

A HIDROGRAFIA NO BRASIL

nos últimos 200 anos

Edson Carlos Furtado Magno*

Ao proferir aula inaugural para os Oficiais-Alunos do Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia, na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), em 2013, o então Contra-Almirante Antônio Fernando Garcez Faria (FARIA, 2014) destacou três períodos distintos na história da hidrografia brasileira. O primeiro iniciou com a descoberta do Brasil e transcorreu durante a colonização, quando o conhecimento, arquitetura e *modus operandi* foram eminentemente portugueses. O segundo período iniciou com a Independência do Brasil. Sem contar com a contribuição portuguesa, o Brasil recorreu ao auxílio dos franceses para dar continuidade aos trabalhos hidrográficos. O terceiro período corresponde à diminuição da participação francesa e o crescimento da capacidade brasileira de realizar levantamentos hidrográficos.

Nessa mesma aula inaugural, o Almirante Garcez destacou as palavras proferidas pelo Almirante de Esquadra Maximiano Eduardo da Silva Fonseca, na aula inaugural para os Oficiais-Alunos do Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais, em 1974, que traduzem o ocaso do segundo período e o início do terceiro:

“Por um lado, se a presença dos hidrógrafos franceses em nosso litoral retardou a necessidade de efetuarmos o seu levantamento com nossos próprios meios, por outro lado, ela motivou os Oficiais de nossa então incipiente Marinha para tal atividade.”



Manoel Antônio Vital de Oliveira, Patrono da Hidrografia brasileira

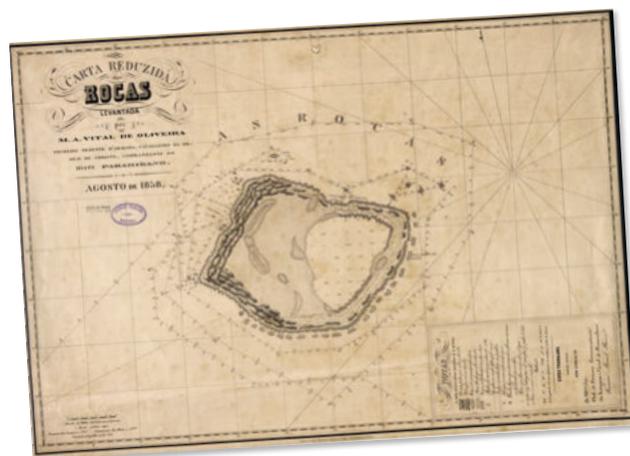
Este artigo abrangerá as atividades hidrográficas realizadas entre 1822 e 2022, buscando descrever em poucas linhas a evolução da hidrografia no Brasil nos últimos duzentos anos.

SEGUNDO PERÍODO

As atividades hidrográficas nas costas e portos brasileiros eram realizadas exclusivamente por Portugal. A vinda para o Brasil da Corte portuguesa, em 1808, e a abertura dos portos promoveram uma mudança devido às dificuldades que nossos portos e litoral impunham à navegação. A partir de 1819, o governo francês buscou conhecer as possibilidades de ampliar os negócios com o Brasil e teve início a realização de levantamentos hidrográficos no litoral brasileiro, lideradas por Albin Reine Roussin, Louis Marius Barral, Louis Tardy de Montravel e Amédée Ernest Barthélemy Mouchez.

Praticamente todo o transporte de passageiros e mercadorias era realizado pela via marítima. A Independência do Brasil em 1822 foi o ocaso da participação dos portugueses na realização de levantamentos hidrográficos na área marítima e portos brasileiros. Diante da inexistência de nacionais com a qualificação necessária, não restou alternativa para a jovem nação do que contratar missões francesas para dar continuidade às campanhas hidrográficas e ampliar o conhecimento e mapeamento do litoral brasileiro para que a navegação fosse realizada com segurança.

