

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC BRUNO PINTO AFONSO

**SEGURANÇA DO TRÁFEGO AQUAVIÁRIO:  
Um estudo comparativo entre a implementação do *E-Navigation* na  
Coreia do Sul e nos Estados Unidos da América**

Rio de Janeiro

2024

CC BRUNO PINTO AFONSO

**SEGURANÇA DO TRÁFEGO AQUAVIÁRIO:**

**Um estudo comparativo entre a implementação do *E-Navigation* na  
Coreia do Sul e nos Estados Unidos da América**

Dissertação apresentada à Escola de  
Guerra Naval, como requisito parcial para  
conclusão do Curso de Estado-Maior para  
Oficiais Superiores.

Orientador: CC Daniel Drumond Gama

Rio de Janeiro  
Escola de Guerra Naval  
2024

## **DECLARAÇÃO DA NÃO EXISTÊNCIA DE APROPRIAÇÃO INTELECTUAL IRREGULAR**

Declaro que este trabalho acadêmico: a) corresponde ao resultado de investigação por mim desenvolvida, enquanto discente da Escola de Guerra Naval (EGN); b) é um trabalho original, ou seja, que não foi por mim anteriormente utilizado para fins acadêmicos ou quaisquer outros; c) é inédito, isto é, não foi ainda objeto de publicação; e d) é de minha integral e exclusiva autoria.

Declaro também que tenho ciência de que a utilização de ideias ou palavras de autoria de outrem, sem a devida identificação da fonte, e o uso de recursos de inteligência artificial no processo de escrita constituem grave falta ética, moral, legal e disciplinar. Ademais, assumo o compromisso de que este trabalho possa, a qualquer tempo, ser analisado para verificação de sua originalidade e ineditismo, por meio de ferramentas de detecção de similaridades ou por profissionais qualificados.

Os direitos morais e patrimoniais deste trabalho acadêmico, nos termos da Lei 9.610/1998, pertencem ao seu Autor, sendo vedado o uso comercial sem prévia autorização. É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos e ideias expressas neste trabalho acadêmico são de responsabilidade do Autor e não retratam qualquer orientação institucional da EGN ou da Marinha do Brasil.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força, saúde e perseverança concedidas para superar cada desafio ao longo deste caminho.

À minha esposa, Patricia, e ao meu filho, Thomas, pelo apoio incondicional, compreensão e amor que me sustentaram em todos os momentos. Vocês são a minha inspiração diária e a luz que ilumina meu caminho.

Aos meus pais, Orlando e Vera, por toda a educação e valores que me transmitiram e pelo exemplo de vida que até hoje me serve de guia. Sua sabedoria e dedicação foram fundamentais para minha formação pessoal e profissional.

Ao meu orientador, CC Daniel Gama, agradeço pelas orientações valiosas, paciência e pelas correções de rumo que tanto enriqueceram este trabalho. Sua colaboração foi essencial para a realização deste projeto.

“A vocação do teórico não é mudar o mundo e sim interpretá-lo”.

Terry Nardin.

## RESUMO

Com o avanço das tecnologias de comunicação e navegação, a indústria marítima enfrenta desafios crescentes para manter a segurança e a eficiência do tráfego aquaviário, tornando essencial a implementação de soluções digitais coordenadas. Nesse contexto, esta pesquisa analisa como Coreia do Sul e Estados Unidos, dois países com significativa influência no comércio marítimo global, adaptaram o conceito *E-Navigation* às suas realidades específicas, identificando as singularidades e similaridades nas abordagens adotadas por cada Estado. Para alcançar esse objetivo, foi adotada uma metodologia comparativa de natureza qualitativa, fundamentada na análise documental de planos estratégicos e artigos acadêmicos referentes ao período de 2012 a 2020. A pesquisa concentrou-se em três parâmetros: estratégia de implementação, estrutura organizacional e projetos e iniciativas para a implementação do *E-Navigation* em cada país. Considerando o conceito *E-Navigation* e o Plano de Implementação Estratégico da IMO como referencial teórico, os resultados revelam semelhanças e diferenças nas estratégias, estruturas e projetos, mostrando que ambos os países fizeram esforços significativos para adaptar o conceito, mas seguiram caminhos distintos, refletindo as prioridades nacionais e contextos específicos. As implicações deste estudo sugerem que a compreensão dessas abordagens pode fornecer subsídios para a melhoria contínua do *E-Navigation* em nível global, além de oferecer diretrizes para futuras implementações em outros países com contextos semelhantes.

**Palavras-chave:** *E-Navigation*. Segurança marítima. Coreia do Sul. Smart-Navigation. Estados Unidos. Estratégia de implementação. Estrutura organizacional. Projetos e iniciativas.

## ABSTRACT

### ***MARITIME SAFETY: A Comparative Study of E-Navigation Implementation in South Korea and the United States of America***

With the advancement of communication and navigation technologies, the maritime industry faces increasing challenges in maintaining the safety and efficiency of waterway traffic, making the implementation of coordinated digital solutions essential. In this context, this research analyzes how South Korea and the United States, two countries with significant influence in global maritime trade, have adapted the concept of *E-Navigation* to their specific realities, identifying the singularities and similarities in the approaches adopted by each state. To achieve this goal, a comparative qualitative methodology was adopted, based on the documentary analysis of strategic plans and academic articles from 2012 to 2020. The research focused on three parameters: implementation strategy, organizational structure, and projects and initiatives for the implementation of *E-Navigation* in each country. Considering the concept of *E-Navigation* and the IMO's Strategic Implementation Plan as a theoretical framework, the results reveal similarities and differences in strategies, structures, and projects, showing that both countries made significant efforts to adapt the concept but followed distinct paths, reflecting national priorities and specific contexts. The implications of this study suggest that understanding these approaches can provide support for the continuous improvement of *E-Navigation* globally, as well as offer guidelines for future implementations in other countries with similar contexts.

**Keywords:** *E-Navigation*. Maritime safety. South Korea. Smart-Navigation. United States. Implementation strategy. Organizational structure. Projects and initiatives.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - A arquitetura do <i>E-Navigation</i> e seus elementos essenciais.....	59
FIGURA 2 - O processo de implementação do <i>E-Navigation</i> .....	59
FIGURA 3 - O Portfólio de Serviços Marítimos (MSP) do E-Navigation.....	60
FIGURA 4 - Estrutura organizacional do SMART-Navigation.....	60
FIGURA 5 - Serviços do SMART-Navigation.....	61
FIGURA 6 - Os projetos e iniciativas no E-Navigation dos EUA.....	61

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB	-	Arqueação Bruta
AIS	-	<i>Automatic Identification System</i>
ASM	-	<i>Application Specific Messages</i>
CMTS	-	<i>U.S. Committee on the Marine Transportation System</i>
ENC	-	Cartas Náuticas Eletrônicas
IALA	-	<i>International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities</i>
IENC	-	<i>Inland Electronic Navigational Chart</i>
IHO	-	<i>International Hydrographic Organization</i>
IMO	-	<i>Internacional Maritime Organization</i>
KHOA	-	<i>Korea Hydrographic and Oceanographic Agency</i>
KIMST	-	<i>Korea Institute of Marine Science &amp; Technology Promotion</i>
KR	-	<i>Korean Register</i>
KRISO	-	<i>Korea Research Institute of Ships &amp; Ocean Engineering</i>
LOMA	-	<i>Lock Operations Management Application</i>
LTE-M	-	<i>Long-Term Evolution Maritime</i>
MCP	-	<i>Maritime Connectivity Platform</i>
MESIS	-	<i>Maritime Environment and Safety Information Service</i>
MOF	-	<i>Ministry of Oceans and Fisheries of Korea</i>
MSC	-	<i>Maritime Safety Committee</i>
MSI	-	<i>Maritime Safety Information</i>
MSP	-	<i>Maritime Service Portfolio</i>
NAMAS	-	<i>Navigation Monitoring &amp; Assistance Service</i>
NAIS	-	<i>National Automatic Identification System</i>
NCSR	-	<i>Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue</i>
NOAA	-	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
PITAS	-	<i>Pilot &amp; Tugs Assistance Service</i>
PMN	-	<i>Precision Marine Navigation</i>

- PORTS - *Physical Oceanographic Real-Time System*
- REDSS - *Real-time Electronic Navigational Chart Distribution Streaming Service*
- SAP - *Strategic Action Plan*
- SBSMS - *Ship-borne System Monitoring Service*
- SIP - *Strategy Implementation Plan*
- SORPS - *Safe & Optimal Route Planning Service*
- USACE - *United States Army Corps of Engineers*
- USCG - *United States Coast Guard*
- VTS - *Vessel Traffic Service*
- WP - *Work Packages*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>O CONCEITO <i>E-NAVIGATION</i>.....</b>	<b>15</b>
2.1	A CONCEPÇÃO DO <i>E-NAVIGATION</i> .....	15
2.2	O PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO ESTRATÉGICO DO <i>E-NAVIGATION</i> . .....	17
2.3	AS CINCO SOLUÇÕES DO <i>E-NAVIGATION</i> .....	20
2.4	CONCLUSÕES PARCIAIS.....	22
<b>3</b>	<b>O SMART-NAVIGATION.....</b>	<b>23</b>
3.1	A ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DA COREIA DO SUL.....	23
3.2	A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E OS AGENTES ENVOLVIDOS....	24
3.3	AS PRINCIPAIS INICIATIVAS E SERVIÇOS DO SMART-NAVIGATION. .....	27
3.3.1	O SBSMS e o NAMAS.....	29
3.3.2	Os dispositivos móveis do SMART-Navigation.....	30
3.3.3	O projeto LTE-Maritime.....	31
3.4	CONCLUSÕES PARCIAIS.....	32
<b>4</b>	<b>A IMPLEMENTAÇÃO DO <i>E-NAVIGATION</i> NOS EUA.....</b>	<b>33</b>
4.1	A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E AS AGÊNCIAS.....	33
4.2	A ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DOS EUA.....	35
4.3	OS PRINCIPAIS SERVIÇOS DO <i>E-NAVIGATION</i> AMERICANO.....	37
4.3.1	A USCG e os auxílios à navegação.....	37
4.3.2	Os programadas da NOAA.....	39
4.3.3	A USACE e a navegação fluvial.....	40
4.4	CONCLUSÕES PARCIAIS.....	41
<b>5</b>	<b>SINGULARIDADES E SIMILARIDADES.....</b>	<b>43</b>
5.1	AS ESTRATÉGIAS NACIONAIS.....	43
5.2	AS ESTRUTURAS ORGANIZACIONAIS.....	45
5.3	OS PROJETOS E INICIATIVAS.....	46
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>49</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>
	<b>ANEXO A – FIGURAS.....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A navegação marítima tem experimentado transformações substanciais impulsionadas pelo avanço de novas tecnologias e práticas inovadoras. A segurança do tráfego aquaviário se destaca como um tema de grande importância no cenário da navegação contemporânea, especialmente com a contínua evolução dessas tecnologias e práticas.

Com base nesse cenário, a Organização Marítima Internacional<sup>1</sup> (IMO), introduziu o conceito de Navegação Aprimorada<sup>2</sup> (*E-Navigation*), uma estratégia destinada a harmonizar os serviços de navegação e comunicações digitais, visando aumentar a segurança, eficiência e sustentabilidade das operações marítimas.

O *E-Navigation* foi estruturado no âmbito da IMO para ser disseminado à comunidade marítima mundial a fim de padronizar os sistemas de navegação perante as novas tecnologias que vieram sendo desenvolvidas. No entanto, sua implementação arrastou consigo diferentes tipos de abordagens, relacionadas às especificidades e prioridades de cada país, como a infraestrutura existente, a organização institucional e os recursos disponíveis.

Devido à complexidade do conceito, surge a necessidade de compreender como diferentes países estão internalizando o *E-Navigation*, levando em conta os distintos contextos nacionais. Assim, compreender como o *E-Navigation* foi estabelecido em países com culturas e economias distintas é uma forma de contribuir para o aprimoramento do conceito em nível global e para a sistematização dos aprendizados obtidos, promovendo uma adoção mais eficiente e harmonizada em escala mundial.

Diante do exposto, foram selecionados dois objetos de estudo: a implementação do *E-Navigation* na Coreia do Sul, no período de 2013 a 2020, e nos Estados Unidos, entre 2012 e 2018.

Esses países foram escolhidos devido às suas características geográficas e à importância estratégica no comércio marítimo. Além disso, ambos se destacam pela implementação avançada do conceito *E-Navigation*. A janela temporal considerada para o estudo abrange desde o início dos planos de implementação até a operacionalização dos principais projetos alinhados com o conceito *E-Navigation*.

---

<sup>1</sup> Em inglês, *International Maritime Organization* – IMO.

<sup>2</sup> Em inglês, *Enhanced Navigation* – *E-Navigation*.

O objetivo principal deste estudo é compreender como esses dois países, com contextos distintos, internalizaram o conceito *E-Navigation*. A questão central que orienta esta pesquisa é identificar as similaridades e singularidades no processo de implementação do *E-Navigation* na Coreia do Sul e nos Estados Unidos.

Para alcançar esse objetivo, a metodologia empregada é comparativa e de natureza qualitativa, baseada na análise documental dos planos estratégicos, artigos e estudos acadêmicos referentes à implementação do *E-Navigation* nos dois países.

Sob essa ótica, analisar as especificidades na implementação do conceito na Coreia do Sul e nos Estados Unidos permitirá identificar os desafios enfrentados por esses países e as soluções desenvolvidas. Essa compreensão proporcionará um conhecimento mais profundo do tema, suas vantagens e limitações, auxiliando na formulação de políticas e estratégias adaptadas ao contexto marítimo e que poderão ser aplicadas em outros países.

Serão examinados parâmetros como as estratégias nacionais adotadas, a organização e os agentes envolvidos, bem como a natureza dos projetos e das principais iniciativas. Esses parâmetros foram escolhidos a fim de elucidar a motivação de cada país na implementação do *E-Navigation*, a estrutura escolhida para essa tarefa e as soluções adotadas para operacionalizar o conceito.

Entretanto, este estudo não busca analisar os resultados das implementações devido a diversas dificuldades, como a curta duração desde a implementação, que impede a coleta de dados robustos, a complexidade dos sistemas envolvidos, dificultando a obtenção de uma visão completa, e a dificuldade em estabelecer uma relação direta de causa e efeito entre as estratégias adotadas e os resultados observados.

Dessa forma, esta dissertação pretende contribuir para a literatura existente, oferecendo uma visão sobre como diferentes países internalizaram e implementaram o *E-Navigation* e fornecendo subsídios para a melhoria contínua da segurança da navegação, além de orientar futuros estudos no setor.

Considerando o exposto, a obra foi concebida em seis capítulos. Após esta introdução, o segundo capítulo apresentará o referencial teórico, detalhando o conceito do *E-Navigation*, conforme definido pela IMO, incluindo sua origem, evolução e os principais componentes desse conceito.

No terceiro capítulo, será abordada a implementação do *E-Navigation* na Coreia do Sul, detalhando a estratégia adotada, as principais iniciativas tecnológicas, e os agentes e a estrutura organizacional envolvidos nesse processo.

