

O SM 4, ou seja, o Serviço de Porto Local (LPS) é adequado àqueles portos em que os serviços VTS, acima citados, sejam inadequados ou excessivamente superiores às demandas locais. O LPS também pode ser o núcleo inicial de um futuro VTS, como no caso atual do porto do Rio de Janeiro. Normalmente, um LPS não interage com tráfego marítimo e tampouco é exigido a manter uma consciência situacional do ambiente marítimo e ordenar o tráfego. Seu foco é a segurança e a coordenação dos serviços da comunidade portuária, disseminando informações aos navios e operadores dos terminais (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

Os SM 5, SM 11 e SM 12 são atualmente prestados pela MB. O SM 5 é constituído dos Avisos-Rádio Náutico e SAR<sup>247</sup>; Avisos aos Navegantes<sup>248</sup>; e Avisos Meteorológicos. Os outros dois são preparados pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), produzidos pela Base de Hidrografia da Marinha em Niterói (BHMN) e

---

<sup>247</sup> Avisos-rádio náuticos e SAR (MARINHA DO BRASIL, 2020a).

<sup>248</sup> Avisos aos navegantes (MARINHA DO BRASIL, 2021a).

comercializados pela Empresa Gerencial de Projetos Navais (EMGEPRON)<sup>249</sup>. No caso do *e-Navigation*, os serviços e produtos atualmente prestados terão que se adequar à Estrutura Comum de Dados Marítimos (CMDMS), no padrão S-100, bem como serem transmitidos via MCP.

Os SM 6 e SM 7 serão prestados, provavelmente, por autoridades privadas. As comunicações eficientes entre porto, passadiço, praticagem e rebocadores é fundamental para tais serviços. No caso do serviço de praticagem, as Unidades Portáteis de Praticagem (PPU – *Pilot's Portable Unit*) têm se mostrados úteis, mas dependem de informações atualizadas e padronizadas. O serviço de rebocadores, além de sua função precípua de manobra de navios, pode cooperar com operações de salvamento, escolta e resposta à vazamento de óleo.

O SM 8 (relatórios navio-terra) tem como principais objetivos proteger o tráfego marítimo, garantir a segurança do pessoal, proteger o meio ambiente marinho e aumentar a eficiência das operações marítimas. A janela única marítima, já amplamente discutida neste anexo, é a principal ferramenta deste serviço. O SM 9 (TMAS - *Telemedical Assistance Service*) provavelmente não será prestado pela MB, mas pode criar oportunidades para envolver as organizações de saúde do Estado, tais como o Ministério da Saúde, pois de acordo com o Manual *International Aeronautical and Maritime Search and Rescue* (IAMSAR)<sup>250</sup>, o TMAS deve ter coordenação com o *Maritime Rescue Coordination Center* (MRCC).

O Serviço de Assistência Marítima (MAS), SM 10, conforme já mencionado poderá ser auxiliado por um VTS. No entanto, de acordo como previsto na Resolução IMO A.950(23) (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2004), o estabelecimento de um MAS não necessita necessariamente ser realizado por meio da criação de uma nova organização, podendo ser absorvido pelo MRCC, por um Centro de Operações da Guarda Costeira ou por uma Capitania dos Portos. No caso do MAS ser exercido pelo MRCC, o pessoal deve estar treinado para distinguir entre uma situação de busca e salvamento, próprias de um evento SAR, e situações que exijam uma assistência rápida e profissional para apoiar os navios em situações de combate à poluição, incêndio ou explosões a bordo, colisão, encalhe, mas que não estejam correlacionadas ao resgate de pessoas. O SM 10 (MAS) será o responsável por receber e transmitir comunicações e monitorar a situação, além de constituir o ponto de contato entre o Comandante do navio e o Estado costeiro. No Brasil, o MRCC é

---

<sup>249</sup> A venda dos serviços de ENC é prestada pelos VAR (Value Added Reseller), ou Revendedores de Valor Agregado, que são provedores de serviços abrangentes ao usuário final e que reúnem vários produtos de navegação em um pacote completo (Nota nossa).

<sup>250</sup> *International Aeronautical and Maritime Search and Rescue* (IAMSAR). (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2019e).

exercido pelo SALVAMAR Brasil, nucleado no Comando de Operações Navais da MB (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

Em relação ao SM 13, a MB continuará provendo informações para os Navios Antárticos da MB, durante a Operação Antártica (OPERANTAR), o que não constitui um serviço de navegação no gelo. O SM 14 tem como propósito principal fornecer informações meteorológicas que auxiliem os navios na tomada de decisão para alterar a derrota ou ajustar o avanço. É esperado que o serviço seja realizado pela DHN, pois de acordo com o Decreto nº 70.092/1972 (BRASIL, 1972), a supervisão, orientação, a pesquisa e desenvolvimento das atividades concernentes à meteorologia marítima competem à MB (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018).

O Serviço de Informações Hidrográficas e Informações Ambientais em tempo real (SM 15) ainda é raro no Brasil. Provavelmente será prestado por serviços locais, associados aos portos e terminais nacionais, provendo informações como alturas das marés, altura das ondas, condições meteorológicas, correntes superficiais em tempo real. Tais dados, combinados com as camadas do padrão S-104 e S-129, dentre outros, poderão prover informações para subsidiar a determinação Folga Dinâmica Abaixo da Quilha (FDAQ), conforme a NORMAM-33 (MARINHA DO BRASIL, 2019b), auxiliando o cálculo do Calado Máximo Recomendado (CMR) dinâmico. De acordo com a referida norma, as atribuições para cálculo da FDAQ recaem sobre a Autoridade ou Administração Portuária, conforme o caso, a qual estabelecerá, operará e manterá o sistema de determinação da FDAQ, sendo o responsável legal pela validade da informação. Compete à AM emitir parecer sobre a implementação do sistema. A Praticagem de São Paulo, na cidade de Santos, opera o sistema *Redraft* – calado em tempo real – desenvolvido em parceria com a empresa Argonáutica e a Universidade de São Paulo (informação verbal)<sup>251</sup>. Tal iniciativa poderá servir como modelo para aplicação em outros portos do Brasil, permitindo sua futura expansão para desenvolvimento do SM 15 no Brasil, no âmbito do *e-Navigation*.

O Serviço de Busca e Salvamento (SM 16) pode se beneficiar do conceito do *e-Navigation*, pois este pode prover informação adicional tais como o número de pessoas a bordo, dados da viagem, recursos SAR disponíveis a bordo, além de rápida informação de navios na proximidade. As soluções de comunicação do *e-Navigation* também serão úteis, uma vez que tornará mais fácil a troca de padrões e setores de busca, por exemplo

---

<sup>251</sup> Informação prestada pelo Sr. Carlos Alberto de Souza Filho, em palestra realizada na sede da Praticagem de São Paulo, na cidade de Santos, em 19 de julho de 2021, sobre as atividades da instituição, por ocasião de viagem de estudos do Curso de Política e Estratégia Marítimas 2021, da Escola de Guerra Naval.

(INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, 2018). Por fim, segundo Hagen (2017), a IMO está coordenando a harmonização do formato, da estrutura e dos meios de comunicação do MSP. No entanto, o conteúdo dos serviços está sendo tratado pelas diversas autoridades e organismos mencionados na TAB. 4, sendo importante a harmonização do escopo e da forma de apresentação a bordo. Segundo a *International Maritime Organization* (apud HAGEN, 2017, p. 98, tradução nossa) "[...] os MSP contendo informações georreferenciadas podem ser exibidos em equipamentos como ECDIS e radar. A interoperabilidade dos MSP também deve ser garantida para fornecer aos navegantes uma consciência situacional marítima integrada em tempo real [...]". O estabelecimento de MSP georreferenciados poderiam ter compatibilidade com o SisGAAz, uma vez que o mesmo prevê a utilização do padrão S-100 e dados georreferenciados. Assim, o envolvimento da MB nas discussões sobre os MSP, bem como o estabelecimento de *testbeds* no Brasil poderia se constituir em oportunidade para o desenvolvimento do SisGAAz.

**APÊNDICE B – ENTREVISTA COM O CAPITÃO DE FRAGATA (RM1-T)  
ANTONIO CEZAR SOUZA SALES – EMPREGO DO PORTO SEM PAPEL (PSP)  
COMO JANELA ÚNICA MARÍTIMA**

1. Quais processos/atividades marítimas, nas vertentes da segurança (*safety*) e proteção (*security*) poderiam ser incrementadas no Porto Sem Papel (PSP) em proveito da eficiência do transporte marítimo? Da mesma forma, quais processos/atividades poderiam ser acrescidos em aproveitamento da Consciência Situacional Marítima?

Resposta: O sistema Porto Sem Papel (PSP) tem por propósito melhorar o processo portuário nos portos públicos brasileiros a fim de contribuir para a redução do custo Brasil. O PSP é gerenciado pela Secretaria Nacional de Portos e Transportes Aquaviários, do Ministério da Infraestrutura e concentra as informações pertinentes aos principais intervenientes nesse processo (Marinha do Brasil, Receita Federal, Polícia Federal, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Sistema de Vigilância Agropecuária Internacional e Administrações Portuárias). Em função do seu propósito que tem um viés econômico e pela necessidade de atender diversas Instituições, as principais implementações do PSP nas vertentes de *safety* e *security* estarão associadas ao *e-Navigation* e deverão promover o recebimento automático de dados sobre a chegada de navios, que por serem mais precisos agregarão mais qualidade ao planejamento das operações portuárias.

A integração do PSP com o SISTRAM está em fase de homologação e o envio de dados sobre a movimentação de navios nos portos brasileiros passará a constituir mais uma fonte de informação para o [Centro Integrado de Segurança Marítima] CISMAR.

2. O PSP tem previsão de se tornar uma *Maritime Single Window* aderente ao *e-Navigation*? A MB poderá ter amplo acesso à base de dados para empregar na inteligência marítima?

Resposta: Sim, embora as características técnicas do *e-Navigation* ainda estejam sendo definidas no âmbito da IMO e por isso não é possível estimar o prazo de implementação das funcionalidades que promoverão a troca de mensagens navio-terra.

Por suas características, o principal ponto de conexão da MB para a obtenção dos dados de navegação seja o SISTRAM e, dessa forma, a inteligência marítima já estaria sendo contemplada no contexto do tráfego marítimo. No que se refere às outras áreas correlatas, os dados poderão ser obtidos por meio dos sistemas dos Órgãos especializados cujos representantes atuam no CISMAR, de forma a permitir compilar os quadros de interesse.

3. Há ações ou perspectivas para a padronização e automatização do *shipping report* a nível nacional e/ou regional na América do Sul?

Resposta: A IMO está estabelecendo os padrões a serem empregados pelos seus Estados-membros na troca de informações do tráfego marítimo internacional, promovendo a troca de dados harmoniosa entre sistemas padronizados ou não. Essa abordagem dá mais liberdade e permite que cada país implemente a solução de maior conveniência.

4. Há iniciativa no Brasil para implantar um *Port Community System (PCS)*?

Resposta: Sim. A Secretaria Nacional de Portos está acompanhando o desenvolvimento do PCS nas comunidades de Suape, Rio de Janeiro, Santos e Itajaí. Paranaguá também tem um projeto de PCS conduzido de forma independente, com implantação prevista para o final de 2023.

5. Quais oportunidades e ameaças para a Autoridade Marítima/MB e para o País podem decorrer da implantação dos aperfeiçoamentos do PSP e do *e-Navigation*?

Resposta: As maiores ameaças são constituídas pelos ataques cibernéticos que passam a ter o seu potencial ampliado com o maior volume de troca de dados via *internet*. As oportunidades decorrem do aumento da segurança do tráfego marítimo e da maior previsibilidade sobre a chegada das embarcações. Uma outra oportunidade pode surgir com os simuladores de passadiço, tanto na área de ensino quanto no fornecimento de tecnologia.

ANTONIO CEZAR SOUZA SALES  
Capitão de Fragata (RM1-T)  
Assessor de Tecnologia da Informação  
Diretoria de Portos e Costas

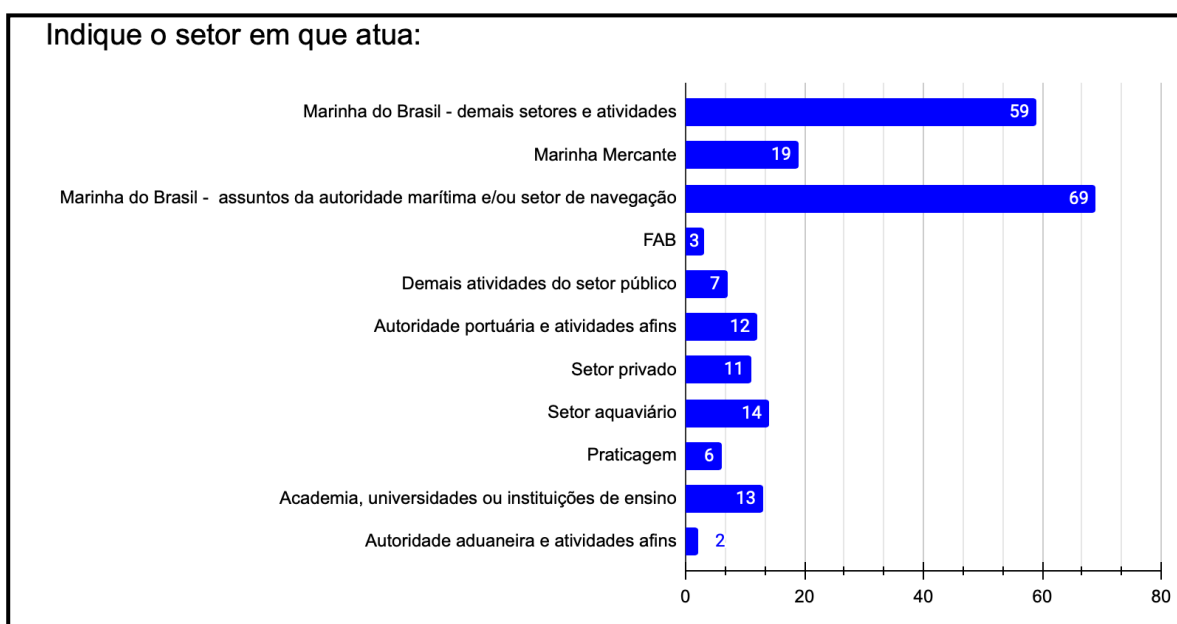
## APÊNDICE C – PESQUISA DE CAMPO – PERCEPÇÃO SOBRE O E-NAVIGATION

### 1 INTRODUÇÃO

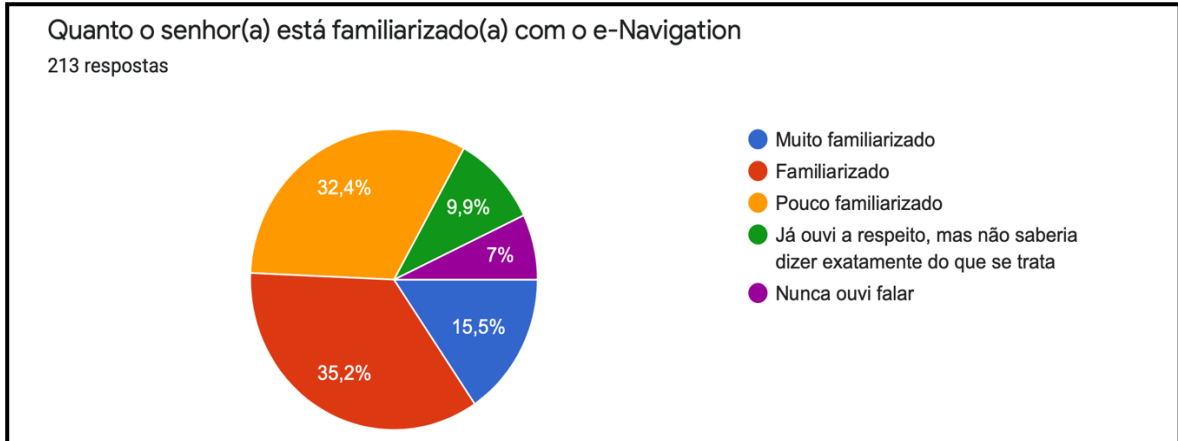
A pesquisa ora relatada foi realizada utilizando-se um recurso informacional aberto, com base da rede mundial de computadores, denominado *Google Forms, online*. O propósito foi avaliar a percepção geral, de um público controlado, sobre o grau de familiarização e alcance do conceito do *e-Navigation*; sobre os benefícios considerados mais relevantes; e sobre importância de sua implementação no Brasil. O público selecionado foi composto por militares da MB, servidores públicos das forças policiais ou aduaneiras e profissionais do setor marítimo, público ou privado. Os profissionais da MB foram classificados entre aqueles atuando ou não nos assuntos da Autoridade Marítima. Os resultados apresentam-se em forma de gráficos a seguir, no item dois deste Apêndice. Período da pesquisa de 2 a 10 de agosto de 2021. Total de participantes: 213.

### 2 RESULTADOS

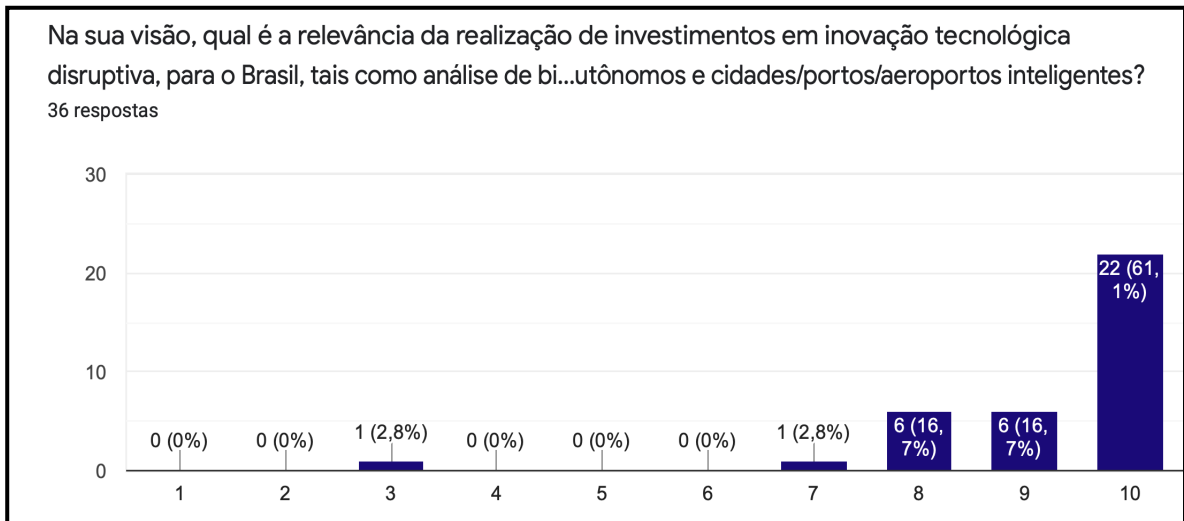
#### 2.1 Perguntas realizadas a todos os entrevistados



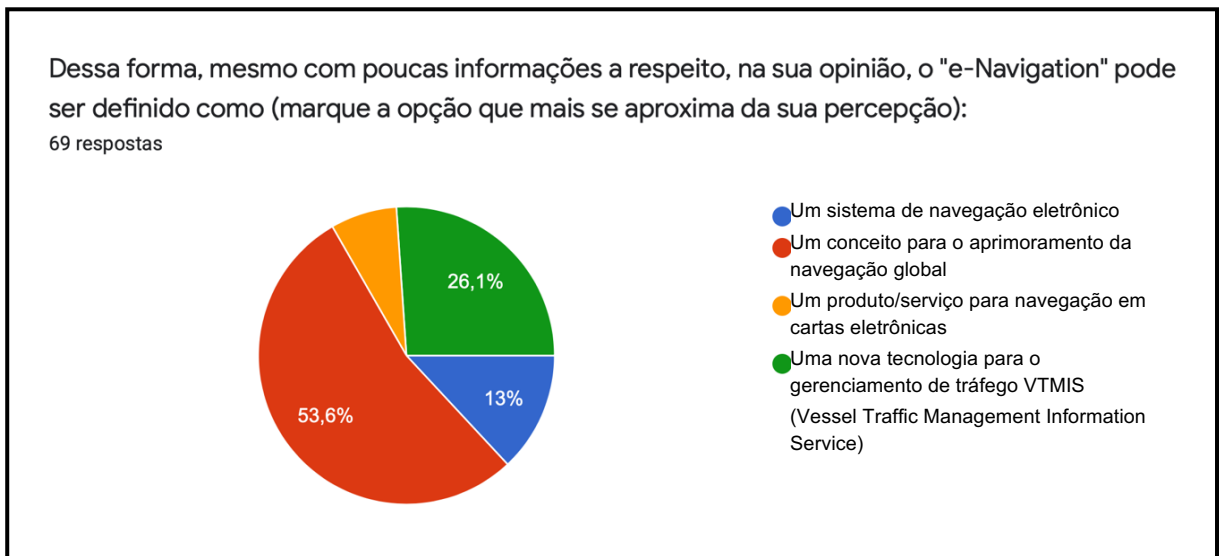




2.2 Perguntas aos entrevistados dos dois grupos menos familiarizados

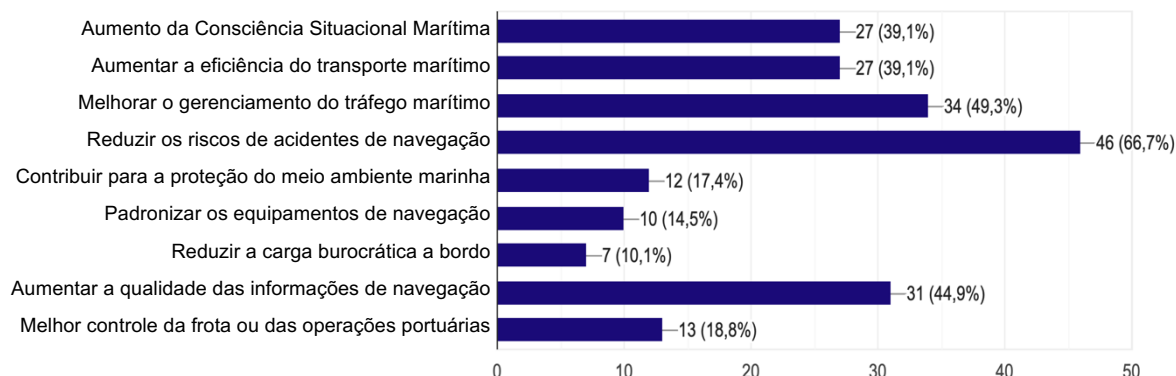


2.3 Pergunta aos entrevistados “pouco familiarizados”



À quais benefícios o senhor(a) crê que o e-Navigation esteja relacionado (selecione 3 alternativas):

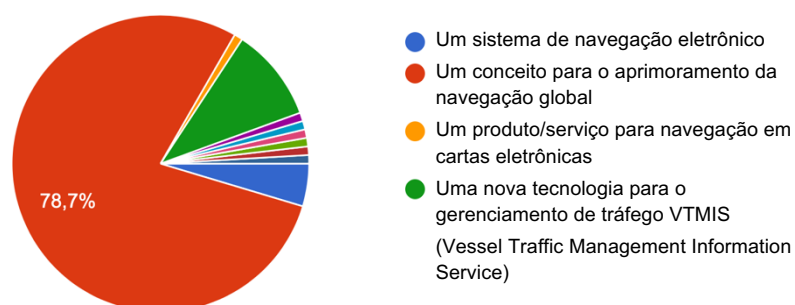
69 respostas



## 2.4 Perguntas aos entrevistados “familiarizados” e “muito familiarizados”

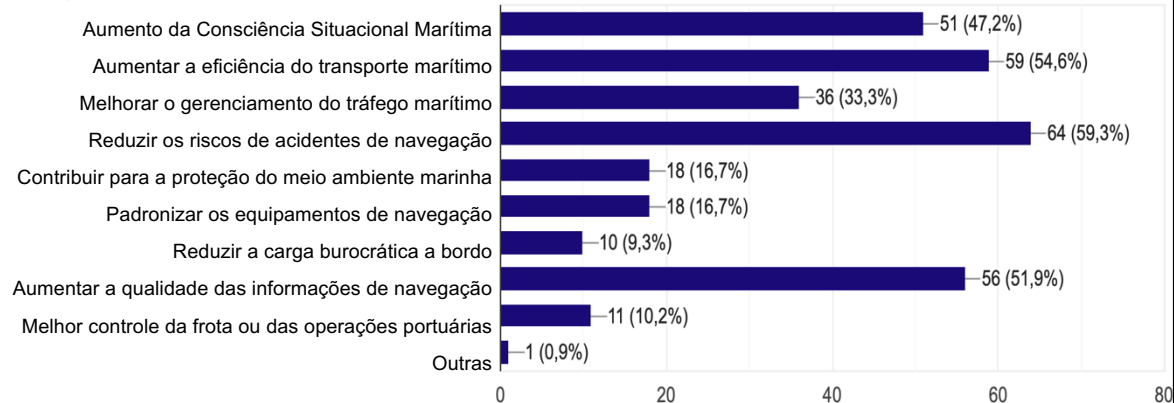
O senhor(a) entende o "e-Navigation" como:

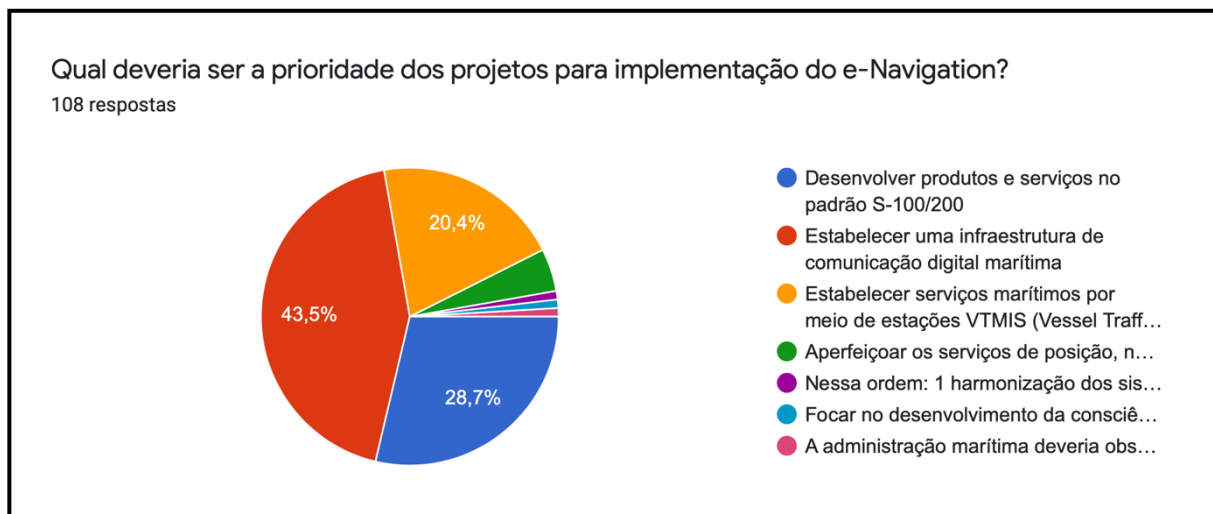
108 respostas



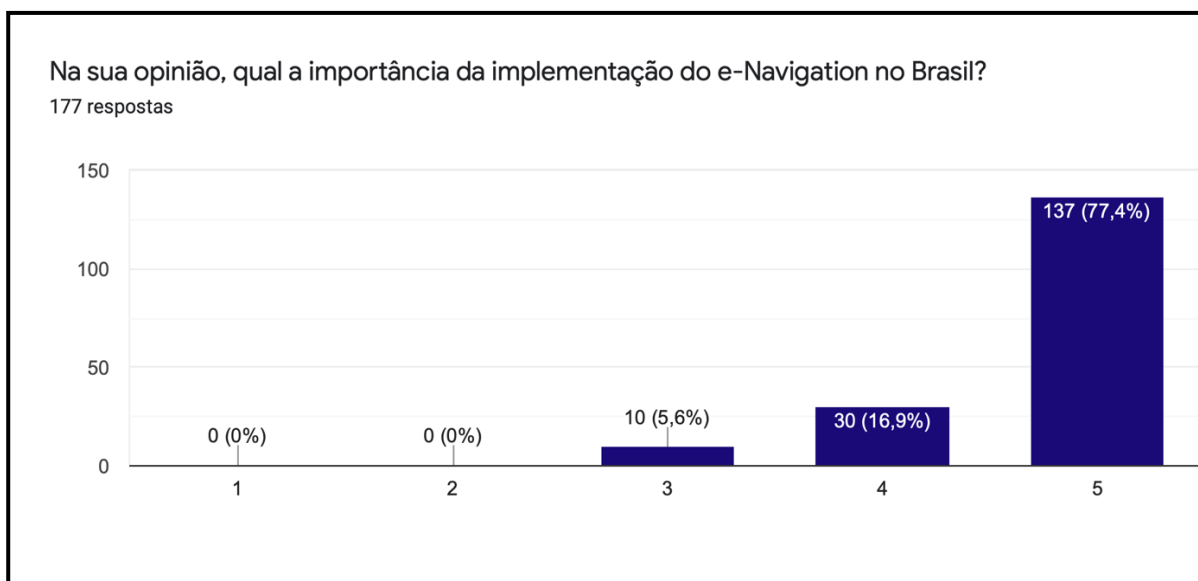
Na sua opinião, quais são os benefícios mais importantes que poderão ser alcançados com a implementação do e-Navigation? (máximo 3):

108 respostas





## 2.5 Perguntas aos entrevistados “pouco familiarizados”, “familiarizados” e “muito familiarizados”



## APÊNDICE D – AÇÕES ESTRATÉGICAS COMPLEMENTARES PARA IMPLEMENTAÇÃO DO *E-NAVIGATION* NO BRASIL

### 1. DIRETRIZES ESTRATÉGICAS

I. Inclusão do campo de conhecimento dos Auxílios à Navegação na área temática na Estratégia de C,T&I da MB, e classificação do CAMR como a ICT do respectivo setor, com o propósito inicial de desenvolver soluções técnicas para os serviços marítimos sob coordenação da IALA, para o estabelecimento e padronização de VTS, para a instalação de *testbeds*, e para a pesquisa de sistemas terrestres de PNT, alternativos, e de *back-up*, ao GNSS, tais como o *R-Mode* e o eLoran, essenciais para fornecer a resiliência necessária a um ambiente marítimo seguro à navegação e às infraestruturas críticas da ZEE brasileira.

