



PROPOSTA DE NOVO LAYOUT DAS INLAND ELECTRONIC NAVIGATIONAL CHART (IENC) BRASILEIRAS

Capitão de Fragata Vitor Bravo Pimentel¹
Capitão de Corveta (EN) Christopher Florentino²
Capitão de Corveta (EN) Rafael Vieira de Moraes³
Capitão-Tenente (EN) José Celso Correa Gonçalves Junior⁴

RESUMO

A navegação em hidrovias e vias navegáveis interiores se reveste de grande complexidade, tanto em razão da morfologia de fundo, como em função das peculiaridades regionais de cada local. No que tange à Segurança da Navegação, um dos principais produtos cartográficos é a Carta Náutica para águas interiores, tendo nos seus modelos eletrônicos (*Inland Electronic Navigational Chart - IENC*) seu maior protagonista. Nesse ínterim, o *Inland ENC Harmonization Group - IEHG* desponta como fórum mundial de discussão e órgão de regulamentação. Soma-se a toda a problemática da navegação em águas interiores, o premente período de implantação do novo modelo de intercâmbio de dados hidrográficos S-100, ao qual os países

¹Oficial do Corpo da Armada graduado em Ciências Navais pela Escola Naval. Aperfeiçoado no Curso de Hidrografia para Oficiais (CAHO). Mestre e Doutor em Dinâmica dos Oceanos e da Terra (UFF), servindo presentemente no Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). Email: vitor.pimentel@marinha.mil.br

²Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha graduado em Engenharia Cartográfica (UNESP). MBA em Gerenciamento de Projetos (IBMEC). Mestre e Doutor em Dinâmica dos Oceanos e da Terra (DOT/UFF), servindo presentemente no Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). Email: christopher@marinha.mil.br

³Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha graduado em Engenharia de Agrimensura. MBA em Gerenciamento de Projetos (IBMEC). Mestre em Engenharia Civil (UFSC), servindo presentemente no Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). Email: rafael.vieira@marinha.mil.br

⁴Oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha graduado em Engenharia Cartográfica. Especialista em Planejamento e Gestão (UNESP), servindo presentemente no Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). Email: jose.celso@marinha.mil.br

deverão adequar sua produção cartográfica. O Brasil, nesse contexto, busca soluções práticas que aperfeiçoem o fluxo cartográfico e, ao mesmo tempo, proporcionem ao navegante maior segurança. Uma das soluções possíveis é a ampla adoção das IENC em detrimento das cartas em formato papel e *raster*, além de propor um novo layout para esse modal cartográfico.

Palavras-chave: IENC. IEHG. Hidrovias. Vias Navegáveis Interiores.

ABSTRACT

Navigation inland waterways is highly complex, both due to the bottom morphology or to the regional peculiarities of each location. Regarding Safety of Navigation, one of the main cartographic products is the Nautical Chart for inland waters, with its electronic models (Inland Electronic Navigational Chart - IENC) as its protagonist. In this vein, IEHG emerges as a global discussion forum and regulatory body. Added to the entire problem of navigation in inland waters, is the urgency of the new hydrographic data exchange model S-100 implementation period, to which countries must adapt their cartographic production. Brazil, in this context, seeks practical solutions that improve the cartographic flow and, at the same time, provide the navigator with greater security. One of the possible solutions is the wide adoption of IENC to the detriment of paper and raster charts. In addition, there is the proposing a new layout for this cartographic modal.

Keywords: IENC. IEHG. Inland Waterways.

1. INTRODUÇÃO

Uma das ferramentas mais importantes para o navegante é a carta náutica.

A do tipo marítima é construída segundo especificações da Organização Hidrográfica Internacional (OHI), seja em seus formatos eletrônico ou papel (OHI, 2000; 2021). Contudo, a OHI se restringe em propor orientações e especificações à região sob responsabilidade da Organização Marítima Internacional (IMO), principalmente onde ocorre a navegação com embarcações que operam no regime da Convenção SOLAS - *Safety of Life at Sea* (IEHG, 2023).

Em águas interiores, além de a navegação não se dar necessariamente sob o regime da SOLAS, o ambiente é menos homogêneo que o marítimo, sendo, portanto, exigidas customizações características do regionalismo local para uma navegação mais segura. Ocorre, porém, que a padronização criada em âmbito mundial não abrange as peculiaridades de cada bioma ou localidade, implicando a necessidade do desenvolvimento de outro produto cartográfico que orientasse o navegante. Nesse contexto, surgiram as cartas náuticas de águas interiores, desenvolvidas conforme as particularidades de cada país, resultando em modelos de produtos com aspectos diferenciados. Dessa forma, observou-se a necessidade de uma coordenação em âmbito mundial, em que fosse criada uma padronização, ao mesmo tempo em que pudesse servir como fórum para troca de experiências e expertise. Assim, em 2009, foi criado o *Inland ENC Harmonization Group* (IEHG).

A Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) possui a atribuição de Serviço Hidrográfico Brasileiro e, por meio do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), é responsável pela produção da cartografia náutica das Águas Jurisdicionais, incluídas as águas interiores (BRASIL, 1876; 1967). Cumpre destacar que é comum se observar em outros países que a responsabilidade da cartografia náutica de águas interiores é alheia ao Serviço Hidrográfico nacional. Abarcar



a confecção dessas cartas náuticas causa grande impacto na produção de documentos náuticos, pois por serem de escalas geralmente maiores que as cartas marítimas, há a necessidade de construir e manter um maior número de produtos para recobrir o mesmo espaço físico de interesse. Ademais, a característica de águas interiores é diversa, em que, muitas vezes, a velocidade do provimento da informação é mais importante que sua acurácia.

Com a aproximação da necessidade de produção de documentos náuticos no novo Modelo de Dados Hidrográfico Universal – S-100, a DHN vislumbrou que seria preciso aperfeiçoar a linha de produção cartográfica do CHM. Em 2023, foi estabelecido o Grupo de Trabalho para Cartas Náuticas em Papel, tendo sido apresentadas alternativas ao modelo de produção vigente. Com base nos debates e estudos realizados (CAIAFA, 2023; LOZADA, 2023), uma das ações propostas foi o desenvolvimento e testes de um novo layout para as cartas eletrônicas de águas interiores, em detrimento do layout eletrônico existente e da substituição gradual das respectivas cartas em formato de papel — que requerem um elevado esforço da linha de produção. Dessa forma, foram desenvolvidos modelos com o propósito de priorizar a interação do navegante com o produto, a velocidade da compilação dos dados e da disseminação da informação, além de facilitar o uso. Para tal, foram escolhidas áreas testes, onde os representantes da comunidade marítima e naval utilizarão o novo formato de produto para ratificar ou retificar a alternativa desenvolvida pelo CHM.