No quarto capítulo, será analisada a implementação do *E-Navigation* nos Estados Unidos, explorando a estrutura organizacional, as estratégias adotadas, e os principais projetos e iniciativas conduzidos pelo país.

No quinto capítulo, será realizada uma análise comparativa entre as implementações do *E-Navigation* na Coreia do Sul e nos Estados Unidos. Nesse capítulo, serão identificadas as singularidades e similaridades entre as duas abordagens, examinando-se os desafios e as soluções adotadas por cada país para a internalização do *E-Navigation*.

Por fim, o sexto capítulo apresentará as conclusões da pesquisa, sintetizando os principais achados do estudo e sugerindo direções para pesquisas futuras.

## 2 O CONCEITO *E-NAVIGATION*

Este capítulo tem como objetivo apresentar e discutir os fundamentos teóricos necessários para a compreensão do conceito do *E-Navigation*, conforme delineado pela IMO. A exposição desses fundamentos é essencial para fornecer o contexto necessário às análises comparativas das implementações do *E-Navigation* na Coreia do Sul e nos Estados Unidos, que serão exploradas nos capítulos subsequentes.

O capítulo está organizado em quatro seções distintas. Na primeira, será discutida a concepção e evolução do conceito *E-Navigation*, destacando as motivações e os desafios que orientaram sua formulação no âmbito da IMO. Em seguida, será analisado o plano de implementação com ênfase nos objetivos que fundamentam a aplicação global do *E-Navigation*. A terceira seção dedica-se à discussão das cinco soluções identificadas que visam atender às necessidades dos usuários e aprimorar a segurança e a eficiência do tráfego marítimo.

Por fim, as conclusões parciais sintetizarão os principais pontos discutidos, estabelecendo as bases para as análises comparativas das abordagens implementadas por Coreia do Sul e Estados Unidos.

### 2.1 A CONCEPÇÃO DO *E-NAVIGATION*

A primeira proposta para o desenvolvimento do conceito do *E-Navigation*, assinada pelo Japão, Ilhas Marshall, Países Baixos, Noruega, Singapura, Reino Unido e Estados Unidos, foi submetida a IMO, em dezembro de 2005. Coube aos Comitê de Segurança Marítima<sup>3</sup> (MSC) da IMO elaborar as diretrizes iniciais a serem apresentadas à comunidade marítima internacional (Wawruch, 2014).

Entre as motivações para a proposta estava o aumento do número de acidentes marítimos, causando perda de vidas e danos irreversíveis ao meio ambiente, além dos prejuízos financeiros. Levantamentos estatísticos à época indicaram que cerca de 60% dessas ocorrências foram causadas por falhas humanas (IMO, 2008).

Com base nesse contexto, a proposta sugeriu o desenvolvimento de um sistema de navegação marítimo mais seguro, eficiente e ambientalmente sustentável,

---

<sup>3</sup> Em inglês, *Maritime Safety Committee* - MSC. É o principal órgão técnico da IMO, sua função é analisar todas as questões dentro da competência da organização quanto a segurança marítima (IMO, 2018).

empregando tecnologias avançadas para melhorar a segurança e reduzir erros humanos. O objetivo da proposta era desenvolver uma visão estratégica para o *E-Navigation*, com foco no emprego de equipamentos e auxílios à navegação, existentes e novos, de forma holística e sistemática (Patriako, 2007).

Para alcançar este objetivo, a proposta apresentou a necessidade de fornecer, aos navegantes e portuários, ferramentas modernas capazes de otimizar e facilitar a tomada de decisões (IMO, 2008). Além de reduzir erros de navegação e acidentes, essas novas tecnologias, funcionando de forma integrada, proporcionariam benefícios em áreas como busca e salvamento, respostas à acidentes e a otimização dos portos, com dados precisos de chegada de navios (Wawruch, 2014).

Ademais, essa estratégia integrada proporcionaria a redução dos custos globais de navegação, à medida que o transporte marítimo avançasse para o mundo digital, provendo informações e infraestruturas digitais, reduzindo a carga administrativa e aumentando a eficiência do transporte marítimo (IMO, 2018). Nesse sentido, desde a proposta inicial em 2005, busca-se estabelecer um sistema de navegação mais seguro, eficiente e sustentável ambientalmente, por meio da harmonização e integração de informações marítimas.

A implementação do *E-Navigation* demanda modificações nos métodos de trabalho e nas ferramentas de navegação, como cartas náuticas, equipamentos de Passadiço, auxílios à navegação, sistemas de comunicação e infraestruturas costeiras e portuárias. Um dos desafios identificados nesse processo é a sua complexidade, devido à pluralidade de atores envolvidos, os chamados *stakeholders*<sup>4</sup>.

Considerando a complexidade dos conceitos apresentados, os países signatários entenderam que, caso esses avanços tecnológicos permanecessem descoordenados, existiria o risco de o desenvolvimento da indústria naval ser dificultado pela falta de padronização, tanto a bordo como em terra, além do comprometimento da eficácia do tráfego marítimo devido à complexidade dos sistemas marítimos (IMO, 2006).

Dentro dessa perspectiva, o desenvolvimento de normas por organizações como a IMO, a Associação Internacional de Autoridades de Auxílios à Navegação

---

<sup>4</sup> Os *stakeholders* são todas as partes interessadas na implementação do *E-Navigation*, como organizações governamentais e internacionais, empresas de navegação, fabricantes de equipamentos de navegação, além dos próprios navegantes e operadores portuários (IMO, 2014).

Marítima e Faróis<sup>5</sup> (IALA) e a Organização Hidrográfica Internacional<sup>6</sup> (IHO) são essenciais para superar esses obstáculos. Por conta das competências técnicas no estabelecimento de normas internacionais de segurança marítima, coube à IMO a coordenação do *E-Navigation* e a responsabilidade de estabelecer a padronização necessária para sua implementação a nível global (IMO, 2019).

Assim, ao assumir uma liderança proativa, a IMO tem a oportunidade de contribuir para melhorias na estrutura marítima internacional e orientar os *stakeholders* para que alcancem um formato harmônico no emprego das novas tecnologias, por intermédio do desenvolvimento de uma visão estratégica e de um plano de implementação para o *E-Navigation* (IMO, 2006).

Considerando as necessidades apresentadas, a pluralidade dos envolvidos e a complexidade do conceito, o engajamento da comunidade marítima torna-se determinante para alcançar a padronização global desejada. Nesse contexto, a primeira proposta para o desenvolvimento do *E-Navigation* marcou o início de um esforço conjunto entre diversos países.

Portanto, o conceito do *E-Navigation* visa integrar diversos elementos tecnológicos, incluindo sistemas e serviços, que operem de maneira padronizada e harmonizada. O objetivo é facilitar o compartilhamento de informações que promovam atividades marítimas mais precisas e confiáveis, proporcionando aos navegantes uma maior consciência situacional. Isso permite que o processo de tomada de decisão ocorra de forma mais rápida e assertiva.

## 2.2 O PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO ESTRATÉGICO DO *E-NAVIGATION*

Como responsável pelo desenvolvimento do *E-Navigation*, a IMO promulgou, em 2008, o projeto inicial do Plano de Implementação Estratégico<sup>7</sup> (SIP), com previsão de prontificação do plano até 2012, além de apresentar a definição do conceito:

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

---

<sup>5</sup> Em inglês, *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* – IALA.

<sup>6</sup> Em inglês, *International Hydrographic Organization* – IHO.

<sup>7</sup> Em inglês, *Strategy Implementation Plan* – SIP.

relacionados, para a proteção e a segurança no mar, bem como a preservação do ambiente marinho (IMO, 2018, p.1, tradução nossa)<sup>8</sup>.

O projeto do SIP concentrou esforços em compreender as necessidades dos usuários, sejam navegantes ou operadores em terra, e em estabelecer a estrutura necessária para solucionar as lacunas identificadas. Dessa forma, foi adotada uma abordagem holística para identificar as soluções, considerando todo o sistema marítimo (IMO, 2008).

Dentro dessa perspectiva, a implementação do *E-Navigation* deve ser baseada nas necessidades dos usuários e integração dos sistemas e não ser orientada pelo desenvolvimento de novos equipamentos. Assim, o projeto do SIP descreveu a visão de futuro do conceito *E-Navigation*, em função de três elementos essenciais (IMO, 2008):

A bordo – Integração de sistemas de navegação com sensores dos navios e informações dos auxílios a navegação por meio de uma interface padronizada para os usuários permitindo o gerenciamento de alertas dos equipamentos de forma eficaz. Os elementos centrais desse sistema devem envolver ativamente o navegante no processo, proporcionado um serviço no Passadiço mais eficiente, evitando distrações e sobrecarga;

Em terra – Consolidação da gestão de informações de tráfego de navios e coordenação de serviços portuários relacionados, por intermédio da transmissão de dados em formatos padronizados, proporcionado informações resilientes para a tomada de decisão dos operadores em terra, com foco na segurança e a eficiência dos navios; e

Comunicações – Estabelecimento de uma infraestrutura confiável, que forneça informações contínuas e permita a transmissão de dados nos navios, entre navios, entre navio e terra.

Com base nesses elementos propostos, as informações poderão ser transmitidas entre o navio e terra desde o porto de origem até destino. Isto proporcionará à tripulação uma melhor estrutura para a tomada de decisões, minimizará as suas cargas de trabalho e permitirá que se concentrem na segurança da navegação (Hong, 2015).

---

<sup>8</sup> No original: “As 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”.

Devido à complexidade das ações executadas, em 2011, foi acordado entre a IMO e os Estados Membros, a postergação da data prevista para a conclusão do Plano de Implementação Estratégico do *E-Navigation*, de 2012 para 2014, possibilitando aos envolvidos mais tempo para compreender as necessidades dos usuários e a estrutura necessária para a implementação do conceito (HSSC, 2013).

Com foco no apresentado e como resultado dos esforços dos Estados membros, coordenados pela IMO, em 2013 foram concluídas as tarefas de levantamento e priorização das necessidades dos usuários e análise das lacunas, propiciando as informações necessárias para identificar as possíveis soluções para implementação do *E-Navigation* (Pense, 2019).

Em decorrência desses fatos, em 2014, na primeira reunião do Comitê de Navegação, Comunicações e Busca e Salvamento da IMO (NCSR)<sup>9</sup>, foi aprovado o Plano de Implementação Estratégico do *E-Navigation* (SIP), tendo como objetivo principal implementar as cinco soluções para atender as necessidades dos usuários e lacunas identificadas (IMO, 2014).

Em consonância com o SIP, o processo de implementação do *E-Navigation* é interativo e de desenvolvimento contínuo, tendo em conta a evolução das necessidades dos utilizadores e as sugestões dos Estados membros, considerando as lições aprendidas e os objetivos alcançados. Os elementos e serviços do SIP devem, portanto, permanecer sob revisão, à luz dos recentes desenvolvimentos tecnológicos (IMO, 2014).

Consequentemente, a primeira atualização do SIP foi realizada em 2018 pela IMO. O plano estratégico atual reafirma a definição do conceito, entretanto revisa a necessidade de utilizar os equipamentos existentes, identificada desde o início, devido à urgência de atualizações ou modificações em alguns equipamentos a bordo. A adaptação do plano às necessidades dos usuários em evolução e as lições aprendidas ao longo do processo ressaltam a natureza dinâmica e contínua da implementação do conceito (IMO, 2018).

Dessa forma, a implementação do *E-Navigation*, conduzida pela IMO, foi solidificada por meio do SIP que, desde 2008, traçou um caminho para a

---

<sup>9</sup> Em inglês, *Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue – NCSR*. Em 2014, a IMO fundiu o Comitê de Segurança da Navegação (MSC) com o Subcomitê de Radiocomunicações e Busca e Salvamento, dando origem ao Comitê de Navegação, Comunicações e Busca e Salvamento (NCSR) (IMO, 2018).

modernização da navegação marítima global. Este plano, centrado na integração holística de sistemas a bordo e em terra, bem como na criação de uma infraestrutura de comunicação robusta, tem como objetivo principal otimizar a navegação de cais a cais e a eficiência do tráfego marítimo, aumentar a segurança e reduzir a poluição hídrica.

Com a aprovação do SIP em 2014, cinco soluções foram delineadas para abordar as necessidades dos usuários e melhorar a segurança e a eficiência da navegação. Na próxima seção, serão exploradas detalhadamente estas cinco soluções.

### 2.3 AS CINCO SOLUÇÕES DO *E-NAVIGATION*

As soluções foram desenvolvidas para atender às necessidades dos usuários, sejam navegantes ou operadores em terra, além de aprimorar os serviços e ferramentas disponíveis, com o objetivo de criar um ambiente de navegação mais seguro, eficiente e resiliente, alinhando-se com os objetivos estratégicos estabelecidos pela IMO (IMO, 2018). De acordo com o SIP, as cinco soluções do *E-Navigation* são:

- S1: projeto de passadiço aperfeiçoado, harmonizado e funcional;
- S2: meios para relatórios padronizados e automatizados;
- 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 Tráfego de Embarcações (VTS)<sup>10</sup> (IMO, 2018, p.2).

Cada solução desempenha um papel crucial na harmonização dos sistemas de navegação, garantindo que a tomada de decisão ocorra de forma mais rápida e assertiva.

A primeira solução (S1) é a melhora nas capacidades do Passadiço, padronizando e integrando equipamentos e sistemas, além de garantir que as informações relevantes para a navegação e alarmes de segurança sejam exibidos

---

<sup>10</sup> Em inglês, *Vessel Traffic Service* – VTS. São sistemas em terra implementados para interagir com o tráfego marítimo e responder a situações, melhorando a segurança e eficiência da navegação. Eles variam desde o envio de mensagens informativas simples, como a posição de outras embarcações e avisos meteorológicos, até a gestão extensiva do tráfego em portos e vias navegáveis (IMO, 2022).

adequadamente. A padronização dos sistemas no modelo de dados universal S-100<sup>11</sup> está contemplada nesta solução (Pense, 2019).

A definição dos meios para envio de relatórios padronizados e automatizados é a segunda solução (S2). O benefício será uma padronização a nível global de um sistema automatizado de envio de relatórios dos navios, reduzindo custos e encargos administrativos (Hagen, 2017).

A terceira solução (S3) busca maior confiabilidade, resiliência e integridade das informações apresentadas pelos equipamentos de navegação do Passadiço. Para garantir que o navegante receba informações confiáveis, os equipamentos deverão possuir alarmes de integridade dos sistemas, assegurando a precisão das informações fornecidas (An, 2015).

A Integração e apresentação das informações em displays gráficos (incluindo cartas eletrônicas e radar), recebidas de equipamentos de comunicação são cobertas na solução quatro (S4). Dessa forma, os sistemas de navegação do Passadiço serão harmonizados com a implementação de uma estrutura de dados marítimos unificados, utilizando o modelo de dados universal S-100, possibilitando o incremento da consciência situacional e reduzindo erros cometidos na transferência de informações (Pense, 2019).