II. Inclusão do SISTRAM nos estudos para a confecção de um conceito nacional do *e-Navigation*, com o propósito de compor uma janela única marítima (MSW) por unificação ao Porto sem Papel (PSP), ou para se configurar como o sistema operacional central do *e-Navigation* no Brasil, visando gerenciar o plano de viagem berço-a-berço, incrementar a prestação dos serviços SAR, e atuar como *link* entre o *e-Navigation* e o SisGAAz.

III. Adoção de uma atuação proativa, enquanto Autoridade Competente, quanto à implantação de estações VTS no Brasil, bem como na padronização de sistemas, formato, serviços marítimos e infraestrutura de comunicação, de modo a garantir que a expansão da rede VTS, atualmente ainda pequena, ocorra de forma harmonizada, padronizada e alinhada ao conceito do *e-Navigation* e atenda de forma holística os aspectos de gerenciamento do tráfego marítimo, aliado à segurança da navegação, eficiência do comércio marítimo, simplificação e automatismo dos relatórios bordo-terra e vigilância marítima em prol do SisGAAz.

IV. A MB deverá considerar em seus estudos, a utilização dos sistemas VDES e NAVDAT, respectivas modernizações do AIS e do NAVTEX, para alcançar a digitalização das comunicações marítimas necessárias ao *e-Navigation*, tendo como vantagem a otimização de recursos, uma vez que esses sistemas também contribuirão, sinergicamente, para a modernização do próprio sistema GMDSS, em favor da qualidade do serviço SAR brasileiro, e para o desenvolvimento do serviço de PNT VDES/*R-Mode*.

V. Adoção, pela Autoridade Marítima brasileira, de um *roadmap* que se inicie com a confecção de um “conceito brasileiro sobre o *e-Navigation*”, que forneça uma definição de alto nível quanto aos objetivos, capacidades, tipos de soluções técnicas, e sua correspondência

ao portfólio de serviços marítimos da IMO, arquitetura operacional e infraestrutura de comunicações, apoiado por pesquisas e desenvolvimentos realizados em *testbeds*, preferencialmente no País, seguida de uma estratégia de comunicação para promoção do projeto, busca de financiamento e, por fim, estabelecimento de uma ferramenta de gestão de projeto para implementação, inserida em um sistema de governança total.

VI. Considerando a complexidade tecnológica, o grau de investimento necessário, a busca pela harmonização global e a possibilidade de alcance global dos serviços prestados via MCP, avaliar a possibilidade de vincular-se ao consórcio internacional MCC para registrar seus serviços e de outras empresas nacionais, associadas às ICT, com o propósito de apoiar a implementação de uma *testbed* no Brasil e contribuir para o planejamento do “conceito brasileiro para o e-Navigation”.

VII. Adoção de uma estratégia de comunicação que promova “o conceito brasileiro do e-Navigation”, por meio de demonstrações à sociedade sobre os benefícios tangíveis, dialogando com os demais elementos governamentais, visando à captação de recursos de – investimento, conhecimento ou de capital –, para a criação de infraestruturas de comunicação que permitam a implantação não só do *e-Navigation*, mas também de outras iniciativas como as cidades inteligentes, os portos eletrônicos e a viabilização de embarcações autônomas.

VIII. O conceito brasileiro para a implementação do e-Navigation deve ser específico e harmonizado pelas autoridades marítima e portuária, e precisam considerar as seguintes orientações: *a)* desenvolver soluções padronizadas para os VTS brasileiros, para os serviços hidrográficos e para a evolução do SISTRAM em apoio ao SALVAMAR BRASIL, devendo-se avaliar a inclusão de outras demandas que possam usufruir dos serviços marítimos ou da infraestrutura de comunicação digital marítima, tais como o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS) e o Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades do Petróleo (SIMMAP); *b)* estabelecer um centro de operação principal nucleado na AM, e centros regionais nucleados nos VTS, compartilhando soluções técnicas, infraestrutura, bancos de dados, aplicativos e interfaces, visando o ganho de escala e a expansão da rede VTS brasileira.

IX. A governança do *e-Navigation* a ser adotada pela Autoridade Marítima, deva considerar um equilíbrio constante entre quatro elementos, doravante denominados fatores-chave de sucesso para a implementação do e-Navigation: eficiência do comércio marítimo, segurança da navegação, simplificação de processos e segurança marítima. Para tal, a busca por uma atuação interministerial na área de comércio e transportes será crucial.

X. A MB deverá considerar o estabelecimento de um Programa Estratégico de Navegação (a ser batizado), financiado pela integralidade e obrigatoriedade da TUF, composto por projetos e subprojetos, agrupados em diferentes áreas temáticas, tais como auxílios à navegação, serviços marítimos, hidrografia e cartografia náutica, oceanografia operacional, meteorologia marinha, gerenciamento do tráfego marítimo, busca e salvamento, comunicações e operações de segurança marítima, com os propósitos de: modernizar a navegação marítima no Brasil, visando à implementação do “conceito brasileiro do e-Navigation” (a ser confeccionado); e contribuir para a implantação do SisGAAz, enquanto um sistema dual capaz de monitorar e proteger da Amazônia Azul.

## 2. QUADRO RESUMO DO CAPÍTULO DOIS

<b>TEMA 1:</b>	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS POR INSTITUIÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (ICT)
<b>Tendências</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O e-Navigation estabelecerá informações padronizadas à indústria para o desenvolvimento de produtos e serviços, pois é centrado na necessidade do usuário e não na tecnologia.</li> <li>- Além dos produtos atinentes ao serviço hidrográfico, tais como cartas náuticas eletrônicas, e publicações náuticas, percebe-se uma grande interação da IALA, similar ou superior à da IHO, com os assuntos do e-Navigation, devido à amplitude dos auxílios à navegação, que há muito deixaram de ser somente faróis, boias e balizas, mas que hoje incorporam sistemas de PNT, serviços marítimos, estabelecimento de VTS e o uso de AIS.</li> </ul>
<b>Oportunidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A MB em conjunto com empresas nacionais de tecnologia e <i>software</i> poderão usufruir das diretrizes estabelecidas para o <i>e-Navigation</i>, pois terão um padrão estabelecido a seguir, o que torna a aprovação de produtos e serviços, pela própria IMO, mais rápida e transparente. Vislumbra-se assim uma boa oportunidade para que a DHN, principal fornecedora de produtos e serviços da AM, exerça plenamente sua missão e visão de futuro, especialmente quanto à capacidade de absorver e desenvolver inovações relacionadas às atividades de cartografia náutica, meteorologia, oceanografia e auxílios à navegação.</li> </ul>
<b>Forças</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) é classificado pela MB como uma Instituição Científica e Tecnológica (ICT), conforme o inciso V, do art. 2º, da Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004), e do Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018 (BRASIL, 2018b).</li> <li>- As pesquisas sobre cartografia náutica, meteorologia marinha e oceanografia encontra-se previstas na Área Temática – Meio Ambiente Operacional – da Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da MB (MARINHA DO BRASIL, 2017).</li> </ul>
<b>Fraquezas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A área temática de auxílios à navegação, cuja presença no e-Navigation é bastante significativa, não está prevista na Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da MB (MARINHA DO BRASIL, 2017).</li> <li>- A MB não possui ICT na área de Auxílios à Navegação.</li> </ul>
<b>Ações estratégicas (AE)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AE1: Estabelecer parcerias com empresas privadas para o desenvolvimento de produtos e serviços, de uso dual, na área de cartografia náutica, meteorologia marinha e oceanografia, conforme previsto na Área Temática – Meio Ambiente Operacional – da Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da MB (MARINHA DO BRASIL, 2017).</li> </ul>

CONTINUAÇÃO...	
<b>Ações estratégicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AE2: Incluir a Área Temática de Auxílios à Navegação (sistemas PNT, VTS, auxílios virtuais, serviços marítimos de auxílio ao planejamento e gestão de derrotas) na Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da MB (MARINHA DO BRASIL, 2017).</li> <li>- AE3: Realizar estudo para classificar o Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR) em uma ICT de Auxílios à Navegação.</li> <li>- AE4: Prosseguir no desenvolvimento do Centro Integrado de Sistema de Navegação Eletrônica (CISNE), produto criado pelo Instituto de Pesquisa da Marinha (IPqM) para navegação por cartas eletrônicas, adequando-o ao e-Navigation, em particular à solução S1, oportunamente.</li> </ul>

<b>TEMA 2:</b>	GOVERNANÇA
<b>Tendência</b>	- O modelo de referência do e-Navigation, incluindo soluções tecnológicas, de governança, estrutura legal e modelos para financiamento de infraestrutura, está sendo desenvolvido a partir de uma rede de cooperação global de <i>testbeds</i> , que é crucial para a implementação gradual das soluções técnicas do <i>e-Navigation</i> .
<b>Oportunidade</b>	- A IMO e as demais organizações incentivam a participação e instalação de testbeds para verificação dos conceitos do e-Navigation, havendo diretrizes específicas sobre o procedimento, emitidas pela IALA.
<b>Ameaça</b>	- Ausentar-se desse processo de <i>testbeds</i> representa um risco de submissão ou atraso em relação às técnicas e tecnologias que estão sendo testadas e adotadas pela IMO, as quais podem não ser compatíveis com os interesses brasileiros, além de diminuir as chances de participação de empresas nacionais, aumentar as chances de que o País fique defasado, e conduzir a uma necessidade de investimentos tempestivos e menos planejados, com maior chance de aquisições no exterior, do que no País.
<b>Força</b>	- Boa interlocução junto à IALA, IHO e IMO, por intermédio da DHN, DPC e RPB-IMO.
<b>Fraqueza</b>	- O Brasil ainda não possui <i>testbed</i> para testes do e-Navigation registrada junto à IALA.
<b>Ação estratégica</b>	- AE5: Estabelecer parcerias com empresas privadas para a instalação de <i>testbeds</i> no Brasil, ou participação em <i>testbeds</i> no exterior, visando o desenvolvimento de produtos na área de cartografia náutica, meteorologia marinha, oceanografia e auxílios à navegação.

<b>TEMA 3:</b>	SERVIÇO DE POSIÇÃO, NAVEGAÇÃO E TEMPO (PNT)
<b>Tendência</b>	- Identificada tendência em se adotar o sistema SBAS, sobretudo na Europa (EGNOS v.3), para o fornecimento do serviço de aumento da acurácia de posição (AS).
<b>Oportunidade</b>	- No Brasil, a Força Aérea Brasileira (FAB) vislumbra a possibilidade de implantação de um SBAS, por intermédio de seu Programa SIRIUS.
<b>Ameaça</b>	- O elevado custo e a forte interferência ionosférica na região equatorial constituem óbices a serem enfrentados, não havendo perspectiva de curto prazo para empreender um sistema SBAS no Brasil.
<b>Fraqueza</b>	- O Brasil e a América do Sul não possuem um sistema SBAS instalado.
<b>Ações estratégicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AE6: Dada a tendência de se adotar o sistema SBAS, sobretudo na Europa, por meio do EGNOS v.3, verifica-se a necessidade de instituir um canal de diálogo sobre o tema junto à FAB, MCTI e Agência Espacial Brasileira (ESA), mantendo acompanhamento.</li> <li>- AE7: Manter a substituição das estações DGNSS ao longo da costa brasileira, por ainda serem a principal fonte de acurácia e monitoramento de integridade.</li> </ul>

<b>TEMA 4:</b>	<b>SERVIÇO DE POSIÇÃO, NAVEGAÇÃO E TEMPO (PNT)</b>
<b>Tendência</b>	- A IALA considera que sistemas de posicionamento alternativos, e de <i>back-up</i> , ao GNSS são essenciais para fornecer a resiliência necessária a um ambiente marítimo seguro e eficiente, tanto no presente, quanto no futuro. A tendência atual aponta para o desenvolvimento de sistemas que empreguem transmissões terrestres, dentre eles o VDES <i>Ranging Mode (R-Mode)</i> ; e o sistema Loran aprimorado (eLoran).
<b>Oportunidades</b>	- A implementação do <i>e-Navigation</i> tem fomentado a pesquisa e o desenvolvimento dos sistemas de PNT, haja vista serem cruciais para o sucesso do conceito, constituindo uma oportunidade para o País sobrepular suas dificuldades nessa área, uma vez que o Brasil não possui um sistema GNSS próprio. - O incremento dos serviços de PNT é um elemento-chave para o desenvolvimento do gerenciamento do tráfego marítimo (VTS) e para a viabilização de navios autônomos de superfície (MASS), podendo incentivar tais empreendimentos. - O Brasil sediará, em 2023, a 20ª conferência internacional da IALA, o que constituirá uma oportunidade para debater o tema e envolver empresas nacionais.
<b>Ameaças</b>	- Os sinais eletromagnéticos transmitidos pelos sistemas “satelitais” (GPS, GNSS ou SBAS) são vulneráveis à interferência e falsificação. - Os sistemas de infraestruturas críticas podem falhar ou serem gravemente degradados, caso os serviços PNT sejam interrompidos, podendo constituir uma ameaça para as infraestruturas críticas marítimas, responsáveis por grande parte da indústria do petróleo e gás no Brasil.
<b>Força</b>	- O Brasil possui participação ativa na IALA, exercendo atualmente a vice-presidência da instituição, estando previsto sediar em 2023 a 20ª Conferência Mundial da IALA.
<b>Fraqueza</b>	- O País é dependente dos sistemas GNSS internacionais, pois não possui rede “satelital” própria desse tipo, tampouco um SBAS próprio, conforme pode observado na FIG. 6.
<b>Ações estratégicas</b>	- AE8: Estabelecer <i>testbeds</i> para o desenvolvimento do <i>R-Mode</i> e para testes e levantamento de ASF do Loran. - AE9: Incluir a Área Temática de Auxílios à Navegação (sistemas PNT, VTS, auxílios virtuais, serviços marítimos de auxílio ao planejamento e gestão de rotas) na Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da MB (MARINHA DO BRASIL, 2017). - AE10: Realizar estudo para reestruturar o Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR), visando a modernização dos auxílios à navegação. - AE11: Instituir um canal de diálogo sobre o tema junto à FAB, MCTI e Agência Espacial Brasileira (ESA), mantendo acompanhamento.

<b>TEMA 5:</b>	<b>JANELAS ÚNICAS MARÍTIMAS (MSW) – SISTRAM – PORTO SEM PAPEL</b>
<b>Tendência</b>	- Utilização de janelas únicas marítimas (MSW) para o envio automático, simplificado e harmonizado de informação ao porto de escala ou Estado costeiro de passagem por meio de um guichê eletrônico unificado para as vertentes marítimas e portuárias.
<b>Oportunidades</b>	- Encontra-se em andamento negociações para a assinatura de um termo de compromisso entre a Diretoria de Gestão de Programas da Marinha (DGePEM) e o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV) relativo à prestação de serviços de especificação, consultoria e desenvolvimento de módulos e manutenção evolutiva do software que compõem o atual SISTRAM. Está prevista a unificação das interfaces e desenvolvimento de <i>Data Warehouse</i> . - O SISTRAM poder receber informações automáticas sobre o planejamento de viagem berço a berço, ao invés da inserção manual atualmente prevista pela NORMAM-08/DPC, ou sem a dependência de sistemas colaborativos. - A maturação e evolução do conceito de SW no País, poderá trazer oportunidades de negócio para que o Brasil lidere as ações nesse tema, com apoio da IMO, para a implantação de janelas únicas em outros Estados que assim necessitarem.



CONTINUAÇÃO...	
<b>Forças</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O Brasil possui diversas iniciativas de janelas únicas, como o PSP, SISCOMEX, SISTRAM e outros empreendimentos pontuais para adesão à PCS.</li> <li>- O SISTRAM possui integração com diversos sensores colaborativos: AIS, LRIT, por exemplo, conforme ilustrado na FIG. 9.</li> </ul>
<b>Fraquezas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O Brasil não possui uma janela única marítima (MSW).</li> <li>- As informações do SISTRAM sobre planejamento de viagem, posição, alteração de rota e mensagem final são inseridas manualmente no sistema, de acordo com o previsto na NORMAM-08/DPC.</li> <li>- O SISTRAM possui dependência dos sistemas colaborativos.</li> </ul>
<b>Ações estratégicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AE12: Inclusão do SISTRAM no conceito do e-Navigation, visando receber o plano de viagem dos navios participantes, dentre outras informações, a fim incrementar a prestação dos serviços cabíveis à MB dentro de sua área de jurisdição SAR, por meio da ampliação da vigilância. Nesse contexto, o SISTRAM poderá compor o <i>link</i> entre o <i>e-Navigation</i> e o SisGAAz, ao integra-se ao futuramente ao SisC2Geo, caso ambos adotem o padrão S-100.</li> <li>- AE13: Avaliar a adoção do SISTRAM como o sistema operacional central do e-Navigation no Brasil ou de sua integração com tal sistema, a ser desenvolvido, para recepção de mensagens automáticas atinentes à MSW.</li> <li>- AE14: Avaliar e estudar por meio de tese própria a adequabilidade de unificar as janelas PSP e SISTRAM, avaliando a melhor estratégia à luz diretrizes FAL.5/Circ.42 que orientam, no capítulo cinco, como desenvolver um plano básico de desenvolvimento.</li> </ul>

<b>TEMA 6:</b>	PADRÃO S-100
<b>Tendência</b>	- Utilização do padrão S-100.
<b>Força</b>	- Capacidade técnica do pessoal de hidrografia, cartografia, meteorologia e oceanografia.
<b>Ações estratégicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AE15: Modernizar, atualizar e ampliar o BNDO para o padrão S-100, quantos aos dados meteoceanográficos e hidrográficos.</li> <li>- AE16: Prospectar oportunidades de parceria para o desenvolvimento de produtos e serviços a serem disponibilizados aos serviços marítimos no padrão S-100, elevando o CAMR à categoria de ICT.</li> <li>-AE17: Desenvolver o padrão S-100 no SisGAAz para aplicações voltadas ao Sistema de Comando e Controle Georreferenciado (SisC2Geo).</li> </ul>

<b>TEMA 7:</b>	IMPLEMENTAÇÃO DE VTS NO PAÍS
<b>Tendência</b>	- Os VTS serão essenciais para o processo de intercâmbio de informações digitais no mundo marítimo e, portanto, cruciais para o progresso do e-Navigation. Os VTS também terão fundamental importância na gestão de áreas com tráfego misto entre convencionais e autônomas.
<b>Oportunidade</b>	- O <i>e-Navigation</i> poderá constituir uma oportunidade para atrair investimentos, públicos e privados, e fazer “decolar” o conceito de VTS no Brasil. Para a MB, as oportunidades transcendem os benefícios que o <i>e-Navigation</i> representa, por si só, para que AMB cumpra suas responsabilidades, de forma ainda mais eficaz, no que se refere à segurança da navegação, prevenção da poluição hídrica e segurança do tráfego aquaviário e da vida humana no mar. Podem incluir ganhos para a segurança marítima do País, para as atividades de imposição da lei e da ordem e contribuir para a proteção de infraestruturas crítica marítimas.
<b>Ameaça</b>	- A falta de investimentos, públicos e privados, no setor de VTS poderá constituir uma ameaça para que o País acompanhe as tendências mundiais e, principalmente, obtenha maior eficiência no comércio marítimo, sem prejudicar a segurança da navegação e causar riscos ao meio ambiente.

CONTINUAÇÃO...	
<b>Ameaça</b>	- A falta de padronização dos VTS em relação aos Serviços Marítimos a serem prestados no Brasil, podem provocar o desalinhamento destes com o conceito de <i>e-Navigation</i> .
<b>Força</b>	- Conhecimento do CAMR na operacionalização de VTS.
<b>Fraqueza</b>	- Pequena quantidade de VTS implantados no Brasil.
<b>Ação estratégica</b>	- AE18: A MB deve avaliar a necessidade de orientar os VTS especificamente quanto ao tipo e como realizar os serviços marítimos, padronizando-os, inclusive quanto à infraestrutura de comunicações a ser adotada.

TEMA 8: IMPLEMENTAÇÃO DE VTS NO PAÍS	
<b>Tendência</b>	- A necessidade de estabelecimento de comunicações digitais no mar, apontam para a utilização dos sistemas VDES e NAVDAT, modernizações do AIS e NAVTEX, respectivamente.
<b>Oportunidades</b>	- A IMO realiza estudo, no âmbito das tarefas do <i>e-Navigation</i> , para a utilização dos serviços VDES e <i>Long Range AIS</i> a baixo custo ou gratuitamente. - A adoção dessa estratégia tem como vantagem a otimização de recursos, uma vez que contribuirá, sinergicamente, para a digitalização das comunicações marítimas, para a modernização do GMDSS em prol do serviço SAR e para o desenvolvimento do serviço de PNT VDES/ <i>R-Mode</i> .
<b>Ameaça</b>	- Inviabilizar a implementação do e-Navigation.
<b>Fraqueza</b>	- A ausência da infraestrutura do sistema NAVTEX no Brasil pode dificultar o estabelecimento do sistema NAVDAT, que se trata de sua versão mais moderna, aumentando os custos para o estabelecimento de comunicações digitais.
<b>Ação estratégica</b>	- AE19: O Brasil e a MB devem considerar a modernização das estações AIS para VDES e a adoção do NAVDAT.

### 3. QUADRO RESUMO DO CAPÍTULO TRÊS

TEMA 9: GOVERNANÇA	
<b>Tendências:</b>	- Governança sob a liderança das Autoridades Marítimas, com intensa participação de institutos de pesquisa, academia e indústrias de tecnologia do setor marítimo e aeroespacial, sob o conceito de tríplice hélice. - Adoção de um sistema total de governança, baseado nos seguintes pilares: i) participação de uma organização consultiva interministerial; ii) parceria em cooperação público-privada; iii) ativação de um plano nacional de comunicação estratégica; e iv) aprimoramento de uma rede internacional.
<b>Oportunidades</b>	- Encontra-se ativado, atualmente, um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI), instituído pelo Decreto nº 10.607, de 22 de janeiro de 2021, para reformular a Política Marítima Nacional, em cuja minuta encontra-se a implementação do <i>e-Navigation</i> . - Existência do Grupo Interministerial (GI) da Comissão Coordenadora para os Assuntos da Organização Marítima Internacional (CCA-IMO), instituído pelo Art. 3º do Decreto nº 9.878, de 27 de junho de 2019. - Atender aos <i>stakeholders</i> externos à MB, no sentido de melhorar a qualidade de suas plataformas digitais conectadas ao SISTRAM, o qual, conforme já analisado no capítulo dois, deveria ser incluído no <i>e-Navigation</i> . Como exemplo, cita-se o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS) e o Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades do Petróleo (SIMMAP).

CONTINUAÇÃO...	
<b>Fraqueza</b>	- Políticas nacionais relacionadas ao mar carecem do estabelecimento de metas mensuráveis, mecanismos de articulação e acompanhamento efetivos, e dessa forma, não propiciam o financiamento necessário para sua implantação.
<b>Ações estratégicas</b>	<p>- AE20: Demonstrar os benefícios tangíveis do e-Navigation para a sociedade, dialogando com os demais elementos governamentais, visando à captação de recursos de investimento, conhecimento ou de capital, para a criação de infraestruturas de comunicação que permitam a implantação não só do <i>e-Navigation</i>, mas também o progresso de outras iniciativas como as cidades inteligentes, os portos eletrônicos, a aplicação de veículos autônomos e o aperfeiçoamento de sistemas como o PREPS e o SIMMAP, em benefício da expansão da economia do mar, da pesca e das infraestruturas críticas.</p> <p>- AE21: Em consequência das ações acima, estabelecer um mecanismo de governança para o e-Navigation.</p> <p>- AE22: Sugere-se uma articulação multisetorial de atores públicos e privados, principalmente do setor portuário, aquaviário, comércio marítimo, indústria, transporte, infraestrutura, comunicações e tecnologia, empregado um dos seguintes fóruns existentes: o Grupo de Trabalho Interministerial formado para discutir a Política Marítima Nacional ou o Grupo Interministerial (GI) da Comissão Coordenadora para os Assuntos da Organização Marítima Internacional (CCA-IMO).</p>

TEMA 10:	
FERRAMENTA DE GESTÃO DE PROJETOS	
<b>Tendências</b>	<p>- Utilização da estrutura de gestão de projetos como ferramenta para implementação do e-Navigation, administrado por um Escritório de Projetos (PO – <i>Project Office</i>), nucleado em um Instituto de Pesquisa, coordenado com um comitê de governança e outro de assessoramento ao projeto.</p> <p>- Divisão do projeto em fases (<i>Roadmap</i>): I) design conceitual; II) pesquisa e desenvolvimento; III) criação da infraestrutura; IV) implementação; e V) operação.</p> <p>- Realização de workshops e conferências como fóruns de discussões sobre as estratégias de implementação do <i>e-Navigation</i>.</p> <p>- Uso intensivo de <i>testbeds</i> que consistem em ambientes controlados, instalados fisicamente ou criados em simuladores, para a realização de testes práticos e conceituais. Há grande participação das autoridades marítimas, academia e indústrias de tecnologia do setor marítimo e aeroespacial, bem demonstrando a importância do conceito de tríplex hélice.</p>
<b>Oportunidade</b>	- A EMGEPRON possui um setor de projetos, experiência na gestão de serviços hidrográficos e relacionamento estreito com o Cluster Tecnológico Naval.
<b>Ameaça</b>	- Devido a complexidade das ações do e-Navigation, sua implantação sem emprego da ferramenta de gestão de projetos poderá gerar ineficiência ou desperdício de recursos.
<b>Força</b>	- A MB já possui conhecimento e massa crítica quanto à mentalidade de projetos.
<b>Fraqueza</b>	- O setor DGN não possui um escritório de projetos próprio.
<b>Ação estratégica</b>	- AE23: Avaliar o estabelecimento de um escritório de projetos no Setor DGN ou a contratação da EMGEPRON.

TEMA 11:	
DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL	
<b>Tendências</b>	- Estabelecimento de um Plano de implementação do e-Navigation com identidade própria, após a identificação do problema e o mapeamento do objetivo principal do projeto, para em seguida buscar a solução tecnológica, focando na necessidade do usuário, sem antes estabelecer uma estratégia de comunicação para promoção do projeto (dois anos antes).

