Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Exposicarta
6 a 9 de novembro de 2017, SBC, Rio de Janeiro - RJ, p. 6-10

FLUXO DE DADOS HIDROGRÁFICOS PARA A PRODUÇÃO DE DOCUMENTOS NÁUTICOS

P. Maia[1], C. Florentino [1,2], V. B. Pimentel[1,2]

[1] Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), Brasil
[2] Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra,
Universidade Federal Fluminense (UFF), Brasil

Comissão I - Hidroceanografia

RESUMO

Atualmente, o Serviço Hidrográfico Brasileiro, representado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), é responsável pela representação, publicação e qualidade dos dados e das informações que compõem os documentos náuticos oficiais, dentre os quais, as cartas náuticas. Tais dados são oriundos de Levantamentos Hidrográficos (LH) conduzidos em áreas navegáveis e têm como propósito a obtenção de informações de interesse à navegação, fundamentais para o desenvolvimento social e econômico dos países. Esses LH são regidos por padrões, normas e por especificações técnicas nacionais e internacionais emitidos pela Organização Hidrográfica Internacional e pelos Serviços Hidrográficos de cada país, com o cunho de garantir a segurança da navegação. Para isso, os dados coletados durante os LH devem atender requisitos mínimos de acurácia e precisão. Para que estes LH possam efetivamente compor o fluxo de produção cartográfica, são aplicados rigorosos processos de análise, com ênfase no controle de qualidade e na verificação da relevância e do impacto dos dados para a garantia da segurança da navegação. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo expor os principais processos atualmente aplicados na produção de documentos náuticos no âmbito do Serviço Hidrográfico Brasileiro.

Palavras chave: Levantamentos Hidrográficos, Análise de Dados, Fluxo de Produção Cartográfica.

ABSTRACT

Nowadays, the Brazilian Hydrographic Service, represented by the Directorate of Hydrography and Navigation (DHN), is responsible for the representation, publication and quality of the data and information that compose the official nautical documents, among which, nautical charts. These data come from Hydrographic Surveys (HS) conducted in navigable areas and aims to obtain information of interest to navigation, fundamental for the social and economic development of the countries. These surveys are ruled by standards and national and international technical specifications issued by the International Hydrographic Organization and Hydrographic Offices of each country, in order to guarantee the safety of navigation. For this, the data collected during surveys must meet minimum requirements of accuracy and precision. Aiming these HS to effectively compose the cartographic workflow, rigorous analysis processes are applied, with emphasis on quality control and verification of the relevance and impact of the data, for ensuring the safety of navigation. In this context, the present work objectifies to expose the main processes currently applied in the production of nautical documents within the scope of the Brazilian Hydrographic Office.

Keywords: Hydrographic Surveys, Data Analysis, Cartographic Workflow.

1- INTRODUÇÃO

A cartografia náutica brasileira, no que se refere ao estabelecimento de suas normas técnicas, tem sua competência ao encargo da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). De forma análoga, os parâmetros atinentes a Levantamentos Hidrográficos (LH) que comporão os documentos náuticos, dentre os quais a carta náutica, também são de sua responsabilidade (BRASIL, 1967).

A carta náutica é o documento de importância vital ao navegante, cujas informações são utilizadas para a navegação aquaviária e têm como base os LH (Miguens, 1996). As Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (NORMAM-25) definem LH como um conjunto de atividades executadas na obtenção de dados batimétricos, geológicos, maregráficos, fluviométricos, topo-geodésicos, oceanográficos e geofísicos, em áreas marítimas, fluviais, lacustres e em canais naturais ou

artificiais, navegáveis ou não, que não tenham como finalidade a pesquisa pura e a investigação científica, assuntos tratados pelo Decreto n° 96.000, de 2 de maio de 1988 (DHN, 2017). Assim, a aquisição de cada informação requer técnicas bem específicas que permitam que as mesmas sejam então qualificadas e categorizadas a partir de limites de erros toleráveis e bem definidos.