A solução cinco (S5), foca na estrutura para o fornecimento eletrônico de informações relacionadas ao Portfólio de Serviços Marítimos (MSP)<sup>12</sup>. Essa solução, originalmente chamada de comunicação aprimorada dos Serviços de Tráfego de Embarcações (VTS) e visa harmonizar o formato, a estrutura e meios de comunicação usados na transmissão de informações entre navios e terra, não limitando-se somente ao VTS (Hagen, 2017).

Além disso, como parte do conceito, a IMO explora a padronização dos serviços em terra na solução S5 e define uma lista de dezesseis serviços marítimos operacionais e técnicos que compõem o Portfólio de Serviços Marítimos (MSP) do *E-Navigation* (Hagen, 2017).

Pelos conceitos apresentados, podemos identificar a presença dos três elementos essenciais da visão de futuro do *E-Navigation*, onde as soluções S2, S4 e

---

<sup>11</sup> O S-100 é a estrutura definida pelo IHO para a padronização de produtos de dados marítimos, como batimetria de alta resolução, correntes de superfície, áreas marinhas protegidas e os novos padrões para cartas de navegação eletrônicas (IHO, 2022).

<sup>12</sup> Em inglês, *Maritime Service Portfolio* – MSP. É um conjunto de serviços marítimos operacionais e técnicos, fornecidos aos navegantes, em formato digital (Hoeft et al., 2021).

S5 focam na comunicação e transmissão de informações entre os usuários, considerando os navios e operadores em terra, enquanto as soluções S1 e S3 promovem a utilização otimizada das informações e dados nos navios (Hagen, 2017).

Por fim, as cinco soluções constituem o primeiro passo para a implementação do *E-Navigation*, porém não são o objetivo final do conceito. Deve-se compreender que o conceito do *E-Navigation* não é estático e seu desenvolvimento será contínuo. Assim, à medida que as exigências dos usuários evoluem, a tecnologia avança e os processos são aprimorados, novos sistemas e serviços mais eficientes poderão ser incorporados (IMO, 2018).

## 2.4 CONCLUSÕES PARCIAIS

Neste capítulo, foram discutidos os fundamentos teóricos que sustentam o conceito do *E-Navigation*, conforme desenvolvido pela IMO, com destaque para a criação e evolução do SIP. Esse plano, como demonstrado, visa à modernização da navegação marítima global por meio da integração de sistemas de navegação e comunicação, tanto a bordo quanto em terra, promovendo, assim, um aumento significativo na segurança e na eficiência das operações marítimas, além de contribuir para a redução da poluição hídrica.

A análise mostrou que o SIP adota uma abordagem holística e sistemática, fundamentada em três elementos essenciais: a integração de sistemas a bordo, a consolidação da gestão de informações em terra e o estabelecimento de uma infraestrutura de comunicação robusta e contínua. Esse enfoque é reforçado pela evolução do SIP, que, mesmo após sua primeira atualização, continua comprometido com a harmonização e padronização de informações marítimas, em consonância com os objetivos da IMO.

Esses fundamentos teóricos do *E-Navigation* formam a base para as análises comparativas que serão realizadas nos capítulos seguintes, abordando as particularidades das implementações na Coreia do Sul e nos Estados Unidos. Essas análises contribuirão para a evolução contínua da segurança e eficiência na navegação marítima e permitindo uma compreensão mais aprofundada das adaptações necessárias para diferentes contextos nacionais.

### 3 O SMART-NAVIGATION

O presente capítulo tem como objetivo detalhar a implementação do *E-Navigation* na Coreia do Sul, no período de 2013 a 2020, com foco específico no projeto SMART-Navigation, uma iniciativa desenvolvida em resposta ao alto índice de acidentes marítimos e às necessidades crescentes de segurança e eficiência na navegação. A Coreia do Sul, sendo um dos líderes mundiais na indústria naval, enfrenta desafios significativos devido ao número elevado de acidentes envolvendo embarcações não-SOLAS<sup>13</sup>. Esses desafios ressaltam a necessidade de políticas e tecnologias inovadoras para aprimorar a segurança marítima.

Inicialmente, será apresentado o contexto nacional que motivou o desenvolvimento do SMART-Navigation, incluindo estatísticas relevantes sobre a segurança marítima e a importância econômica do setor para o país. Posteriormente, será descrita a estratégia nacional do *E-Navigation*, com ênfase na estrutura organizacional e nos agentes envolvidos na implementação do projeto.

Além disso, serão analisadas as principais iniciativas tecnológicas, como o desenvolvimento do LTE-Marítimo<sup>14</sup> (LTE-M) e os serviços específicos para embarcações menores. Esta abordagem fornecerá a base necessária para entender a implementação do *E-Navigation* na Coreia do Sul e servirá como referencial para as análises comparativas nos capítulos subsequentes sobre as implementações na Coreia do Sul e nos Estados Unidos.

#### 3.1 A ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DA COREIA DO SUL

De acordo com o anuário estatístico de acidentes marítimos sul-coreano (KMST, 2024), entre 2005 e 2011, houve um aumento significativo de acidentes envolvendo embarcações coreanas, com uma média anual de 1.486 acidentes marítimos, resultando em 203 vítimas fatais por ano. Desses acidentes, 82,3% foram atribuídos a decisões equivocadas dos navegantes ou erros de navegação, e 72% do total envolveram barcos pesqueiros e pequenas embarcações, principalmente devido

---

<sup>13</sup> Embarcações não-SOLAS são aquelas que não estão sujeitas às normas da Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS), estabelecida pela IMO (An, 2015).

<sup>14</sup> Em inglês, *Long-Term Evolution Maritime* – LTE-M.

a equipamentos de comunicação inadequados. As perdas econômicas decorrentes desses acidentes, baseadas nos pagamentos de seguros, aumentaram em 27% durante o período considerado (Hong, 2015).

Conforme a Lei de Segurança dos Navios e a Lei de Embarcações de Pesca da República da Coreia, embarcações de pesca com menos de 20 metros de comprimento não são obrigadas a possuir cartas náuticas para monitorar a posição do navio. Além disso, embarcações de pesca coreanas com menos de 5 de arqueação bruta<sup>15</sup> (AB), que representam mais de 87% de todas as embarcações de pesca do país, não são obrigadas a possuir equipamentos de comunicação ou emergência, radar ou agulha magnética (AN, 2016).

Diante desses desafios e reconhecendo a importância da segurança da navegação nas águas costeiras coreanas, em 2013 o Ministério dos Oceanos e da Pesca<sup>16</sup> (MOF) iniciou os estudos para a implementação da estratégia do *E-Navigation* na Coreia do Sul.

A estratégia de implementação do *E-Navigation* da Coreia do Sul é centrada no projeto SMART-Navigation, uma iniciativa inovadora lançada em 2013 pelo MOF, baseada nos conceitos em desenvolvimento pela IMO e concebido em resposta ao alto índice de acidentes marítimos (Hong, 2015).

Os principais objetivos do SMART-Navigation incluem a redução de acidentes marítimos por meio da integração de tecnologias avançadas de navegação e comunicação, a melhoria da segurança e eficiência da navegação tanto para navios SOLAS quanto para embarcações não-SOLAS, e a implementação de uma rede de comunicação marítima confiável para assegurar a transmissão contínua de dados entre navios e terra (JO e SHIM, 2019).

Para atingir esses objetivos, o projeto SMART-Navigation foi segmentado em cinco etapas distintas:

A primeira fase do projeto, o Design Conceitual (2013-2015), envolveu a conceitualização e organização do projeto, incluindo a elaboração de uma estratégia para um conceito específico sul-coreano em relação ao *E-Navigation*. Durante essa fase, foram definidas as diretrizes que orientariam o desenvolvimento e a implementação do projeto (Hagen, 2017).

---

<sup>15</sup> A arqueação bruta é um termo utilizado na navegação para descrever o volume total interno de uma embarcação, medido em unidades adimensionais (Brasil, 2023).

<sup>16</sup> Em inglês, *Ministry of Oceans and Fisheries of Korea* – MOF.

Após a conclusão da fase de design, seguindo o processo de tomada de decisão governamental, o Plano Estratégico de Implementação do *E-Navigation* da Coreia do Sul (SIP) foi finalizado em 2015, e o SMART-Navigation foi lançado pelo governo coreano, com um custo total de US\$ 110 milhões (Hagen, 2017).

Na fase de Pesquisa e Desenvolvimento (2015-2016), foram criadas tecnologias essenciais e serviços, com foco no desenvolvimento dos sistemas operacionais e na infraestrutura de comunicações marítimas. Esta etapa foi determinante para estabelecer as bases tecnológicas que permitiriam a integração dos novos sistemas de navegação e comunicação, suportando a transmissão de dados em tempo real e melhorando a conectividade marítima, especialmente para embarcações menores (Lee, 2017).

A fase de Implementação (2016-2020) envolveu a aplicação dos sistemas desenvolvidos, com foco na confiabilidade e consolidação dos serviços oferecidos. Durante essa etapa, os sistemas foram testados para garantir que atendessem às necessidades operacionais e de segurança da navegação. Essas atividades permitiram o desenvolvimento necessário à implementação do SMART-Navigation, em consonância com o planejamento do *E-Navigation* coreano (SONG, 2015).

Finalmente, a fase de Operação, que não será aprofundada neste estudo, foi iniciada em 2021 e visa manter e aprimorar continuamente os sistemas e serviços implementados, assegurando sua eficácia e adaptabilidade às necessidades futuras (Moon, 2021).

A coordenação do projeto é responsabilidade do MOF e envolve várias entidades governamentais, incluindo o Instituto Coreano de Pesquisa de Navios e Engenharia Oceânica<sup>17</sup> (KRISO) e o Registro Coreano<sup>18</sup> (KR), responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologias essenciais e pela padronização de equipamentos de navegação (Lee, 2017).

### 3.2 A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E OS AGENTES ENVOLVIDOS

O projeto SMART-Navigation é executado com base em uma estrutura organizacional complexa, envolvendo diversas entidades governamentais e institutos

---

<sup>17</sup> Em inglês, *Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering* – KRISO.

<sup>18</sup> Em inglês, *Korea Register* – KR.

de pesquisa. O MOF é o principal responsável e coordenador geral do projeto, supervisionando todas as fases, desde a concepção até a implementação e operação, assegurando que os objetivos sejam cumpridos de maneira eficaz (Lee, 2017).

Nesse contexto, o KRISO desempenhou um papel preponderante no desenvolvimento das tecnologias essenciais para o SMART-Navigation, estabelecendo as bases para a oferta dos seis serviços marítimos propostos (Jin, 2017).

Esse instituto garantiu a capacidade tecnológica necessária para os sistemas de consciência situacional do tráfego marítimo e de resposta às emergências e embarcações em perigo, utilizando monitoramento de tráfego em tempo real. Além disso, desenvolveu o sistema operacional do *E-Navigation* coreano, criando ferramentas para avaliação dos perigos à navegação identificados na derrota, com foco nas embarcações não-SOLAS (Hagen, 2017). Simultaneamente, o KRISO foi responsável pela criação da infraestrutura digital, baseada em um avançado sistema de comunicação (Lee, 2017).

Adicionalmente, o KR foi encarregado de harmonizar os sistemas com os padrões internacionais, desenvolvendo diretrizes para garantir a qualidade dos softwares utilizados e a padronização dos equipamentos de navegação conforme o modelo de dados S-100. Isso assegura uma troca de informações contínua e eficiente entre os sistemas (AN, 2016).

Por fim, a integração das múltiplas tecnologias e serviços ficou a cargo de um comitê composto pelo Instituto Coreano de Promoção da Ciência e Tecnologia Marinhas<sup>19</sup> (KIMST) e do Escritório de Projeto SMART-Navigation (Lee, 2017).

A coordenação entre o MOF, KRISO, KR, KIMST e o Escritório de Projeto SMART-Navigation assegura a integração eficaz das tecnologias desenvolvidas, resultando em melhorias significativas na segurança e eficiência da navegação marítima na Coreia do Sul. Essa estrutura organizacional abrangente promove a implementação dos padrões estabelecidos pela IMO, adaptando-os às particularidades do ambiente marítimo coreano, por meio da modernização dos sistemas e das comunicações marítimas em suas águas jurisdicionais.

Com essa base tecnológica e organizacional estabelecida, o próximo passo será examinar as principais iniciativas e serviços do SMART-Navigation, que foram

---

<sup>19</sup> Em inglês, *Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion* – KIMST.

projetados para atender às necessidades específicas da navegação marítima na Coreia do Sul. A estrutura integrada não apenas fortalece a segurança, mas também aprimora a eficiência operacional, demonstrando uma abordagem inovadora e adaptável ao contexto marítimo nacional.

### 3.3 AS PRINCIPAIS INICIATIVAS E SERVIÇOS DO SMART-NAVIGATION

A Coreia do Sul tem se destacado no desenvolvimento e implementação de tecnologias inovadoras, destinadas a melhorar a segurança e eficiência da navegação marítima, especialmente para embarcações não-SOLAS. Os serviços marítimos do SMART-Navigation são organizados em seis Pacotes de Trabalho<sup>20</sup> (WP). Cada pacote é projetado para fornecer um serviço específico que atende às necessidades coreanas e se alinha aos Serviços Marítimos do *E-Navigation* da IMO.

Esses serviços foram concebidos para integrar tecnologias de comunicação avançadas, melhorar a segurança e a eficiência da navegação, e proporcionar informações confiáveis aos navegantes. Cada um dos seis serviços desempenha funções específicas que garantem a eficácia das operações marítimas. A seguir, são descritas as principais funções de cada serviço, conforme detalhado pela IHO (IHO, 2018):

Em primeiro lugar, o Serviço de Monitoramento e Assistência à Navegação<sup>21</sup> (NAMAS) é responsável por monitorar a navegação dos navios e emitir alertas para evitar perigos, como colisões e encalhes. Utilizando dados de posição e derrota dos navios, o NAMAS atua de forma preventiva, garantindo a segurança da navegação.

Além disso, o Serviço de Monitoramento de Sistemas a Bordo<sup>22</sup> (SBSMS) oferece monitoramento remoto dos diversos sistemas a bordo de navios com bandeira coreana ou navios que solicitem adesão ao serviço. O sistema permite a detecção de emergências, como alagamentos, incêndios e falhas ou avarias nas máquinas, proporcionando uma resposta rápida para embarcações em perigo.

Adicionalmente, o Serviço de Planejamento de Rota Segura e Otimizada<sup>23</sup> (SORPS) fornece sugestões de rotas seguras e otimizadas. Este serviço é essencial

---

<sup>20</sup> Em inglês, *Work Packages - WP*

<sup>21</sup> Em inglês, *Navigation Monitoring & Assistance Service – NAMAS*.

<sup>22</sup> Em inglês, *Ship-borne System Monitoring Service – SBSMS*.

<sup>23</sup> Em inglês, *Safe & Optimal Route Planning Service – SORPS*.

tanto para o planejamento de viagens de navios mercantes quanto para a orientação de pequenas embarcações que não dispõem de sistemas avançados de navegação.

