



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA

02 – 03 NOVEMBRO 2023

S-100 Modelo Universal de Dados Hidrográficos

Paula SANCHES¹, Carlos MARQUES¹, Ana MOURA¹, Ricardo MIRA¹, Antunes NUNES¹, Isabel BUÉ¹, Leonor VEIGA¹, Cristina MONTEIRO¹

¹ Instituto Hidrográfico, Lisboa

(paula.sanches@hidrografico.pt, videira.marques@hidrografico.pt, ana.moura@hidrografico.pt, ricardo.mira@hidrografico.pt, ,
antunes.nunes@hidrografico.pt, isabel.bue@hidrografico.pt, leonor.veiga@hidrografico.pt, cristina.monteiro@hidrografico.pt)

AGENDA



- ENQUADRAMENTO
- O S-100
- DADOS, PRODUTOS E SERVIÇOS S-100.
- IMPLEMENTAÇÃO
- S-101 ENC
- CONSIDERAÇÕES FINAIS

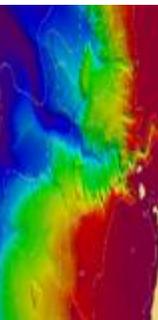


ENQUADRAMENTO

Modelação Digital Informação hidrográfica

HYDROGRAPHY - Hydrography is the branch of applied sciences which deals with the **measurement** and **description** of the **physical features of oceans, seas, coastal areas, lakes and rivers**, as well as **with the prediction of their change over time**, for the primary purpose of safety of navigation and **in support of all other marine activities**, including economic development, security and defence, scientific research, and environmental protection. Source: <http://iho-ohi.net/S32/>

DADOS



CONHECIMENTO meio MARINHO



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ENQUADRAMENTO



Um dos objetivos é o estabelecimento e manutenção de **NORMAS** (standards) para a utilização e produção de **DADOS, PRODUTOS E SERVIÇOS** no âmbito da **HIDROGRAFIA**

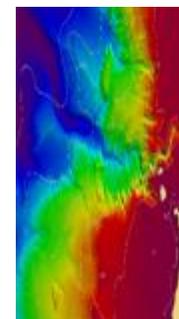
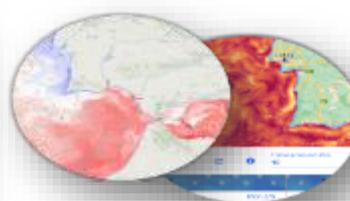
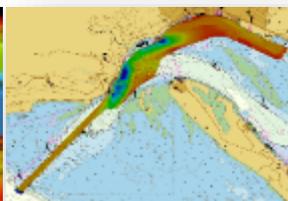
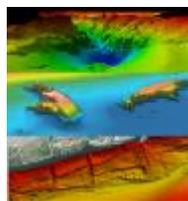
Garantir a **SEGURANÇA** Marítima

Contribuir para a **PROTEÇÃO** do **AMBIENTE MARINHO**

Contribuir para a **ECONOMIA AZUL**



Produção de **DADOS, PRODUTOS E SERVIÇOS** no âmbito da **HIDROGRAFIA**, em conformidade com as **NORMAS**



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

ENQUADRAMENTO

ANALÓGICO



À cerca de 100 Anos atrás, quando a OHI foi constituída, a sua missão era ajudar/contribuir para uma navegação mais segura;

Deu-se inicio ao desenvolvimento de normas – cartas náuticas papel;

Nos anos 1980 foi desenvolvido o esquema/norma para as cartas da série INTernacional

PASSAGEM DO ANALÓGICO PARA O DIGITAL

DIGITAL

S-57 ENC versus ECDIS

S-57

Nos anos 1990 estende-se à cartografia náutica (mapas digitais);

Os Serviços Hidrográficos Nacionais e a industria de forma colaborativa conseguem implementar esta evolução sob a coordenação da OHI;

Nos anos 2000 torna-se possível integrar cartas náuticas, informação Radar e AIS (ambiente digital)



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

ENQUADRAMENTO



S-57 ED1.0
“Transfer Standard for
Digital Hydrographic Data”

S-57 ED3.0
ENC Product
Specification

S-57 ED3.1
Congelada

Carta Eletrónica de Navegação S-57 ENC

S-57 ECDIS



Necessário novo modelo dados Geospaciais

- Ultrapassar limitações das atuais cartas náuticas digitais: Necessidade revisão do atual S-57; Evitar confusão entre a norma e a especificação de produto; Suportar integração de dados adicionais;
- Permitir interoperabilidade entre os dados geospaciais marinhos;
- Adaptação desenvolvimentos tecnológicos;
- Apoiar navegação autónoma – *e-navigation*