A Marinha do Brasil (MB) se baseia em rigorosos parâmetros para qualificar os LH que poderão compor a carta náutica. Para tal, a DHN, que tem dentre seus órgãos técnicos subordinados o Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), segue diretrizes específicas para o controle e a execução de LH. Elas se pautam em regulamentos internacionais, tais como o Capítulo V, Regra 9, da Convenção para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS), ratificada pelo Brasil por meio do Decreto n° 92.610/1986; e a publicação número 44 (*S-44 – IHO Standarts For Hidrographic Surveys*) da Organização Hidrográfica Internacional (OHI). Essas normas servem como um guia para os procedimentos a serem desenvolvidos por cada Serviço Hidrográfico, tendo cada país signatário a recomendação de adotar esses parâmetros como sendo os mínimos para LH em que sejam observados os requisitos internacionais (IHO, 2008). Entretanto, respeitando os regulamentos supracitados, cada país tem autonomia para elaborar suas próprias especificações técnicas. Nesse sentido, o Brasil, por meio da DHN, cria suas próprias diretrizes, da mesma forma que outros países membros como o Canadá e os Estados Unidos o fazem por intermédio do *Canadian Hydrographic Service* (CHS) (CHS, 2008) e da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (NOAA, 2017), respectivamente. As normas em vigor elaboradas pela DHN estão contidas na publicação NORMAM-25/DHN Rev. 2 (DHN, 2017).

Essas normas ressaltam os principais aspectos técnicos que devem ser observados durante um LH. Dessa forma, quando um levantamento chega ao CHM para análise, inicia-se um estrito processo de verificação dos dados coletados. Finda essa análise, caso os dados sejam considerados aptos para construção ou atualização dos documentos náuticos, o LH entra no fluxo de produção do CHM passando a integrar os respectivos Bancos de Dados Batimétricos (BDB –*BathyDataBASE*) e de produção cartográfica (HPD – *Hydrographic Production Database*) (Ferreira, 2014).

1.1- Objetivo

Este trabalho pretende apresentar as principais etapas componentes do fluxo de dados hidrográficos do CHM, ilustrando, ao final, o tratamento dado a um LH realizado na área da Baía de Sepetiba – RJ. Neste processo, pode-se observar a sequencia de verificações executadas, bem como o aproveitamento de algumas informações para a atualização dos bancos de dados e dos sistemas de produção dos documentos náuticos da área em tela.

2- DESENVOLVIMENTO

Percebe-se que, ao longo da última década, houve uma expressiva tentativa de retomada dos investimentos no setor naval brasileiro, em virtude do aumento do comércio marítimo e da descoberta de novas reservas petrolíferas na região do pré-sal. Como exemplo, segundo a ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários), entre os anos de 2010 e 2014, a quantidade de carga marítima transportada aumentou em torno de 17%. O número de embarcações de bandeira brasileira (de longo curso e cabotagem) aumentou, no período de 2011 a 2014, cerca de 18,9%. (Cabral e Bahia, 2017). Tal cenário, ora distante, pôde também ser observado por meio do aumento do número de solicitações para execução de LH, bem como dos Relatórios de Análise (RA) elaborados no âmbito do CHM.

Nesse contexto, para manter o adequado gerenciamento deste crescente volume de dados oriundos de LH, o CHM vem, desde agosto de 2006, otimizando sua linha de produção com o emprego de sistemas de gerenciamento de bancos de dados espaciais, bem como aperfeiçoando seus processos internos através da implementação sólida de seu Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ). Em 2008, tal trabalho foi reconhecido com a obtenção da certificação ISO9001:2008 pelo *Lloyd's Register Quality Assurance* (LRQ, 2014). Tal implementação contribuiu significativamente para a melhoria dos processos de análise dos dados recebidos, para a atualização e a produção de documentos náuticos e para o incremento do relacionamento com o cliente.

2.1- Estrutura do SGQ na Divisão de Levantamentos do CHM

A integração de diversos dados hidrográficos por meio da padronização de Procedimentos Gerais (PG) e Operacionais (PO), bem como da interoperabilidade dos sistemas de geoprocessamento apresenta inúmeros benefícios. A eliminação de inconsistências e informações redundantes, o uso racional dos recursos de processamento e armazenamento, hardware, software e recursos humanos; e ainda, o aumento da eficiência nas análises espaciais integradas em prol dos melhores resultados à tomada de decisão, representam alguns exemplos das vantagens de tais soluções.