CONTINUAÇÃO...	
<b>Tendências</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabelecimento de um <i>sistema integrado de operação</i> do <i>e-Navigation</i>, operacionalizado por um Centro de Operação Principal, administrado pela AM, responsável pela supervisão dos sistemas, e mais seis Centros Regionais, guarnecidos para a prestação de serviços locais, monitoramento e resposta imediata.</li> <li>- Aplicação dos conceitos <i>e-Navigation</i> para embarcações não-SOLAS.</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O fato de ainda termos poucas estações VTS no País, bem como do SisGAAz também estar no início de sua implementação, propiciam uma oportunidade para a construção de um conceito conjunto para o <i>e-Navigation</i>. Observa-se que os serviços marítimos possuem mais de um cliente, sendo úteis para as funções de um VTS, mas também para o serviço SM 16 - SAR (SM16) e SM-10 – MAS (assistência marítima), a cargo do MRCC.</li> <li>- Atender aos <i>stakeholders</i> externos à MB, no sentido de melhorar a qualidade de suas plataformas digitais conectadas ao SISTRAM, tais como o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS) e o Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades do Petróleo (SIMMAP).</li> </ul>
<b>Ações estratégicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AE24: Vislumbra-se que, a Autoridade Marítima brasileira possa adotar um <i>roadmap</i> que se inicie com a confecção de um “conceito brasileiro sobre o <i>e-Navigation</i>”, apoiado por pesquisas e desenvolvimentos realizados em <i>testbeds</i>, preferencialmente no País, seguida de uma estratégia de comunicação para promoção do projeto, busca de financiamento e, por fim, estabelecimento de uma ferramenta de gestão de projeto para implementação, inserida em um sistema de governança total.</li> <li>- AE25: Para o estabelecimento do conceito, deve-se considerar as seguintes oportunidades em relação aos serviços marítimos: a) buscar soluções padronizadas para os VTS brasileiros, para os serviços hidrográficos e para a evolução do SISTRAM em apoio ao SALVAMAR BRASIL, devendo-se avaliar a inclusão do aperfeiçoamento do serviço do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS) e do Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades do Petróleo (SIMMAP).</li> <li>- AE26: Visando a otimização de recursos, vislumbra-se que uma cooperação entre autoridade marítima, autoridade portuária e iniciativa privada possa induzir ao estabelecimento de um centro de operação principal nucleado na MB ou na AM, e dos centros regionais nucleado nos VTS. Assim, esses três entes, somados à indústria e à academia poderiam desenvolver as soluções técnicas próprias à realidade brasileira e implantar a infraestrutura de comunicações, sem desprezar a cooperação internacional, em especial, quanto à nuvem marítima (MCP). Essa ação estratégica, caso considerada, poderá transformar a atual “falta” de VTS no País, em uma oportunidade de crescimento próspero e em escala, visto que seriam compartilhadas estruturas, bancos de dados e aplicativos.</li> </ul>

TEMA 12:	SERVIÇOS MARÍTIMOS - SERVIÇOS TÉCNICOS
<b>Tendências</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dentre as tecnologias fundamentais para o funcionamento do <i>e-Navigation</i>, destaca-se a MCP que foi desenvolvida por meio do consórcio internacional denominado <i>Maritime Connectivity Platform Consortium</i> (MCC).</li> <li>- Alguns ST podem depender de produtos advindos de fontes variadas. Assim, os desenvolvedores de ST utilizam-se do portal de Registro de Informação Geoespacial da IHO (IHO GI Registry) para garantir a qualidade, consistência e harmonização dos produtos utilizados. Da mesma forma, os fornecedores registram seus produtos no mesmo portal para que os desenvolvedores os consultem.</li> <li>- O sistema de comunicação digital é a chave para a implementação do <i>e-Navigation</i> e será desenvolvido com base nos recursos de GMDSS existentes para navios SOLAS, como as Mensagens de Aplicação Específica do AIS (AIS-ASM) e no sistema VHF Data Exchange System (VDES). Para navios não-SOLAS existem diversas tecnologias sendo testadas, como por exemplo, a LTE-Marítima sul-coreana, para a qual foi desenvolvida uma solução técnica específica.</li> </ul>

<i>CONTINUAÇÃO...</i>	
<b>Ameaça</b>	- Conforme a pesquisa acima revela, a difusão da comunicação digital marítima, sem emprego de satélites, e com taxas de transmissão próximas ou acima de 1Mbp, ainda é um grande desafio.
<b>Ações estratégicas</b>	<p>- AE27: Considerando a complexidade tecnológica, o grau de investimento necessário, a busca pela harmonização global e a possibilidade de alcance global dos serviços prestados via MCP, vislumbra-se que a AM possa pleitear vincular-se ao consórcio internacional MCC para registrar seus serviços e de outras empresas nacionais, associadas às suas ICT, com o propósito de apoiar a implementação de sua testbed e contribuir para o planejamento do “conceito brasileiro para o e-Navigation”.</p> <p>- AE28: A MB deverá considerar o registro no portal de Informação Geoespacial da IHO (IHO GI Registry), buscando incentivar parcerias com empresas públicas e privada, para oferecimento de produtos com base S-100 para os desenvolvedores do e-Navigation.</p> <p>- AE29: As soluções técnicas podem ser objeto de estudo para buscar soluções padronizadas para os VTS brasileiros, via DHN e, particularmente CAMR, na área de atuação dos Auxílios à Navegação, bem como para a evolução do SISTRAM em apoio ao SALVAMAR BRASIL, via Comando de Operações Navais (ComOpNav) e CISMAR.</p> <p>- AE30: Cooperções técnicas adicionais poderiam ser estabelecida junto ao MCTI, ao Ministério das Comunicações (MCOM), à indústria e à academia, no sentido de desenvolver soluções técnicas próprias à realidade brasileira, implantando-se a infraestrutura de comunicações necessárias, sem desconsiderar a cooperação internacional, em especial, quanto à nuvem marítima (MCP).</p>

#### 4. QUADRO RESUMO DO CAPÍTULO QUATRO

<b>TEMA 13:</b>	<b>DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL</b>
<b>Tendência</b>	- Integração de banco de dados multidomínio e utilização de janelas únicas.
<b>Oportunidade</b>	- Existência de sistemas ainda em início de desenvolvimento ou em fase de modernização ou ainda não consolidados.
<b>Força</b>	- No Brasil, o domínio das informações de defesa marítima e de segurança marítima, sob a responsabilidade, respectivamente da MB e da AM, são exercidas unicamente pelo Comandante da Marinha, o que facilita a troca de informações em múltiplos domínios, sejam eles de caráter civil ou militar.
<b>Fraqueza</b>	- O aporte de recursos, linhas de financiamento, participação de empresas privadas e o esforço conjunto de diversos Estados é inferior à Europa.
<b>Ação estratégica</b>	- AE31: Realizar um alinhamento estratégicos dos sistemas brasileiros, tais como PSP, o SisGAAZ, o SISTRAM, VTS e o próprio e-Navigation, obtendo-se economia de recurso e de esforços.

<b>TEMA 14:</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DE SIMULADORES EM REDE</b>
<b>Tendência</b>	- Para o desenvolvimento das soluções do projeto STM, foi estabelecida uma Rede Europeia de Simuladores Marítimos (EMSN - <i>European Maritime Simulator Network</i> ), conectando treze simuladores, em sete diferentes, gerando capacidade de simular cenários complexos, com até trinta navios, sem expor as embarcações e tripulantes à riscos. O emprego de simuladores no e-Navigation é muito comum, não somente para treinamento, mas também para demonstração e teste das diversas soluções candidatas.

CONTINUAÇÃO...	
<b>Oportunidade</b>	- No Brasil, encontra-se em andamento negociações, entre a MB e a Agência Nacional do Petróleo (ANP) para financiamento de um projeto denominado “Simulador de Passadiço e-Navigation para Marinha Mercante: SimPass e-Navigation”, a ser desenvolvido pelo Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV), que é uma Instituição de Ciência e Tecnologia (ICT), a ser empregado no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA) e no Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar (CIABA), voltados para a formação e especialização de profissionais marítimos.
<b>Força</b>	- A MB possui cerca de vinte simuladores instalados em suas Organizações Militares.
<b>Ação estratégica</b>	- AE32: Viabilizar o estabelecimento de uma rede entre os simuladores já existentes na MB e no País, a fim de empregá-la no desenvolvimento do e-Navigation.

TEMA 15:	FINANCIAMENTO e BASE INDUSTRIAL DE DEFESA
<b>Tendências</b>	- O uso da Plataforma de Conectividade Marítima (MCP) revelam uma tecnologia disruptiva, permitindo pela primeira vez também startups e pequenas empresas entrarem no setor marítimo através do desenvolvimento de serviços marítimos inovadores - Tendência mundial que empresas privadas busquem investir em uma agenda ambiental, social e de governança (ASG) <sup>252</sup> .
<b>Oportunidade</b>	- O BNDES busca a realização de projetos estratégicos junto às Forças Armadas, como política do banco, possuindo capacidade para fomentar a prospecção por empresas startups e apoiar seus clientes na configuração de projetos.
<b>Força</b>	- O e-Navigation possui os requisitos para ser considerado um programa estratégico com elevada aderência aos aspectos de sustentabilidade ambiental.
<b>Ação estratégica</b>	- AE33: Buscar um canal de interlocução com o BNDES para financiamentos de projetos ligados ao e-Navigation.

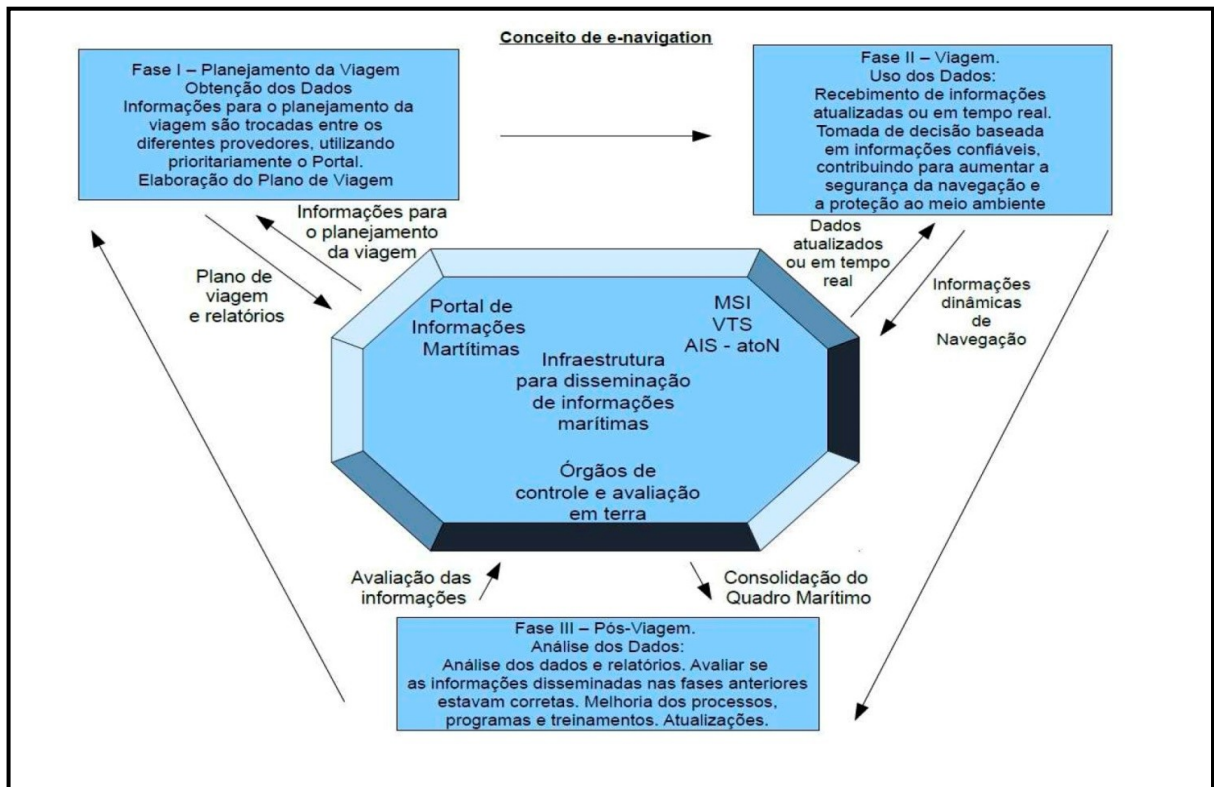
TEMA 16:	BIGDATA
<b>Tendência</b>	- O e-Navigation vem incorporando projetos que desenvolvem ferramentas avançadas para detectar e identificar possíveis ameaças e atividades anormais, nos ambientes aéreo e marítimo, por meio da análise <i>bigdata</i> .
<b>Oportunidades</b>	- Obter ferramentas que contribuam com a MB para conduzir operações de planejamento do espaço marítimo; operações de busca e salvamento; e rastreamento de embarcações responsáveis por derramamentos de óleo. - O e-Navigation será capaz de contribuir decisivamente para levar o setor marítimo em direção à indústria 4.0.
<b>Ameaça</b>	- O e-Navigation é a navegação em tempo real por streaming de dados, enquanto a análise de grande quantidade de dados exige o seu armazenamento, sendo fundamental para ambas, o estabelecimento de uma estrutura comum de dados marítimos (CMDS) e de uma infraestrutura de comunicação digital marítima.
<b>Fraqueza</b>	- O e-Navigation é a navegação em tempo real por streaming de dados, enquanto a análise de grande quantidade de dados exige o seu armazenamento, sendo fundamental para ambas, o estabelecimento de uma estrutura comum de dados marítimos (CMDS) e de uma infraestrutura de armazenamento e de comunicação digital marítima.

<sup>252</sup> Advinda do conceito de dados ESG: *Environmental, Social and Governance*.

<i>CONTINUAÇÃO...</i>	
<b>Ação estratégica</b>	- AE34: Fomentar a cooperação entre MB e FAB, visando ao emprego de inteligência artificial para detecção de ameaças e comportamentos anômalos, bem como para a combinação de sensores “satelitais” às informações de radares de abertura sintética (SAR) e AIS, havendo oportunidades para a integração entre o Cluster Tecnológico Naval e o Cluster Aeroespacial Brasileiro.

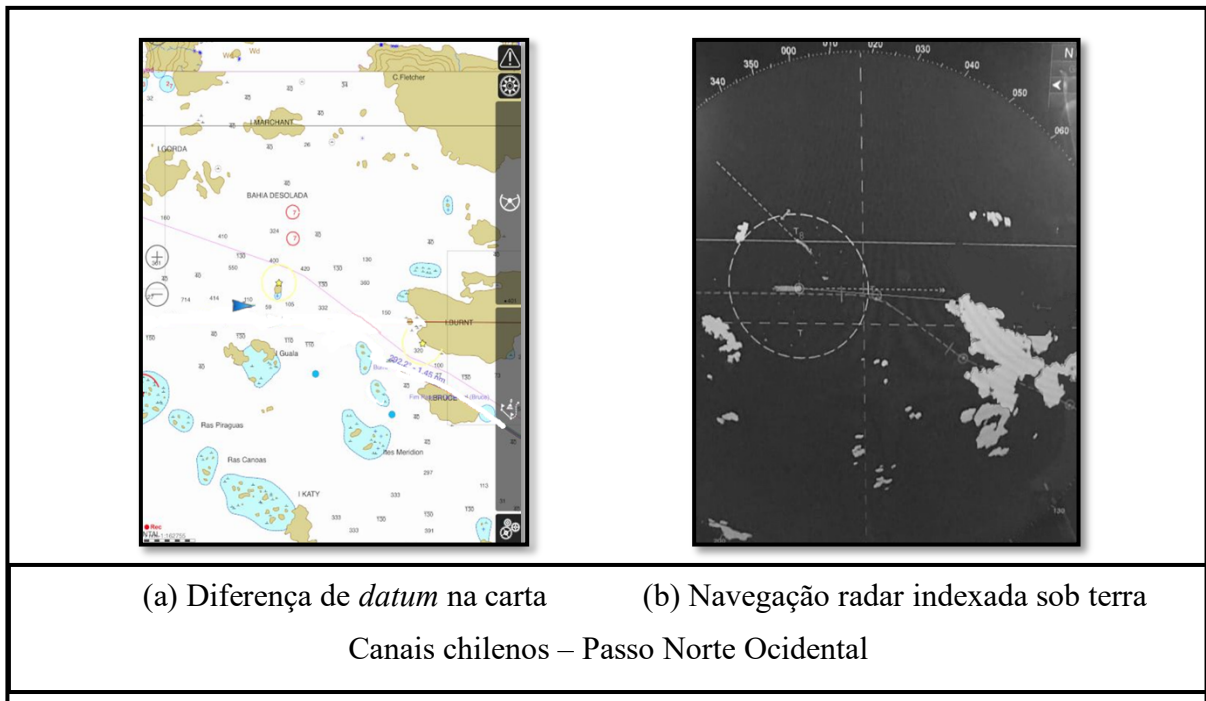
<b>TEMA 17:</b>	<b>BASE INDUSTRIAL DE DEFESA</b>
<b>Tendência</b>	- O conceito do projeto Sea Traffic Management foi inspirado no programa europeu para o controle de tráfego aéreo (ATM - Air Traffic Management), devido à experiência da empresa SAAB nesse tema, a qual participa dos dois processos.
<b>Oportunidades</b>	- No Brasil, a empresa Atech tem participação ativa na modernização dos Centros Integrados de Defesa Aérea e Circulação do Tráfego Aéreo (CINDACTA), e foi recentemente contratada para realizar nova revitalização do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (SISCEAB), - A Atech possui expertise em gerenciamento de fluxo de tráfego aéreo (AFTM - Air Traffic Flow Management), por meio da solução Makron AFTM – Skyflow, desenvolvido com base no SIGMA (Sistema Integrado de Gestão de Movimentos Aéreos), também produzido pela Atech em conjunto com FAB.
<b>Força</b>	- A empresa Atech é parceira da MB no projeto do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (LABGENE).
<b>Ação estratégica</b>	- AE35: Buscar parceria junto à Atech para o desenvolvimento do e-Navigation.

## ANEXO E - FIGURAS E ILUSTRAÇÕES



**Figura 1** – Fases do Conceito do *e-Navigation*

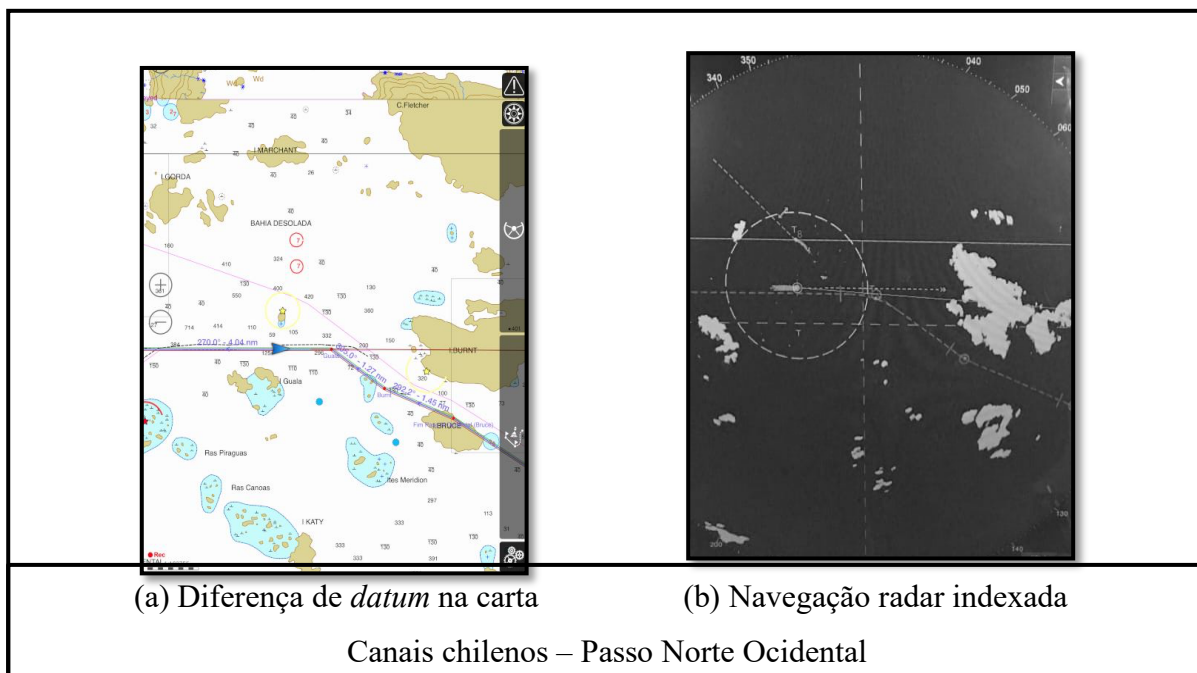
Fonte: Marinha do Brasil, 2020d, p. 6.



**Figura 2** – Confiabilidade de dados de navegação: navio inseguro

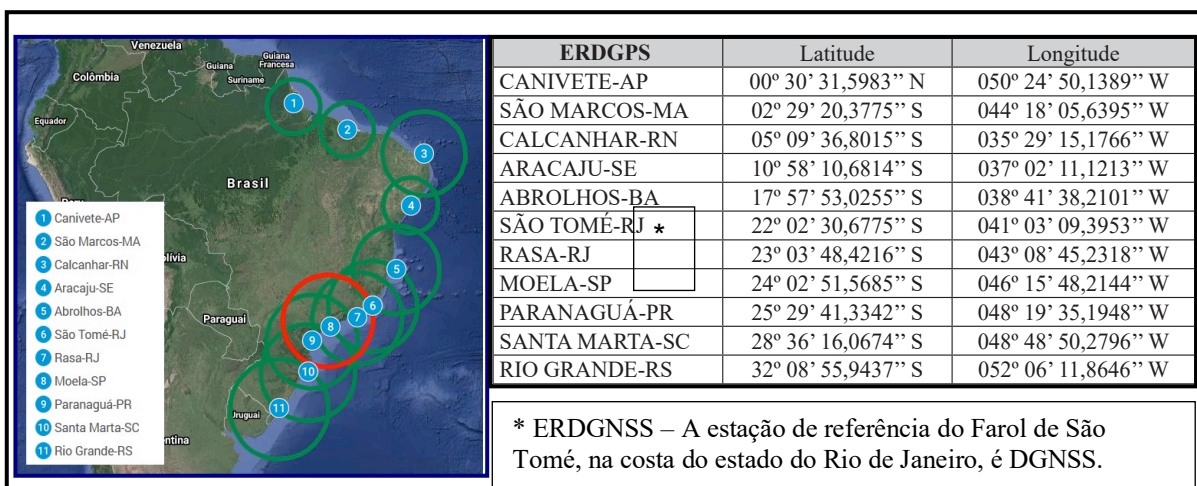
Fonte: Elaborada pelo autor.





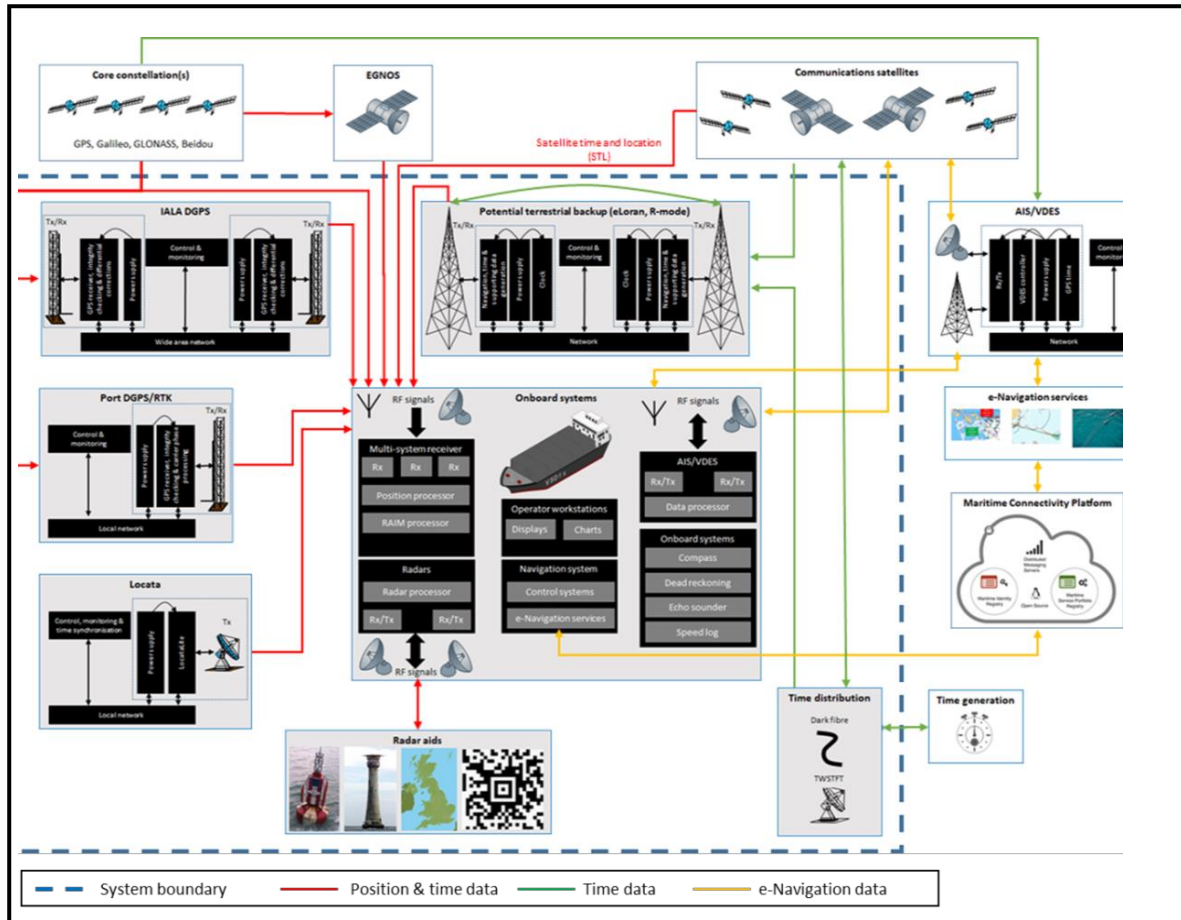
**Figura 3** – Confiabilidade de dados de navegação: navio seguro

Fonte: Elaborada pelo autor.

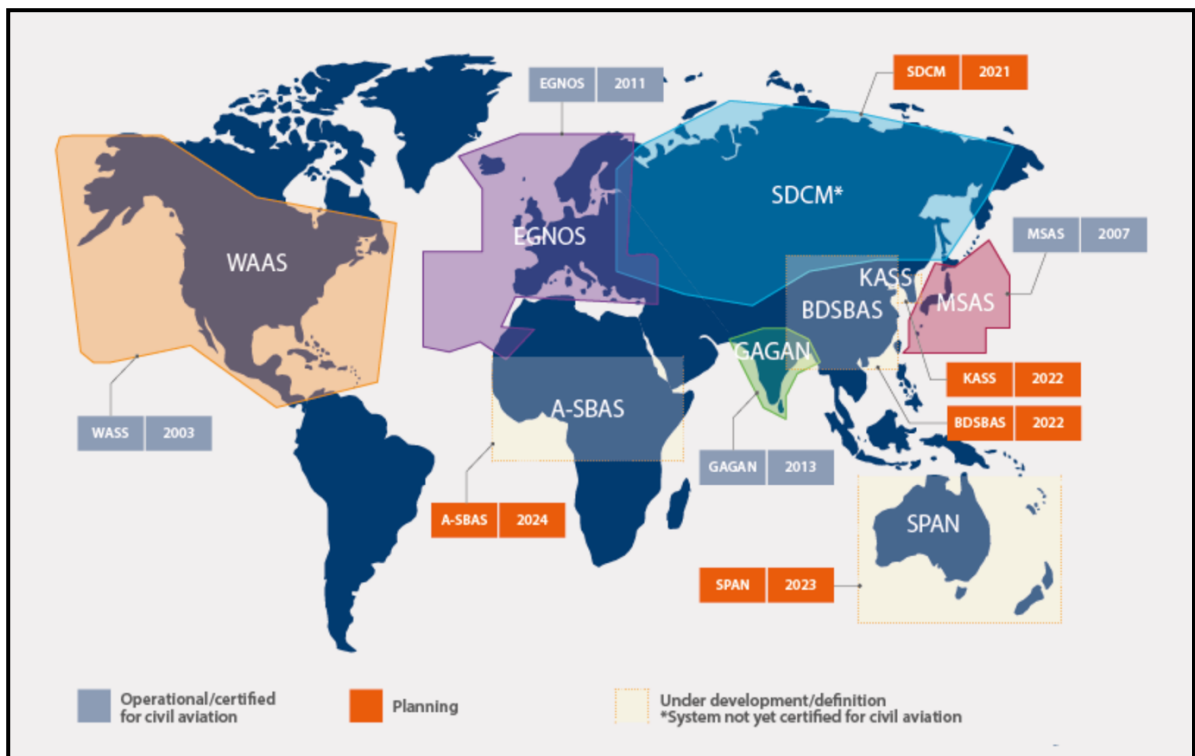


**Figura 4** – Estações de referência DGPS do Brasil

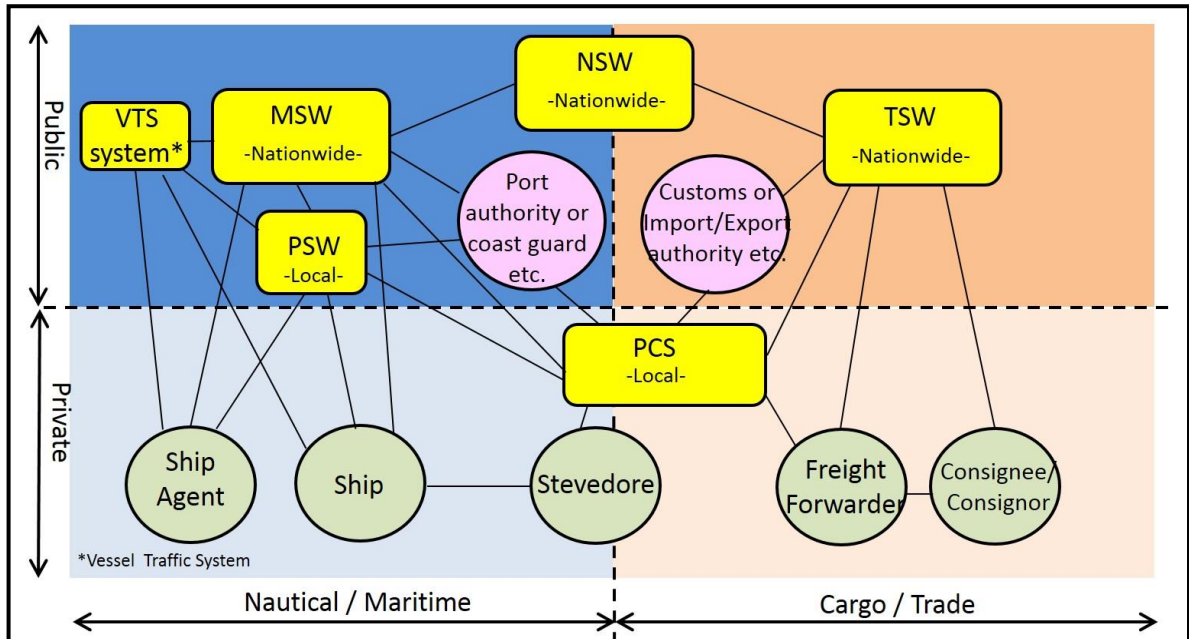
Fonte: Marinha do Brasil, 2020, p. 9-14.