Nesse século, os levantamentos hidrográficos e as cartas náuticas passaram a incorporar informações de interesse dos navegantes, tais como circulação de correntes, regime de marés, pontos conspícuos da costa, magnetismo, qualidade do fundo etc., além das sondagens. As atividades hidrográficas realizadas pelos franceses no Brasil foram conduzidas com essa perspectiva. No entanto, ao lado dos franceses, brasileiros iniciaram a realização de atividades hidrográficas, com destaque para o Capitão de Fragata Manoel Antônio Vital de Oliveira, Patrono da Hidrografia brasileira, que realizou levantamento de boa parte da costa brasileira, desde o Rio Grande do Sul até a região Nordeste, além de ter sido encarregado de dirigir um programa que redundaria no Levantamento Geral das Costas do Império. Vital de Oliveira faleceu na Guerra do Paraguai, em combate. Em homenagem a esse grande vulto da Hidrografia brasileira, na data de seu nascimento, 28 de setembro, comemora-se o dia do hidrógrafo. Também em sua homenagem, o mais novo Navio de Pesquisa Hidroceanográfico da Diretoria de Hidrografia e Navegação ostenta o nome “Vital de Oliveira” no espelho de popa.



Carta reduzida das Rocas levantada por Vital de Oliveira, em 1858

Fonte: Arquivo Nacional

TERCEIRO PERÍODO

Não há uma data específica ou um marco que estabeleça o início do terceiro período. A iniciativa brasileira na realização de levantamentos hidrográficos foi naturalmente encerrando a participação francesa.

Brilhantes oficiais da Marinha do Brasil tais como Joaquim Raymundo de Lamare, Antônio Luiz von Hoonholtz, o Barão de Teffé, Francisco Cordeiro Torres e Alvim e Francisco Calheiros da Graça, um pouco mais tarde, dedicaram-se à hidrografia com requinte intelectual, conforme descrito pelo Almirante Hélio Leôncio Martins no livro *História da Hidrografia no Brasil*, Volume I, de coautoria com o Almirante Paulo Cesar de Aguiar Adrião.

Não havia no Brasil um órgão que orientasse e fiscalizasse os levantamentos hidrográficos, que eram realizados segundo a orientação de seus executores. Poucos são os relatórios técnicos que apresentam a metodologia adotada nesses levantamentos. Porém, os Compêndios de Hidrografia de 1864, de autoria de Antônio Luiz von Hoonholtz, e de 1873, de autoria de Julio Cesar de Noronha, dão uma ideia da metodologia adotada.

Para a representação do litoral e posicionamento das embarcações eram realizadas medições astronômicas, geodésicas e topográficas para determinação das coordenadas (latitude e longitude). Não havia tecnologia para medir grandes distâncias. Dessa forma, utilizava-se uma rede de triângulos no terreno. Cada vértice era ocupado e media-se os ângulos para os demais vértices. O vértice ou ponto de partida para a rede de triângulos era determinado por medições astronômicas. As alturas eram determinadas pela medição dos ângulos verticais.



Boia com Navio de Pesquisa Hidroceanográfico "Vital de Oliveira" ao fundo
Foto: Marinha do Brasil

Para a sondagem utilizava-se o prumo de mão. Os cabos eram graduados a cada metro e a depressão existente no fundo da “chumbada”, que caracteriza o prumo, era preenchida com sabão, a fim de recolher amostras do fundo e determinar a natureza ou tipo do fundo do mar. As sondagens eram “reduzidas” do valor correspondente ao nível mais baixo das marés para determinação das profundidades. Ou seja, do valor da sondagem obtida pelo prumo reduzia-se o valor das alturas de marés observadas. Esse método, que é adotado até hoje, visa garantir para os navegantes que são reduzidas as possibilidades de se encontrar profundidades inferiores às representadas nas cartas náuticas. Para medir as alturas de marés eram instaladas régua graduadas no litoral.

A sondagem junto à costa, dependendo das profundidades, era realizada por escaleres ou pelo próprio navio. As “linhas de sondagens” a serem percorridas pela embarcação eram predefinidas no planejamento. Nas proximidades de obstáculos ou perigos à navegação (ex.: recifes, rochas submersas, bancos de areia etc.), as linhas de sondagem eram adensadas e podiam ser realizadas em várias direções. Ao largo da linha de costa, as linhas de sondagem correspondiam às rotas percorridas pelos navios mercantes.