Nota-se na Fig. 1 que os Procedimentos Operacionais aplicados aos dados hidrográficos submetidos à Divisão de Levantamentos do CHM, seguem um fluxo de verificações que se inicia com a chegada do LH às mãos do Encarregado daquela Divisão. Nesta etapa, o referido Encarregado realiza a

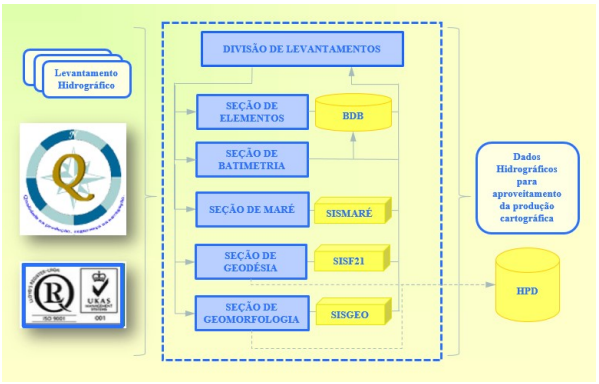

Fig. 1 – Esquema da Divisão de Levantamentos

pré-análise dos dados, ou seja, a leitura dos documentos, relatórios e a conferência da classificação da Categoria aplicada pela Entidade Executante do LH (Categoria "A" – LH realizado utilizando especificações técnicas que permitam que os dados coletados sejam aproveitados na atualização de documentos náuticos; ou Categoria "B" – LH executado sem o propósito de produzir elementos que sirvam para atualização de documentos náuticos). Ainda nesta etapa, verifica-se a existência de informações relevantes à segurança da navegação, bem como a urgência de sua disponibilização aos navegantes (alguns casos podem implicar na emissão de Avisos Rádio de caráter temporário). Posteriormente, é realizada a distribuição do LH de acordo com critérios de ordenamento presentes no SISCOL (Sistema de Controle de Levantamentos do CHM) para as Seções subordinadas à Divisão de Levantamentos, que irão analisar características específicas do LH de acordo com sua área de competência e emitir um parecer técnico. Ao término da análise de todas as Seções, o Encarregado da Divisão de Levantamentos emitirá um parecer final sobre o LH às Divisões subsequentes.

Ainda com base na Figura 1, podem ser observadas as cinco Seções que compõem a Divisão de Levantamentos (que detêm 3 PO). Tais Seções atuam de forma integrada por meio de seus sistemas de gerenciamento e banco de dados, aplicando seus respectivos Procedimentos Operacionais ao longo das diversas etapas do processo de análise. A Seção de Elementos é a responsável pela gerência do Banco de Dados Batimétrico (BDB), cadastro e acesso de usuários e, em especial, pela camada atinente à superfície batimétrica a ser adotada para atualização ou contrução das novas edições de cartas náuticas em papel ou digitais (RNC - *Raster Navigational Chart* ou ENC - *Eletronic Navigational Charts*), agindo como interface entre o BDB e o HDP (esta Seção possui 01 PO). Já a Seção de Batimetria atua na análise dos dados batimétricos, oriundos de ecobatímetros monofeixe e multifeixe e na carga das superfícies batimétricas validadas no BDB (possui 01 PO). Por sua vez, a Seção de Maré atende à verificação da redução aplicada às sondagens por meio dos estudos maregráficos e fluviométricos atinentes à região do LH, verifica a necessidade de atualização do SISMARÉ (Sistema de Gerenciamento de Dados Maregráficos) e gera as previsões para tais fenômenos (conta com 07 PO). Já a Seção de Geodésia detém o foco nos procedimentos adotados quando da coleta das feições de contorno, dos pontos notáveis e da construção das plantas finais de situação, mantendo atualizado seu SISF21 (Sistema de Controle de Fichas de Descrição de Marcos Geodésicos). Esta Seção ainda atua na manutenção do posicionamento dos sinais náuticos presentes no ambiente do HPD (possui 04 PO). Por último, a Seção de Geomorfologia é a responsável pela análise e atualização das informações das tenças no SISGEO (Sistema de Gerenciamento de Amostras Geológicas) e pela interpretação das informações oriundas de equipamentos como sonar de varredura lateral e perfilador de subfundo, complementando a caracterização morfológica do fundo marinho (possui 03 PO).

