



O MODELO HIDROGRÁFICO UNIVERSAL S-100: A INFORMAÇÃO HIDROGRÁFICA E A DIGITALIZAÇÃO DO OCEANO

Paulo Nunes(1); Paula Sanches(1); Telmo Dias(1); Isabel Bué(1); Cesário Videira(1)

Filiação: Instituto Hidrográfico

antunes.nunes@hidrografico.pt; paula.sanches@hidrografico.pt; geraldes.dias@hidrografico.pt;
nv.chefe@hidrografico.pt; rodrigues.videira@hidrografico.pt

Resumo

A Organização Hidrográfica Internacional (OHI) tem em curso o processo de implementação do Modelo Hidrográfico Universal S-100. Esta iniciativa mobiliza várias organizações internacionais, reguladoras e produtoras de standards, e apresenta a promessa de revolucionar o acesso à informação hidrográfica e o futuro de produtos e serviços digitais.

Os gémeos digitais do oceano são representações digitais que simulam o comportamento do oceano. Fornecem modelo(s) detalhado(s) das propriedades do oceano (e.g., temperatura, salinidade, agitação marítima, correntes), observadas e modeladas em tempo real, com ferramentas de suporte ao desenvolvimento de cenários futuros e de apoio à decisão.

O Instituto Hidrográfico (IH) gere uma infraestrutura de dados espaciais marinhos – Hidrográfico+ para acesso a informação hidrográfica e o sistema AnavNet para gestão de avisos à navegação e dos avisos aos navegantes.

A comunicação faz uma análise do processo de transformação digital associada ao modelo S-100, explora os desafios associados aos gémeos digitais e apresenta projetos do IH no domínio da digitalização do oceano como motor da inovação.

Modelo Universal de dados Hidrográficos S-100

Os serviços hidrográficos mundiais são herdeiros de uma tradição de elaboração de produtos orientados à atividade da navegação marítima, nomeadamente publicações e cartas náuticas.

As cartas náuticas são o exemplo de um produto padronizado, em papel e digital, aperfeiçoado ao longo de décadas para corresponder às necessidades de uma tipologia de cliente, com requisitos de utilização muito específicos - os navegantes. A era digital e a procura de serviços de dados veio alterar o paradigma, os processos maioritariamente centrados em produtos passaram a ser processos centrados em dados, com múltiplos e variados utilizadores, para além dos navegantes, a acederem a informação de diversas fontes e tipologias, combinando-as para corresponder da melhor forma às suas necessidades.

Neste segundo caso, o resultado do processo não é um produto, mas sim múltiplos serviços normalizados de acesso a dados, informação bem documentada e interoperável. A referida mudança de paradigma amplia o universo de utilizadores e utilizações de serviços de informação hidrográfica, alimentados em tempo quase real. A crescente demanda por serviços de dados e informação é o futuro dos serviços hidrográficos e é esta visão que está a materializar-se através da adoção do modelo S-100 (Figura 1) em que o conteúdo informacional e o formato de suporte são independentes. O desenvolvimento do modelo S-100 é, no âmbito do estabelecimento e manutenção de standards para a utilização de dados e informação hidrográfica, um dos objetivos da Organização Hidrográfica Internacional (IHO) no sentido de diversificar e ampliar cada vez mais o conjunto de utilizadores de informação, navegantes, gestores portuários, gestores do espaço marítimo, autoridades que gerem salvamentos, incidentes e acidentes marítimos, etc. Vários Standards estão a ser desenvolvidos e testados

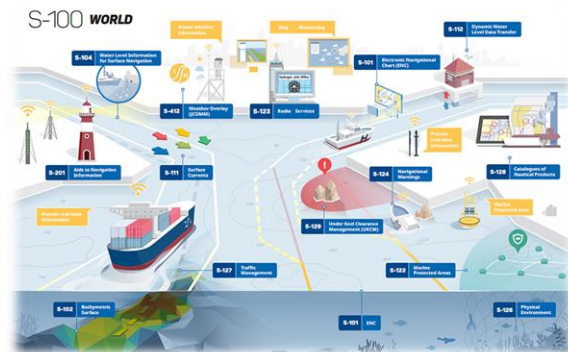


Figura 1. S-100 Universal Hydrographic Data Model
(Fonte: OHI)



para enriquecer a forma como os dados são compartilhados e exibidos, oferecendo uma imagem mais completa do ambiente marítimo, constituindo a base para um ambiente informacional único onde todos os atores beneficiam da partilha de informação.