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ENQUADRAMENTO

EVOLUIR DENTRO DO DIGITAL

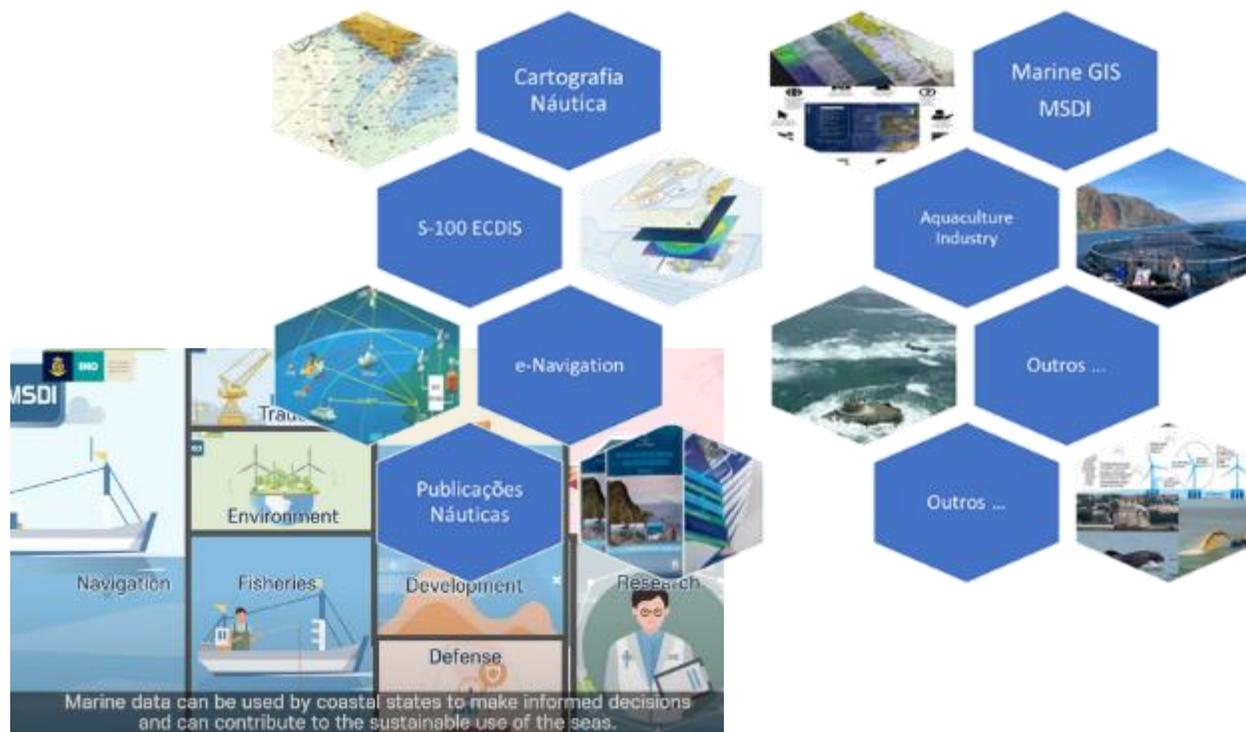
Para que os dados marinhos recolhidos em todo o mundo possam ser utilizados por todas as partes interessadas nos oceanos

DIGITAL

Garantindo **Uniformidade** Digital



Interoperabilidade



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

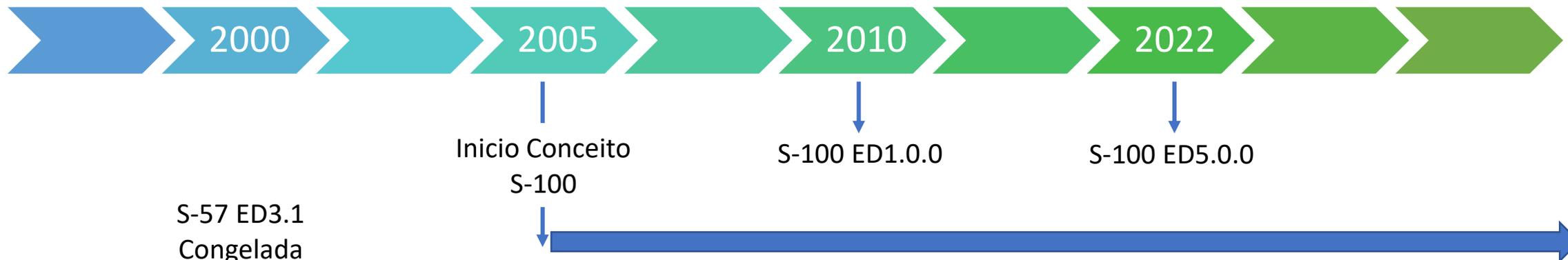
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS

ENQUADRAMENTO



S-57 ED3.1
Congelada

Inicio Conceito
S-100

S-100 ED1.0.0

S-100 ED5.0.0

Carta Eletrónica de Navegação

S-57 ENC

Necessário novo modelo dados Geoespaciais

- Necessidade revisão do atual S-57 “*Transfer Standard for Digital Hydrographic Data*”;
- Ultrapassar limitações das atuais cartas náuticas digitais; Evitar confusão entre a norma e a especificação de produto;
- Suportar integração de dados adicionais;
- Permitir interoperabilidade entre os dados geoespaciais marinhos;
- Adaptação desenvolvimentos tecnológicos;
- Assegurar exigências futuras: produtos e serviços digitais (*e-navigation*)
- Apoiar navegação autónoma – *e-navigation*

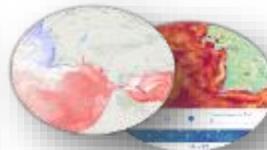
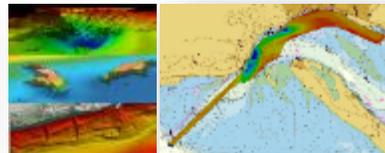


O S-100

Fornecer uma **NORMA** contemporânea de dados geospaciais que dá suporte a uma ampla variedade de fontes de dados digitais no âmbito da **HIDROGRAFIA** em alinhamento com as principais normas geospaciais internacionais, em particular a série ISO 19100, permitindo assim a integração mais fácil de dados e aplicações em soluções geospaciais.



Infraestrutura para a construção de diferentes Tipos de Especificação de Produto.



@ UKHO (<https://youtu.be/VIAP4Uo11xw>)



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA

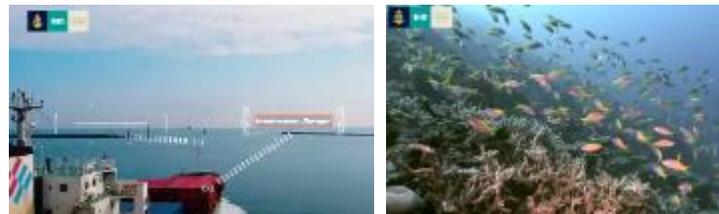


O S-100

NORMA

Estrutura/Modelo de dados para o desenvolvimento da próxima geração de produtos de Cartas Eletrônicas de Navegação, bem como outros produtos digitais requeridos pelas comunidades hidrográfica, marítima e GIS.