3- ESTUDO DE CASO

Conforme mencionado anteriormente, será tomado como exemplo o tratamento aplicado por ocasião do recebimento do Levantamento Hidrográfico de Final de Curso 2014 (LHFC-2014), realizado pela DHN em apoio aos Cursos de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais (CAHO), de Aperfeiçoamento em Hidrografia e Navegação (C-Ap-HN) e de Especialização em Hidrografia e Navegação (C-Espc-HN), realizado na Baía de Sepetiba, no período de 09 de novembro a 12 de dezembro de 2014.

O referido LH teve como um dos objetivos a atualização das Cartas Náuticas 1607 - Baías da Ilha Grande e de Sepetiba, 1620 - Da Barra do Rio de Janeiro à Ilha Grande, 1621 - Baía da Ilha Grande - Parte Leste (Terminal da Ilha Guaíba), 1622 - Baía de Sepetiba, e 1623 - Porto de Itaguaí. Para a execução daquele objetivo foram coletados dados batimétricos, geodésicos, topográficos, geológicos, meteorológicos, maregráficos e informações de auxílio à navegação.

Na época, foram delimitadas as áreas de sondagem da seguinte maneira: áreas ALFA (Fig. 2) e CHARLIE (Fig. 4) correspondentes a regiões de sondagem monofeixe e, a área BRAVO (Fig.3), à sondagem multifeixe.

Concluído o referido LH e submetidos os dados para a Divisão de Levantamentos do CHM, a pré-análise do Encarregado daquela Divisão indicou que o LH tinha o potencial para atualizar documentos náuticos, ou seja, Categoria "A". Assim, o relatório do LH foi desmembrado para análise das Seções subordinadas, de acordo com as suas respectivas áreas de competência.

3.1- Seção de Batimetria

No âmbito desta Seção, foi verificado se os dados batimétricos coletados durante o LHFC-2014

observaram as normas técnicas vigentes, qual foi o grau de acurácia e a ordem atingida em cada área de sondagem. Constatou-se, então, que os levantamentos batimétricos com o ecobatímetro multifeixe atingiram a Ordem Especial da OHI enquanto os realizados com ecobatímetro monofeixe a Ordem 1B (IHO, 2008).

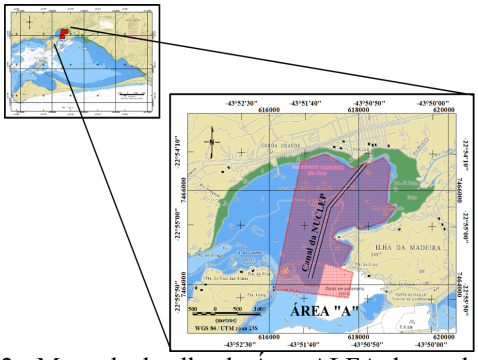

Fig. 2 - Mapa de detalhe da Área ALFA de sondagem

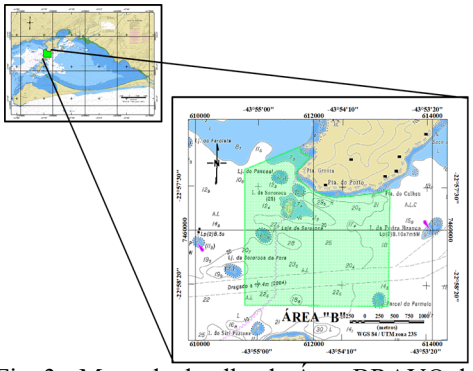

Fig. 3 - Mapa de detalhe da Área BRAVO de sondagem

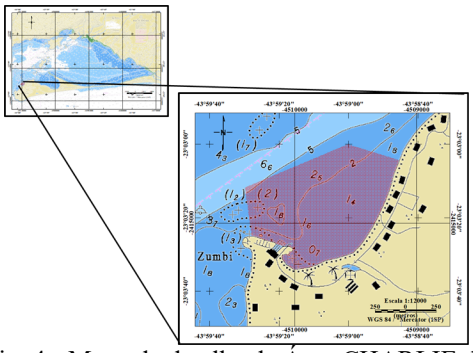

Fig. 4 - Mapa de detalhe da Área CHARLIE de sondagem.