O Instituto Hidrográfico (IH), no âmbito das suas competências como Serviço Hidrográfico Nacional e como Laboratório de Estado tem vindo a acompanhar a evolução da S-100, no sentido de poder implementar, em tempo, as recomendações definidas pela OHI nesta matéria.

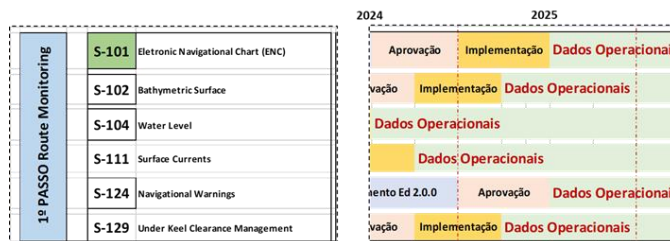


Figura 2. Plano de implementação do S-100 no IH

Nesse sentido, o IH iniciou, internamente, o desenvolvimento de alguns projetos em alinhamento com o plano de implementação da OHI a nível internacional. Este plano, com uma abordagem faseada, coloca um conjunto de 6 produtos e/ou serviços numa 1^a fase prioritária, conforme exposto na Figura 2, esperando-se a estabilização dos standards e sua operacionalização a partir de meados de 2024.

Gémeos Digitais do Oceano

Os [gémeos digitais](#) são réplicas digitais de uma entidade física que simulam todas as suas propriedades e comportamentos. O gémeo digital pretende ser uma réplica “perfeita” alimentada com dados resultantes da observação contínua e continuada das propriedades e respostas do gémeo físico, pelo que os dois gémeos “crescem e desenvolvem-se em conjunto”.

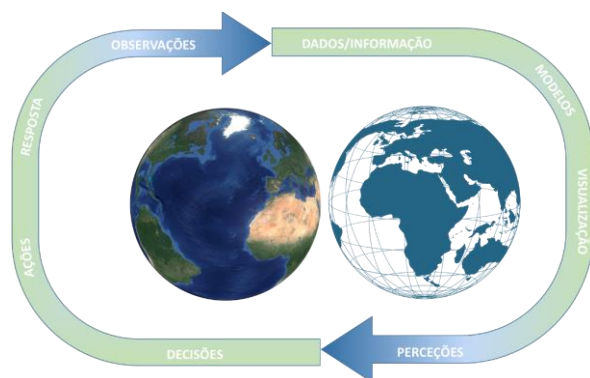


Figura 3. Modelo da interação entre os gémeos do oceano

Sobre o gémeo digital (Figura 3) é possível desenvolver simulações de cenários orientados por modelos e, dessa forma, viajar no tempo, projetar e visualizar o futuro do gémeo físico, construir percepções e tomar decisões, as quais resultam em ações sobre o gémeo físico e alteração do futuro do mesmo. Este ciclo propaga-se infinitamente no tempo mantendo os dois gémeos como réplicas perfeitas entre si durante todo o ciclo de vida do gémeo físico. O [gémeo digital do oceano](#) resulta da transposição do conceito para a entidade física – o oceano. Uma entidade muito complexa e em muitas vertentes desconhecida. Em ciência de dados, a complexidade dos problemas leva muitas vezes a uma estratégia de dividir para conquistar, ou seja, sectionar o problema em partes e tratá-las individualmente. Nesta abordagem, são criados modelos “perfeitos” para a análise de um determinado problema. Pela sua complexidade, o gémeo digital do Oceano será um conjunto de modelos digitais interligados que descrevem e simulam ao longo do tempo, de forma “perfeita”, cada parte da entidade física. O IH tem vindo a desenvolver esforços para manter programas de recolha sistemática de dados, nomeadamente a rede MONIZEE, que alimentam a produção de conhecimento científico, os processos de melhoria contínua dos modelos matemáticos que, no futuro, vão permitir dar forma aos gémeos digitais do oceano.