**Figura 5 -** Arquitetura conceitual para PNT marítimo resiliente  
**Fonte:** Shaw; Williams, 2020, p. 57.



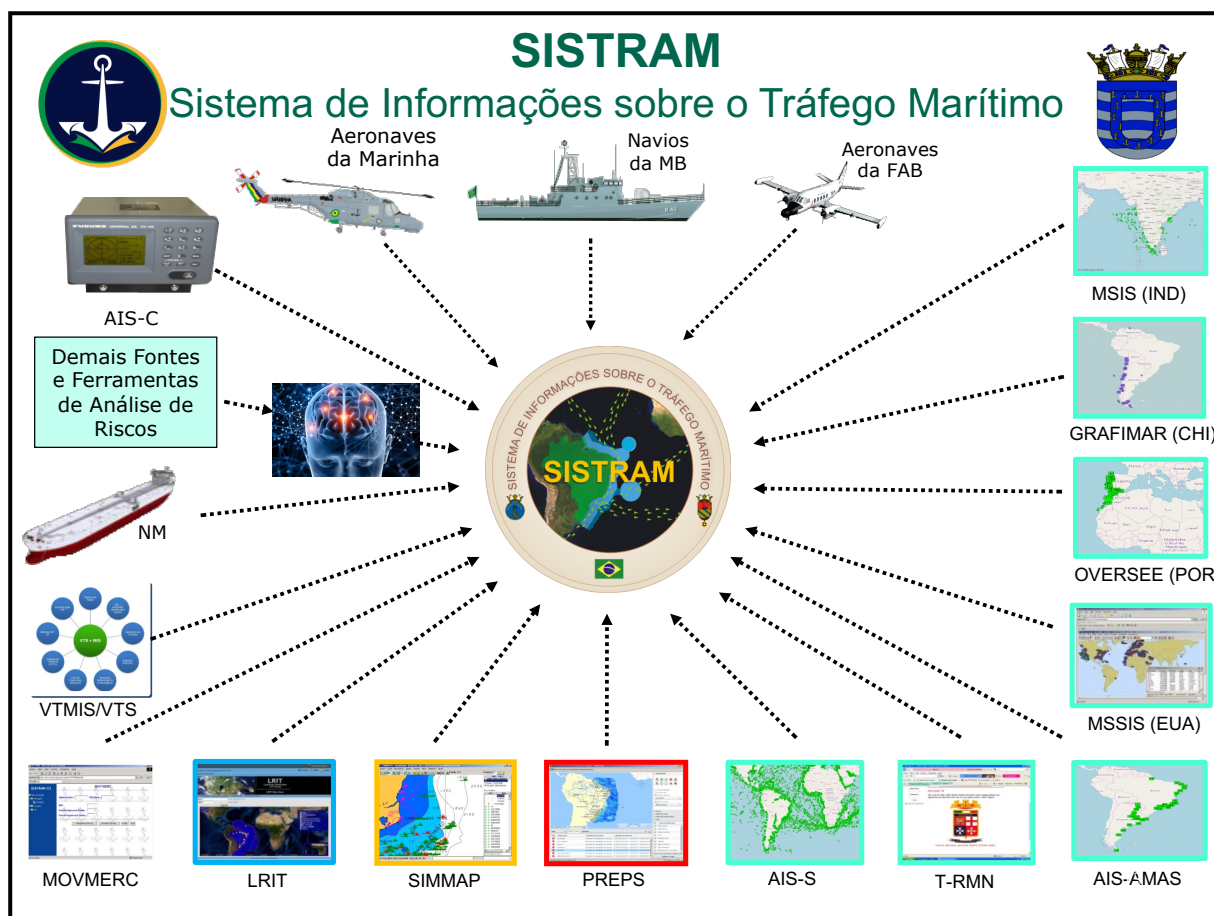
**Figura 6 –** Sistemas de aumento de posição satelital no mundo  
**Fonte:** WHAT IS SBAS? 2021.



**Figura 7** - Exemplos de janela única e relacionamento de sistemas associados  
**Fonte:** International Maritime Organization, 2019, anexo, p. 8.

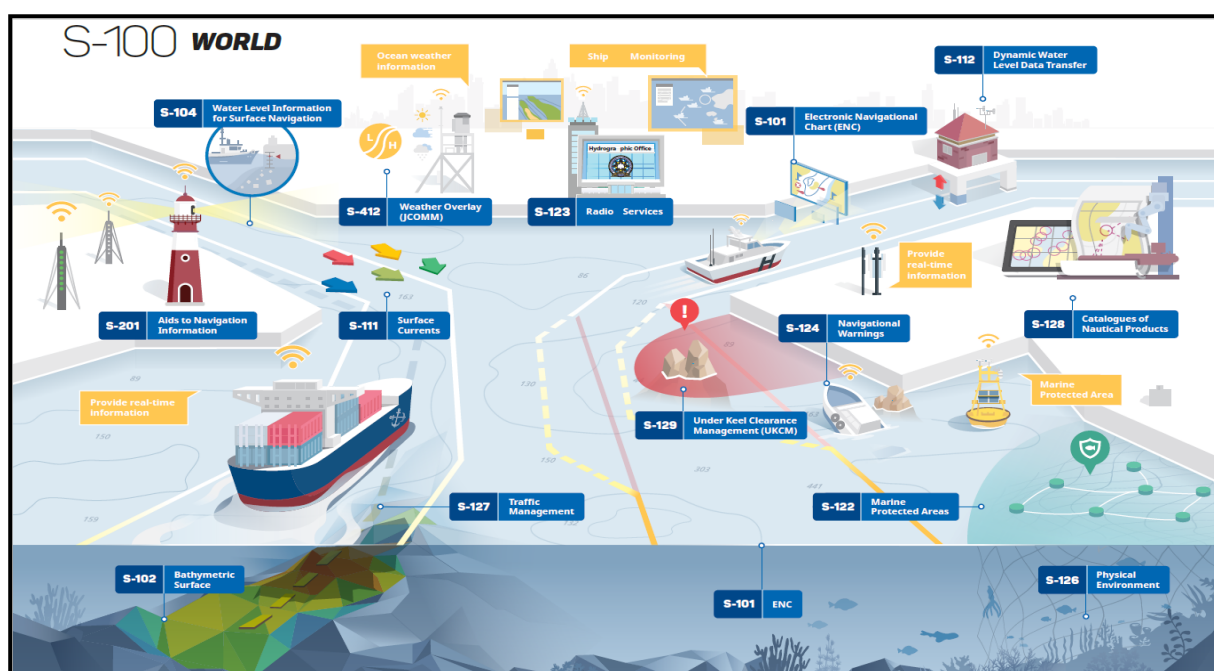


**Figura 8** – Arquitetura do Porto Sem Papel  
**Fonte:** Silva, 2016, slide 10.



**Figura 9** – Arquitetura do SISTRAM

Fonte: Informação verbal, por ocasião de palestra ministrada pelo Diretor do CISMAR.



**Figura 10** – Família S-100 da *International Hydrographic Organization*

Fonte: International Hydrographic Organization, 2017c.

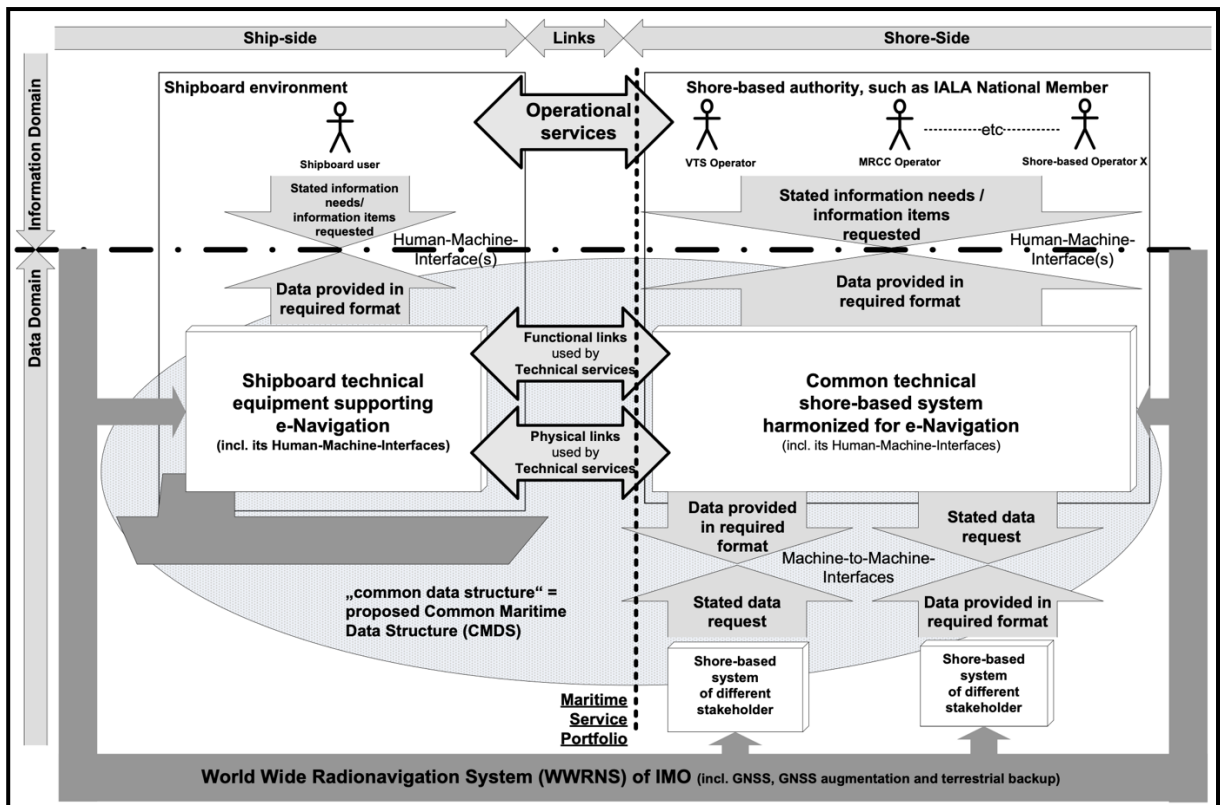


Figura 11 – Arquitetura de amplo espectro do e-Navigation  
 Fonte: International Maritime Organization, 2018, anexo, p. 23.

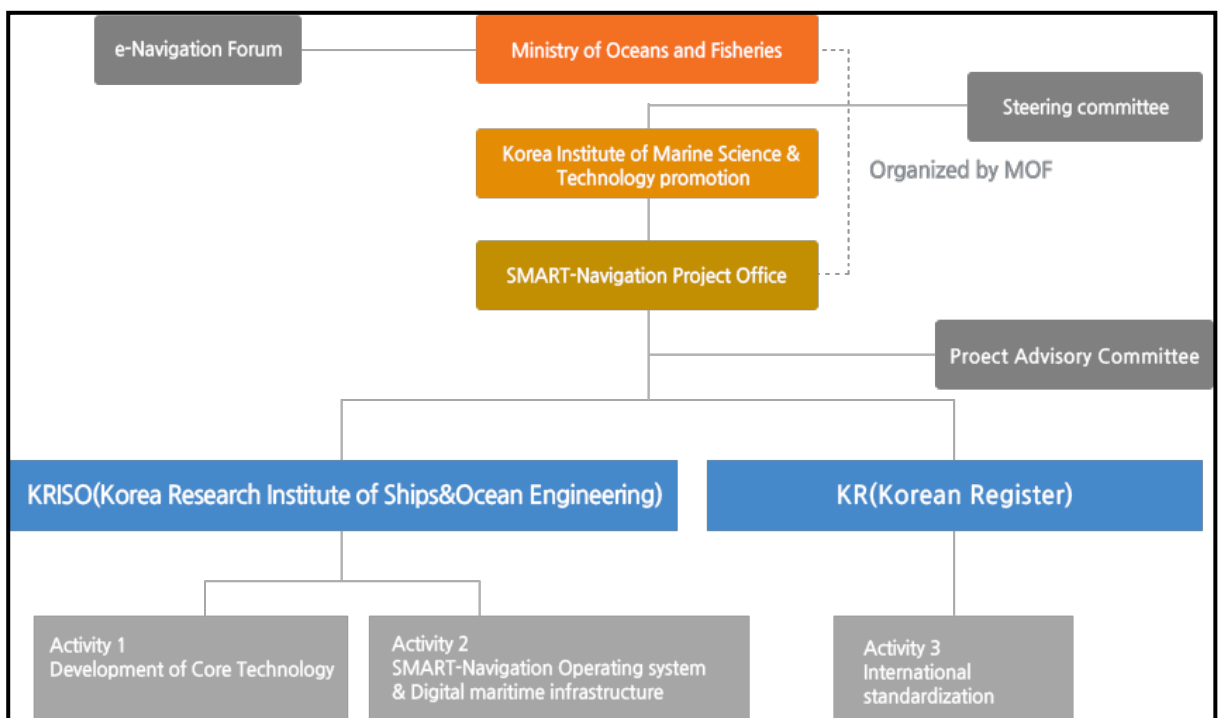
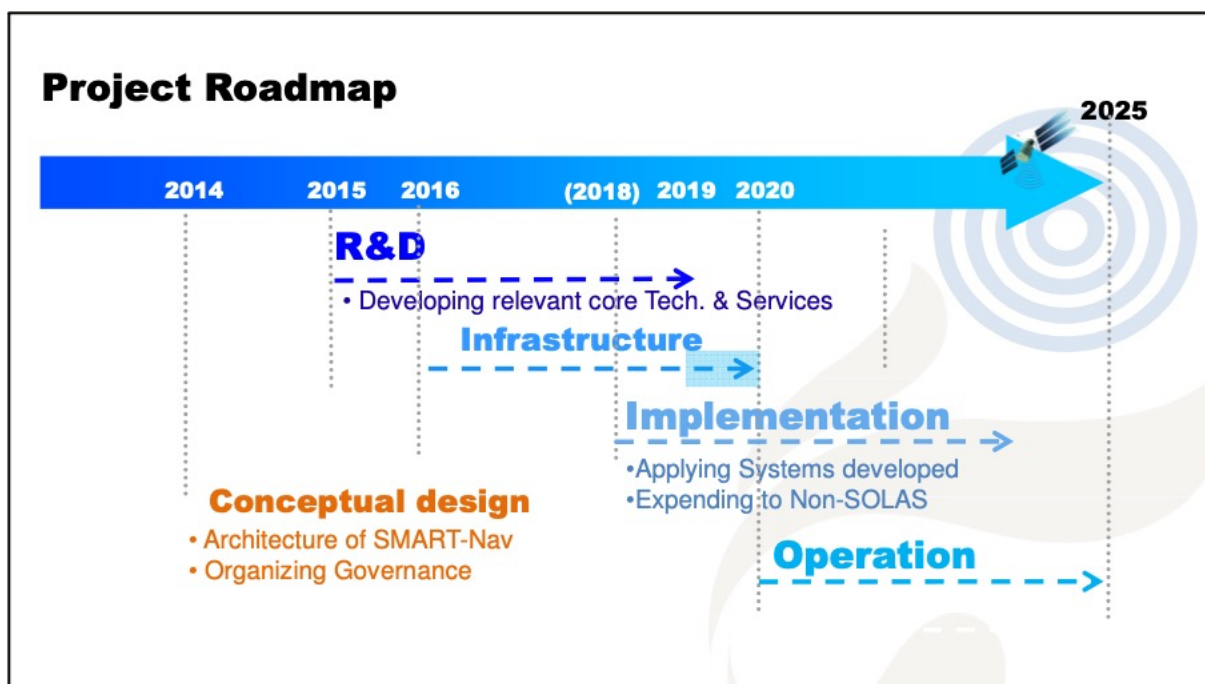
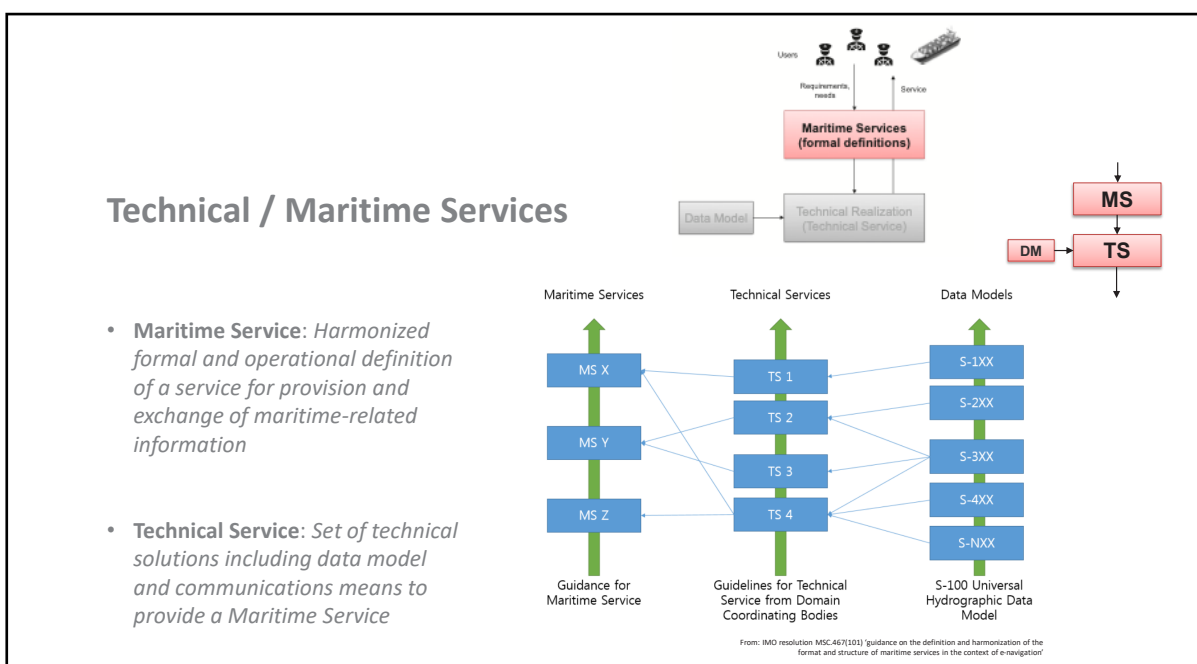


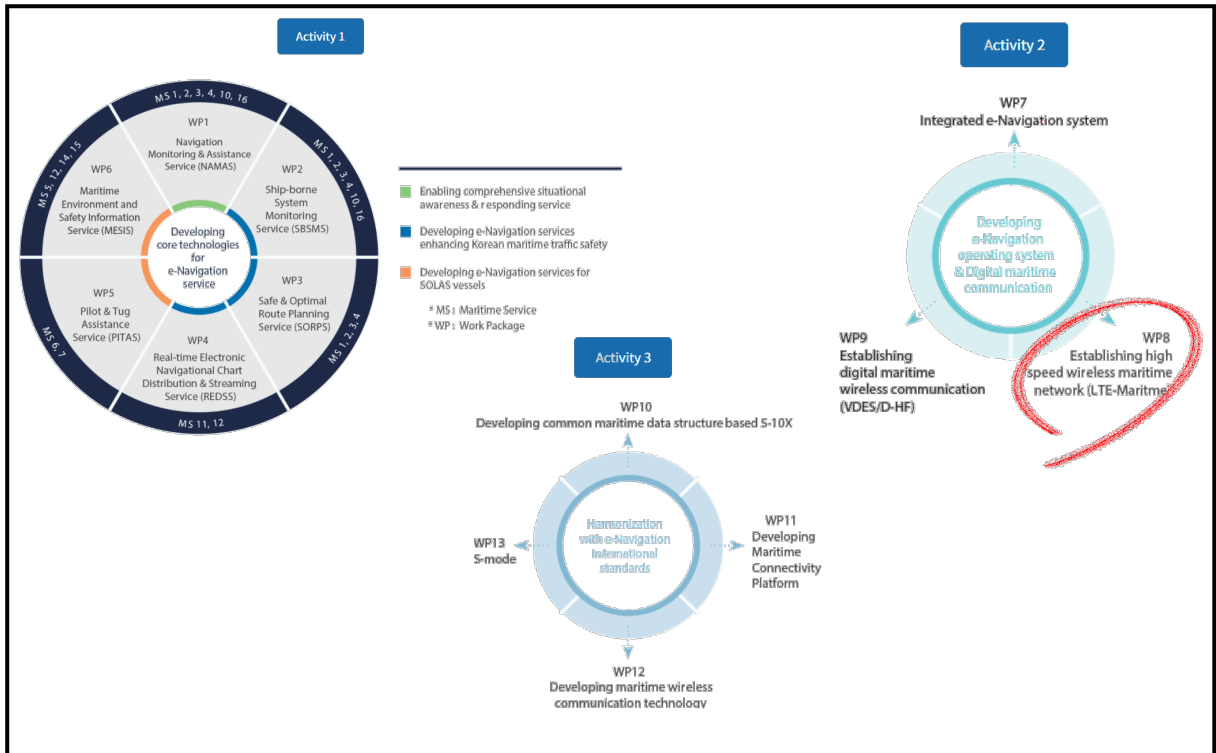
Figura 12 – Estrutura Organizacional do Projeto SMART-Navigation  
 Fonte: KRISO, 2021.



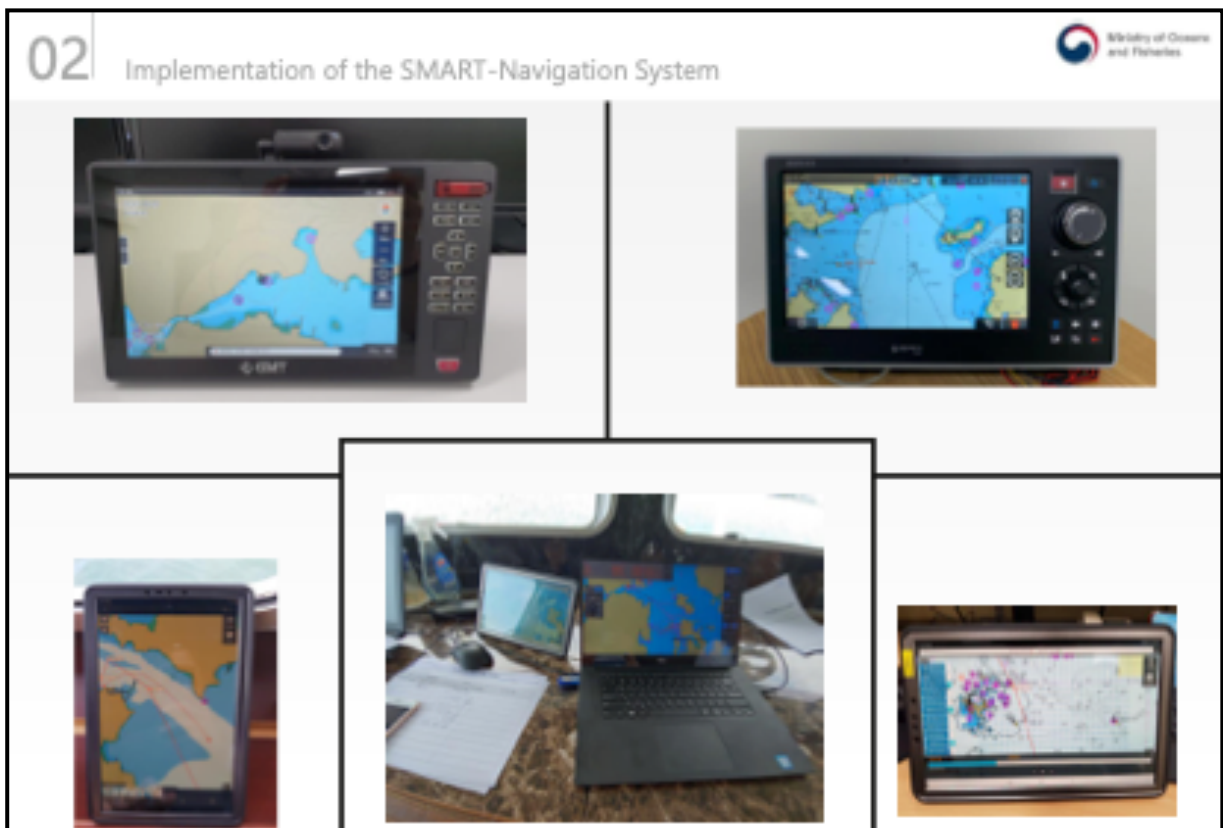
**Figura 13** – SMART-Navigation Roadmap  
**Fonte:** SONG, 2015, slide 27.



**Figura 14** – Relação entre Serviços Técnicos e Serviços Marítimos  
**Fonte:** HAHN, 2020, p. 55 e 56.



**Figura 15** – Atividades do Projeto SMART-Navigation  
**Fonte:** SHIM, 2020, p. 64.



**Figura 16** – Dispositivos empregados a bordo para utilização do SMART-Navigation  
**Fonte:** LEE, 2020, p. 27.

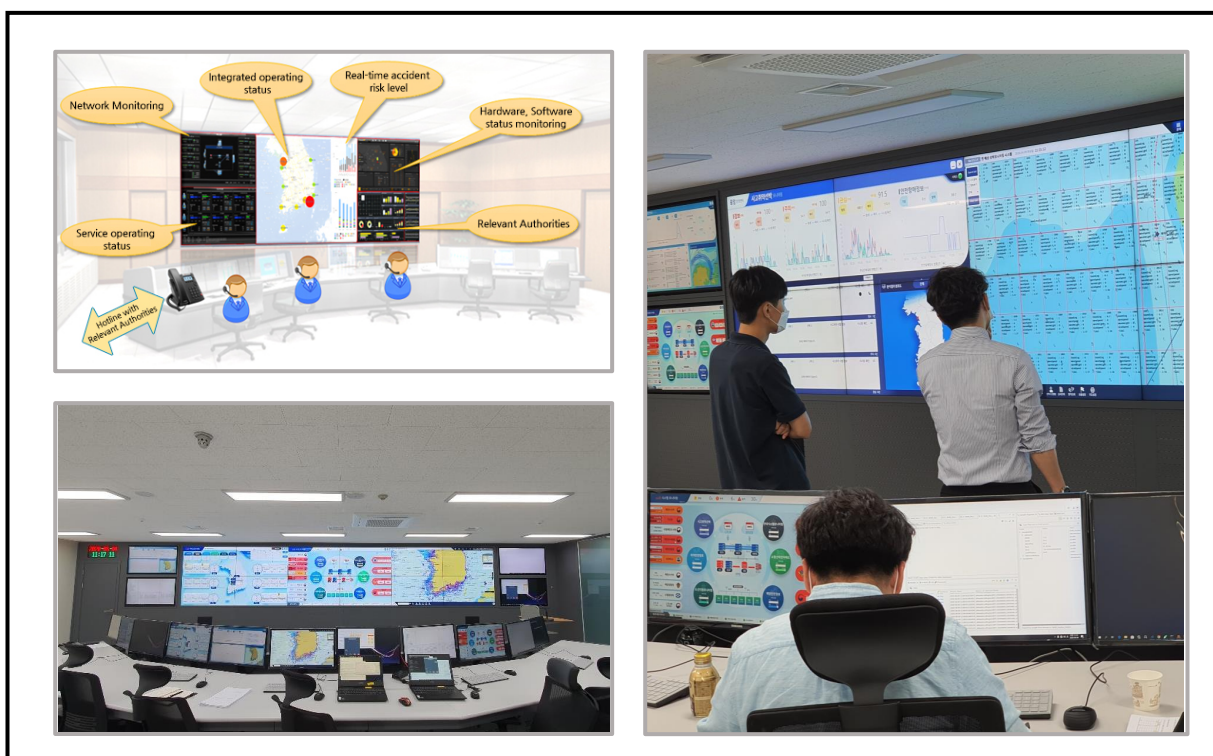


Figura 17 – Centro de Operação do SMART-Navigation

Fontes: figura do autor com base em KRISO, 2021<sup>253</sup> e LEE, 2020, p. 28.