Passou-se, então, a verificar se os dados do LHFC-2014 gerariam alguma mudança significativa nos documentos náuticos em vigor para o local do levantamento. Nesta etapa, foram constatadas alterações nas profundidades e presença de fundo rochoso na área BRAVO. Por se tratar de uma área onde o levantamento empregou tecnologia multifeixe, que permitiu a ensonificação total do leito marinho, foram detectadas, pela primeira vez, feições antes desconhecidas.

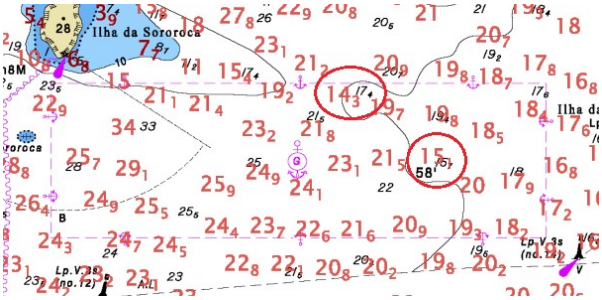

Fig.5 – Trecho afetado da carta 1623 (sondagens em em destaque vermelho são fruto do LHFC-2014)

Uma vez detectadas alterações dessa natureza, é realizada uma análise sobre a sua relevância frente à segurança da navegação, podendo resultar em uma correção gráfica de trecho do documento náutico, chamado de "bacalhau[1]"; um alerta denominado "Aviso aos Navegantes" a ser divulgado por folheto quinzenal, e por fim, em casos urgentes a ser emitido tempestivamente na forma de "Aviso Rádio".

Neste caso em particular, a superfície batimétrica do LHFC-2014 foi incorporada ao banco de dados batimétrico (BDB) do CHM, foi constatada a existência de profundidades mais rasas em área de fundeio e foi emitido um Aviso Rádio de caráter temporário.

3.2- Seção de Elementos

Com base no relatório de análise elaborado pelo CHM sobre o LHFC-2014, a Seção de Elementos carregou os dados do levantamento na camada do BDB denominada "Batimetria Final". Com a atualização desta superfície junto à interface do HPD, foi dado prosseguimento à proposta de produção de um "bacalhau" para correção da carta náutica da região. Tal ação fez-se necessária, pois a alteração incluía não somente a modificação de profundidade, mas também da isobatimétrica de 20 metros. Dessa forma, pode-se observar na Fig. 6 a alteração da carta náutica, publicada pelo Folheto de Aviso aos Navegantes n°18/2015 (S153/2015) em substituição ao Aviso Rádio emitido inicialmente.

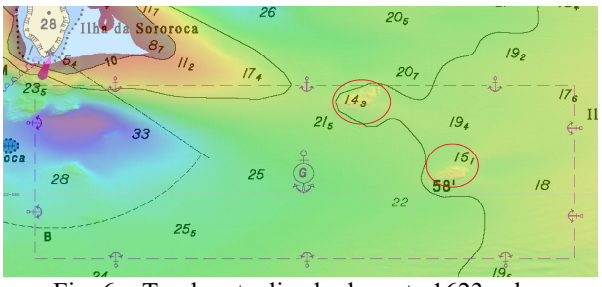

Fig. 6 – Trecho atualizado da carta 1623 sobre superfície multifeixe (sondagens em destaque são fruto do LHFC-2014).

[1] Reprodução corrigida de uma pequena área de uma carta náutica para ser colada sobre a mesma, a fim de mantê-la atualizada.

3.3- Seção de Maré

Durante o LHFC-2014, foi realizada a coleta de dados de maré por meio de duas estações maregráficas: CADIM (F-41 50188) e EBN (F-41 50153). Também foi instalada uma nova estação maregráfica em Praia Grande, na Ilha de Itacuruçá, que serviu para garantir a aplicação do zoneamento de marés e sua respectiva aplicação aos diagramas de redução de profundidade. Uma vez concluída a análise de todos esses dados pela Seção de Maré, a Seção de Batimetria foi notificada imediatamente do resultado, de forma que esta última pudesse aplicar tais informações para a redução de sondagem e elaboração da planta batimétrica que viria a compor a carta náutica.