Tem o potencial de unir a hidrografia e a oceanografia e outras ciências, a fim de construir um ecossistema de dados marinhos totalmente digital.



Isto significa que os dados podem ser facilmente compartilhados entre ramos da ciência Tráfego marítimo e operações portuárias, desenvolvimento costeiro e ciências oceânicas.

INTEGRAÇÃO versus INTEROPERABILIDADE

Podendo ser exibido em conjunto, fornece uma imagem completa do que está no mar.



COMPONENTES S-100

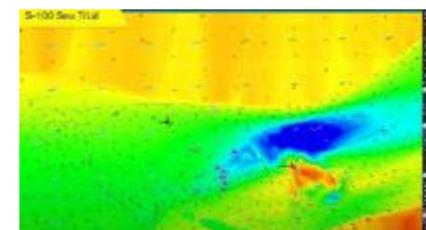
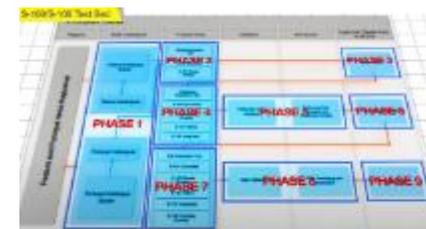


Sistema de Informação onde está localizada a totalidade da coleção de Registos

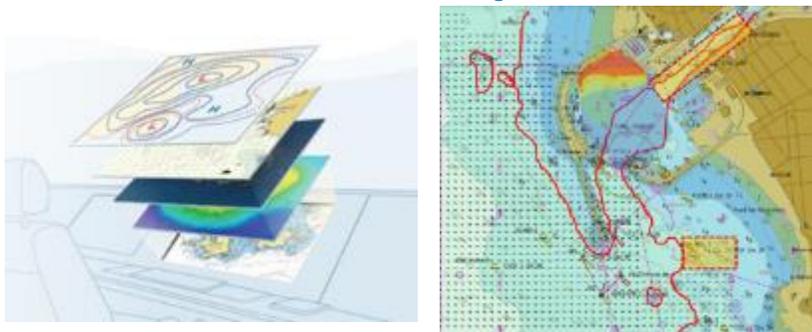
INFRAESTRUTURA



Catalogue Builders: ferramentas software utilizada para a criação de catálogos de objetos, símbolos, etc



INTEGRAÇÃO



INTEROPERABILIDADE



- 0 – Overlay
- 1 – Interleaving
- 2 – Suppression or replacement
Type-based selectivity and feature class replacement
- 3 – Feature hybridization
- 4 – Spatial operations

Fonte: International Hydrographic Organization



PRODUTOS E SERVIÇOS baseados no S-100

International Hydrographic Organization



(S-101 to S-199)

S-101 ENC Product Specification

- S-97 Guidelines for Creating S-100 Product Specifications
- S-98 Data Product Interoperability in S-100 Navigational Systems
- S-99 Operational Procedures for the Organization and Management of the IHO GI registry
- S-100 IHO Universal Hydrographic Data Model

International Association of Light Authorities

(S-201 to S-299)



S-201 Aids to Navigation (AtoN) Information



Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology (WMO/IOC JCOMM)

(411 to 414)

S-412 Weather Overlay



Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC)

(S-301 to S-399)



International
Electrotechnical
Commission

IEC-TC80

(S-421 to S-430)

Inland ENC Harmonization Group (IEHG)

(S-401 to S-402)



S-401 Inland ENC

NATO Geospatial Maritime WG (GMWG) for Additional Military Layers (AML) Numbers

(S-501 to S-525)



PRODUTOS E SERVIÇOS baseados no S-100

International Hydrographic Organization (S-101 to S-199)



- S-101 Electronic Navigational Chart (ENC)
- S-102 Bathymetric Surface
- S-103 Sub-surface Navigation
- S-104 Water Level Information for Surface Navigation
- S-111 Surface Currents
- S-112 Open - (See Decision HSSC9/38)
- S-121 Maritime Limits and Boundaries
- S-122 Marine Protected Areas
- S-123 Marine Radio Services
- S-124 Navigational Warnings
- S-125 Marine Aids to Navigation (AtoN)
- S-126 Marine Physical Environment
- S-127 Marine Traffic Management
- S-128 Catalogue of Nautical Products
- S-129 Under Keel Clearance Management (UKCM)
- S-130 Polygonal Demarcations of Global Sea Areas
- S-131 Marine Harbour Infrastructure
- S-164 IHO Test Data Sets for S-100 ECDIS



Released for implementation and testing purposes only.



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



PRODUTOS E SERVIÇOS baseados no S-100

International Association of Light Authorities

(S-201 to S-299)



- S-201 Aids to Navigation (AtoN) Information
- S-210 Inter-VTS Exchange Format
- S-211 Port Call Message Format
- S-212 VTS Digital Service
- S-230 Application Specific Messages
- S-240 DGNSS Station Almanac
- S-245 eLoran ASF Data
- S-246 eLoran Station Almanac
- S-247 Differential eLoran Reference Station Almanac

Inland ENC Harmonization Group (IEHG)

Inland ENC Harmonization Group (S-401 to S-402)

- S-401 IEHG Inland ENC
- S-402 IEHG Bathymetric Inland ENC

Joint Technical Commission for Oceanography and Marine

Meteorology (WMO/IOC JCOMM)

(411 to 414)



- S-411 Ice Information
- S-412 Weather and Wave Hazards
- S-413 Weather and Wave Conditions
- S-414 Weather and Wave Observations



International
Electrotechnical
Commission

IEC-TC80

(S-421 to S-430)

- S-421 Route Plan

Released for implementation and testing purposes only.