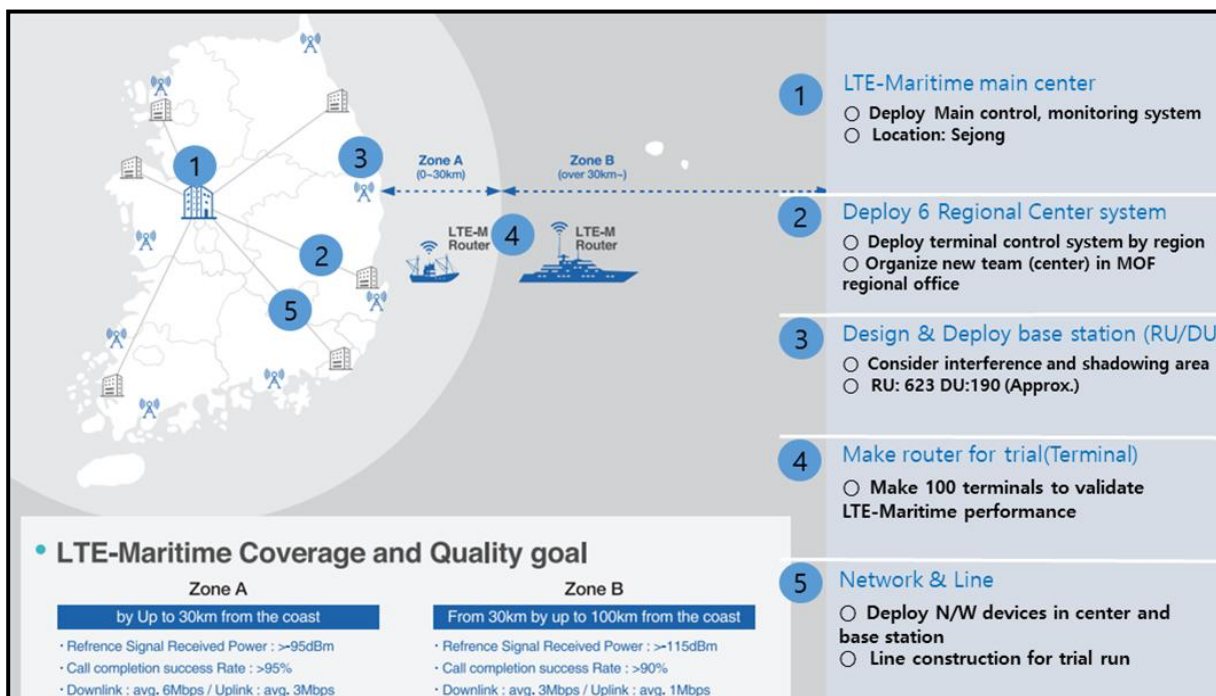


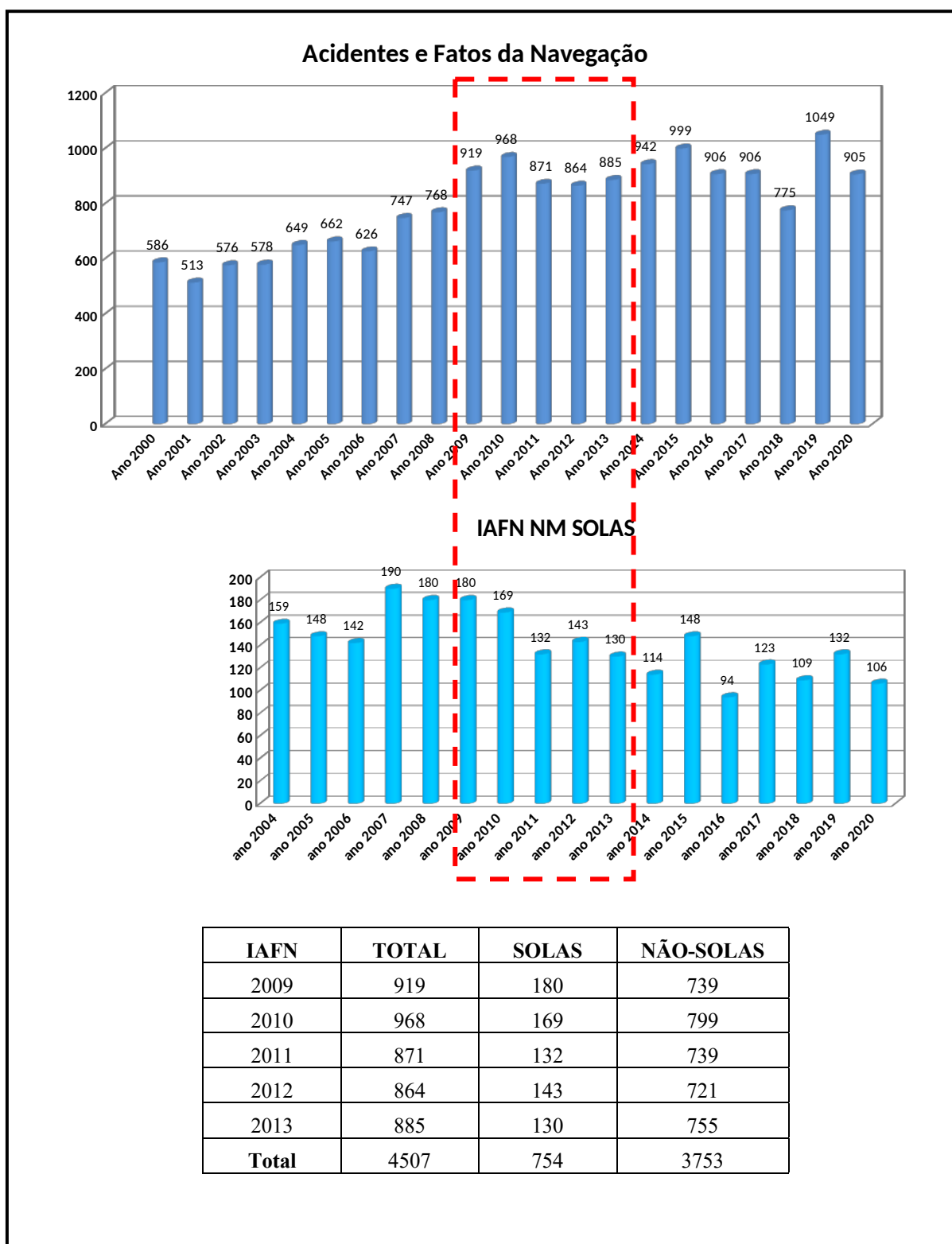
Figura 18 – Configuração da Rede LTE-Marítima

Fonte: KRISO, 2021<sup>254</sup>.

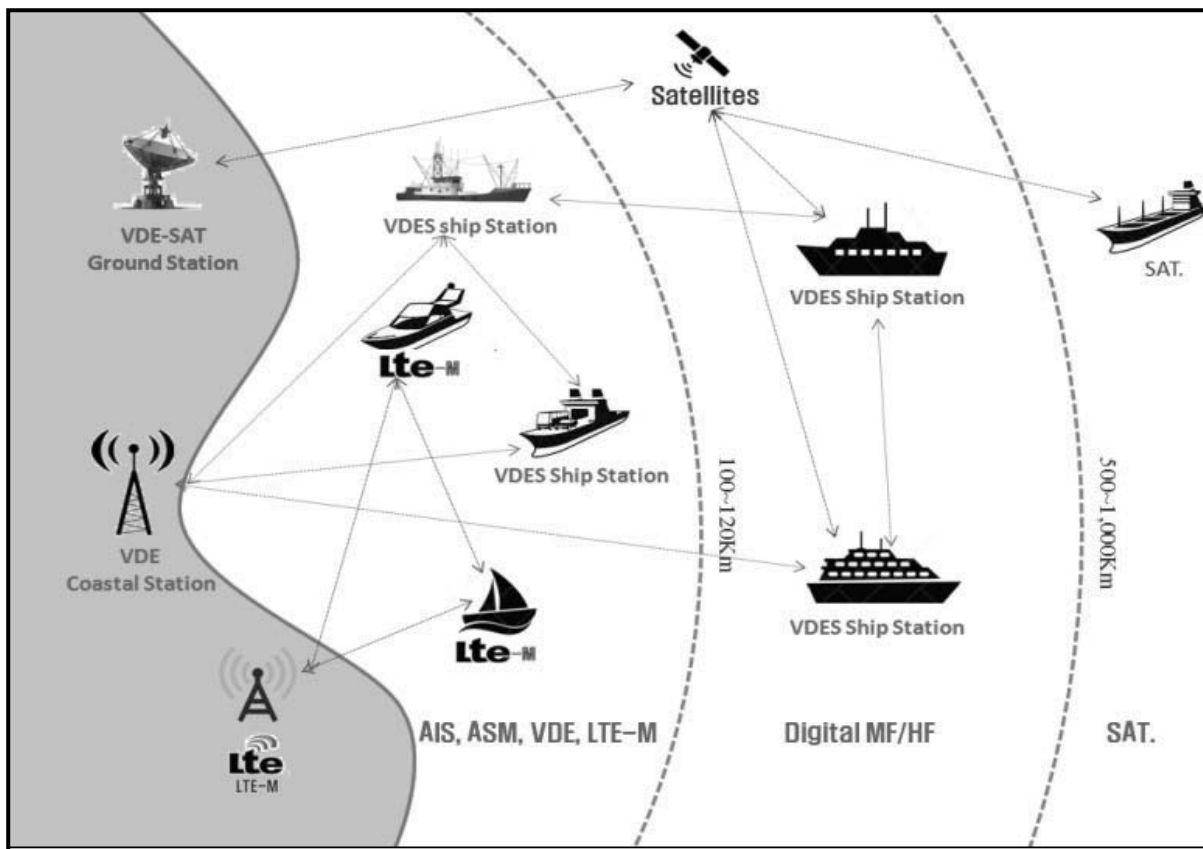
<sup>253</sup> [https://www.smartnav.org/eng/html/Research\\_New/wp07.php](https://www.smartnav.org/eng/html/Research_New/wp07.php).

<sup>254</sup> [https://www.smartnav.org/eng/html/Research\\_New/wp08.php](https://www.smartnav.org/eng/html/Research_New/wp08.php).



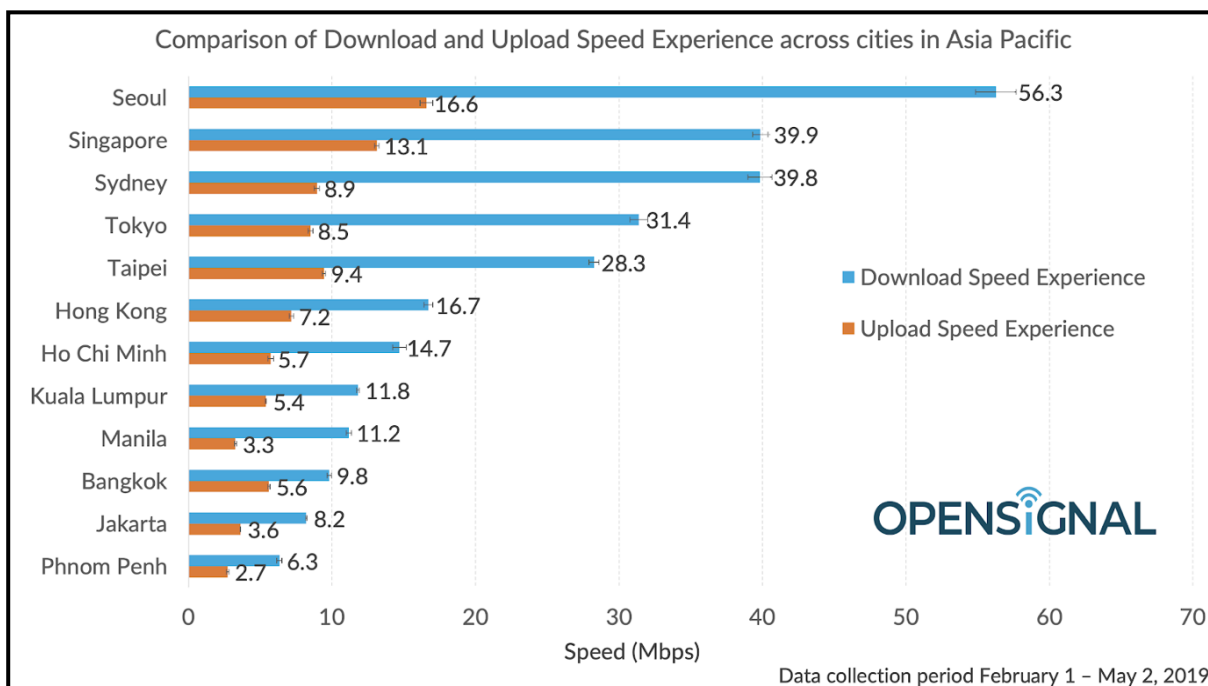


**Figura 19** – Inquéritos Administrativos sobre Acidentes e Fatos da Navegação  
**Fonte:** MB, 2021c, p. 1 e 34.



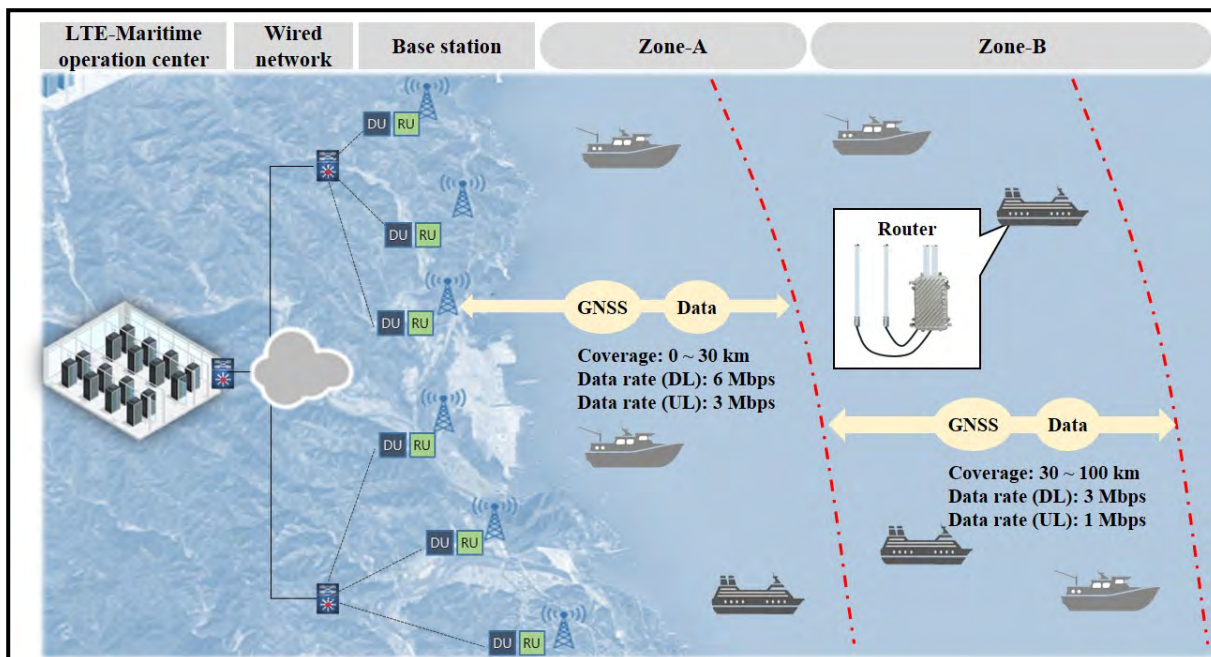
**Figura 20** – Sistema de Comunicação do e-Navigation

Fonte: AN, 2016, p.18.

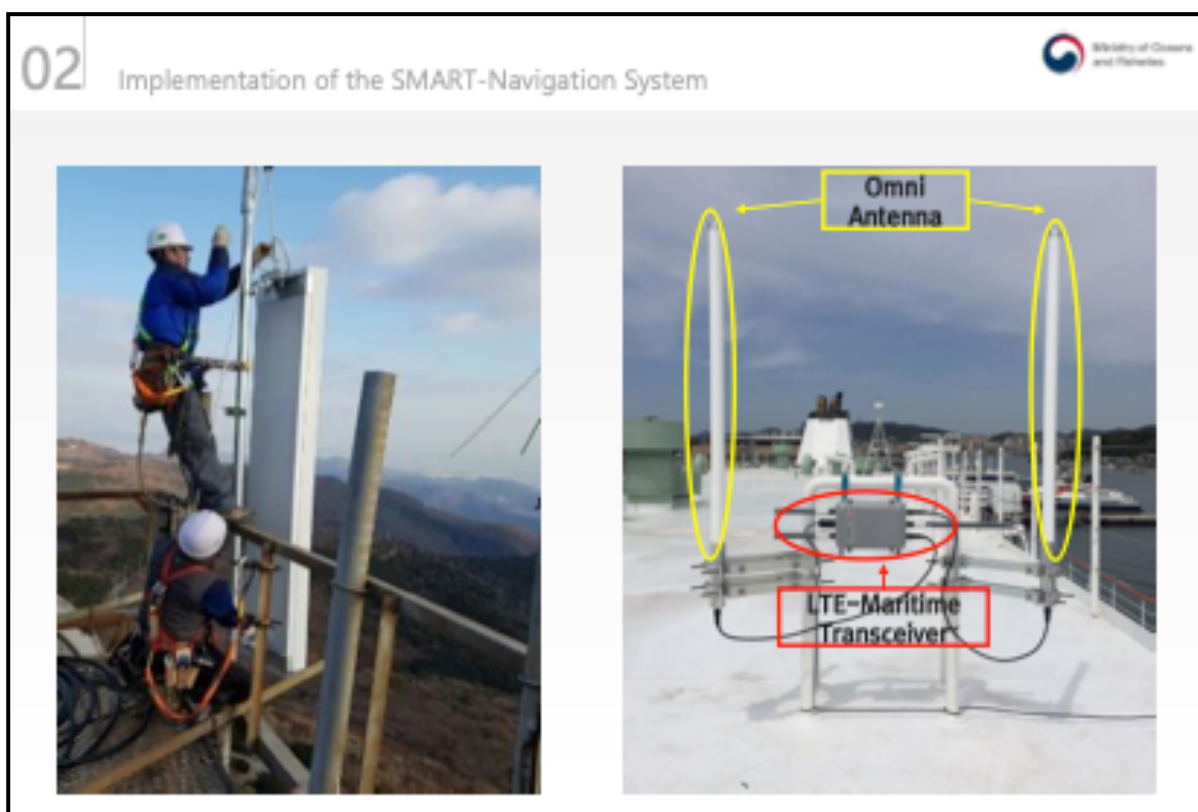


**Figura 21** – Desempenho das redes 4G-LTE nas cidades da região Ásia-Pacífico

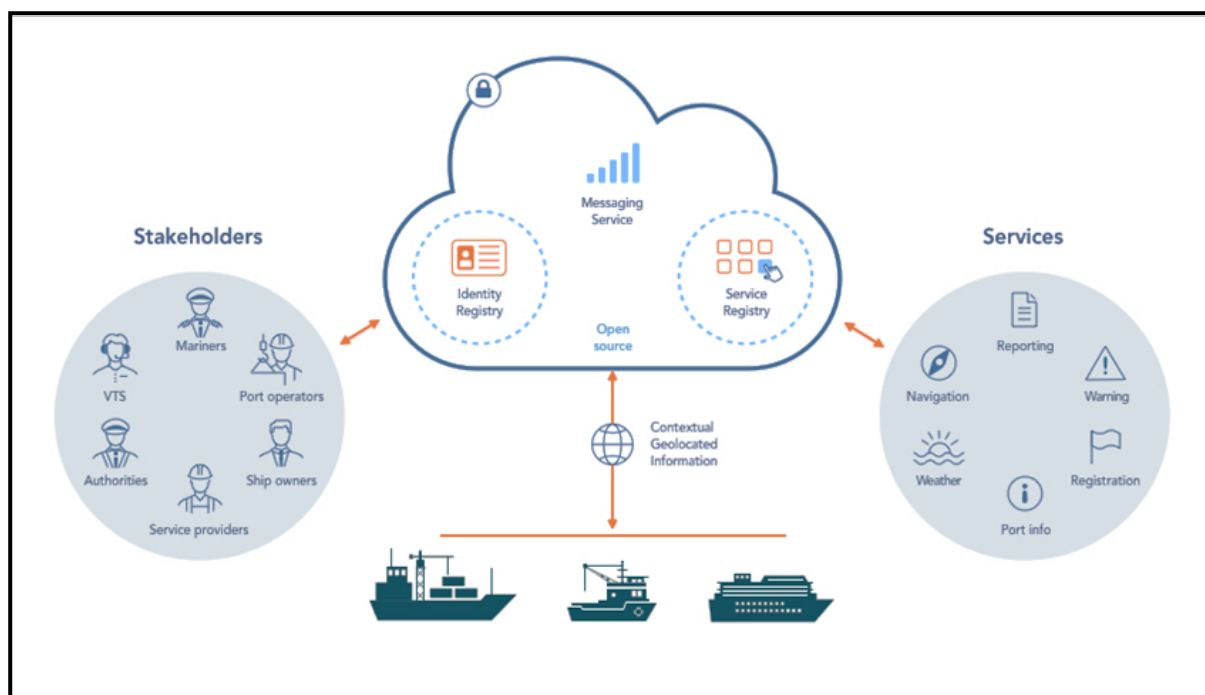
Fonte: FOGG, 2021.



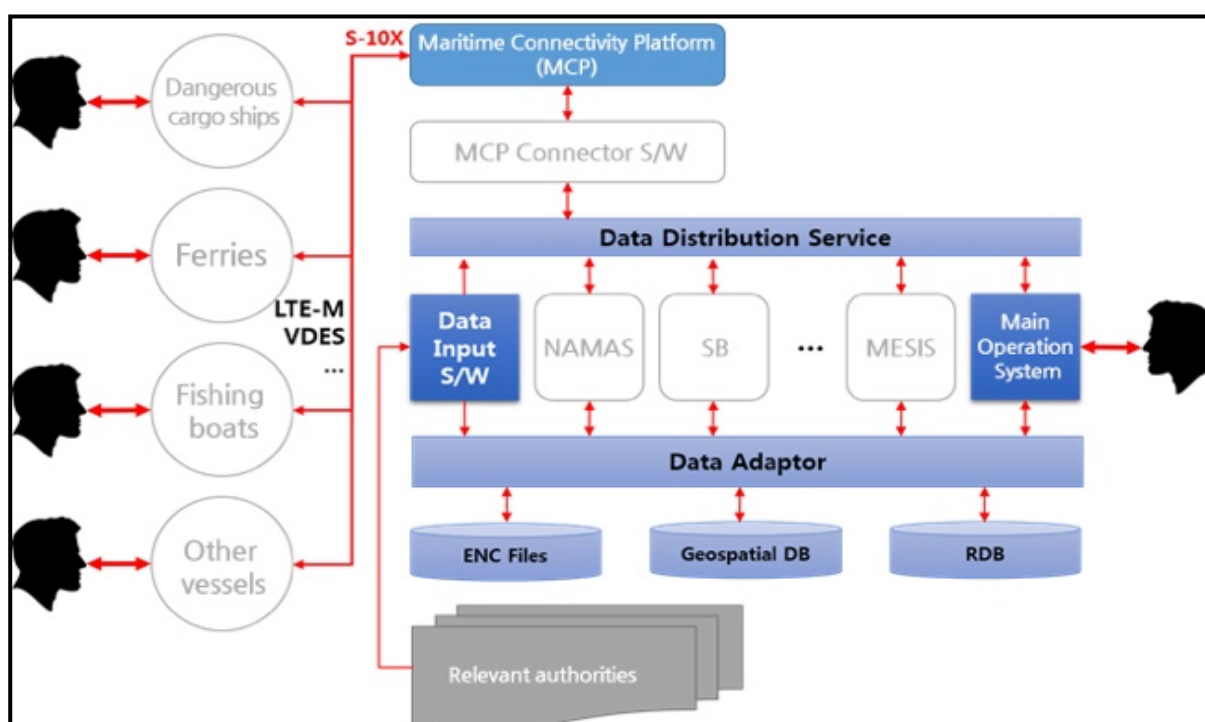
**Figura 22** – Arquitetura do Sistema de Comunicação Digital Marítima LTE-Marítima  
**Fonte:** LEE, 2020, p. 23.



**Figura 23** – Infraestrutura de LTE-Marítima em terra (a esquerda) e a bordo (direita)  
**Fonte:** LEE, 2020, p. 23.



**Figura 24** – Conceito da Plataforma de Conectividade Marítima  
**Fonte:** MARITIME..., 2021, p.4.



**Figura 25** – Arquitetura geral do SMART-Navigation  
**Fonte:** KRISO, 2021<sup>255</sup>.

<sup>255</sup> [https://www.smartnav.org/eng/html/Research\\_New/wp07.php](https://www.smartnav.org/eng/html/Research_New/wp07.php).

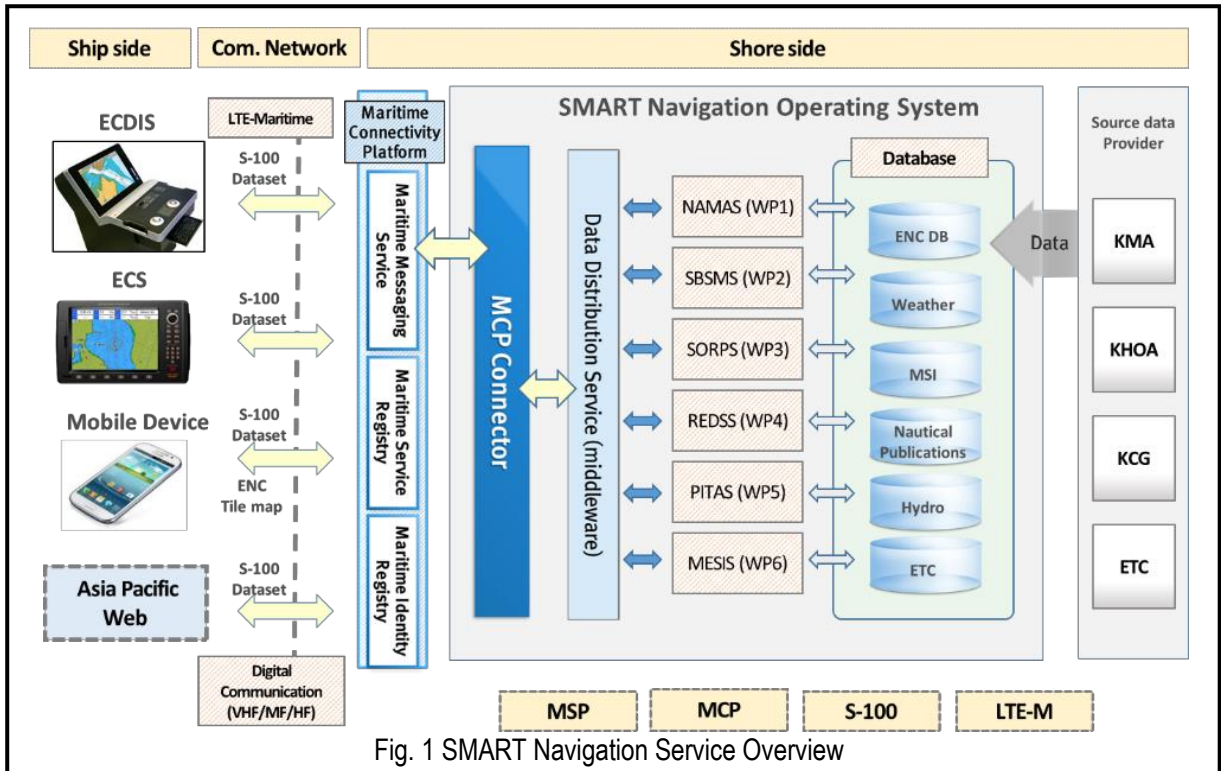


Fig. 1 SMART Navigation Service Overview

Figura 26 – Diagrama geral dos serviços do SMART-Navigation  
 Fonte: International Hydrographic Organization, 2017a.