Quando o navio estava ao largo da costa, as coordenadas das sondagens eram determinadas a bordo por medições astronômicas e navegação estimada. Próximo à costa, as coordenadas podiam ser determinadas a partir de terra, pela medição de ângulos horizontais, ocupando-se dois pontos de coordenadas conhecidas. Esse é o motivo pelo qual os navios da Diretoria de Hidrografia e Navegação são brancos com chaminés e mastros na cor laranja. No fundo azul dos oceanos as cores branca e laranja destacam-se. Assim é possível identificar o navio na cor branca e colimar-se (mirar) o mastro ou chaminé laranja para medição dos ângulos horizontais.

Para medir as correntes, utilizava-se instrumentos dotados de hélices, cuja rotação indicava a sua velocidade. Essas hélices giravam em torno de um eixo, permitindo a determinação da direção da corrente. Em mar aberto, a corrente era determinada a partir das diferenças entre as posições observadas astronomicamente e as posições estimadas do navio.

Para o correto emprego das agulhas magnéticas de bordo, responsáveis por indicar a direção para a navegação, eram realizadas observações do magnetismo terrestre, sua força e declinação.



Prumo de mão para sondagem manual.
Chumbada com depressão.

Por fim, o resultado de todas as medições era desenhado nas “folhas de bordo”, que deveriam ser de papel resistente e ter pouca deformação, garantindo-se a confiança das coordenadas dos objetos representados. Um exemplo do material utilizado era folha de papel de linho. No Arquivo Técnico da Diretoria de Hidrografia e Navegação ainda encontramos exemplos desse tipo de folha.

Conforme mencionado, não havia no Brasil um órgão de orientação e fiscalização das atividades hidrográficas. Essa situação mudou em 1876. Pelo Decreto Imperial nº 6.113, de 2 de fevereiro, foi criada a Repartição Hydrographica no Ministério da Marinha, sob a direção do Barão de Teffé, que anos mais tarde, após possuir outras denominações, receberia a denominação atual de Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

A HIDROGRAFIA BRASILEIRA NO SÉCULO 20

Em 1921 foi criado o Bureau Hydrográfico Internacional (BHI), atual Organização Hidrográfica Internacional (OHI), com o propósito de promover a segurança da navegação e a proteção do meio ambiente. Sua criação decorreu da necessidade de se discutir a uniformidade na cartografia e disponibilidade de informações hidrográficas, fruto do incremento do comércio marítimo internacional. O Brasil, representado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação, e mais dezessete Estados-membros iniciaram as atividades do BHI nesse ano.

Dois grandes passos foram dados para a hidrografia brasileira na década de 1930. O primeiro foi a criação da especialidade de hidrografia para oficiais em 1931 e o segundo a criação do curso de formação (Curso de Navegação e Hidrografia) em 1933. As especificidades das atividades hidrográficas e os avanços tecnológicos introduzidos na coleta dos dados e no seu processamento impuseram que houvesse pessoal capacitado para atender o nível de complexidade dos levantamentos hidrográficos. O Curso de Navegação e Hidrografia veio ao encontro dessa necessidade. Também foi preciso construir capacitação similar para as praças e, em 1961, foi criada a Escola de Hidrografia e Navegação.