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODÉSIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEN
DOS
ENGENHEIROS

IMPLEMENTAÇÃO OHI

“Roadmap for the S-100 Implementation Decade (2020-2030)”

SEGURANÇA e EFICIÊNCIA da Navegação

Contribuir para a **PROTEÇÃO** do AMBIENTE MARINHO

Contribuir para a **ECONOMIA AZUL**



STANDARDS		IHO
STANDARDS	CRITICAL	S-100 IHO Universal Hydrographic Data Model
		S-98 Interoperability
		S-128 Catalogue of Nautical Products
		S-164 Test Data Sets
	1ª FASE Poute Monitorin	S-101 Eletronic Navigational Chart (ENC)
		S-102 Bathymetric Surface
		S-104 Water Level
		S-111 Surface Currents
		S-124 Navigational Warnings
		S-129 Under Keel Clearance Management

Período DUAL-FUEL

Produto Prioritário: S-101 ENC

S-101 ENC considerado produto base, conceito e-navigation

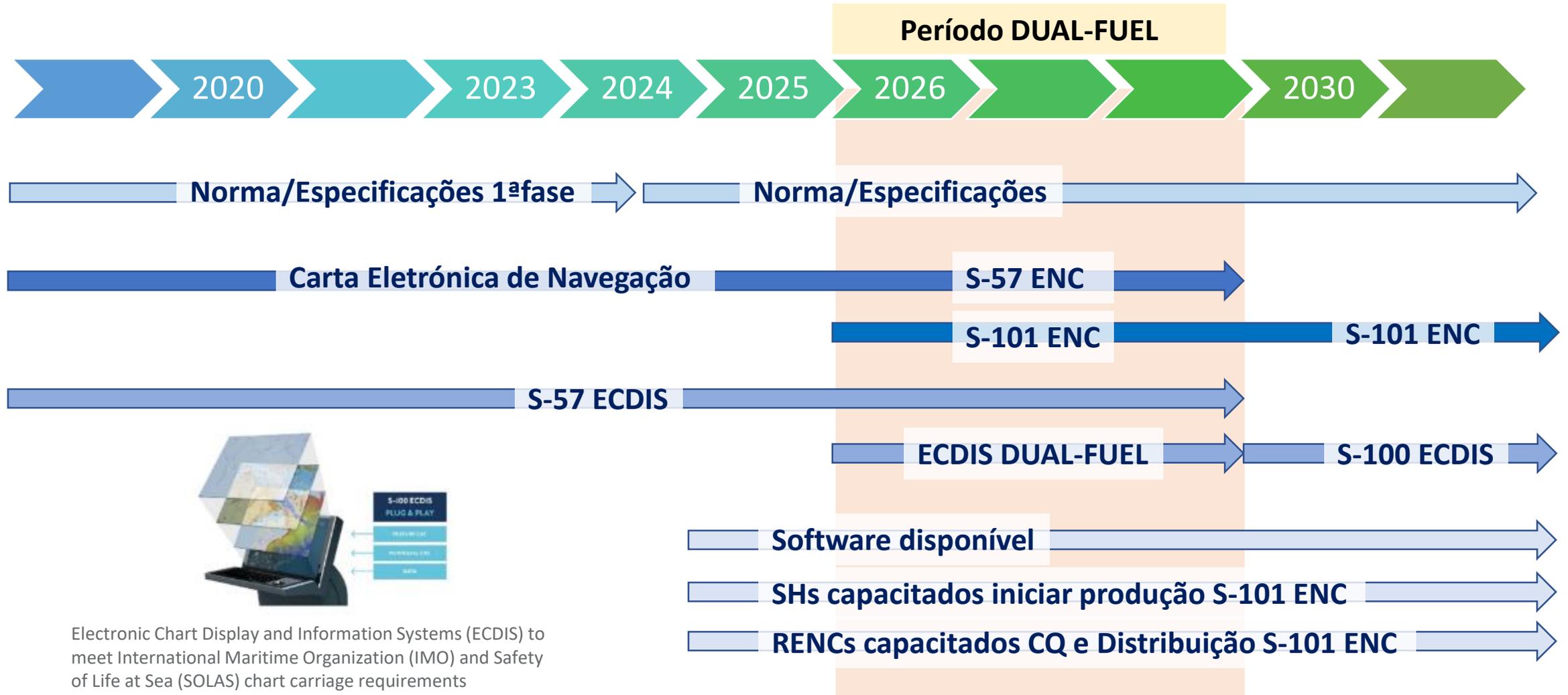
Produção pelos HOs

Disseminação

Edições operacionais publicadas



IMPLEMENTAÇÃO OHI

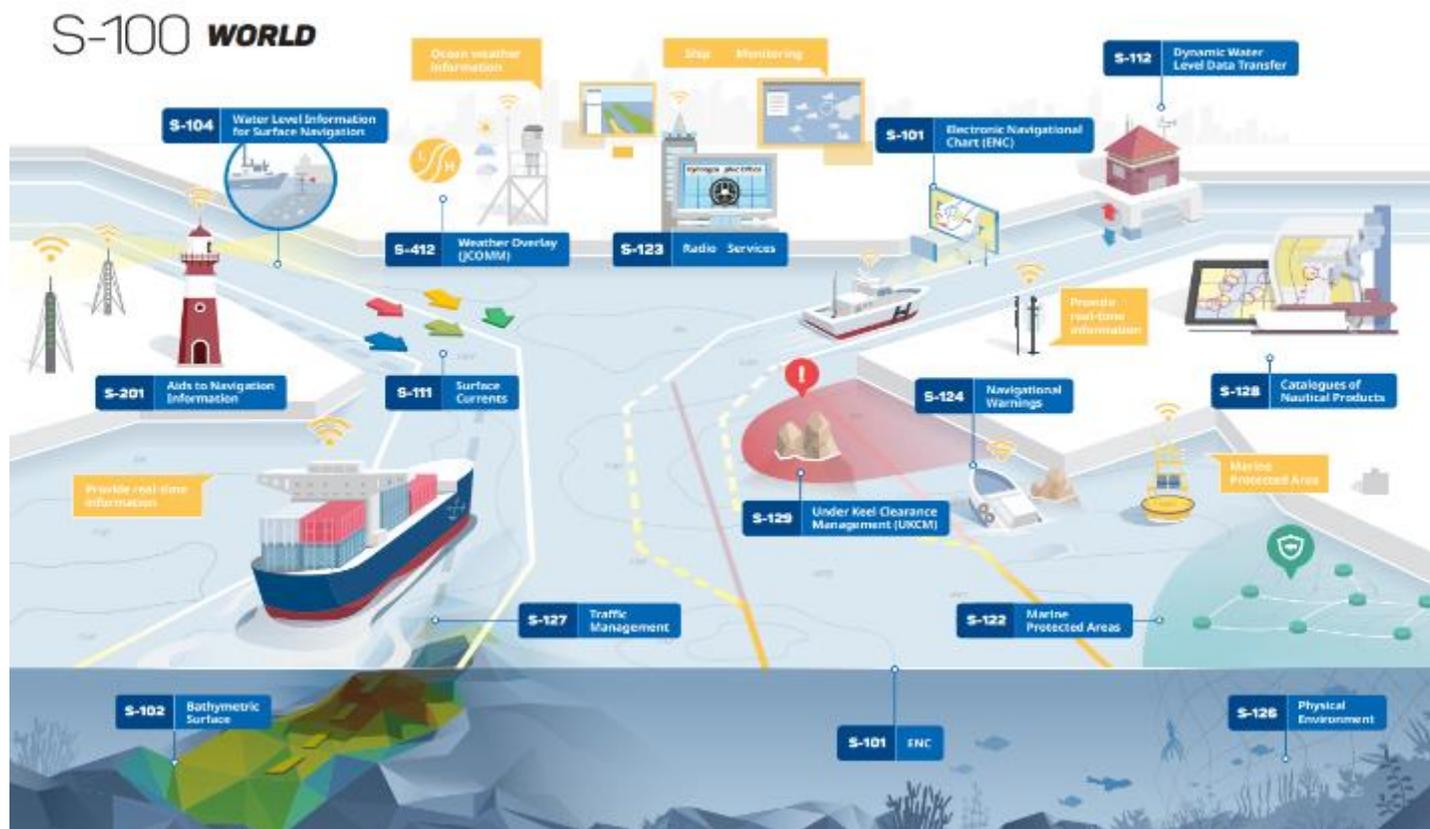


Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS) to meet International Maritime Organization (IMO) and Safety of Life at Sea (SOLAS) chart carriage requirements



PRODUTOS E SERVIÇOS baseados no S-100

Sendo possível dados exibidos em conjunto, pode-se fornecer uma imagem completa do que está no mar.