3.4- Seção de Geodésia

A esta Seção coube a verificação das técnicas empregadas para a constituição da rede geodésica principal e secundária, a fim de possibilitar a determinação de coordenadas de contornos e pontos notáveis de interesse para navegação (Fig.7). Os métodos utilizados foram o rastreio relativo cinemático e o rastreio relativo estático.

Todas as informações geradas foram carregadas no banco de dados da Seção para futuras atualizações de cartas náuticas da região.

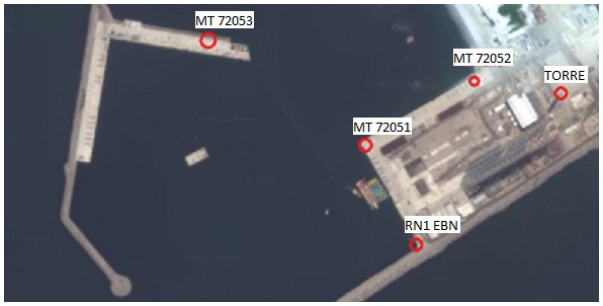

Fig.7 – Marcos testemunhos e ponto de auxilio à navegação instalados na área.

3.5- Seção de Geomorfologia

Durante o LHFC-2014 foram coletadas quatro amostras de fundo na região de interesse. A Seção de Geomorfologia analisou os dados juntamente com as informações do sonar de varredura lateral e verificou que não houve mudanças na área sondada. Já com relação aos dados de retroespalhamento do ecobatímetro multifeixe, foi verificada a existência de pedras (Fig.6). Tal informação veio a compor o SISGEO, BDB e o HPD.

4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A DHN tem como uma de suas atribuições, determinar a elaboração e a edição dos documentos náuticos sob responsabilidade do Brasil, bem como zelar pela sua acurácia e atualização. Devido aos riscos intrínsecos à atividade, a segurança da navegação requer elevado cuidado e profissionalismo. Desta forma, faz-se necessário que sejam respeitados padrões internacionais mínimos, bem como as normas nacionais que adaptam alguns parâmetros para os diversos biomas existentes no extenso território brasileiro.

A fiel observância de procedimentos padronizados e o emprego de sistemas integrados têm facilitado o gerenciamento e a conferência das diversas informações advindas dos LH. O estudo de caso ora apresentado permitiu a divulgação de como a metodologia do fluxo de dados hidrográficos é aplicada no âmbito do CHM para avaliar se tais informações irão compor os bancos de dados de produção e se irão atualizar ou construir os documentos náuticos nacionais.

Por fim, a distância temporal entre a coleta/ processamento de dados e a geração de produtos tangíveis ao navegante depende de uma análise complexa, minuciosa e acurada, onde o objetivo principal é resguardar o navegante e garantir a segurança da navegação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Presidência da República, 1967. Decreto n° 243, de 28 de fevereiro de 1967. Fixa as Diretrizes e Bases da Cartografia Brasileira e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, fev. 1967.

Cabral, R. P. e Bahia, N. R. C., 2017. Uma análise dos componentes do poder marítimo brasileiro. Rio de Janeiro. CENEGRI.

CHS (Canadian Hydrographic Service). Standards for Hydrographic Surveys. v. 44, n. 44, p. 17, 2008.

DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação). NORMAM-25: Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos. Rev.2. 2017. Rio de Janeiro..

Ferreira, A. E. de S. S. A. 2014. Visão Moderna de Produção Cartográfica no Centro de Hidrografia da Marinha. Anais Hidrográficos, v. LXXI, p. 67–84.

IHO (International Hydrographic Organization). IHO Standards for Hydrographic Surveys**,** IHO Publication S-44 Edition 5.0, Monaco, Feb. 2008, 36 pp.

LRQ - *Lloyd's Register Quality Assurance*. Certificado ISO9001:2008**.** 2014. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-iso/ISO-9001.pdf>. Acesso em: set. 2017.

Miguens, A. P., 1996. Navegação: a Ciência e a Arte: Volume I - Navegação Costeira, Estimada e em Águas Restritas. Rio de Janeiro: DHN.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) Hydrographic Surveys Specifications and Deliverables, 2017.