O Serviço de Distribuição e Transmissão em Tempo Real de Cartas Náuticas Eletrônicas<sup>24</sup> (REDSS) disponibiliza cartas náuticas eletrônicas das águas coreanas para navios SOLAS e não-SOLAS. Além disso, o REDSS permite o envio em tempo real dessas cartas, por meio de streaming<sup>25</sup>, para pequenas embarcações sem sistemas de Cartas Náuticas Eletrônicas (ECS) a bordo.

O quinto serviço é o Serviço de Assistência a Práticos e Rebocadores<sup>26</sup> (PITAS), que fornece aos práticos e rebocadores as informações necessárias para manobras de atracação seguras e eficientes.

Finalmente, o Serviço de Informações sobre Segurança e Ambiente Marítimo<sup>27</sup> (MESIS) fornece as Informações de Segurança Marítima<sup>28</sup> (MSI), como avisos aos navegantes, informações meteorológicas e hidrográficas. Este serviço utiliza o prioritariamente o link de comunicação LTE-M, mas também pode operar com outros links de comunicação disponíveis a bordo dos navios SOLAS, assegurando a disseminação de informações críticas para a segurança da navegação.

Os serviços supracitados são acessados por intermédio da Plataforma de Conectividade Marítima<sup>29</sup> (MCP), uma estrutura de comunicação que funciona como uma nuvem e permite a troca de informações digitais, utilizando o formato de dados S-100, de forma segura e contínua entre todos os stakeholders marítimos. A MCP atua como integradora das informações enviadas pelos usuários através das redes de comunicação disponíveis, como LTE-M, garantindo que todas as informações sejam compartilhadas com segurança e rapidez (Baldauf, et al., 2016).

Diante dessas considerações, podemos verificar que os seis serviços do SMART-Navigation exemplificam a integração de tecnologias avançadas e a coordenação entre diversos sistemas para aprimorar a segurança e a eficiência da navegação. Essa estrutura robusta não apenas fortalece a segurança marítima, mas

---

<sup>24</sup> Em inglês, *Real-time Electronic Navigational Chart Distribution & Streaming Service* – REDSS.

<sup>25</sup> Tecnologia de transmissão de dados, em fluxo contínuo, de um servidor para um dispositivo conectado à internet, que permite acesso ao conteúdo online, sem que haja necessidade de baixar o arquivo (ABL, 2022).

<sup>26</sup> Em inglês, *Pilot & Tugs Assistance Service* – PITAS.

<sup>27</sup> Em inglês, *Maritime Environment and Safety Information Service* – MESIS.

<sup>28</sup> Em inglês, *Maritime Safety Information* - MSI.

<sup>29</sup> Em inglês, *Maritime Connectivity Platform* – MCP.

também melhora a eficiência operacional, demonstrando uma abordagem inovadora e adaptável ao contexto marítimo coreano.

A seguir, serão abordadas três das principais inovações do projeto coreano em relação ao conceito estabelecido pela IMO. Essas inovações visam estender os benefícios do SMART-Navigation às embarcações coreanas de pequeno porte, proporcionando tecnologias que atendam às suas necessidades específicas e fortaleçam a segurança e eficiência da navegação em águas jurisdicionais da Coreia do Sul.

### 3.3.1 O SBSMS e o NAMAS

O serviço SBSMS opera como um sistema avançado de monitoramento, que detecta automaticamente condições anormais a bordo dos navios. Quando um problema é identificado, o sistema avalia o nível de risco associado e fornece orientações de resposta às emergências para os navegantes. Esse processo é fundamental para garantir que os navegantes possam reagir prontamente em situações críticas, minimizando possíveis danos ou perdas no mar (Yoo, et al., 2018).

Complementarmente, o serviço NAMAS desempenha um papel preponderante na prevenção de acidentes, por meio de um monitoramento contínuo em terra, que avalia as condições de navegação nas proximidades da embarcação e identifica potenciais vulnerabilidades (Hong, et al., 2018).

Utilizando uma ampla gama de dados, incluindo informações cartográficas e acompanhamento do tráfego marítimo, o NAMAS identifica áreas de risco elevado e situações que requerem atenção especial, como passagens por estreitos ou áreas de tráfego intenso. Em casos de emergência, o NAMAS atua rapidamente, fornecendo dados sobre o incidente, auxiliando na coordenação de respostas e na mitigação de impactos, tanto para as embarcações diretamente envolvidas quanto para aquelas nas proximidades (Hong, et al., 2018).

Ambos os serviços, SBSMS e NAMAS, funcionam de forma integrada, oferecendo uma cobertura completa desde a prevenção até a resposta aos acidentes. Esta integração não só melhora a segurança marítima, como também reforça a capacidade de resposta rápida, essencial para a salvaguarda da vida humana e a prevenção da poluição hídrica.

### 3.3.2 Os dispositivos móveis do SMART-Navigation

Em navios não-SOLAS, o uso de cartas de papel é praticamente inviável devido ao espaço limitado e à dificuldade na atualização delas, tornando as Cartas Náuticas Eletrônicas (ENC) uma opção mais conveniente. Entretanto, embarcações pequenas frequentemente não possuem geração de energia elétrica ou espaço para equipamentos eletrônicos de navegação avançados. A solução encontrada foi o desenvolvimento de um dispositivo portátil que permite a utilização dos serviços do SMART-Navigation.

Este dispositivo funciona como um tablet ou smartphone, incluindo um módulo GPS, aplicativo de navegação com cartas ENC homologadas e um link de comunicação LTE-M para o recebimento de dados via streaming. Os dados nesses dispositivos utilizam o padrão S-100, o que reflete a normatização e a uniformização desejada no conceito do *E-Navigation* (AN, 2016).

Assim, as informações das cartas são transmitidas via streaming a partir do centro de suporte costeiro, utilizando o serviço REDSS. A posição e a derrota do navio, juntamente com as informações de rumo, são plotadas e acompanhadas online no dispositivo (Baldauf, et al., 2016).

Além disso, os navegantes podem receber as MSI diretamente no dispositivo pelo serviço MESIS, incluindo avisos aos navegantes e dados meteorológicos atualizados, enquanto as cartas náuticas eletrônicas são continuamente atualizadas pela Administração Hidrográfica e Oceanográfica da Coreia<sup>30</sup> (KHOA), durante a navegação (Hoeft, et al., 2021).

A criação deste dispositivo integrado garantiu que aproximadamente 60.000 navios não-SOLAS utilizem os serviços de download e atualização de ENC pela rede de comunicação LTE-M conectada ao dispositivo (Hoeft, et al., 2021).

Essa abordagem integrada e tecnologicamente adaptativa reflete uma estratégia inovadora para superar as limitações dos navios não-SOLAS, destacando o desenvolvimento de tecnologias alinhadas às necessidades específicas da Coreia do Sul, garantindo acesso a equipamentos e serviços para embarcações de pequeno porte.

---

<sup>30</sup> Em inglês, *Korea Hydrographic and Oceanographic Agency* – KHOA.

### 3.3.3 O projeto LTE-Maritime

O LTE-M, desenvolvido na Coreia do Sul, é um projeto inovador que busca aprimorar as comunicações marítimas, especialmente para embarcações menores que não possuem equipamentos de comunicação. Utilizando a tecnologia LTE, comum em ambientes terrestres para comunicação móvel, este projeto foi adaptado para o ambiente marítimo a fim de enfrentar desafios como a falta de infraestrutura de comunicação confiável e de alta velocidade no mar (JO, et al., 2019).

O design do LTE-M visa superar as limitações dos sistemas existentes, permitindo que embarcações menores, sem equipamento de rádio, possam se comunicar e trocar dados até uma distância de 100 quilômetros da costa coreana. Além disso, a rede LTE-M permite a conexão com os seis serviços marítimos disponíveis no SMART-Navigation, como o REDSS, com streaming de ENC, proporcionando maior confiabilidade e velocidade em comparação às redes marítimas tradicionais (Jang, et al., 2018).

A área de cobertura foi determinada com base no fato de que 88% dos acidentes marítimos na Coreia ocorreram com embarcações não-SOLAS, dentro desta área de 100 quilômetros, ressaltando a importância do projeto para melhorar a segurança marítima nessas regiões críticas (Jang, et al., 2018).

Nesse contexto, o projeto LTE-M representa um avanço significativo para a comunicação marítima da Coreia, abrangendo a área com maior índice de acidentes. Ele não só aumenta a confiabilidade e a velocidade das comunicações, mas também melhora a segurança, ao prover cobertura extensa e resiliente aos navegantes.

Entretanto, essa dependência das conexões digitais para a transmissão de dados traz à tona questões de vulnerabilidade cibernética. Como todas as transmissões no contexto do SMART-Navigation são realizadas por meio de conexões digitais, a integridade dessas comunicações é fundamental para a segurança da navegação.

A Coreia do Sul, ao adotar essa infraestrutura digital avançada, também se depara com o desafio de proteger suas redes contra possíveis ataques cibernéticos e falhas tecnológicas.

### 3.4 CONCLUSÕES PARCIAIS

Este capítulo analisou a implementação do *E-Navigation* na Coreia do Sul, com ênfase no projeto SMART-Navigation, uma iniciativa que se destaca como uma resposta inovadora aos desafios de segurança marítima enfrentados pelo país. Observou-se que a Coreia do Sul, diante de um número significativo de acidentes marítimos, especialmente envolvendo embarcações não-SOLAS, desenvolveu políticas e tecnologias avançadas para mitigar riscos e melhorar a eficiência na navegação.

O projeto SMART-Navigation evidencia um planejamento estratégico robusto, estruturado em fases distintas, desde o design conceitual até a operação contínua. A análise destacou a importância de uma estrutura organizacional eficiente e da colaboração entre várias entidades, como o MOF, KRISO e o KR, que foram fundamentais para o desenvolvimento e padronização das tecnologias necessárias.

Essa coordenação eficaz resultou na criação de serviços inovadores que não apenas melhoram a segurança e a resposta às emergências, mas também adaptam soluções tecnológicas às necessidades específicas de embarcações menores.

Diante do exposto, verifica-se que a estratégia nacional do *E-Navigation* da Coreia do Sul, materializada pelo projeto SMART-Navigation, não apenas contribui para a melhoria da segurança e eficiência da navegação, mas também oferece um modelo valioso de modernização da navegação marítima. As inovações tecnológicas e a abordagem estratégica adotadas representam boas práticas que podem ser adaptadas por outros países com desafios marítimos semelhantes.

Contudo, deve-se considerar que a forte dependência de conexões digitais para a transmissão de informações no SMART-Navigation apresenta um risco inerente de vulnerabilidade cibernética. Assim, a construção de resiliência contra ataques cibernéticos e falhas nas infraestruturas digitais deve ser considerada uma prioridade estratégica para a evolução contínua do SMART-Navigation na Coreia do Sul.

No próximo capítulo, será realizada uma análise da implementação do *E-Navigation* nos Estados Unidos, com o objetivo de identificar as estratégias e projetos americanos e destacar como diferentes contextos nacionais influenciam a adaptação e implementação das tecnologias do *E-Navigation*.

## 4 A IMPLEMENTAÇÃO DO *E-NAVIGATION* NOS EUA

Este capítulo examina a implementação do *E-Navigation* nos Estados Unidos, exemplificando a coordenação de esforços voltados para o aprimoramento da segurança e eficiência da navegação marítima. Como um dos signatários da iniciativa original submetida à IMO em 2005, os EUA tiveram uma influência significativa no desenvolvimento do conceito *E-Navigation* e na sua aplicação prática.

Dada a importância de sua complexa rede de portos e vias navegáveis interiores para a economia nacional, os Estados Unidos têm investido na criação de um ambiente integrado de informações que englobe o transporte marítimo, as agências governamentais envolvidas e os stakeholders. O objetivo central desta iniciativa é melhorar a consciência situacional, reduzir a carga de trabalho das tripulações e garantir que o *E-Navigation* contribua para a segurança, eficiência e sustentabilidade do sistema de transporte marítimo americano (CMTS, 2012).

Nesse sentido, este capítulo está estruturado em três seções principais. Primeiramente, será descrita a estrutura organizacional responsável pela implementação do *E-Navigation* nos EUA, destacando a atuação das agências envolvidas no projeto.

Em seguida, será analisada a estratégia de implementação americana, baseada no Plano de Ação Estratégico<sup>31</sup> (SAP) entre 2012 e 2018, com ênfase nas áreas de atuação prioritárias. Por fim, serão discutidas as principais iniciativas e projetos desenvolvidos pelas agências envolvidas que desempenham papéis determinantes na execução do *E-Navigation* nos EUA

### 4.1 A ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E AS AGÊNCIAS

Em 2012, os Estados Unidos lançaram o SAP para a implementação do *E-Navigation*. Desenvolvido pelo Comitê para o Sistema de Transporte Marítimo<sup>32</sup> (CMTS), um órgão federal de coordenação interagências, este plano buscou criar um ambiente integrado de informações para o transporte marítimo, alinhado com as diretrizes da IMO (CMTS, 2012).

---

<sup>31</sup> Em inglês, *Strategic Action Plan – SAP*.

<sup>32</sup> Em inglês, *U.S. Committee on the Marine Transportation System – CMTS*.

O CMTS, comitê responsável pelo *E-Navigation*, é encarregado de avaliar a eficácia do sistema de transporte marítimo americano, promover a integração com outros modais de transporte e a utilização sustentável do ambiente marinho. Além disso, o CMTS coordena e formula recomendações sobre políticas federais que influenciam diretamente o sistema de transporte marítimo e atua como um facilitador, garantindo a integração e a colaboração entre as diversas agências envolvidas no processo (CMTS, 2024).

A estrutura organizacional do CMTS, compreende agências e órgãos governamentais que atuam dentro do sistema de transporte marítimo. Os membros do conselho de coordenação, representantes dessas agências, definem as prioridades estratégicas e os planos de trabalho, que são executados pelas Equipes de Ação Interagências (IAT) (CMTS, 2012).

Considerando essa estrutura, em 2012 foi estabelecida a Equipe de Ação Interagências *E-Navigation* IAT, coordenada pelo CMTS. As principais agências executoras dessa equipe são a Guarda Costeira dos EUA<sup>33</sup> (USCG), o Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA<sup>34</sup> (USACE) e a Administração Nacional Oceânica e Atmosférica<sup>35</sup> (NOAA) (CMTS, 2012).

Essas agências atuam de forma colaborativa, em conjunto com a indústria e organizações internacionais, respeitando suas respectivas missões estatutárias e usando seus próprios orçamentos para desenvolver os projetos (CMTS, 2021).

A USCG, como uma das agências executoras, é responsável pelos Auxílios à Navegação e pela disseminação das MSI e do Aviso aos Navegantes. Adicionalmente, a USCG implementa tecnologias de comunicação marítimas, como as Mensagens Específicas de Aplicação<sup>36</sup> (ASM), empregadas para transmitir informações aos navios por meio do equipamento AIS<sup>37</sup> (Wiggins et al., 2017).