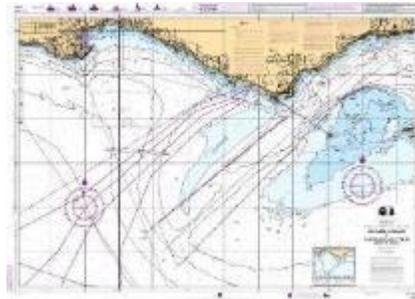
Fonte: International Hydrographic Organization

<https://youtu.be/j8CP6RPr8LY>



S-101

ENC contains an extraction of real world information necessary for the safe navigation of vessels



É a Especificação de Produto Carta de Navegação Eletrónica (ENC), elaborada pela OHI, com base no Modelo Universal de Dados Hidrográficos S-100.

O S-101 foi projetado para permitir que o conteúdo, a definição de conteúdo (Catálogos de Objetos) e sua apresentação (Catálogos de símbolos) sejam atualizáveis como implementações de um sistema “Plug and Play”.

Inclui todos os componentes necessários tanto para produção das ENCs pelos SHs como para produção de sistemas de navegação marítima, em particular os ECDIS, por forma a serem capazes de as ler e apresentar adequadamente.



Fonte: International Hydrographic Organization



S-101 ENC

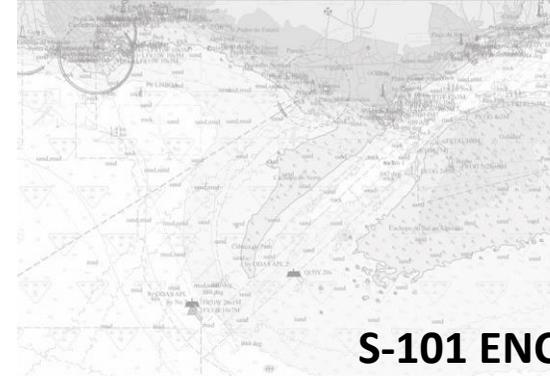
S-57



CONVERSÃO



S-101



Não 100% automática

Modelo de Dados Objetos Atributos

modo como os objetos atuais estão codificados

Metodologia de conversão

Escalas de compilação versus *SCAMIN* atuais para escalas futuras versus *Display Scale Range*

Esquema de cobertura mundial (seccionamento único versus variável) (*Gridding*)