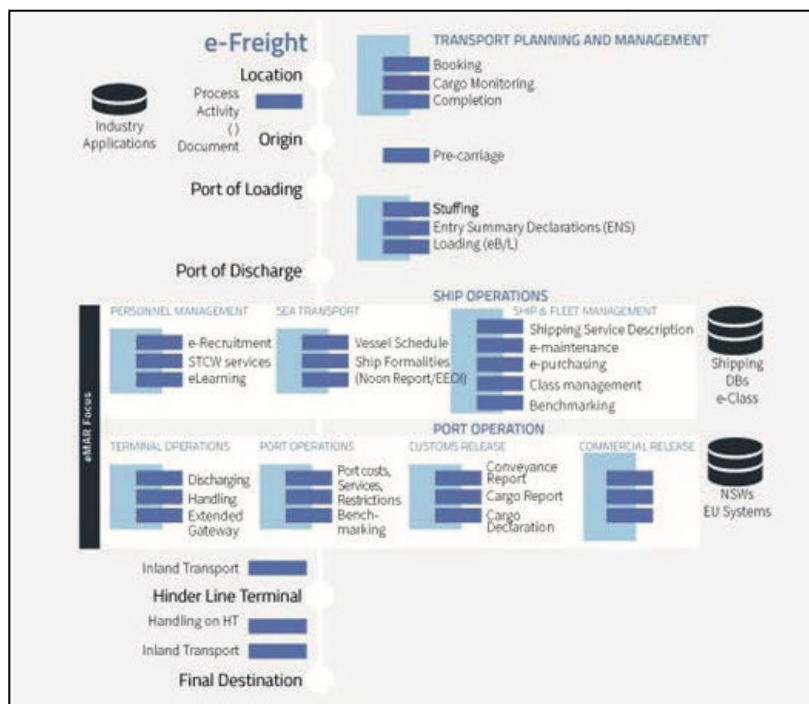
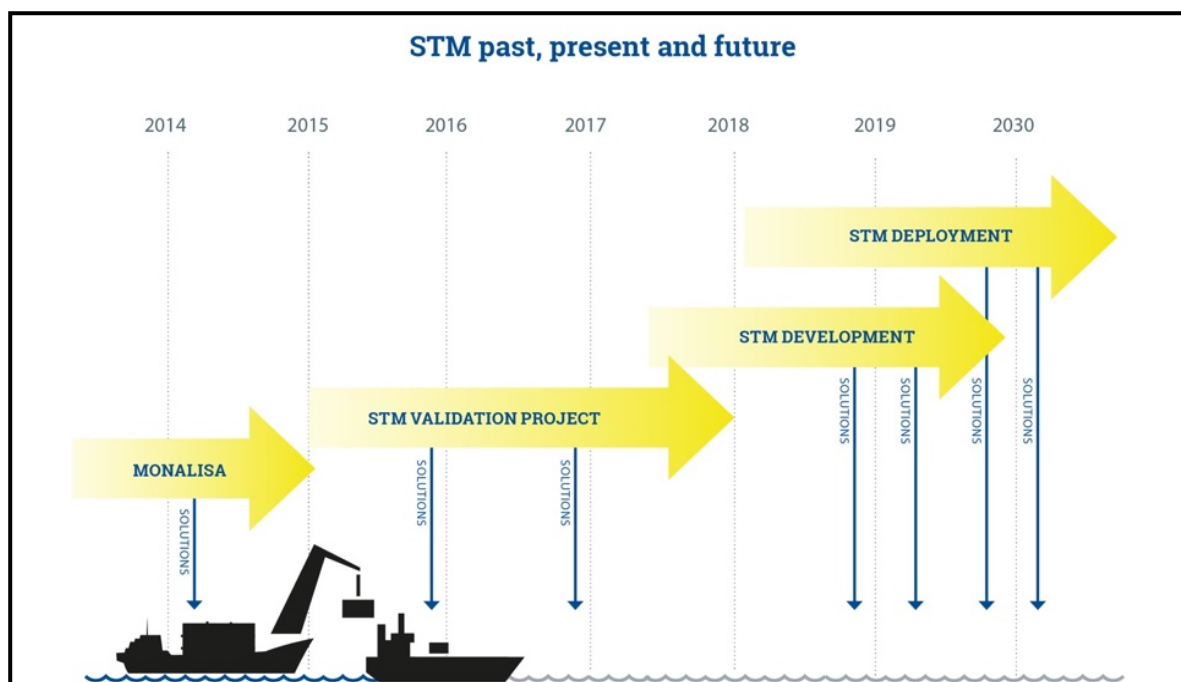
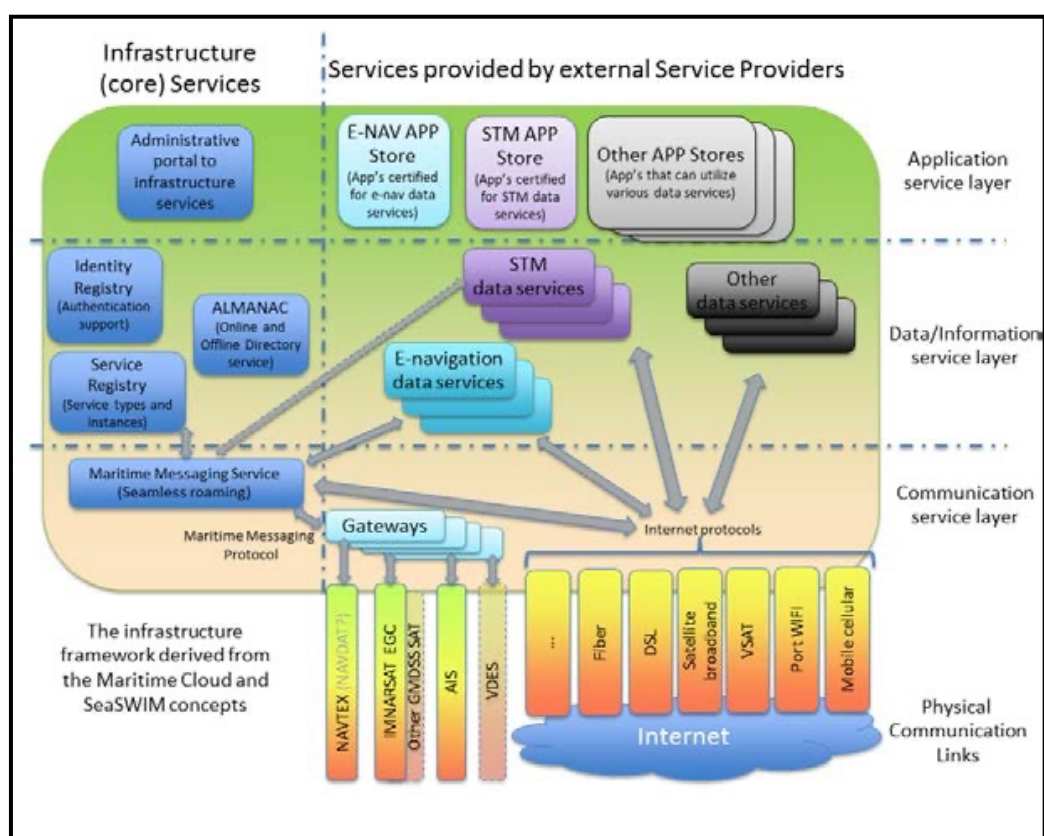


Figura 27 – e-Maritime Strategic Framework  
 Fonte: MORRALL, 2016, p. 148.

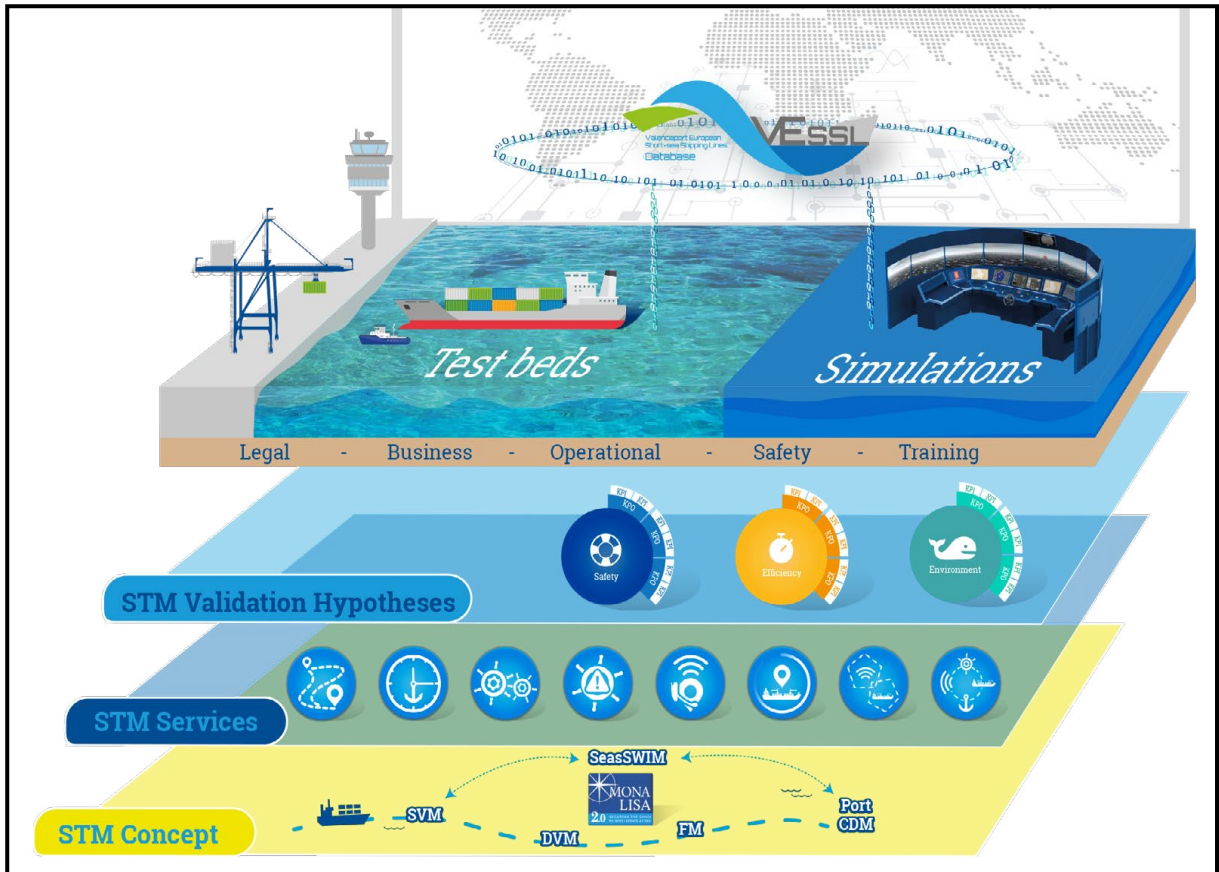


**Figura 28** – Linha do tempo do programa STM  
**Fonte:** SEA TRAFFIC MANAGEMENT, 2021<sup>256</sup>.

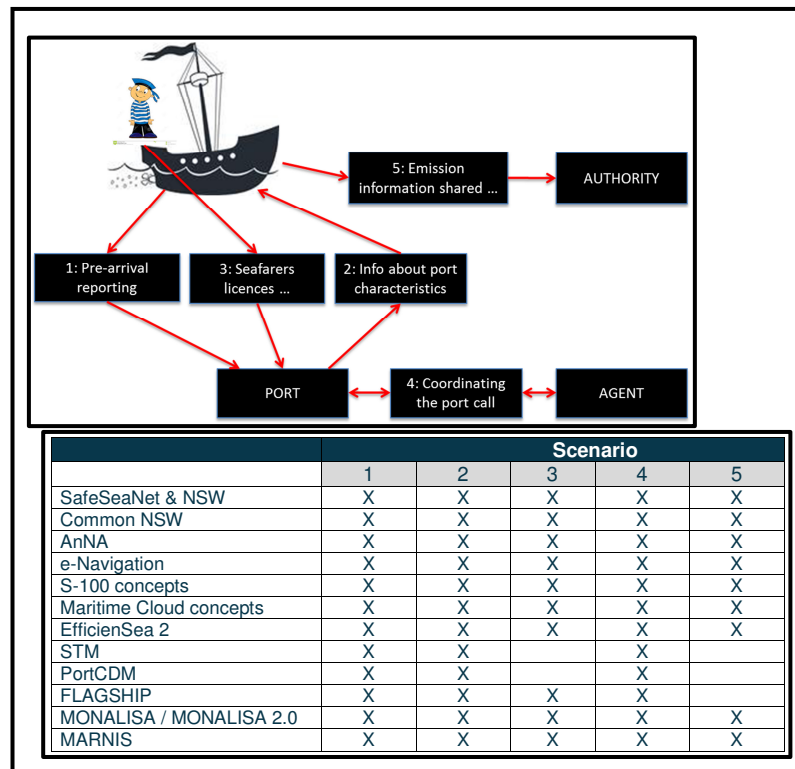


**Figura 29** – Concepção da infraestrutura digital por camadas do setor marítimo  
**Fonte:** LIND, [201?], p. 293.

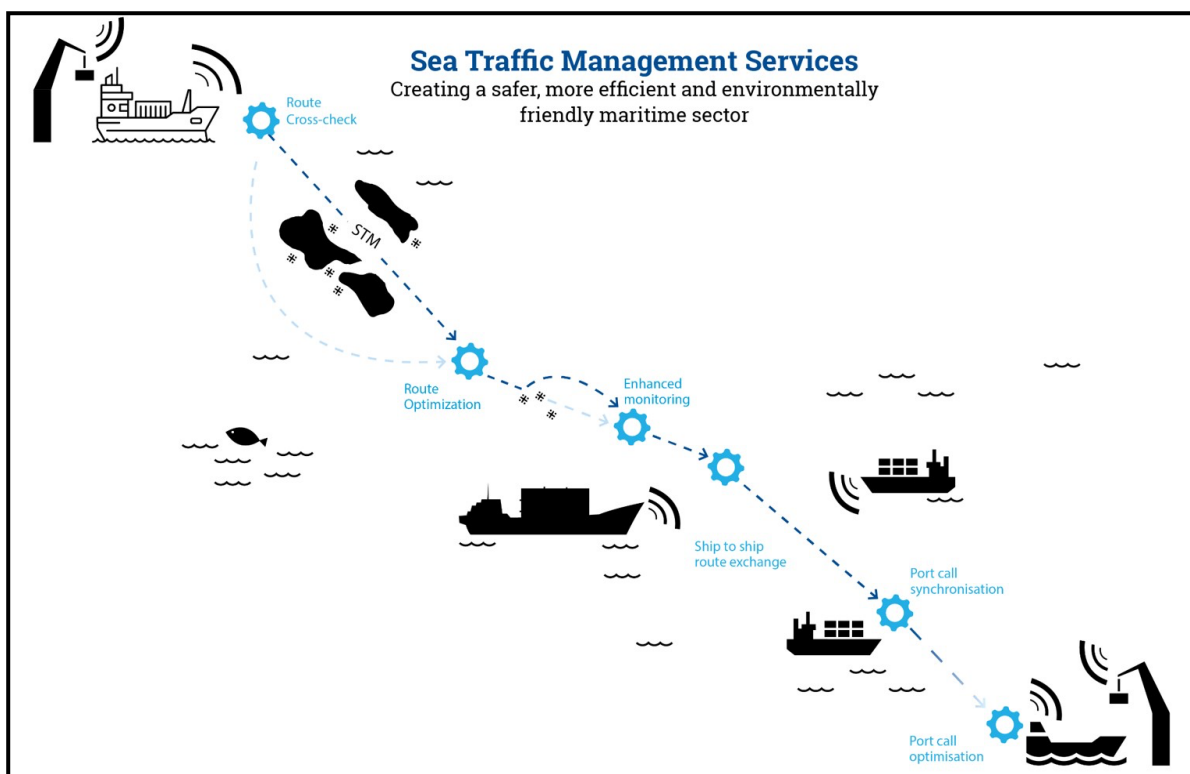
<sup>256</sup> <https://www.seatrafficmanagement.info/press-room/>.



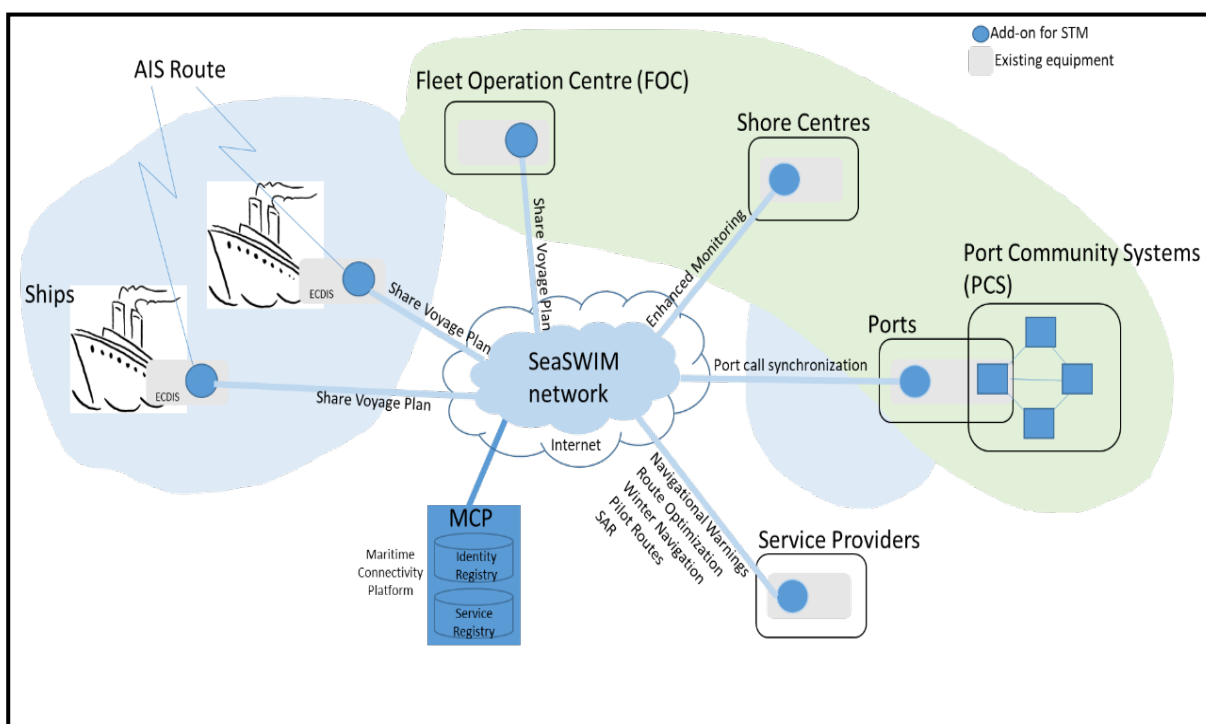
**Figura 30** – Arquitetura do STM  
 Fonte: SEA TRAFFIC MANAGEMENT, [2018], p. 70.



**Figura 31** – Visão geral dos tipos de projetos de janelas únicas e cenários-cliente  
 Fonte: JUHL, 2016, p. 27 e 30.



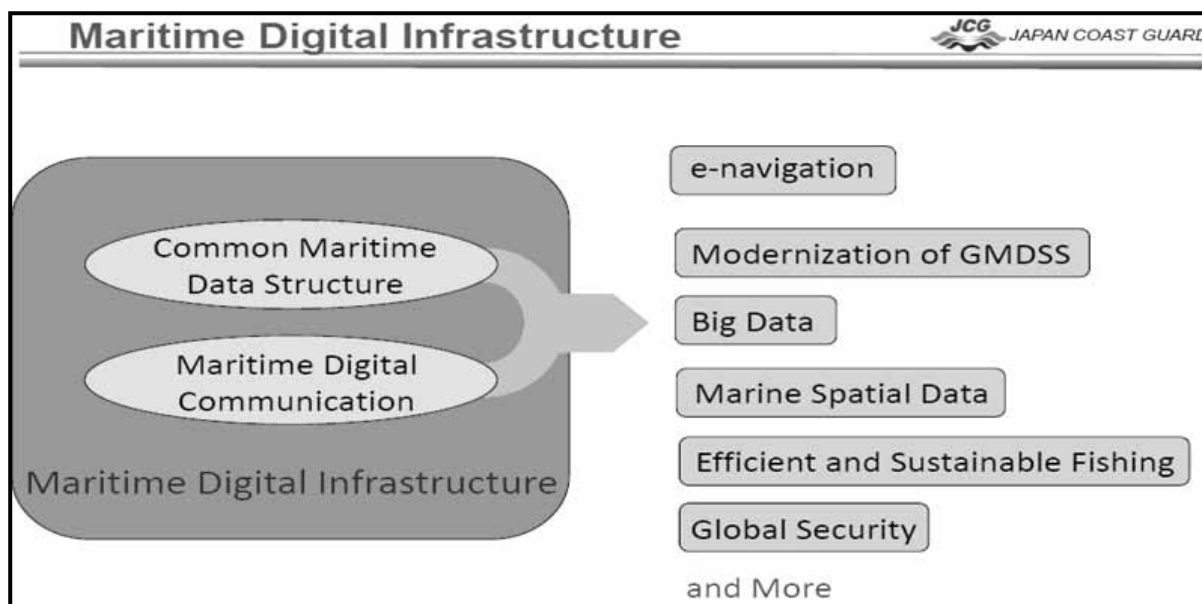
**Figura 32** – Serviços Marítimos de gerenciamento de viagem do STM  
Fonte: SEA TRAFFIC MANAGEMENT, 2021<sup>257</sup>.



**Figura 33** – Arquitetura do STM  
Fonte: SEA TRAFFIC MANAGEMENT, [2018], p. 16.

<sup>257</sup> <https://www.seatraficmanagement.info/press-room/>.





**Figura 34** – Conceito da infraestrutura digital marítima da Guarda Costeira Japonesa

**Fonte:** NOGOCHI<sup>258</sup> (2016, *apud* HAGEN, 2017, p. 182).

<sup>258</sup> NOGUCHI, H. *e-Navigation and Maritime Digital Infrastructure*. [S.l.: s.n.], 2016.

## ANEXO F - TABELAS

Tabela 1 - Estrutura Comum de Dados Marítimos (IHO)

<b>Especificação de produtos do OHI baseados no padrão S-100 (S-101 a S-199)</b>	
S-101	<i>Electronic Navigational Chart (ENC)</i>
S-102	<i>Bathymetric Surface</i>
S-103	<i>Sub-surface Navigation</i>
S-104	<i>Water Level Information for Surface Navigation</i>
S-111	<i>Surface Currents</i>
S-112	<i>Open<sup>259</sup>. See decision HSSC9/38<sup>260</sup></i>
S-121	<i>Maritime Limits and Boundaries</i>
S-122	<i>Marine Protected Areas</i>
S-123	<i>Marine Radio Services</i>
S-124	<i>Navigational Warnings</i>
S-125	<i>Marine Navigational Services</i>
S-126	<i>Marine Physical Environment</i>
S-127	<i>Marine Traffic Management</i>
S-128	<i>Catalogue of Nautical Products</i>
S-129	<i>Under Keel Clearance Management (UKCM)</i>
S-130	<i>Polygonal Demarcations of Global Sea Areas</i>
S-131	<i>Marine Harbour Infrastructure</i>
S-164	<i>IHO Test Data Sets for S-100 ECDIS</i>

**Fonte:** International Hydrographic Organization, 2017b, página inicial. Disponível em: <https://iho.int/en/s-100-universal-hydrographic-data-model>. Acesso em: 21 maio 2021

Tabela 2 - Estrutura Comum de Dados Marítimos (IALA)

<b><i>International Association of Lighthouse Authorities (IALA) (S-201 a S-299)</i></b>	
S-201	<i>Aids to Navigation Information</i>
S-210	<i>Inter-VTS Exchange Format</i>
S-211	<i>Port Call Message Format</i>
S-230	<i>Application Specific Messages</i>
S-240	<i>DGNSS Station Almanac</i>
S-245	<i>eLoran ASF Data</i>
S-246	<i>eLoran Station Almanac</i>
S-247	<i>Differential eLoran Reference Station Almanac</i>

**Fonte:** International Hydrographic Organization, 2017b, página inicial. Disponível em: <https://iho.int/en/s-100-universal-hydrographic-data-model>. Acesso em: 21 maio 2021

<sup>259</sup> Na versão anterior da estratégia do *e-Navigation*, o S-112 estava destinado ao – *Dynamic Water Level Data Transfer*, conforme pode ser visto na FIG. 8 e segundo Hagen (2017).

<sup>260</sup> O desenvolvimento da S-112 foi cancelado, pois a S-104 já incluiu a transferência de dados de maré em tempo real. (INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION, 2017a, p. 13).

Tabela 3 - Estrutura Comum de Dados Marítimos – demais organizações

<b><i>Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) (S-301 a S-399)</i></b> Não proposto ainda.	
<b><i>Inland ENC Harmonization Group (IEHG) (S-401 a S-402)</i></b>	
S-401	<i>IEHG Inland ENC</i>
S-402	<i>IEHG Bathymetric Inland ENC</i>
<b><i>Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology (S-411 a S412)</i></b>	
S-411	<i>JCOMM Ice Information</i>
S-412	<i>JCOMM Weather Overlay</i>
S-413	<i>Weather and Wave Conditions</i>
S-414	<i>Weather and Wave Observations</i>
<b><i>International Electrotechnical Commission (IEC) (S-421 a S-430)</i></b>	
S-421	<i>Route Plan</i>
<b><i>NATO Geospatial Maritime Working Group (GMWG) (S-501 to 525)</i></b>	

**Fonte:** International Hydrographic Organization, 2017b, página inicial. Disponível em: <https://iho.int/en/s-100-universal-hydrographic-data-model>. Acesso em: 21 maio 2021.

Tabela 4 - Portfólio de Serviços Marítimos

#	SERVIÇO MARÍTIMO (SM)	COORD.	PROVEDOR RESPONSÁVEL
1	Serviço de Informações VTS INS	IALA	Autoridade VTS
2	Serviço de Assistência à Navegação (NAS)	IALA	Autoridade VTS
3	Serviço de Organização do Tráfego (TOS)	IALA	Autoridade VTS
4	Serviço de porto local	IHMA <sup>261</sup>	Autoridade Portuária Local
5	Serviço de Informações de Segurança	OHI	Autoridade Nacional Competente
6	Serviço de praticagem	IMPA <sup>262</sup>	Serviço de praticagem
7	Serviço de rebocadores	A ser discutido	Serviço de rebocadores
8	Relatórios navio-terra	A ser discutido	Autoridade Nacional Competente e provedores
9	Serviço de telemedicina	A ser discutido	Organização de saúde nacional ou dedicada
10	Serviço de Assistência Marítima (MAS) <sup>263</sup>	A ser discutido	Organização/Autoridade Costeira/Portuária
11	Serviço de Cartas Náuticas	OHI	Serviço Hidrográfico Nacional
12	Serviço de Publicações Náuticas	OHI	Serviço Hidrográfico Nacional
13	Serviço de Navegação no Gelo	WMO	Organização/Autoridade Nacional Competente
14	Serviço de Informação Meteorológicas	WMO	Instituição/Autoridade Meteorológica Nacional
15	Serviço de Informações Hidrográficas e Informações Ambientais em tempo real	OHI	Instituição/Autoridade Meteorológica Nacional
16	Serviço de Busca e Salvamento	A ser discutido	Autoridade SAR

**Fonte:** elaborado pelo Autor, 2021, com base em IMO (2018).

<sup>261</sup> IHMA: *International Harbour Masters' Association*. (Nota nossa).

<sup>262</sup> IMPA: *International Maritime Pilot's Association*.

<sup>263</sup> MAS: *Maritime Assistance Service*, conforme previsto na Resolução IMO A.950(23). (Nota nossa).

Tabela 5 - Atividades e Serviços do Projeto SMART-Navigation

Activity 1	Developing core technologies for e-Navigation service	Enabling comprehensive situational awareness & responding service	WP1	SV1-Navigation Monitoring & Assistance Service (NAMAS)	Vulnerable vessels	LTE-Maritime VDES	MS1 / MS2 / MS3 / MS4 / MS10 / MS16
		Developing e-Navigation services enhancing Korean maritime traffic safety	WP2	SV2-Ship-borne System Monitoring Service (SBSMS)	Korean passenger ship (Domestic/International) Upon request	LTE-Maritime VDES/SAT	
			WP3	SV3-Safe & Optimal Route Planning Service (SORPS)	Korean passenger ship (Domestic/International) Upon request	LTE-Maritime VDES/SAT	
			WP4	SV4-Real-time Electronic Navigational chart Distribution & Streaming Service (REDSS)	Domestic Coastal vessel	LTE-Maritime	
			WP5	SV5-1-Pilot & Tugs Assistance Service (PITAS)	Pilots and Tugs	LTE-Maritime	
		Developing e-Navigation services for SOLAS vessels	WP6	SV5-2-Maritime Environment and Safety Information Service (MESIS)	Upon request	LTE-Maritime VDES/SAT	
Activity 2	Developing e-Navigation operating system & Digital maritime communication	WP7	Integrated e-Navigation system				
		WP8	Establishing high speed wireless maritime network (LTE-Maritime)				
		WP9	Establishing digital maritime wireless communication (VDES/D-HF)				
Activity 3	Harmonization with e-Navigation international standards	WP10	Developing Maritime data standards (S-10X)				
		WP11	Developing Maritime Connectivity Platform				
		WP12	Developing maritime wireless communication technology				
		WP13	S-mode				

Fonte: KRISO, 2021.