A NOAA é outra agência fundamental na implementação do *E-Navigation*. Ela desenvolve e operacionaliza programas como o Sistema em Tempo Real de Oceanografia<sup>38</sup> (PORTS) e o Navegação Marítima de Precisão<sup>39</sup> (PMN), que fornecem dados ambientais em tempo real e integram tecnologias de navegação com alta

---

<sup>33</sup> Em inglês, *United States Coast Guard* – USCG

<sup>34</sup> Em inglês, *United States Army Corps of Engineers* – USACE.

<sup>35</sup> Em inglês, *National Oceanic and Atmospheric Administration* – NOAA.

<sup>36</sup> Em inglês, *Application Specific Messages* – ASM.

<sup>37</sup> Em inglês, *Automatic Identification System* – AIS.

<sup>38</sup> Em inglês, *Physical Oceanographic Real-Time System* – PORTS.

<sup>39</sup> Em inglês, *Precision Marine Navigation* – PMN.

precisão. O PORTS melhora a segurança e a eficiência da navegação ao fornecer observações ambientais em tempo real, como níveis de maré e correntes, enquanto o PMN consolida dados de navegação em um único sistema de fácil acesso, utilizando o padrão de dados S-100 (NOAA, 2024).

O USACE supervisiona a navegação em águas interiores e é responsável por projetos como os Serviços de Informações Fluviais<sup>40</sup> (RIS) e a produção das cartas eletrônicas interiores<sup>41</sup> (IENC), cobrindo os rios navegáveis americanos (Kress, 2021).

Uma de suas contribuições para a implementação do *E-Navigation* foi a instalação de receptores AIS em pontos de eclusas interiores. Esses dados fornecem informações atualizadas visando reduzir acidentes, como fechamentos não programados de eclusas, aumentando a eficiência e a comunicação entre todos os navegantes e operadores das vias navegáveis interiores (Hayes, et al., 2016).

Com base no exposto, verifica-se que a implementação do *E-Navigation* nos EUA, coordenada pelo CMTS, é realizada por intermédio dos diversos projetos executados pelas principais agências da *E-Navigation* IAT, que trabalham de forma sinérgica, dentro das suas missões estatutárias e seus próprios orçamentos, permitindo uma abordagem integrada na implementação do *E-Navigation* e contribuindo para o incremento da segurança da navegação e eficiência do tráfego marítimo, seja em águas interiores ou em águas azuis.

#### 4.2 A ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DOS EUA

A implementação do *E-Navigation* nos EUA busca melhorar a consciência situacional dos navegantes e a padronização do tráfego de dados nos diversos sistemas nacionais, visando aprimorar a troca de informações marítimas, além de garantir uma parceria bem-sucedida com as partes interessadas, como os navegantes, a indústria naval e fabricantes de equipamentos de navegação (Hagen, 2017).

Os esforços do CMTS, coordenador do SAP, foram guiados pelos seguintes princípios: focar em identificar e atender às necessidades dos usuários, fazer o melhor uso dos sistemas e dados existentes, empregando sistemas de baixo custo sem

---

<sup>40</sup> Em inglês, *River Information Service* – RIS.

<sup>41</sup> Em inglês, *Inland Electronic Navigational Chart* – IENC.

comprometer a segurança, e alinhar-se, sempre que possível, com padrões internacionais para garantir a interoperabilidade e a padronização dos sistemas, fortalecendo a posição dos EUA no cenário marítimo global (CMTS, 2012).

O objetivo do SAP de tornar o sistema de transporte marítimo dos EUA mais seguro, resiliente, eficiente e integrado deve ser alcançado por meio de informações marítimas provenientes de agências oficiais, pela melhoria da infraestrutura das vias navegáveis e da redução da carga de trabalho das tripulações. Este esforço alinha-se com as diretrizes e especificações do conceito da IMO (Hagen, 2017).

Dessa forma, o SAP foca em seis áreas de atuação: integração de sistemas, troca de dados sem interrupções, requisitos baseados no usuário, informações direcionadas para a tomada de decisão, conectividade melhorada e coordenação de informações entre agências. As áreas de atuação desta estratégia fornecem um caminho para as agências federais entregarem os serviços marítimos e apoiarem os avanços tecnológicos, que facilitam a implementação do *E-Navigation* (CMTS, 2012).

Portanto, o SAP resulta em uma abordagem estratégica americana para o *E-Navigation* que enfatiza a necessidade de implementação coordenada e estruturada, em consonância com os padrões internacionais. Além disso, promove a colaboração entre as partes interessadas, garantindo que os avanços na implementação dessa nova estrutura sejam realizados de forma coesa e integrada.

Com base no exposto, em 2013, a *E-Navigation* IAT conduziu um diálogo online sobre as perspectivas e demandas do *E-Navigation* nos Estados Unidos, propiciando uma plataforma para discussões e feedback sobre a direção a do projeto, buscando informações para atender as necessidades dos usuários (CMTS, 2024).

Em continuidade à compreensão das necessidades dos usuários, a USCG realizou doze audiências públicas em 2014, em nível nacional, com o objetivo de fornecer informações sobre os esforços realizados e coletar dados sobre as prioridades dos stakeholders. As sessões também visavam os navegantes recreativos e utilizadores de embarcações de pequeno porte, garantindo uma abordagem inclusiva na formulação das políticas do *E-Navigation* (CMTS, 2024).

Ainda em 2014, reconhecendo que o escopo das questões relativas aos serviços de navegação era mais amplo do que o capturado pelo termo "*E-Navigation*", o CMTS aprovou a mudança do nome da equipe de ação integrada de "*E-Navigation* IAT" para "*Future of Navigation IAT*" ou *FutureNav IAT* (CMTS, 2021).

Em junho de 2014, o CMTS adotou o modelo universal de dados hidrográficos S-100 da IHO como a base de dados para a troca de informações digitais de segurança marinha e requisitos relacionados à coleta de dados do Sistema de Transporte Marítimo americano (CMTS, 2014).

No final de 2014, a USCG, NOAA e USACE expandiram a capacidade de transmissão via AIS, com aproximadamente duzentos Auxílios à Navegação eletrônicos, visando aprimorar os auxílios físicos à navegação e permitir a transmissão de status declusas, informações meteorológicas e hidrológicas nas vias navegáveis interiores (CMTS, 2024).

Em 2015, o *FutureNav IAT* atualizou seu plano de trabalho, buscando aprimorar as ações em andamento. Foram identificadas três ações prioritárias, sendo a primeira o desenvolvimento de um sistema integrado de Informações de Segurança Marítima, buscando harmonizar a disseminação de informações de segurança na navegação entre as agências (Hagen, 2017).

A segunda ação foi um esforço de integração entre a USCG e a USACE para harmonizar a cartografia das vias navegáveis marítimas e interiores, utilizando o padrão S-100. A terceira ação prioritária foi o desenvolvimento e manutenção de um plano de divulgação e engajamento, como a participação em conferências, workshops e publicações de artigos, com o objetivo de disseminar as ações realizadas para implementação do *E-Navigation*, promovendo uma comunicação eficiente entre os stakeholders (Hagen, 2017).

#### 4.3 OS PRINCIPAIS SERVIÇOS DO *E-NAVIGATION* AMERICANO

Conforme detalhado, o desenvolvimento do *E-Navigation* americano é realizado de forma sinérgica pelos projetos das agências envolvidas. Assim, iremos destacar os principais projetos da USCG, NOAA e USACE e suas respectivas contribuições para a implementação do *E-Navigation*.

##### 4.3.1 A USCG e os auxílios à navegação

Desde 2007, a USCG tem desenvolvido um projeto de transmissão de dados via AIS, utilizando as ASM. Neste projeto, o AIS atua como meio de transmissão de

informações aos navios, permitindo a utilização do sistema de Auxílios à Navegação americano, para disseminar as MSI de forma contínua e resiliente aos navegantes (Fields, et al., 2017).

Esta integração entre as ASM com o sistema de boias e faróis melhorou a sinalização das vias navegáveis, oferecendo um novo método de envio de informações de segurança marítimas (Wiggins, et al., 2017).

Essas funcionalidades estão em alinhamento com o Sistema Nacional de Identificação Automática<sup>42</sup> (NAIS), que é uma capacidade desenvolvida para aprimorar a consciência situacional da Guarda Costeira dos EUA (USCG, 2024).

O projeto do NAIS teve início em 2004 e atingiu sua capacidade operacional em 2018, sendo implementado em três fases. Inicialmente foi estabelecida a capacidade de receber mensagens AIS em 58 portos e 11 vias navegáveis, usando a infraestrutura existente. A segunda, concluída em 2012, expandiu as capacidades para transmissão e recepção de dados para até 24 milhas náuticas e de recepção para até 50 milhas náuticas. A terceira fase combinou transceptores permanentes com cobertura por satélite para monitorar o tráfego marítimo até 2.000 milhas náuticas da costa (USCG, 2024).

Esse sistema permite à Guarda Costeira manter a consciência situacional marítima empregando a infraestrutura do AIS, de modo a monitorar o tráfego em portos e águas jurisdicionais americanas, gerenciar respostas a emergências, organizar atividades portuárias como inspeções e fornecer informações históricas para investigações de incidentes. O NAIS também aumenta a conscientização dos navegantes transmitindo dados de auxílios eletrônicos à navegação e informações de segurança marítima, permitindo a USCG transmitir alertas de perigos à navegação (USCG, 2024).

Por meio dessas iniciativas, a USCG aprimora a segurança, a eficiência e a resiliência das vias navegáveis dos EUA, além de contribuir para a implementação do conceito do *E-Navigation*, garantindo que as informações de segurança marítima estejam prontamente disponíveis para os navegantes. Por outro lado, percebe-se a dependência das comunicações digitais, que mostra uma fragilidade do sistema perante as possíveis ameaças cibernéticas existentes.

---

<sup>42</sup> Em inglês, *National Automatic Identification System* – NAIS.

#### 4.3.2 Os programas da NOAA

A NOAA tem desempenhado um papel preponderante na implementação do *E-Navigation* por meio de programas como o PORTS e o PMN.

O PORTS é uma ferramenta de suporte à decisão, que melhora a segurança e a eficiência do transporte marítimo e a gestão dos recursos costeiros, por meio da integração de observações ambientais em tempo real. Este sistema dissemina observações e previsões de níveis de maré, correntes, salinidade e parâmetros meteorológicos, como ventos, pressão atmosférica e temperaturas do ar e da água, informações essenciais para a navegação segura (NOAA, 2024).

Dentro os principais objetivos do PORTS, destacam-se: Promover a segurança da navegação, melhorar a eficiência dos portos dos EUA e assegurar a proteção dos recursos marinhos costeiros. O PORTS proporciona dados oceanográficos precisos e em tempo real, adaptados às necessidades específicas da comunidade local, ou seja, cada sistema PORTS é projetado para atender aos requisitos dos usuários locais (AAPA, 2014).

Além do PORTS, a NOAA desenvolveu o PMN, com o objetivo de consolidar todos os dados de navegação em um único sistema de fácil acesso. Utilizando o modelo S-100, o PMN garante a padronização e permite a seleção de camadas de dados conforme as especificações do usuário (NOAA, 2024).

Esse sistema permite a combinação dos dados oceanográficos integrados com levantamentos batimétricos de alta resolução e o posicionamento preciso dos navios. Isso permite a navegação próxima ao leito do mar, em áreas com perigos à navegação ou em canais estreitos, proporcionando aos navegantes maior segurança em manobras restritas (Brennan, 2015).

A aplicação prática desses avanços foi demonstrada no Porto de Long Beach (EUA), onde o levantamento de plantas batimétricas de alta resolução, combinado com o nível de maré, permitiu aumentar o calado máximo dos navios de 65 pés para 69 pés, resultando em uma capacidade adicional de carga de US\$10 milhões anuais para os armadores. Essa integração demonstrou como o PMN pode trazer benefícios econômicos significativos, além de melhorar a segurança e a eficiência nos principais portos dos EUA (NOAA, 2024).

Adicionalmente, com a adoção do padrão S-100 nos EUA em 2014, a NOAA está em processo de substituição das ENC S-57 para ENC S-101. O objetivo dessa

transição é aprimorar o sistema de produção e suportar a produção simultânea de cartas em ambos os padrões, até que o S-57 seja aposentado (NOAA, 2023).

A transição para a produção das ENC S-101 representa um investimento no futuro dos equipamentos de navegação, alinhando-se ao programa PMN e em consonância com a padronização dos dados cartográficos estabelecidos pela IMO (NOAA, 2023).

Por fim, esses avanços demonstram o compromisso da NOAA com a inovação e a melhoria da navegação marítima, em consonância com a implementação do *E-Navigation*. A expansão da navegação de precisão, por meio dos projetos citados, não só melhora a segurança do tráfego marítimo, reduzindo o risco de colisões e encalhes, mas também incrementa a eficiência ao permitir que as embarcações transportem mais mercadorias em um único traslado.

#### 4.3.3 O USACE e a navegação fluvial

O USACE supervisiona estruturas de navegação interiores em 41 estados, operando e mantendo 191 eclusas em 41 vias navegáveis, desempenhando um papel significativo na implementação do *E-Navigation*, especialmente por intermédio dos Serviços de Informações Fluviais (RIS). A importância das vias interiores foi definida pelo SAP como essencial para o sucesso do *E-Navigation* no EUA:

“O *E-Navigation* precisa expandir seus serviços e capacidades para todas as águas, tanto offshore quanto costeiras e interiores, **incluindo os rios navegáveis no interior do país**. Portanto, o *E-Navigation* deve contar com um robusto centro de serviços de informações fluviais (CMTS, 2012, p.13, tradução e grifo nosso).<sup>43</sup>

Em resposta a essa necessidade, a implementação dos RIS nos EUA tem avançado substancialmente, com o USACE introduzindo diversos serviços que estabelecem uma base sólida para os RIS. Esses serviços são fundamentados em duas tecnologias principais: AIS e as IENC (CMTS, 2012).

O USACE mantém receptores AIS nas eclusas das vias navegáveis, interiores como ferramenta para fornecimento dos RIS. As mensagens AIS recebidas nesses

---

<sup>43</sup> No original: *E-Navigation* needs to extend its services and capabilities to all waters, offshore, coastal and inland, including the navigable rivers in the interior of the nation. Therefore, *E-Navigation* must have a robust river information services center.

locais são alimentadas em tempo real no sistema NAIS da USCG e possibilitam monitorar as embarcações fluviais, reduzindo os acidentes por fechamentos não programados de eclusas, aumentando a eficiência e a comunicação entre todos os usuários das vias navegáveis (Hayes, et al., 2016)

Outra responsabilidade do USACE é o fornecimento das IENC das vias navegáveis interiores. O USACE trabalha em estreita colaboração com a NOAA, garantindo que os dados de navegação sejam atualizados e precisos, facilitando a navegação segura e eficiente nos rios americanos (LaDue, 2020).

Além das capacidades citadas, o USACE desenvolveu o Aplicativo de Gestão de Operações de Eclusas<sup>44</sup> (LOMA) para operar eclusas de forma mais eficiente e melhorar o fluxo de navios nas vias interiores. Os dados do LOMA contêm informações sobre filas nas eclusas e tempo para transposição, melhorando o planejamento da derrota das embarcações. Esse sistema também é integrado ao NAIS da USCG (Riley, 2016).