Em 1935 foi publicado o que é considerado o mais antigo plano cartográfico apresentado por uma organização cartográfica brasileira, o Plano Básico Cartográfico da Diretoria de Hidrografia e Navegação. O plano definiu as cartas náuticas que o Brasil teria na área marítima e rios das Bacia Amazônica e Bacia do Rio Paraguai, com o propósito de atender as necessidades de segurança da navegação, além de orientar o planejamento dos levantamentos hidrográficos que seriam realizados nos anos subsequentes. Esse plano foi concluído em 1975, com a publicação da carta náutica 200, da Ilha de Maracá a Ilha do Machadinho. Em 1995 foi publicado o II Plano Cartográfico Náutico Brasileiro (PCNB), que definiu as cartas náuticas internacionais (cartas INT) brasileiras, em conformidade com as orientações técnicas da OHI. Esse plano alterava a orientação da construção das cartas náuticas marítimas do Plano Cartográfico Básico. Nesse, a maior dimensão das cartas náuticas era na direção Norte-Sul, enquanto no II PCNB a maior dimensão é na direção Leste-Oeste. Decorrente desse plano, foram realizados levantamentos hidrográficos na área marítima afastada da costa, até o limite do que conhecemos hoje como Zona Econômica Exclusiva (ZEE). O II PCNB foi concluído em 2015. Atualmente, a DHN está executando o III Plano Cartográfico Náutico Brasileiro, que também contempla as cartas eletrônicas de navegação (ENC, na sigla em inglês) a serem construídas.

No século 20, observamos que a metodologia para realização de levantamentos hidrográficos foi similar à do século anterior. No entanto, com a invenção dos ecobatímetros, distanciômetros (equipamentos eletrônicos para medir distâncias), sistemas de posicionamento eletrônicos etc., foi ampliada a capacidade de coletar dados

e de se produzir informações com maior qualidade.

Até a década de 1990, os dados coletados nos levantamentos hidrográficos eram registrados em cadernetas e para cada tipo de medição havia um tipo de caderneta. À essas cadernetas eram adicionadas as mídias próprias de registro de dados, tais como ecogramas, oriundos dos ecobatímetros, sonogramas, dos sonares de varredura lateral etc.

A bordo dos navios, as equipes de sondagem eram compostas basicamente por um oficial de sondagem, um oficial de segurança, um anotador, um plotador na Folha de Sondagem e um operador do ecobatímetro. O oficial de segurança estava presente para garantir a segurança da navegação do próprio navio em sua interação com os demais navios que trafegavam na área do levantamento.

Em um intervalo de tempo previamente estabelecido (ex. de cinco em cinco minutos) era dado um comando no passadiço, pelo qual o operador do ecobatímetro registrava o instante no ecograma e a sondagem na caderneta correspondente, o operador do equipamento registrava a posição na caderneta correspondente, seja em coordenadas geográficas (latitude e longitude) ou em coordenadas métricas (N e E), e o anotador compilava essas informações em caderneta própria para que o plotador registrasse a informação de sondagem e posição na Folha de Sondagem. Ao final do dia, o Chefe do Departamento de Hidrografia apresentava ao Comandante, que é o Chefe da Comissão Hidrográfica, o resultado do trabalho. Nessa apresentação podiam ser mantidos ou alterados os parâmetros do levantamento, fruto dos resultados até então alcançados.

À noite ou no dia seguinte ocorria o processamento dos dados coletados. Os dados de posição eram verificados e lançados em uma Folha de Plotagem ou na própria Folha de Bordo, os ecogramas eram “amaciados”, ou seja, avaliava-se se o fundo registrado no ecograma era consistente ou falso e registravam-se os fundos intermediários entre registros do ecograma na caderneta correspondente. Os maregramas, que continham as alturas de marés observadas, eram verificados e, em seguida, suas informações eram lançadas no Digrama de Redução de Profundidades (DRP). As informações de terra, como contorno do litoral, altitudes e posição dos auxílios à navegação eram confrontadas com as informações existentes e lançadas nas Folhas de Bordo.

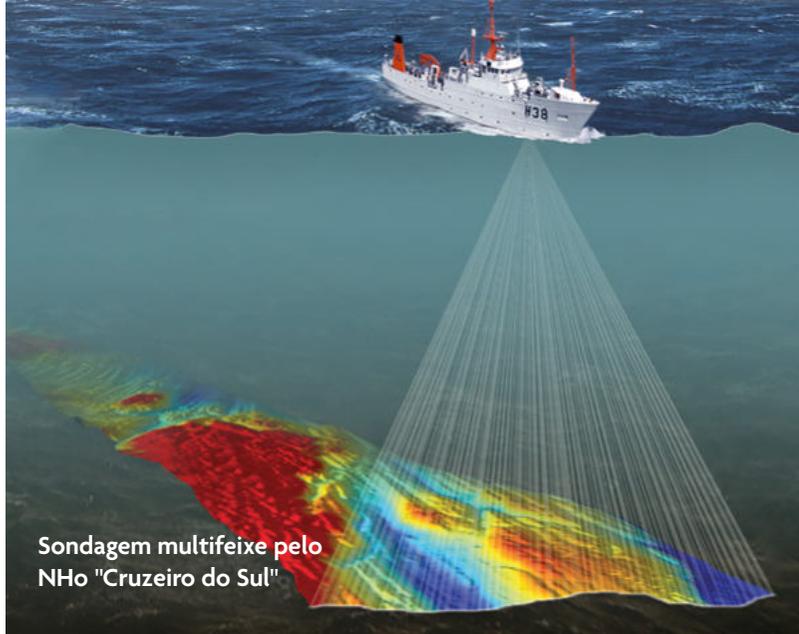
Dependendo da complexidade do levantamento e da área levantada, o número de atividades poderia ser ainda maior. Esse é o motivo de tais levantamentos ocorrerem em períodos não inferiores a três meses. Por fim, havia um procedimento que era cumprido por oficiais e praças para validação das informações coletadas em um levantamento hidrográfico. Todas as cadernetas possuíam os seguintes campos para preenchimento: feito por, verificado por e conferido por. A caderneta ou modelo de cálculo que não tivesse um desses três campos preenchidos não era válida.

Portanto, adotava-se metodologia similar à do século anterior. Porém, com a possibilidade de se coletar uma quantidade maior de dados, fruto da evolução tecnológica, as incertezas diminuíram e um melhor detalhamento das feições e objetos submersos foi alcançado.

Na década de 1990, a DHN passou a empregar sistemas de coleta de dados automáticos a bordo de seus navios para a realização de levantamentos hidrográficos. Esses sistemas assumiram o controle do intervalo de gravação dos dados, de gravar automaticamente o registro no ecograma e no próprio sistema, de gravar a posição da sondagem etc. O registro nas cadernetas caiu em desuso, pois eram os arquivos de sondagem que continham essas informações. No processamento, a bordo, avaliava-se a posição e depois a sondagem. Dados espúrios eram eliminados. As informações das alturas de marés eram introduzidas e o próprio sistema construía a DRP. Por fim, o sistema selecionava as menores profundidades, que podiam ser plotadas em uma Folha de Bordo impressa em um *plotter* do próprio navio.

Somos induzidos a pensar que o tempo de realização dos levantamentos hidrográficos diminuiu com a introdução dos sistemas e dos novos equipamentos de medição. Como mencionado, esses levantamentos duravam em média três meses ou mais. De fato, o que observamos foi um aumento da capacidade de se coletar e processar dados, que resultam em levantamentos hidrográficos com maior acurácia, maior resolução e qualidade. No entanto, como a área levantada depende da velocidade com o que um navio percorre as linhas de sondagem e o aumento da velocidade dos navios pouco alterou, o tempo necessário continua praticamente o mesmo. A área do levantamento é que define o tempo de sua realização.

Um parâmetro importantíssimo que foi alterado é o intervalo de gravação de dados, que de-



monstra o nível de resolução das informações. Como já mencionado, o intervalo de gravação podia ser de cinco em cinco minutos, podendo ser maior ou até mesmo menor. Contudo, intervalos inferiores a cinco minutos eram muito desgastantes para serem cumpridos pela equipe de sondagem. Com o emprego dos sistemas de coleta automática, o maior intervalo de aquisição é o do GPS ou GNSS, que gera uma gravação a cada segundo. Outros sensores possuem a capacidade de gravar vinte, trinta ou mais dados a cada segundo.

Dessa forma, é possível reduzir o pessoal da equipe de sondagem, mas não a de processamento. Atualmente, as atividades cumpridas em um levantamento exigem que o pessoal de bordo possua elevada qualificação técnica para o desempenho dessas tarefas. Esse foi o motivo pelo qual a Organização Hidrográfica Internacional (OHI), juntamente com a Associação Cartográfica Internacional (ICA) e a Federação Internacional de Geômetras (FIG), instituíram

Sargento hidrógrafo interage com pesquisadores na Sala de Sondagem do Navio Hidroceanográfico "Cruzeiro do Sul"
Foto: Marinha do Brasil





Laboratório do NPqHo "Vital de Oliveira" - operação dos ecobatímetros monofeixe, multifeixe e outros sensores

CAPACITAÇÃO DE PROFISSIONAIS DE HIDROGRAFIA

A hidrografia no século 21 exige profissionais qualificados no gerenciamento e operação dos sistemas e sensores empregados em um levantamento hidrográfico. Essa qualificação, restrita aos quadros da Marinha do Brasil e a poucos profissionais que tiveram a iniciativa de realizar o Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais, é de significativa importância para o desenvolvimento do País.

Na Europa, observamos que os principais portos possuem, em sua estrutura organizacional, um escritório de hidrografia, cujos profissionais são qualificados como hidrógrafos das categorias "A" ou "B", da OHI. Diferentemente do que ocorre na Europa, no Brasil são raros ou inexistentes profissionais com capacitação em hidrografia nas instalações portuárias.

O Brasil ocupa posição entre as maiores economias do mundo, possui um litoral de mais de sete mil quilômetros de extensão e um total de 175 instalações portuárias, que incluem portos, terminais marítimos e instalações aquaviárias, que são responsáveis por 95% do comércio exterior nacional. Esses dados evidenciam a importância da hidrografia para o País.

Para reverter a falta de profissionais de hidrografia no Brasil, ações têm sido realizadas no âmbito da sociedade, tais como a criação da Sociedade Brasileira de Hidrografia (SBHidro) e o projeto do futuro curso de especialização em hidrografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF), com o propósito de fortalecer a hidrografia no País, bem como torná-la ainda mais presente nas discussões em níveis nacional e internacional. ■

REFERÊNCIAS

- FARIA, A. F. (Setembro de 2014). Aula Inaugural para a 66ª Turma do Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais. *Anais Hidrográficos 2013 - TOMO LXX*, pp. 8-16.
- MARTINS, H. L. (2014). O Século XIX. Em P. C. ADRIÃO, & H. L. MARTINS, *História da Hidrografia no Brasil* (pp. 105-120). Niterói.

dois tipos de cursos para formação de profissionais de hidrografia: curso categoria A e curso categoria B.

O Centro de Instrução e Adestramento Almirante Radler de Aquino (CIAARA), subordinado à DHN, ministra esses dois cursos no Brasil, sendo o de categoria A para oficiais e o de categoria B para as praças. O primeiro é ministrado em conjunto com o Curso de Aperfeiçoamento de Hidrografia para Oficiais (CAHO) e o segundo com o Curso de Aperfeiçoamento em Hidrografia e Navegação (C-Ap-HN).

Destaca-se que vários profissionais, não pertencentes aos quadros da Marinha do Brasil e com formação em áreas de conhecimento afins com a hidrografia, como engenharia civil e oceanografia, por exemplo, já realizaram o curso no CIAARA.

Nos idos de 1999 e 2000, os ecobatímetros de tecnologia multifeixe foram introduzidos na DHN. Destaca-se o Navio Hidroceanográfico "Taurus" que foi o primeiro meio naval a possuir esse tipo de ecobatímetro. Com essa tecnologia, passou-se a ter uma varredura com vários feixes transversais ao rumo do navio ou linha de sondagem, situação que permite alcançar a orientação técnica da OHI de se realizar a cobertura total do fundo do mar.

Esse tipo de tecnologia tem sido essencial para os trabalhos de levantamento da Plataforma Continental brasileira, executado pela Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM) no âmbito do Programa de Levantamento da Plataforma Continental (LEPLAC).

* Capitão de Mar e Guerra (RM1)