Nova Numeração

WEND – Worldwide ENC Database



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

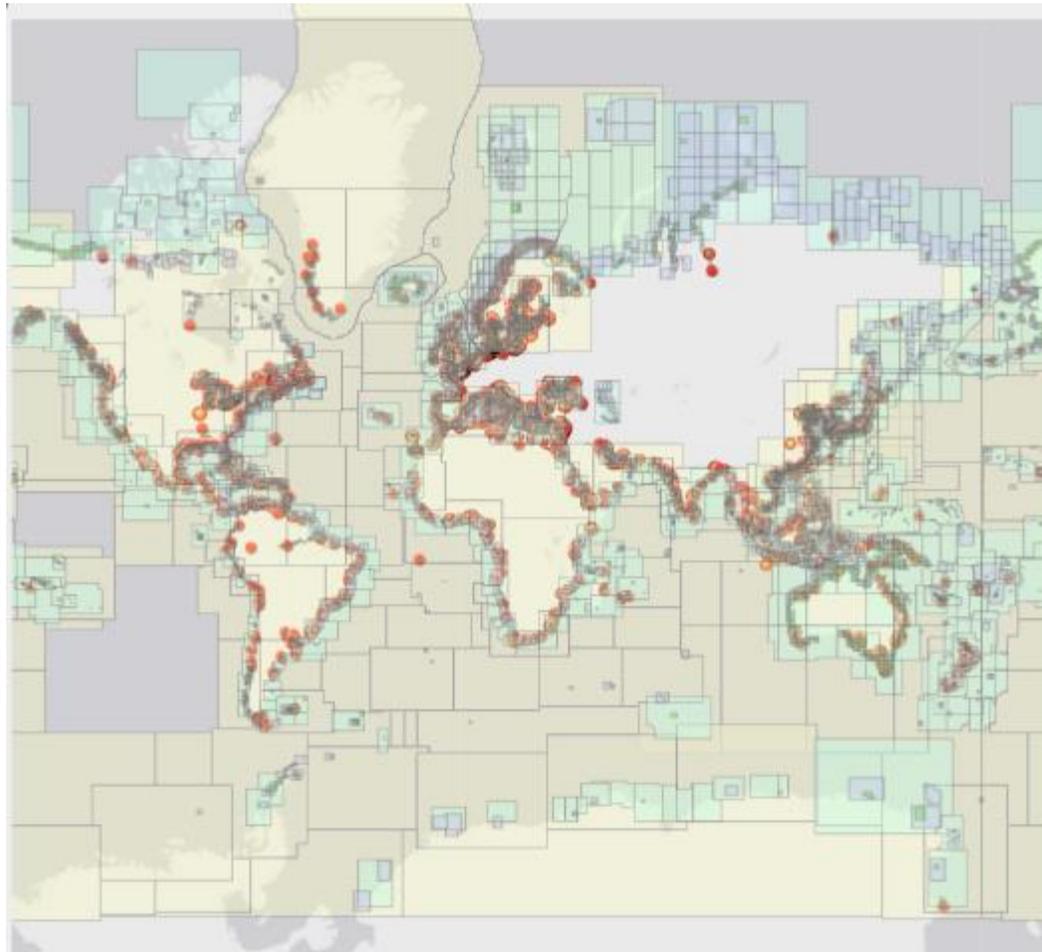
INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA

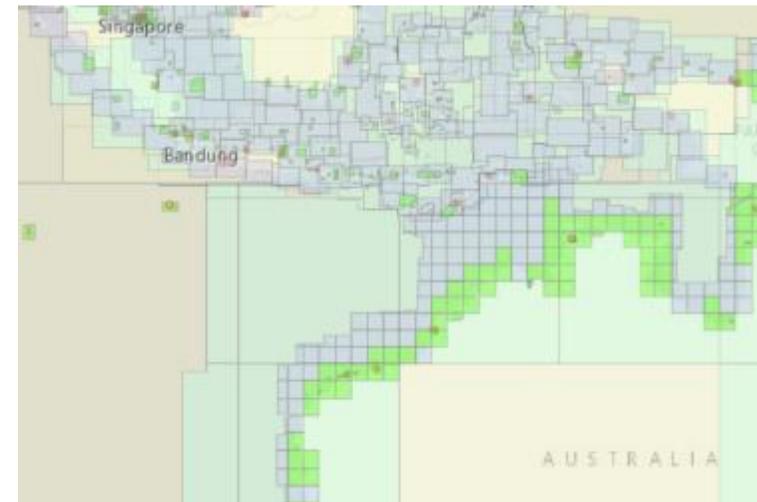


S-101 ENC

Navigational Purpose	
Oceânica	UB1
Geral	UB2
Costeira	UB3
Aproximação	UB4
Portuária	UB5
Berthing	UB6



WEND – Worldwide ENC Database



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEN
DOS
ENGENHEIROS

S-101 ENC

Spatial Resolution:

An ENC dataset and **Data Coverage** features must carry a value for maximum display scale. Each **Data Coverage** feature must also carry a value for minimum display scale. Values must be taken from the following Table:

Table 3-1 – ENC Minimum Display and Maximum Display Scales

Scale
NULL (only allowed on minimum display scale where the maximum display scale = 10,000,000)
1:10,000,000
1:3,500,000
1:1,500,000
1:700,000
1:350,000
1:180,000
1:90,000