Tabela 6 - Efeitos potenciais de redução de acidentes pela implementação do SMART-Navigation em embarcações pesqueiras e não-SOLAS

(A) Categoria com tipo de embarcação, tipo de acidente e fator do acidente	(B) Total absoluto de acidentes por categoria	(C) Efeito na redução de acidentes (%) em relação ao total de acidentes*	(D) Total de acidentes reduzidos	(E) Efeito na redução de acidentes (%) em relação à QTD de acidentes por categoria (B)
NP; AN; NS; FH	338	5,5%	185	54,7%
NP; AN; NS; FE	11	0,1%	3	27,3%
NP; NN; NS; FH	119	1,9%	64	53,8%
NP; NN; NS; FT	27	0,4%	13	48,1%
NP; NN; NS; FE	3	0,1%	3	100,0%
EP; AN; FH	1155	18,8%	633	54,8%
EP; AN; FE	16	0,3%	10	62,5%
EP; NN; FH	740	12,0%	404	54,6%
EP; NN; FT	261	4,3%	145	55,6%
EP; NN; FE	11	0,2%	7	63,6%
Total por EP / NP+NS	<b>2681</b> (79,6% do total*)	<b>43,6%</b>	<b>1467</b> (43,6%)	<b>54,7%</b>

\* - Total de acidentes considerados: 3366

**LEGENDA:**  
 NP - Embarcações não pesqueiras / EP - Embarcação pesqueira / NS - Embarcação não-SOLAS  
 AN - Acidente de navegação / NN - Acidentes que não de navegação  
 FH - Fator humana / FT - Fator técnico / FE - fator externo

Fonte: Elaborada pelo autor, com base em: Baldauf e Hong (2016, tabela 3, p. 8-9).

Tabela 7 - Lista de organizações com identidade

Organization IDs	Date	Registering organization
urn:mrn:iala:	2017-07-30	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) <a href="http://www.iala-aism.org">http://www.iala-aism.org</a>
urn:mrn:iho:	2018-04-04	International Hydrographic Organization (IHO) <a href="http://www.iho.int">http://www.iho.int</a>
urn:mrn:mcl: urn:mrn:mcp:	2017-06-22	Maritime Connectivity Platform Consortium <a href="http://www.maritimeconnectivity.net">www.maritimeconnectivity.net</a>
Urn:mrn:gs1:	2018-10-30	GS1 Global Office <a href="http://www.gs1.org">www.gs1.org</a>
urn:mrn:mission:	2019-2-01	Manage Information Seamlessly in Ports and Hinterlands (MISSION) <a href="https://www.lhg.com/index.php?id=239">https://www.lhg.com/index.php?id=239</a>
urn:mrn:ipcdmc:	2019-06-26	International Port Collaborative Decision Making Council (IPCDMC) <a href="http://www.ipcdmc.org">http://www.ipcdmc.org</a>
urn:mrn:stm:	2019-03-28	Sea Traffic Management (STM) <a href="https://www.stmvalidation.eu/">https://www.stmvalidation.eu/</a>
urn:mrn:nlp:	2020-03-20	Navelink Industry Consortium <a href="https://navelink.org">https://navelink.org</a>
urn:mrn:kor:	2020-03-27	The Ministry of Oceans and Fisheries, Republic of Korea (MOF) <a href="http://mof.go.kr">http://mof.go.kr</a>

Fonte: MARITIME..., 2021b.

Tabela 8 - SUMÁRIO de *testbeds*

Project acronym (name)	Brief description of scope	Category	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Additional Information	IMO e-navigation strategy	EU e-maritime initiative	EU integrated maritime policy	Single European Transport Area
1 EfficienSea (Efficient, Safe and Sustainable Traffic at Sea)	e-navigation, Competences and Recruitment challenges, Vessel traffic data & Maritime planning, Dynamic Risk Management Cofunded by the EU Interreg programme for the Baltic Sea	Projects / testbeds (completed)	x	x	x														<a href="http://efficiensea.eu">http://efficiensea.eu</a>	x			
2 ACCSEAS	ACCSEAS developed and implemented an innovative e-Navigation Test-bed to prototype key concept solutions to advance shipping accessibility in the North Sea Region	Projects / testbeds (completed)			x	x	x	x											<a href="http://www.acces.eas.eu/">http://www.acces.eas.eu/</a>	x			
3 Mona Lisa	Motorways of the Sea project which aims at giving a concrete contribution to the efficient, safe and environmentally friendly maritime transport	Projects / testbeds (completed)	x	x	x	x													<a href="http://www.sjofartsverket.se/monalisa">http://www.sjofartsverket.se/monalisa</a>	x			
4 ARIADNA	ARIADNA aimed to optimise the use of maritime and inland infrastructures in order to manage the increase in traffic density and, at the same time, improve safety at congested maritime and inland areas, based on the implementation of the volumetric navigation concept	Projects / testbeds (completed)	x	x	x	x													<a href="http://www.ariadna-fp7.eu/">http://www.ariadna-fp7.eu/</a>				
5 E-FREIGHT	Creating the appropriate framework to allow tracing goods in real time, ensure intermodal liability and promote clean freight transport	Projects / testbeds (completed)	x	x	x	x													<a href="http://www.efreightproject.eu">www.efreightproject.eu</a>		x		
6 FLAGSHIP	Improvement of safety, environmental friendliness and competitiveness of European maritime transport	Projects / testbeds (completed)	x	x															<a href="http://www.flagship.be">www.flagship.be</a>		x		
7 SKEMA	Establish a Sustainable Knowledge Platform to be used by policy makers and stakeholder groups in the European Maritime and Logistics Industry	Projects / testbeds (completed)	x	x															<a href="http://www.skematransport.eu">www.skematransport.eu</a>		x		
8 MARNIS	An integrated approach to Information Management for Maritime Safety Security & Environmental Risk Management	Projects / testbeds (completed)																	<a href="http://www.transport-research.info">www.transport-research.info</a>		x		
9 EMAR	The objective of e-Maritime is to make maritime transport safer, more secure, more environmentally friendly and more competitive. For this, e-Maritime must ameliorate complexities that hinder networking of different stakeholders, help to increase automation of operational processes particularly compliance management and facilitate the streaming of synthesised information from disparate sources to assist decision making.	Projects / testbeds (completed)			x	x	x												<a href="http://www.transport-research.info">www.transport-research.info</a>		x		
10 CASCADE	has developed new methodologies for information sharing and display on a ship's bridge	Projects / testbeds (completed)			x	x	x	x											<a href="http://www.transport-research.info">www.transport-research.info</a>	x			
11 IONIO (Ionian Integrated Marine Observatory)	Designing and implementing an "IONian Integrated marine Observatory" that will provide environmental information and meteorological measurements about the Southern Adriatic and Northern Ionian (SANI) Program Area	Projects / testbeds (completed)			x	x													<a href="http://ionioproject.eu">ionioproject.eu</a>				
12 MEH (Malacca)	Precision navigation is the backbone of the marine electronic highway	Projects / testbeds	x	x	x														<a href="http://meh-project.com">meh-project.com</a>				

Project acronym (name)	Brief description of scope	Category	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Additional Information	IMO e-navigation strategy	EU e-maritime initiative	EU integrated maritime policy	Single European Transport Area
Straits)	upon which relevant maritime and environmental systems would be integrated with the ENC-ECDIS as the geospatial platform.	(completed)																					
13 REMCAP - Resource Efficient Maritime Capacity	The aim of the REMCAP (Resource efficient maritime capacity) project was to improve the resource efficiency of Europe's maritime resource exploitation activities.	Project/testbed (completed)			x	x	x	x											<a href="https://cordis.europa.eu/project/rcn/105446_en.html">https://cordis.europa.eu/project/rcn/105446_en.html</a>				
14 SEAHORSE	Resilience solutions available in airlines have for the first time been compiled into a database with the aim of transferring solutions to the maritime sector.	Project/testbed (completed)				x	x	x	x										<a href="https://cordis.europa.eu/result/rcn/198034_en.html">https://cordis.europa.eu/result/rcn/198034_en.html</a>				
15 Mona Lisa 2.0	Improved safety, environment, and efficiency. Safety is improved by concrete initiatives on board ships, e.g., indoor positioning, and on shore, e.g., mass evacuation in port. We want to give the industry tool to avoid incidents and better handle the ones that occur	Project/testbed (completed)				x	x	x											<a href="http://www.sjofartsverket.se/en/MonaLisa/MONALISA-20/">http://www.sjofartsverket.se/en/MonaLisa/MONALISA-20/</a>	x	x	x	x
16 STM Validation	Sea Traffic Management, as conceptualized in MONALISA 2.0, explores alternatives to centralized Traffic Coordination	Projects/Test Beds (underway)						x	x	x	x								<a href="http://stmvalidation.eu">stmvalidation.eu</a>	x	x	x	x
17 Torres Straits/GBR NE Shipping Management Plan	The plan contains a suite of proposed measures that may be used to manage future increases in shipping traffic, ensure the safety of shipping and the prevention of ship sourced pollution and other environmental impacts in the Great Barrier Reef, Torres Strait and Coral Sea regions.	Projects/Test Beds (underway)	x	x	x	x	x	x	x										<a href="http://www.amsa.gov.au">www.amsa.gov.au</a>	x			
18 Great Lakes - St Lawrence Seaway System	The Draught Information System is a necessary component required for developing "e-Navigation" that will increase the safety of navigation providing the mariner with better information about under keel clearance	Projects/Test Beds (underway)	x	x	x	x	x	x											<a href="http://www.greatlakes-seaway.com/en/">http://www.greatlakes-seaway.com/en/</a>	x			
19 WINMOS	Develop the maritime winter navigation system and safeguard required icebreaking recourses to the future requirements in EU's northernmost waters	Projects/Test Beds (underway)						x	x	x									<a href="http://www.winmos.eu">www.winmos.eu</a>				
20 Dublin Bay Digital Diamond	An e-Navigation demonstrator project for the Dublin Bay area, the purpose of which is to provide an opportunity for users across the maritime sector to explore the potential of e-Navigation services.	Projects/Test Beds (underway)				x	x	x											<a href="http://www.cil.ie/technology-data-services/digital-diamond.aspx">http://www.cil.ie/technology-data-services/digital-diamond.aspx</a>	x			
21 MUNIN	The object of investigation is the autonomous vessel, with the aim to improve competitiveness of operation.	Projects/Test Beds (underway)				x	x	x											<a href="http://www.unnanned-ship.org">http://www.unnanned-ship.org</a>				
22 Norwegian e-Navigation trial	First full-scale trial of e-navigation in Norwegian waters, ferry MS Stavangarfjord digitally sharing routing information with NCA via NAVTOR's NavStation, a 'digital chart table'	Projects/Test Beds (underway)						x	x										<a href="http://www.navtor.com/navtor-e-navigation-solutions.html">http://www.navtor.com/navtor-e-navigation-solutions.html</a>	x	x	x	
23 EUCISE2020	Aims at achieving pre-operational Information Sharing between the maritime authorities of the European States.	Projects/Test Beds (underway)						x	x	x									<a href="http://www.eucise2020.eu">www.eucise2020.eu</a>			x	
24 SESAME STRAITS	To further e-Navigation implementation by developing and validating a new Ship Traffic Management System concept to optimize sea traffic	Projects/Test Beds (underway)				x	x	x	x										<a href="http://www.straits-stms.com">www.straits-stms.com</a>				

Project acronym (name)	Brief description of scope	Category	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Additional Information	IMO e-navigation strategy	EU e-maritime initiative	EU integrated maritime policy	Single European Transport Area
	flow and provide the vessel with advice on the best speed and route																						
25 Polar Ice (polarice.eu)	To develop the next generation of operational sea ice monitoring services to support a range of activities in the Arctic and Antarctic	Projects/Test Beds (underway)					x	x	x										www.polarice.eu				
26 Arctic Web	single point of access to safety related information, provides streamlined reporting and allows for voluntary coordinated voyage through sharing of positions and planned routes	Projects/Test Beds (underway)						x	x	x									www.arcticweb.com				
27 SSAP (Smart Ship Application Project)	The target is to design a master database, interface prototypes, specifications of communication system between ships and shore facilities and international standards of data server requirements and structure of machinery, hull and cargo data, to help application services	Projects/Test Beds (underway)					x	x	x	x									www.mlit.go.jp				
28 e-Yangshan Port	Improved navigational safety in poor visibility, by providing comprehensive, timely, reliable and efficient navigation information and facilities for vessels	Projects/Test Beds (underway)					x	x	x														
29 eMSI	joint test bed for the dissemination of electronic Marine Safety Information	Projects/Test Beds (underway)						x	x	x									www.usace.army.mil				
30 eMIR - e-Maritime Integrated Research	Offers a service-oriented research infrastructure consisting of a physical test bed for in situ experiments as well as a simulation environment for risk and efficiency assessments	Projects/Test Beds (underway)				x	x	x	x	x	x								http://www.emaritime.de/				
31 e-SENS (Electronic Simple European Networked System)	project is developing generic and re-usable solutions to support cross-border electronic services (e.g., e-Delivery, e-Documents, e-Signature, e-Identity, Semantics).	Projects/Test Beds (underway)																	http://wiki.ds.unipi.gr/display/ES+ENS/WP6+-+Building+Blocks				
32 ENSI (Enhanced Navigation Support Information)	project is a test bed for a two-way electronic navigation service to increase vessel traffic safety in the Gulf of Finland.	Projects/Test Beds (underway)																	www.fta.fi				
33 ESABALT (Enhanced Situational Awareness to Improve Maritime Safety in the Baltic)	To study the feasibility of implementing a software platform for maritime information crowdsourcing in order to enable cross-border cross-sector cooperation, enhanced maritime safety, security, environmental monitoring and emergency response in the entire Baltic Sea region.	Projects/Test Beds (underway)																	www.esabalt.org				
34 AVANTI/PRONTO	Port Call Optimization, reducing vessel dwell time and improving utilization, improving event data, using the same language and formats	Projects/Test Beds (underway)						x	x										www.gsl.org		x	x	
35 BALTCOAST	A systems approach framework for coastal research and management in the Baltic	Projects/Test Beds (underway)						x	x	x	x								www.baltcoast.net				
36 BALTICAPP	Wellbeing from the Baltic Sea - applications combining natural science and economics	Projects/Test Beds (underway)																	www.bonusprojects.org				
37 BALTSPACE	Towards sustainable governance of Baltic marine space	Projects/Test Beds (underway)																	www.bonusprojects.org				



Project acronym (name)	Brief description of scope	Category	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Additional Information	IMO e-navigation strategy	EU e-maritime initiative	EU integrated maritime policy	Single European Transport Area
38 GO4BALTIC	Coherent policies and governance of the Baltic Sea	Projects/Test Beds (underway)																	www.bonusprojects.org				
39 GOHERR	Integrated governance of Baltic herring and salmon stocks	Projects/Test Beds (underway)																	www.bonusprojects.org				
40 MIRACLE	Mediating integrated actions for sustainable ecosystem services in a changing climate	Projects/Test Beds (underway)																	www.bonusprojects.org				
41 SHEBA	Sustainable shipping and environment in the Baltic Sea	Projects/Test Beds (underway)																	www.bonusprojects.org; http://www.sheba-project.eu/				
42 STORMWINDS	Strategic and operational risk management for wintertime maritime transportation system	Projects/Test Beds (underway)																	www.bonusprojects.org				
43 EUSBR	E2 is a Flagship project under the EU Strategy for the Baltic Sea Region	Projects/Test Beds (underway)																					
44 IMO e-navigation Strategy	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 initiative																	http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/eNavigation.aspx				
45 Norway, Brazil, Singapore	a testbed will be planned to demonstrate the exchange of the information reported by a ship departing from Norway and heading for three destinations: a port in EU, a port in Brazil and a port in Singapore	Projects / testbeds (planned)																					
46 HERMITAGE	First e-navigation testbed in Russia	Project/testbed							x														
47 NORSAT-2	The objective of the ESA VDE-SAT Downlink Verification is to demonstrate the feasibility of the VHF data exchange via satellite in a real operating environment.	Test bed								x	x								www.esa.int				
48 JOULES (Joint Operation for Ultra Low Emission Shipping)	The JOULES project is focusing on the integration of energy saving technologies in the early design stage, using advanced simulation models to be developed for the energy grid of the ship. The optimum combination of energy consumers incl. energy recovery systems is expected to significantly improve the vessels' overall energy efficiency.	Completed project						x	x	x									https://cordis.europa.eu/docs/results/605/605190/final1-joules-final-report-sesam2017-08-01-anhang-sesam.pdf				
49 SMART-Nav	Improve the quality & efficiency of maritime transport while enhancing the quality of life for mariners at sea. Contribute to IMO's strategic implementation of e-Navigation Developing e-Navigation technologies, Verifying effectiveness of e-Navigation services.	Project/testbed								x	x	x							http://www.smartnav.org/eng/html/SMART-Navigation/strategy.php				



Project acronym (name)	Brief description of scope	Category	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Additional Information	IMO e-navigation strategy	EU e-maritime initiative	EU integrated maritime policy	Single European Transport Area
Fisheries	Maritime Policy (including Maritime Spatial planning) (Marine Spatial Planning)																						
63 DG Transport	Manages the policy for trans-European networks in the transport sector (TEN-T).	Institution																					
64 DG Research & Innovation	Defines and implements European Research and Innovation (R&I) policy with a view to achieving the goals of the Europe 2020 strategy and its key flagship initiative, the Innovation Union.	Institution																					
65 DG Connect (Communications Networks, Content and Technology)	Aligns the work of the DG with key EU policies for the coming decade: ensuring that digital technologies can help deliver the growth which the EU needs.	Institution																					
66 DG Regio – Directorate General Regional Policy	Provides support for innovation and R&D by promoting greater inventiveness and improving reactivity to changing market conditions and consumer preferences.	Institution																					
67 Non-EU bodies		Institution																					
68 EMPA	European Maritime Pilots Association	Institution																					
69 IAPH	International Association of Ports and Harbours	Institution																					
70 ECSA	European Chambers of Shipping Association	Institution																					
71 CESMA	Confederation of European Shipmaster's Associations	Institution																					
72 BIMCO	Baltic & International Maritime Council	Institution																					
73 EMRF	European Maritime Radionavigation Forum	Institution																					
74 IALA Digital Infrastructure Workshop, Gothenburg Nov 15		Collaboration Forums																					
75 JCG VDES Workshop, Tokyo Feb 16		Collaboration Forums																					
76 IALA Shore Side Infrastructure Workshop, Lisbon May 16		Collaboration Forums																					
77 IALA Workshop on Harmonization, Oct 16		Collaboration Forums																					
78 Maritime Cloud Development Forum		Collaboration Forums																					

Fonte: IALA, 2021c. Disponível em: < <http://www.iala-aism.org/content/uploads/2018/05/T1.2-20180330-Projects-and-testbeds-relevant-to-E2-v21.xlsx>>. Acesso em: 31 jul. 2021.

Tabela 9 - Tabela de correlação entre projetos de e-Navigation e os serviços planejados para o *EfficientSea2*

Services to improve navigational safety and efficiency from project <i>EfficientSea2</i> <sup>264</sup>	Completed Projects										Ongoing Projects																									
	EfficienSea	MEH	ACCSEAS	Mona Lisa	ARIADNA	E-FREIGHT	FLAGSHIP	SKEMA	MARNIS	IONO	MUNIN	MONA LISA 2	STM validation	Torres Strait/GBR	Gt Lakes/St Lawrence Seaway System	Dublin Bay DD	eMIR	EUCISE2020	Sesame Strait	e-Yangshan Port	Polarice	SSAP	WINMOS	e-SENS	ENSI	ESABAL.T	BALTCOAST	BALTICAPP	BALTSAPCE	CO4BALTIC	GOHERR	MIRACLE	SHEBA	STORMWINDS		
Nautical charts based on S-101			1							1	2	2	2	2	1	3	1	2	2	1	1	1		2	1											
MSI & NM	3	3	3	3	1	1	1	1	3	2	3	3	3	3	2	3	1	3	2	3	2	3	1	3	3	2	1	1	1		1	1	1			
METOC	1	1		2					1	3	2	3	3	3	1	1	3	1	3	2	3	2	2		1	1	1						1	1		
Smart buoy										1	1	1	1	2	2	2	3	1	3	2	2				1											
Ice charts											2	3	3		3		1				3		3		2	2										2
Route exchange	3	1	3	3	2	1	1	1	1		3	3	3	2	2	1	3		3	1	3	3	2	1	2	3										
No-go area/comfort zone	2	1	3	1	2						2	3	3	3	2	1	3		3	1	2		2		2	2	1									2
Generic route optimization services	3	1	3	3	2	1	1	1	1		3	3	3	2	1	1	3		3	1	3	2	3	2	3	3	1	1	1	1		1			2	
Services to arctic navigation and emergency response																																				
Arctic live position sharing	2										2	3	3		2		2	2			2		3		2	2									1	
Crowdsourcing of ice information											2	3	3		2		2	2			3		3		2	3									1	
Arctic SAR tool											1	3	3		2		2	2			2		3		1	3									2	
Space weather forecast											1	3	3		2		2	2																		
Services to decrease administrative burden																																				

<sup>264</sup> Legenda: 1: levemente relevante / 2: relevante / 3: muito relevante.

Services to improve navigational safety and efficiency from project EfficientSea2 <sup>264</sup>	Completed Projects										Ongoing Projects																										
	EfficienSea	MEH	ACCSEAS	Mona Lisa	ARIADNA	E-FREIGHT	FLAGSHIP	SKEMA	MARNIS	IONO	MUNIN	MONA LISA 2	STM validation	Torres Strait/GBR	Gt Lakes/St Lawrence Seaway System	Dublin Bay DD	eMIR	EUCISE2020	Sesame Strait	e-Yangshan Port	Polarice	SSAP	WINMOS	e-SENS	ENSI	ESABALT	BALTCOAST	BALTICAPP	BALTSPACE	CO4BALTIC	GOHERR	MIRACLE	SHEBA	STORMWINDS			
Automated VTS/SRS reporting	2	2	2	3	1	1	1	1	2		1	3	3	2	2	1	3	1	3	1		2	2	3	2	2											
Reliable port reporting	1	2	1	1		2	2	1	2		1	2	2	2	2	1	3	1	3	2		2	1	1													
Reliable port information	1	2	1	1		2	2	1	2		1	2	2	2	2	1	3	1	3	2		2	1	1													
Services to improve environmental monitoring & enforcement																																					
Emission monitoring solution		1		1		1					1	1	1	2	2	1	3	1	2	1									1	1							
Enabling actions to improve availability and accessibility																																					
Communication framework/Maritime Cloud	2	1	1	1	1	1			1		3	3	3	2	3	3	3	1	3	1	2	3	2	1	2	2	1										
Communication channels and other technologies	2	3	2	2	2	2	1		2		3	3	3	2	3	3	3	1	3	1	2	3	2	1	2	2	1										

Fonte: IALA, 2021c. Disponível em: < <http://www.iala-aism.org/content/uploads/2018/05/T1.2-20180330-Projects-and-testbeds-relevant-to-E2-v21.xlsx>>. Acesso em: 31 jul. 2021.

## **ANEXO G – EXTRATO DA ESTRATÉGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DE E-NAVIGATION NA MARINHA DO BRASIL**

### **PARTE I – HISTÓRICO DAS AÇÕES DA MB ENTRE 2007 E 2009**

A Diretoria-Geral de Navegação (DGN) instituiu, por meio da Portaria no 81/2006, o Grupo de Trabalho (GT) e-Navigation, com o propósito de acompanhar o desenvolvimento do conceito e sua estratégia de implementação, no âmbito da Organização Marítima Internacional (OMI), Organização Hidrográfica Internacional (OHI) e da International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA).

A DGN reativou o GT e-Navigation, por meio da Portaria no 50/2009, com o propósito de planejar as ações a serem desencadeadas após a aprovação de um plano estratégico para o desenvolvimento e implementação da estratégia pela OMI, que se encontrava em avaliação no âmbito daquela Organização. Tal plano somente foi aprovado pela OMI em novembro de 2014, com sua primeira atualização em 2018.

Em 2011, a DGN instituiu GT, por meio da Portaria no 11/2011, com assessores da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) e da Diretoria de Portos e Costas (DPC), para avaliar assuntos referentes à segurança da navegação e, assim, apresentar propostas para atualização das Normas da Autoridade Marítima (NORMAM) sob responsabilidade dessas Diretorias Especializadas (DE).

Em 15MAI2017, a DHN aprovou o “Plano de Implementação da Estratégia de e-Navigation” nas áreas de sua responsabilidade, o qual foi encaminhado para as OM subordinadas. Em continuidade, o Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e o Centro de Auxílios à Navegação Almirante Moraes Rego (CAMR) elaboraram seus planos decorrentes.

Em 23MAR2018, a DHN realizou o 1o Seminário de e-Navigation, para apresentação, em âmbito interno da MB, do conceito, diretrizes para implementação, padronização de informações e produtos afetos. Tal evento contou com a presença de diversos representantes, dentre eles: EMA, ComOpNav, DGN, ComemCh, DCTIM, DPC e CISMAR.

Em 04JUN2020, a DPC instituiu GT para elaboração de sua Estratégia de Implementação do e-Navigation, por meio da Portaria no 190/2020. Tal Estratégia foi promulgada em 04FEV2021 e teve como propósito complementar o Plano aprovado pela DHN, enfatizando os aspectos atinentes ao Ensino Profissional Marítimo (EPM), em especial a adequação e integração das ferramentas de simulação existentes nos Centros de Instrução. Nesse contexto, a DPC estabeleceu projeto de pesquisa e desenvolvimento em cooperação

com o Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV) para integração de estação backbridge com o simulador de passadiço do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA), com incorporação de tecnologias de inteligência artificial e automação.

Nos anos de 2019 e 2020, a DGN concentrou esforços na divulgação do conceito e-Navigation, interna e externamente à MB, por meio de workshops, palestras e webnários, para difusão e a conscientização, inclusive com apresentação ao Almirantado.

## **PARTE II – ESTRATÉGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DE E-NAVIGATION NA MARINHA DO BRASIL**

### **1. INTRODUÇÃO**

A Organização Marítima Internacional (OMI/IMO) define o e-Navigation da seguinte forma:

**"É a coleta, integração, intercâmbio, apresentação e análise harmonizados de informações marinhas, a bordo e em terra, por meios eletrônicos, com o propósito de aprimorar a navegação de berço a berço do cais e serviços relacionados, para a proteção e a segurança no mar, bem como a preservação do ambiente marinho".**

O conceito de e-Navigation, congrega sistemas em pleno emprego no Centro Integrado de Segurança Marítima (CISMAR) e no Centros de Comando Naval de Área / Centros de Coordenação e Controle da Autoridade Marítima (CCNA/CCCAM). Somados ao Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às atividades do Petróleo (SIMMAP) e o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS), sistemas nacionais de monitoramento dos meios envolvidos na indústria do petróleo e gás e das embarcações de pesca, respectivamente, formam a base da consciência situacional marítima (CSM) de que a MB, e, em última análise o país dispõe presentemente.

O e-Navigation 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) e *Long Range Identification and Tracking of Ships* (LRIT). Uma série de tecnologias baseadas em navios e

em terra para aprimorar a Consciência Situacional Marítima (CSM) e a tomada de decisão dos Comandantes.

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.

Os países para combater as “novas ameaças” necessitam desenvolver estruturas adequadas, com um sistema de monitoramento e proteção reforçado por parcerias, compartilhamento de informações e cooperação com outras instituições e órgãos de segurança pública, sendo esse conceito primário dentro do que é o e-Navigation.

Assim, considerando a importância desse combate, permitindo a segurança adequada ao crescimento e desenvolvimento econômico da atividade marítima brasileira, a estabilidade e a preservação ambiental do Atlântico Sul, a implantação do conceito pelo Brasil alcança especial interesse. É mister compreender também a evolução do sistema internacional liderado pela IMO e das novas ameaças existentes, como a Segurança Cibernética Marítima (*Cyber Maritime Security*) para que possamos adotar projetos estratégicos de Estado compatíveis com a relevância desse espaço geográfico.

A Marinha do Brasil (MB) deve estar preparada para participar dessa evolução. Os objetivos e ações a empreender definidos nesta estratégia têm como propósito a implementação do conceito de e-Navigation no seu âmbito, seja pela perspectiva de Autoridade Marítima, seja como prestadora de alguns dos serviços previstos no Portfólio de Serviços Marítimos.

A estratégia para implementação do conceito de e-Navigation exigirá a participação de outros órgãos além da Autoridade Marítima, como: o Ministério da Defesa (MD), o Ministério da Economia (ME), o Ministério da Infraestrutura (MINFRA), o Ministério da Saúde (MS), o Ministério da Justiça e Segurança pública (MJSP), o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), bem como de empresas privadas.