Sistema de Gestão de Informação de Segurança Marítima (ANAVNET)

A [informação de segurança marítima](#), ou MSI (*Maritime Safety Information*) como internacionalmente é conhecida, é toda a informação relevante para a operação segura da navegação. Como exemplos de MSI temos os avisos à navegação (ANAV), avisos e boletins meteorológicos, informação de Search and Rescue (SAR), localização de eventos ou objetos que podem perigar a passagem segura de navios, etc. O serviço de difusão da MSI, é um serviço



global articulado e coordenado de acordo com as normas da *International Maritime Organization* (IMO). A informação é transmitida na forma de Avisos à Navegação (ANAV) através dos métodos e serviços do [Global Maritime Distress and Safety System](#) (GMDSS).

O Instituto Hidrográfico (IH) é o coordenador nacional do serviço de MSI, baseado na radiodifusão por NAVTEX. No âmbito das responsabilidades atribuídas, o IH desenvolveu o sistema de gestão de MSI – o [AnavNet](#) (Figura 4), projetado para auxiliar os produtores e gestores de MSI nas suas tarefas de compilação. O



Figura 4. Interface Web do sistema [AnavNet](#)

sistema permite ainda emitir os avisos através do sistema NAVTEX, armazenando a informação em bases de dados espaciais. Desta forma, toda a MSI fica acessível aos utilizadores na internet, e permite a sua reutilização através de *Open Geospatial Consortium* (OGC) e *Representational State Transfer* (REST) Web Services. O sistema [AnavNet](#) tornou possível a integração e disponibilização de toda a MSI nacional num único local, com toda a informação georreferenciada.



Figura 5. Exemplo de um aviso à navegação no [AnavNet](#)

Compatível com a S-100, o standard [S-124](#) em desenvolvimento, para os Avisos à Navegação, permitirá a criação de conjuntos de dados, para codificar a sua natureza e extensão e visa melhorar a disseminação e integração em sistemas nas pontes de navios e sistemas costeiros, tendo em vista principalmente, o uso em Electronic Chart Display Information System (ECDIS). Permitirá o desenvolvimento de soluções, pelos operadores e indústria, para satisfazer as necessidades e lacunas dos navios e das organizações em Terra, em conformidade com a arquitetura [E-Navigation](#) conforme definida pela IMO.

O IH tem em curso o desenvolvimento de processos de *Extract, Transform and Loading* (ETL) da base de dados do sistema AnavNet para o standard S-124. Como resultado, os utilizadores vão poder aceder à informação de segurança marítima, nomeadamente aos avisos à navegação (costeiros e locais), em formato S-124.

Projeto MarIA

O projeto [MarIA](#) é um projeto financiado pelo programa SAMA2020 (POCI-05-5762-FSE-000400) desenvolvido em co-promoção entre a [NOVA Information Management School](#) e o IH. Um dos objetivos do projeto é evolução e a melhoria da infraestrutura de dados geoespaciais marinhos do IH - [Hidrográfico+](#), nomeadamente, o desenvolvimento de novas componentes e aplicações. A incorporação de conjuntos de dados multidimensionais, normalmente, com quatro dimensões (posição (x, y, z) e tempo) representa uma primeira aproximação ao futuro gémeo digital do oceano. Foram desenvolvidos serviços baseados na localização (*Location Based Services* (LBS)). Neste âmbito, foi desenvolvido um serviço, denominado de oceanograma (Figura 6), baseado na existência e sobreposição de vários modelos preditivos e contínuos de variáveis oceânicas (agitação marítima, vento, temperatura, maré, etc.). Assim, selecionando uma determinada posição 2D (latitude e longitude) é possível aceder e subescrever as respetivas previsões para determinadas variáveis e para determinado período de tempo.