2. INLAND ELECTRONIC NAVIGATIONAL CHART (IENC)

A navegação marítima, em âmbito mundial, é coordenada pela IMO. Já a

navegação em hidrovias e vias navegáveis interiores, como os Rios Mississipi (EUA), Amazonas (BRA), Reno (EUR), Danúbio (EUR), Volga (RUS) e Yangtze (CHINA), têm características regionais, com especificidades de controle de tráfego e balizamento. Contudo, esses locais não são navegados apenas por embarcações regionais. Na parte estuarina, onde as águas interiores fazem limite com a parte marítima, é comum encontrar navios de grande porte. Assim, surge a necessidade de um produto que possa representar as especificidades das águas interiores, mas que também seja compatível com os equipamentos de navegação eletrônica e sigam protocolos da OHI. Porém essa adequação é limitada pelas convenções nacionais ou regionais da navegação em águas interiores. Como exemplo, a Figura 1 mostra o balizamento de uma hidrovia europeia, cuja sinalização náutica não está prevista nas normas internacionais (S-4 e S-57), embora sejam úteis para o navegante. A Figura 2 mostra uma situação que também não ocorre na área marítima, que é um trecho de uma hidrovia passando por cima de outro trecho. No intuito de considerar essas particularidades, foram criados produtos náuticos que são baseados na plataforma da ENC, cuja especificação é a S-57 — *IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data*, porém contam com a adição de objetos e características de cada local. Esses produtos são as IENC.

Por definição, as IENC são uma

(...) base de dados, padronizada quanto ao conteúdo, estrutura e formato, para uso (...) em (...) sistemas de informação operados a bordo de embarcações que transitam por vias navegáveis interiores. Uma IENC é emitida por ou sob a autoridade de uma agência governamental competente

e está em conformidade com os padrões inicialmente desenvolvidos pela Organização Hidrográfica Internacional (OHI) e refinados pelo Inland ENC Harmonization Group. Uma IENC contém todas as informações cartográficas necessárias para uma navegação segura em vias navegáveis interiores e pode conter informações suplementares, além daquelas contidas na carta em papel (por exemplo, direções de navegação, horários de operação, etc.) que podem ser consideradas necessárias para um planejamento e navegação segura. (IEHG, 2023)

Nesse sentido, a IENC vem respeitar os requisitos da cartografia eletrônica estabelecidos pela OHI, mas também objetiva representar feições e situações que não são encontradas na área marítima, apenas em vias navegáveis interiores e hidrovias.

Outro ponto em que as cartas marítimas divergem das cartas de águas interiores é a plataforma de visualização. As ENC são visualizadas em ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System*) ou ECS (*Electronic Chart System*). Já as IENC, devido às suas customizações, por possuírem dados ou objetos que não são contemplados pelas ENC e, portanto, não serem reconhecidos pelos ECDIS, necessitam de uma plataforma específica para sua visualização. Para minimizar este entrave, foram desenvolvidos softwares que passaram a ser conhecidos como *Inland ECDIS*: um ECS capaz de ler a biblioteca “expandida” dos símbolos das IENC. As embarcações que transitam em águas interiores necessitam de um dispositivo computacional com essas capacidades.

Toda essa problemática demandava uma contemporização entre produtores de cartas náuticas, desenvolvedores de software e usuário final. Essa função foi preenchida pelo IEHG.



Figura 1 – sinalização de uma hidrovia europeia, alertando um trecho onde a hidrovia fica larga o suficiente para inversão de rumos (guinadas de até 180°). Fonte: (IEHG, 2023)



Figura 2 – Wasserstrassnkreuz conecta o porto fluvial de Berlim ao Rio Reno e passa por cima do Rio Elba. Fonte: (IEHG, 2023; SINDAPORT, 2024)



3. INLAND ENC HARMONIZATION GROUP (IEHG)

Em 1999, os EUA, por meio do Corpo de Engenheiros do Exército Americano¹, iniciaram um programa para produção e implementação das IENC nos rios e sistemas hidroviários dos Estados Unidos. Em 2001, a Comissão do Danúbio e do Reno adotaram o *Inland ECDIS* como sistema de navegação para águas interiores. Em 2003, os EUA e a Europa promoveram uma conferência sobre IENC, dando origem ao *North American - European Inland ENC Harmonization Group*, aglutinando representantes dos governos, indústria e academia. Em 2005, a Rússia tornou-se membro do grupo. Em 2007, o Brasil, por intermédio da DHN, aderiu ao IEHG. Em 2009, foi a vez da China participar da iniciativa. O grupo passou a se chamar apenas *Inland ENC Harmonization Group* e, em 2009, ganhou o status de Organização Internacional não Governamental reconhecida pela OHI. Além dos países já citados, atualmente o grupo é composto por todos os países europeus com vias navegáveis interiores conectadas, além da República da Coreia do Sul, Peru e Venezuela.

Seu objetivo é “desenvolver e manter um padrão harmonizado para Cartas Eletrônicas de Águas Interiores (IENC) adequadas para este tipo de navegação, baseado nos padrões da OHI para ENC ‘marítimas’.” (IEHG,

2023). Dessa forma, ele atua como um fórum em que as dificuldades de cada hidrovia e vias navegáveis são discutidas, bem como são propostas soluções de uniformização e customização para as peculiaridades regionais.

A principal publicação da organização é o *Encoding Guide for Inland ENCs*, que contém as estruturas gerais para a produção de uma IENC e fornece exemplos das customizações utilizadas, em que são mostradas as feições no terreno, sua representação de acordo com a especificação S-4 (*Chart Symbol*), em S-57 (*IENC Symbolization*) e a forma de codificá-la em Banco de Dados Cartográficos (Figura 3).

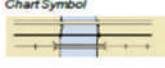
G - Ports, Waterways		
G.1 Bridges, Tunnels, Overhead Obstructions		
G.1.5 Suspension Bridge (M)		
A fixed bridge consisting of either a roadway or a truss suspended from two or more cables which pass over towers and are anchored by backstays to a firm foundation. (McGraw-Hill Encyclopaedia of Science and Technology, 7th Edition, 1992)		
Graphics	Encoding Instructions	Object Encoding
  	A) Pylons shall be encoded as PYLONS (refer to G.1.10 – Pylons, Piers and Bridge, Cable, Pipeline Support) B) Create separate bridge objects for spans over navigable channel when attributes of navigable spans are different (e.g. vertical clearance, horizontal clearance). C) US: If separate spans are required, each span's INFORM should indicate whether it is the "Primary Navigation Span", "Secondary Navigation Span", or "Not to be used for Navigation." D) Bridge approaches (over the bankline) should be encoded. E) Use PICREP (sample shown below) representation of profile view with vertical clearance shown. US: PICREP is mandatory EU: PICREP is optional F) Roads and railways on bridges shall not be encoded. G) Place LIGHTS on navigable span and piers bounding navigable span. H) All objects of a bridge which belong to one bridge must be combined to one aggregation area (C_AGG), e.g. - pylons - notice marks - bridge lights - buoys at bridge pillar - two way route parts - communication area - fenders - ice breakers - vertical clearance indicators - signal stations	Object Encoding Object Class = bridge(A) (M) CATBRG = [12 (suspension bridge)] (C) HORCLR = [xx.x] (metres), e.g., 34.2 (C) VERCLR = [xx.xx] (metres), e.g., 13.27 (C) verdat = [12 (Mean lower low water), 23 (Lowest astronomical tide), 24 (Local datum), 30 (Highest astronomical tide), 31 (Local low water reference level), 32 (Local high water reference level), 33 (Local mean water reference level), 34 (Equivalent height of water (German GHW)), 35 (Highest Shipping Height of Water (German HSW)), 36 (Reference low water level according to Danube Commission), 37 (Highest shipping height of water according to Danube Commission), 38 (Dutch river low water reference level (OLR)), 39 (Russian project water level), 40 (Russian normal backwater level), 41 (Ohio River Datum), 42 (Approximate LAT), 43 (Dutch High Water Reference Level (MHW)), 45 (Dutch estuary low water reference level (OLW))] (C) unload = [ISRS Location Code] (M) whedis = [xxxx.xx] (units defined in units), e.g., 2451.732 (M) hunits = [3 (kilometres), 4 (hectometres), 5 (statute miles), 6 (nautical miles)] (C) INFORM = (Refer to letter C) (C) NINFORM = (Refer to Section B, General Guidance) (C) PICREP = (Refer to Section B, General Guidance) (O) CONDTN = [1 (under construction), 2 (ruined), 3 (under reclamation), 5 (planned construction)] (C) refgag = (Refer to letter P) (O) HORACC = [xx.xx] (metres), e.g., 1.54 (O) VERACC = [xx.xx] (metres), e.g., 1.54 (O) CATTEV = [4 (likely to change), 5 (unlikely to change), 6 (unassessed)] (O) vorlev = (Name of reference level to which

Figura 3 – Exemplo do Encoding Guide contendo a captação de água por meio de uma ponte suspensa. Essa estrutura fica na cidade de Corumbá-MS. Tal feição é representada nas IENC do Rio Paraguai produzidas pela DHN. Fonte: (IEHG, 2021)

¹Nos EUA, o órgão responsável pela produção e edição das IENC é o Corpo de Engenheiros Navais do Exército Americano.

Os encontros dos membros ocorrem com periodicidade anual e os próximos desafios correspondem à migração para os produtos S-100, sendo prevista a denominação S-401 para a IENC. O Brasil, como um país-membro, segue as diretrizes do IEHG para as IENC e, com a proximidade da adoção das S-101 (ENC) e S-401 (IENC), prevê a necessidade da avaliação dos processos de produção cartográficos existentes, uma vez que haverá um período de transição entre as ENC e IENC baseadas em S-57 e as baseadas na S-101/S-401, no qual o Serviço Hidrográfico terá que produzir cartas náuticas nos dois formatos.

4. PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA DE IENC

Com base no Decreto nº 243/1967 (BRASIL, 1967) e demais regulamentos internos à DHN (Portarias, Instruções Técnicas e outros), atualmente o CHM é o órgão dentro da estrutura nacional autorizado a produzir as cartas náuticas marítimas e de águas interiores. Em janeiro de 2024, o portfólio de cartas náuticas consistia em 557 em formato papel e raster, 166 ENC e 50 IENC, totalizando 1.330 produtos cartográficos. Considerando o premente desafio da produção em S-100, este número atingiria a marca de 1.546. Com relação ao fluxo de produção cartográfico vigente, de forma macro, ele é compreendido pelas seguintes etapas: 1. Construção e inserção dos dados e informações codificadas no Banco de

Dados Cartográficos (BDCart) em formato S-57; 2. Aplicação do 1º controle de qualidade e validação de dados (interno); 3. Elaboração da ENC/IENC, carta em papel e sua respectiva carta raster; 4. Execução do 2º controle de qualidade (interno e externo); e 5. Publicação/distribuição de produtos. Com a S-101, fez-se necessária a avaliação desse fluxo, pois outras linhas de produção/atividades terão de ser criadas, principalmente no tocante à revisão da codificação e validação dos dados no BDCart. Assim, a mudança não é apenas quantitativa, mas também qualitativa.

O desafio da implementação da S-100 levou a DHN a criar o Grupo de Trabalho de Cartas Náuticas em Papel (GT-CNP). Neste fórum, foram discutidos e analisados os fatores inerentes à S-100, com foco na produção da S-101, bem como as dificuldades envolvidas nesse processo. Um dos pontos analisados foi o quantitativo de produtos cartográficos, além do histórico de sua demanda pela comunidade aquaviária e o esforço para produzi-lo e mantê-lo atualizado. Estima-se que das 557 cartas em papel e suas respectivas raster, 327 (60%) poderiam ser substituídas por IENC (Figura 4), representando a entrega de um produto com maior celeridade, quantidade de informações e interatividade com o navegante. Tal substituição seria gradual e ocorreria nas áreas de navegação interior, tais como Bacia Amazônica (Figura 5), Bacia do Paraguai (Figura 6) e Hidrovia do Tietê-Paraná (Figura 7).

