



CARTA NÁUTICA ELETRÔNICA: O AVANÇO DA ESPECIFICAÇÃO S-57 A S-101.

*Capitão de Corveta (EN) Christopher
Florentino¹*

*Capitão de Corveta (EN) Ana Maria
Brandão Mileze²*

*Capitão-Tenente (EN) Juliane Jussara
Affonso³*

*Capitão de Corveta (EN) Rafael Vieira de
Morais⁴*

*Capitão de Mar e Guerra Edson Carlos
Furtado Magno⁵*

RESUMO

A Organização Hidrográfica Internacional (OHI) tem como um de seus papéis fundamentais estabelecer e manter os padrões de coleta, interpretação e representação das informações hidrográficas e cartográficas, visando o melhor intercâmbio e leitura dos dados ambientais marinhos, de modo a prover mundialmente a segurança da navegação. Razão esta, coordena as atividades dos Serviços Hidrográficos nacionais e desenvolveu o padrão S-57 “Padrão de Transferência de Dados Hidrográficos” para as Cartas de Navegação Eletrônicas (Electronic Navigational Chart ou ENC). No entanto, frente a uma série de limitações da S-57 e com um aumento expressivo de diversas fontes de dados hidrográficos, surge o Modelo de Dados Hidrográfico Universal (S-100) e seus diversos padrões derivados, proporcionando maior interação e padronização aos dados

¹Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha, Graduado em Engenharia Cartográfica pela UNESP. MBA em Gerenciamento de Projetos pelo IBMEC. Mestre e Doutor em Dinâmica dos Oceanos e da Terra pelo DOT/UFF. Encarregado da Seção de Novas Edições. E-mail: christopher@marinha.mil.br

²Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha, Graduada em Engenharia Cartográfica pela UERJ. Mestre em Engenharia da Computação pela UERJ. Ajudante da Seção de Novas Edições. E-mail: ana.mileze@marinha.mil.br

³Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha, Graduada em Engenharia Cartográfica pela UNESP. Mestre em Mapeamento do Oceano pela CCOM/UNH. E-mail: juliane.affonso@marinha.mil.br

⁴Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha, Graduado em Engenharia de Agrimensura pela UFV. MBA em Gerenciamento de Projetos pelo IBMEC. Mestre em Engenharia Civil. E-mail: rafael.vieira@marinha.mil.br

⁵Oficial do Corpo da Armada, Graduado em Ciências Navais pela EN. Aperfeiçoado em Hidrografia pela DHN. MBA em Gestão Empresarial pela COPPEAD e Pós-Graduado pela EGN. Superintendente Técnico da DHN.



geoespaciais. Como um produto base ao novo modelo, tem-se a criação da “Especificação de Produto para Carta Náutica Eletrônica S-101”, que atuará em gradual substituição à S-57 para as ENC. Desta forma, com o propósito informativo quanto a este futuro desafio que a comunidade marítima mundial enfrentará pelos próximos anos, esse artigo aborda uma visão geral da S-100, mais especificamente aspectos relativos à S-101, revisando desde os princípios fundamentais da cartografia náutica eletrônica, além das atuais diferenças entre os formatos S-57 e S-101, e apresentando os desafios envolvidos em sua implementação.

Palavras-chave: Carta de Navegação Eletrônica (ENC). Padrão de Transferência de Dados Hidrográficos (S-57). Especificação de Produto para Carta Náutica Eletrônica (S-101).

ABSTRACT

The International Hydrographic Organization (IHO) has as one of its roles is to establish and maintain appropriate standards for surveying, processing and representing of hydrographic information, aiming for better exchange data, to assist the safety of navigation. For this reason, IHO coordinates the national Hydrographic Services and also developed the S-57 “Transfer Standard for Digital Hydrographic Data” for Electronic Navigational Charts (ENC). However, faced to a several of S-57 limitations and with the substantial growth of a variety of sources for hydrographic data, the Universal Hydrographic Data Model (S-100) emerges, developing and testing standards that will provide greater interaction and standardization of geospatial data. As a base product, the new S-101 “Product Specification for Electronic Navigational Chart” arises to gradually replace the S-57 format for ENC. Therefore, with the informative purpose of this new challenge

that the global maritime community will face in the following years, this paper will address an overview of basic concepts involved to S-100, more specifically regarding the S-101, reviewing basic principles, main differences and challenges.

Keywords: Electronic Navigational Charts (ENC). Transfer Standard for Digital Hydrographic Data (S-57). Product Specification for Electronic Navigational Chart (S-101).

1. INTRODUÇÃO

Os primórdios da cartografia náutica mundial remontam há mais de 500 anos, momento no qual a identificação e mapeamento das primeiras representações da costa e áreas marítimas ainda eram desprovidas de recursos tecnológicos, e, portanto, menos detalhadas e precisas. No entanto, a partir da década de 1980 com o advento de tecnologias computacionais e de equipamentos de precisão, como os Sistemas de Navegação Globais por Satélite (GNSS) e sonares, é que a produção cartográfica se tornou tão revolucionária tal como a conhecemos hoje (WARD, 2008; POWELL, 2011). Atualmente, a cartografia náutica exerce papel fundamental na dinâmica mundial, atendendo aos mais variados propósitos, desde o conhecimento e defesa dos territórios, ao gerenciamento costeiro e às relações internacionais de transporte e comércio existentes atualmente (MACEDO, 2023).

No Brasil, o Decreto Imperial nº 6.113/1876 (BRASIL, 1876), somado ao Decreto nº 243/1967 (BRASIL, 1967a) e demais documentos internos da Marinha do Brasil (MB), estabelecem à Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) o papel de Serviço Hidrográfico nacional. A DHN, por sua vez, atribui ao Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), organização técnica qualificada e

diretamente subordinada à referida Diretoria, as ações de planejamento e execução da cartografia náutica sistemática nacional, bem como a ratificação dos parâmetros atinentes aos levantamentos hidrográficos que compõem os respectivos documentos náuticos complementares.

Ademais, como Estado signatário da Convenção para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS) (IMO, 1974) e membro de organismos internacionais como a *International Hydrographic Organization* (IHO) (BRASIL, 1967b, 1971, 2009), a *International Maritime Organization* (IMO) e outras, cabe ao Brasil o atendimento aos requisitos mínimos acordados, com desdobramentos na segurança da navegação, no exercício de sua soberania e defesa, nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB).

Deste modo, são responsabilidades da Marinha do Brasil (MB) - internalizadas por meio da Política Nacional de Defesa (PND) e Estratégia Nacional de Defesa (END), além do próprio Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040, 2020) - zelar pelo aprimoramento das atividades de Cartografia Náutica em território nacional, bem como em águas de seu interesse. Para tal, a MB atua na produção e manutenção de todo seu portfólio de Cartas Náuticas (tanto no formato analógico como digital), de maneira atenta às novas especificações internacionais, garantindo a compreensão global das feições representadas e, especialmente, dos potenciais riscos mapeados, provendo então a requerida segurança ao navegante que singra as águas da Amazônia Azul.

Partindo desta premissa, grande é o desafio ao acompanhamento das tendências tecnológicas mundiais, com a manutenção do elevado grau técnico-profissional requerido à Força para o desenvolvimento eficaz e eficiente desta tarefa. Neste sentido, o presente trabalho busca apresentar um breve contexto ao tema da cartografia náutica digital e dissertar sobre os recentes avanços na construção das

novas especificações de produtos cartográficos, dando destaque às Cartas de Navegação Eletrônicas (*Electronical Navigational Chart* ou *ENC*), que tem a cada dia ganhado maior protagonismo na navegação mundial, desde seu lançamento nos idos de 1992, e promete ainda surpreender a comunidade marítima com uma nova evolução tecnológica.

2. A EVOLUÇÃO DAS ENC S-57 E PUBLICAÇÕES NÁUTICAS RUMO A S-100

As cartas náuticas, associadas às publicações de auxílio se tornaram essenciais para o alcance de uma navegação segura, sendo consideradas obrigatórias para todas as embarcações regulamentadas pela Convenção SOLAS (IMO, 1974), possibilitando aos navegantes planejar suas viagens, traçar rotas e consultar informações detalhadas da natureza do fundo, profundidades, configurações e características da costa, perigos, auxílios à navegação e outros elementos relevantes para navegação. Podemos encontrar as cartas náuticas no formato analógico, como Cartas convencionais impressas (tradicional cartas em papel), ou no formato digital, podendo esse último (Fig. 1) ser a Carta de Navegação Raster (Raster Nautical Chart - RNC) ou a Carta de Navegação Eletrônica (ENC) e Carta de Navegação Eletrônica para Águas Interiores (Inland ENC), as quais fazem uso de programas de navegação capazes de se integrar a diversos sensores (GNSS, radar, sonar, etc).

As RNC são basicamente imagens digitalizadas de uma carta em papel, em que cada linha é convertida em um elemento de imagem raster ou "pixel" contendo exatamente as mesmas informações da carta convencional (Fig. 1A). Neste formato, não existe interação com os elementos ali representados, sendo um dos principais fatores que as diferencia das ENC (produtos essencialmente vetoriais).

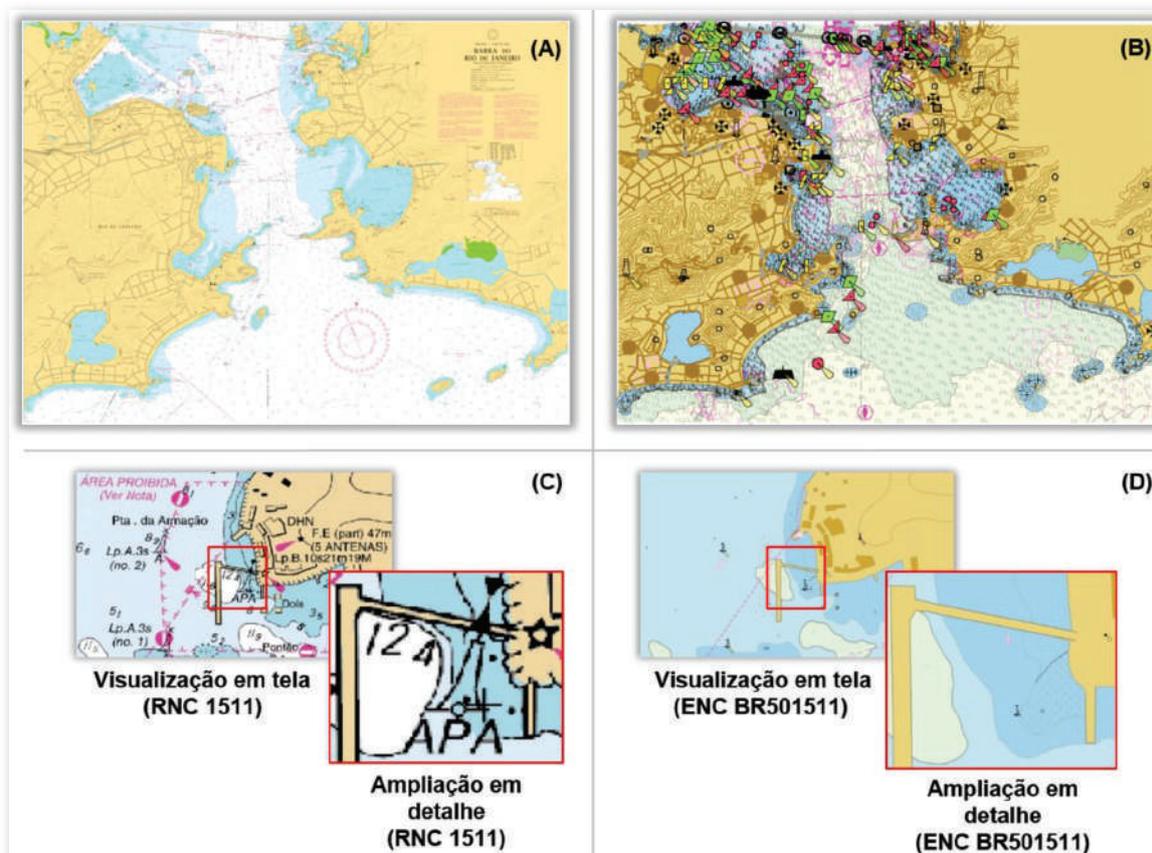


Figura 1 – Contraste entre os produtos digitais Raster Nautical Chart (RNC) e Electronic Navigational Chart (ENC). (A) RNC 1511. (B) ENC BR501511. (C) Ampliação de trecho da RNC com deformação e empilhamento das informações. (D) Zoom digital com a manutenção das características originais

A ENC (Fig. 1B) representa um banco de dados de informações em que as feições do mundo real são representadas como objetos, e as suas características são expressas como atributos, provendo aos navegantes informações adicionais não disponíveis nas RNC.

Trabalhos recentes desenvolvidos pelo Serviço Hidrográfico Australiano (AHO, 2020), apontam as inúmeras vantagens à segurança do navegante que adota o produto ENC em vez do produto RNC ou mesmo da carta em papel. Os benefícios da ENC vão desde a garantia proporcionada pelos diversos controles de qualidade aplicados a cada atualização (update) do produto, como a um maior nível de informações e interação com o usuário, possibilitando a definição

de alarmes visuais e sonoros. Ainda, possuem um layout mais legível e funcional que permite a ampliação de setores de interesse (Fig. 1D) e a consulta aos metadados da feição geográfica ora codificada em S-57 para aquela região, sem distorções ou “empilhamento” da simbologia (Fig. 1C). Além deste, outros estudos também evidenciam as vantagens dos produtos ENC e apontam a tendência mundial da substituição dos produtos analógicos (cartas e publicações em papel) por eletrônicos (ENC ou Inland ENC) (HARMON et al., 2022).

A estrutura básica deste produto ENC toma como referência o modelo de codificação de dados especificado como S-57. Em detalhe, tal modelo S-57, com origem

em 1992 e batizado de “Padrão para a Transferência de Dados Hidrográficos Digitais da IHO”, derivou da necessidade de uniformização das ENC, passando a obrigar os Serviços Hidrográficos a disponibilizarem os seus dados cartográficos no formato digital para os fabricantes de programas de navegação. Naquela ocasião, ficou estabelecido que o principal propósito do S-57 seria prover dados que pudessem ser apresentados nos recentes Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) (POWELL, 2011).

Contudo, embora o padrão S-57 ainda hoje esteja operacional e siga atendendo aos critérios fundamentais da Regra 9, Capítulo V, da SOLAS, sendo considerado pela IMO como obrigatório a todas as embarcações assim classificadas; percebe-se que, logo em 2000, foi notada a perda de sua eficiência em decorrência da apresentação de uma série de limitações técnicas frente ao avanço de novas tecnologias. Dentre suas

restrições, observou-se: seu mecanismo de transferência de dados era restrito para a produção das ENC; ele não atendia às necessidades cartográficas contemporâneas; e seu regime de manutenção era inflexível, de forma que qualquer adição de novos atributos ou recursos provocava, necessariamente, revisões das especificações de codificação das ENC e dos respectivos programas instalados nos ECDIS a bordo (POWELL, 2014).

Neste cenário, visando superar as restrições do modelo S-57 e a assimilação das novas tecnologias da época, além de proporcionar maior segurança à navegação e alcance dos produtos e serviços por meio do intercâmbio entre diferentes plataformas da comunidade marítima, bem como dos usuários de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), surge, em 2005, o Modelo de Dados Hidrográficos Universal (S-100), que abarca dentre seus produtos o respectivo padrão S-101 para as futuras ENC (Fig. 2) (IHO, 2022).

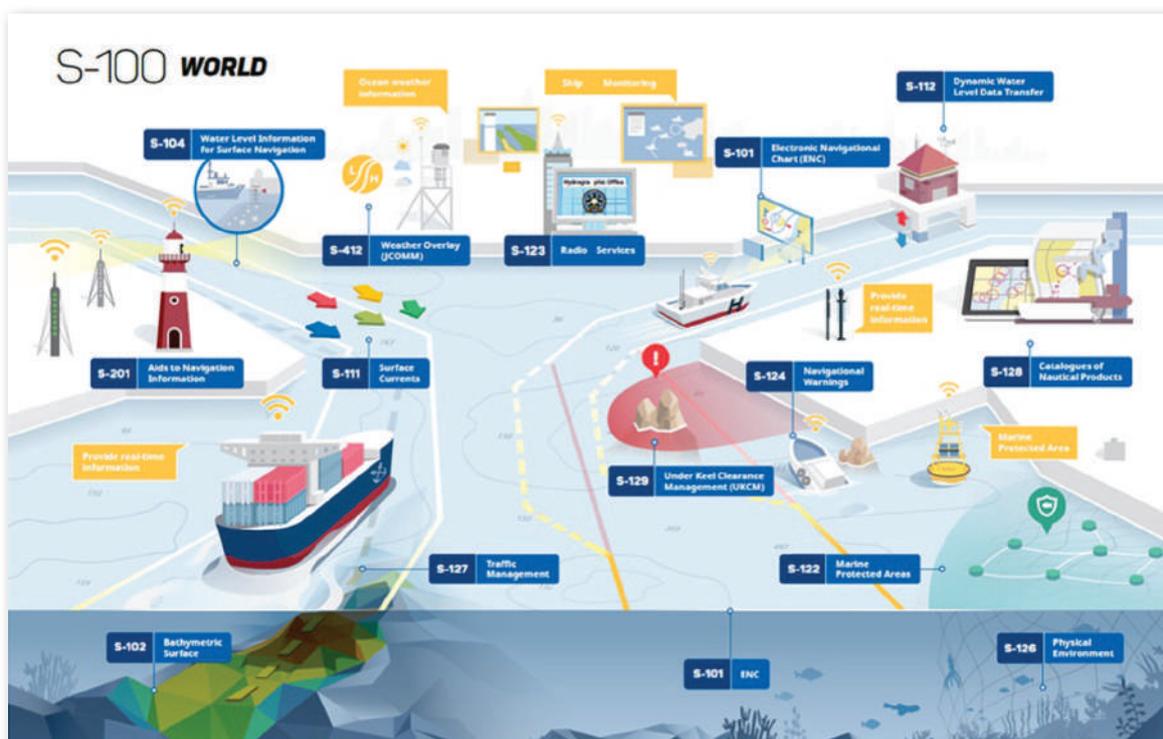


Figura 2 – A família de produtos S-100. Fonte – IHO, 2022



A S-100 é inerentemente mais flexível que a S-57 e suporta uma grande variedade de fontes de dados digitais, produtos e usuários, permitindo assim a integração mais fácil de dados hidrográficos e aplicações em soluções geoespaciais, estando em acordo com os principais padrões geoespaciais internacionais, em particular a série ISO 19000 de padrões geográficos. A padronização de componentes e terminologias garantem que os produtos S-100 atinjam um número maior de usuários, reduzindo os custos na sua implementação e maximizando o uso e desenvolvimento de aplicativos e de softwares comerciais (WARD, 2008). Além disso, a S-100 será interoperável, ou seja, abrangerá padrões e produtos para além da hidrografia e cartografia, combinando diversas fontes de dados geoespaciais em uma apresentação harmônica ao navegante.



Figura 3 – Organizações envolvidas com a S-100. Fonte: Adaptado de KHOA, 2010

A S-100, que atualmente está em sua Edição 5.1.0 (IHO, 2023), desempenhará um papel revolucionário na modernização dos dados hidrográficos, e se tornará o novo padrão base para produtos e aplicações que visam atender as necessidades da sociedade marítima. Para sua materialização, diversas Organizações vêm desenvolvendo as especificações dos produtos necessárias para implementação do modelo (Fig. 3), a saber:

- **International Hydrographic Organization (IHO) / Organização Hidrográfica Internacional (IHO):** responsável pelo estabelecimento dos padrões relativos à Hidrografia e Cartografia para as ENC (S-101); Batimetria (S-102); Informações dos Níveis de Água (S-104); Correntes Superficiais (S-111); Limites e Fronteiras Marítimas (S-121); Serviços de Avisos Rádio (S-123); Avisos aos Navegantes (S-124), entre outros numerados em S-1XX.
- **International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA):** responsável pelo conjunto S-201 a 299, destinado aos produtos de Auxílios à Navegação.
- **Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC):** alocou S-301 a 399, porém nenhum proposto ainda.
- **Inland ENC Harmonization Group (IEHG):** trata das especificações dos produtos relativos à Navegação Fluvial, sendo futuras Inland ENC (S-401) e a Batimetria adensada (S-402).
- **WMO Services Commission (SERCOCM):** responsável pelas especificações dos produtos Meteorológicos (S-411 a S-414).

- **International Electrotechnical Commission (IEC)** – responsável pela padronização de tecnologias elétricas, eletrônicas e relacionadas (S-421 a S-430).
- **NATO Geospatial Maritime Working Group (GMWG)**: responsável pelas especificações dos produtos Additional Military Layers (AML), conjunto das S-501 a S-525.

Sabe-se ainda que, em 2008, a IMO traçou uma estratégia para o desenvolvimento e a implementação do *enhanced-Navigation* ou *e-Navigation*, um conceito compreendido como “navegação aprimorada” e, em 2011, ela endossou o uso da S-100, como modelo base ao intercâmbio de informações náuticas e seus futuros Serviços Marítimos (*Maritime Services* – MS) (DHN, 2020). Dentre os produtos S-100 mais relevantes, desta-

ca-se que as cartas náuticas eletrônicas (S-101) desempenharão papel fundamental, pois serão a camada de referência à interoperabilidade com os demais produtos (Fig. 4). Sua construção parte das premissas das atuais ENC no formato S-57, mantendo a maioria das características de codificações das informações, porém se beneficiando da estrutura mais flexível projetada à S-100, alcançando assim maior dinâmica entre os diversos produtos e os MS.

Dada a relevância e repercussão positiva desta proposta da IMO no cenário marítimo internacional, foi definida a respectiva “Estratégia para Implementação no âmbito da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Conceito de *e-Navigation*” (DHN, 2020), aprovada pela Diretoria-Geral de Navegação (DGN). Tal abordagem segue alinhada aos respectivos Plano Estratégico das Organizações, bem como ao próprio Plano Estratégico da Marinha – PEM 2040 (PEM, 2040).

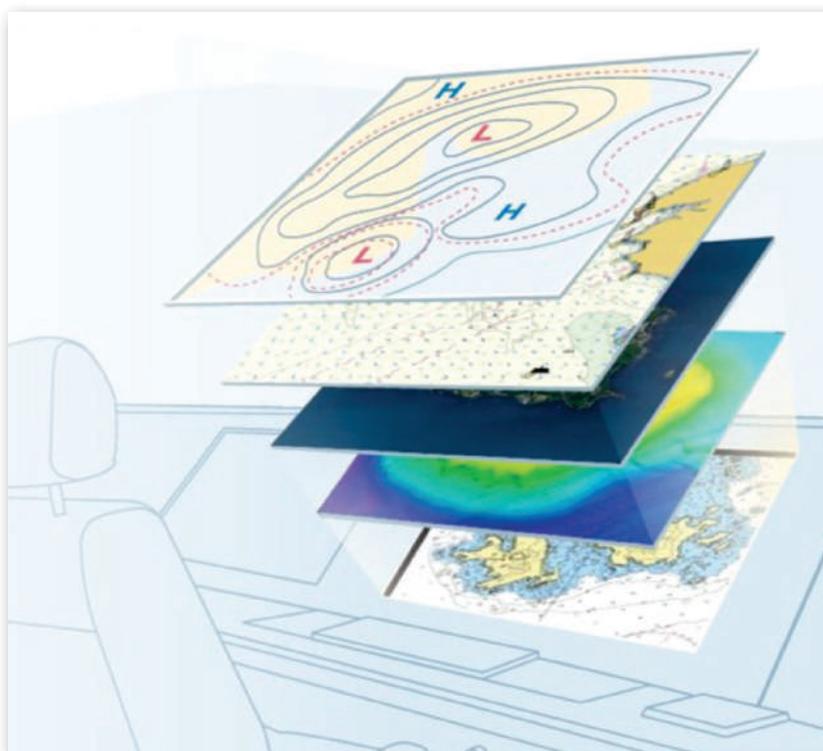


Figura 4a – Interação no ECDIS com os produtos S-100. Fonte: Brochura IHO, 2017



Table A – IHO list of S-100 products with special focus	
Phase 1 / Route monitoring	
S-101	Electronic Navigational Chart (ENC)
S-102	Bathymetric Surface
S-104	Water Level Information for Surface Navigation
S-111	Surface Currents
S-124	Navigational Warnings
S-129	Under Keel Clearance Management
Critical Framework	
	IHO Geospatial Information Registry
S-98	Interoperability Specification
S-100	Universal Hydrographic Data Model
S-128	Catalogue of Nautical Products
S-164	Test Data Set for S-100 and ECDIS Type Approval
Phase 2 / Route planning	
S-122	Marine Protected Areas
S-123	Marine Radio Services
S-125	Marine Aids to Navigational (AtoN)
S-126	Marine Physical Environment
S-127	Marine Traffic Management
S-131	Marine Harbour Infrastructure
S-411 (WMO)	Ice Information
S-412 (WMO)	Weather and Wave Hazards

Figura 4b – Produtos S-100

Portanto, tal qual as atuais ENCs em S-57, sabe-se que a produção das cartas no formato S-101 também será uma atribuição da DHN, sendo então necessária a sua preparação com recursos materiais, humanos e financeiros, capazes de atender ao aumento da demanda por estes novos produtos.

Esse premente desafio à linha de produção cartográfica irá impor um período de transição, também chamado de *Dual-Fuel*, aos Serviços Hidrográficos produtores, como a DHN, às empresas de desenvolvimento de software e de ECDIS, bem como aos usuários. Neste intervalo, estimado pela OHI como o período de 2026 a 2030 (*RoadMap for S-100 Implementation Decade, 2023*), a harmonização da produção em paralelo das cartas eletrônicas S-57 e S-101 será

fundamental para resguardar todos os aspectos técnicos, legais e normativos envolvidos na manutenção da competência e soberania nacional em prol do aperfeiçoamento da competitividade e eficiência da navegação nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB).

Ademais, destaca-se, segundo o cronograma da OHI (*RoadMap S-100 IHO, 2023*), o interesse em que os Serviços Hidrográficos entreguem todo um conjunto de produtos S-100, organizado nas fases 1 e 2. Assim, cada produto da S-100 (Fig. 4b) terá seu respectivo período de elaboração e implementação. Devido a esta premissa, observa-se que a DHN também precisará se preparar para produzir ou mesmo delegar que outros órgãos/instituições sejam responsáveis pela produção de alguns destes produtos.

3. A S-101: STATUS ATUAL E PERSPECTIVAS

A nova especificação de produto para Cartas de Navegação Eletrônicas, denominada *S-101 ENC Product Specification*, define todos os requisitos para o conjunto de dados e informações que irão compor as ENC. Sua primeira edição (Edição 1.0.0) foi publicada em dezembro de 2018 e sua primeira revisão, em abril de 2023 (Edição 1.1.0). Embora se assemelhe ao conteúdo do padrão S-57, a S-101 apresenta recursos que visam suprir todas as limitações apontadas no padrão atual, por intermédio de uma estrutura mais flexível, com catálogos de características e representações intercambiáveis e dinâmicas, modelos geométricos mais ricos e tipos de informação e atributos complexos. O padrão S-101 é composto pelos: *Feature Catalogue* (FC), que define o conteúdo dos dados em termos de objetos e atributos; *Portrayal Catalogue* (PC), que contém o modo de exibição dos objetos por meio da definição de um conjunto de regras e simbologias; e o *Data Classification and Encoding Guide* (DCEG) – que é o “Anexo A” da publicação e fornece orientação sobre como o conteúdo do produto S-101 deve ser codificado (IHO, 2023).

Além disso, a produção da S-101 ENC é subsidiada pela *S-65 ENCs: Production, Maintenance and Distribution Guidance*, Annex B – *S-57 ENC to S-101 Conversion Guidance* (Edition 1.0.0, May 2022), a qual fornece orientação quanto às recomendações de preparo e otimização do conjunto de dados das atuais “ENC S-57” para conversão em “ENC S-101”; e “S-98 – *Data Product Interoperability in S-100 Navigation Systems* (Edition 1.0.0, May 2022)”, a qual visa organizar a apresentação simultânea nos *displays* dos múltiplos produtos S-100, com o intuito de simplificar a apresentação das informações aos navegantes e garantir a

interoperabilidade para sistemas de navegação, especificamente o ECDIS (Fig. 4).

De acordo com o planejamento da OHI, o desenvolvimento da S-101 encontra-se em fase preliminar de implementação, em que os países estão realizando testes de conversão, adquirindo conhecimento e softwares de análise dedicados a apoiar a definição de suas necessidades para sustentar a futura estrutura de produção cartográfica, de modo a prover e manter atualizadas, simultaneamente, suas “ENC S-57” e “ENC S-101”. A síntese prevista para desenvolvimento das fases de publicação da especificação S-101 consta do seguinte quadro:

	S-101 ENC Product Specification Publicada em 2018 - Ed. 1.0.0 Revisada em 2023 - Ed. 1.1.0
	Fase Preliminar de Implementação As empresas de software atualizam suas ferramentas para atender a S-100 Ed. 5.1.0 (publicada em 2023) e a S-101 Ed. 1.2.0 que avança em testes
	Fase Operacional Setembro 2024 - Previsão de publicação da Ed. 2.0.0 Publicação da S-101 Ed. 2.0.0 – versão operacional baseada nos resultados das fases anteriores.
	Fase Final de Implementação Janeiro 2026 - Implementação da S-101 Ed. 2.0.0 – momento no qual os ECDIS já iniciarão o suporte/consumo das primeiras S-101

Quadro 1 – Fases e prazos esperados de acordo com estimativas previstas pela IHO. Fonte: RoadMap S-100 IHO, 2023



4. S-57 E S-101: PRINCIPAIS DIFERENÇAS E DESAFIOS (ATÉ O MOMENTO)

As ENC em S-101 não reformularão totalmente as características atuais encontradas nas ENC em S-57, mas ampliarão a codificação das informações existentes e criarão uma estrutura mais

flexível. Esta ação exigirá maior capacitação dos profissionais envolvidos desde o levantamento hidrográfico, como aqueles que atuarão diretamente na interpretação e codificação das informações de acordo com a nova especificação técnica. As principais diferenças já notadas entre as especificações podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais diferenças entre S-57 e S-101. Fonte: *Circular Letter N° 01/2024 of International Centre for Electronic Navigational Charts (IC-ENC)*

Referência	S-57	S-101
Skin of the Earth	DEPARE DRGARE LNDARE UNSARE FLODOC PONTON HULKES	Depth Area Dredged Area Land Area Unsurveyed Area
Propósito de Navegação	1 Overview 2 General 3 Coastal 4 Approach 5 Harbour 6 Berthing	1 Overview 2 Transit 3 Port Entry
Escala de Compilação	Escala definida pelo M_CSCL	Usa <i>MaximumDisplayScale</i> e <i>minimumDisplayScale</i> para fornecer um intervalo de escala de exibição ao uso que os dados se destinam
Nomenclatura	CCU123AB.000 (6 Caracteres)	101CCCC0000000000.000 (Até 17 caracteres)
Tamanho do arquivo	Base Cells – tamanho máximo 5Mb Updates – tamanho máximo 100Kb	Base Cells – tamanho máximo 10Mb Updates – tamanho máximo 200 Kb
Tipo de geometria	Ponto, linha, área e sondagens	Ponto, curva, superfície e sondagens
Tipo de Atributos	Uso de atributos simples	Uso de atributos complexos e sub-atributos.
Objeto/Atributo nomenclatura	Utiliza 6 caracteres para compor o acrônimo	Descrição completa do nome do objeto/ atributo
Tipos de Atributos	Uso de atributos simples	Uso de atributos complexos
Posicionamento do Texto	S-57 não suporta	Os ECDIS em S-100 terão controle do posicionamento do texto apresentado na tela, facilitando a identificação de todas as informações

Desta forma, dentre as diversas abordagens, observa-se que o processo de elaboração das ENC em S-101 deverá, preferencialmente, ter início na alimentação da Base de Dados (BD) já existente no padrão S-57 para então, por intermédio das ferramentas de conversão, que atuarão junto do complemento de alguns objetos e atributos novos, serem criadas as ENC no padrão S-101. No futuro, espera-se que essas ENC em S-101 alimentem diretamente a BD em S-101. Conforme cronograma da OHI, espera-se que as primeiras ENC em S-101 sejam disponibilizadas aos navegantes a partir de 2026.

Na tentativa de preparo e auxílio à transição das ENC do formato S-57 para a S-101, alguns Serviços Hidrográficos estão cancelando determinadas escalas de produtos em papel, bem como trabalhando no reesquema de grade das ENC em S-57, ou ainda vislumbrando um novo esquema para as futuras S-101. Esse reesquema se refere tanto aos ajustes na escala de compilação, como na mudança dos limites das ENC. A ideia é que as ENC em S-101 possuam uma grade regular, garantindo a interoperabilidade com os outros produtos da família S-100, e quiçá facilitando a extração direta

e automática de derivados impressos (NYBERG et al.,2020).

Como base do *e-Navigation*, a disponibilização das ENC em S-101, para os navegantes, será otimizada pela conectividade via satélite. Os dados serão entregues quase em tempo real para fornecer uma percepção ainda mais precisa do ambiente marinho, auxiliando no planejamento das rotas de maneira mais segura, reduzindo o tempo no preparo e na tomada de decisões, preservando, assim, a segurança da navegação (DHN, 2020). Portanto, uma questão paralela a ser resolvida repousa no desenvolvimento da plataforma de consumo destes produtos, ou seja, um ECDIS compatível com a família S-100.

Neste tópico, observa-se que o conceito “*Dual Fuel*” se expande da produção em paralelo, para também um ambiente misto de manuseio dos produtos S-101 e S-57 em um dispositivo ECDIS. O “*Dual Fuel*” será necessário devido ao processo de conversão das ENC em S-57 para S-101 ser vislumbrado de forma progressiva, e, assim, gradualmente, as ENC em S-57 serão substituídas pelas em S-101 (Fig. 5) (RoadMap S-100 IHO, 2023).

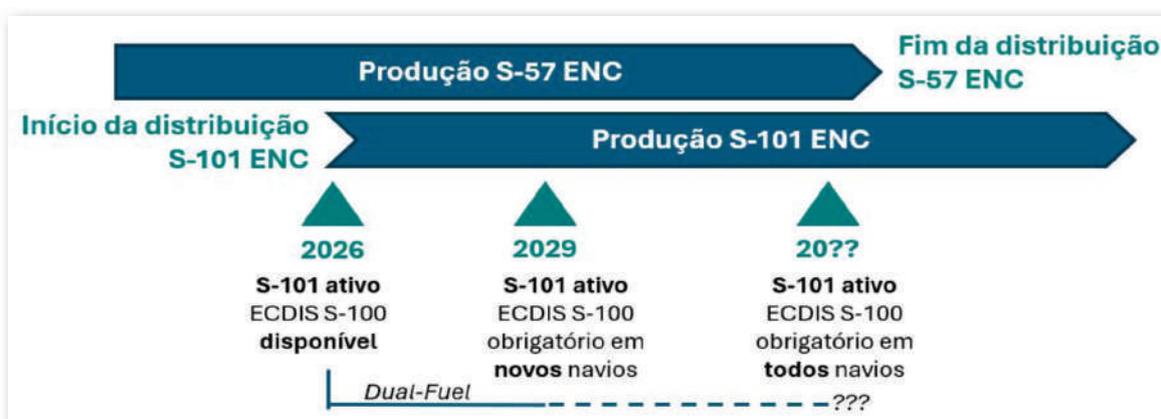


Figura 5 – Período previsto à transição entre os formatos S-57 e S-101 (Dual-Fuel). Fonte: elaboração própria



Acompanhando os avanços nos processos de produção das cartas náuticas, a Divisão de Cartografia do CHM possui, como fluxo, os processos certificados pela ISO 9001:2015, atendendo, assim, aos critérios internacionais para produção e manutenção de documentos náuticos oficiais. Com um significativo portfólio de produtos (Cartas: ENC e IENC, Papel, Raster e Geotiff), cobrindo todo território nacional e áreas de interesse do Brasil, tal produção é realizada sobre uma infraestrutura técnica que necessita utilizar as ferramentas mais recentes e robustas existentes. Sendo assim, em 2023, foi realizada a atualização do Banco de Dados Cartográfico (BDCart) com o upgrade da plataforma CARIS HPD da versão 3.2 para a 4.1.35. Esta versão já possui uma ferramenta em teste, que atua na conversão de dados S-57 para S-101, possibilitando a visualização dos primeiros protótipos

convertidos em S-101. O produto resultante está em nível de protótipo, já que a especificação do padrão S-101 está prevista para ser considerada operacional somente no segundo semestre de 2024 (Quadro 1, RoadMap S-100 IHO, 2023).

A figura abaixo descreve o fluxo simplificado de trabalho que está sendo realizado na Divisão de Cartografia, onde atualmente são gerados protótipos de produtos convertidos em S-101, apenas em caráter de testes e treinamento nas ferramentas da nova versão do software (Fig. 6a). No futuro, a partir da aquisição do módulo de produção efetiva de S-101, ocorrerá o ingresso na etapa Dual-Fuel, e desta forma haverá “duas linhas de produção”: uma para atualização dos produtos em S-57 e outra para alimentação da base de dados em S-101, proporcionando, assim, a geração dos produtos em ambos os formatos, S-57 e S-101 (Fig. 6b).

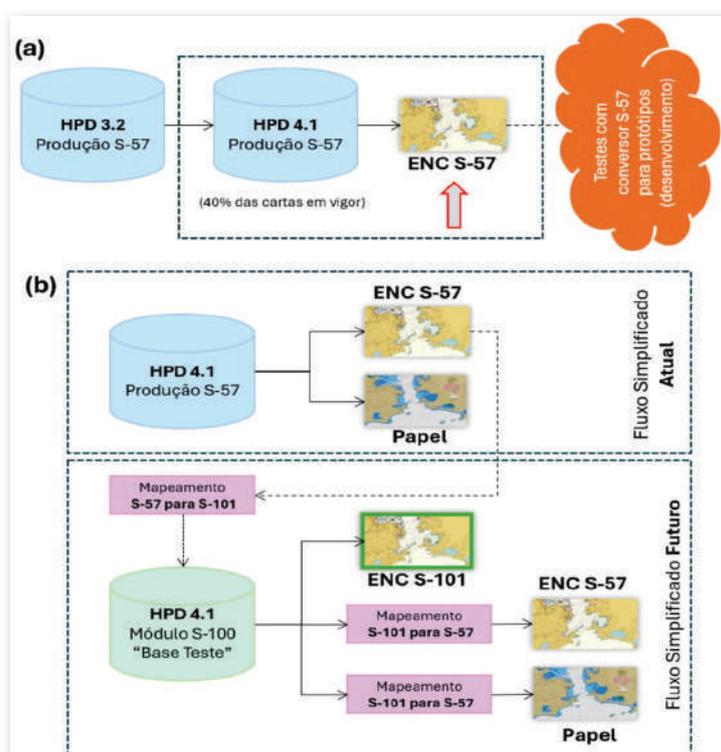


Figura 6 – (a) Fluxo simplificado atual em S-57. (b) Fluxo simplificado futuro para as ENC S-57 e S-101. Fonte: elaboração própria

Observa-se então que diversas atividades vêm sendo realizadas em preparo à S-101. Contudo, para que a MB consiga atender plenamente aos anseios e prazos estipulados pela OHI/IMO, diversos esforços ainda são necessários quanto:

- Aprimoramento na aquisição e compilação de dados hidrográficos pelas equipes em campo (com maior atenção aos metadados e atributos das feições coletadas);
- Substituição gradual do portfólio de cartas náuticas em papel por cartas digitais;
- Investimento na atualização da infraestrutura técnica de software, licenças e estações de trabalho voltadas à produção (recursos materiais);
- Investimentos na capacitação dos profissionais cartógrafos, hidrográficos e técnicos em geodésia e cartografia (recursos humanos) nas novas plataformas e especificações da S-100; e
- Continuação da participação efetiva do corpo técnico da DHN e do CHM nas discussões dos Grupos de Trabalhos da OHI, em intercâmbios com os Serviços Hidrográficos congêneres e nos treinamentos oferecidos pelos Centros de excelência no assunto.

Em decorrência da complexidade que envolve a consecução dos itens supracitados, por extrapolarem as atribuições do CHM e exigirem uma análise ampla e aprofundada a respeito da questão, em novembro de 2022, o Diretor de Hidrografia e Navegação aprovou a recomendação do Comitê de Coordenação Permanente para assuntos da OHI (CCP-OHI), contidas na Ata no 003/2022, acerca do: *“estabelecimento de um GT com a participação de representantes da DHN e do CHM, sob a*

coordenação da Superintendência Técnica da DHN, para que seja elaborado um Plano de Projeto delineando cronograma, recursos humanos, materiais e financeiros necessários para que a DHN inicie a divulgação de ENCs no formato S-101, alinhada ao cronograma previsto pelas OHI e IMO”. Da mesma forma, foi elaborado um Estudo de Viabilidade Orçamentária (EVO): *“Cartas S-100”*, com intuito de apresentar e debater a demanda de recursos financeiros que se fazem necessários ao suporte desta vultosa tarefa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o avanço tecnológico, tanto a produção cartográfica como o formato das cartas náuticas evoluíram de maneira significativa, passando dos produtos em papel, desenhados com nanquim, às cartas de navegação eletrônicas no formato S-57, e, em um futuro próximo, em conformidade com o Modelo de Dados Hidrográficos Universal “S-100”. Ao longo de todo este processo, é imutável que a carta náutica, independentemente de qualquer formato, sempre assegurou seu princípio primordial que é a segurança da navegação.

Atualmente, os Serviços Hidrográficos estão se preparando e trabalhando para mais uma etapa de evolução, a conversão das Cartas Eletrônicas de Navegação (ENC) do formato S-57 para as ENC em S-101. As normas da Organização Hidrográfica Internacional (OHI) que regem os processos de elaboração, validação e interoperabilidade dos produtos da família S-100, encontram-se em fase de construção e implementação, o que resulta na oportunidade de melhor estudá-las e compará-las.

Diante das incertezas e restrições existentes, observa-se que esta Diretoria Especializada (DE) tem buscado participar das reuniões técnicas dos grupos de trabalho da OHI e demais treinamentos oferecidos



pelos centros de excelência e pelas empresas especializadas, com fito de assimilar conhecimento e atuar ativamente na preparação e assessoramento das ações de resposta ao desafio que a S-100 representa.

Constata-se ainda que, para a devida manutenção da qualidade dos produtos em vigor, bem como para a eficiência na assimilação e disponibilização destes aos navegantes, é de extrema importância que os profissionais da linha de produção, tal qual a estrutura do ambiente computacional

acompanhem as atualizações das ferramentas de conversão e dos softwares para a elaboração e validação das atuais ENC em S-57 tanto como das futuras ENC S-101.

Tais ações mostram-se fundamentais para o fiel cumprimento dos compromissos assumidos no tocante às diretrizes para distribuição e consumo harmônico das cartas náuticas eletrônicas brasileiras, em ambos os formatos, ao longo de todo o período Dual-Fuel, pelos Sistemas Eletrônicos de Apresentação de Cartas e Informações (ECDIS).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHO (Australian Hydrographic Office). Official charts, unofficial charts & chart plotters. Fact Sheets. October, 2020. Disponível em: < https://hydro.gov.au/factsheets/FS_AusENC-Official_and_unofficial_electronic_charts.pdf >. Acesso em: 09 de fev. 2024.

BRASIL. Decreto Imperial no 6.113, de 2 de Fevereiro de 1876. Crêa a Repartição Hydrographica. Coleção de Leis do Império do Brasil. 1876, p. 193.

_____. Decreto-Lei no 243, de 28 de fevereiro de 1967. Fixa as Diretrizes e Bases da Cartografia Brasileira e dá outras providências. Diário Oficial da União. 1967a, p. 2438.

_____. Decreto Legislativo no 45, de 1967. Aprova a Convenção relativa à Organização Hidrográfica Internacional, assinada em Mônaco, a 3 de maio de 1967. Diário Oficial da União. 1967b, p. 12072.

_____. Decreto no 68.106, de 25 de janeiro de 1971. Manda executar a Convenção sobre a Organização Hidrográfica Internacional. Diário Oficial da União. 1971, p. 705.

_____. Decreto no 92.610, de 2 de maio de 1986. Promulga o Protocolo de 1978 relativo à Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar de 1974. Diário Oficial da União. 1986, p. 6379.

_____. Decreto Legislativo no 608, de 2009. Aprova o texto do Protocolo de Emendas à Convenção da Organização Hidrográfica Internacional. Diário Oficial da União. 2009.

DHN (Diretoria de Hidrografia da Navegação). Estratégia para Implementação no âmbito da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Conceito de e-Navigation. Marinha do Brasil, 2020.



HARMON, C. A., AMEELE, V. D. The End of Traditional Paper Charts: The Final Transition to Eletronic Navigational Charts. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). International Hydrographic Review, 2022.

IC-ENC (International Centre for Electronic Navigational Charts). Circular Letter N° 01/2024. IHO (International Hydrographic Organization) S-57 – IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data: Monaco, the Principality of Monaco, 2000.

_____. S-100 – IHO Universal Hydrographic Data Model: Monaco, the Principality of Monaco, 2022.

_____. Roadmap for the S-100 Implementation Decade, version 3.0, October 2023. Disponível em: < <https://iho.int/en/s-100-implementation-strategy> >. Acesso em: 9 fev. 2024.

_____. S-101 – ENC Product Specification: Monaco, the Principality of Monaco, 2023.

IMO (International Maritime Organization). International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974/1988. Disponível em: < [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-\(SOLAS\),-1974.aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-(SOLAS),-1974.aspx) >. Acesso em: 25 mar. 2018.

KHOA (Korea Hydrographic and Oceanographic Agency) Much More Than Just Nautical Charts, 2010. Disponível em: < https://iho.int/uploads/user/Services%20and%20Standards/S-100WG/MISC/IHO_S-100brochure_final_11-5-17.pdf?t=1597321279 >. Acesso em: 9 fev. 2024.

MACEDO C. A. C. A contribuição da hidrografia para a economia brasileira. O Estado de São Paulo (versão online), 28/09/2023. Disponível em: < <https://www.estadao.com.br/opiniao/espaco-aberto/a-contribuicao-da-hidrografia-para-a-economia-brasileira/> >. Acesso em: 05 fev. 2024.

NYBERG, J., HARMON, C., PE'ERI, D. S., CATOIRE, S. An overview of the NOAA ENC Re-Scheming plan. The International Hydrographic Review, Monaco, vol.24, pg 07-20, 2020.

PEM 2040 - Plano Estratégico da Marinha. Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada, Brasília, 2020.

POWELL, J. The New Electronic Chart Product Specification S-101: An Overview. TransNav -International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 2011.

POWELL, J. S-101 - The new IHO Electronic Navigational Chart Product Specification. Hydro International, 2014. Disponível em: <https://www.hydro-international.com/content/news/s-101-the-new-iho-electronic-navigational-chart-product-specification-3> >. Acesso em: 8 fev. 2024.

WARD, R. IHO S-100. Hydro International, 2008. Disponível em <<https://www.hydro-international.com/content/article/iho-s-100> > Acesso em: 9 fev. 2024.

VII – EFEMÉRIDES HIDROGRÁFICAS

GRUPAMENTO DE NAVIOS HIDROCEANOGRÁFICOS (GNHo)

AVISO DE PESQUISA HIDROCEANOGRÁFICO "ASPIRANTE MOURA"

De 25 de abril a 4 de maio e de 6 a 13 de dezembro, o navio realizou aquisição de dados oceanográficos, no entorno da Ilha do Cabo Frio, em apoio ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM). No segundo período, o navio realizou lançamento de Glider. O equipamento permaneceu submerso por 7 dias, perfazendo 43 milhas náuticas.

De 7 de novembro a 1º de dezembro, o navio realizou o Levantamento Hidroceanoográfico de Fim de Curso (LHFC-2023) na Baía de Guanabara, a fim de apoiar instruções aos futuros hidrógrafos, Oficiais e Praças. Ademais, foram realizados, em proveito, novos testes com AUV e os primeiros testes com Glider realizados exclusivamente por pessoal do CHM.

NAVIO HIDROCEANOGRÁFICO FAROLEIRO "ALMIRANTE GRAÇA ARANHA"

No dia 20 de julho de 2023, o navio realizou comissão de apoio ao CHM, para treinamento com o equipamento "Glider", com seu lançamento e recolhimento, contando com o embarque de seis militares do CHM, oito servidores da empresa Ocean Pact, dois servidores da empresa Teledyne e um servidor da Petrobras.

Entre os dias 25 e 27 de julho de 2023, o navio realizou a comissão "APOIO AO CHM II" com o recolhimento de boia do

tipo "Axys", do Programa Nacional de Boias (PNBOIA), que se encontrava à deriva, na área da Bacia de Santos-SP.

Entre os dias 12 e 29 de setembro de 2023, o navio realizou a comissão "PRO-TRINDADE V", realizando o transporte de treze pesquisadores, a fim de atender ao Programa de Pesquisas Científicas na Ilha da Trindade, além de efetuar o lançamento de boia ondógrafo "Spotter" nas proximidades da Enseada dos Portugueses.