A construção de exemplos práticos de aplicação de dados marinhos, representa a evolução de uma infraestrutura de dados para uma infraestrutura de conhecimento. A disponibilização destes casos de estudo pode assumir diversas formas, sendo que uma das mais utilizadas globalmente é o [Jupyter Notebooks](#). Através desta ferramenta serão criados casos práticos de aplicação de dados do [Hidrográfico+](#), para resolver questões específicas, com recurso a ferramentas de geoestatística, *data mining* e inteligência artificial.

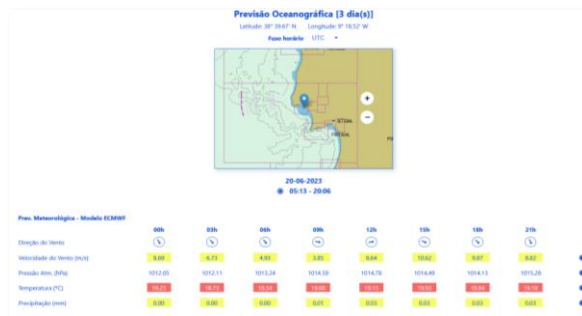


Figura 6. Oceanograma no [Hidrográfico+](#)

A navegação atualmente baseia-se cada vez mais em sistemas de apoio à navegação como o ECDIS e a “pontes integradas”. Para otimizar o uso dos novos sistemas é necessário tornar a informação tradicionalmente disponível em forma textual, adequada para utilizadores humanos, em formatos compatíveis com sistemas de informação. O IH produz um conjunto de informação de roteirística onde são descritos os portos e os procedimentos de uma condução segura da navegação, as suas aproximações por via marítima, procedimentos de demanda, entrada e navegação no interior de um porto, tipologia dos cais atracáveis, marinas e pontos de amarração, todas as estruturas e facilidades portuárias disponíveis, bem como todas as ajudas à navegação existentes. Sendo informação relevante para uma navegação segura está em curso a reorganização da informação por forma a torná-la acessível e pesquisável de forma digital.



Figura 7. Interface da App INAVPilot

O projeto [MarIA](#) inclui o desenvolvimento de uma aplicação móvel (*app*) de realidade aumentada – INAVPilot (Figura 7). A *app* tem um cariz inovador e o objetivo de fornecer informação orientada aos navegadores, disponibilizando informação através de dispositivos móveis e, simultaneamente, divulgar os dados, produtos e serviços do IH (e.g. informação de roteirística referida anteriormente). A *app* tem dois modos de visualização disponíveis:

como câmara com realidade aumentada e como mapa ou vista aérea. É possível visualizar diversas camadas de informação úteis, nomeadamente: informação de segurança marítima ([AnavNet](#)), conhecimentos, maré, elementos de navegação e ajudas à navegação. No âmbito do projeto MarIA foi ainda implementado um serviço de Web Map Service (WMS) para disponibilizar a [visualização das cartas eletrónicas de navegação](#) (CENs), fornecendo um mapa de base para utilizadores do espaço marítimo.

Conclusões

O Instituto Hidrográfico é o serviço hidrográfico nacional e, no cumprimento dessa missão, acompanha os principais desenvolvimentos e boas práticas internacionais, mantendo uma evolução contínua dos seus processos e atividades em linha com as normas internacionais, com a procura de informação hidrográfica e com os requisitos dos utilizadores. São muitos os vetores transformacionais que orientam a atividade do IH, de que destacamos o modelo S-100 da OHI, e as diretivas europeias, como a Diretiva INSPIRE e a *Open Data Directive*. A digitalização da sociedade é um fenómeno que veio para ficar e a tendência é de crescente procura de informação digital de qualidade e confiável, produzida por entidades de referência. Ao longo deste artigo foram apresentadas várias iniciativas desenvolvidas no âmbito do programa da Infraestrutura de Dados do Ambiente Marinho (IDAMAR), um programa desenvolvido no IH desde 2006 que orienta os projetos de digitalização de informação marinha produzida pela organização.

Referências Bibliográficas

Links para os recursos utilizados são apresentados como hyperlinks no corpo do texto.