Conforme visualizamos, a implementação dos RIS e outros programas pelo USACE contribuiu significativamente para a concretização da estratégia do *E-Navigation*, aprimorando a segurança, eficiência e sustentabilidade do transporte marítimo nas vias navegáveis interiores dos EUA. Esses esforços conjuntos entre diversas agências federais e a indústria garantem uma navegação mais segura e eficiente, alinhada aos objetivos estratégicos do *E-Navigation*.

#### 4.4 CONCLUSÕES PARCIAIS

A implementação do *E-Navigation* nos Estados Unidos evidencia uma abordagem robusta e integrada, resultante da sinergia entre diversas agências federais. O sucesso dessa implementação está profundamente enraizado na colaboração e coordenação de projetos e sistemas entre a USCG, a NOAA e o USACE. Cada agência, utilizando seus próprios orçamentos e expertise, contribui de maneira significativa para a construção do *E-Navigation*.

A escolha pela implementação do *E-Navigation* nos EUA baseou-se na adaptação e ampliação de projetos preexistentes das agências envolvidas. Essa estratégia permitiu o desenvolvimento de um sistema coeso que aproveita as

---

<sup>44</sup> Em inglês, *Lock Operations Management Application*– LOMA.

capacidades já estabelecidas, promovendo uma transição eficiente e econômica para o novo conceito de navegação.

Os sistemas empregados pelos EUA no contexto do *E-Navigation* buscam fornecer, de forma integrada, informações confiáveis de navegação para a comunidade marítima. Verificou-se que a integração de determinados sistemas não apenas incrementou a segurança da navegação, mas também trouxe benefícios econômicos significativos. Por exemplo, a utilização de dados integrados e levantamentos batimétricos de alta resolução permite aumentar o calado máximo dos navios, resultando em uma maior capacidade de carga e eficiência operacional.

Torna-se relevante destacar que todos os sistemas são dependentes do posicionamento GPS integrado ao AIS, o que representa, à luz desta pesquisa, uma vulnerabilidade no campo cibernético. Um desafio crítico para o futuro do *E-Navigation* nos EUA será a mitigação dessas ameaças invisíveis, que podem trazer prejuízos significativos por meio da degradação da confiabilidade dos sistemas. Portanto, a construção de resiliência contra ataques cibernéticos e falhas de GPS deve ser considerada uma prioridade estratégica no desenvolvimento contínuo do *E-Navigation* nos EUA.

Em conclusão, a integração dos sistemas e projetos entre as agências, coordenada pelo CMTS, é essencial para proporcionar um serviço único e eficiente do *E-Navigation*. Essa coordenação garante que os avanços sejam implementados de maneira coesa, beneficiando a segurança, a eficiência e a sustentabilidade do transporte marítimo nos Estados Unidos.

No próximo capítulo, será realizada uma comparação entre a implementação do *E-Navigation* na Coreia do Sul e nos Estados Unidos. Essa análise buscará identificar tanto as similaridades quanto as singularidades entre as abordagens. Com isso, poderemos entender como diferentes contextos nacionais influenciam a adaptação e a eficácia das tecnologias do *E-Navigation*, contribuindo para a melhoria contínua das estratégias globais de navegação marítima.

## 5 SINGULARIDADES E SIMILARIDADES

Este capítulo tem como objetivo realizar uma análise da implementação do *E-Navigation* na Coreia do Sul e nos Estados Unidos, com foco na identificação de similaridades e singularidades que emergem dessas duas abordagens. A análise será estruturada considerando três parâmetros principais: estratégias nacionais, estrutura organizacional e os principais projetos e iniciativas de ambos os países.

Inicialmente, serão analisadas as estratégias nacionais adotadas por ambos os países para a implementação do *E-Navigation*, destacando as diretrizes estratégicas e os objetivos estabelecidos.

Na sequência, será comparada a estrutura organizacional e os agentes envolvidos na implementação, destacando semelhanças e diferenças nos arranjos institucionais e na colaboração entre as partes interessadas. Por fim, serão analisados os principais projetos e desenvolvidos nesses países, evidenciando como as soluções adotadas contribuem para a segurança e eficiência na navegação marítima.

### 5.1 AS ESTRATÉGIAS NACIONAIS

A análise das estratégias nacionais de implementação do *E-Navigation* na Coreia do Sul e nos EUA revela tanto semelhanças quanto diferenças em suas abordagens. Tanto a Coreia do Sul quanto os Estados Unidos deram início às suas iniciativas em paralelo com os estudos da IMO para o desenvolvimento do SIP, com a meta comum de aprimorar a segurança marítima em suas respectivas jurisdições.

Ambos buscaram se adaptar às diretrizes internacionais, demonstrando um alinhamento precoce e proativo com os objetivos do conceito em desenvolvimento pela IMO. Além disso, ambos os países compartilham o objetivo de padronizar a estrutura de dados por meio do padrão S-100, essencial para garantir a interoperabilidade na troca de informações entre sistemas de navegação de diferentes países, contribuindo para uma navegação global mais segura e eficiente.

No entanto, as abordagens adotadas pelos dois países apresentam singularidades importantes. Na Coreia do Sul, a implementação do SMART-Navigation, iniciada em 2013, é marcada por uma estratégia centralizada e orientada pela inovação tecnológica. O projeto foi desenvolvido em resposta ao alto índice de

acidentes marítimos, especialmente envolvendo embarcações não-SOLAS, que representam uma significativa parcela da frota marítima operando em águas costeiras.

Esse foco específico na redução de acidentes contrasta com a estratégia americana, que se concentra em prover serviços resilientes para embarcações SOLAS e vias interiores, refletindo uma abordagem que integra normas internacionais com requisitos nacionais específicos.

A Coreia do Sul adotou um plano estratégico que incluiu a criação de soluções tecnológicas inovadoras, como o LTE-M e dispositivos específicos para embarcações não-SOLAS, além de uma rede de dados com alcance de até 100 quilômetros, destinada a cobrir as áreas com maiores índices de acidentes. Esse enfoque estratégico, apoiado por um financiamento governamental robusto que totalizou US\$ 110 milhões, permitiu a implementação rápida das tecnologias necessárias para melhorar a segurança marítima.

Entretanto, essa estratégia também apresenta desafios, como o risco de isolamento tecnológico caso as soluções desenvolvidas não estejam suficientemente alinhadas com os padrões globais. Além disso, a dependência de um financiamento governamental robusto implica que a continuidade do projeto está sujeita às políticas econômicas e prioridades governamentais.

Por outro lado, os Estados Unidos priorizaram a compreensão das necessidades dos usuários por meio de plataformas de diálogo e audiências públicas, alinhando suas ações com o conceito da IMO, que enfatiza a importância da colaboração e do feedback contínuo dos stakeholders na formulação de políticas e implementação de tecnologias.

A estratégia americana se caracteriza pela descentralização, oferecendo maior flexibilidade ao permitir que diversas agências governamentais desenvolvam seus projetos dentro de suas missões estatutárias e com seus próprios orçamentos. Essa abordagem facilita a adaptação a novos desafios, ao mesmo tempo em que aproveita os recursos existentes de maneira eficiente, resultando em uma implementação mais econômica e capaz de integrar normas internacionais às necessidades do país.

Em contrapartida, essa abordagem também apresenta desafios, como a complexidade de coordenar as iniciativas de diferentes agências, o que pode levar a atrasos na implementação. Além disso, a dependência de sistemas legados pode limitar a capacidade de inovação, enquanto o financiamento fragmentado pode

resultar em uma alocação desigual de recursos, afetando a eficácia de algumas iniciativas.

Em resumo, enquanto a Coreia do Sul busca soluções tecnológicas inovadoras e específicas, financiadas por um forte investimento governamental, os Estados Unidos se concentram na adaptação e otimização de sistemas existentes por meio de uma abordagem descentralizada que favorece a flexibilidade e o engajamento com os stakeholders. Ambas as abordagens têm suas vantagens e desvantagens, moldadas pelas prioridades e capacidades de cada país, e contribuem de maneiras distintas para o objetivo comum de melhorar a segurança e a eficiência da navegação marítima.

Essa análise das estratégias nacionais não apenas destaca as diferenças e semelhanças fundamentais entre as abordagens dos dois países, mas também estabelece a base para compreender como cada Estado estrutura e direciona seus esforços. Esse contexto será aprofundado nas seções seguintes, que irão explorar detalhadamente a estrutura organizacional, os agentes envolvidos, e os principais projetos e iniciativas de cada país.

## 5.2 AS ESTRUTURAS ORGANIZACIONAIS

As estruturas organizacionais para a implementação do *E-Navigation* na Coreia do Sul e nos EUA refletem abordagens distintas, marcadas pela centralização no caso da Coreia do Sul e pela descentralização nos EUA, podendo gerar implicações em termos de execução e eficiência.

Na Coreia do Sul, a implementação do SMART-Navigation é conduzida por uma estrutura centralizada, com o MOF desempenhando um papel de liderança no projeto, onde coordena de forma direta, delineando as fases do projeto e as tarefas para instituições como o KRISO e o KR, caracterizando uma abordagem *top-down*.

Essa estrutura centralizada promove uma integração eficiente entre os agentes envolvidos, facilitando uma tomada de decisões rápida e coordenada, além de assegurar a harmonização dos sistemas em desenvolvimento. A centralização também permite uma alocação mais eficiente de recursos financeiros e humanos.

Em contrapartida, nos EUA, a implementação do *E-Navigation* adota uma abordagem descentralizada, coordenada pelo CMTS, que estabelece diretrizes estratégicas e define as prioridades, enquanto a execução é realizada por agências

governamentais, como a USCG, a NOAA e o USACE. Cada uma dessas agências opera dentro de sua área de especialização, aproveitando sua expertise para desenvolver e implementar os projetos, alinhados às suas missões específicas.

Dessa forma, a descentralização proporciona maior flexibilidade, permitindo que as agências ajustem suas ações de acordo com suas necessidades, além de favorecer uma adaptação ágil a novos desafios, maximizando o uso dos recursos disponíveis. Em vez de um projeto unificado em nível nacional, os EUA alcançam os objetivos do *E-Navigation* por meio da integração dos esforços individuais de cada agência, refletindo uma estrutura *bottom-up* que valoriza a especialização e a autonomia das entidades envolvidas.

Portanto, a principal distinção entre as abordagens da Coreia do Sul e dos EUA reside na centralização *versus* descentralização. A Coreia do Sul adota uma abordagem centralizada, priorizando rapidez e eficiência, particularmente em resposta à necessidade de soluções expeditas para o elevado número de acidentes marítimos.

Em contraste, os Estados Unidos optam por uma implementação descentralizada, que valoriza a integração de projetos em andamento, utilizando sistemas preexistentes e focando em uma implementação de baixo custo pelas agências executoras.

Essas diferenças organizacionais refletem as distintas prioridades e contexto de cada país e influenciam diretamente a forma como as estratégias para implementação do conceito *E-Navigation* são aplicadas e os diferentes projetos são gerenciados. Compreender essas estruturas é ajuda a elucidar como principais projetos e iniciativas de cada país são executados e que serão detalhadamente abordados na próxima seção.

### 5.3 OS PROJETOS E INICIATIVAS

A análise comparativa dos projetos e iniciativas do *E-Navigation* na Coreia do Sul e nos Estados Unidos evidencia tanto convergências em termos de objetivos quanto divergências nas abordagens tecnológicas e operacionais adotadas. Ambos os países compartilham o compromisso de aprimorar a segurança marítima e a eficiência operacional por meio da modernização de seus sistemas de navegação,

mas o caminho escolhido por cada um reflete as suas necessidades e capacidades particulares.

Na Coreia do Sul, o projeto SMART-Navigation se destaca pela criação de seis serviços marítimos alinhados aos MSP da IMO, com um enfoque especial em inovações tecnológicas voltadas para embarcações não-SOLAS, que são particularmente vulneráveis a acidentes devido à carência de equipamentos avançados de navegação e comunicação. A resposta a essa vulnerabilidade veio na forma de dispositivos móveis acessíveis que facilitam a comunicação e o monitoramento em tempo real dessas embarcações.

Além disso, a Coreia do Sul implementou o LTE-M, uma rede de comunicação robusta que cobre áreas com maior incidência de acidentes, especialmente envolvendo pequenas embarcações. Este sistema, em conjunto com o conceito de nuvem marítima MCP, assegura a transmissão contínua de dados entre navios e centros de controle em terra, aprimorando a consciência situacional e a capacidade de resposta a emergências. Inovações como os sistemas SBSMS e o NAMAS também auxiliam o monitoramento e permitem uma resposta rápida a incidentes, contribuindo para um ambiente de navegação mais seguro.

Por outro lado, nos Estados Unidos, a implementação do *E-Navigation* aproveitou e incrementou a infraestrutura existente, como os auxílios à navegação e o NAIS. Esse sistema desempenha um papel essencial na transmissão de informações de segurança marítima e dados de posição de navios, sendo crucial para a segurança e a eficiência do transporte marítimo. O NAIS, que coleta, analisa e dissemina dados AIS em larga escala, cobre toda a costa dos EUA e suas vias navegáveis interiores, permitindo uma gestão eficiente do tráfego marítimo e auxiliando na prevenção de acidentes.

Projetos como a Navegação Marítima de Precisão utilizam o AIS para monitorar em tempo real as operações portuárias, coordenando o tráfego de navios de forma precisa e otimizando a utilização das infraestruturas portuárias, com impactos econômicos significativos. Além disso, os Estados Unidos desenvolveram soluções específicas para águas interiores, como o RIS e as IENC, visando a melhoria da segurança nessas áreas.

Considerando o exposto, uma clara similaridade entre os projetos dos dois países é o foco em expandir a cobertura e proporcionar redes de comunicação rápidas, seguras e resilientes. Ambos os Estados buscam aumentar o fluxo de

informações disponíveis para navegantes e autoridades portuárias, aprimorando a segurança e a eficiência das operações marítimas. Essa conectividade é fundamental para melhorar a consciência situacional e auxiliar na prevenção de acidentes e na resposta rápida a emergências.

Entretanto, as abordagens tecnológicas divergem significativamente. Enquanto a Coreia do Sul investiu na criação do LTE-M, integrado ao MCP, para atender às necessidades específicas das embarcações menores e menos equipadas, os EUA concentraram seus esforços em expandir e otimizar a infraestrutura existente, com ênfase na utilização e aprimoramento do AIS e sua integração com o NAIS.

Essa diferença tecnológica reflete não apenas as distintas prioridades de cada país, mas também suas abordagens operacionais, com a Coreia do Sul adotando uma solução mais voltada para inovação e adaptação às necessidades locais, enquanto os Estados Unidos preferiram otimizar uma infraestrutura já consolidada.

No entanto, uma semelhança crítica entre as duas abordagens é a crescente dependência das tecnologias digitais para o funcionamento desses sistemas avançados de navegação, o que traz à tona um desafio comum: a vulnerabilidade cibernética. Na Coreia do Sul, a dependência das conexões digitais para a transmissão de dados no contexto do SMART-Navigation expõe o sistema a riscos de ataques cibernéticos e falhas tecnológicas, colocando a integridade das comunicações em uma posição central para a segurança da navegação.

De maneira semelhante, nos Estados Unidos, a confiança nas comunicações digitais, especialmente a integração do GPS com o AIS, apresenta uma fragilidade significativa diante de ameaças cibernéticas, que podem comprometer a confiabilidade dos sistemas e impactar negativamente a segurança operacional.

Assim, tanto a Coreia do Sul quanto os Estados Unidos compartilham a necessidade de proteção contra ataques cibernéticos e falhas nas infraestruturas digitais. Essa preparação é essencial para garantir que as inovações no campo do *E-Navigation* não só aprimorem a segurança e a eficiência marítima, mas também protejam as infraestruturas críticas contra potenciais ameaças cibernéticas, assegurando a confiabilidade e a eficácia das operações.

## 6 CONCLUSÃO

Neste estudo, buscou compreender como a Coreia do Sul e os Estados Unidos, dois países com contextos geográficos, econômicos e culturais distintos, internalizaram e implementaram o conceito *E-Navigation*, desenvolvido pela IMO, para aprimorar a segurança e eficiência da navegação marítima. Através de uma análise comparativa, foram identificadas as similaridades e singularidades nas estratégias nacionais, estruturas organizacionais e nos projetos e iniciativas adotados por cada país.

A análise revelou que ambos os países compartilham o objetivo comum de promover a segurança marítima por meio da padronização e modernização das tecnologias de navegação. No entanto, enquanto a Coreia do Sul adotou uma abordagem centralizada e orientada pela inovação tecnológica, com ênfase na redução de acidentes envolvendo embarcações não-SOLAS através do projeto SMART-Navigation, os Estados Unidos priorizaram uma estratégia descentralizada, focada na adaptação de sistemas já existentes e na integração de dados, refletindo uma abordagem mais flexível e econômica.

A Coreia do Sul, com seu foco específico na diminuição de acidentes em águas costeiras, desenvolveu soluções tecnológicas inovadoras, como o LTE-Marítimo e dispositivos portáteis para embarcações de pequeno porte. Esse investimento substancial em tecnologia e infraestrutura permitiu ao país implementar rapidamente sistemas avançados, porém, traz consigo o desafio de manter a harmonização com padrões internacionais, evitando o isolamento tecnológico. A dependência de um financiamento governamental robusto também implica riscos relacionados à sustentabilidade a longo prazo do projeto.

Por outro lado, os Estados Unidos, através de uma estrutura descentralizada, promoveram a integração de sistemas preexistentes, aproveitando a sinergia entre as agências governamentais envolvidas. A estratégia americana demonstrou eficiência econômica e flexibilidade ao adaptar os sistemas às necessidades específicas, como as das vias navegáveis interiores. No entanto, essa abordagem também apresenta desafios, como a complexidade na coordenação das diversas iniciativas e a possível limitação na capacidade de inovação devido à dependência de sistemas legados.

Considerando o conceito *E-Navigation* e o Plano de Implementação Estratégico da IMO como referencial teórico, os resultados deste estudo mostram que ambos os

países fizeram esforços para adaptar o conceito proposto pela IMO, mas seguiram caminhos distintos.

As principais similaridades identificadas entre as abordagens dos dois países incluem a adoção do padrão S-100, essencial para a padronização e interoperabilidade dos sistemas de navegação global. Ambos os países também demonstram alinhamento com os objetivos da IMO, embora tenham seguido caminhos distintos na adaptação das diretrizes globais às suas realidades nacionais.

As singularidades nas abordagens refletem as diferentes prioridades e desafios enfrentados por cada país. A Coreia do Sul, com sua ênfase em embarcações não-SOLAS e na criação de uma infraestrutura de comunicação marítima altamente especializada, adapta o conceito *E-Navigation* às necessidades locais, enquanto os Estados Unidos, ao integrar sistemas preexistentes e focar na melhoria das vias navegáveis interiores, mostram uma estratégia que aproveita ao máximo os recursos disponíveis e busca maximizar a eficiência através da coordenação interagências.

As implicações deste estudo demonstram que a implementação do *E-Navigation* pode ser ajustada para se adequar a diferentes realidades nacionais, levando em consideração as particularidades e contextos específicos de cada país. A Coreia do Sul apresenta um modelo que pode ser especialmente relevante para países com uma alta densidade de pequenas embarcações e que enfrentam desafios semelhantes em termos de segurança. Já os Estados Unidos oferecem uma estratégia que pode ser replicada por países com infraestruturas preexistentes robustas e que buscam maximizar a eficiência através da integração e otimização dos sistemas já existentes.

Considerando as limitações deste estudo, que se concentrou em uma análise documental qualitativa, sem explorar os resultados concretos das implementações devido à complexidade dos sistemas e à curta duração desde a adoção das novas tecnologias, a pesquisa contribui significativamente para a compreensão das diferentes abordagens na implementação do *E-Navigation*, oferecendo uma visão comparativa que pode ser valiosa para a formulação de políticas futuras.

Para futuras pesquisas, sugere-se a realização de estudos que explorem o impacto de longo prazo dessas implementações, assim como investigações em outros países que estejam adotando o *E-Navigation*. A continuidade de análises comparativas e estudos de caso proporcionará um maior entendimento das melhores

práticas e permitirá que o conceito *E-Navigation* evolua em consonância com as necessidades globais e as inovações tecnológicas emergentes.

Em conclusão, o *E-Navigation* se apresenta como uma ferramenta importante para a segurança e eficiência da navegação marítima, com potencial para transformar as operações marítimas globais. As abordagens distintas da Coreia do Sul e dos Estados Unidos demonstram que, independentemente das diferenças contextuais, é possível adaptar o conceito proposto pela IMO às realidades nacionais, promovendo a harmonização global e contribuindo para um futuro mais seguro da navegação.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF PORT AUTHORITIES (AAPA). **A Key Component of the U.S. 21st Century**. Freight Movement Network. 2014.

ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS (ABL). 2022. Disponível em: <https://www.academia.org.br/nossa-lingua/nova-palavra/streaming>. Acesso em: 06 jul. 2024.

AN, Kwang. **An Analysis of Future Ship Operation System under the E-Navigation Environment**. Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Seoul, v. 21, n. 3, 2015.

AN, Kwang. **E-Navigation Services for Non-SOLAS Ships**. International Journal of E-Navigation and Maritime Economy, v. 4, 2016.

BALDAUF, Michael; Hong, Sun-Bae. **Improving and Assessing the Impact of E-Navigation Applications**. International Journal of E-Navigation and Maritime Economy, v. 4, 2016.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Comissão Coordenadora para os Assuntos da Organização Marítima Internacional**, 2024. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/ccaimo/imo/comites>. Acesso em: 05 jul. 2024.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Normas da autoridade marítima para navegação e cartas náuticas - NORMAM-511**. DHN, 2023.

BRENNAN, Richard. **Ports of Los Angeles and Long Beach Are First Up**. Office of Coast Survey - NOAA, 23 mar. 2015. Disponível em: <https://nauticalcharts.noaa.gov/updates/developing-products-for-precision-navigation/>. Acesso em: 18 jul. 2024.

FIELDS, Scott et al. **Western Rivers Joint Capability Technical Demonstration**. Washington, DC, 2017.

HAGEN, John Erik. **Implementing E-Navigation**. London: Artech House, 2017.

HAHN, Axel. **Test Bed for Safety Assessment of New E-Navigation Systems**. International Journal of E-Navigation and Maritime Economy, v. 4, 2014.

HAYES, John; McBride, Daniel. **Using AIS Data to Support IENC**. International Journal of E-Navigation and Maritime Economy, 2016.

HOEFT, Michal et al. **Non-Satellite Broadband Maritime Communications for E-Navigation Services**. IEEE Access, v. 9, 2021.

HONG, Sun-Bae. **A Study on the Effects of E-Navigation on Reducing Vessel Accidents**. Malmö: World Maritime University, 2015.

HONG, Taeho; JEONG, Gyugwon; KIM, Geonung. **An Analysis of Marine Casualty Reduction by SMART Navigation Service: Accident Vulnerability Monitoring System (SV10)**. Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Mokpo, Korea, v. 24, 2018.

THE HYDROGRAPHIC SERVICES AND STANDARDS COMMITTEE (HSSC). **E-Navigation Development Affecting**. 2013.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MARINE AIDS TO NAVIGATION AND LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA). **G-1107 - Planning and Reporting of E-Navigation Testbeds**. 2016.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION (IHO). **Service Development in the SMART Navigation Project**. Monaco, 2018.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION (IHO). **Universal Hydrographic Data Model**. Monaco, 2022.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION (IHO). **Development of an E-Navigation Strategy Plan - NCSR/1/9/3**. Monaco, 2014.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION (IHO). **Draft E-Navigation Strategy Implementation Plan - NCSR 1/28**. Monaco, 2014.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION (IHO). **Guidelines for Vessel Traffic Services**. Monaco, 2022.

INTERNATIONAL HYDROGRAPHIC ORGANIZATION (IHO). **MSC 101/24/Add.1 - Guidance on the Definition and Harmonization of the Format and Structure of Maritime Services in the Context of E-Navigation**. Monaco, 2019.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **MSC 81/23/10**. London: IMO, 2006.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **MSC 85/26/Add.1 - Strategy for the Development and Implementation of E-Navigation**. London: IMO, 2008.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **MSC.1/Circ.1494 - Guidelines on Harmonization of Testbed Reporting**. London: IMO, 2014.

INTERNACIONAL MARITIME ORGANIZATION. Maritime Safety Committee. **Guideline on Software Quality Assurance and Human-Centred Design for E-Navigation**. London: IMO, 2015.

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

INTERNACIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO). **NCSR1/28 - E-Navigation Strategy Implementation Plan**. London: IMO, 2014.

JANG, Jun Hyuk et al. **A Validation of Field Test Results for LTE-Maritime**. Daejeon, 2018.

JIN, Hwang Soo. **Introduction of E-Navigation Project in Korea**. Korea Maritime Institute, 2017.

JO, Sung-Woong; SHIM, Woo-Seong. **LTE-Maritime: High-Speed Maritime Wireless Communication Based on LTE Technology**. IEEE Access, 2019.

KOREAN MARINE SAFETY TRIBUNAL. **KMST 2024**. Disponível em: <https://www.kmst.go.kr/eng/page.do?menuidx=227>. Acesso em: 22 jun. 2024.

KRESS, Marin. **Rivers of Data – Inland Electronic Navigation Charts**. 17 maio 2021. Disponível em: <https://data.gov/maritime/rivers-of-data-inland-electronic-navigation-charts/>. Acesso em: 08 mar. 2024.

KRETOVIC, Liz. **Precision Navigation**. 2019.

LADUE, Denise. **S-100 – Development of Precision Marine Navigation**. 2020.

LEE, Han Jin. **SMART-Navigation: An E-Navigation Project Focusing on Non-SOLAS Ships as Well as SOLAS Ships**. SMART-Navigation Project Office, 2017.

LOCKHART, E. G. **Nationwide Automatic Identification System (NAIS) Overview**. Texas, 2008.

MAY, Mike Emerson. **USCG Forges the Future of Navigation**. Marine News, v. 28, n. 5, 2017.

MOON, Seong-Hyeok. **Plan on the 1st Korean E-Navigation Service**, 01 jun. 2021. Disponível em: <https://www.marine-pilots.com/articles/255305-plan-on-1st-korean-E-Navigation-service>. Acesso em: 07 maio 2024.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **NOAA's S-57 to S-101 ENC Production Transition Plan**. Marine Chart Division Office of Coast Survey, 2023.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **PORTS**, 15 jul. 2024. Disponível em: <https://tidesandcurrents.noaa.gov/ports.html>. Acesso em: 15 jul. 2024.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). **Precision Marine Navigation**, 16 jun. 2024. Disponível em: <https://oceanservice.noaa.gov/navigation/precision-navigation/>. Acesso em: 08 jul. 2024.

PATRAIKO, D. **The Development of E-Navigation**. International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, London: TransNav, v. 1, n. 3, 2007.

PENSE, Caner. **Exploring the IMO's E-Navigation and EU's E-Maritime Concepts and Developing Strategies to Implement Maritime ITS in Turkey**. 2019.

RILEY, Steven. **Using Public US Army Corps of Engineers Data**. 2016.

SONG, Taebong. **The E-Navigation Strategy of Korean Government**. 2015.

TETREAULT, Brian; TRÖGL, Jürgen. **RIS Development in the United States**. 2016.

TETREAULT, Brian. **Providing E-Navigation on Inland Rivers with AIS**. 2016.

UM, Sunny. **A Quick Guide to South Korea's Maritime Industry**. Maritime Fairtrade, 17 fev. 2021. Disponível em: <https://maritimefairtrade.org/quick-guide-south-koreas-maritime-industry/>. Acesso em: 09 jul. 2024.

UNITED STATES COAST GUARD (USCG). **NAIS Transitions to Sustainment**, 17 out. 2018. Disponível em: <https://www.dcms.uscg.mil/Our-Organization/Assistant-Commandant-for-Acquisitions-CG-9/Newsroom/Latest-Acquisition-News/Article/1664712/coast-guard-nais-transitions-to-sustainment/>. Acesso em: 05 jun. 2024.

UNITED STATES COAST GUARD (USCG). **Nationwide Automatic Identification System - NAIS**, United States Coast Guard, 2024. Disponível em: <https://www.dcms.uscg.mil/Our-Organization/Assistant-Commandant-for-Acquisitions-CG-9/Programs/C4ISR-Programs/NAIS/>. Acesso em: 05 jul. 2024.

UNITED STATES COMMITTEE ON THE MARINE TRANSPORTATION SYSTEM (CMTS). **Resolution on the Adoption of the S-100 Marine Data**. 2014.

UNITED STATES COMMITTEE ON THE MARINE TRANSPORTATION SYSTEM (CMTS). **Future of Navigation**. Disponível em: <https://www.cmts.gov/Topics-Projects/Future-of-Navigation/>. Acesso em: 01 jul. 2024.

UNITED STATES COMMITTEE ON THE MARINE TRANSPORTATION SYSTEM (CMTS). **U.S. Navigation Information Strategic Action Plan**. Washington, DC, 2012.

UNITED STATES COMMITTEE ON THE MARINE TRANSPORTATION SYSTEM (CMTS). **U.S. Navigation Information Strategic Action Plan: 2021-2026**. Washington, D.C, 2021.

WAWRUCH, R. **Status of the Work on E-Navigation Conception and Plan of Its Implementation at the Beginning of 2014**. Archives of Transport System Telematics, Gdynia: Gdynia Maritime University, v. 7, n. 4, 2014.

WEINTRIT, Adam. **Advances in E-Navigation Concept - Risk Control Options**. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Gdynia: The Faculty of Navigation, 2013.

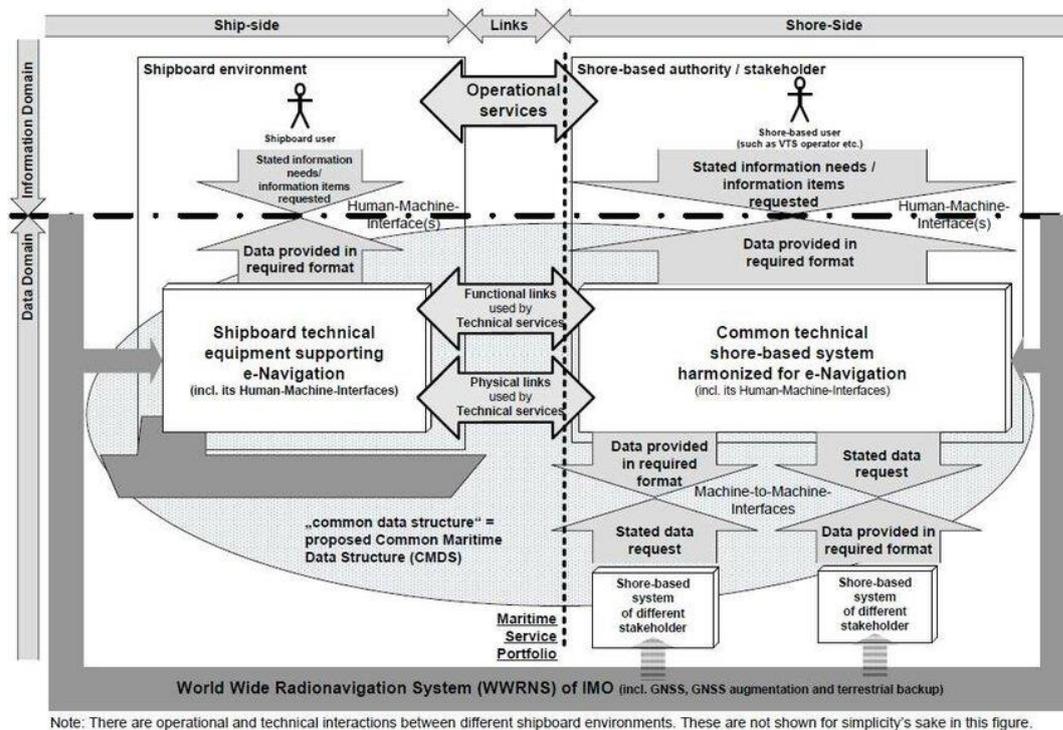
WIGGINS, Mark; Johnson, Greg. **AIS, AtoN, MTS – And You**. Marine News, v. 28, n. 5, 2017.

WONG, Orly Alcoriza. **A Study on the E-Navigation Government Framework: A Philippine Perspective**. World Maritime University Dissertations, 2023.

YOO, Yun-Ja; KIM, Tae-Goun; MOON, Serng-Bae. **Basic Architecture of Navigation Safety Module in S2 Service of Korean E-Navigation System**. Journal of Navigation and Port Research, Busan, v. 42, n. 5, 2018.

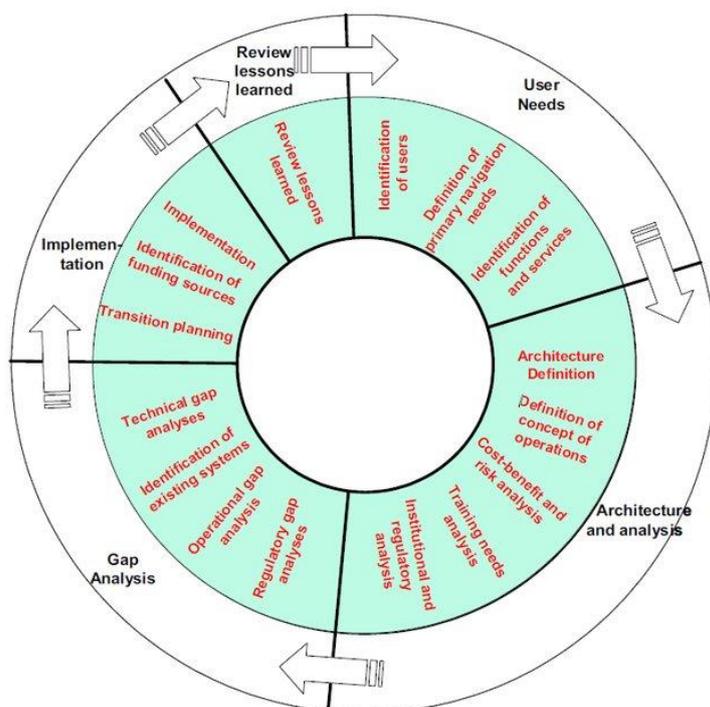
## ANEXO A – FIGURAS

Figura 1 – A arquitetura do *E-Navigation* e seus elementos essenciais



Fonte: IMO, 2018

Figura 2 – O processo de implementação do *E-Navigation*



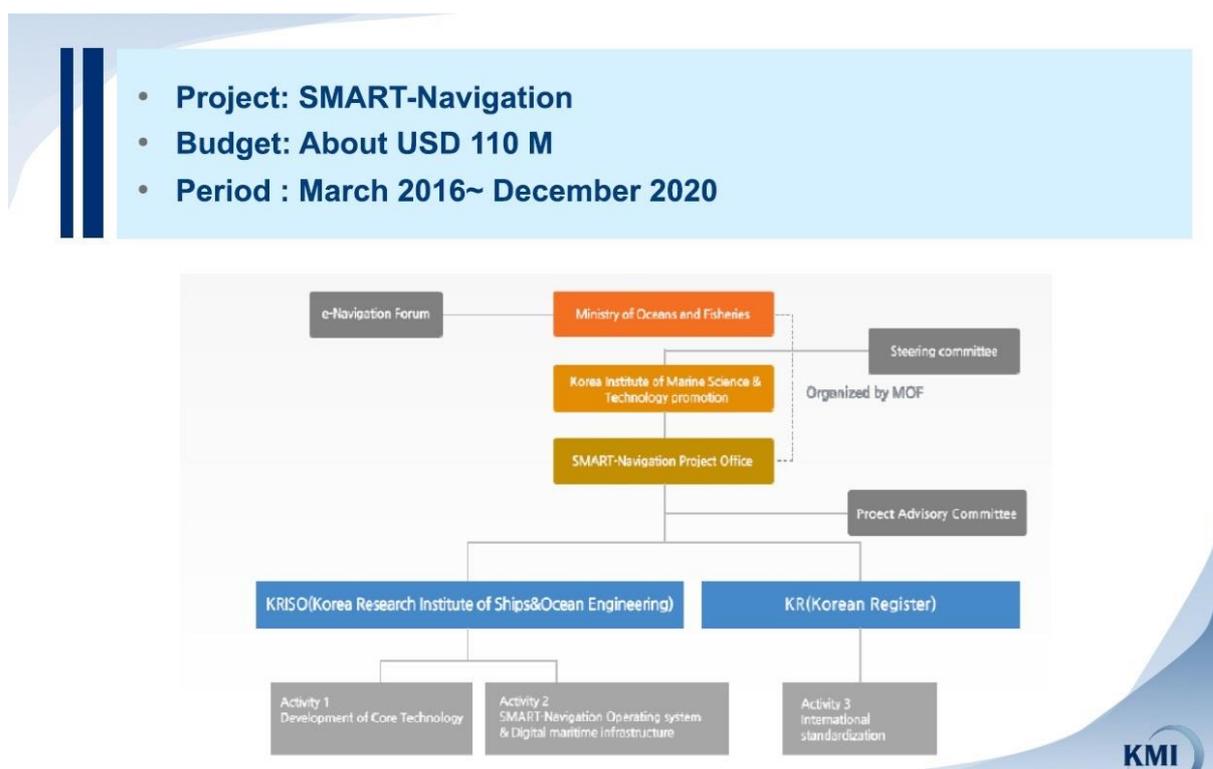
Fonte: IMO, 2018

Figura 3 – O Portfólio de Serviços Marítimos (MSP) do E-Navigation

Service No	Identified Services	Identified Responsible Service Provider
1	Vessel traffic service (VTS) information service (INS)	VTS authority
2	Navigational assistance service (NAS)	VTS authority
3	Traffic organization service (TOS)	VTS authority
4	Local port service (LPS)	Local port/harbor authority
5	Maritime safety information (MSI) service	National competent authority
6	Pilotage service	Pilotage authority/pilot organization
7	Tug service	National competent authority; local port/harbor authority; private tug service company
8	Vessel shore reporting	National competent authority and appointed service providers
9	Telemedical assistance service (TMAS)	National health organization/dedicated health organization
10	Maritime assistance service (MAS)	Coastal/port authority/organization
11	Nautical chart service	National hydrographic authority/organization
12	Nautical publications service	National hydrographic authority/organization
13	Ice navigation service	National competent authority organization
14	Meteorological INS	National meteorological authority public institutions
15	Real-time hydrographic and environmental INS	National hydrographic and meteorological authorities
16	Search and rescue (SAR) service	SAR (Search and Rescue) authorities

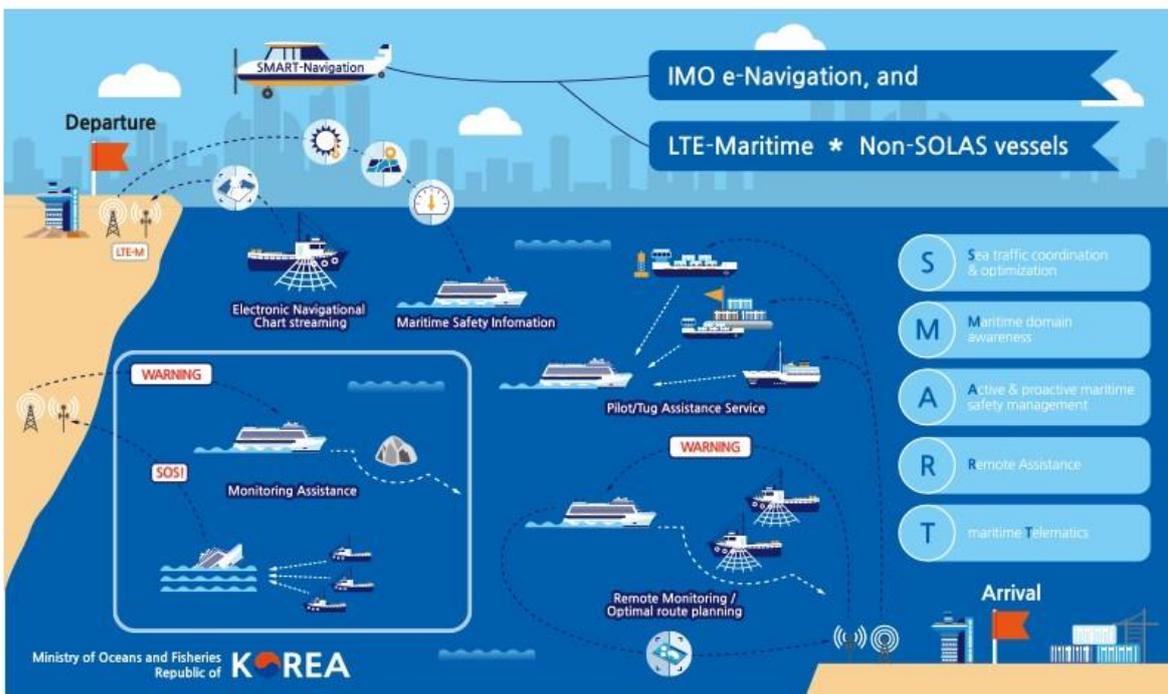
Fonte: IMO, 2018

Figura 4 – Estrutura organizacional do SMART-Navigation



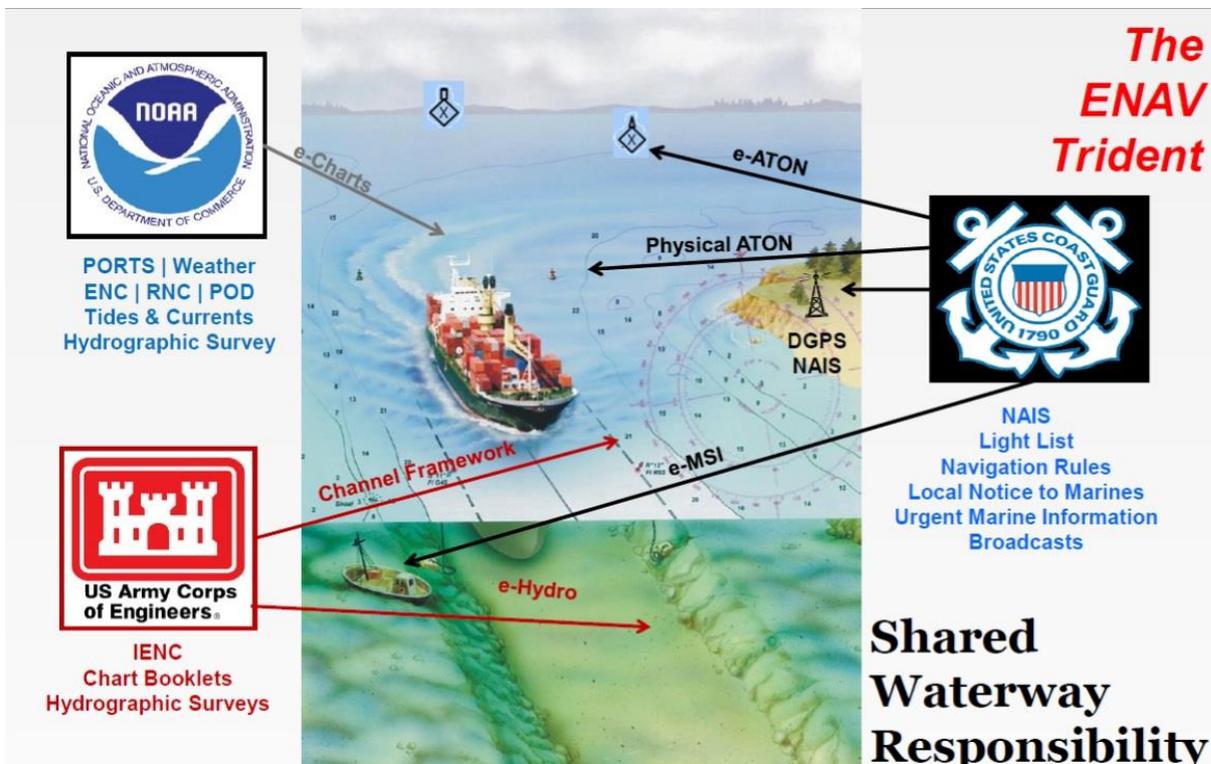
Fonte: Korea Maritime Institute (KMI)

Figura 5 – Serviços do SMART-Navigation



Fonte: Ministry of Oceans and Fisheries (MOF)

Figura 6 – Os projetos e iniciativas no E-Navigation dos EUA



Fonte: United States Coast Guard (USCG)