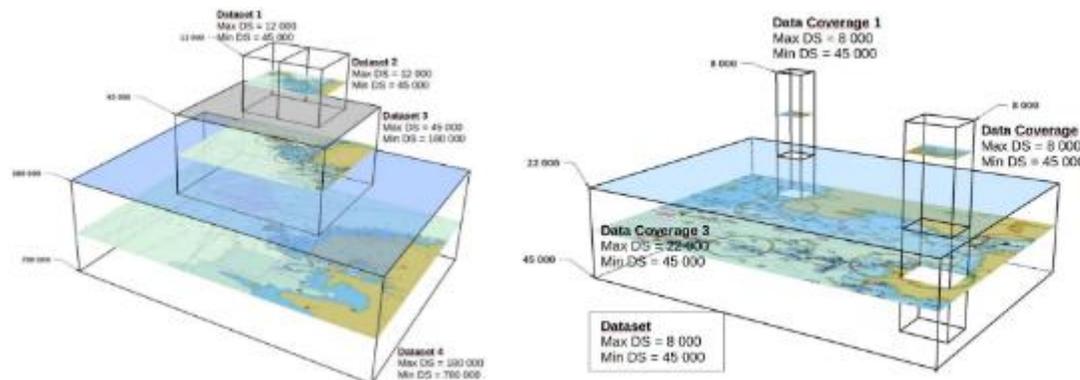
maximum display scale	minimum display scale
10,000,000	empty (null)
3,500,000	10,000,000
1,500,000	3,500,000
700,000	1,500,000
350,000	700,000
180,000	350,000
90,000	180,000
45,000	90,000
22,000	45,000
12,000	22,000
8,000	12,000
4,000	8,000
3,000	4,000
2,000	3,000
1,000	2,000

in maximum

Dataset size

Datasets must not exceed 10 MB.

Data Coverage rules



Horizontal Coordinate Reference System

For ENC the horizontal CRS must be EPSG:4326 (WGS84). The full reference to EPSG:4326 can be found at www.epsg-registry.org.

Horizontal Coordinate Reference System: EPSG:4326 (WGS84)

Projection: None

Temporal reference system: Gregorian calendar

Coordinate Reference System registry: [EPSG Geodetic Parameter Registry](http://www.epsg-registry.org)

Date type (according to ISO 19115): 002- publication

Responsible party: International Organisation of Oil and Gas Producers (IOGP)

URL: <http://www.iogp.org>

Elementos Qualidade

For S-101 the following data quality elements have been included:

- Conformance to this Product Specification;
- Intended purpose of the data product;
- Completeness of the data product in terms of coverage;
- Logical consistency;
- Depth uncertainty and accuracy;
- Positional uncertainty and accuracy;
- Thematic accuracy;
- Temporal quality;
- Aggregation measures;
- Validation checks or conformance checks including:
 - General tests for dataset integrity; and
 - Specific tests for compliance against the S-101 data model.



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODÉSIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



Implementação do S-100 no IH

Primeiros testes de conversão S-101

Identificação de instâncias a ter em conta na pré-preparação dos dados de base S-57

S-57

Feature ID	Acronym	Geometry
PT 0000025904 00001		Point
PT 0000025889 00001		Point
PT 0000025890 00001	Topmark	Point

Designação dos objetos

Atributos complexos

Multiplicidade

Multiplicity
0,1
1,1
0,*
1,*
1,* (ordered)
2,2

3 objetos para representação d

S-101

Nautical Information

Skin of the Earth

Novos objetos e atributos

Feature ID	Acronym	Name	Geometry
PT 0000008044 00001	BuoyLateral		Point
PT 0000008042 00001	LightAllAround	Light	Point

2 objetos para representação de uma

Objetos e atributos retirados

S-57 Acronym	Value	Not in S-101
EXCLUT	3: fog light	X
MARCELL / DEPSOU	3: deeper than the range of depth of the surrounding depth area	X
SOUNDG / DEPSOU		X

FLODOC, HOLRES and PONTON are no longer skin of the Earth in S-101. Data Producers will need to amend group 1 coverage.



Implementação do S-100 no IH

Primeiros testes de conversão S-101

Codificação S-57
M_QUAL no IH

Attributes - M_QUAL

Attributes	
CATZOC (Category of zone)	1 (zone of confidence A1)
SUREND (Survey date - end)	2019
TECSOU (Technique of sound)	3 (found by multi-beam)
INFORM (Information)	IHPT special order
NINFOM (Information in nat)	IHPT ordem especial

Controlo de Qualidade e edição pós-conversão

TECSOU dá origem a outro objeto

Resultado da conversão S-101

Attributes - QualityOfBathymetricData

Attributes	
categoryOfTemporalVariation (Category of Temp)	5 (Unlikely to Change)
dataAssessment (Data assessment)	1 (assessed)
depthRangeMaximumValue (Depth range maximum)	
depthRangeMinimumValue (Depth range minimum)	
featuresDetected (Features Detected)	True, True
leastDepthOfDetectedFeaturesMeasured (Least depth of detected features measured)	<input checked="" type="checkbox"/> True
significantFeaturesDetected (Significant features detected)	<input checked="" type="checkbox"/> True
sizeOfFeaturesDetected (Size of features detected)	
fullSeafloorCoverageAchieved (Full seafloor coverage achieved)	<input checked="" type="checkbox"/> True
horizontalPositionUncertainty (Horizontal position uncertainty)	5,0,05
uncertaintyFixed (Uncertainty fixed)	5
uncertaintyVariableFactor (Uncertainty variable factor)	0,05
surveyDateRange (Survey Date Range)	2019-2019
dateEnd (Date End)	2019-2019
dateStart (Date Start)	
verticalUncertainty (Vertical uncertainty)	0,5,0,01
uncertaintyFixed (Uncertainty fixed)	0,5
uncertaintyVariableFactor (Uncertainty variable factor)	0,01

conversão

Attributes - QualityOfSurvey

Attributes	
depthRangeMaximumValue (Depth range maximum)	
depthRangeMinimumValue (Depth range minimum)	
featuresDetected (Features Detected)	
fullSeafloorCoverageAchieved (Full seafloor coverage achieved)	
lineSpacingMaximum (Line spacing maximum)	
lineSpacingMinimum (Line spacing minimum)	
measurementDistanceMaximum (Measurement distance maximum)	
measurementDistanceMinimum (Measurement distance minimum)	
qualityOfHorizontalMeasurement (Quality of horizontal measurement)	
qualityOfVerticalMeasurement (Quality of vertical measurement)	
scaleValueMaximum (Scale value maximum)	
scaleValueMinimum (Scale value minimum)	
surveyAuthority (Survey authority)	
surveyDateRange (Survey Date Range)	2019-2019
dateEnd (Date End)	2019-2019
dateStart (Date Start)	
surveyType (Survey type) 1	2 (controlled survey)
surveyType (Survey type) 2	7 (Full Coverage)
techniqueOfVerticalMeasurement (Technique of vertical measurement)	3 (found by multi-beam)