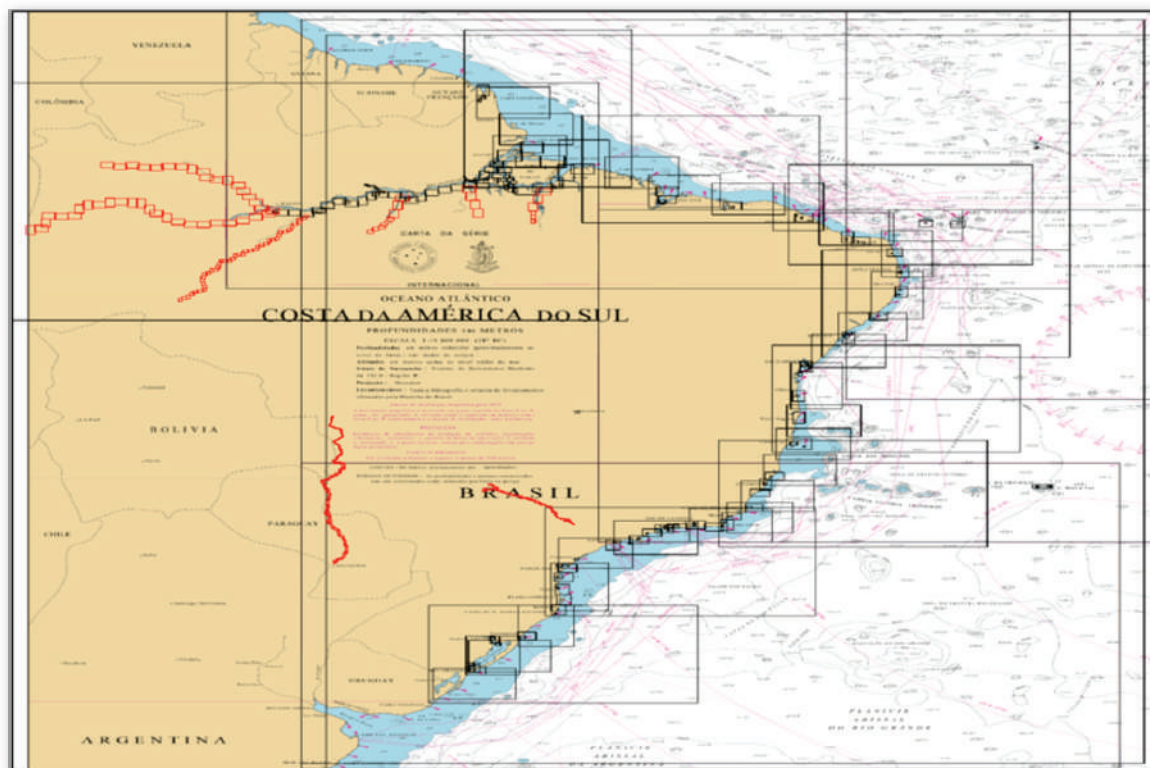


Figura 4 – Compilado da situação de cartas em papel/raster. Em preto estão todas as cartas que compõe o portfólio nacional. Em vermelho, as que poderiam ser substituídas apenas por IENC, por se tratar de navegação em águas interiores. Fonte: Adaptado sobre a Carta Náutica nº 1, DHN

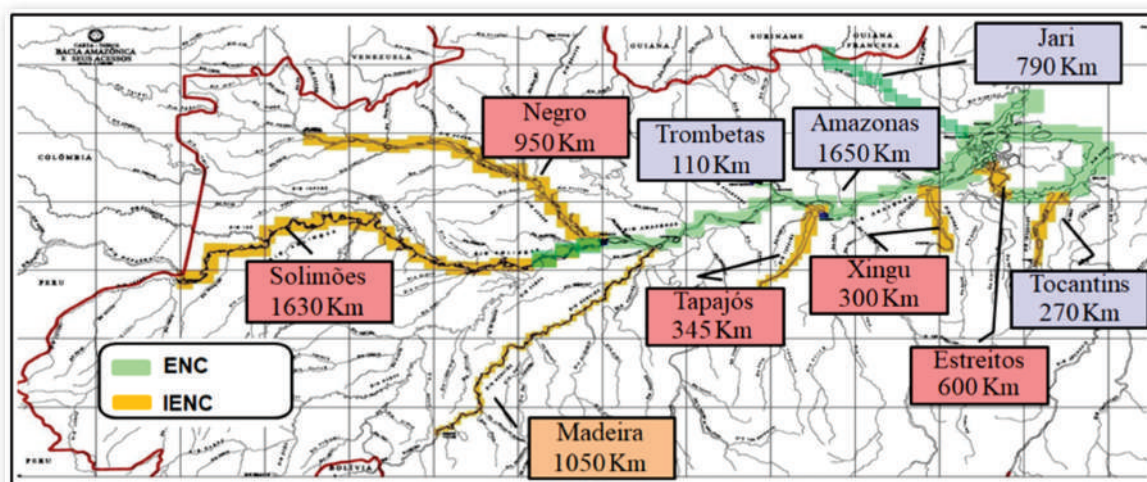


Figura 5 – Bacia Amazônica com o planejamento de produção de cartas eletrônicas (ENC/IENC). Nos retângulos em azul, com os nomes dos rios, os que estão em azul já tiveram seus dados codificados em banco de dados. Em vermelho, os rios cujas cartas eletrônicas estão planejadas. Em coral (Rio Madeira), o que já tem suas cartas eletrônicas prontas. Fonte: Adaptado sobre a Carta Náutica nº 12.100, DHN

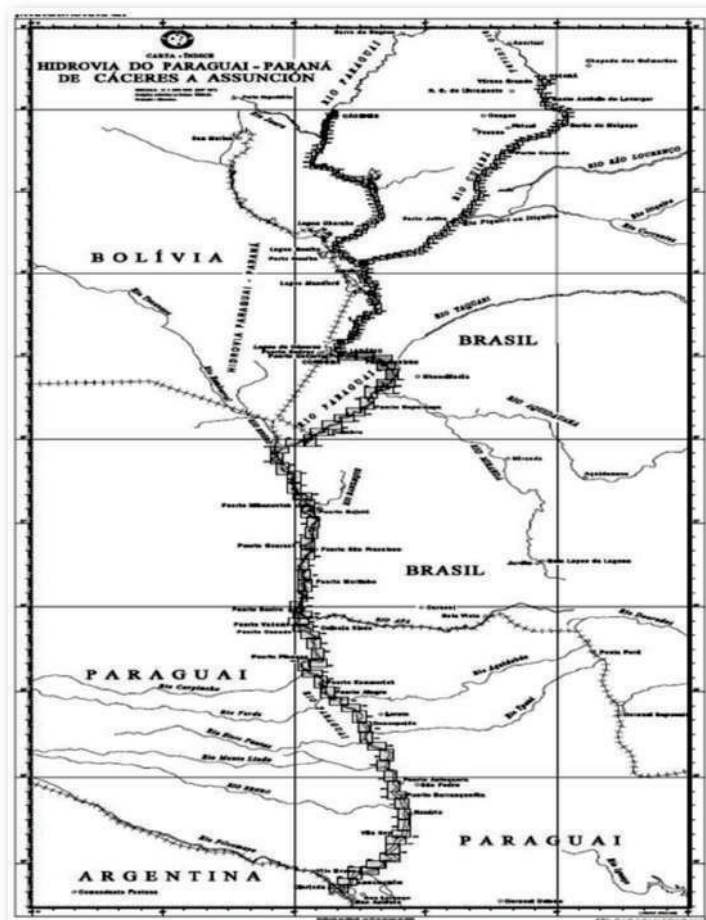


Figura 6 – Bacia do Rio Paraguai, considerando os rios Paraguai e Cuiabá.
Fonte: (BRASIL, 2009a)

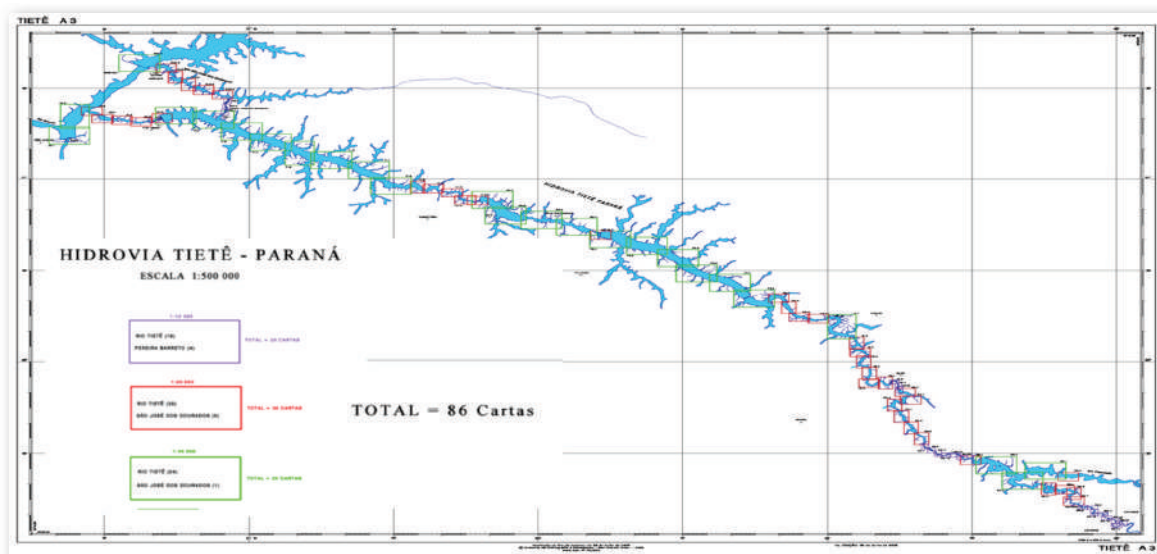


Figura 7 – Hidrovia Tietê-Paraná. Fonte: (BRASIL, 2009b)



Nessas áreas, o próprio balizamento é todo customizado (Figura 8), demonstrando características ímpares de cada local.

Tal fato não passou despercebido do referido grupo de trabalho, de forma que a substituição das cartas em papel, por IENC, foi delineada. Esta providência está em consonância com o adotado pelos países da União Europeia e EUA, haja vista que as vias navegáveis dessas nações são representadas

apenas por IENC, em detrimento do formato de cartas “tradicionais” em papel/raster.

Além da tentativa de implementação mais abrangente das IENC, o CHM vislumbrou a oportunidade de desenvolver um novo layout para esses produtos, com o intuito de trazer benefícios tanto à produção cartográfica como especialmente ao navegante, que é o cliente final dos produtos elaborados pelo CHM.

Number	Meaning	Picture	Bank	Area of Impact	Function	Object / (Alternative)
8	no anchoring or loading of anchors, cables or chains		left (downstream, 1)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Prohibition mark (function, 1)	www. www. = 1)
9	no anchoring or loading of anchors, cables or chains		right (downstream, 2)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Prohibition mark (function, 1)	www. www. = 1)
30	headroom limited		left (downstream, 1)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Restriction mark (function, 3)	
39	headroom limited		right (downstream, 2)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Restriction mark (function, 3)	
42	secondary waterway ahead on the left, main waterway on the right		left (downstream, 1)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Information mark (function, 3)	
43	secondary waterway ahead on the left, main waterway on the right		right (downstream, 2)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Information mark (function, 3)	
44	secondary waterway ahead on the right, main waterway on the left		left (downstream, 1)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Information mark (function, 3)	
45	secondary waterway ahead on the right, main waterway on the left		right (downstream, 2)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Information mark (function, 3)	
103	proceed close to the margin on your portside		left (downstream, 1)	downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 14)	Brackish national inland waterway regulation (function, 14)
104	proceed close to the margin on your starboard side		right (downstream, 2)	upstream (down, 1)	Regulation mark (function, 2)	Brackish national inland waterway regulation (function, 14)
104	proceed close to the margin on your starboard side		right (downstream, 2)	downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	Brackish national inland waterway regulation (function, 14)
105	proceed in the middle of the river		left (downstream, 1)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	Brackish national inland waterway regulation (function, 14)
106	proceed in the middle of the river		right (downstream, 2)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	Brackish national inland waterway regulation (function, 14)
106	cross river to port		left (downstream, 1)	upstream (down, 1)	Regulation mark (function, 2)	Brackish national inland waterway regulation (function, 14)
106	cross river to port		right (downstream, 2)	downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	Brackish national inland waterway regulation (function, 14)
107	cross river to starboard		left (downstream, 1)	downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	Brackish national inland waterway regulation (function, 14)
107	cross river to starboard		right (downstream, 2)	upstream (down, 1)	Regulation mark (function, 2)	Brackish national inland waterway regulation (function, 14)
103	proceed close to the margin on your portside		left (downstream, 1)	downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	Paraguay/Paraná waterway (function, 14)
103	proceed close to the margin on your portside		right (downstream, 2)	upstream (down, 1)	Regulation mark (function, 2)	Paraguay/Paraná waterway (function, 14)

104	proceed close to the margin on your starboard side		left (downstream, 1)	upstream (down, 1)	Regulation mark (function, 2)	Paraguay/Paraná waterway (function, 14)
104	proceed close to the margin on your starboard side		right (downstream, 2)	downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	Paraguay/Paraná waterway (function, 14)
105	proceed in the middle of the river		left (downstream, 1)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	Paraguay/Paraná waterway (function, 14)
105	proceed in the middle of the river		right (downstream, 2)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	Paraguay/Paraná waterway (function, 14)
106	cross river to port		left (downstream, 1)	upstream (down, 1)	Regulation mark (function, 2)	Paraguay/Paraná waterway (function, 14)
106	cross river to port		right (downstream, 2)	downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	Paraguay/Paraná waterway (function, 14)
107	cross river to starboard		left (downstream, 1)	downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	Paraguay/Paraná waterway (function, 14)
107	cross river to starboard		right (downstream, 2)	upstream (down, 1)	Regulation mark (function, 2)	Paraguay/Paraná waterway (function, 14)
108	rafts between margins		left (downstream, 1)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Information mark (function, 3)	C PLANE
108	rafts between margins		right (downstream, 2)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Information mark (function, 3)	C PLANE
109	reduce speed		left (downstream, 1)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	www. www. = 17)
109	reduce speed		right (downstream, 2)	upstream (down, 1) or downstream (down, 2)	Regulation mark (function, 2)	www. www. = 17)

New symbols for the Brazil catalogue						
1	no entry (general sign)			no entry when in a bridge, otherwise same as bank	Regulation mark (function, 2)	www. www. = 1)
44	Recommended channel in both directions (at bridge)					
45	Recommended channel only in the direction indicated (passage in the opposite direction prohibited) (at bridge)					
124	Right of way in passage for Keel/Paraná (at bridge)					
125	Left of way in passage for Keel/Paraná (at bridge)					
126	Watermark zone (at bridge)					
127	Watermarking Point for Keel/Paraná (at bridge)					

Figura 8 – Sinalização especial utilizada no Rio Paraguai, Cuiabá, Madeira e Hidrovia Tietê-Paraná. Fonte: Adaptado sobre simbologia especial, DHN

5. NOVO LAYOUT DE IENC

A partir de uma análise mundial, percebe-se que as IENC, por terem sido concebidas como produtos regionais, foram seguindo diferentes layouts, de acordo com as necessidades e particularidades de cada país, embora todos os formatos considerem como base de referência o padrão prévio da S-57 (com as customizações aprovadas pelo IEHG). Na Figura 9, observam-se alguns dos diferentes modelos de IENC. No quadro a, pode-se ver uma IENC da Holanda, com o delineamento do canal de navegação e algumas estruturas de apoio em terra, além da sinalização customizada. No quadro b, observa-se um produto de Portugal, com a aparência de uma ENC. No quadro c, uma IENC da parte austríaca do Rio Danúbio, com o canal de navegação plotado e diversas sinalizações de auxílio. No quadro d, uma carta dos EUA, com derrota recomendada e pouca sinalização.

O Brasil, muito pela peculiaridade de ser um dos poucos Serviços Hidrográficos que lidam com a produção de IENC, optou por reproduzir, em seus primeiros modelos de IENC, um protótipo que muito se assemelhava às tradicionais cartas em

papel que existiam, adaptando inclusive o balizamento característico de cada área (Figura 10) à simbologia digital. Porém, observou-se que esta forma de produção demandava muito tempo, pois empiricamente, registrou-se que a atualização de uma IENC demora em torno de 3 meses para ser produzida, com mais 1 a 1,5 mês para sua respectiva versão em papel/raster ser finalizada. Da mesma forma, uma nova edição de IENC consome, em média, 4 a 5 meses de confecção, com mais 2 meses para publicação do tradicional exemplar em papel/raster. Tamanho intervalo de tempo requerido para o atendimento a todas as especificações e normas inerentes dos produtos em papel, não parece se ajustar a realidade de regiões onde a geomorfologia do fundo marinho se faz muito fluida e dinâmica. Nestas áreas, como as bacias da Amazônia e do Pantanal, no intervalo de um ano, os rios podem mudar drasticamente seu fundo, numa cinemática em que o canal navegável chega a deslocar-se para a outra margem. Somam-se às constantes mudanças das condições de contorno, com os processos de erosão das margens, assoreamento e formação de bancos, a mudança do formato do rio em períodos de sazonalidade variável, dependendo da área em foco.

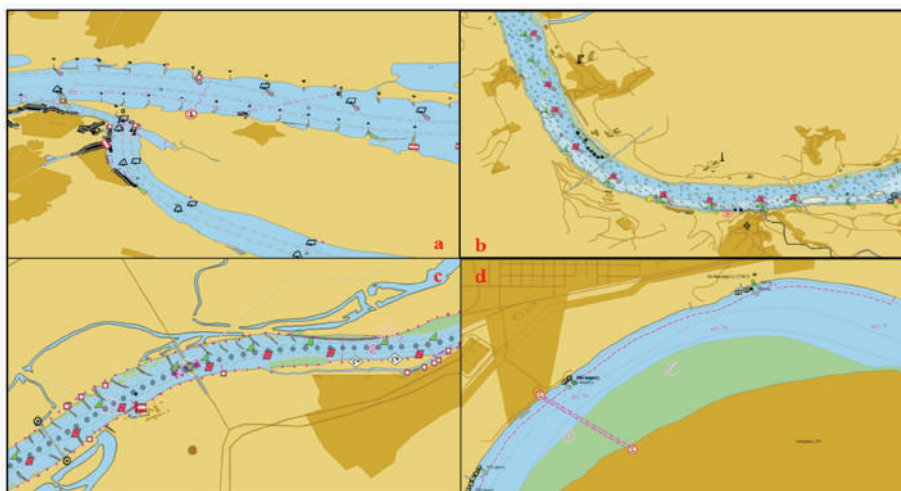


Figura 9 – IENC de outros países. Quadro a corresponde a Holanda, b a Portugal, c a Áustria e d aos EUA. Fonte: (HOLANDA, 2021; PORTUGAL, 2021; ÁUSTRIA, 2021; EUA, 2021)

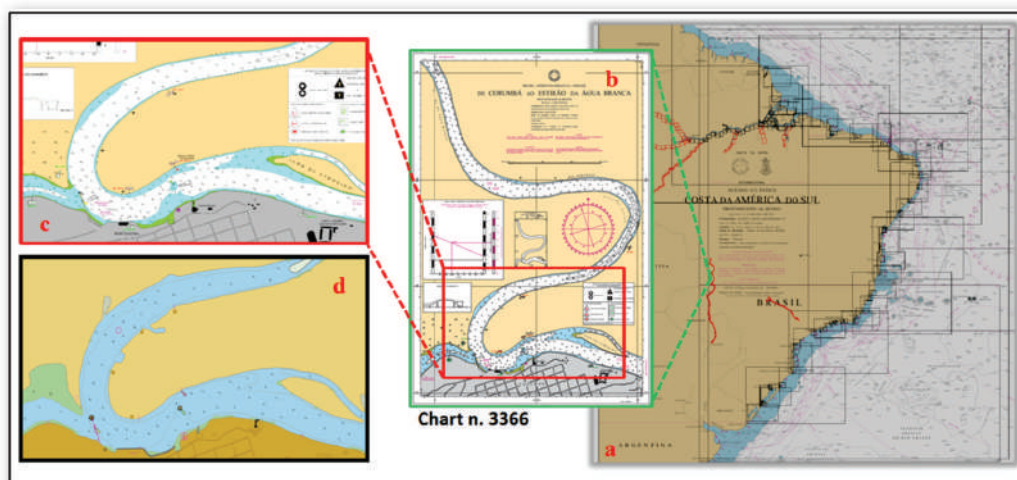


Figura 10 – Carta náutica nº 3366 – De Corumbá ao Estirão da Água Branca – de um trecho do Rio Paraguai (a). Observa-se a carta em seu formato papel (b). Em seguida, de forma mais destacada, o trecho adjacente à cidade de Corumbá, em seus formatos Raster (c) e IENC (d) Fonte: Brasil, 2023a

Nesse sentido, o CHM buscou alternativas de produtos cartográficos que fossem de rápida produção e posterior disseminação, sem que fosse prejudicada a experiência do navegante em relação à carta náutica. Seguindo as boas práticas aplicadas e testadas em grandes hidrovias mundiais, optou-se pelo foco no produto digital (IENC) e, conseqüentemente, por um layout com a diminuição ou total cessação das isóbatas e da seleção de sondagens manual – que usualmente consome significativo tempo de produção – buscando-se uma seleção de sondagem mais adensada e automática.

Tal iniciativa leva a menor intervenção humana, aumentando a eficiência do processo de produção e atualização dos produtos. Além disso, quanto às feições em terra, a exceção dos pontos conspícuos de auxílio à manobra, os demais seriam majoritariamente retirados, com as situações de contorno sendo feitas por algoritmos mais automatizados. Com a supressão da versão papel/raster e aplicação dessas modificações, espera-se um ganho de eficiência em tempo da ordem de 70 a 80%, ou seja o tempo de produção passaria a ser de 20 a 30% do que se consome atualmente (Figura 11).

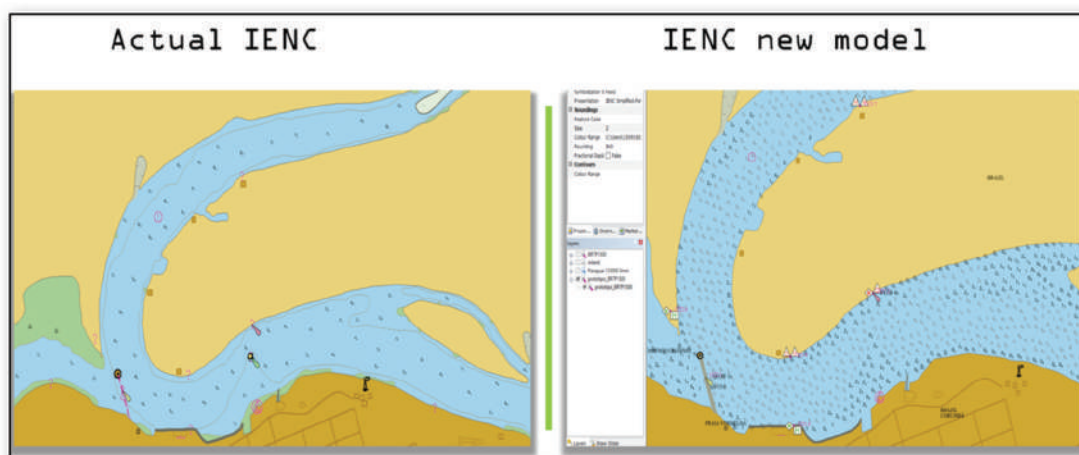


Figura 11 – À esquerda, tem-se o layout atual de IENC. À direita, o novo layout proposto. Fonte: Brasil, 2023b

No que se refere à interação do navegante com a IENC, em primeiro momento, esta pode parecer de difícil compilação mental, uma vez que as isóbatas foram praticamente retiradas e a sondagem adensada. Contudo, uma das vantagens do produto digital e, similar ao que ocorre com o uso das ENC, é a possibilidade do navegante escolher a profundidade crítica para sua embarcação, optando por desvanecer as que não oferecem risco à integridade da sua nave. Ele percorreria sua derrota pelo azul chapado, evitando as áreas com informações de batimétricas. Assim, a IENC não atuaria apenas como carta náutica, mas também como um auxílio à decisão para uma navegação ainda mais segura (Figura 12).

O novo layout da IENC foi apresentado na última Conferência do IEHG, em outubro de 2023, em Chicago-EUA, não encontrando óbices por parte deste grupo. Porém, como todo projeto a ser implementado, é necessária uma fase de testes, o que está sendo planejado pela DHN para ocorrer nas áreas do Rio Paraguai (MT/MS), Rio Madeira (AM/RO), Região dos Estreitos (PA) e Hidrovia Tietê-Paraná (SP) durante os anos de 2024 e 2025. O feedback da comunidade marítima e naval será extremamente necessário para validar a proposta em curso, de forma a ratificar um layout definitivo que possa satisfazer tanto o usuário final quanto otimizar o fluxo de produção.

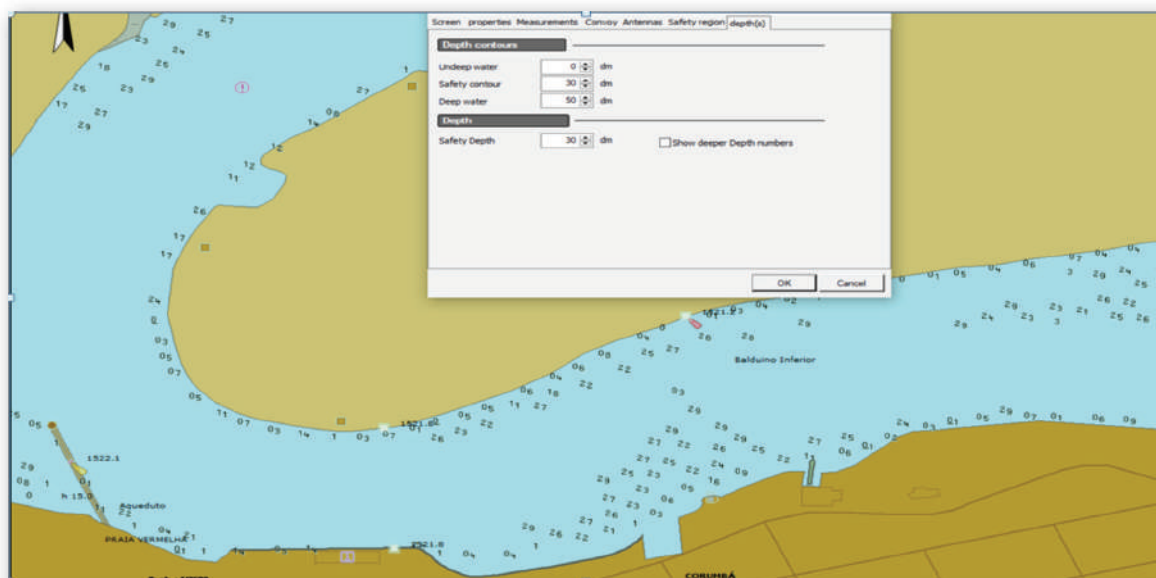


Figura 12 – Trecho da IENC BR8P1525, relativa à Carta Náutica 3366, já no novo layout proposto, com as profundidades menores que 3 metros suprimidas. Visualização no software Periskal. Fonte: Autores



6. CONCLUSÕES

A temática de navegação em águas interiores se reveste de uma complexidade ímpar. A sazonalidade da mudança na morfodinâmica das vias navegáveis introduz um fator que eleva a dificuldade da produção e manutenção dos respectivos produtos cartográficos. Nesse ponto, o mundo como um todo vem fazendo uma gradual transição do meio analógico (das cartas em papel) para o meio digital, tendo a IENC como seu principal produto cartográfico, devido à maior flexibilidade de representação dos dados e rapidez na atualização das informações vitais para a segurança da navegação.

Nesse mister, o IEHG se destaca como um fórum parametrizador dos requisitos técnicos sobre tais produtos e uma importante assembleia de discussão e troca de experiência entre os diversos atores globais. O desafio da implementação da S-100, mais especificamente da S-401, vem sendo tratado como um ponto fulcral e os países

integrantes do IEHG vêm, a seu modo, buscando soluções para acampar mais uma linha de produtos cartográficos.

O Brasil, por meio da DHN e do CHM, não é uma exceção. Com um portfólio de cartas náuticas na ordem do milhar, o CHM vem buscando soluções para que a S-100 seja bem assimilada e cause o menor impacto possível. Como em toda situação de crise e mudança, existem oportunidades intrínsecas que, quando bem exploradas, podem trazer, a curto e médio prazo, melhorias sensíveis. Assim, foi vislumbrada a adoção do formato apenas digital para as cartas náuticas das vias navegáveis interiores, em detrimento dos formatos em papel e raster.

Em adendo, foi proposto um novo layout de IENC, em que se colimou um melhor fluxo de produção, rapidez na divulgação do produto e melhor interação com o navegante. Assim, a DHN e o CHM continuam no seu objetivo de promover a segurança da navegação, de forma cada vez mais eficaz.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSTRIA. Via Donau – Danúbio Austríaco InlandENC 2W7D1880. 2021.

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.

_____. LEGISLAÇÃO CARTOGRÁFICA BRASILEIRA. Decreto Lei Nº 243 de 28 de Fevereiro de 1967. Brasília. 1967.

_____. Planejamento Hidrovia Tietê-Paraná. 2009b.

_____. Apresentação Institucional – BRASIL. CHAtSO. 2023a.

_____. Apresentação Institucional – BRASIL. IEHG. Chicago. 2023b.

CAIAFA, M. N. S. Análise das Normas de Navegação Brasileira e a Possibilidade da Navegação em Águas Interiores apenas com IENCs. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), MB/CIAARA, 49p. 2023.



Diretoria de Hidrografia e Navegação. Carta Índice - Hidrovia Paraguai-Paraná de Cuiabá a Assunción. 2009a.

EUA. Mississippi River Inland ENC. 2021.

HOLANDA. Rijkswaterstaat Inland ENC 1R7WA938. 2021

INLAND ENC HARMONIZATION GROUP (IEHG). IENC Encoding Guide 2.5.1. 2021. Disponível em: <https://editions.openecdis.org/v/edition-2.5/standard-iecdis/standard-2.5/ienc-product-specification-2.5/ienc-encoding-guide-2.5.1>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2023.

INLAND ENC HARMONIZATION GROUP (IEHG). Apresentação institucional - Inland ENCs and IEHG. 2023. Disponível em: <https://ienc.openecdis.org/presentations-inland-encs-and-iehg>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2023.

LOZADA, P. D. I. Potencialidades do uso de Inland ENC na hidrovia Paraguai -Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), MB/CIAARA, 85f., 2023.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL (OHI). Transfer Standard for Digital Hydrographic Data (S-57). Edição 3.1. 2000.

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL (OHI). Regulations of the IHO for international (INT) charts and chart specifications of the IHO (S-4). Edição 4.9.0. 2021.

PORTUGAL. Instituto Hidrográfico de Portugal - Administração dos Portos do Douro e Leixões, As Inland ENC, PT76611B. 2021.

SINDAPORT. Disponível em: <http://www.sindaport.com.br/conteudo-pesquisa.php?id=1051>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2024.