Por fim, releva mencionar que a própria definição de e-Navigation, apresenta o caráter dual, com vistas a Segurança do Tráfego Aquaviário e a Proteção Marítima.

## **2. HISTÓRICO**

Em 2007, durante a 53ª reunião do Subcomitê de Segurança da Navegação (NAV-53), a IMO estabeleceu a definição para e-Navigation.



Em 2008, por ocasião do NAV-54, foi acordada uma estratégia para o desenvolvimento e implementação do e-Navigation. 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.

Como parte dos requisitos básicos, acordou-se que a implantação e operação do e-Navigation deve ser baseada nas necessidades do usuário e não ser impulsionada pela tecnologia. Durante o NAV-56, realizada em julho de 2010, foi identificada e aprovada uma lista de necessidades do usuário (necessidades do usuário a bordo, em terra e das autoridades dos Serviços de Busca e Salvamento - SAR):

- A arquitetura global para o e-Navigation;
- Uma proposta para o desenvolvimento de uma Estrutura Comum de Dados Marítimos (CMDS); e
- O uso do padrão S-100 da Organização Hidrográfica Internacional (OHI/IHO) como base para a criação de uma estrutura para o acesso de dados e serviços no âmbito da Convenção Internacional SOLAS (*Safety of Life at Sea*).

Com base nas necessidades identificadas dos usuários e após o cumprimento de uma sistemática própria da IMO, foram priorizadas cinco soluções para o e-Navigation:

- S1: projeto de passadiço aperfeiçoado, harmonizado e funcional;
- S2: padronização e automatização de relatórios;
- S3: aprimoramento da confiabilidade, resiliência e integridade dos equipamentos do passadiço e informações de navegação;
- S4: integração e apresentação, em *display*, das informações recebidas via equipamentos de comunicações; e
- S5: aperfeiçoamento das comunicações no portfólio dos serviços de VTS (não limitado às estações VTS).

As soluções S2, S4 e S5 têm como foco a transferência automática de informações e dados entre todos os usuários (navio-navio, navio-terra, terra-navio e terra-terra) enquanto as soluções S1 e S3 promovem o uso funcional e prático de informações e dados a bordo.

As necessidades de harmonização e de padronização dos serviços de terra resultaram na elaboração do Portfólio de Serviços Marítimos (*Maritime Service Portfolio - MSP*), que categorizaram esses serviços por áreas geográficas, de modo a facilitar a determinação do tipo e da quantidade de informação a ser transmitida e considerando o

sistema de comunicação a ser usado, bem como a identificação das entidades ou organizações responsáveis pela disseminação da informação.

As seis áreas identificadas para entregas de Serviços Marítimos:

1. Áreas portuárias e de aproximação.
2. Áreas costeiras ou áreas restritas.
3. Mar aberto e áreas abertas.
4. Áreas com empreendimentos *offshore* e/ou de infraestrutura.
5. Áreas polares.
6. Outras áreas remotas.

Em novembro de 2014, o 94º Comitê de Segurança Marítima (MSC-94) aprovou o Plano de Implementação da Estratégia de e-Navigation (*Strategy Implementation Plan - SIP*), que tem como principal objetivo implementar as cinco soluções priorizadas. Em 2018, o 99º Comitê de Segurança Marítima (MSC-99), reconhecendo a necessidade de atualizar o SIP, aprovou a sua atualização (MSC 1/Circ.1595).

Em 2018, em função dos sucessivos cortes orçamentários, o projeto inicial do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul - SisGAAz foi remodelado, sendo substituído pelo Projeto-Piloto do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul, idealizado para ocorrer de maneira modular (sua principal característica), na medida em que houvesse recursos orçamentários para instalação e manutenção dos equipamentos de detecção ativa e passiva.

Nesse contexto, 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.

Assim, por meio de monitoramento ativo do mar e dos rios, independente da colaboração dos navios e embarcações, e protegendo nossas riquezas com a conjugação do binômio: monitoramento e proteção, o Estado poderá atuar preventivamente, responder com mais eficiência às ameaças e emergências e aumentar a capacidade de impor a lei na Amazônia Azul, desencorajando os crimes de todas as naturezas.

### **3. VISÃO**

O conceito de e-Navigation compreende a integração de equipamentos e sistemas dos navios, de terra e das comunicações. De acordo com essa visão, as comunicações são

essenciais para o e-Navigation. Qualquer sistema de comunicação utilizado deverá ser capaz de fornecer os Serviços Marítimos, sendo inicialmente previstos 16 *Maritime Service* (MS), elencados no *Maritime Service Portfolio* (MSP), e nas seis áreas definidas, em conformidade com a S5, e fornecer relatórios, de acordo com a S2. O aperfeiçoamento das comunicações previsto na solução S5 permitirá a fluidez necessária ao funcionamento do MSP, permitindo sua expansão caso necessário, com o aparecimento de novas demandas futuras ou da sua reavaliação.

À proporção que o transporte marítimo incorpora o mundo digital, informações e infraestrutura digitais serão trocadas em benefício da segurança marítima e proteção do meio ambiente, reduzindo encargos administrativos e aumentando a sua eficiência.

Na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) serão demandados aperfeiçoamentos para os seus produtos e serviços, de forma a atender as expectativas do e-Navigation quanto ao aprimoramento da posição, por meio da transmissão das correções diferenciais (DGNSS), ou produção e disseminação de cartas e publicações náuticas eletrônicas, bem como das informações de segurança da navegação.

O Centro Integrado de Segurança Marítima (CISMAR) vislumbra a necessidade de aperfeiçoar seus processos e até mesmo criar novos, de forma a atender às expectativas do e-Navigation, principalmente no que se refere às atividades de Segurança Marítima associadas ao SISGAZ, o qual será operado pelo Comando de Operações Navais.

A evolução da navegação tradicional para o e-Navigation promoverá ganho em segurança, produtividade e eficiência. No Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), a implementação do e-Navigation impactará nos projetos desenvolvidos, nos que estão em desenvolvimento e aqueles a desenvolver pela DGDNTM.

O elemento humano continuará sendo essencial. A sua formação e treinamento serão fundamentais para a implementação do e-Navigation e a Diretoria de Portos e Costas (DPC) deverá capacitar usuários, de bordo e de terra, para utilizar as ferramentas que contribuirão para o aperfeiçoamento da Segurança da Navegação.

Os Representantes da Autoridade Marítima deverão acompanhar atentamente a implementação do conceito de e-Navigation, mantendo atualizadas as suas respectivas Normas da Autoridade Marítima (NORMAM) e publicar novas, quando o assunto requerer.

Nesse contexto, 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.

Estuda-se a possibilidade de utilização dos recursos financeiros provenientes do Fundo de Desenvolvimento do Ensino Profissional Marítimo (FDEPM) e da Tarifa de Utilização dos Faróis (TUF), desvinculando-os do orçamento da Marinha do Brasil. Da mesma forma, para a consolidação do e-Navigation, pretende-se empregar o Fundo da Marinha Mercante (FMM) para o mesmo fim. A condução desse tema pela SGM reveste-se de importância para a canalização dos recursos financeiros necessários à estratégia de implantação do e-Navigation.

A conectividade será um item chave para a implementação do conceito. A Diretoria de Comunicações e Tecnologia da Informação da Marinha (DCTIM) estará relacionada diretamente a esse novo paradigma de comunicações marítimas, sendo tal processo conduzido sobre a estratégia da Diretoria-Geral do Material da Marinha (DGMM)

#### **4. OBJETIVOS**

O aprimoramento da segurança da navegação, alinhado à segurança marítima, são os principais objetivos do e-Navigation, buscando-se minimizar erros e falhas de navegação por meio da disponibilidade de informações confiáveis e oportunas.

Compreenderá, portanto, a participação de todos os atores da sociedade nacional que têm interesse na navegação.

Os seguintes objetivos foram definidos para a MB:

OB-1: possuir infraestrutura confiável, segura, rápida, interoperável e flexível para a rede que atenderá ao e-Navigation.

OB-2: servir como um *hub* de informações afetas à Segurança Marítima.

OB-3: produzir cartas náuticas eletrônicas (*Electronic Navigational Chart* - ENC) no padrão S-100.

OB-4: prestar eficiente Serviço de Busca e Salvamento (SAR), por meio da transferência eletrônica de dados e informações.

OB-5: prestar eficiente serviço no que diz respeito aos auxílios à navegação, provendo maior exatidão às correções diferenciais transmitidas pelas Estações de Referência DGPS (ERDGPS) existentes ao longo da costa, modernizando-as no padrão S-240 (DGNSS) e, se possível, ampliando-as.

OB-6: digitalizar e publicar os documentos náuticos de auxílio à navegação no padrão S-100 (Tábuas das Marés, Roteiros, Lista de Auxílios-Rádio etc).

OB-7: prestar eficiente serviço de Avisos-Rádio Náuticos para a NAVAREA V e Bacia Amazônica, e Avisos de Mau Tempo para a METAREA V, no padrão S-100, por meio de transmissão satélite e via rádio (Estações Rádio da MB e RENECE).

OB-8: prestar eficiente serviço de previsões meteorológicas e oceanográficas para a METAREA V, via transmissão rádio e internet, no padrão S-100.

OB-9: orientar as ações para implementação do *Vessel Traffic Service* (VTS) e demais equipamentos e serviços demandados pelas Autoridades Portuárias, com ênfase na normatização, homologação, contratação e fiscalização dos serviços.

OB-10: os Centro de Controle de SAR Marítimo (MRCC), Centros Regionais de Segurança Marítima/Fluvial (CRSM/F) e Centros Locais de Segurança Marítima/Fluvial (CLSM/F) devem possuir um sistema que integre SISTRAM, LRIT, PREPS, Marine Traffic, GMDSS, COSPAS-SARSAT, SAGBD-WEB e ferramentas de auxílio à navegação em um ambiente único e que permita a visualização dessas informações em *display*, tendo como pano de fundo as ENC no padrão S-100, associando tal desenvolvimento ao SISGAZ.

OB-11: em sintonia com o processo de implantação do conceito e-Navigation, atualizar os profissionais aquaviários e o pessoal que exerce funções técnicas operacionais nas Agências e Empresas de Navegação assim como o pessoal que labuta nas instalações que abrigam os Sistemas de Controle dos Porto, em relação às mudanças advindas, assim como também os currículos de formação desses profissionais, dos Oficiais e subalternos da Marinha Mercante, dos Oficiais e Praças da MB e dos cursos de Vistoriadores/Inspetores Navais de forma a capacitá-los a operar as novas tecnologias e ferramentas.

OB-12: navios e embarcações da MB devem receber e gerenciar, no padrão S-100, informações que promovam a navegação segura, especialmente em relação a dados hidrográficos, meteorológicos e oceanográficos.

OB-13: a MB deve receber e gerenciar, no padrão S-100, informações que promovam o monitoramento do tráfego marítimo local.

OB-14: atualizar a interface homem-máquina dos sistemas de bordo desenvolvidos pela MB (IPqM/CASNAV), de forma a apresentar informações de modo claro e sem ambiguidades, minimizando riscos de má interpretação e/ou confusão do usuário.

OB-15: nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), 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 SISGAZ.

OB-16: contribuir, por meio da EMGEPRON, para a implementação do conceito de e- Navigation no Brasil, executando a gestão de acordos e contratos, em âmbito nacional e internacional, bem como na comercialização de novos produtos e serviços.

OB-17: atualizar os currículos dos cursos conduzidos pelo Sistema de Ensino Naval (SEN), contemplando as mudanças advindas da implantação do conceito e-Navigation, de forma a capacitar o pessoal da MB na operação das novas tecnologias e ferramentas

OB-18: analisar a possibilidade de utilização do FDEPM, TUF e FMM, de modo que tais recursos financeiros associados sejam empregados na implementação do e-Navigation, sem impactar o orçamento da MB.

## **5. AÇÕES A EMPREENDER**

As seguintes ações deverão ser empreendidas:

AE-1: a DCTIM deve contribuir para as Especificações Técnicas de todos os recursos de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC) necessários para a implementação do e-Navigation.

AE-2: o CISMAR deve aproximar-se da comunidade marítima nacional e de centros de referência para capacitar-se na produção de Boletins sobre Segurança Marítima.

AE-3: o CISMAR deve adequar seus cursos e respectivos currículos ao conceito do e- Navigation.

AE-4: a DHN deve manter a participação de representante nos Grupos de Trabalho da OHI e Organização Meteorológica Mundial (OMM/WMO), para contribuição e acompanhamento de suas deliberações e de forma a contrapor-se àquelas que possam gerar impactos negativos aos seus processos de produção.

AE-5: a DHN deve conhecer a capacidade do conversor, de forma a delinear o que deverá ser necessário adquirir (recursos humanos e materiais) para converter as ENC existentes no padrão S-57 para o padrão S-100.

AE-6: a DHN deve verificar se a adoção do padrão S-100 promoverá impactos na coleta de dados hidrográficos.

AE-7: o Salvamar Brasil deve estabelecer o conceito operacional, os requisitos necessários decorrentes, as mensagens desejáveis e a sua taxa de atualização dos dados da última posição conhecida de uma embarcação desaparecida, bem como áreas e padrões de busca desejáveis aos navios envolvidos nas operações SAR, além de instruções e informações entre o Centro de Controle de SAR Marítimo (MRCC), Centros de Coordenação SAR (RCC),

Subcentros de Coordenação SAR (RSC), o Coordenador/Comandante da Cena de Ação e outras unidades envolvidas nas ações SAR.

AE-8: a DHN, DPC e SEC-IMO devem manter a participação de representantes nos principais eventos da IMO e Associação Internacional das Autoridades de Auxílios à Navegação e Faroís (IALA) sobre e-Navigation, conforme suas esferas de competência, para acompanhamento das suas deliberações.

AE-9: DHN deve cobrir a costa brasileira com uma rede DGNSS, dotadas de estações de referência.

AE-10: a DHN deve estudar uma forma para que as informações contidas nas publicações de auxílio à navegação estejam no padrão S-100.

AE-11: a DHN deve estreitar contatos com Serviços congêneres e verificar a solução mais associada ao modelo brasileiro. Buscar uma solução nacional, se possível, na situação de não haver uma solução eficiente em nível internacional.

AE-12: a DHN deve promover as atualizações necessárias, antecipando, sempre que possível, as fases que serão necessárias à produção das informações meteoceanográficas, no padrão S-100.

AE-13: o ComOpNav deve prover os CRSM(F) e CLSM(F) com um sistema integrado de informações para melhor fiscalizar o tráfego marítimo em suas áreas de jurisdição, contribuindo para segurança da navegação, salvaguarda da vida humana no mar e prevenção da poluição hídrica por embarcações e suas instalações de apoio, compatibilizando-o ao SISGAAz.

AE-14: a DPC deve adequar os currículos dos cursos conduzidos nos Centros de Instrução para formação dos Oficiais e subalternos da Marinha Mercante, dos Oficiais e Praças da MB e dos cursos de Vistoriadores/Inspetores Navais, haja vista a significativa mudança na área de navegação, bem como nos serviços de apoio em terra decorrentes da implementação do conceito de e-Navigation.

AE-15: a DPC deve adequar os currículos dos cursos que compõem o Programa do Ensino Profissional Marítimo e Atividades correlatas, bem como do pessoal que labuta nas instalações que obrigam os sistemas de Controle dos Portos, devido às inovações tecnológicas advindas do e-Navigation, contemplando-se a sua conectividade e similaridade.

AE-16: a DPC deve adequar os simuladores dos Centros de Instrução, em face das significativas mudanças do sistema de navegação e dos serviços de apoio em terra decorrentes do conceito de e-Navigation.

AE-17: a DPC deve planejar a realização de *workshop* e jogo seminário, a fim de possibilitar a participação da Comunidade Marítima na propositura de futuros aperfeiçoamentos no Ensino Profissional Marítimo (EPM).

AE-18: a DPC deve contemplar no Programa do Ensino Profissional Marítimo para Aquaviários, cursos específicos para a formação dos profissionais que atuarão nos diversos sistemas integrados pelo e-Navigation.

AE-19: o IPqM deve manter a participação de representante nos grupos de trabalhos da OHI, em conferências e eventos relativos aos assuntos abordados, com o objetivo de trocar experiências com os profissionais envolvidos na definição dos padrões internacionais.

AE-20: o IPqM deve realizar estudo dos impactos orçamentários para a mudança dos projetos associados ao conceito de e-Navigation desenvolvidos ou em desenvolvimento.

AE-21: o CISMAR deve apoiar as OM do SSTA e Comandos de Força quanto à identificação do tráfego marítimo nas AJB, tendo em vista a disponibilidade das informações marítimas.

AE-22: a EMGEPRON deve atuar 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.

AE-23: a EMGEPRON deve atuar como entidade comercializadora de novos produtos e serviços, como a ENC no padrão S-100.

AE-24: a DHN deve estabelecer uma rede DGNSS na calha principal do rio Amazonas.

AE-25: a SGM deve estudar proposta de utilização dos recursos financeiros do (a) FDEPM, TUF e FMM, sem gerar impactos no orçamento da MB, como recursos disponíveis para a implantação do conceito na MB.

AE-26: a DEnsM deverá coordenar a adequação dos currículos dos cursos do SEN para a formação dos Oficiais e Praças, com orientação técnica das OMOT envolvidas, haja vista a significativa mudança na área de navegação e nos serviços de apoio em terra ofertados à comunidade marítima decorrentes da implantação do conceito de e-Navigation.

## **6. RELAÇÃO ENTRE OBJETIVOS E AÇÕES A EMPREENDER [...]**

## **7. IMPLEMENTAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE e-NAVIGATION [...]**



## 8. EIXOS ESTRUTURANTES [...]

## 9. RELAÇÃO ENTRE OBJETIVOS E SERVIÇOS MARÍTIMOS

Os objetivos e ações a empreender elencados estão associados aos serviços marítimos do MSP, cujo portfólio contempla, atualmente, os seguintes serviços marítimos (MS):

MS1: Serviço de Informações VTS.

MS2: Serviço de Assistência à Navegação.

MS3: Serviço de Organização do Tráfego.

MS4: Serviço de Porto Local.

MS5: Serviço de Informações de Segurança.

MS6: Serviço de praticagem.

MS7: Serviço de rebocadores.

MS8: Relatórios navio – terra.

MS9: Serviço de Assistência Médica à Distância – Telemedicina.

MS10: Serviço de Assistência Marítima.

MS11: Serviço de Cartas Náuticas.

MS12: Serviço de Publicações Náuticas.

MS13: Serviço de Navegação no Gelo.

MS14: Serviço de Informação Meteorológica.

MS15: Serviço de Informações Hidrográficas e Ambientais em tempo real.

MS16: Serviço de Busca e Salvamento.

Alguns dos MS serão obrigatoriamente prestados pela MB, como, por exemplo, o Serviço de Cartas Náuticas (MS11) e o Serviço de Publicações Náuticas (MS12). Por outro lado, alguns serviços serão prestados eminentemente por entidades privadas, como o Serviço de praticagem (MS6).

Nesse contexto, é possível estabelecer a seguinte relação entre os objetivos e MS:

OB-1: MS2, MS5, MS8, MS10, MS14 e MS16.

OB-2: MS10 e MS16.

OB-3: MS11.

OB-4: MS16.

OB-5: MS2.

OB-6: MS12.

OB-7: MS5.

OB-8: MS14.

OB-9: MS2.

OB-10: MS3.

OB-11: MS1, MS4, MS8.

OB-12: MS2, MS11, MS12 e MS14.

OB-13: MS3.

OB-14: MS11 e MS12.

OB-15: MS1, MS3, MS5, MS-8, MS10 e MS16.

OB-16: MS11 e MS12.

OB-17: MS2, MS5, MS11, MS12, MS14 e MS16; e

OB-18: XXX.

Pela relação estabelecida, não se prevê que a MB preste os MS a seguir listados:

MS4: Serviço de Porto Local.

MS6: Serviço de praticagem.

MS7: Serviço de rebocadores.

MS13: Serviço de Navegação no Gelo.

MS15: Serviço de Informações Hidrográficas e Ambientais em tempo real.

Com relação ao MS13, destaca-se que a DHN não deixará de prever as condições meteorológicas para os navios da MB que operam em águas polares ou até mesmo de colaborar com a entidade responsável pela prestação desse serviço.

O MS15, ainda incipiente no Brasil, deverá ser prestado por serviços locais, associados aos portos e terminais nacionais, provendo informações como alturas das marés, condições meteorológicas, correntes superficiais etc, da área portuária e em tempo real.

## **10. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A implementação do conceito e-Navigation no âmbito da MB, e posteriormente em âmbito nacional, gera expectativas de grandes melhorias para a segurança da navegação. Anseia-se reduzir o erro humano, por meio da seleção, em terra e a bordo, das informações marítimas que sejam realmente relevantes para o processo de tomada de decisão.

As expectativas de melhorias refletirão na cooperação para o desenvolvimento nacional e na proteção ao meio ambiente, reduzindo-se os riscos de colisão, de encalhe dos

navios, bem como de emissões de gases poluentes por conta da indicação de uso de rotas e velocidades otimizadas.

De forma complementar, o conceito de e-Navigation produzirá externalidades positivas nas áreas tecnológicas e econômica, adensando as cadeias produtivas associadas a estas áreas, bem como gerando renda e tributos, além de propiciar a incorporação de novas capacidades à indústria brasileira, com o aumento do valor agregado de nossos produtos.

A participação do MD, MINFRA, ME, MS, MJSP e MCTIC bem como de empresas privadas, será fundamental para a implantação do e-Navigation no nível nacional e internacional.

A utilização do FDEPM, TUF e FMM constitui elemento essencial em termos de recursos financeiros para a consecução desse conceito.

A importância da priorização na implantação do conceito de e-navigation pelo Brasil, o qual garante o incremento no monitoramento e melhorias na atividade marítima e portuária, contribuindo para os resultados do SISGAAz e a proteção da nossa Amazônia Azul, impactará positivamente nossa economia, com a incorporação de tecnologias de emprego dual, que poderão ser aplicadas em diversas outras atividades industriais e permitirá a inserção do nosso País em importante segmento internacional.

## **ANEXO H – VISÃO GERAL DOS PRODUTOS E SERVIÇOS DA AGÊNCIA DE SEGURANÇA MARÍTIMA EUROPEIA (EMSA)**

### **1. BASE LEGAL**

O Artigo 1º da Regulamento Fundador da EMSA afirma que o propósito da Agência é garantir o elevado, uniforme e efetivo nível de segurança do tráfego aquaviário; segurança marítima; prevenção e resposta à poluição causada por navios, bem como resposta à poluição marinha causada por instalações de óleo e gás; e onde apropriado, contribuir para a eficiência geral do tráfego e do transporte marítimo, assim como facilitar o estabelecimento de um espaço de transporte marítimo europeu sem barreiras.

### **2. MISSÃO**

A missão da EMSA é servir aos interesses marítimos da União Europeia (UE) para um setor marítimo seguro, ecológico e competitivo e atuar como um ponto de referência confiável e respeitado no setor marítimo na Europa e em todo o mundo.

A EMSA capitaliza o seu *know-how* único para se posicionar como um ator essencial no cluster marítimo na Europa e além.

A EMSA trabalha em questões de segurança marítima, proteção, clima, meio ambiente e mercado único, primeiro como um prestador de serviços para os Estados-Membros e a Comissão, assim como um parceiro inovador e confiável e um centro de conhecimento para o cluster marítimo europeu, potencialmente além, como uma referência internacional.

### **3. MONITORAMENTO DO TRÁFEGO MARÍTIMO NAS ÁGUAS DA UNIÃO EUROPEIA (*SAFESEANET*)**

SafeSeaNet é um sistema de monitoramento e informação do tráfego de embarcações, estabelecido para fortalecer:

- a segurança marítima;
- a segurança portuária e marítima;
- a proteção do meio ambiente marinho; e
- a eficiência do tráfego marítimo e transporte marítimo.

O Sistema foi criado como uma rede de intercâmbio de dados marítimos, ligando autoridades marítimas de toda a Europa. Ele permite que os Estados-Membros da União Europeia, a Noruega e a Islândia forneçam e recebam informações sobre navios, movimentos de navios e de cargas perigosas.

Os principais elementos de informação que estão contidos no sistema e disponibilizados aos usuários são os seguintes:

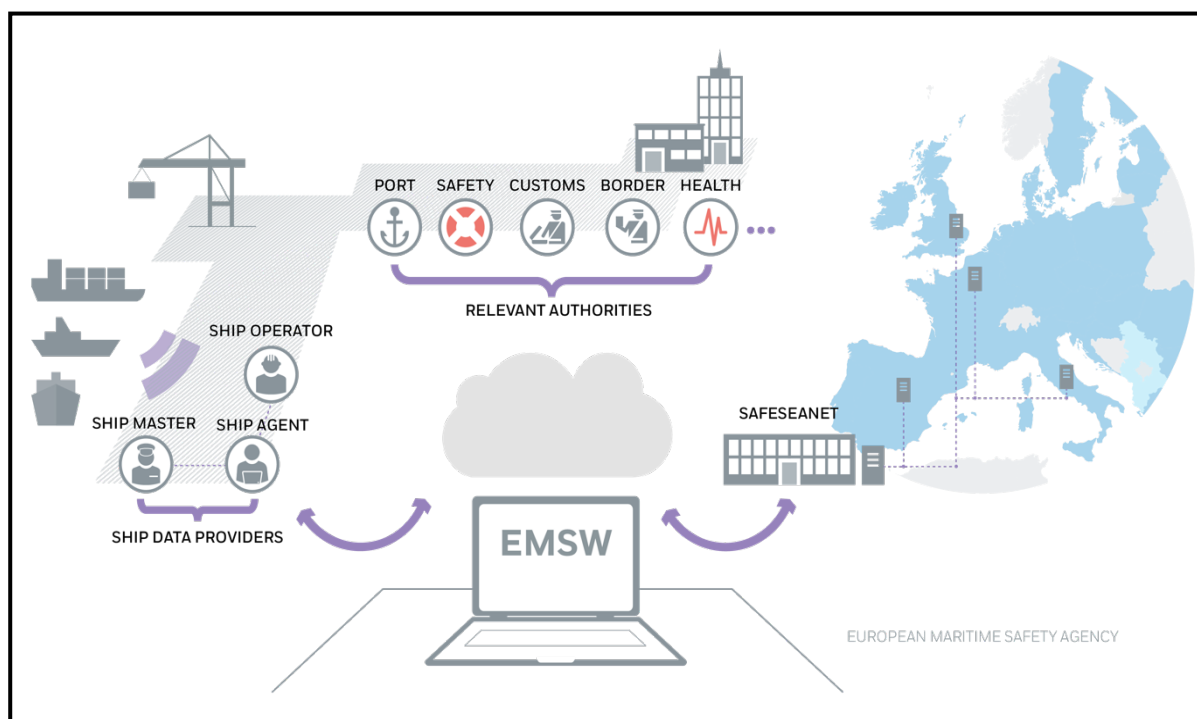
- Sistema de Identificação Automática (AIS) baseado em posições de navios quase em tempo real (ou seja, um a cada 6 minutos);
- Posições históricas de navios arquivadas (ao longo de vários anos);
- Informações adicionais de relatórios de navio baseados em AIS (por exemplo: nome / números de identificação, bandeira, dimensões, rumo, velocidade, dimensões, destino e tipo de navio);
- Horários estimados / reais de chegada / partida;
- Detalhes de mercadorias perigosas transportadas a bordo;
- Informações sobre incidentes relacionados à segurança que afetam navios;
- Informações sobre incidentes relacionados à poluição que afetam navios;
- Detalhes dos resíduos transportados a bordo / a serem descarregados (a partir de junho de 2015);
- Informações relacionadas à segurança dos navios (a partir de junho de 2015);
- Informações sobre a localização dos navios-tanque de casco simples restantes;
- Informações sobre a localização de navios que foram proibidos de entrar nos portos da EU;
- Camadas de mapas digitais (contendo informações sobre profundidades, auxílios à navegação, esquemas de separação de tráfego, fundeadouros, localizações de estações AIS, etc.)

#### **4. JANELA ÚNICA MARÍTIMA EUROPEIA (EMSW)**

Simplificando as formalidades de relatório, os Estados-Membros criaram uma Janela Única Nacional, através da qual as companhias marítimas podem enviar informações eletronicamente e disponibilizar essas informações, conforme necessário, a várias autoridades.

A EMSA tem prestado apoio aos Estados-Membros, ajudando-os a alcançar uma implementação harmonizada e um maior grau de digitalização.

O propósito da Janela Única Marítima Europeia (EMSW) é simplificar e harmonizar ainda mais os procedimentos de informação por trás das várias obrigações de comunicação impostas às companhias marítimas, através das leis nacionais, das regulamentações da UE e do Direito internacional. A arquitetura de funcionamento conjunto do SafeSeaNet e da EMSW encontra-se na FIG. 35.



**Figura 35** – *European Maritime Safety Window*

**Fonte:** EUROPEAN MARITIME SAFETY AGENCY, 2021b.