



SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROGRAFIA 2025



"Desafios da Hidrografia na Transformação Digital"

REPOSITÓRIO COMPARATIVO DE DADOS DE NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA: PADRÕES, FORMATOS E INTEROPERABILIDADE COM BASE NA S-100

Costa, L.H.M.¹; Miranda, V.E.A.²; Aguilar, L.R.^{3}*

¹ Universidade Federal de Viçosa; ² Universidade Federal de Viçosa; ³ Universidade Federal de Viçosa;

*lucas.h.costa@ufv.br; *vinicius.e.miranda@ufv.br; *lucas.aguilar@ufv.br;

O uso crescente de embarcações de superfície autônomas (ASVs – *Autonomous Surface Vehicles*) em operações hidrográficas exige não apenas a padronização dos formatos de dados de navegação, mas também sua compatibilidade com os princípios de interoperabilidade estabelecidos pela *International Hydrographic Organization* (IHO), especialmente no contexto do modelo de dados universal S-100. Este trabalho propõe a criação de um repositório comparativo de formatos de dados utilizados por ASVs, com foco na análise de sua aderência aos requisitos de estrutura, metadados e integração definidos pela S-100, visando à inserção eficiente desses dados em sistemas digitais hidrográficos modernos, como os utilizados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

Foram avaliados três formatos amplamente utilizados: NMEA 0183/2000, padrão consolidado para sensores de navegação com estrutura linear e baixa extensibilidade; JSON, formato amplamente adotado em sistemas orientados a serviços (APIs), com flexibilidade estrutural e alta legibilidade; e XTF, formato binário especializado para dados de sonar de varredura lateral. A S-100, por sua vez, não é um formato de dados, mas um modelo de dados e framework geoespacial baseado na ISO 19100, que serve de base para produtos náuticos digitais interoperáveis (como ENC, batimetria, previsões, etc.). Assim, os formatos analisados foram comparados em relação à sua conformidade com os princípios da S-100, como suporte a metadados, estrutura orientada a objetos, extensibilidade, uso geoespacial e capacidade de mapeamento semântico.

A Tabela 1 apresenta a síntese da comparação dos formatos frente aos critérios derivados da S-100.

Tabela 1 – Comparativo técnico entre formatos com base nos princípios da S-100

Formato	Estrutura de Dados	Metadados	Interoperabilidade com S-100	Compatibilidade GIS	Extensibilidade
NMEA	Linear, campos fixos	Implícitos	Baixa	Limitada	Baixa
JSON	Flexível, chave-valor	Altamente suportado	Alta	Alta	Alta
XTF	Binária, específica	Moderada	Moderada	Alta	Média

Os resultados demonstram que o NMEA, apesar de amplamente adotado, possui estrutura rígida, baixa legibilidade e suporte limitado a metadados, tornando sua integração com o modelo S-100 difícil sem pré-processamento. O JSON, quando estruturado com schema, pode representar entidades e atributos compatíveis com o S-100, oferecendo grande potencial para uso como formato intermediário. Já o XTF, embora robusto para dados sonar, carece de generalidade e exige mapeamento específico para interoperar com o modelo da IHO.

Com base nessa avaliação, propõe-se uma arquitetura híbrida para formatação de dados de ASVs, na qual dados brutos são coletados nos formatos nativos (NMEA, XTF) e convertidos para estruturas compatíveis com a S-100 utilizando JSON como camada intermediária. Essa abordagem facilita a integração com sistemas geoespaciais modernos (ex.: PostGIS, GeoServer) e promove conformidade com os requisitos da IHO para ingestão, visualização e distribuição de produtos náuticos digitais.

Essa padronização é essencial para garantir a rastreabilidade, a reutilização e a interoperabilidade dos dados gerados por ASVs no contexto da transformação digital da hidrografia.



SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROGRAFIA 2025



“Desafios da Hidrografia na Transformação Digital”

Palavras-chave: dados de navegação; ASVs; interoperabilidade; NMEA; JSON; XTF; S-100.