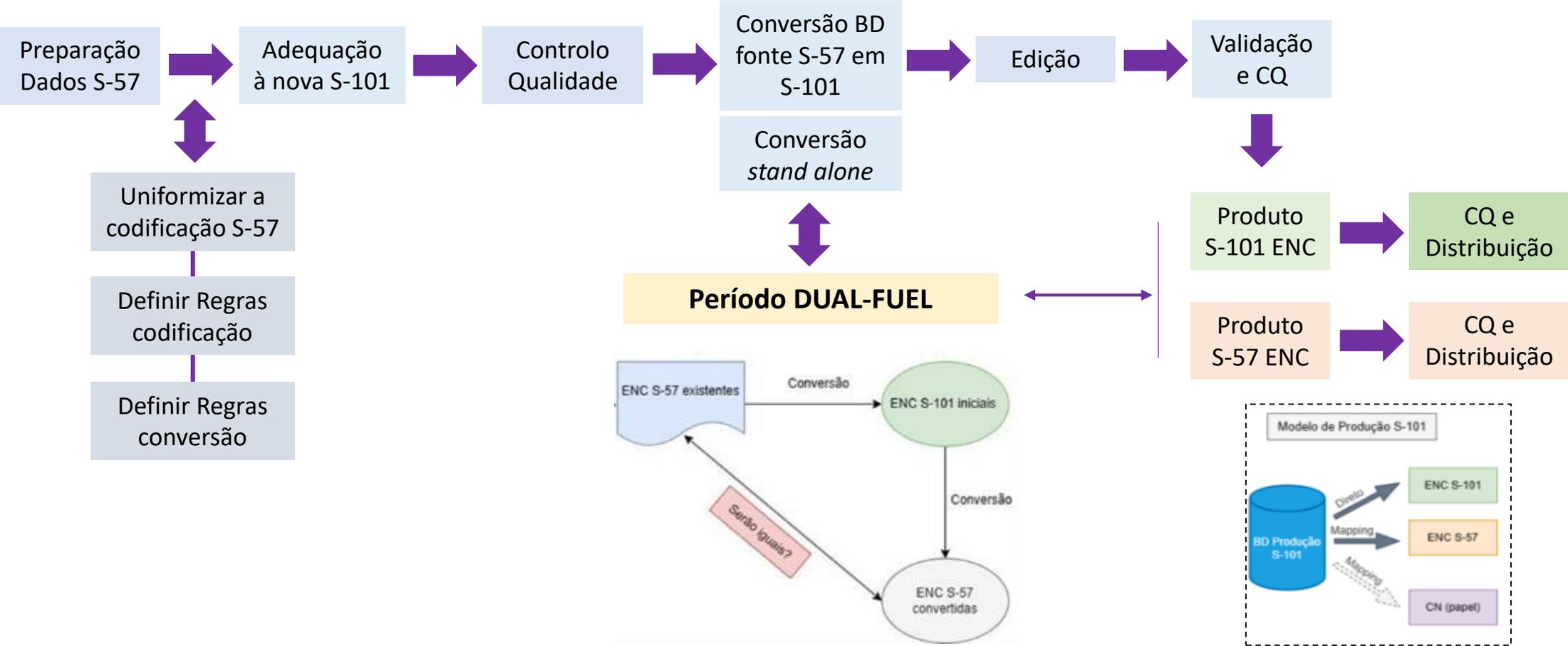
Desmultiplicação de 2 atributos S-57 em vários atributos simples e complexos em S-101

Atributo mandatório não preenchido



Implementação do S-100 no IH

PROCESSO CARTOGRÁFICO - PROCESSO PRODUÇÃO



CONSIDERAÇÕES FINAIS

... para atender às demandas futuras através de produtos e serviços digitais ...

A segurança da navegação requer mais informação do que apenas o que está incluída nas ENC

os BENEFÍCIOS (major)	Segurança melhorada; Otimização de Rotas; Carregamento Otimizado (UKC); Navegação automatizada; etc
as OPORTUNIDADES	Transporte seguro e eficiente por meio de <i>E-Navigation</i>
os DESAFIOS	Implementação da estrutura de Serviços S-1XX

A vantagem de termos conjuntos de dados, baseados no mesmo paradigma, é a sua compatibilidade mútua. A interoperabilidade suporta uma infinidade de combinações possíveis independentemente do domínio científico a que pertencem.

De entre os desafios que se colocam aos HOs, está o estabelecimento de um plano de implementação: a metodologia de conversão S-57 em S-101 e de produção de “S-101 ENC”; a identificação, construção e disponibilidade dos produtos indicados para a primeira fase da década de implementação; recusos

No contexto do **MSDI**, a harmonização de dados e o desenvolvimento de serviços web baseados em S-100 serão com certeza um desafio no futuro.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

... para atender às demandas futuras através de produtos e serviços digitais ...

- IH acompanha os desenvolvimentos através dos Grupos de Trabalho
- IH acompanha planeamento OHI
- Preparar o FUTURO

<https://youtu.be/j8CP6RPr8LY>

- Existe interesse pela comunidade internacional
- Prevê-se crescente adesão ao modelo exposto



OBRIGADA



X CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODÉSIA

INFORMAÇÃO GEOESPACIAL PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

02 – 03 NOV. INSTITUTO POLITÉCNICO DA GUARDA



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS