



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE OCEANOGRAFIA

ANITA GOMES OLIVEIRA

**Análise Crítica dos Levantamentos Batimétricos Categoria A:
Estudo de caso nas proximidades do TRBA e TEMADRE, municípios de
Salvador e Madre de Deus /BA**

Salvador

2016

ANITA GOMES OLIVEIRA

**Análise Crítica dos Levantamentos Batimétricos Categoria A:
Estudo de caso nas proximidades do TRBA e TEMADRE, municípios de
Salvador e Madre de Deus /BA**

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia,
Instituto de Geociências, Universidade Federal da
Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. José Maria Landim Dominguez

SALVADOR/BA - BRASIL
2016

**Análise Crítica dos Levantamentos Batimétricos Categoria A:
Estudo de caso nas proximidades do TRBA e TEMADRE, municípios de
Salvador e Madre de Deus /BA**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

José Maria Landim Dominguez – Orientador
Universidade Federal da Bahia

M.Sc. João Maurício Figueiredo Ramos
Petrobrás – U-BA

Sérgio Correia Santos
Belov Engenharia LTDA

ANITA GOMES OLIVEIRA

Salvador, 30 de maio de 2016

“Fazer, todos os dias, as mesmas coisas e esperar resultados diferentes é a maior prova de insanidade.”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por todas as bênçãos e oportunidades me concedidas ao longo desta caminhada. A minha mãe Silma e aos meus pais André e Zé, por todo amor e suporte dado durante a minha vida e elaboração deste trabalho.

Aos meus irmãos Adriano e André, por serem meus amigos fiéis mesmo na distância. A toda minha família, vó, tios, primos, sogra, cunhadas e meu sobrinho querido, por todo carinho e afeto. Ao meu namorado Rafael, pelo companheirismo e dedicação ao longo dessa jornada juntos e por trazer tanta ternura ao meu coração.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Maria Landim Dominguez, por ter aceitado o pedido de orientação. Com sua experiência e tranquilidade obtive o apoio essencial para a confecção deste trabalho.

A todos os professores do curso de Oceanografia da UFBA que transmitiram seus conhecimentos ao decorrer desses anos, em especial ao Prof. Dr. Guilherme Lessa pelo aprendizado incalculável, tanto pessoal quanto técnico, obtido nas suas disciplinas e no seu projeto de pesquisa.

Meu muito obrigado à Belov Engenharia LTDA pelo apoio e conhecimentos transmitidos durante os dois anos de estágio, especialmente os colegas do setor de Hidrografia. Sem dúvida eles foram imprescindíveis para a confecção deste trabalho.

Aos grandes amigos que fiz durante a faculdade e durante o intercâmbio na Irlanda. São amizades que sei que me acompanharão ao longo de toda vida. Meu muito obrigado às minhas amigas de infância Karyne, Loise, Morgana, Joyce, Amanda e Áquila pela amizade tão pura.

RESUMO

Os Levantamentos Batimétricos Categoria A apresentam como finalidade principal a atualização de documentos náuticos. As Entidades Executantes brasileiras de Levantamentos Hidrográficos (LH) tem encontrado nos últimos anos dificuldades adicionais em conseguir homologar tais tipos de Levantamentos perante o Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). A grande maioria das inconsistências técnicas identificadas nos levantamentos utilizando sistema multifeixe é proveniente do descasamento das fiadas de sondagem adjacentes seguida da maregrafia. Neste estudo foi feita uma análise crítica do LH de autorização 308/15, realizado nas proximidades do TRBA e TEMADRE, municípios de Salvador e Madre de Deus /Ba. Foram identificadas inconsistências nos dados batimétricos e, posteriormente, feitas algumas alterações técnicas nas fases de aquisição e processamento dos dados batimétricos com o intuito de atingir o padrão de qualidade requerido pela OHI (Organização Hidrográfica Internacional) para Levantamentos de Primeira Ordem. As principais inconsistências descritas estiveram relacionadas a erros i) de calibração do sistema multifeixe, ii) nos dados de velocidade do som na coluna d'água, iii) na maregrafia, iv) relacionados à má resposta do ecobatímetro a fundos duros e rugosos principalmente em áreas de talude e v) à falta de controle dos parâmetros de potencia e ganho associados à absorção da energia acústica pela água do mar nas condições encontradas na área de sondagem. As melhorias atingidas que proporcionaram maior qualidade nas superfícies batimétricas estiveram relacionadas a diversos fatores dentre eles i) alinhamento "em seco" dos sensores integrantes do sistema multifeixe, ii) melhor alinhamento do sensor inercial com o transdutor multifeixe na embarcação, iii) mais perfilagens da velocidade do som na coluna d'água, iv) diminuição de guinadas da embarcação no final das linhas de sondagem com o intuito de não desestabilizar o sensor de movimento, v) aperfeiçoamento do processo de calibração, vi) alteração da frequência de sondagem de 200 para 300kHz, vii) monitoramento constante dos parâmetros potência e ganho na sondagem batimétrica com o intuito de diminuir ruídos e distorções do feixe, entre outros. O LH analisado ainda não foi concluído e, portanto, ainda não foi homologado pelo CHM. Assim, recomenda-se a complementação desse estudo afim de validar as observações e alterações técnicas realizadas como sendo eficazes no processo de realização e aprovação de Levantamentos Categoria A com o sistema multifeixe utilizado.

Palavras chave: Batimetria, categoria A, multifeixe.

ABSTRACT

Bathymetric surveys Class A have as main aim nautical charts update. Brazilian Performers Company of hydrographic surveys has been found in the last years additional challenges to homologate these kinds of surveys towards Navy Hydrographic Center (CHM). The major part of the techniques inconsistencies identified in the surveys using multibeam system is from mismatching of the next survey lines following tide issues. In this study, it has done a critical analyse of the hydrographic survey 308/15 that was accomplished in the vicinities of TRBA and TEMADRE, Salvador and Madre de Deus city, state of Bahia. It was identified some problems in the bathymetric data and later, it has done some technical changes in the acquisition and process steps of the bathymetry in order to reach the IHO requirements for Order 1a surveys. The main problems described were related to i) multibeam system calibration mistakes, ii) sound velocity data trough water column, iii) tide issues, iv) related to a bad response of the echo sounder in rough and rocky seabeds mainly in vertical areas, and v) the bad control of power and gain values associated to the seawater absorption found in the survey area. The acquired improvements that lead to more quality in the bathymetric surfaces were related to several factors such as i) multibeam sensors alignment at dry dock, ii) better alignment between the inertial sensor and multibeam transducer at the vessel, iii) more sound velocity profiling in the water column, iv) less acceleration and yaw in the end of survey lines in order to maintain the attitude sensor stabilized, v) calibration process improvement, vi) survey frequency change from 200 to 300kHz, vii) real time monitoring of power and gain in the survey time in order to decrease noise and distortion of the beams, etc. The analyzed survey was not concluded yet and, therefore, it was not homologated as well. So, it is recommended the complementation of this study in order to validate the observations and technical changes done as being effective in the process of acquisition and approval of Surveys Class A with the multibeam system used.

Keywords: Bathymetry, class A, multibeam.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Requisitos mínimos dos Levantamentos Hidrográficos. Adaptado das Especificações Técnicas do Instituto Hidrográfico de Portugal, 2008.	17
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Numero de Autorizações Cat A e B para execuções de LH desde 1998 a 2015. Fonte: 3º Workshop sobre Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos – NORMAM-25 apresentada pelo Capitão de Corveta Caúla, 2015.	12
Figura 2 - Carta raster DHN nº 1107 - baía de Todos os Santos Parte Oeste.....	20
Figura 3 – A batimetria multifeixe (Canelas, 2012)	21
Figura 4 - Atitude da embarcação de sondagem, mostrando os movimentos de proa, roll e pitch (OHI, 2005).	24
Figura 5 - Perfis batimétricos mostrando descasamento das fiadas adjacentes. A - Erro de calibração de Heave, Pitch ou Latência. B - Erro de calibração do Heave. C - Erro de calibração do Roll. D - Erro de calibração de Yaw. Fonte: CHM, 2015.....	26
Figura 6 - Perfis de ensonificação dos feixes em situações de medição incorreta dos perfis de velocidade do som na coluna d'água (NORMAM-25, 2014).....	27
Figura 7 - Gráfico da Incerteza Vertical Total permitida pela OHI de acordo com a profundidade para cada Ordem de Levantamento Batimétrico.	29
Figura 8 - Localização do Levantamento Hidrográfico realizado nas proximidades do TRBA e TEMADRE (polígono amarelo na imagem inferior). Fonte da imagem: Google Earth.....	31
Figura 9 - Localização das estações maregráficas do Porto Madre de Deus - 40118 e Ilha de Itaparica - 40133. Fonte da imagem: Google Earth.....	32
Figura 10 - Exemplo de terraço de abrasão na Ilha Bom Jesus. Retirado de Dominguez & Bittencourt, 2009.....	33
Figura 11 - Rebocador Estela - embarcação utilizada para aquisição dos dados batimétricos analisados neste trabalho.	35
Figura 12 - Área do levantamento hidrográfico (poligonal cinza) subdividida em 10 subáreas (poligonais rosas) de modo a facilitar o planejamento e execução das linhas de sondagem.	36
Figura 13 - Fotografia tirada em frente à sub-área 1, mostrando a presença de uma superfície rugosa e irregular associada aos terraços de abrasão, características estas também encontradas na área de sondagem próxima.	37
Figura 14 - Plano de linhas do local de sondagem nas proximidades do TRBA e TEMADRE, referente às áreas 1 a 7.	37
Figura 15 - Nivelamento Geométrico realizado nas estações A) Madre de Deus e B) Ilha de Itaparica com uso de Nível Eletrônico e C) Base RTK.....	38
Figura 16 - Marégrafo digital Thalimedes do tipo boia e contrapeso utilizado para aquisição dos dados de maré.....	39
Figura 17 - Esquema de montagem do Sistema Multibeam R2Sonic 2024 integrado com IMU Applanix (Esquerda) e o SIM - Sonar Interface Module (Direita). Adaptado de R2Sonic, 2015.....	40
Figura 18 - Ecobatímetro multifeixe modelo 2024 da R2 Sonic.....	40
Figura 19 - Applanix - POS MV	41
Figura 20 - Perfilador DIGIBAR S	42
Figura 21 – Mini SVP da Valleport.....	42
Figura 22 - Planta Batimétrica temporária referente à parte do LH de Autorização nº 308/15 realizado nas proximidades do TRBA e TEMADRE.	44
Figura 23 - Mapa batimétrico da área 1 do LH.....	45

Figura 24 - Mapa batimétrico da área 2 do LH.....	46
Figura 25 - Mapa batimétrico da área 3 do LH.....	47
Figura 26 - Mapa batimétrico da área 4 do LH.....	47
Figura 27 - Mapa batimétrico da área 5 do LH.....	48
Figura 28 - Mapa batimétrico da área 6 do LH.....	48
Figura 29 - Mapa batimétrico da área 7 do LH.....	49
Figura 30 - Modelo Digital do Terreno das subáreas 1 a 7 da área de estudo. As profundidades na escala de cores variam entre 0 e 50,5 metros.....	50
Figura 31 - Perfis batimétricos (esquerda) e suas respectivas localizações na superfície de sondagem da área de estudo (direita). A – Perfil batimétrico com aproximadamente 1,0 metro de descasamento com a fiada adjacente causando degrau na superfície de sondagem. B – Perfil batimétrico com espessura de aproximadamente 30 cm, evidenciando grande penetração do sinal acústico no solo marinho. C – Superfície de sondagem com aparência rugosa e perfil batimétrico ondulado provavelmente devido a erro de calibração do sistema multifeixe. D – Perfil batimétrico com feixes “sorrindo” próximo ao nadir.....	52
Figura 32 - Perfil batimétrico (lado esquerdo) da área 2 mostrando o grande descasamento das fiadas adjacentes verificado apenas na região de fundo rugoso e irregular visualizado na superfície de sondagem (lado direito). Essa parte de descasamento está localizada de 30 a 40 metros de profundidade e apresenta 40 metros de extensão.	53
Figura 33 - Mapa de desvio padrão das áreas 1, 2 e parte da 3. A escala de cores representa desvios de 0 (cores quentes) a 2 metros (cores frias).	54
Figura 34 - Procedimento de alinhamento dos sensores na haste metálica, através de prumos e nível de bolha para posterior montagem na embarcação.....	55
Figura 35 - Exemplo de perfis batimétricos da mesma área levantada antes e após a implementação dos procedimentos descritos. Observa-se o bom casamento entre as fiadas adjacentes no levantamento mais recente.....	57
Figura 36 - Perfil batimétrico da área 1 mostrando perfeito casamento das fiadas adjacentes ao longo de todo o talude (11 a 25 metros de profundidade). Sua localização está indicada pela seta vermelha na imagem da esquerda.....	58
Figura 37 - Perfil batimétrico da área 1 com perfeito casamento das fiadas adjacentes ao longo de todo o talude que inicia em aproximadamente 21,5m, sobe até 16m e depois desce novamente até 28m de profundidade.....	59
Figura 38 - Perfil batimétrico da área 3 com perfeito casamento das fiadas adjacentes ao longo de todo o talude (feição canalizada que vai de 8 até pouco mais de 14m formando uma depressão com 50m largura na parte mais profunda).....	59
Figura 39 - Perfis batimétricos da área 2 mostrando o descasamento das fiadas na região onde o talude parece possuir uma maior rugosidade (Imagem superior). Entretanto, na mesma margem do talude, em área vizinha, onde o fundo aparenta ter uma superfície mais “lisa”, as mesmas linhas de sondagem exibem um bom casamento entre as fiadas adjacentes (Imagem inferior).....	62

SUMARIO

1. Introdução	12
1.1. Classificação dos Levantamentos Hidrográficos.....	15
1.2. Cartas Náuticas.....	18
1.3. Levantamento Batimétrico.....	20
1.3.1. Planeamento e etapas iniciais do Levantamento Hidrográfico	21
1.3.2. Sondagem batimétrica.....	23
1.3.3. Processamento dos dados batimétricos	28
2. Caracterização da área de estudo	30
3. Metodologia	34
1.4. Equipamentos utilizados.....	39
1.5. Coleta dos dados batimétricos	42
1.6. Processamento dos dados batimétricos	43
4. Resultados	43
1.7. Mapas batimétricos e MDTs produzidos.....	43
1.8. Principais inconsistências identificadas	50
1.9. Melhorias na aquisição e processamento dos dados	54
5. Discussão	60
6. Conclusões	63
Referências bibliográficas	64

1. Introdução

O uso da técnica da batimetria multifeixe, no Brasil, tem se tornado cada dia mais comum entre as empresas que prestam Serviços Hidrográficos. Esta popularização em áreas portuárias está intimamente ligada com o crescimento do setor para a economia nacional e com o avanço do porte dos navios de transporte e carga, os quais estão cada vez maiores. Como a batimetria dessas áreas portuárias, na maioria das vezes, não acompanha o tamanho e tonelagem dos navios, verifica-se a ocorrência constante de manobras arriscadas em canais de acesso, em bacias de manobra e em berços de atracação devido ao incremento de calado (CHM, 2015; Silveira, 2004). A análise do histórico do número de autorizações para execução de Levantamento Hidrográfico (LH) no Brasil mostra um crescimento contínuo de autorizações desde 1998 até os dias atuais. Esse número acompanha a variação do PIB (Produto Interno Bruto) do Brasil. Os picos em 2012/2013, principalmente de LH Categoria A, estão associados às diversas obras de dragagens associadas ao Plano Nacional de Desenvolvimento e a queda atual está provavelmente relacionada à recessão em que o país se encontra (Figura 1).

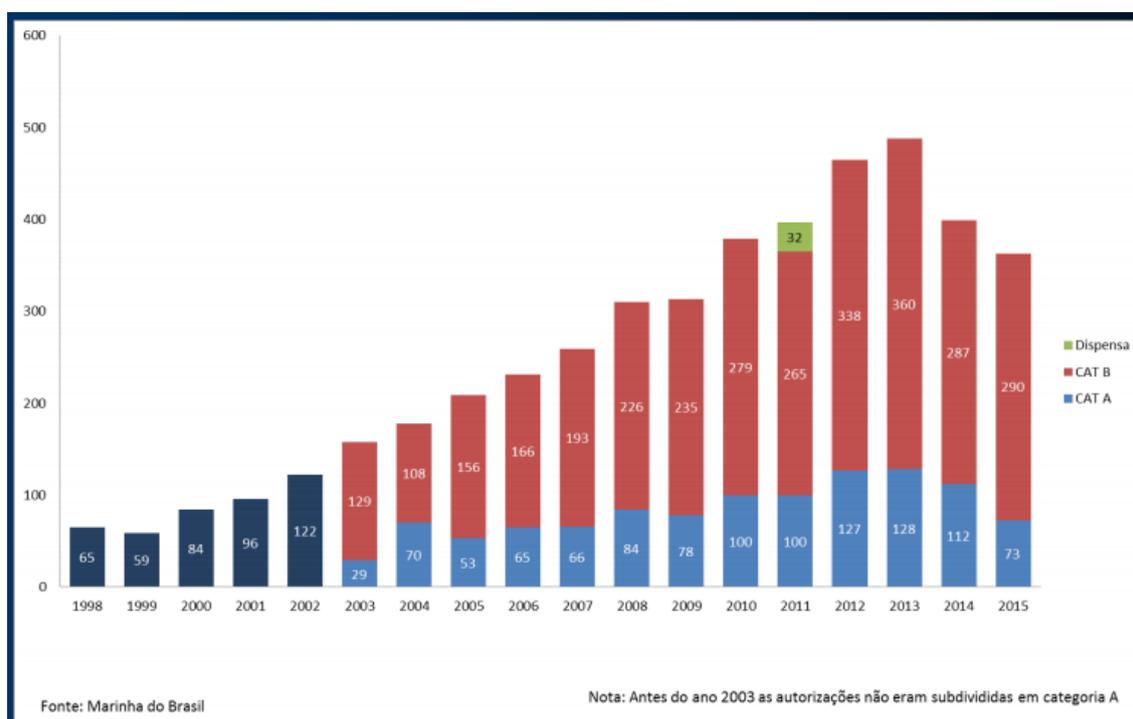


Figura 1 - Número de Autorizações Cat A e B para execuções de LH desde 1998 a 2015. Fonte: 3º Workshop sobre Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos – NORMAM-25 apresentada pelo Capitão de Corveta Caúla, 2015.

Essa nova demanda de LHs Categoria A em áreas portuárias e canais de navegação implica também na necessidade de se obter dados com elevada resolução e

altos níveis de recobrimento do fundo marinho (SOUZA E GANDOLFO, 2012). Nesse âmbito, a tecnologia multifeixe e seus processos de aquisição, tratamento e interpretação dos dados têm evoluído de forma significativa nos últimos anos juntamente com a capacidade de produção de cartas náuticas de alta qualidade visando à segurança da navegação (ERNSTSEN, *et al*, 2006). O método de imageamento do fundo marinho através desse sistema permite a criação de modelos digitais de terreno de altíssima qualidade, como um equivalente a uma fotografia aérea (COURTNEY & SHAW, 2000).

Pela definição da NORMAM-25 Levantamento Hidrográfico "é toda a pesquisa em áreas marítimas, fluviais, lacustres e em canais naturais ou artificiais navegáveis, que tenha como propósito a obtenção de dados de interesse à navegação aquaviária. Esses dados podem ser constituídos por informações da batimetria, da natureza e geomorfologia do fundo marinho, da direção e força das correntes, da altura e fase da maré, do nível das águas, da localização de feições topográficas e objetos fixos que sirvam em auxílio à navegação". À luz desse conceito, o foco deste trabalho será nos levantamentos hidrográficos do tipo batimétrico (LB).

Nas últimas décadas, a Hidrografia tem se tornado uma parte fundamental da política marítima nacional principalmente no que se refere à segurança da navegação, afetando diretamente o setor portuário e inúmeros outros aspectos também relacionados a serviços hidrográficos tais como o transporte marítimo, a gestão de zonas costeiras, delimitação de fronteiras marítimas, a exploração e aproveitamento de recursos marinhos, o turismo, a pesca, etc. Todos esses setores necessitam da utilização de documentos náuticos seguros e atualizados para um bom funcionamento, sendo parte importante da economia de muitos países costeiros por possibilitar, por exemplo, o fluxo mais eficiente de transporte de cargas de grandes navios utilizando rotas mais curtas e profundas (OHI, 2005).

A evolução da tecnologia multifeixe bem como o rigor no processo de atualização das cartas náuticas tenta sempre acompanhar a tendência de adoção de uma folga abaixo da quilha cada vez menor para os navios cargueiros quando eles estão adentrando em regiões portuárias. De forma geral, essas áreas sofrem, constantemente, alterações na morfologia de fundo que são muitas vezes motivadas pela necessidade de maior calado operacional e áreas de manobra para navios de carga, pela manutenção das rotas de navegação ou por obras diversas da construção civil, como píeres, marinas, pontes, enrocamentos, instalação de dutos subaquáticos, expansão da estrutura portuária, entre outros (SOUZA, 2006).

A alteração/manutenção da conformidade do solo marinho é feita, basicamente, através de obras de dragagem de primeiro estabelecimento e de manutenção, as quais são realizadas, mais frequentemente, em canais de acesso, bacias de manobra, barras e

estruturas de acostagem (CANELAS, 2012). Assim, torna-se fundamental a realização periódica de LH para verificação dos novos padrões morfológicos e hidrodinâmicos estabelecidos como batimetria, direção preferencial de correntes, padrões de sedimentação, presença de obstáculos à navegação, etc, e, conseqüentemente atualização das cartas náuticas locais.

Visando aprimorar os Serviços Hidrográficos das nações, a Organização Hidrográfica Internacional (OHI) está fundamentada em alguns objetivos: coordenar as atividades dos serviços hidrográficos nacionais; proporcionar maior uniformidade possível nas cartas e documentos náuticos; adotar métodos fiáveis e eficientes para aproveitamento dos levantamentos hidrográficos; desenvolver as ciências no campo da hidrografia e as técnicas utilizadas em oceanografia descritiva. A publicação S-44 OHI não contém procedimentos para a definição do equipamento necessário para a condução dos levantamentos ou para o processamento dos dados resultantes. Tais procedimentos devem ser desenvolvidos pelos Serviços Hidrográficos interessados em coletar dados que estejam em conformidade com estas especificações. Todos os procedimentos utilizados na fase de planejamento, execução e processamento dos Levantamentos Hidrográficos devem seguir as orientações da publicação M-13 *Manual on Hydrography* da OHI – 1.ª Edição, de Maio 2005, bem como os procedimentos para LH Categoria "A" previstos no Anexo I da NORMAM-25.

Mesmo considerando todas as regulamentações e especificações vigentes no Brasil, grande parte dos LH Categoria "A" vem apresentando inconsistências técnicas que fazem com que os mesmos sejam considerados impróprios pelo CHM (Centro de Hidrografia da Marinha) para utilização no processo de atualização de documentos náuticos (Capitão de Corveta Adriano Vieira, no prelo). No ano de 2015, de 75 Levantamentos Categoria A autorizados pelo CHM apenas 7 foram aprovados para atualização cartográfica e 33 já foram considerados não aproveitáveis. O restante das autorizações emitidas nesse ano (35 autorizações) ainda se encontra em análise ou o relatório final ainda não foi enviado pelas empresas. [http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-levantamento-hidrografico/arquivos/autorizacoes para levantamentos hidrograficos 2015.pdf](http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-levantamento-hidrografico/arquivos/autorizacoes_para_levantamentos_hidrograficos_2015.pdf)>. Acesso em 22 de Abril de 2016. Também no ano de 2015, apenas 6 Entidades Executantes brasileiras tiveram Levantamento Hidrográfico Categoria A aproveitado pelo CHM (Anexo I). Essa grande taxa de reprovação dos LHs resulta, na grande maioria das vezes, do descasamento das linhas adjacentes de sondagem batimétrica e inconsistências na maregrafia. Isto pode ser resultado da conjunção de diversos fatores, como o não cumprimento integral das normas técnicas existentes, a carência de equipamentos adequados ou pessoal técnico capacitado, ou a falta de Protocolos que descrevam em detalhe os procedimentos na

execução de cada LH específico em termos de equipamentos, aplicativos e embarcações utilizadas.

Quando é informada a aprovação de um LH para fins de atualização cartográfica, isto implica que o mesmo atendeu aos parâmetros da Publicação Especial S-44, “Especificações da Organização Hidrográfica Internacional para Levantamentos Hidrográficos”- 5.^a Edição, de Fevereiro 2008. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho é identificar e descrever os procedimentos necessários para que um Levantamento Batimétrico Categoria A alcance a qualidade requerida pela DHN para ser homologado, utilizando como estudo de caso o LH de autorização 308/15 (Anexo II) realizado nas proximidades do TRBA - Terminal de Regaseificação da Bahia em área que contempla suas regiões de navegação e manobra e do TEMADRE - Terminal Aquaviário de Madre de Deus, municípios de Salvador e Madre de Deus na Bahia.

Os objetivos específicos incluem:

- Determinar as etapas críticas do levantamento que constituem as potenciais fontes de erro nas fases de aquisição e processamento dos dados;
- Comparar e analisar os resultados do levantamento inicial com aqueles obtidos após a observância dos procedimentos revisados para levantamentos Categoria A.

O Levantamento Batimétrico utilizado neste estudo de caso teve como finalidades a) subsidiar a atualização das cartas náuticas DHN 1104 e 1107 (Figura 2) e b) subsidiar a reavaliação dos parâmetros operacionais de navegação de rebocadores, embarcação de apoio marítimo e navios gaseiros para o Terminal de Madre de Deus referente ao Canal de Navegação, assim como definição de calado máximo de operação. A aprovação destes parâmetros está condicionada à exigência de um LH de Primeira Ordem, considerando que o levantamento em questão resultará no mapeamento de um canal com profundidades variando entre 10 – 20 metros aproximadamente, e tráfego de embarcações cujo calado não ultrapassará 5 m (cinco metros). Dessa forma, a altura livre sob a quilha das embarcações não apresenta uma margem de segurança crítica e, portanto, o LH em questão não precisa se enquadrar num padrão de Ordem Especial.

1.1. Classificação dos Levantamentos Hidrográficos

De acordo com as Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (Normam-25) da DHN os LH são classificados em Categoria A e B. Os de Categoria A são aqueles que, por cumprir integralmente as especificações previstas na Publicação Especial n° 44 (S-44), seguem especificações técnicas capazes de fornecer dados que sirvam para o processo de atualização de cartas náuticas; que subsidiem um estudo de definição ou alteração dos parâmetros operacionais de navegação de portos e

terminais portuários; propostas de balizamento; levantamentos pós-dragagem; que georreferencie obras que se encontrem às margens das Águas Jurisdicionais Brasileiras como pontes, dutos submarinos etc.; que posicionem pontos notáveis e sinais de auxílio a navegação e quaisquer outras finalidades que possam interferir na segurança da navegação. Os LH de categoria B são aqueles executados sem o propósito de produzir elementos que sirvam para atualização de documentos náuticos.

Os LH de categoria A são divididos, de acordo com a Publicação S - 44 *Standards for Hydrographic Surveys* da Organização Hidrográfica Internacional - 5.^a Edição, de Fevereiro 2008, em quatro Ordens de Levantamento: Ordem Especial, Ordem 1a, Ordem 1b e Ordem 2. A Ordem Especial é a ordem mais rigorosa de todas e só é aplicada naquelas áreas onde a lazeira de água abaixo da quilha for de importância crítica. Nesse caso, um levantamento completo de solo marítimo é necessário e o tamanho das feições a serem detectadas através deste levantamento é deliberadamente pequeno (estruturas cúbicas com arestas superiores a 1,0m).

A Ordem 1a deve ser utilizada nas áreas onde o mar é tão raso que as feições naturais ou artificiais no leito marítimo tornam-se objeto de preocupação para o tipo de embarcação de superfície que deverá transitar na área; mas onde a lazeira de água abaixo da quilha a ser detectada é maior que a de uma Ordem Especial. Uma vez que as feições naturais ou artificiais podem, de alguma maneira, por em risco a navegação de superfície, um levantamento completo de solo marítimo é necessário. Entretanto, o tamanho da feição a ser detectada é maior que o de uma Ordem Especial – com arestas superiores a 2,0m em fundos até 40m.

A Ordem 1b destina-se a áreas com profundidades menores que 100 metros, onde uma descrição geral do leito marítimo é considerada apropriada para o tipo de navegação de superfície que transita na área. Um levantamento completo do solo marítimo não é requerido, implicando na não detecção de certas feições. Esta ordem de levantamento somente é recomendada onde a lazeira de água abaixo da quilha não é de grande importância. Um exemplo de LH enquadrado nesta Ordem é aquele de uma determinada área onde as características do leito marítimo são tais que a chance de ocorrer uma feição que coloque em risco o tipo de embarcação que navegue naquela área seja baixa.

A Ordem 2 é a ordem menos rigorosa e destina-se a áreas onde a profundidade é tal que apenas um conhecimento geral do fundo é considerado adequado. Neste tipo de levantamento não é requerida a busca total do fundo e é recomendado para áreas de profundidades superiores a 100 m. Nessas profundidades, é extremamente improvável a existência de estruturas com dimensões suficientemente grandes e capazes de afetar a navegação de superfície.

A tabela 1 mostra os requisitos mínimos dos Levantamentos Hidrográficos das quatro ordens de levantamento (extraída das *Especificações Técnicas Planeamento, Execução e Processamento de Levantamentos Hidrográficos* do Instituto Hidrográfico de Portugal – Versão 0.0, de 2008). Nela podem-se observar os exemplos de áreas típicas de cada ordem de LH, os valores de incerteza total aceitáveis na determinação do posicionamento (*Total Horizontal Uncertainty* - THU) e da incerteza total na medição das profundidades (*Total Vertical Uncertainty* – TVU) a um nível de confiança de 95%, a capacidade de detecção de estruturas, o máximo espaçamento entre fiadas de sondagem e os métodos e equipamentos recomendados.

Os valores de máxima THU e TVU admissíveis para profundidades específicas são calculados considerando as incertezas constantes e dependentes da profundidade a um nível de confiança de 95%. Os parâmetros “a” e “b” são definidos juntamente com a profundidade “d” para cada Ordem de levantamento e posteriormente, aplicados na fórmula abaixo:

$$\pm \sqrt{a^2 + (b * d)^2}$$

Onde,

a representa a porção da incerteza que não varia com a profundidade;

b é o coeficiente que representa a porção da incerteza que varia com a profundidade;

d é a profundidade e;

b*d representa a porção de incerteza que varia com a profundidade

Tabela 1 - Requisitos mínimos dos Levantamentos Hidrográficos. Adaptado das Especificações Técnicas do Instituto Hidrográfico de Portugal, 2008.

ORDEM	Exemplos de áreas típicas	Máxima THU admissível (Nível de Confiança 95%)	Máxima TVU admissível (Nível de Confiança 95%)	Capacidade de detecção de estruturas	Máximo espaçamento entre fiadas de sondagem
ESPECIAL	Áreas onde o resguardo à quilha é crítico, normalmente com profundidades menores que 40m	2m	a=0,25m b=0,0075	Estruturas cúbicas com arestas superior a 1,0m	Não aplicável. Requerida busca total do fundo
1a	Áreas com	5m + 0,05*d	a=0,5m	Estruturas cúbicas	Não aplicável.

	profundidades inferiores a 100m e onde o resguardo à quilha é menos crítico, mas ainda possam existir estruturas com interesse para a navegação de superfície		b=0,013	com arestas superior a 2,0m em fundos até 40m; Em fundos superiores, aresta superior a 10% da profundidade	Requerida busca total do fundo
1b	Áreas com profundidades inferiores a 100m e onde o resguardo à quilha não é um requisito para a navegação de superfície esperada para a área	$5m + 0,05*d$	a=0,5m b=0,013	Não aplicável	3 vezes a profundidade média ou 25m, conforme o maior valor
2	Áreas com profundidades superiores a 100m, não requerendo busca total do fundo	$20m + 0,10*d$	a=1,0m b=0,023	Não aplicável	4 vezes a profundidade média

1.2. Cartas Náuticas

Um documento náutico é “uma carta ou publicação náutica editada por um governo ou sob autorização de um governo, produzida pela instituição governamental competente, de acordo com os preceitos e normas da Organização Hidrográfica Internacional, da Organização Marítima Internacional e da Associação Internacional de Sinalização Marítima”, como disponível em: <www.hidrografico.pt/cartografia-nautica.php>. Acesso em 09 de novembro de 2015. No caso específico do Brasil, a Diretoria de Hidrografia e Navegação, através do Centro de Hidrografia da Marinha, produz e mantém atualizados os documentos náuticos.

Visando o auxílio à navegação, as cartas náuticas apresentam um sistema de coordenadas que possibilita a localização dos pontos a serem representados. Esse Sistema de Coordenadas Geográficas tem como unidade de medida os graus, minutos e décimos de minutos e divide em uma malha a superfície da Terra, representando como eixos principais

o Equador e o Meridiano de Greenwich. O sistema de projeção utilizado nas cartas brasileiras é a Projeção de Mercator, onde as pequenas áreas representadas mantêm grande fidelidade de direção e dimensões (Oliveira & Leite, 1995).

Os documentos cartográficos resultam de levantamentos de massas d'água navegáveis como áreas oceânicas, mares, baías, rios, canais, lagos e lagoas. Fornecem informações sobre a batimetria, perigos à navegação (bancos, pedras submersas, cascos soçobrados ou qualquer outro obstáculo à navegação), natureza do fundo, fundeadouros e áreas de fundeio, auxílios à navegação (faróis, faroletes, boias, balizas, luzes de alinhamento, radiofaróis, etc.), altitudes e pontos notáveis aos navegantes, linha de costa e de contorno das ilhas, elementos de marés, correntes e magnetismo e outras informações necessárias à segurança da navegação. Disponível em: <www.mar.mil.br/dhn/chm/box-cartas-nauticas/cartas>. Acesso em 09 de novembro de 2015. Na figura 2 observa-se um exemplo de carta raster disponibilizada pelo CHM.

O objetivo principal de grande parte dos Levantamentos Hidrográficos é a obtenção de dados batimétricos que subsidiem a construção ou atualização de documentos náuticos visando sempre a detecção de feições e estruturas que afetem a segurança da navegação. Em termos de navegação marítima e gestão de tráfego, a importância da atualização de documentos náuticos reside na determinação de profundidades críticas em áreas portuárias, berços de atracação e canais de navegação. Nesse âmbito, o comércio e as indústrias marítimas necessitam de cartas náuticas atuais e de boa qualidade para que se estabeleçam de forma segura e lucrativa nas nações costeiras (IH, 2005).

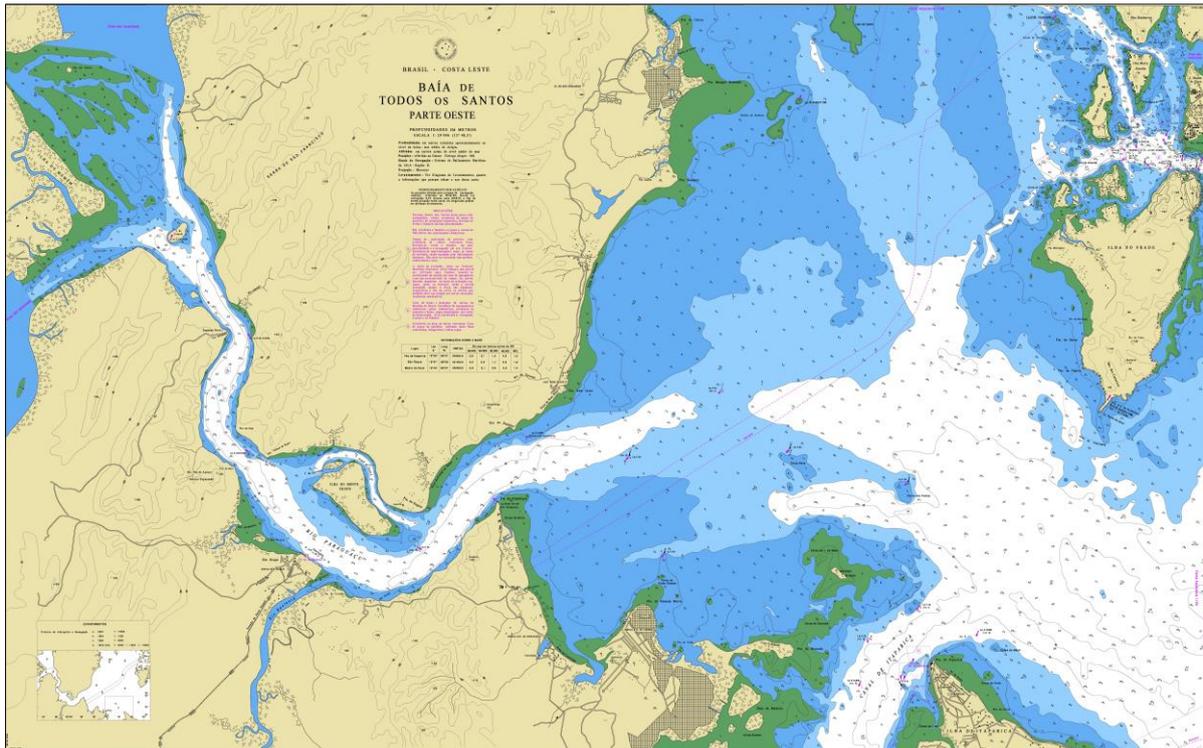


Figura 2 - Carta raster DHN nº 1107 - baía de Todos os Santos Parte Oeste

1.3. Levantamento Batimétrico

O Levantamento Batimétrico é a parte do Levantamento Hidrográfico voltada para a investigação do solo marinho no que diz respeito a suas profundidades e feições, sendo considerado o mais tradicional método acústico de investigação de áreas submersas (Souza, 2006). O levantamento batimétrico do tipo multifeixe permite 100% de recobrimento do fundo marinho, sendo então possível associar a cada feição um valor de profundidade. O transdutor é orientado de forma que a transmissão de um único feixe se dá em forma de leque, estreito na direção proa-popa e largo na direção bombordo-estibordo (Figura 3). O método de sondagem multifeixe é atualmente o mais avançado e eficiente meio para obtenção de observações remotas e caracterização do fundo marinho.

Em geral, um sistema multifeixe é composto por um ecobatímetro multifeixe, sensor de movimento, perfiladores acústicos, antena giroscópica e receptor DGPS. O sistema consiste em conectar todos os equipamentos a um computador portátil, utilizando as portas USB e LAN de modo a que o aplicativo de aquisição sincronize e armazene todos os dados, possibilitando assim o monitoramento da posição e profundidade do local por onde o barco navega em tempo real. Os sondadores multifeixe são extremamente sensíveis a erros associados aos sensores externos como os sistemas de posicionamento, os movimentos *heave*, *roll*, e *pitch* e a velocidade de som na coluna d'água (BOURILLET *et al*, 1995). Cada um destes aspectos será discutido adiante.

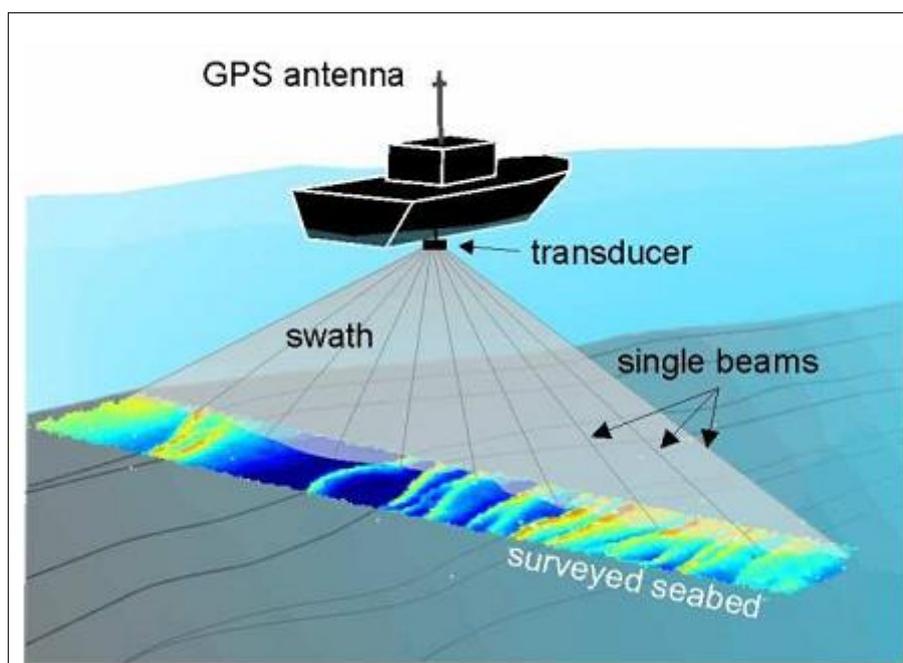


Figura 3 – A batimetria multifeixe (Canelas, 2012)

1.3.1. Planeamento e etapas iniciais do Levantamento Hidrográfico

Na fase do planeamento é elaborada a Proposta Técnica do LH (PTLH) que deve conter todas as especificações e orientações técnicas para a execução do LH, tais como o espaçamento entre as fiadas, a orientação das fiadas, a tolerância no espaçamento das fiadas, as fiadas de verificação, o espaçamento dos dados, entre outros. Tais especificações levam em consideração fatores como a Ordem do LH, os equipamentos e métodos disponíveis e a importância da área, sempre obedecendo à tabela de requisitos mínimos dos Levantamentos Hidrográficos (IH, 2008).

Na etapa de planeamento das fiadas de cobertura deve-se assegurar que elas estão orientadas de modo a abranger as isóbatas presentes na área segundo ângulos entre 45° e 135° . As fiadas de verificação são aquelas que permitem a determinação do efeito dos erros decorrentes, por exemplo, da medição de maré e da velocidade de propagação do som na água e devem ser orientadas perpendicularmente às fiadas de cobertura. Durante a execução do LB, a embarcação irá percorrer as fiadas planejadas com o auxílio do aplicativo de aquisição e navegação, permitindo visualizar os dados de posicionamento e profundidade em tempo real bem como o andamento da linha a ser percorrida (CANELAS, 2012).

Os requisitos de densidade, cobertura e exatidão dos dados bem como a redundância e as taxas de sobreposição serão determinados pelo propósito do

levantamento batimétrico (OHI, 2005). No caso específico do LH analisado neste trabalho, que é de Primeira Ordem e, portanto, visa à cobertura total de fundo, a densidade de dados é de suma importância visto que se deve assegurar a localização de objetos e/ou obstruções à navegação.

No processo de confecção das Instruções Técnicas (ITs) avaliam-se alguns pontos como: os limites do levantamento, a resolução e requisitos dos dados e data-alvo para conclusão do serviço. Nessa etapa inicial do LH também é feito o estudo do método de controle do posicionamento juntamente com a exatidão esperada, onde é escolhido, dentre outros fatores, o Sistema Geodésico de Referência (*Datum*) a ser empregado, o qual deve ser o WGS-84 ou SIRGAS2000 e o *datum* vertical utilizado para as marés. As fichas de Descrição de Estação (F-21) devem estar atualizadas com o intuito de evitar o fornecimento de informações obsoletas na etapa de reocupação da estação maregráfica.

Após a recepção das ITs, é realizada uma compilação de algumas informações úteis sobre a área do LH como velocidade do som na água, climatologia, dados de claridade de água, dados de levantamentos anteriores e informações constantes nas listas de luzes, roteiros, avisos aos navegantes e condições meteorológicas (OHI, 2005). No caso específico de LH Categoria A, onde um alto nível de qualidade é requerido, é extremamente importante a checagem do fluxo de embarcações na região de interesse com o intuito de evitar períodos de tráfego intenso pois o ruído das embarcações compromete fortemente a qualidade dos dados. Outro fator não menos importante é a checagem das condições atmosféricas e oceanográficas locais considerando-se que o melhor sensor de atitude da embarcação não é capaz de filtrar dados de mar revolto (CHM, 2015).

Na fase de reocupação da estação maregráfica é realizado o nivelamento e contranivelamento entre as Referências de Níveis (RN) padrão DHN presentes na estação e o topo da régua maregráfica instalada. O nivelamento geométrico é efetuado obrigatoriamente por caminhos diferentes e permite determinar a diferença de alturas entre as RNs e a régua de marés. O CHM recomenda que se faça pelo menos o nivelamento entre três RNs. A tolerância para o erro de fechamento dos desníveis é estipulada pelo CHM e deve ser obedecida, 8 mm para seções de nivelamento de até 1 km ou $8 \text{ mm}/\sqrt{d}$ para seções de nivelamentos maiores que 1 km, onde "d" é a extensão nivelada em um único sentido (ida ou volta), em quilômetros. Não somente o uso de uma régua de maré é suficiente para a determinação das curvas de maré na região de estudo de um LH Categoria "A", sendo necessária também a instalação de um marógrafo. No fim do processo é confeccionada uma nova ficha de estação maregráfica nos mesmos moldes das Fichas de Descrição de Estações Maregráficas (F-41) do CHM, incluindo o diagrama esquemático com as cotas dos RNs, Altitude, Nível Médio, a semi-amplitude máxima da maré e o mais importante: o desnível entre o nível de redução (NR) local e o zero da régua maregráfica. O

NR é produto das características das marés astronômicas locais e deve representar as profundidades mínimas a serem observadas (Ramos & Krueger, 2006). Dessa forma, ele é o plano de referência às quais todas as profundidades cartografadas estão relacionadas, pois assegura que os navegantes não encontrarão profundidades mais críticas que estas. As fichas de descrição de estação maregráfica das duas estações empregadas neste trabalho, Porto de Madre de Deus e Ilha de Itaparica, estão incluídas nos Anexos III e IV, respectivamente.

Previamente à reocupação da Estação Maregráfica, é importante que se faça o zoneamento preliminar com o intuito de verificar se há ou não a necessidade de se fazer o zoneamento de maré na execução do LH. Durante esse processo devem ser realizadas observações simultâneas da variação do nível do mar por um período mínimo de 3 dias de maré de sizígia nas estações maregráficas próximas aos extremos da área a ser sondada (Comandante Adriano Vieira, no prelo). Após esse estudo de propagação da onda de maré, caso seja verificada diferença acima de 10 cm de altura da maré entre as estações, são definidas as zonas de reduções batimétricas. O número de Zonas de Redução pode ser calculado em função da diferença de amplitude, pela diferença de fase e pela diferença de forma. A NORMAN 25 – Rev1 orienta que seja feita a utilização do maior número de Zonas de Redução encontradas pelos diferentes métodos. A importância desse procedimento é que os valores intermediários criados fazem com que uma determinada área de sondagem tenha seus valores batimétricos adquiridos reduzidos a uma maré específica para aquela localidade.

1.3.2. Sondagem batimétrica

Com a tecnologia vigente desde meados da década de 1990 os sensores de movimento tornaram-se parte fundamental de um levantamento batimétrico, principalmente quando se trata de Categoria A, visto que a necessidade de acurácia e precisão dos dados são maiores. Assim, os sensores inerciais ou *Inertial Measurement Units* (IMU) integrados aos DGPS, os quais realizam a medição da proa em tempo real, são responsáveis por monitorar os movimentos de atitude e arfagem (heave) da embarcação para posterior correção nos dados de posicionamento e profundidade. Dessa forma, através da remoção de variações de alta frequência oriundas de ondulação, guinadas e alterações bruscas de velocidade, e de baixa frequência, os valores de balanço/*roll*, cabeceio/*pitch*, proa/*yaw* e arfagem/*heave* são determinados. A variação de proa corresponde a rotação em torno do eixo Z, o balanço corresponde a rotação em torno do eixo X e o cabeceio corresponde a rotação em torno do eixo Y (Figura 4). Medições precisas de posicionamento dinâmico da embarcação e seu sistema multifeixe também são requeridas considerando que este é um

fator determinante no processo de coleta e georreferenciamento da batimetria (OHI, 2005; Ramos *et al*, 2007).

Mesmo com todo aparato tecnológico atualmente existente, o bom funcionamento dos sensores de movimento está intimamente relacionado a alguns fatores como, por exemplo, boas condições de mar e tempo de espera para estabilização do equipamento depois de guinadas e viradas da embarcação. Algumas situações como perda de sinal do GPS embaixo de estruturas rígidas e manobras de grande oscilação podem comprometer os resultados de compensação obtidos pelo IMU, gerando em alguns casos situações onde não são atingidas as especificações de acurácia fornecidas pelo fabricante (Dunn *et al*, 2001; OHI, 2005). Nesses casos, é necessário um tempo de espera, após o fim da guinada, de dez vezes o período de corte (limiar que estabelece a atitude da embarcação), para então poder ser retomada a exatidão das medições de arfagem. Em geral, o pós-processamento dos dados do IMU fornece uma melhoria na acurácia e confiabilidade dos dados, principalmente relacionados ao *heave* (OHI, 2005; Parker & Mallace, 2005).

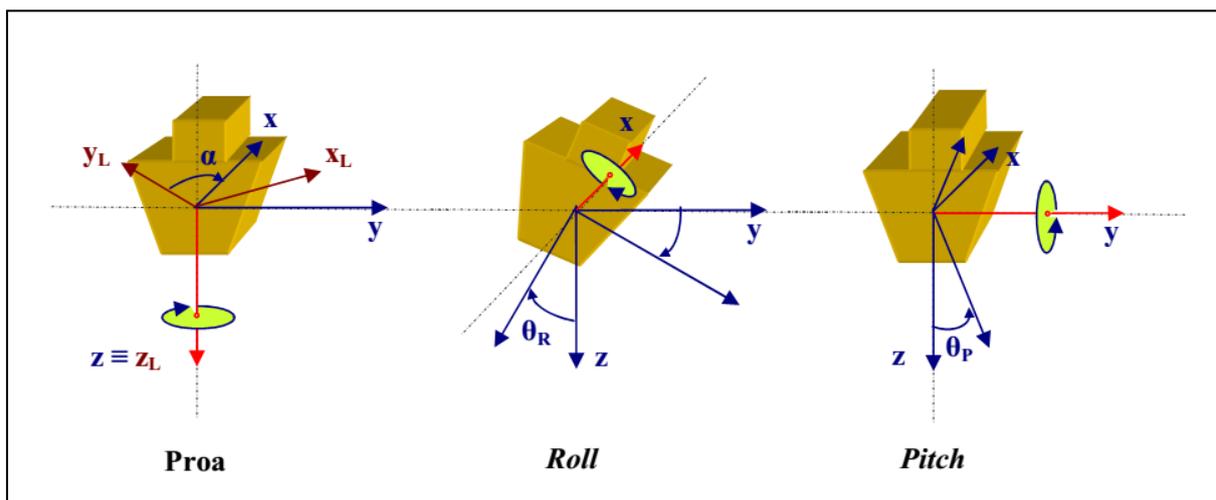


Figura 4 - Atitude da embarcação de sondagem, mostrando os movimentos de proa, roll e pitch (OHI, 2005).

Ainda assim, o monitoramento de atitude da embarcação não é perfeita e os dados batimétricos gerados apresentam incertezas relacionadas ao posicionamento (Incerteza Horizontal) e às profundidades (Incerteza Vertical). É necessário, portanto, o cálculo estatístico destas incertezas e sua posterior verificação para enquadramento da Ordem do LH de acordo com a tabela de Requisitos Mínimos de LH (Tabela 1). As fontes de Incerteza Horizontal compõem o cálculo de Incerteza Horizontal Total (IHT), a qual é a componente horizontal da Incerteza Propagada Total (IPT). E, da mesma forma, as fontes de Incerteza Vertical compõem o cálculo da Incerteza Vertical Total (IVT), a qual é a componente vertical da IPT (OHI, 2008).

Dessa forma, a incerteza associada ao posicionamento de um único feixe deve considerar as incertezas: (i) do sistema de posicionamento, (ii) da abertura e do ângulo do feixe, (iii) do caminho do feixe (o que inclui o perfil de velocidade do som), (iv) da atitude da embarcação, (v) do desalinhamento do transdutor, (vi) da localização do sensor, (vii) dos sensores de movimento de *roll* e *pitch*, (viii) dos offsets dos sensores e (ix) da sincronização temporal (latência).

Os fatores que contribuem para a Incerteza Vertical incluem: (i) a incerteza do Datum Vertical, (ii) da medição da maré, (iii) da abertura e ângulo do feixe, (iv) do caminho do feixe (o que inclui o perfil de velocidade do som), (v) da atitude da embarcação (*roll*, *pitch* e *heave*), (vi) da situação da embarcação em movimento o que inclui o *static draft* (offset vertical do transdutor do multifeixe abaixo da linha d'água), o *settlement* (movimento da embarcação para baixo devido a efeitos hidrodinâmicos quando ela se move na água causando empilhamento) e *squat* (variação vertical da embarcação à medida que uma força é aplicada para o movimento em função das diferentes velocidades usadas para a sondagem, causando um aumento ou decréscimo da profundidade registrada pelo ecobatímetro a depender do seu posicionamento na embarcação). Esse último efeito é menos relevante em embarcações menores (IHO – IOC, 2014; HYPACK, 2010; NORMAM-25, 2014; Hare, 1995).

A fim de eliminar ou pelo menos minimizar as incertezas oriundas da atitude da embarcação, a qual é uma das principais fontes de incerteza a prejudicar a qualidade dos dados, é realizado o *patch test* (calibração) antes do começo da sondagem do levantamento com sistema multifeixe ou toda vez que houver alteração na posição de algum sensor do sistema. Esse teste examina a repetição do sistema em relação a um caminho predefinido do fundo marinho. Através da comparação de gradientes e alinhamentos relativos de declividades e alvos regionais quando mapeados por diferentes direções ou velocidades, algumas inferências podem ser feitas sobre a quantidade de incertezas integradas (Clarke, 2003).

A Calibração (*patch test*) é um procedimento essencial que consiste na determinação dos desvios em *Roll*, *Pitch* e *Yaw* (proa) do transdutor e sensor de movimento e da latência do sistema de posicionamento. A latência ou atraso do posicionamento é a diferença em tempo entre o posicionamento e a determinação da profundidade. Para a determinação da latência são efetuadas duas linhas de sondagem sobrepostas, no mesmo sentido e velocidades diferentes, em um fundo inclinado. Para se determinar o desvio em *pitch* são efetuadas duas linhas sobrepostas, em sentidos opostos e à mesma velocidade, em um fundo inclinado. Para se determinar o desvio em *roll* são efetuadas duas linhas sobrepostas, em sentidos opostos e à mesma velocidade, em um fundo plano e regular. E o procedimento para determinar o desvio em proa consiste em realizar dois pares de linhas

adjacentes e recíprocas, à mesma velocidade, numa área com uma estrutura batimétrica bem definida, por exemplo, um baixio. Na figura 5 podem-se observar alguns perfis batimétricos com descasamento das fiadas adjacentes devido à calibração indevida.

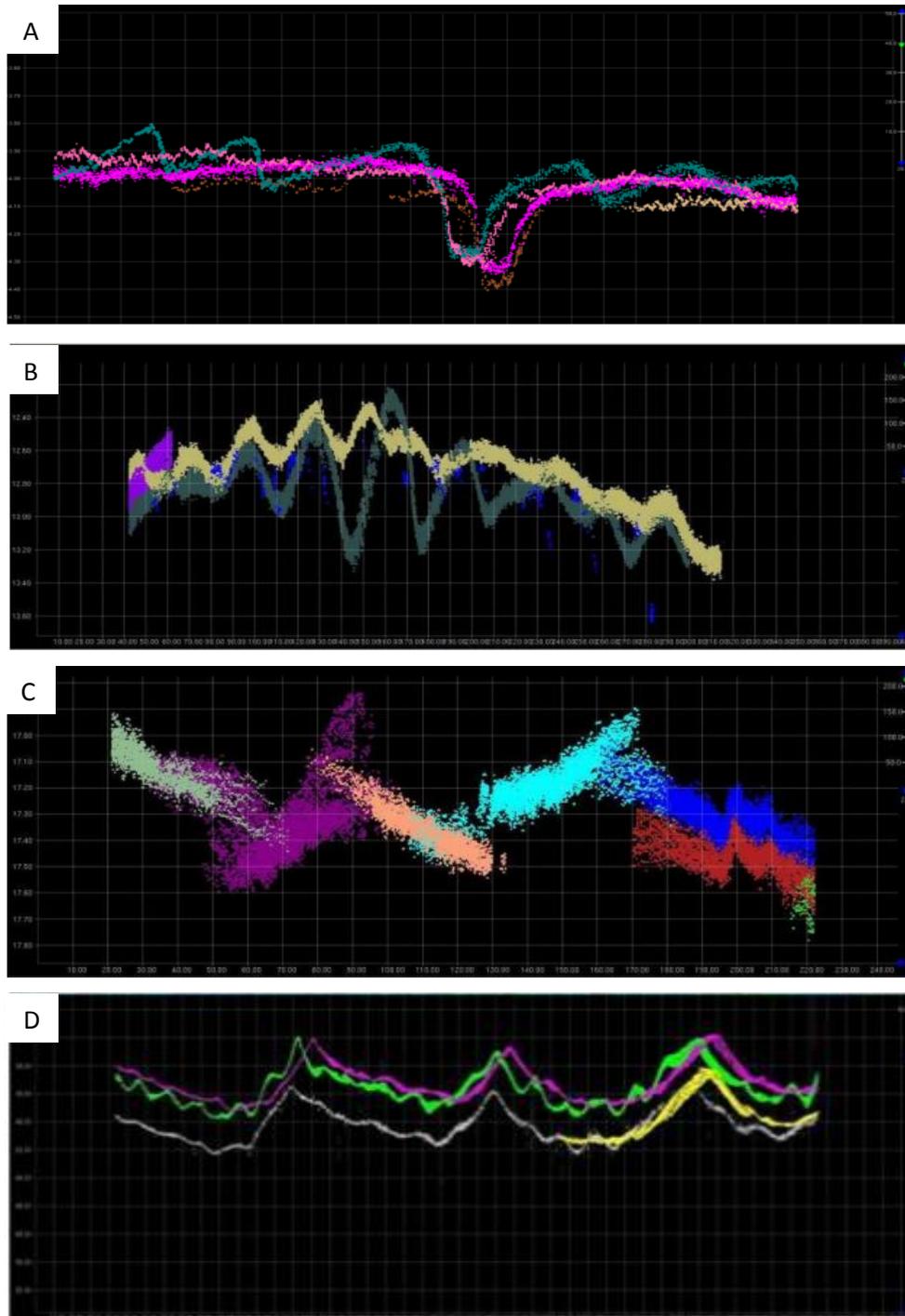


Figura 5 - Perfis batimétricos mostrando descasamento das fiadas adjacentes. A - Erro de calibração de Heave, Pitch ou Latência. B - Erro de calibração do Heave. C - Erro de calibração do Roll. D - Erro de calibração de Yaw. Fonte: CHM, 2015

Durante a fase de medição das profundidades, de fato, faz-se necessário um conhecimento prévio dos mecanismos da acústica submarina e dos equipamentos utilizados. A grande maioria dos sensores aplicados na batimetria utilizam ondas acústicas. Ao se propagarem no meio marinho elas estão submetidas a algumas outras fontes de ruído como ondas, atividade sísmica, ruído termal, vida marinha e tráfego marítimo, bem como a outros efeitos combinados de retrodispersão de energia acústica como bolhas de ar e material em suspensão. Nesse sentido, os transdutores apresentam a capacidade de concentrarem sua energia acústica em um feixe com forma cônica, sendo então refletido pelo fundo do mar permitindo a determinação da profundidade e de algumas propriedades do fundo (OHI, 2005). Assim, como as interferências citadas não são isoladas, é importante que o levantamento seja realizado em condições apropriadas de modo a se evitar ao máximo estes fatores adversos.

Algumas propriedades físico-químicas da água, a natureza do fundo marinho e a presença de partículas na coluna d'água irão afetar o comportamento dos feixes emitidos pelo transdutor, de forma a alterar as taxas de reflexão e penetração das ondas acústicas no sedimento e a direção de propagação dos feixes à medida que a velocidade de propagação do som muda ao longo da coluna d'água. Dessa forma, a escolha da frequência acústica transmitida pelo transdutor deve-se adequar ao objetivo do Levantamento e ao tipo de fundo associado para que seja controlado o alcance e a penetração da onda acústica nos sedimentos. Também é necessária a perfilagem adequada da velocidade do som. O procedimento deve ser executado desde a superfície até uma profundidade superior à máxima profundidade da área a sondar (IH, 2008) sendo subdivididos por regiões que apresentem características físico-químicas similares ou sempre que forem observados problemas de refração dos feixes externos (Figura 6). O valor médio da velocidade do som na água do mar diminui $4\frac{1}{2}$ m/s para cada 1°C de aumento da temperatura, e aumenta 1,21 m/s para cada parte por mil de aumento da salinidade e 1 m/s para cada 60 metros de aumento da profundidade, exercendo esse ultimo fator maior influencia em profundidades maiores (OHI, 2005).



Figura 6 - Perfis de ensonificação dos feixes em situações de medição incorreta dos perfis de velocidade do som na coluna d'água (NORMAM-25, 2014)

A velocidade do som na coluna d'água pode ser afetada por algumas propriedades da água do mar como temperatura, salinidade e carga de sedimentos em suspensão. A medição da profundidade é muito sensível a essas variações. Elas podem ser tanto diárias como, por exemplo, nas mudanças bruscas das temperaturas da atmosfera ocorridas durante o dia e a noite ou em estuários com grande carga de sedimentos em suspensão o que varia com o ciclo de maré, quanto sazonais, como, por exemplo, com a mudança de salinidade oriunda dos diferentes padrões de evaporação e precipitação ao longo do ano (NORMAM-25, 2014).

Na fase da sondagem dos dados batimétricos, propriamente dita, o ajuste de alguns parâmetros no decorrer de todo processo é de extrema importância para que se mantenha a qualidade dos dados ao longo de toda área à medida que as profundidades e propriedades do fundo variam. De forma geral, a qualidade dos dados com alta resolução e precisão nos registros batimétricos e conseqüentemente sua correta interpretação na fase de processamento dependem de vários parâmetros operacionais do sondador multifeixe tais como ganho, potência, comprimento do impulso, grau de abertura do feixe e frequência de sondagem. Quando é escolhida uma abertura de feixe estreita, a emissão dos feixes está concentrada gerando o aumento na resolução de feições de pequena escala. Por outro lado, uma grande abertura dos feixes é tipicamente usada para mapeamentos gerais ou de superfícies verticais como cais, barragens, quebra-mares, pilares de pontes, entre outros (R2Sonic Product Brochure, 2010).

A potência com a qual é realizada a sondagem batimétrica está diretamente associada à quantidade de ruídos existentes abaixo da superfície de sondagem. Dessa forma, com o intuito de aperfeiçoar os registros do sondador, deve-se manter em valores mínimos a potência transmitida visto que o aumento desse fator resulta em níveis mais altos de reverberação acústica, levando a um mau registro batimétrico. O ganho está ligado com a amplificação do sinal e conseqüentemente do ruído. Dessa forma, ele deve ser ajustado de acordo com o tipo de fundo e com a potência de transmissão (OHI, 2005).

1.3.3. Processamento dos dados batimétricos

Dentre os aplicativos utilizados no processamento dos dados batimétricos, destacam-se o *Hypack* da *Coastal Oceanographics*, o *Fledermaus*, o *Qinsy* e o *Caris Hips & Sips*. Este último é atualmente utilizado pelo CHM tanto para o processamento dos dados dos LH realizados pelo próprio Centro quanto para a análise dos levantamentos realizados por empresas públicas e privadas. De forma geral, independente do aplicativo utilizado, é de extrema importância que se realize um pré-processamento ainda em campo dos dados batimétricos coletados visando a verificação da qualidade dos arquivos gerados e

identificação de arquivos inconsistentes o mais breve possível, considerando que nem o melhor processamento é capaz de melhorar dados de má qualidade (Bourillet *et al*, 1995). Esse procedimento evita o arquivamento de resultados duvidosos além de gastos financeiros desnecessários com retrabalhos, considerando que a constatação de dados inseguros após a desmobilização da equipe de campo acarretará na necessidade de uma nova mobilização para a realização de um novo LH.

O enorme volume de dados produzido pelo sistema multifeixe, torna a fase de processamento uma etapa complementar de suma importância para a geração de dados aproveitáveis. Após a verificação da qualidade dos dados obtidos, segue-se a fase de processamento em gabinete. Nessa etapa, os dados são examinados minuciosamente por área ou por linhas de sondagem e então editados, de forma a eliminar os dados considerados espúrios e inserir nos arquivos de profundidade as correções oriundas de arquivos externos como dados de maré, da velocidade do som e, em alguns casos, arquivos pós-processados da correção da atitude da embarcação como o *Delayed Heave*. A utilização de filtros e suavização dos perfis deve ser bastante cautelosa e sem excessos afim de evitar a eliminação de dados reais ou até mesmo a geração de dados falsos. Ao final da edição é realizado o cálculo da IVT do Levantamento a fim de verificar a Ordem ao qual ele pode ser enquadrado. Na figura 7 pode-se verificar a IVT máxima permitida a um nível de confiança de 95% para cada Ordem de LH especificada pela OHI.

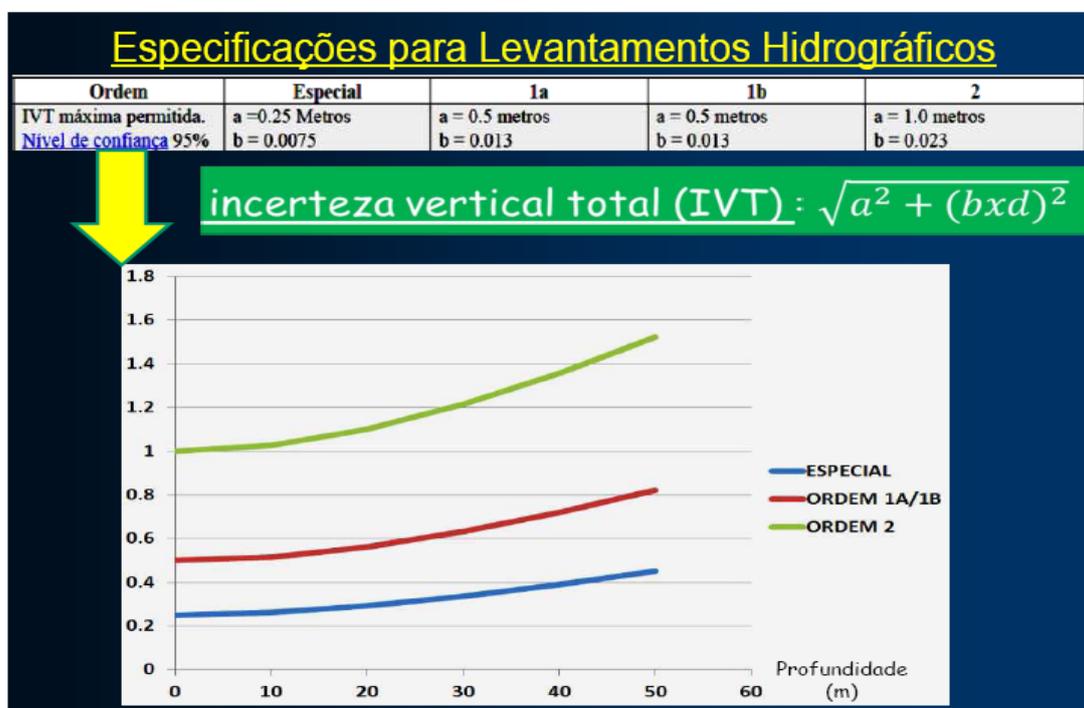


Figura 7 - Gráfico da Incerteza Vertical Total permitida pela OHI de acordo com a profundidade para cada Ordem de Levantamento Batimétrico.

O tempo gasto na fase de processamento normalmente é estimado entre duas e três vezes a quantidade de dias usados para a sondagem. Isso se dá pelo grande volume de dados obtidos e pela necessidade de grande minúcia e atenção no processo de análise e edição de dados com alto grau de complexidade. Sendo importante mencionar que a conduta utilizada nos procedimentos de campo irá influenciar diretamente na fase de processamento, visto que a margem para ambiguidade na interpretação dos dados quase sempre é oriunda de más práticas hidrográficas.

É também nessa fase que os arquivos finais são produzidos. Destacam-se os arquivos XYZ, os quais contêm as informações de coordenadas geográficas e valores de profundidades, Plantas Batimétricas, que normalmente contém cadastro topográfico para auxiliar na localização, curvas batimétricas e demais informações pertinentes e Relatório Técnico, o qual serve para facilitar a compreensão pelo Serviço Hidrográfico das etapas de processamento e resultados gerados.

2. Caracterização da área de estudo

A área de estudo apresenta uma dimensão de aproximadamente 686 hectares e sua localização dentro da baía de Todos os Santos - proximidades da Ilha dos Frades e Bom Jesus – é mostrada na Figura 8. A caracterização da área de estudo deste trabalho apresenta como foco alguns parâmetros físicos que afetam potencialmente o processo de aquisição de dados batimétricos com sistema multifeixe. Dentre tais parâmetros destacam-se a profundidade, a morfologia e natureza do fundo marinho, maré, padrões meteoceanográficos e características das massas d'água que podem alterar a velocidade de propagação do som na coluna d'água.

A carta náutica DHN nº 1107 se encontra em elaboração segundo informações disponíveis no portal eletrônico do Centro de Hidrografia da Marinha. A versão mais recente divulgada é a de 16/02/2015, onde são apresentadas as profundidades em metros, reduzidas aproximadamente ao nível da baixa-mar média de sizígia, e algumas outras informações sobre a maré e sobre medidas de precauções a serem tomadas quanto à navegação, fundeio e presença de estruturas de poços de petróleo em áreas específicas. As profundidades da área de interesse foram verificadas na carta e variam entre 0,4 metros nos bancos de areia e 32 metros no canal de navegação. As alturas de maré verificadas são referentes à estação maregráfica de Madre de Deus e estão acima do nível de redução. Os valores apresentados são de 2,8 metros na média preamar de sizígia, 2,1 metros na média preamar de quadratura, 0,9 metro na média baixa-mar de quadratura, 0,3 metro na média baixa-mar de sizígia e 1,5 metros como o nível médio do mar.

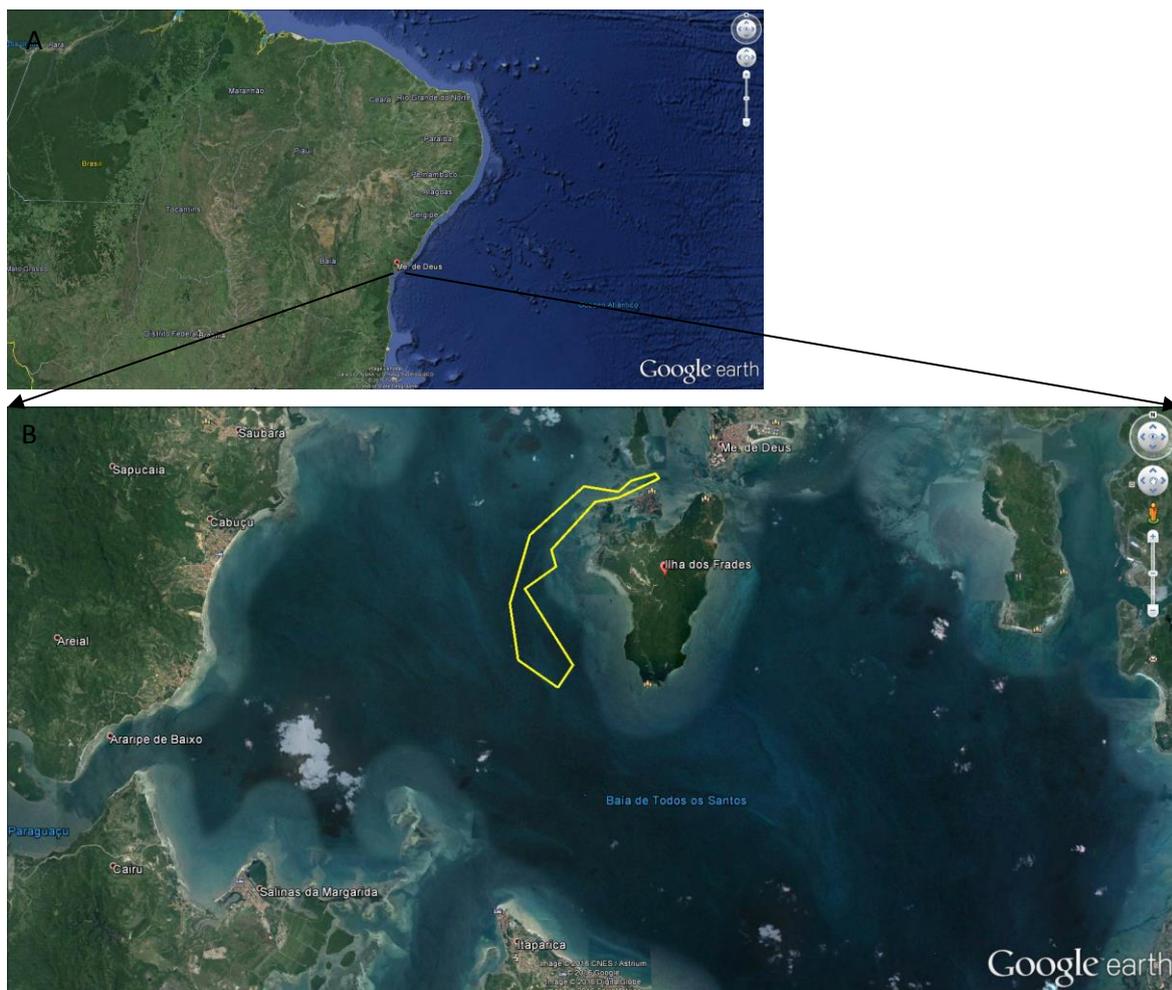


Figura 8 - Localização do Levantamento Hidrográfico realizado nas proximidades do TRBA e TEMADRE (polígono amarelo na imagem inferior). Fonte da imagem: Google Earth.

Com características de maré semi-diurna, a maré nas proximidades da área apresenta duas baixa-mares e duas preamares ao longo de um dia lunar. À medida que essas ondas adentram na baía de Todos os Santos, elas são progressivamente amplificadas e distorcidas, devido à influência da morfologia da baía (trechos estreitos, sinuosos e rasos), apresentando marés de enchente mais longas e marés de vazante mais curtas. Nas proximidades da Ilha dos Frades a altura da maré é amplificada em 30% em períodos de sizígia e 26% nos períodos de quadratura em relação à onda de maré na plataforma continental adjacente à BTS (Lessa *et al*, 2009). Essa peculiaridade faz com que seja ainda mais importante a verificação da necessidade de um zoneamento de maré para aplicação no Levantamento Batimétrico, considerando que nesse caso torna-se maior a probabilidade do Nível de Redução no local de sondagem não ser o mesmo da estação maregráfica podendo então gerar “degraus” nos dados batimétricos produzidos (Ramos, 2007). A divisão em zonas deve ocorrer sempre que for verificado desnível de 10 cm de amplitude entre as estações maregráficas (NORMAM-25). No caso específico desse estudo

de caso, essa análise é feita entre as duas estações mais próximas à área: Porto Madre de Deus – 40118 e Ilha de Itaparica – 40133 (Figura 9).



Figura 9 - Localização das estações mareográficas do Porto Madre de Deus - 40118 e Ilha de Itaparica - 40133. Fonte da imagem: Google Earth.

Assim como em algumas regiões da metade norte da baía de Todos os Santos, na área de sondagem ao norte das ilhas de Bom Jesus e de Santo Antônio observam-se lajes rochosas (terraços de abrasão) (Figura 10). Estas lajes muitas vezes se encontram parcialmente soterradas e constituem um substrato duro para uma série de organismos marinhos, tais como moluscos, algas coralináceas e corais. A ação desses organismos, em geral, contribui para a produção de biodetritos e sedimentos grossos (areias e cascalhos) os quais aparecem como manchas isoladas circundadas por sedimentos lamosos. No caso específico dessa área de sondagem, a distribuição textural dos sedimentos de fundo depositados posteriormente às lajes é basicamente de areia e areia siltosa. Nas demais áreas que seguem o canal de navegação, a predominância é de argila siltosa com trechos de areia (Lessa & Dias, 2009).



Figura 10 - Exemplo de terraço de abrasão na Ilha Bom Jesus. Retirado de Dominguez & Bittencourt, 2009.

Na baía de Todos os Santos, as temperaturas climatológicas variam entre 21°C e 22°C nos meses de julho, agosto e setembro e 30°C nos meses de janeiro, fevereiro e março. As altas temperaturas estão associadas principalmente à maior quantidade de radiação solar incidente durante o verão do Hemisfério Sul e as temperaturas mínimas estão associadas à menor quantidade de radiação incidente e à entrada de frentes frias provenientes do sul.

De forma geral, os ventos dentro da BTS se comportam como um giro ciclônico, sofrendo aceleração e um desvio no sentido horário em relação às massas de ar de um padrão de circulação de mar aberto, chegando a apresentar, na Ilha dos Frades, velocidades máximas diárias duas vezes maior do que aquelas registradas em pontos mais externos da baía. Nas proximidades da região de sondagem os ventos obedecem a um padrão diário de fortes brisas marinhas de sudeste que começam pela manhã e tornam-se mais fortes no meio da tarde, e de brisas continentais calmas de nordeste, que seguem um padrão inverso, começando à noite e intensificando-se de madrugada. Esse fenômeno é mais comum no verão, período quando é estabelecido um sistema bem definido de aquecimento/resfriamento diferencial entre o continente e o oceano (Lessa & Dias, 2009).

Em termos de umidade relativa climatológica, as maiores taxas são alcançadas em maio (83%), coincidindo com o máximo de precipitação. As menores precipitações (<150

mm) ocorrem em janeiro e setembro. O período seco na baía está associado à inibição da propagação das frentes frias pelo litoral devido, entre outros fatores, a alterações no padrão da pressão atmosférica no Atlântico Sul. Este período de grande evaporação é o mês de janeiro devido à menor umidade do ar, ao maior número de horas de insolação e, portanto, altas temperaturas. Por outro lado, com menos horas de insolação e maior umidade do ar, a evaporação atinge seu mínimo em abril e maio.

Como se localiza no interior da BTS, o clima na área de sondagem é mais árido do que na entrada da baía apresentando balanço hídrico (precipitação x evaporação) negativo nos meses mais secos. Este tipo de situação tem influência no campo de densidade das águas da baía e ocasiona reflexos na circulação residual. De acordo com Cirano e Lessa (2007), as diferenças sazonais de salinidade e temperatura na BTS geram a ocorrência de duas massas d'água características. Uma que adentra na baía nos meses de verão e apresenta temperaturas acima de 20°C e salinidade acima de 36 chamada Água Tropical. A outra é a Água Costeira, a qual se forma na baía de Todos os Santos entre Junho e Setembro e impede a entrada da Água Tropical. Esta massa d'água apresenta valores de salinidade inferiores a 36.

3. Metodologia

Os dados utilizados neste estudo foram coletados em dois períodos distintos pela empresa Belov Engenharia Ltda devido às dificuldades encontradas em alcançar o padrão de qualidade de um Levantamento Categoria "A" requerido pelo CHM. Essa dificuldade esteve relacionada, na maioria das vezes, ao descasamento das feições marinhas ensonificadas em uma linha de sondagem com as feições ensonificadas pela linha adjacente. O sistema multifeixe, a embarcação e os aplicativos utilizados (Hypack para aquisição e Caris para processamento) foram sempre os mesmos, havendo mudanças apenas na metodologia de aquisição e processamento dos dados batimétricos, as quais foram fundamentais para a execução deste trabalho. A embarcação utilizada foi o rebocador Estela (Figura 11), pois a lancha padrão do setor de Hidrografia da empresa estava em manutenção.

Na qualidade de estagiária da empresa durante o período de Agosto/2015 a Fevereiro/2016, a autora acompanhou procedimentos importantes na fase anterior à aquisição dos dados como o alinhamento em seco dos sensores na haste metálica e montagem dos equipamentos na embarcação Estela e alguns poucos dias de sondagem. Sua participação mais ativa, entretanto, foi na fase de processamento dos dados batimétricos em escritório.



Figura 11 - Rebocador Estela - embarcação utilizada para aquisição dos dados batimétricos analisados neste trabalho.

Com o intuito de facilitar o planejamento das linhas de sondagem bem como sua execução, a área total do levantamento foi dividida em 10 subáreas (Figura 12). Como cada área apresenta características distintas quanto ao tipo de fundo, profundidade e presença de áreas planas e taludes, a metodologia de levantamento utilizada variou entre estas áreas.

Nas áreas 1 e 2, devido a presença de fundo rugoso e irregular (Figura 13) foi onde a equipe técnica teve mais dificuldade, havendo a necessidade de realização de vários testes alterando frequência, abertura do feixe, velocidade da embarcação e configuração do equipamento até se obter um resultado satisfatório. As demais áreas por serem mais rasas exigiram uma abertura de feixe maior para se conseguir um recobrimento total do fundo e demandaram mais tempo para a finalização da sondagem. Entretanto, por serem áreas mais planas e menos rugosas, a sondagem foi realizada mais facilmente em termos de aquisição de perfis batimétricos de alta qualidade. A presença de bancos arenosos e afloramentos dos terraços de abrasão, em profundidades inferiores a 1m, impossibilitou a sondagem em alguns pequenos trechos.

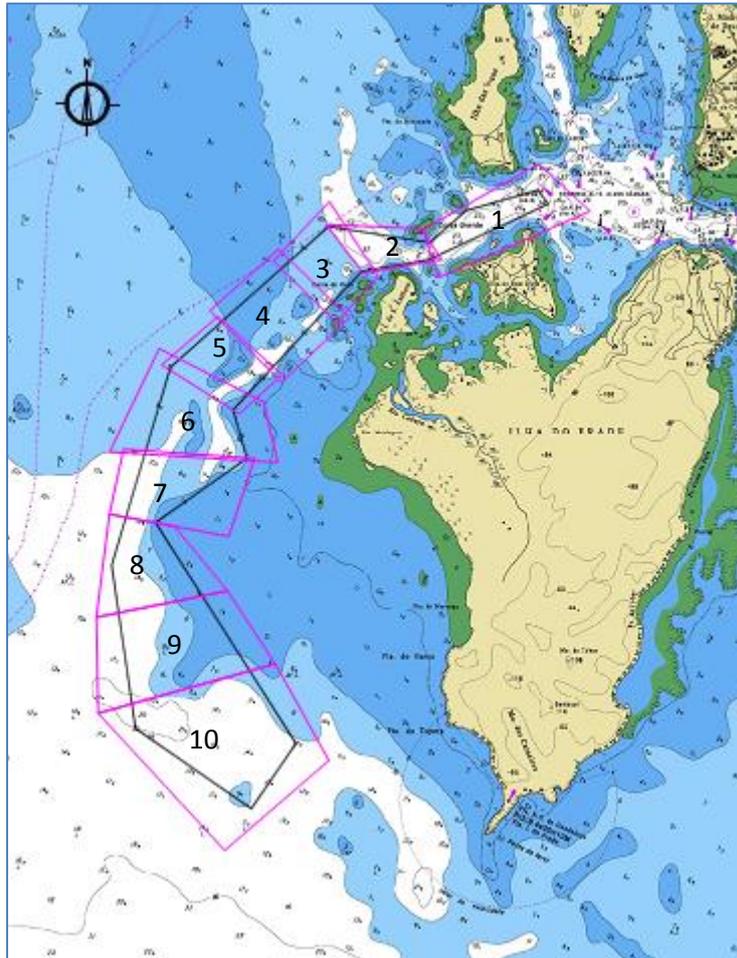


Figura 12 - Área do levantamento hidrográfico (poligonal cinza) subdividida em 10 subáreas (poligonais rosas) de modo a facilitar o planejamento e execução das linhas de sondagem.

Na figura 14 pode-se observar o plano de linhas de sondagem da área de estudo referentes às subáreas 1 a 7, as quais foram planejadas paralelamente ao canal de navegação e apresentam espaçamento de 20 metros entre uma linha e outra na área 1, 15 metros nas áreas 2 e 7 e 10 metros nas áreas 3 a 6, garantindo recobrimento total de toda área investigada. O menor espaçamento entre as linhas nas regiões mais rasas (áreas 3 a 6) é justificado pela necessidade de estreitamento da sondagem quando se requer um completo mapeamento do fundo marinho, considerando que o sistema multifeixe permite uma faixa de cobertura do fundo de cerca de três vezes a profundidade (Pereira *et al*, 2013). Dessa forma, as linhas de sondagem em águas rasas devem ser menos espaçadas que em águas mais profundas, onde uma faixa de recobrimento maior pode ser usada com qualidade. As linhas de verificação foram planejadas perpendiculares ao canal e conseqüentemente às linhas de sondagem, garantindo a sobreposição e sua finalidade em ser mais uma forma de investigação da qualidade dos dados obtidos.



Figura 13 - Fotografia tirada em frente à sub-área 1, mostrando a presença de uma superfície rugosa e irregular associada aos terraços de abrasão, características estas também encontradas na área de sondagem próxima.

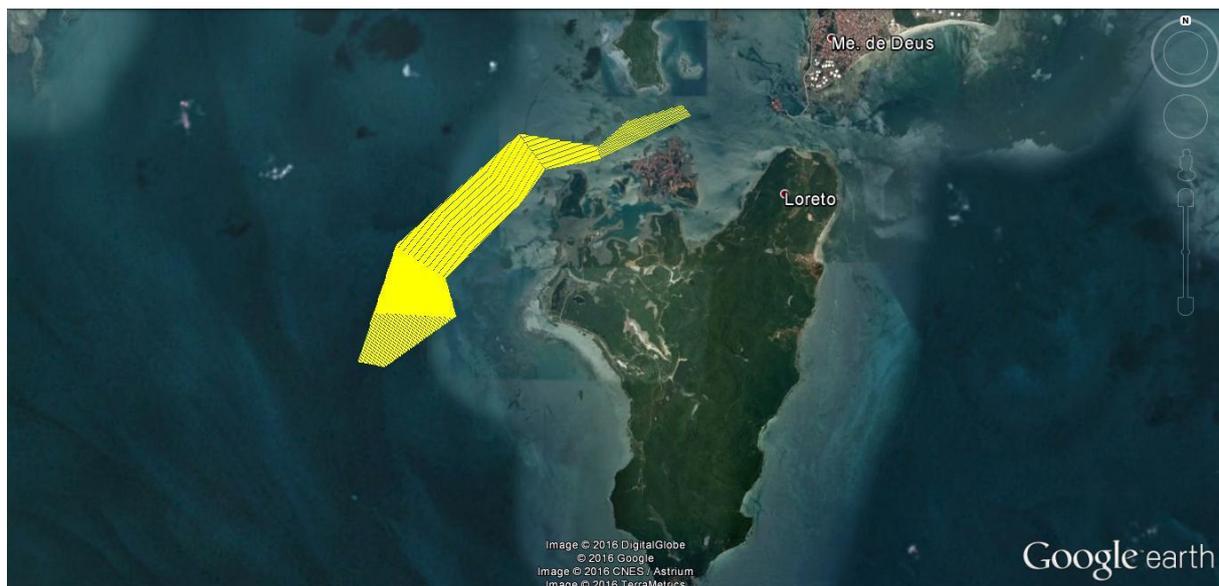


Figura 14 - Plano de linhas do local de sondagem nas proximidades do TRBA e TEMADRE, referente às áreas 1 a 7.

As aquisições dos dados de maré foram realizadas em intervalos de 10 minutos, através de marégrafos digitais (boia e contrapeso), instalados nas estações maregráficas de Madre de Deus e de Itaparica – Bahia. O nivelamento e contranivelamento das régua Maregráficas foi feito através de nivelamento geométrico com uso de Nível Eletrônico com base RTK entre as referências de níveis padrão DHN e IBGE e o topo da régua instalada nas estações mencionadas (Figura 15). O nivelamento na estação da Ilha de Itaparica foi realizado no dia 29/10/2015 (Anexo V) entre duas referencias de nível padrão IBGE e a régua maregráfica instalada e na estação de Madre de Deus no dia 30/10/2015 (Anexo VI) entre uma referência de nível padrão DHN, 3 auxiliares e a régua maregráfica instalada. Logo após a reocupação e definição da cota entre o zero da régua e o nível de redução de cada estação, foram confeccionadas novas fichas de estação maregráfica para as estações Porto de Madre de Deus (Anexo VII) e Ilha de Itaparica. (Anexo VIII).



Figura 15 - Nivelamento Geométrico realizado nas estações A) Madre de Deus e B) Ilha de Itaparica com uso de Nível Eletrônico e C) Base RTK.

O zoneamento preliminar da maré foi feito utilizando três dias de maré de sizígia com dados previstos anteriores ao início da sondagem (13,14 e 15/09/2015). Foi encontrada

uma diferença instantânea de até 11 cm de maré entre uma estação maregráfica e outra e, pela formulação de diferença de forma, de amplitude e de fase, foram necessárias a obtenção de duas zonas de maré ao longo da área do levantamento.

O Datum horizontal utilizado foi o WGS-84. A projeção adotada foi a UTM (Universal Transversa de Mercator), zona 24, meridiano central -39°. O Datum vertical adotado foi o Zero Hidrográfico da DHN. Foi utilizada correção RTK no sistema de posicionamento.

1.4. Equipamentos utilizados

Para aquisição dos dados maregráficos nas duas estações mencionadas (Porto de Madre de Deus e Ilha de Itaparica), foram instalados marégrafos digitais do tipo boia e contrapeso (Figura 16) calibrados com o zero das réguas existentes. Eles operam armazenando os dados de maré a cada 10 minutos, os quais são registrados no “data-logger” e armazenados em sua memória não volátil, para seu posterior resgate mediante sua conexão em notebook/PC.

O marégrafo digital foi instalado próximo ao cabeço mais ao sul do cais na Estação Ilha de Itaparica e no cais da Baiana na Estação Madre de Deus, mediante fixação de um tubo de PVC de 200 mm através de abraçadeiras metálicas e Plásticas (tire-up's), fornecendo assim uma boa sustentação ao tubo tranquilizador que protege a boia e suporta a instrumentação eletrônica de medição maregráfica.



Figura 16 - Marégrafo digital Thalimedes do tipo boia e contrapeso utilizado para aquisição dos dados de maré.

Para determinação das profundidades e posicionamento (coordenadas), foi utilizado um sistema multibeam composto por um ecobatímetro multifeixe integrado a um sistema inercial (Roll, Pitch, Yaw, Heave, GPS e GYRO), perfiladores acústicos e sistema de

posicionamento com correção diferencial em tempo real (RTK) para o alinhamento do sistema PPS do aplicativo HYPACK com vistas à sincronização dos dados coletados. Os equipamentos são todos conectados a um computador portátil, através de portas USB e LAN que transmitem todas as informações para o aplicativo Hypack (versão 2014), que sincroniza e armazena os dados, e possibilita o acompanhamento em tempo real da posição e profundidade ao longo da trajetória seguida pelo barco e a verificação de cobertura de 100% da área de estudo, conforme exigência da OHI.

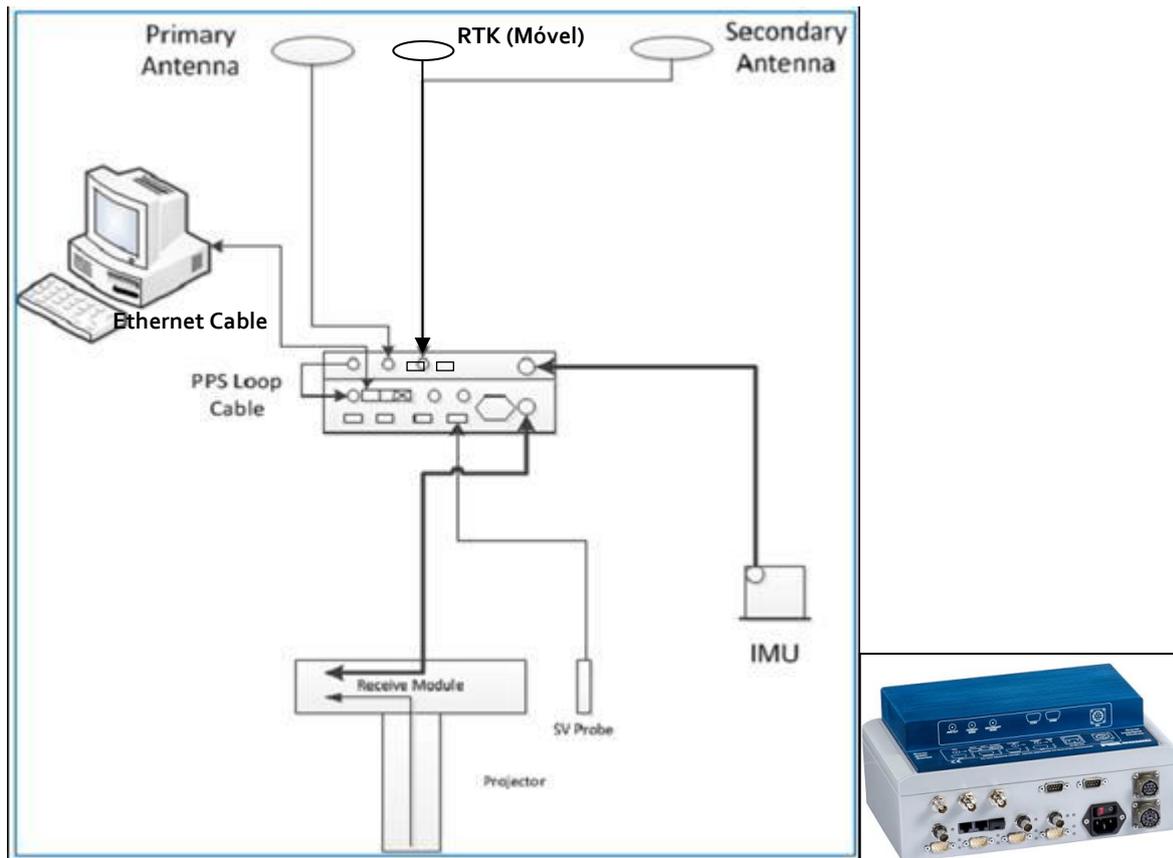


Figura 17 - Esquema de montagem do Sistema Multibeam R2Sonic 2024 integrado com IMU Applanix (Esquerda) e o SIM - Sonar Interface Module (Direita). Adaptado de R2Sonic, 2015.

Para obtenção das profundidades foi utilizado o ecobatímetro multifeixe R2 Sonic 2024 (Figura 18), cujas principais características estão descritas abaixo.

- Modelo: 2024 da R2 Sonic
- Frequência: 200 a 400 kHz ou 700kHz
- Número de feixes: 256
- Setor de cobertura: 10 a 160°
- Faixa de profundidade: até 500 m

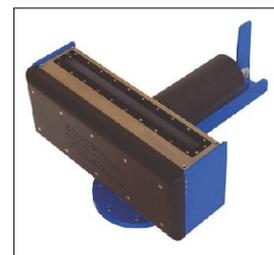


Figura 18 - Ecobatímetro multifeixe modelo 2024 da R2 Sonic

- Resolução: 1° x 2° (200 kHz), 0,5° x 1° (400 kHz) e
- 0,3° x 0,6° (700 kHz)

Para correção das coordenadas, efeitos do afastamento da proa e de balanço (atitude) da embarcação foi utilizado o sistema INS (Inertial Navigation System) composto pelo mecanismo de posicionamento e orientação Applanix Position and Orientation Systems for Marine Vessels - POS MV 320 (Figura 19). Esse sistema suporta operações de coleta de dados que necessitam de grande e robusta resolução com acurácia para georreferenciamento e mapeamento direto do solo marinho. Dados confiáveis são produzidos pelo POS MV mesmo em condições de mar severas, durante períodos intermitentes do sinal do GPS onde sua recepção está comprometida por efeitos de caminhos diversos ou às vezes quando a reaquisição rápida do sinal é essencial para garantir a qualidade do dado gerado (Applanix, 2011). O sensor de movimento *Applanix* POS MV foi testado e comparado a outros cinco sensores, de especificações e fabricantes diferentes, por Parker & Mallace (2005) e constatado que o mesmo é capaz de produzir dados dentro dos padrões de acurácia de profundidade exigidos pela OHI para LH de Primeira Ordem. Para melhorar a correção, foi utilizado o sistema de posicionamento cinemático em tempo real (RTK), que por sua vez, utiliza dois receptores coletando dados continuamente. Um dos receptores foi montado no cais da Baiana no Porto de Madre de Deus (estação base) e o outro receptor na embarcação (estação móvel). A transmissão dos dados em tempo real foi feita através de fase da onda portadora e pseudodistância da base para a estação móvel, através de rádio transmissor modelo ADL.



Figura 19 - Applanix - POS MV

Para correção das direções dos feixes do multifeixe R2 SONIC 2024, foi utilizado o perfilador Mini SVP da Valleport (Figura 20) fixado próximo ao transdutor R2SONIC 2024. E para a precisa determinação da velocidade média do som ao longo da coluna d'água e, assim calibrar o comportamento dos feixes emitidos pelo ecobatímetro em termos de velocidade e direção, foi utilizado o Perfilador DIGIBAR S (Figura 21). Este perfilador tem, de acordo com o fabricante, resolução de 0,1m/s e acurácia de $\pm 0,2$ m/s.

Essa capacidade técnica dos perfilhadores de velocidade do som são muito semelhantes aqueles utilizados por Ernstsén *et al* (2006) em suas batimetrias de alta resolução com posicionamento de elevada acurácia executadas em águas rasas. Independentemente do estado do mar ou da velocidade da corrente, a sonda do perfilador é baixada na água por um cabo e, à medida que desce coleta amostragens de velocidade do som *versus* profundidade. O princípio “*ring-around*” de medida de velocidade automaticamente compensa todas as influências, inclusive pressão, temperatura e salinidade da água. Os valores de velocidade do som na água, coletados pelo DIGIBAR S para as diferentes profundidades são transmitidos ao aplicativo *Hypack/Hysweep* durante a fase de aquisição dos dados batimétricos e também inseridos no aplicativo *Caris* na fase de processamento dos dados, como uma das formas de correção dos dados brutos.



Figura 20 - Perfilador DIGIBAR S



Figura 21 – Mini SVP da Valleport

1.5. Coleta dos dados batimétricos

O primeiro levantamento batimétrico foi realizado entre os dias 23/09 e 07/10/2015 numa área de aproximadamente 388 hectares, o que corresponde a aproximadamente 60% da área total do levantamento. A montagem do sistema multifeixe e todo o processo de calibração (*patch test*) referente à primeira etapa de sondagem foram realizados nos dias 21 e 22/09/2015. Nesse primeiro momento, a equipe técnica da Belov realizou a batimetria utilizando uma frequência de 220/240 kHz e uma abertura de feixe entre 80 e 110 graus a depender da profundidade da área (em geral a abertura do feixe aumenta a medida que a profundidade diminui) visando garantir a cobertura de 100% do fundo. O deslocamento do barco era a uma velocidade média de 5 nós.

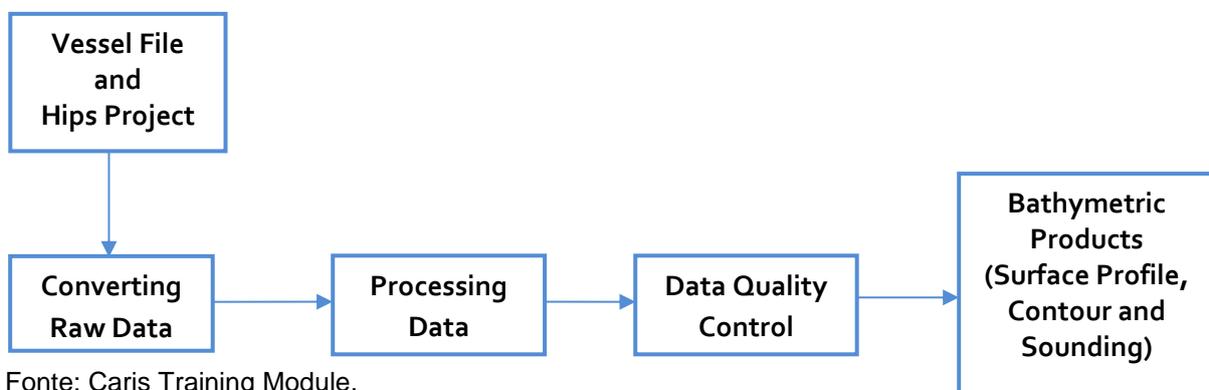
Após verificação da qualidade dos dados obtidos nesse período de sondagem e detecção de algumas inconsistências técnicas, importantes alterações foram feitas com o intuito de ajustar o sistema multifeixe para sua condição de aquisição ideal e fornecimento de arquivos que permitissem seu enquadramento na Categoria A. Assim, durante o período de 19/10/2015 a 05/12/2015 foi realizada a segunda etapa de aquisição dos dados

batimétricos. As alterações e melhorias aplicadas serão discutidas posteriormente na fase de resultados.

No dia 06/12/2015 a sondagem teve que ser interrompida devido a um acidente com o transdutor do multifeixe.

1.6. Processamento dos dados batimétricos

O processamento de todo pacote de dados batimétricos adquiridos nesse trabalho foi feito no aplicativo *Caris Hips and Sips*. Seu funcionamento consiste basicamente em 5 etapas distintas, ilustradas no fluxograma abaixo.



Para informações mais detalhadas a respeito de toda fase de processamento no *Software CARIS HIPS and SIPS* recomendo leitura adicional do manual “Caris Training Module – Multibeam Data Processing with CUBE”.

4. Resultados

1.7. Mapas batimétricos e MDTs produzidos

Por conta dos danos ocasionados ao equipamento no andamento deste trabalho, apenas 60% da área total prevista foi, de fato, levantada. Na figura 22 pode-se observar a planta batimétrica provisória confeccionada em 07/12/2015 da área já mapeada. O contorno das Ilhas do Bom Jesus, do Santo Antônio e do Frade foi retirado da carta náutica DHN nº1107 Baía de Todos os Santos – Parte Oeste. As profundidades encontradas estão referidas ao Zero Hidrográfico DHN e variaram entre aproximadamente 0 e 50 metros. O raio do xyz utilizado para confecção da planta foi de 10m e as curvas de nível (isobatimétricas) estão espaçadas de metro em metro. As figuras 23 a 29 mostram

ampliações dos mapas batimétricos para as áreas 1 a 7 do LH. Os limites de cada uma destas áreas estão delimitados pelo polígono de cor magenta. Os mapas estão em coordenadas UTM. A legenda das profundidades e convenções é padrão para todos eles.

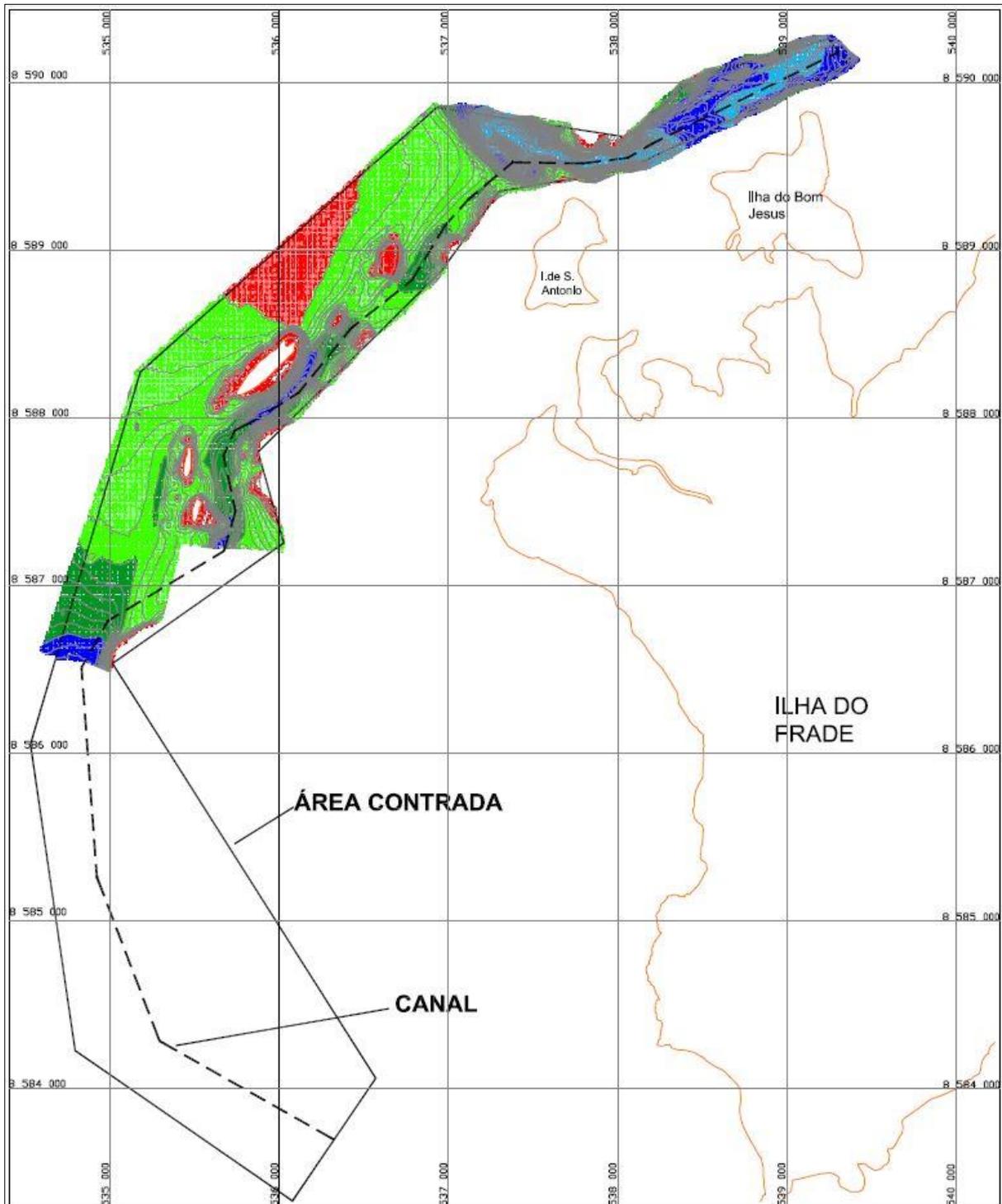


Figura 22 - Planta Batimétrica temporária referente à parte do LH de Autorização nº 308/15 realizado nas proximidades do TRBA e TEMADRE.

A área 1 (Figura 23) apresenta, em geral, profundidades entre 17 e 43 metros nas proximidades do canal de navegação e uma região de talude bem acentuado na porção sudoeste variando de 0 a 40 metros. Nas proximidades da poligonal vermelha, que delimita a área contratada, as profundidades variam entre 6 e 40 metros. A área 2 (Figura 24) é marcada em toda parte leste, por um talude bem definido e acentuado de 73 metros de largura em média com elevada declividade, e cotas entre o zero hidrográfico e 40 metros. Entretanto, a maior parte da área está abaixo de 17 metros e o canal de navegação varia de 10 a 43 metros de profundidade. As áreas 1 e 2 apresentam uma morfologia do fundo aparentemente mais rugosa que as demais o que dificulta o encaixe de linhas sondadas adjacentes. Dessa forma, o casamento entre os feixes não é adequado em alguns trechos específicos das áreas 1 e 2. Este aspecto será discutido em maior detalhe mais adiante.

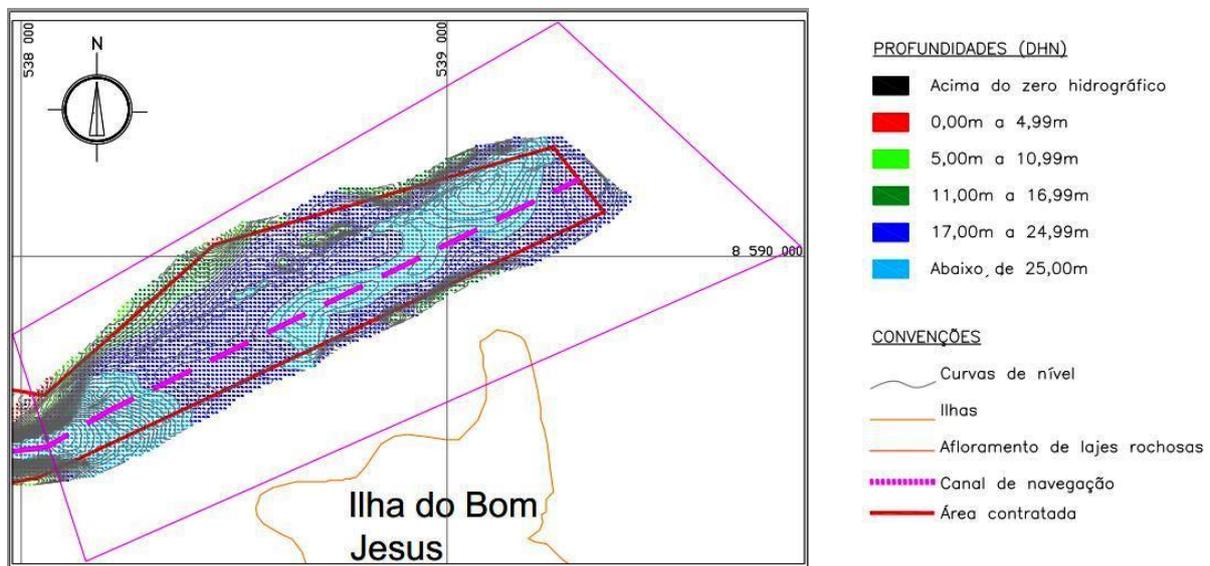


Figura 23 - Mapa batimétrico da área 1 do LH.

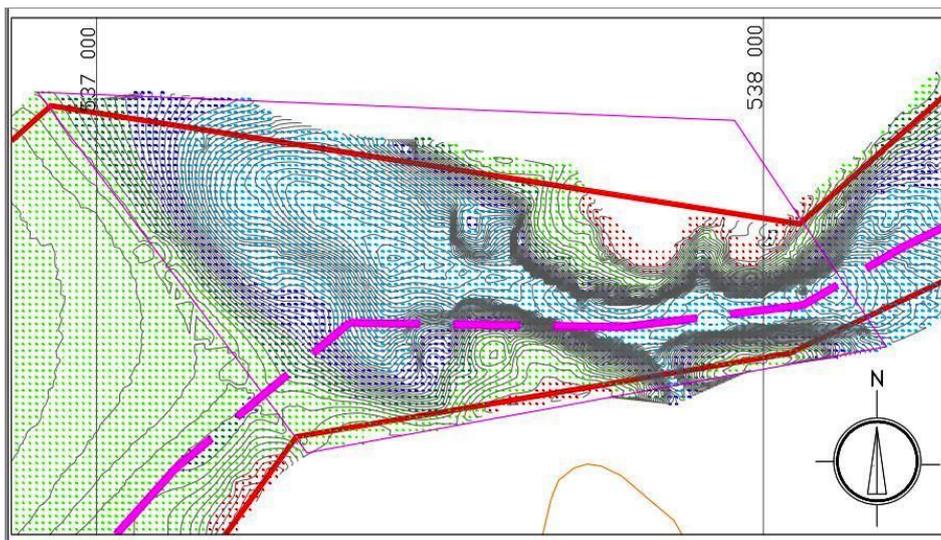


Figura 24 - Mapa batimétrico da área 2 do LH.

A área 3 (Figura 25) apresenta poucos trechos em talude e em sua quase totalidade situa-se entre 5 e 10 metros. Entretanto, verifica-se a presença de locais rasos com até 1 metro de profundidade nas proximidades da poligonal vermelha e mais fundos com até 38 metros na porção nordeste.

A área 4 (Figura 26) possui uma grande porção rasa com profundidades em torno de 4 metros na sua parte noroeste e presença de bancos arenosos (os quais podem ou não ser uma continuidade dos terraços de abrasão, amplamente presentes em frente as Ilhas do Bom Jesus e de Santo Antônio, já soterrados) que chegam até 0 metro de profundidade. O canal de navegação nessa área vai de 9 a 14 metros.

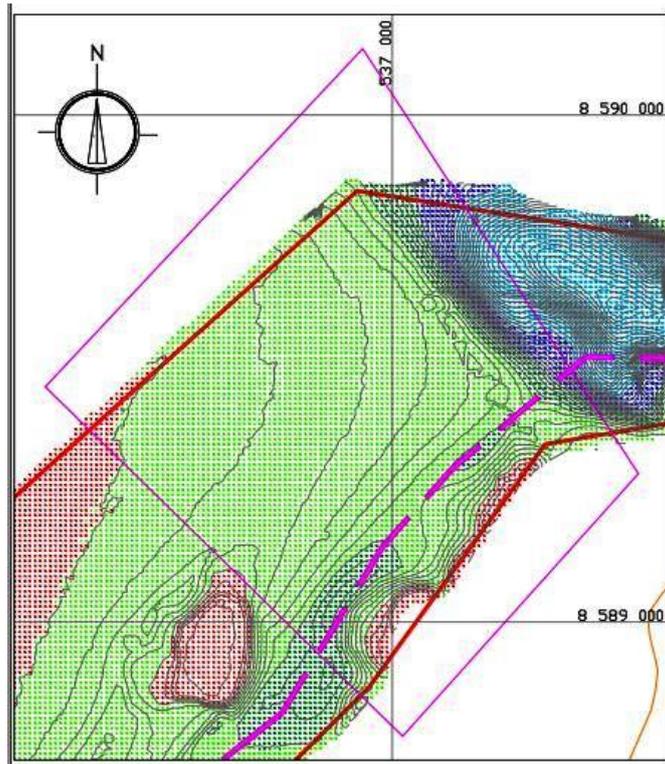


Figura 25 - Mapa batimétrico da área 3 do LH

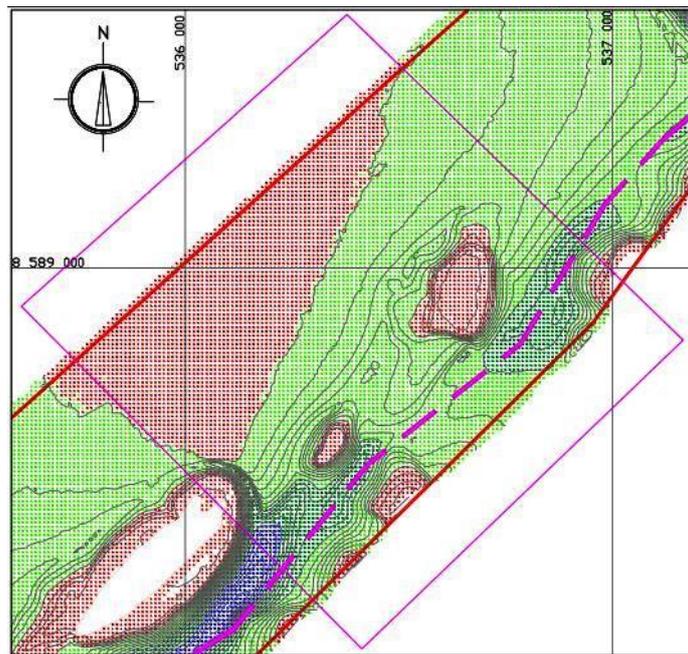


Figura 26 - Mapa batimétrico da área 4 do LH.

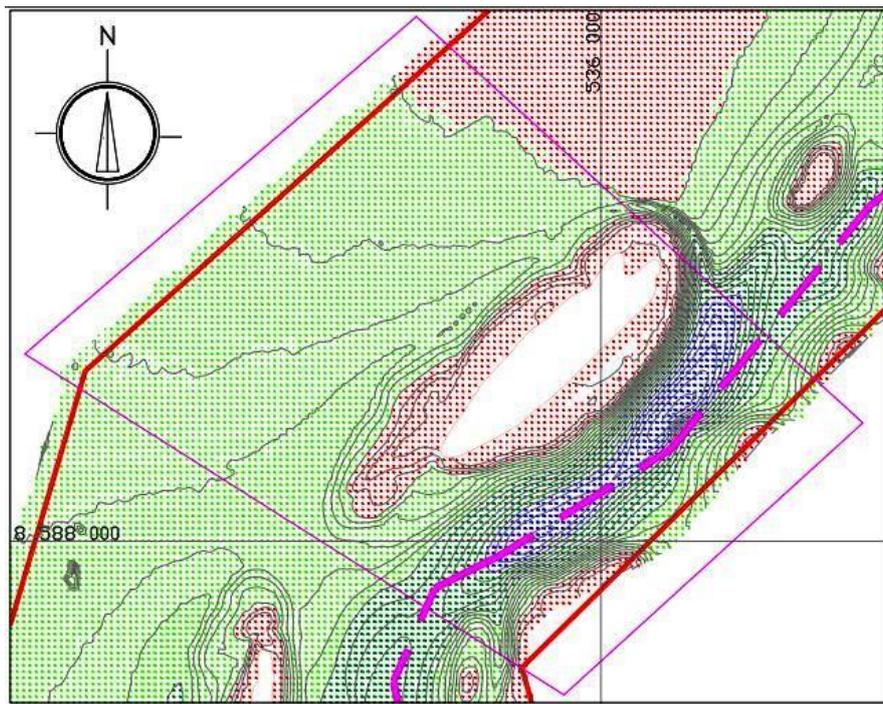


Figura 27 - Mapa batimétrico da área 5 do LH.

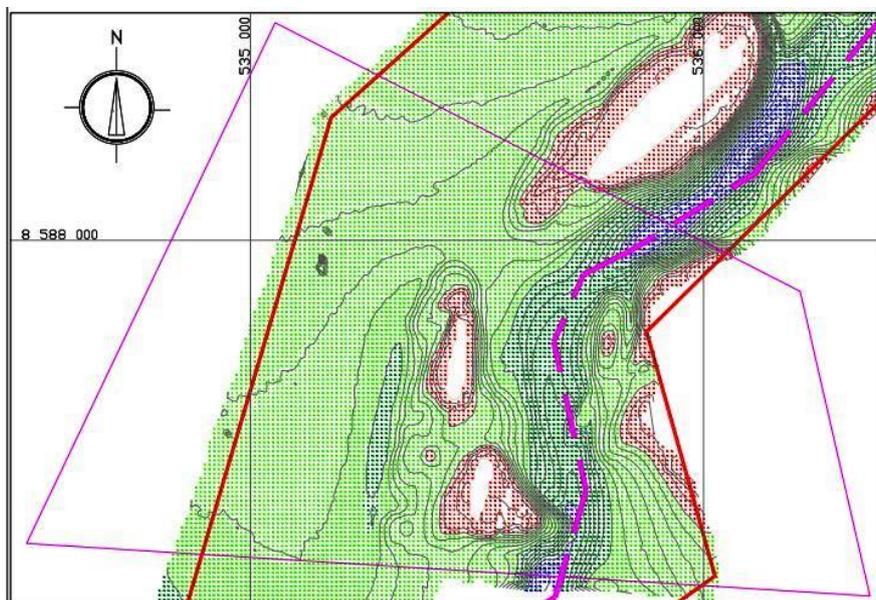


Figura 28 - Mapa batimétrico da área 6 do LH.

Na área 5 (Figura 27) aproximadamente 3,6 hectares não puderam ser sondados devido a existência de um grande terraço de abrasão. A maior parte dessa área está entre 5 e 10 metros de profundidade, mas nas proximidades do canal de navegação a lamina d'água é mais profunda, entre 13 e 20 metros.

A área 6 (Figura 28) apresenta duas pequenas regiões sem sondagem também devido à presença de pequenas lajes rochosas. A grande maioria da área apresenta profundidades entre 5 e 10 metros mas o canal possui profundidades semelhantes às da área 5.

A área 7 não foi totalmente sondada, como pode ser visto na poligonal em vermelho que delimita a área contratada (Figura 29), sendo assim nesta área o canal de navegação ainda não foi bem definido. Entretanto, percebe-se que se trata de uma área de declividades bem suaves com profundidades variando entre 2 e 19 metros.

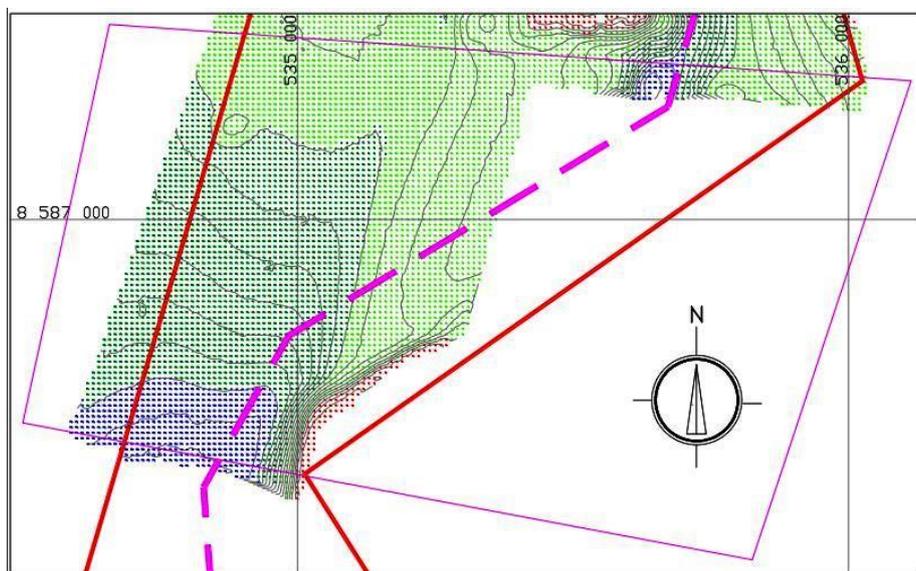


Figura 29 - Mapa batimétrico da área 7 do LH.

No Modelo Digital de Terreno (MDT) mostrado na Figura 30 pode-se perceber o quanto a morfologia da área de estudo é variável. Essa variabilidade se manifesta não apenas nas mudanças de profundidade, como também nas variações de declividade e tipo de fundo. A grande maioria da área mapeada está até 15 metros de profundidade e apresenta baixa declividade. Entretanto áreas mais problemáticas de taludes, fundos irregulares e terraços de abrasão também estão presentes.

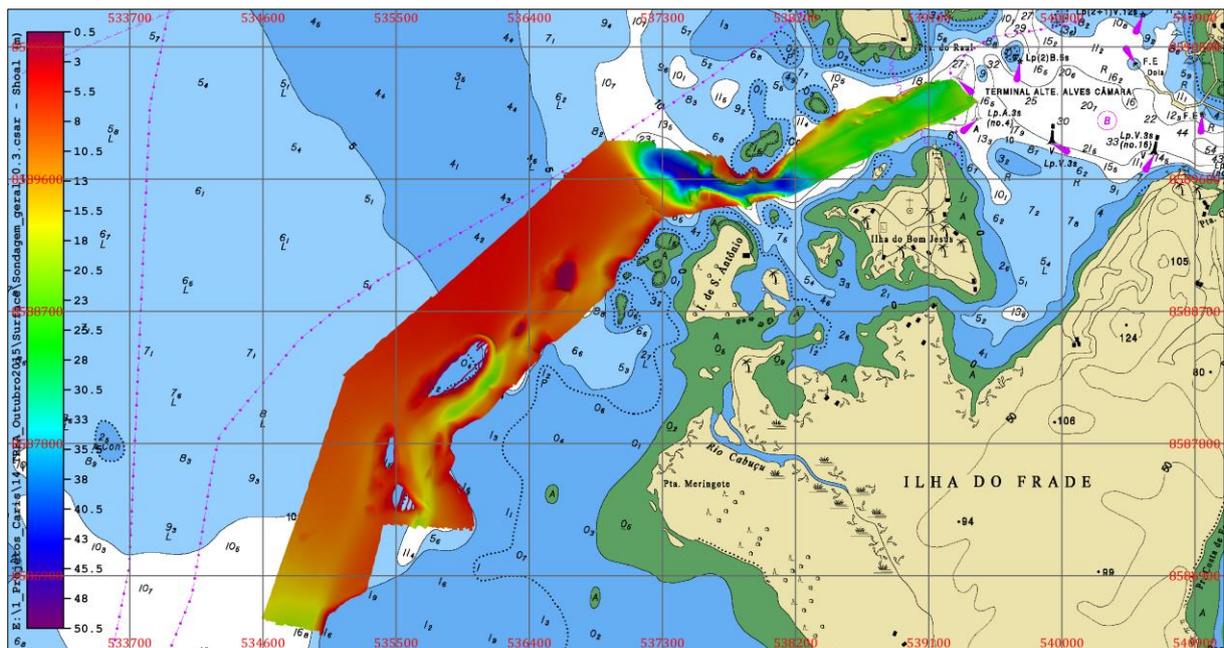


Figura 30 - Modelo Digital do Terreno das subáreas 1 a 7 da área de estudo. As profundidades na escala de cores variam entre 0 e 50,5 metros.

1.8. Principais inconsistências identificadas

Após minuciosa análise dos dados coletados durante a primeira etapa de aquisição, verificou-se que alguns registros apresentavam inconsistências técnicas oriundas de fatores diversos, tais como erros de calibração evidenciados inicialmente nos valores angulares de correção (*patch test*) elevados; inconsistências nos dados de velocidade do som na coluna d'água e conseqüente perda na qualidade dos feixes externos; alto grau de penetração do sinal acústico no fundo marinho gerando perfis espessos e conseqüente aumento da Incerteza vertical do LH; descasamento horizontal das superfícies decorrente de perda momentânea do sinal da antena RTK, entre outros. Algumas dessas inconsistências estão mostradas na Figura 31.

Na figura 31 A observa-se um descasamento de aproximadamente 1 metro entre as fiadas das áreas 2 e 3, causando um visível “degrau” no encontro das linhas de sondagem destas duas áreas. Esse descasamento pode estar associado a diversos fatores associados como, por exemplo, a ausência de correção de dados de maré na porção mais profunda, erros de medição de *offsets* ou de calibração, não compensação de *heave* em situação de mar com ondulação ou até mesmo um erro proveniente de falta de manutenção de algum dos sensores. A figura 31 B mostra um perfil com aproximadamente 30 cm de espessura. Esse comportamento sistemático do feixe pode estar associado ao mau controle da frequência utilizada em determinado tipo de fundo (podendo causar penetração do sinal acústico) ou de fatores como potência e ganho. Altos níveis de penetração do feixe podem

acarretar em aumento da Incerteza Vertical no momento de realizar o QC (Quality Control) do levantamento.

A figura 31 C mostra uma superfície de sondagem com aparência rugosa, reflexo de um perfil batimétrico ondulado. Essa inconsistência é muito provavelmente devido a erros de calibração do sistema multifeixe referente aos movimentos de *roll* e *pitch*.

A Figura 31 D, no trecho indicado pelo círculo amarelo, mostra um perfil batimétrico de feixe “sorrindo” na região próxima ao nadir (feixes verticais). Esse comportamento normalmente está associado à má configuração do ganho no momento de aquisição dos dados batimétricos principalmente em áreas rasas. Geralmente, quando este fenômeno manifesta-se uniformemente ao longo de toda linha de sondagem ele está associado à perda da resolução dos feixes externos, os quais são mais prejudicados que os feixes nadir em casos de inconsistências nos arquivos de velocidade do som, sejam por perfilagem inadequada ou falta da informação.

Principalmente nas áreas 1 e 2, onde estão presentes um grande número de taludes “duros”, verificou-se constantemente um descasamento das fiadas nessas regiões de morfologia crítica como pode-se observar na Figura 32. Nesta figura percebe-se um talude variando de 22 a 48 metros de profundidade, mas apenas na área rugosa bordejando o talude (de 30 a 40 metros de profundidade e com 40 metros de extensão) verifica-se esse retorno irregular do feixe. Tal comportamento está associado à perda de qualidade na resposta do eco em regiões com este tipo de fundo (rugoso e irregular).

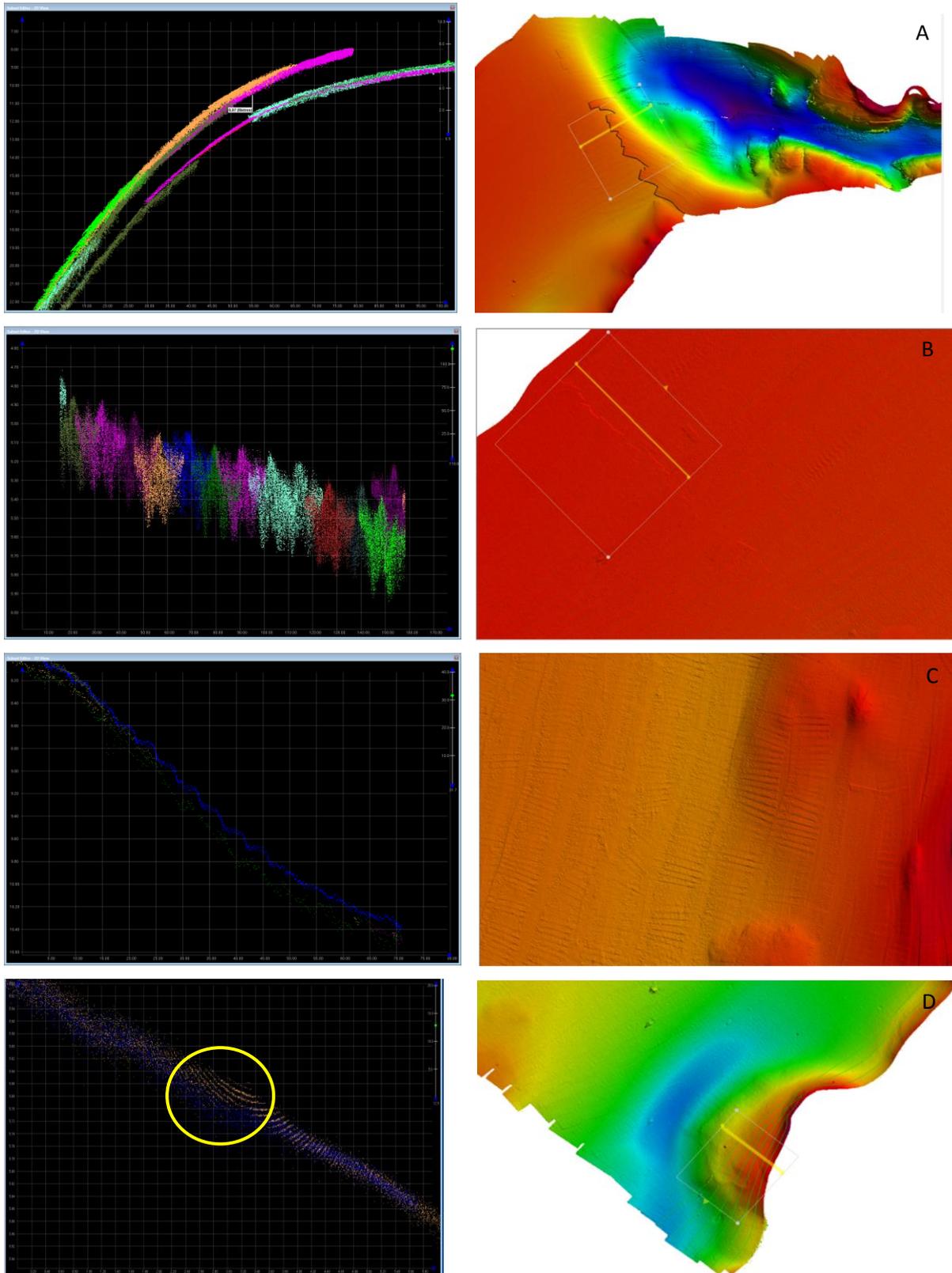


Figura 31 - Perfis batimétricos (esquerda) e suas respectivas localizações na superfície de sondagem da área de estudo (direita). A – Perfil batimétrico com aproximadamente 1,0 metro de descasamento com a fiada adjacente causando degrau na superfície de sondagem. B – Perfil batimétrico com espessura de aproximadamente 30 cm, evidenciando grande penetração do sinal acústico no solo marinho. C – Superfície de sondagem com aparência rugosa e perfil batimétrico ondulado

provavelmente devido a erro de calibração do sistema multifeixe. D – Perfil batimétrico com feixes “sorrindo” próximo ao nadir.

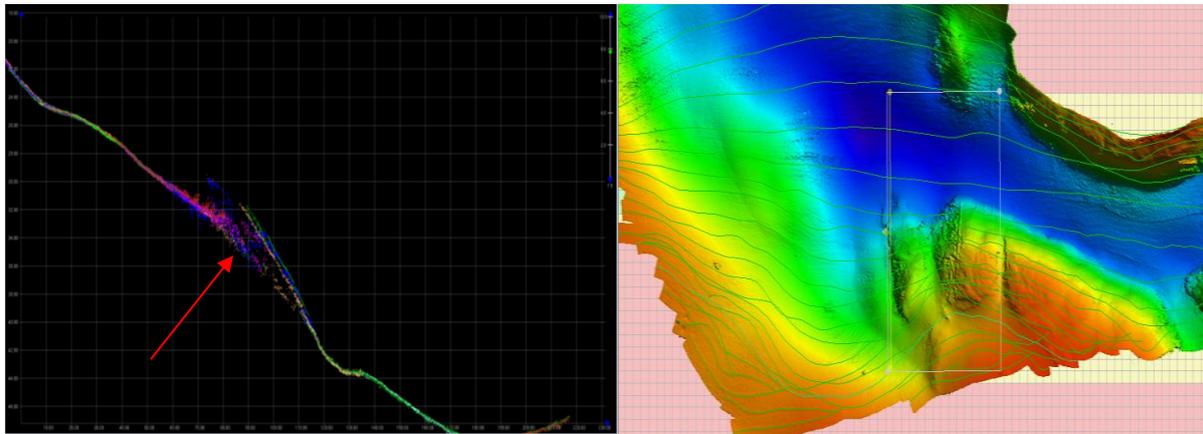


Figura 32 - Perfil batimétrico (lado esquerdo) da área 2 mostrando o grande descasamento das fiadas adjacentes verificado apenas na região de fundo rugoso e irregular visualizado na superfície de sondagem (lado direito). Essa parte de descasamento está localizada de 30 a 40 metros de profundidade e apresenta 40 metros de extensão.

Analisando o mapa de desvio padrão das áreas 1, 2 e parte da área 3 (Figura 33) percebe-se que os maiores valores (acima de 50 cm e, portanto, além do limite imposto para LH de Primeira Ordem) se encontram nas regiões onde foram detectados “degraus” nas superfícies de sondagem e áreas que bordejam taludes e fundos “duros” e rugosos. Como os valores de desvio padrão podem ser usados para excluir arquivos de baixa qualidade (MITCHELL, 1996), esses trechos foram considerados inapropriados para um LH de Primeira Ordem e, portanto, escolhidos para serem refeitos. Entretanto, mesmo após mudanças e testes na configuração do sistema multifeixe em termos de frequência, abertura lateral do feixe, velocidade da embarcação, potência, ganho, modo de sondagem para áreas íngremes etc, em algumas áreas pontuais os resultados continuaram insatisfatórios.

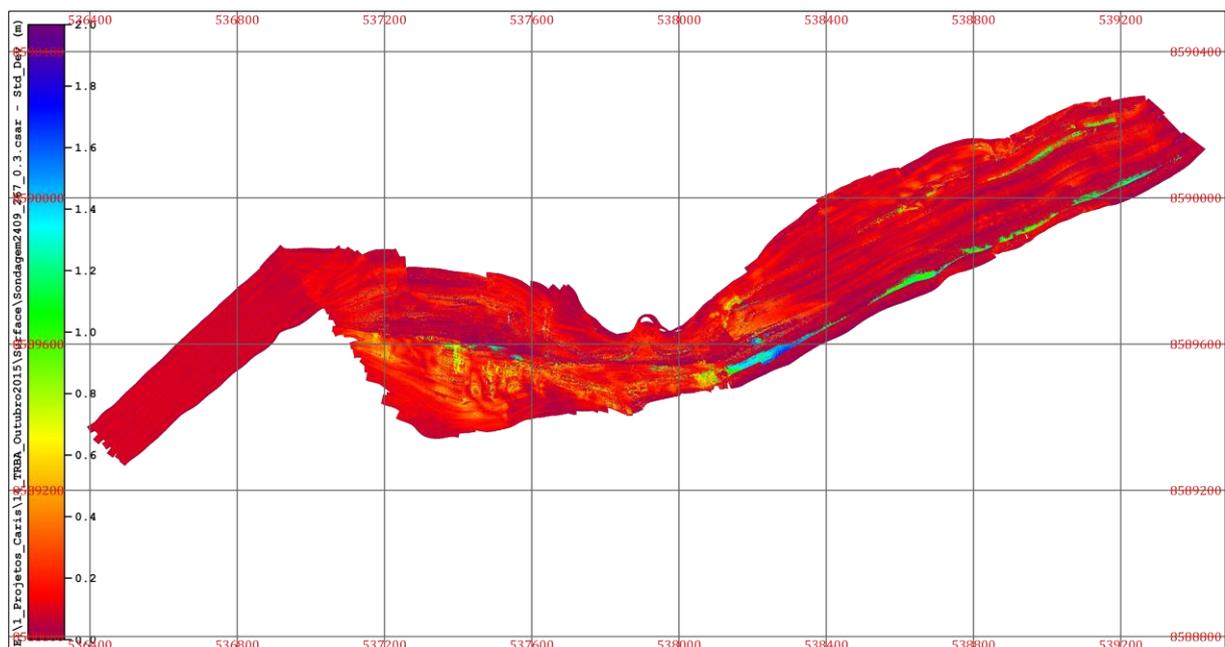


Figura 33 - Mapa de desvio padrão das áreas 1, 2 e parte da 3. A escala de cores representa desvios de 0 (cores quentes) a 2 metros (cores frias).

1.9. Melhorias na aquisição e processamento dos dados

No período de 19/10/2015 a 05/12/2015 foi realizada a segunda fase de aquisição de dados batimétricos com o mesmo sistema multifeixe, com realização de testes e ajustes tanto na fase de coleta quanto na fase de processamento dos dados batimétricos, na tentativa de obterem resultados melhores.

Na nova fase de instalação dos equipamentos na embarcação foi executado um alinhamento “em seco” de todos os sensores que seriam utilizados durante a sondagem utilizando-se prumos e nível de bolha (Figura 34). Esse procedimento visou o alinhamento das antenas do sistema inercial (IMU) com a linha longitudinal do sensor multifeixe (R2-Sonic 2024). A posição da haste de sondagem foi alterada de forma a ficar mais próxima ao centro da embarcação. Da mesma forma, foi modificada a posição da *Applanix* deixando-a a mais alinhada possível com o transdutor do multifeixe, como sugerido por Silveira (2004).

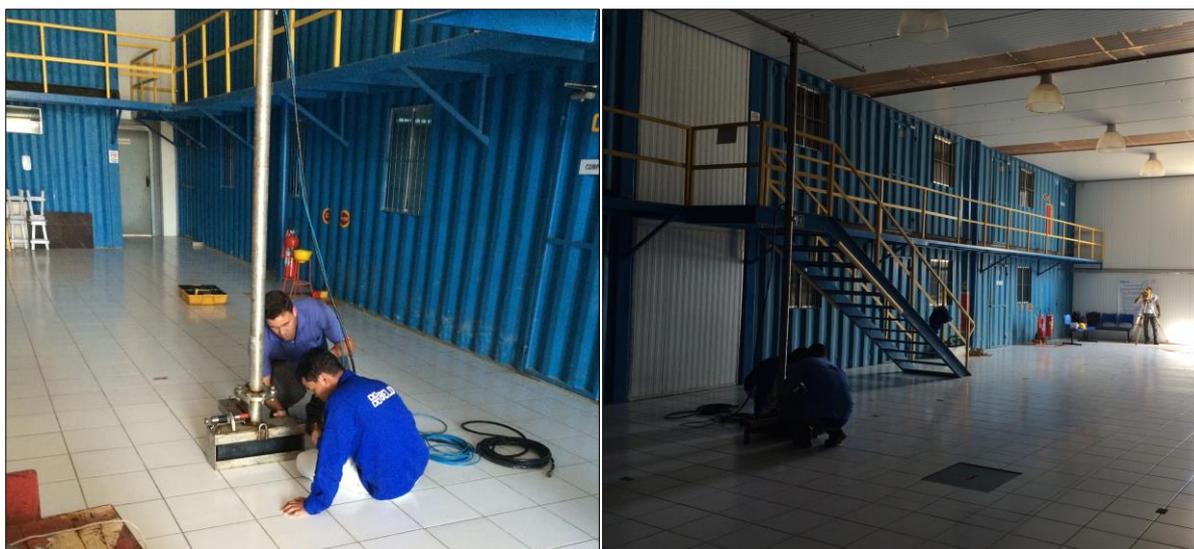


Figura 34 - Procedimento de alinhamento dos sensores na haste metálica, através de prumos e nível de bolha para posterior montagem na embarcação.

Na fase de aquisição dos dados, outras ações também foram tomadas na tentativa de eliminação de erros sistemáticos. As principais foram: (i) ambientalização e estabilização do Digibar antes do lançamento na coluna d'água e divisão de áreas menores para que fosse aumentada a quantidade de perfilagens, principalmente nas áreas onde o canal atingiu grandes profundidades (aproximadamente 50m); (ii) diminuição da velocidade da embarcação na passagem das linhas de sondagem (alcançando apenas 1 nó nas regiões de talude acentuado, embora no restante da área tenha se mantido a velocidade de 4 nós), principalmente nas viradas no final das linhas com o intuito de não desestabilizar o sensor de movimento sabendo-se que o tempo requerido para completa acurácia deste tipo de equipamento no mar é maior que em condições estáticas (ERNSTSEN *et al*, 2006); (iii) medição do valor de *waterline* (profundidade de imersão do transdutor) diariamente. Esse valor pode ser alterado por alguns fatores relacionados à mudança de calado do barco tais como quantidade de tripulantes a bordo e volume de combustível, entretanto esse valor não costuma variar significativamente.

Após esses ajustes realizou-se outra calibração (*patch test*) em uma nova área no dia 05/11/2015, atentando-se mais na escolha dos locais ideais para uma melhor determinação dos desvios em *Roll*, *Pitch* e proa (*Yaw*), e melhorando a sobreposição das linhas de determinação de Latencia, *Pitch* e *Roll*, além do monitoramento da velocidade do barco para alcançar as condições exigidas durante esse processo de calibração.

A partir de então a sondagem foi efetuada variando as frequências e abertura do feixe bem como os parâmetros de sondagem como potência e ganho, de forma a testar as melhores condições. As frequências empregadas foram 320 kHz, 400 kHz e 700 kHz, mas de modo geral, a melhor opção pareceu ser 320 kHz. A abertura do feixe chegou a 50°/60°

em áreas de talude na tentativa de alcançar melhor resolução, 90° na região de alta rugosidade e 110° nas regiões mais rasas. Também foi testada, para a sondagem dessas áreas, a configuração *Vfeature* do aplicativo de aquisição, o qual é recomendado para áreas íngremes. Entretanto, ela não apresentou um bom resultado.

A presença de um técnico checando constantemente a qualidade dos feixes e dos perfis batimétricos foi de vital importância no processo do controle de qualidade visto que essa prática possibilita o monitoramento e ajuste dos parâmetros de sondagem de forma a manter o multifeixe sempre em condições ideais de aquisição.

Após o segundo *patch test* realizado, melhores resultados foram obtidos com valores angulares de correção mais baixos. Essa mudança provavelmente se deve ao conjunto das alterações realizadas - alinhamento em seco dos sensores na embarcação, a mudança da área e realização das linhas de *patch test* de forma mais minuciosa.

O valor de correção angular de *roll* mudou de -0,60° para 0,15°. O valor de *pitch* mudou de -6,00° para -0,50°. O valor de *yaw* mudou de 2,00° para 0,00°. E a latência manteve-se zerada em ambas correções.

Em relação à fase de processamento, alguns importantes ajustes e modificações também foram cruciais para a obtenção de melhores resultados da batimetria. A configuração da embarcação no aplicativo *Caris* é uma etapa crítica na fase de processamento, pois é o local de inserção de todos os *offsets* dos equipamentos utilizados, sendo então específica para cada sistema multifeixe e cada embarcação utilizada. Foi detectada a necessidade de um ajuste nessa configuração, pois estavam ocorrendo algumas inconsistências e o arquivo da embarcação não estava, de fato, atuando como um intérprete do dado bruto.

Como os *offsets* dos sensores (*Applanix* e transdutor multifeixe) já haviam sido inseridos no aplicativo do *Applanix MVPOVIEW*, as informações de navegação e atitude estavam sendo calculadas diretamente para a posição do transdutor, o qual atuou então como ponto de referência do sistema. A duplicação de *offsets*, no eixo Z, também é outro fator que poderia estar causando um erro sistemático durante os levantamentos.

Na fase de processamento em gabinete, a alteração da resolução da superfície de sondagem de 1 para 0,3m bem como a aplicação de exagero vertical de 3 a 4 vezes possibilitou melhor detecção de inconsistências técnicas durante a visualização da superfície. O tamanho da *slice* para geração do perfil 2D também influencia nesse processo. Assim, começou-se a empregar uma *slice* de no máximo 2m. A redução e cautela na utilização de filtros também foi crucial para geração de dados mais confiáveis, principalmente nas áreas de talude. O filtro de TPU não foi mais utilizado, pois dados estavam sendo eliminados e o filtro de superfície passou a ser aplicado apenas em áreas planas utilizando um *threshold value* de 2,2, o que gera a eliminação de dados que desviam

verticalmente da superfície de sondagem além dos valores da superfície de incerteza mostrados a uma confiabilidade de 92,22%. Em alguns casos, onde a diminuição da qualidade dos feixes externos foi persistente, começou-se a utilizar um filtro para eliminá-los. A escolha do filtro foi padrão para cada área, mas na maioria dos casos, os feixes mais problemáticos eram aqueles a partir do número 230 (lembrando que o número de feixes total do sistema é 256). Assim, ao aumentar o tamanho do filtro, as variações de profundidades tenderam a cair mostrando que as diferenças eram aleatórias e espacialmente não relacionadas, como identificado por Schmitt *et al* (2008).

Na figura abaixo pode ser observado um exemplo de um perfil batimétrico localizado na área 1 que passou a apresentar bom comportamento (casamento entre fiadas adjacentes) após os testes e modificações realizadas. Foi feito um corte transversal no mesmo local para a mesma superfície levantada antes e após a implementação dos procedimentos descritos acima. Após a substituição da linha A1_6A pela linha A1_12C, o descasamento entre os perfis deixou de ocorrer.

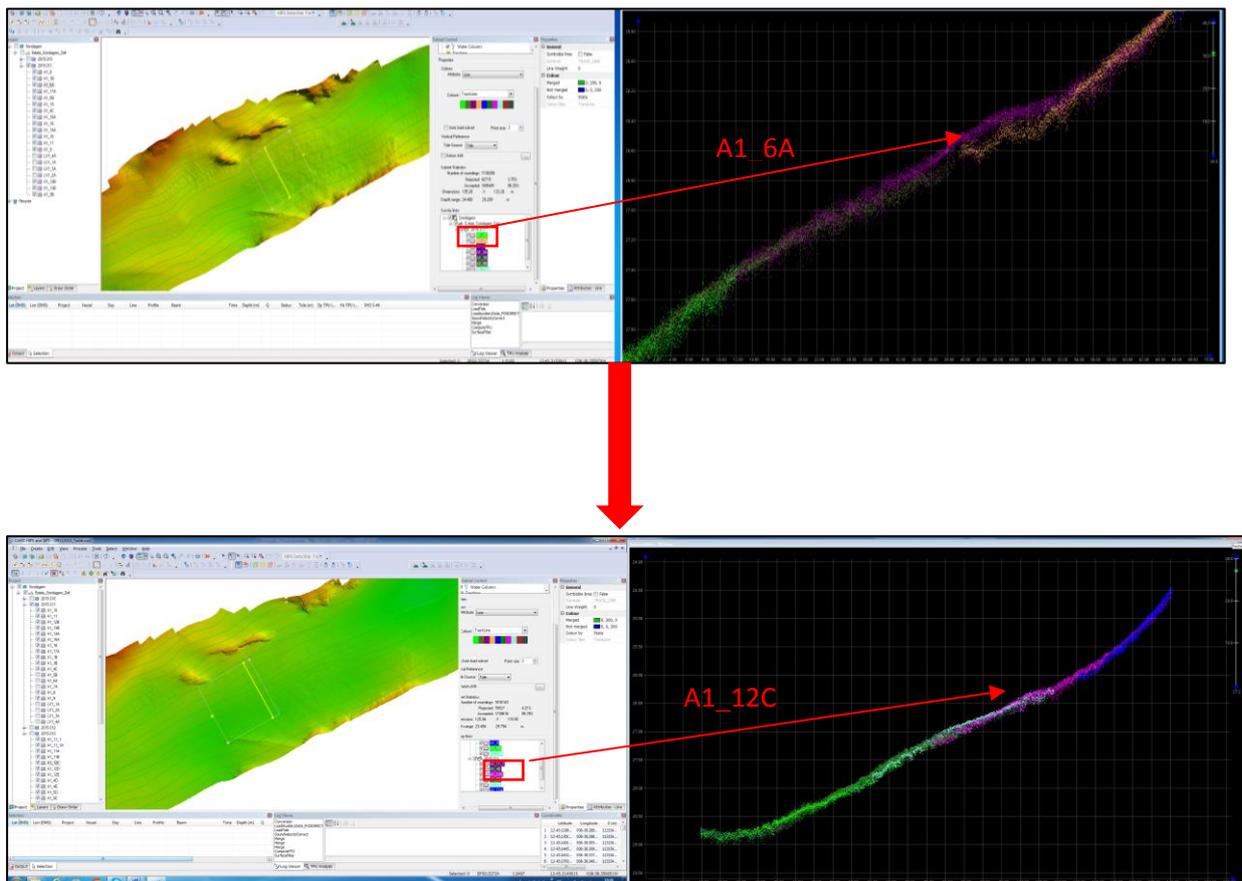


Figura 35 - Exemplo de perfis batimétricos da mesma área levantada antes e após a implementação dos procedimentos descritos. Observa-se o bom casamento entre as fiadas adjacentes no levantamento mais recente.

Nas figuras 36 e 37 mostram dois perfis batimétricos da área 1 do levantamento em regiões de talude com perfeito casamento das fiadas adjacentes, após a adoção dos novos procedimentos. Na figura 36 o talude se encontra entre 11 a 25 metros de profundidade. Na figura 37 observa-se uma feição bastante íngreme que se inicia em aproximadamente 21,5m, sobe até 16m e desce novamente até 28m de profundidade com perfeito casamento das fiadas. Da mesma forma a figura 37, mostra um perfil batimétrico com ótimo casamento na área 3 do LH de uma feição em canal, que vai de 8 metros de profundidade até pouco mais de 14m formando uma depressão de 50m de largura na parte mais profunda.

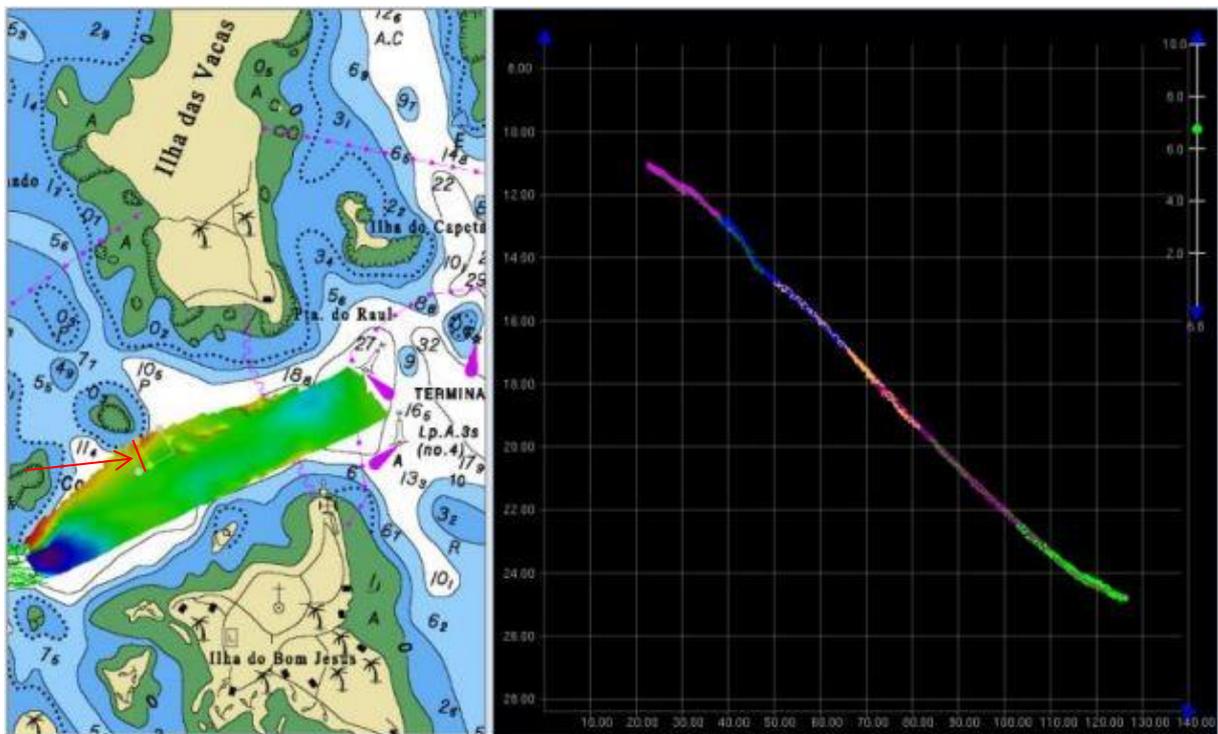


Figura 36 - Perfil batimétrico da área 1 mostrando perfeito casamento das fiadas adjacentes ao longo de todo o talude (11 a 25 metros de profundidade). Sua localização está indicada pela seta vermelha na imagem da esquerda.

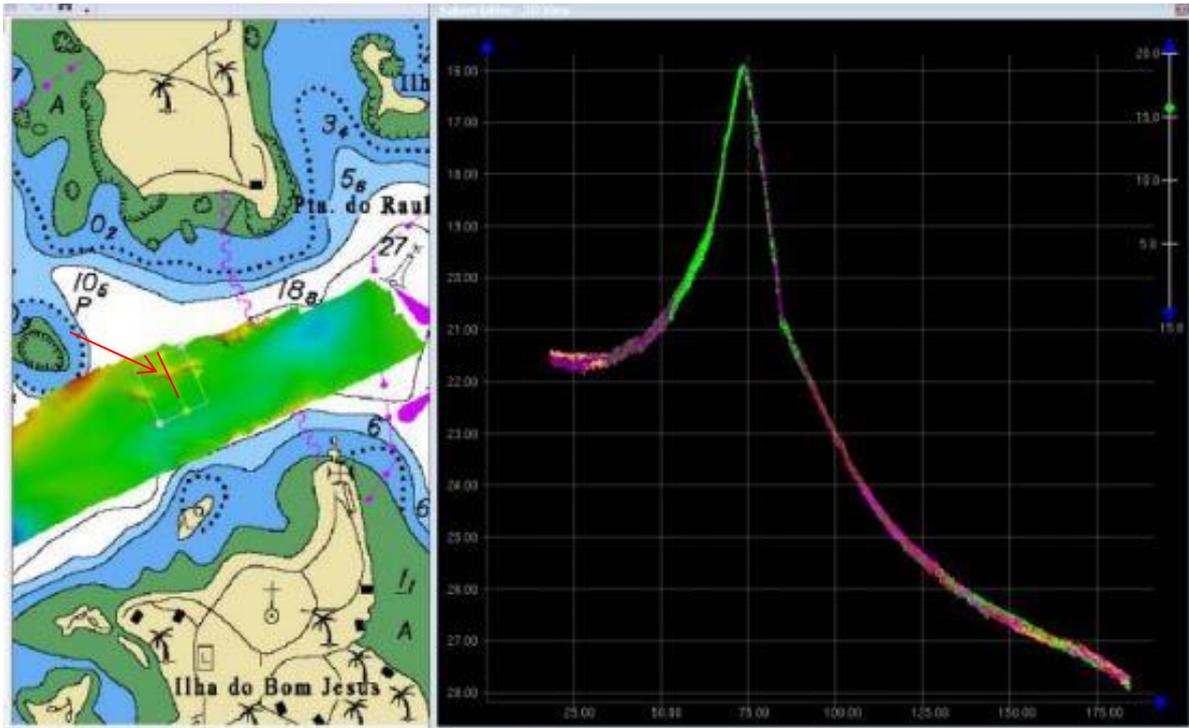


Figura 37 - Perfil batimétrico da área 1 com perfeito casamento das fiadas adjacentes ao longo de todo o talude que inicia em aproximadamente 21,5m, sobe até 16m e depois desce novamente até 28m de profundidade

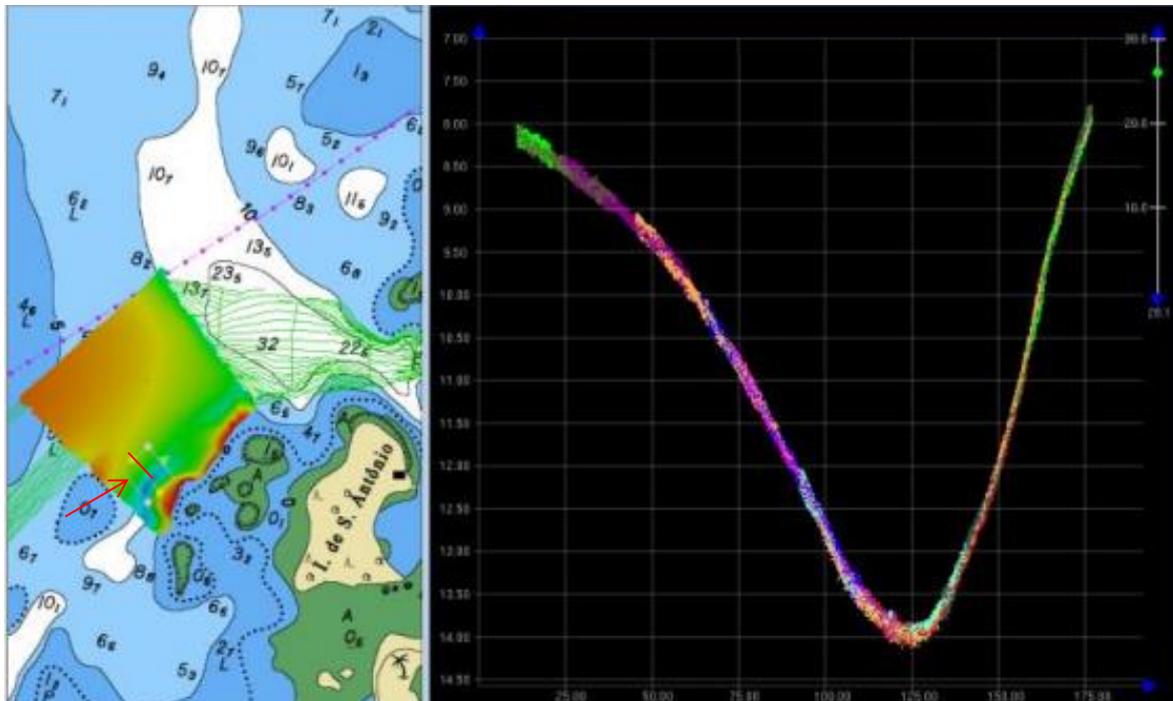


Figura 38 - Perfil batimétrico da área 3 com perfeito casamento das fiadas adjacentes ao longo de todo o talude (feição canalizada que vai de 8 até pouco mais de 14m formando uma depressão com 50m largura na parte mais profunda).

Dessa forma pode-se afirmar que se obteve um bom resultado, do ponto de vista dos parâmetros de qualidade requeridos pela OHI para um LH de Primeira Ordem e pelo CHM para um LH Categoria Alfa em grande parte da área mapeada.

5. Discussão

Apesar das diversas fontes de erros nos sistemas multifeixe já terem sido amplamente descritas por diversos autores como Dunn *et al* (2001); Hare (1995); Ramos *et al* (2007) e Silveira (2004), ainda assim continua sendo uma tarefa árdua identificar todas as causas de erro verificadas em Levantamentos Batimétricos e corrigi-los de maneira efetiva dentro do padrão de qualidade requerido pela OHI. Neste sentido foi imprescindível a presença de técnicos especializados em todas as etapas do LH e um acompanhamento em tempo real da qualidade da informação adquirida, como uma forma de pré-processamento ainda em campo, independentemente de arquivos reais de maré para correção (Ernstsen *et al*, 2006). Dessa forma, alguns fatores puderam ser identificados e corrigidos visando à obtenção de perfis batimétricos confiáveis para fins de atualização do documento náutico em questão.

A geração de superfícies inconsistentes devido a erros de calibração foi aparentemente solucionada após a implementação de um conjunto de mudanças no processo de realização do *patch test* e na fase de processamento. Essa melhora pode ser atribuída à mudança da localização dos sensores (mais próximos ao centro da embarcação e *Applanix* e transdutor mais alinhados), ao alinhamento em seco dos sensores com a haste metálica, a mudança da área de realização do *patch test*, ao aperfeiçoamento das linhas de sondagem para a determinação dos *offsets* de *roll*, *pitch* e *yaw*, além do ajuste do arquivo de embarcação que poderia estar gerando valores de correção mais elevados que o esperado. Essas medidas resultaram em uma melhoria efetiva, observada já nos próprios valores angulares de correção obtidos no segundo *patch test*, os quais foram significativamente menores. Sabendo que uma das principais fontes de incerteza de um LH é o estabelecimento dos *offsets* de *heave*, *roll*, *pitch* e *yaw*, estes devem ser considerados cuidadosamente durante as correções. Devem-se determinar estes valores da maneira mais acurada possível durante o *patch test* e sempre desconfiar quando os mesmos forem elevados (CHM, 2015), como foi comprovado durante a execução deste trabalho. O mesmo ocorre com o descasamento horizontal das linhas. A incerteza horizontal está relacionada com as coordenadas da embarcação e deve ser minimizada através do sincronismo entre o ecobatímetro e os sensores auxiliares. Este tipo de descasamento muitas vezes aconteceu devido à perda momentânea do sinal da antena RTK. Nesses casos, a qualidade dos perfis foi, de fato, comprometida, não restando outra alternativa se não refazer as linhas afetadas.

Diversas vezes as grandes penetrações do sinal acústico no fundo marinho bem como as distorções dos feixes nadir principalmente em áreas rasas estiveram aparentemente associadas ao mau controle dos parâmetros de potência e ganho na aquisição dos dados batimétricos. A perda de resolução dos perfis também é um reflexo deste fator, em conjunto com a capacidade de resolução do multifeixe e a velocidade da embarcação, a qual está controlada em função da intensidade de recobrimento do fundo e nível de detalhamento desejado, podendo deste modo reduzir a utilização do completo potencial do sistema multifeixe (Ernstsen *et al*, 2006). A diminuição da potência juntamente com o monitoramento do ganho a medida que o tipo de fundo varia, na maioria das vezes, permite um melhor ajuste dos feixes. Esse tipo de monitoramento deve estar associado também à indicação, no aplicativo de sondagem, do valor de absorção pela água do mar da energia acústica transmitida a uma determinada frequência utilizada e temperatura da água (R2Sonic, 2015).

Incertezas flutuantes, que envolvem desvios acústicos tanto ambientais como de sensor de movimento, relativos a fatores temporais e espaciais de curto comprimento de onda são mais difíceis para se identificar e podem gerar erros de grande magnitude (Schmitt *et al*, 2008). Este é mais um motivo da importância do monitoramento em tempo real durante o levantamento, para garantir a qualidade dos perfis adquiridos visto que esses fatores estão intimamente relacionados à quantidade de ruídos. A embarcação do tipo rebocador escolhida para realização deste serviço também pode ter exercido um papel importante na produção de dados ruidosos, pois foi constatado que possuía níveis de instabilidade e vibração incompatíveis com a necessidade de um LH Categoria A. Por isso, nos próximos levantamentos, muito provavelmente uma outra embarcação deverá ser utilizada.

A área rugosa presente principalmente nas áreas de sondagem 1 e 2 associadas a um tipo de fundo “duro”, muitas vezes apenas parcialmente soterrado por sedimentos produz uma superfície irregular de difícil sondagem. A resposta angular do retroespalhamento acústico do feixe é uma propriedade intrínseca da natureza do substrato (Fonseca *et al*, 2009). Em superfícies de alta rugosidade, o espalhamento do retorno acústico ocorre em todas as direções, prejudicando o levantamento nestas áreas. Também, a provável presença de organismos marinhos principalmente sésseis (esponjas e corais) nesse tipo de substrato, pode resultar em uma fonte adicional de espalhamento do sinal na interface sedimento-água (LURTON, 2002). Como mostra a Figura 33, o desvio padrão nas proximidades dessas áreas aumenta, corroborando que a variabilidade da superfície batimétrica é potencialmente uma medida da rugosidade da batimetria ou de distúrbios da sondagem. Variações com desvio padrão elevado podem indicar a presença de mais de um tipo de fundo, sombra acústica ou efeitos do ângulo de incidência ao longo do fundo coberto

pelo feixe (MITCHELL, 1996), situações prováveis de terem ocorrido nos substratos presentes nas áreas 1 e 2.

Na Figura 39 mostra que na margem do talude, onde o fundo aparenta ser pouco mais “liso”, as mesmas linhas de sondagem exibem um melhor casamento entre as fiadas adjacentes, do que nos trechos onde o fundo aparenta ser mais rugoso. Esta questão da má resposta do ecobatímetro a este tipo específico de superfície ainda não foi completamente solucionada, mas acredita-se que com a retomada dos trabalhos de campo e realização de novos testes, este problema possa ser melhor endereçado. A realização de levantamentos adicionais nestas áreas, utilizando-se sonar de varredura lateral, coleta de amostras de fundo, realização de fotos subaquáticas ou até mesmo o registro dos dados de *backscatter* podem contribuir para a resolução deste problema.

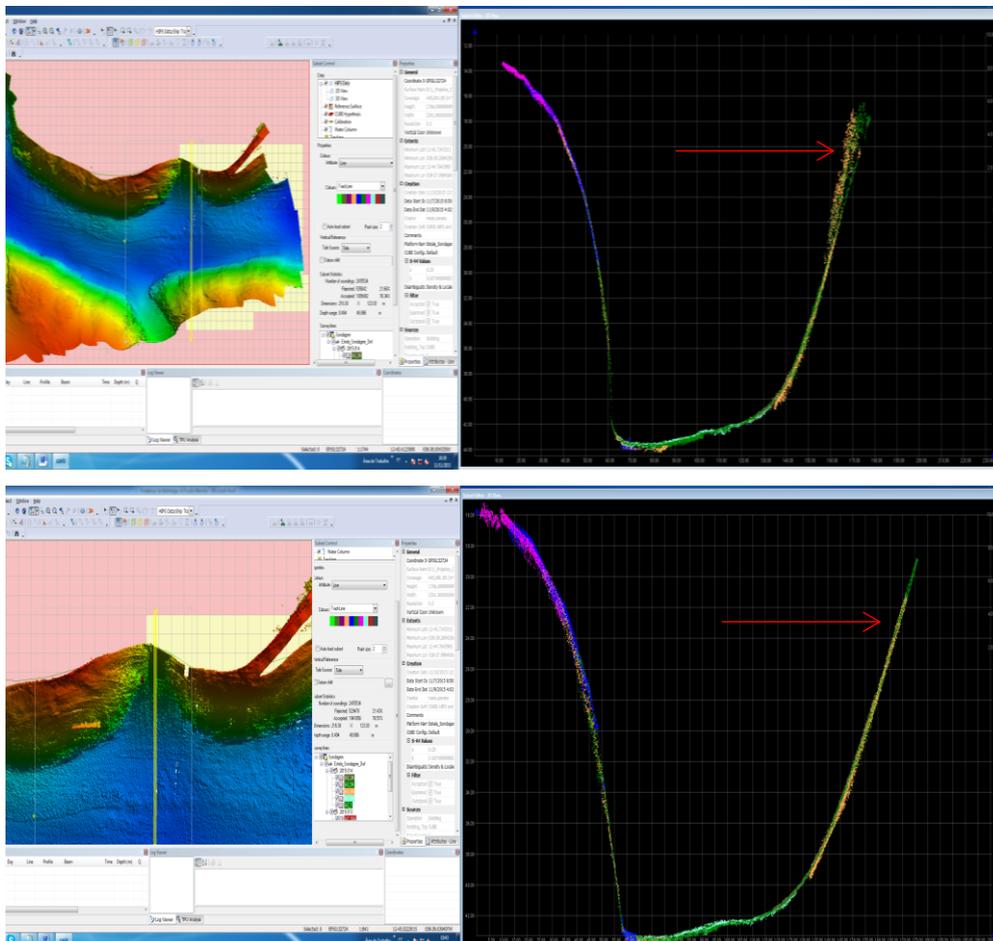


Figura 39 - Perfis batimétricos da área 2 mostrando o descasamento das fiadas na região onde o talude parece possuir uma maior rugosidade (Imagem superior). Entretanto, na mesma margem do talude, em área vizinha, onde o fundo aparenta ter uma superfície mais “lisa”, as mesmas linhas de sondagem exibem um bom casamento entre as fiadas adjacentes (Imagem inferior).

Devido às maiores distâncias percorridas pelos feixes externos do que aqueles do nadir (feixes centrais de uma varredura no ecobatímetro multifeixe) no percurso desde a emissão do sinal acústico até o seu retorno, os problemas de refração e outros erros associados tendem a ser potencializados nessas regiões (CARIS, 1992). Dessa forma, a acurácia desses feixes mais oblíquos é ainda mais sensível às perturbações das medições angulares fazendo com que seja imprescindível a compensação a mais acurada possível dos movimentos da embarcação (LURTON, 2002). Por isso, a decisão em subdividir as sete áreas em trechos ainda menores de modo que fossem feitas mais perfilagens de velocidade do som na coluna d'água com o lançamento do Digibar, foi crucial na melhoria da resolução desses feixes, melhorando significativamente o casamento das linhas de sondagem adjacentes. E, portanto, diminuindo a necessidade de aplicação de filtros para eliminação dos feixes externos.

As superfícies de sondagem com resolução de 0,3m e aplicação de exagero vertical de 3 a 4 vezes foi considerada a configuração que permitiu maior nível de detalhamento para identificação de dados espúrios e erros sistemáticos sem comprometer a capacidade de armazenamento do sistema computacional, sendo então adotada como padrão na metodologia de processamento. Muitos ruídos, buracos e fundos falsos não eram detectados facilmente ao utilizar uma resolução de 1m, proporcionando a falsa sensação de se estar gerando uma superfície confiável. Dessa forma, o maior nível de precisão e resolução na confecção dos mapas e superfícies devem ser considerados a fim de agilizar a detecção desses dados de baixa qualidade.

De uma forma geral, diversos trabalhos científicos, como Haga *et al*, (2003), e comerciais já foram realizados com sucesso no sentido de alcançar os padrões requeridos pela OHI. Ernstsén *et al*, (2006) concluiu que os Levantamentos Batimétricos utilizando sistemas multifeixe de alta resolução facilmente se adequariam aos padrões de LH de Ordem Especial exigidos pela OHI no documento S44 de 1998. Acontece que, esse documento foi atualizado em 2008 e desde então o CHM também melhor se capacitou tornando-se extremamente mais rigoroso, principalmente nos últimos três anos. Assim, a atual situação das empresas brasileiras que prestam serviços hidrográficos é de atualização e capacitação tanto de pessoal técnico especializado como incorporação de equipamentos de ponta, de modo a manterem-se atuantes no mercado alcançando maior sucesso nos LH Categoria A.

6. Conclusões

O Levantamento Hidrográfico analisado ainda não foi 100% concluído e, portanto, ainda não é possível comprovar a eficácia geral das mudanças técnicas realizadas, com a

geração de todas as superfícies com qualidade suficiente para enquadramento no padrão de LH Categoria A. Entretanto, muitos perfis batimétricos e superfícies de sondagem satisfatórias já foram alcançados.

Pela mesma razão, o *Quality Control* total do LH ainda não foi calculado e, portanto, ainda não é possível garantir que o mesmo seria aproveitado pelo CHM para fins de atualização de documentos náuticos, até porque este é apenas um dos fatores que refletem a qualidade de um LH. Muitas vezes, a análise dos perfis batimétricos das superfícies apresentada ao CHM é mais importante que o valor de QC encontrado, pois este só reflete a qualidade nas porções da superfície coincidentes com as fiadas de verificação.

Recomenda-se continuar a análise crítica iniciada neste estudo após a completa finalização do serviço e encaminhamento do LH ao CHM. Assim, será possível validar as alterações propostas e aplicadas demonstrando que as mesmas são eficazes para que o LH alcance o padrão de qualidade que permita a sua homologação pelo Centro de Hidrografia da Marinha para fins de atualização dos documentos náuticos.

Referências bibliográficas

1. APPLANIX, A TRIMBLE COMPANY. POS MV Specifications. 2011.
2. BOURILLET, J.F.; EDY, C.; RAMBERT, F.; SATRA, C.; LOUBRIEU, B. Swath Mapping System Processing: Bathymetry and Cartography. Marine Geophysical Researches v.18: 487-506, 1996.
3. CANELAS L.M.F. 2012. Sistemas de Informação Geográfica no apoio às dragagens portuárias. Dissertação. Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica – Tecnologias e Aplicações, Universidade de Lisboa. 86p.
4. CIRANO, M.; LESSA, G. C. Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. Revista Brasileira de Geofísica v. 25, p. 363-387, 2007.
5. CLARKE, J.E.H. Dynamic Motion residuals in Swath Sonar Data: Ironing out the Creases. International Hydrographic Review. Vol.4. No1 (New Series), April 2003.
6. DUNN, R.A., SCHRIRER, D.S., FORSYTH, D.W., 2001. A detailed comparison of repeated bathymetric surveys along 300-km-long section of the southern East Pacific Rise. Journal of Geophysical Research 106, 463–471.
7. ERNSTEN, V.B., NOORMETS, R., HEBBELN, D., BARTHOLOMA, A., FLEMMING, B.W., 2006. Precision of high-resolution multibeam echo sounding coupled with high accuracy positioning in a shallow water coastal environment. Geo-Marine Letters 26, 141–149.
8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – Planeamento, Execução e Processamento de Levantamentos Hidrográficos, Versão 0.0, Instituto Hidrográfico Portugal, 2008.

9. FONSECA, L.; BROWN, C.; CALDER, B.; MAYER, L.; RZHANOV, Y. Angular range analysis of acoustic themes from Stanton Banks Ireland: A link between visual interpretation and multibeam echosounder angular signatures. *Applied Acoustics* 70, 1298–1304, 2009.
10. HARE, R. Depth and position error budgets for multibeam echosounding. *International Hydrographer* 72, 37–69, 1995.
11. HATJE, V.; ANDRADE, J. B. Baía de Todos os Santos – Aspectos oceanográficos. Salvador: EdUFBA, 2009.
12. IHO Standards for Hydrographic Surveys, Publicação S - 44, 5.^a Edição, Organização Hidrográfica Internacional, Fevereiro de 2008.
13. LESSA, G.; DIAS, K. Distribuição espacial das litofácies de fundo da Baía de Todos os Santos. *Quaternary and Environmental Geosciences* 01(2), p.84-97, 2009.
14. LURTON, X. 2002. *An Introduction to Underwater Acoustics: Principles and Applications*. Chichester UK, Springer / Praxis Publishing, 347p.
15. MAGRANI, F.J.G. 2011. *Ecocaráteres sísmicos e correlação sedimentar na margem continental do arquipélago das Shetland do Sul, Antártica*. Projeto Final II. Curso de graduação em geofísica, Universidade Federal Fluminense. 60p.
16. *Manual on Hydrography*, Publicação M-13, Organização Hidrográfica Internacional, 1.^a Edição, Maio de 2005.
17. MITCHELL, N.C. Processing and Analysis of Simrad Multibeam Sonar Data. *Marine Geophysical Researches*, 18, 729-739, 1996.
18. Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos, NORMAM-25, MARINHA DO BRASIL – DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO, REV.1, 2014.
19. OLIVEIRA, C.M.M.; LEITE, N.J. *Cartas Náuticas Eletrônicas. Geoprocessamento: Sistemas e Técnicas – GEOTEC*, Dezembro, 1995.
20. PARKER, D.; MALLACE, D. A direct comparison of the motion sensors` performance from the 2005 common dataset. *Shallow Survey 2005 - 4th International Conference high resolution surveys in shallow water*, Plymouth, 12 - 15 September, 2005.
21. PEREIRA, T. R. B.; VITAL, H; SILVA, J. P. F. Aplicação da Batimetria Multifeixe para análise da morfologia do fundo marinho adjacente a praia de Ponta Negra - RN. *13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society*, Rio de Janeiro, 26 - 29 August, 2013.
22. RAMOS, A.M.; KRUEGER, C.P. Observações maregráficas empregando a Técnica RTK OTF em Apoio a Levantamentos hidrográficos para Atualização de Cartas náuticas. *Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário*, Florianópolis, 15 – 19 de Outubro de 2006.

23. RAMOS, A.M. 2007. Aplicação, investigação e análise da metodologia de reduções batimétricas através do método GPS Diferencial Preciso. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 204p.
24. RAMOS, A.M.; LEANDRO, D.; HUINCA, S.C.M.; KRUEGER, C.P. Análise da acurácia horizontal do posicionamento GPS Diferencial empregado em levantamentos hidrográficos a partir de sistemas DGPS, RTK e RTG. II Simpósio Brasileiro de Geomática e V Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, São Paulo, 24 – 27 de Julho de 2007.
25. R2Sonic 2026 /2024 /2022. Broadband multibeam echosounders. Operation Manual V6.0, 15 de Julho de 2015. 217p.
26. SCHMITT, T.; MITCHELL, N.C.; RAMSAY, A.T.S. Characterizing uncertainties for quantifying bathymetry change between time-separated multibeam echo-sounder surveys. *Continental Shelf Research*, 28, p.1166–1176, 2008.
27. SILVEIRA, A.C. 2004. Estimação da acurácia da posição de “pixels” em sistemas de batimetria multifeixe. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 93p.
28. SOUZA, L.A.P. 2006. Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas rasas. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 311p.
29. SOUZA, LUIZ ANTONIO PEREIRA DE; GANDOLFO, OTÁVIO COARACY BRASIL. Métodos geofísicos em geotecnia e geologia ambiental. *Revista Brasileira de Geologia e Engenharia e Ambiental*, v. 2, n. 2, p. 10-27, maio, 2012.
30. The IHO-IOC GEBCO Cook Book, IHO Publication B-11 & IOC Manuals and Guides, 63, September 2014.
31. SANDERS, P. Treatments of Static and Dynamic Draft in HYPACK. September, 2010.

ANEXO I

MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHARelação de Empresas Cadastradas no CHM
Atualizado em 01/02/2016

Nº. INSC.	ENTIDADE	CNPJ	SEDE	RESPONSÁVEL TÉCNICO	TELEFONE/FAX	EQUIPAMENTO PRÓPRIO	LH CAT "A" APROVEITADO desde de 2011	LH CAT "A" ANALISADO E APROVEITADO em 2013	LH CAT "A" ANALISADO E APROVEITADO em 2014	LH CAT "A" ANALISADO E APROVEITADO em 2015
331	<u>ABE</u>	19.527.818/0001-95	Rio Grande (RS)	Augusto Muniz Cavalcanti Ricardo de Lima Costa	(53)9930-1010 (53)8135-5375	-	N	0	0	0
217	<u>ACQUAPLAN</u>	06.326.419/0001-14	Balneário Camboriú (SC)	Fernando Luiz Diehl Emilio Marcelo Dolichney	(47)3366-1400 (47)3366-7901	MULTIFEIXE MONOFEIXE SIDESCAN	S	0	3	0
316	<u>AEROGEO</u>	88.705.447/0001-07	Porto Alegre (RS)	Milton Dupont	(51)3241-9469 (51)3263-2046 (51)8182-3187	-	N	0	0	0
182	<u>AEROMAPA</u>	82.018.938/0001-01	Curitiba (PR)	Ariel Gonçalves Jardim Amarildo Cordeiro dos Cordeiro	(41)3345-2579	MONOFEIXE	N	0	0	0
272	<u>AFC GEOFÍSICA</u>	02.023.888/0001-03	Porto Alegre (RS)	Hugo D'Martin Maia	(51)3013-0024 (51)3023-7050	MONOFEIXE	N	0	0	0
315	<u>AGROSIG</u>	05.848.147/0002-30	Porto Alegre (RS)	Evandro Gottardo	(51)3025-7272	-	N	0	0	0
280	<u>ÁGUAS SEGURAS</u>	05.807.240/0001-16	Rio de Janeiro (RJ)	Antônio Jorge Marinho	(21)2431-1466 (21)99609-0712	-	N	0	0	0
319	<u>ALLONDA</u>	04.060.779/0001-91	Barueri (SP)	Thomaz Martino Tessler	(11)2424-7470 (48)9177-9111	-	N	0	0	0
291	<u>AMBIDADOS</u>	07.855.882/0001-16	Rio de Janeiro (RJ)	Marcelo Rocha Toffoli	(21)3733-1762 (21)3733-1761	-	N	0	0	0
292	<u>AMBILEV OCEANOGRAFIA</u>	15.221.033/0001-39	Vitória (ES)	Fernando de Pereira Binda Alexandre Pasolini	(27)3376-5002 (27)3376-5004	MULTIFEIXE MONOFEIXE	N	0	0	0
284	<u>AMBIPETRO</u>	06.022.666/0001-27	Rio de Janeiro (RJ)	Carlos Leandro da Silva Junior	(21)98111-4035 (21)3733-1777	MULTIFEIXE MONOFEIXE SIDESCAN	N	0	0	0
335	<u>AXA OFFSHORE</u>	08.944.457/0001-66	Rio de Janeiro (RJ)	Lauçília Victória Nonato Simpício	(24)3361-7414 (24)99993-7797	MULTIFEIXE MONOFEIXE SIDESCAN	N	0	0	0
266	<u>B&G</u>	07.139.321/0001-10	Vitória (ES)	Giovana O. de Jesus	(27)3026-9953 (27)99714-4453	-	S	0	0	0
130	<u>BANDEIRANTES</u>	44.520.609/0001-67	Rio de Janeiro (RJ)	Livia Huhn Fenili	(21)2516-3789 (21)2253-3206	MULTIFEIXE MONOFEIXE	N	0	0	0
116	<u>BELOV ENGENHARIA</u>	15.630.064/0001-43	Salvador (BA)	Petrônio Achilles R. Rosa	(71)3416-1954 (71)3416-1901	MULTIFEIXE MONOFEIXE SIDESCAN	S	0	1	0
240	<u>BELOV EQUIPAMENTOS</u>	10.246.648/0001-04	Simoes Filho (BA)	Sergio Correa Santos	(71)3416-1900 (71)9981-1943 (71)3416-1901	MULTIFEIXE MONOFEIXE SIDESCAN	S	3	0	0
307	<u>BOSKALIS</u>	10.787.103/0001-05	Rio de Janeiro (RJ)	José Guilherme Thomy	(21)99854-5322 (21) 3590-3000 (21) 3590-3003	-	N	0	0	0

166	<u>BOURSCEID</u>	88.928.163/0001-80	Porto Alegre (RS)	Aristóteles José Bourscheid Cylon Fernandes Rosa	(51)3012-9991 (51)9361-8766	MONOFEIXE	S	0	0	0
329	<u>BRAVANTE</u>	04.931.019/0002-93	São Gonçalo (RJ)	Marcos Seeliger	(21)2516-3594 (21)99137-2758	MULTIFEIXE	N	0	0	0
5	<u>C & C</u>	04.813.778/0001-70	Rio de Janeiro (RJ)	Sergio Henrique Nunes de Faria	(21)2499-9500 (21)2498-5022	MULTIFEIXE MONOFEIXE	N	0	0	0
197	<u>CARUSO JR</u>	02.550.302/0001-69	Florianópolis (SC)	Maria Izabel	(48)3223-4620	MONOFEIXE	N	0	0	0
245	<u>CB&I</u>	09.551.724/0001-06	Florianópolis (SC)	Lindino Benedet Rodrigo do Carmo Barleta	(48)3239-7770 (48)3298-0900 (48)3239-7771	MULTIFEIXE MONOFEIXE SIDESCAN	S	1	0	0
11	<u>CHD</u>	04.845.931/0001-41	Niterói (RJ)	Sady Castor Sobrinho	(21)2709-2839 (21)2609-1249 (21)7815-9990	MULTIFEIXE MONOFEIXE	S	3	1	0
325	<u>COMANDO GESTÃO</u>	15.187.887/0001-46	Vitória (ES)	Gabriel Correia Leone	(27)99775-4516 (27)98166-2090	MONOFEIXE	N	0	0	0
254	<u>COMPACTA</u>	10.543.441/0001-93	São Luís (MA)	Juliana de Oliveira Lateterza	(98)3248-1828 (98)8835-7004 (98)3312-2933	MONOFEIXE	N	0	0	0
93	<u>CONCREMAT</u>	33.146.648/0001-20	Rio de Janeiro (RJ)	Edgard Villarinho Garcia Neto	(21)3535-4178 (21)3535-4000 (21)98635-4151	-	N	0	0	0
248	<u>CORAL SUB</u>	78.589.033/0001-06	Paranaguá (PR)	Isaac Vitorino Alexandre	(41)9196-5386 (41)3425-1474	MULTIFEIXE MONOFEIXE	S	0	0	0
110	<u>CPMAIS</u>	03.770.522/0001-60	Vitória (ES)	Rômulo da Silva Mendes	(27)2121-6500 (27)3327-5850 (27)99924-3815	MONOFEIXE	N	0	0	0
318	<u>CRAF ENGENHARIA</u>	08.671.964/0001-73	São Paulo (SP)	Carlos Roberto de Araújo Filho	(11)98565-8875 (11)5612-7164 (11)4111-0675	MONOFEIXE	N	0	0	0
304	<u>CSA</u>	15.349.654/0001-00	Ipanema (RJ)	Laura Carvalho Britto Campello de Azevedo Ana Carolina	(21)2227-2385 (21)97622-4597	-	N	0	0	0
321	<u>CTA</u>	39.793.153/0001-79	Vitória (ES)	Christian Vasconcellos Pedruzzi	(27)3345-4222 (27)99979-7606	MONOFEIXE	N	0	0	0
334	<u>CTTSNB</u>	18.416.738/0001-08	Rio de Janeiro (RJ)	Daltro Marques de Oliveira	(21)2524-9812	-	N	0	0	0
230	<u>DATUM</u>	09.391.323/0001-28	Niterói (RJ)	Walbert Tavares de Almeida	(21)3617-3834 (21)99988-2609	MULTIFEIXE MONOFEIXE	S	3	3	0
338	<u>DELTA CONSULTORIA</u>	32.758.146/0001-97	São Cristóvão (SE)	Flávio Fontes Silva	(79)3246-2811 (79)9931-0803	-	N	0	0	0
311	<u>DOF SUBSEA</u>	07.925.451/0001-89	Rio de Janeiro (RJ)	Ricardo Frederico Saraiva da Silva	(21)2103-9810 (21)99986-3221	MULTIFEIXE SIDESCAN	N	0	0	0
287	<u>DRT TOPOGRAFIA</u>	11.019.317/0001-96	Angra dos Reis (RJ)	Adriano Alves Coelho	(24)3367-6266 (24)3367-3000	MULTIFEIXE	N	0	0	0
12	<u>DTA</u>	02.385.674/0001-87	São Paulo (SP)	Irani Delciste Gonçalves	(11)3167-1909	-	N	0	0	0
295	<u>DZETA ENGENHARIA</u>	07.013.960/0001-35	Brasília (DF)	Cláudio Macedo Dreer Nathercia Christianne Barbosa	(61)3321-9818 (61)3380-1040	-	N	0	0	0

332	<u>EBEI</u>	10.500.017/0001-61	São Paulo (SP)	Guilherme Soares de Sá Peixoto José Mario Fernandes	(11)3292-8922 (11)3292-8929	MULTIFEIXE MONOFEIXE	N	0	0	0
301	<u>ECOPLAM</u>	35.275.726/0000-11	Natal (RN)	Iracema Miranda da Silveira	(84)3223-8575 (84)9986-3774	MONOFEIXE SIDESCAN	N	0	0	0
314	<u>EGS BRASIL</u>	17.410.357/0001-40	Vila Velha (ES)	Airton Antonio Rodrigues César Alexandre Félix	(27)3534-2624 (27)3077-1925	MULTIFEIXE	N	0	0	0
277	<u>EGUS CONSULT</u>	05.769.277/0001-05	São Paulo (SP)	Gilberto Torres Quintanilha	(11)99860-9050 (61)3212-2713	MONOFEIXE	N	0	0	0
91	<u>EICOMNOR</u>	11.381.605/0001-96	Recife (PE)	Walter Moreira Lima Filho	(81)3339-3413 (81)3339-4991	MONOFEIXE	S	1	0	0
305	<u>EKMAN</u>	12.285.662/0001-34	Rio de Janeiro (RJ)	Manuela Quintanilha Ivan Santos Mizutori Leandro Machado Calil	(21)2495-1198 (21) 3281-6022 (21)99269-6323	-	N	0	0	0
7	<u>ENGEFOTO</u>	76.436.849/0001-74	Curitiba (PR)	Livio Jorge Alarma Zunino Giuliano de Carvalho e Ricardo Cesar Menossi	(41)3071-4200 (41)3071-4202	-	N	0	0	0
260	<u>ENGEMAP</u>	01.020.691/0001-58	São Paulo (SP)	Douglas Mazzaro Bertolin	(18)3421-2525	-	N	0	0	0
293	<u>ENVEX ENGENHARIA</u>	08.418.789/0001-07	Curitiba (PR)	André Luciano Malheiro	(41)3053-3487	MONOFEIXE	N	0	0	0
145	<u>ESTEIO</u>	76.650.191/0001-07	Curitiba (PR)	Amauri Alfredo Brandalize	(41)3271-6000 (41)3332-3273	MONOFEIXE	N	0	0	0
339	<u>ETHOS</u>	11.194.926/0001-81	JARAGUÁ DO SUL (SC)	Alberto João Marcatto	(47)3372-3255 (47)3275-3036 (47)3275-3131	-	N	0	0	0
100	<u>FAUSTO DE SOUZA ENGENHARIA LTDA</u>	01.382.055/0001-76	Aragoiânia (GO)	Helder Fausto de Souza	(62)3278-0917 (62)9688-4647	MULTIFEIXE MONOFEIXE	S	0	0	0
252	<u>FOTOGEO</u>	05.302.992/0001-25	São José dos Campos (SP)	Rodrigo Alexandre da Costa Silva	(12)3923-4550 (12)3021-0819	MONOFEIXE	S	0	0	1
285	<u>FOTOTERRA</u>	72.857.345/0003-39	Macaé (RJ)	Lidia Mizue Enami	(22)2772-6290 (22)99740-3021 (11)99244-7605	-	N	0	0	0
233	<u>FRISIUS</u>	10.202.855/0001-59	Rio de Janeiro (RJ)	Fernando de Araujo Coutinho Amadeo	(21)3105-4231 (21)97806-2370	MULTIFEIXE MONOFEIXE	S	4	0	0
199	<u>FUGRO</u>	03.595.293/0001-95	Rio de Janeiro (RJ)	Paula Manuela Gomes Souza Fábio Mayo Belligotti	(22)3321-7931 (21)2125-8501 (21)99765-6409	MULTIFEIXE SIDESCAN	N	0	0	0
320	<u>GARDLINE</u>	16.492.411/0001-81	Rio de Janeiro (RJ)	Carlos Frederico F. de Brito Silva Marins Maria Antônia Tinoco	(21)3032-6700 (21)3032-6792	MULTIFEIXE MONOFEIXE SIDESCAN	N	0	0	0
183	<u>GEO CARTOGRAFIA</u>	02.960.567/0001-35	Rio de Janeiro (RJ)	Antônio Roberto Fernandes da Silva	(21)3527-4571 (21)3549-2294	MONOFEIXE	N	0	0	0
216	<u>GEOFFSHORE</u>	08.620.823/0001-21	Niterói (RJ)	Francisco Correia Ivo Janne Mary Fonseca Ivo	(21)2610-1413	MULTIFEIXE MONOFEIXE	N	0	0	0
326	<u>GEOLEVEL</u>	19.844.119/0001-79	Rio de Janeiro (RJ)	Felipe Chaves Martins	(21)98834-1003	MONOFEIXE	N	0	0	0
294	<u>GEOPEQUISA</u>	01.304.090/0001-77	São Paulo (SP)	Paulo Roberto de Paiva	(11)2208-3669 (11)99936-3928	MONOFEIXE	N	0	0	0

283	<u>GEOTAG ENGENHARIA</u>	10.572.518/0001-53	Santos (SP)	Orjana Carvalho A. Silva	(21)3627-4184 (13)3307-2994	MONOFEIXE SIDESCAN	S	0	0	0
229	<u>GEOURBE</u>	08.725.248/0001-21	São Paulo (SP)	Marinaldo Gomes dos Santos	(11)3308-5555 (11)98721-3827 (11)3308-5553	MONOFEIXE	N	0	0	0
286	<u>GGES MINERAÇÃO</u>	85.377.018/0001-60	Balneário Camboriú (SC)	Marcus Vinicius Fumagalli Thiago Gavazonni	(47)3367-7353 (47)9624-1695 (47)9619-4050	MONOFEIXE	N	0	0	0
299	<u>GMA</u>	11.695.832/0001-96	Natal (RN)	Daniel Vitor Gomes da Silva	(84)4141-1979 (84)9949-5991	MONOFEIXE	N	0	0	0
302	<u>HIDROMARES</u>	04.919.751/0001-67	Santos (SP)	Adriene Ferreira Pereira	(13)3221-7932 (13)3301-7730	-	N	0	0	0
127	<u>HIDROSFERA</u>	03.955.616/0001-04	Rio de Janeiro (RJ)	Dirceu Eliseire Junior	(21)2233-8623 (21)98898-6769 (21)2263-5460	SIDESCAN	N	0	0	0
161	<u>HIDROTOP</u>	55.678.759/0001-10	Santos (SP)	Valter Leocádio da Rocha Gilson André Leocadio	(13)3284-4040 (13)3284-0400	MULTIFEIXE MONOFEIXE SIDESCAN	S	1	4	2
212	<u>HIDROTOPBEL</u>	08.578.660/0001-66	Belém (PA)	Marcio Brito Bonifácio	(91)3227-6410 (91)9984-2757	MONOFEIXE	S	0	0	0
124	<u>HIDROTOPO</u>	31.250.137/0001-28	Rio de Janeiro (RJ)	Augusto Dantas Sampaio	(21)2220-4288 (21)2220-9237	MULTIFEIXE MONOFEIXE	S	4	7	0
232	<u>HM ENGENHARIA</u>	05.842.587/0001-08	Vinhedo (SP)	Rodrigo Nogueira de Araújo	(19)3826-1204 (19)99743-7134	MONOFEIXE	N	0	0	0
289	<u>HYDROTECH</u>	11.545.486/0001-60	Rio Grande (RS)	Sérgio da Silveira Miranda Tadeu Braga Arejano	(53)3717-0190 (53)8129-8875 (53)9112-5523	MONOFEIXE	S	0	0	0
228	<u>INTERDRAGA</u>	06.222.133/0001-99	Rio de Janeiro (RJ)	Leopoldo Spinola Bittencourt	(21)2580-4433	-	N	0	0	0
253	<u>INTERMOOR</u>	08.208.002/0001-82	Rio de Janeiro (RJ)	Fábio Salgado Nóbrega	(21)3282-5730	-	N	0	0	0
117	<u>INTERNAVE</u>	53.496.774/0001-11	São Paulo (SP)	Mário Guilhem de Almeida Fabio Guilhem de	(11)3257-9955 (11)3241-5981	MONOFEIXE	S	2	0	0
148	<u>ISOBÁTICA</u>	00.329.351/0001-40	Paranaguá (PR)	Milton José de Carvalho Montenegro	(41)3721-1010 (41)3423-1412	MONOFEIXE	S	0	0	0
273	<u>JAN DE NUL DO BRASIL</u>	08.651.815/0001-42	Rio de Janeiro (RJ)	André Crestani Ricardo Delfim Vinicius Delfim	(21)9172-0052 (98)8118-1099 (98)9180-5634	MULTIFEIXE	N	0	0	0
307	<u>JEED ENGENHARIA</u>	05.641.692/0001-70	Brasília (DF)	Gilberto Torres Quintanilha	(61)3039-6115	MONOFEIXE	N	0	0	0
270	<u>JR. NOVO</u>	64.766.330/0001-75	Santos (SP)	Aires Ferreira de Castro Filho	(13)2138-3681 (13)2202-2613	MONOFEIXE	N	0	0	0
235	<u>JRUANO ENVIROLINK</u>	04.837.129/0001-00	Vitória (ES)	Julio César Ruano da Silva Paulo Veronez Junior	(27)3323-6950 (27)9293-9909 (27)3322-2202	MONOFEIXE	N	0	0	0
208	<u>LAGHI ENGENHARIA</u>	01.057.727/0001-78	Manaus (AM)	José Luis Vidal Laghi	(92)3236-3335 (92)3236-3335 (92)3301-4300	-	N	0	0	0
298	<u>LEMA ENGENHARIA</u>	10.641.779/0001-88	Rio de Janeiro (RJ)	Gerson Luiz Soriano Lerner	(21)2137-5268 (21)8833-1979	-	N	0	0	0

275	<u>MAR TETHYS</u>	13.282.874/0001-20	Balneário Camboriú (SC)	Glauco Vintem	(47)3366-1400 (47)9923-2221 (47)3366-8124	MULTIFEIXE MONOFEIXE SIDSCAN	N	0	0	0
140	<u>MICROARS</u>	27.289.834/0001-15	Rio de Janeiro (RJ)	Antonio Geraldo Neves da Cunha	(21)2516-2090 (21)2516-0599	MULTIFEIXE MONOFEIXE	S	2	6	1
306	<u>MPB</u>	78.221.066/0001-07	Florianópolis (SC)	Valmir Antunes da Silva Max Demonti	(48)3225-3682 (48)3238-1115	MONOFEIXE	N	0	0	0
308	<u>NOVA BIO SUB</u>	07.602.763/0001-51	Jaú (SP)	Nivaldo Domingos Frederice	(14)3662-8888 (14)98124-5731	MONOFEIXE	N	0	0	0
317	<u>OCEANO ENGENHARIA</u>	01.016.038/0001-15	Niterói (RJ)	Luiz Eduardo Lopes Garcia	(21)2611-8000 (21) 99106-3144	MONOFEIXE	N	0	0	1
27	<u>OCEANOTÉCNICA</u>	33.957.986/0001-41	Rio de Janeiro (RJ)	Narcilio Reis	(21)2492-2601 (21)2437-0032	MONOFEIXE	S	1	1	0
149	<u>PETCON</u>	26.478.016/0001-06	Brasília (DF)	Juliana Doyle Lontra Luciano de Siqueira Freitas	(61)3112-2713 (21)3364-0026 (61)3212-2727	MONOFEIXE	N	0	0	0
333	<u>PH MAR</u>	09.625.212/0001-39	Rio de Janeiro (RJ)	Thiago Dutra da Silva	(21)2234-4271 (21)3624-6691	MONOFEIXE SIDSCAN	N	0	0	0
274	<u>PJ SERV. HIDROGRÁFICOS</u>	12.655.925/0001-50	Rio de Janeiro (RJ)	Paulo de Castro Baur Filho	(21)2233-0052 (21)98622-7592	MONOFEIXE	S	1	1	1
231	<u>PLANAL</u>	04.748.601/0001-38	São Paulo (SP)	Sergio Fernando Arruda Ferro	(11)3054-2112 (11)3024-2110 (11)3054-2113	MONOFEIXE SIDSCAN	N	0	0	0
96	<u>PONTE NOVA</u>	64.995.129/0001-60	Presidente Epitácio (SP)	Fabio Fernandes da Cruz	(18)99783-5636 (18)3281-3922	MONOFEIXE	N	0	0	0
171	<u>PRO-OCEANO</u>	04.001.949/0001-67	Rio de Janeiro (RJ)	Thiago Cardoso de Miranda	(21)2532-5666	-	N	0	0	0
225	<u>RIO INTERPORT</u>	72.164.593/0001-32	Niterói (RJ)	Eduardo Guedes figueiredo	(21)2705-4681 (21)2618-2981 (21)9994-4964	-	S	3	0	0
300	<u>ROOS</u>	13.783.455/0001-72	Rio Grande do Sul (RS)	Renato Moacir Moreira Lopes	(51)3722-5338 (51)9876-6711	MONOFEIXE	N	0	0	0
324	<u>ROSA DOS VENTOS</u>	19.651.522/0001-81	Rio de Janeiro (RJ)	Renato Shoji Koike	(21)2263-1881 (21)99132-7229	MULTIFEIXE MONOFEIXE SIDSCAN	N	0	0	0
323	<u>RPEOTTA</u>	09.391.323/0001-28	Rio de Janeiro (RJ)	Roberto Accioly Peotta	(21)3526-6300 (21)3154-8570	MULTIFEIXE	N	0	0	0
281	<u>RURAL TECH</u>	01.020.718/0001-02	Brasília (DF)	Lizânia Guimarães Trombini	(61)3361-5005 (61)8211-5522	MONOFEIXE	N	0	0	0
278	<u>SALT - SEA & LIMNO</u>	13.067.990/0001-27	São Paulo (SP)	Vitor Izumi Alexandre Salaroli Thiago Marques	(11)3039-8365 (11)9567-1337	-	N	0	0	0
342	<u>SEASEEP</u>	14.378.579/0001-35	Rio de Janeiro (RJ)	Wilhelm Dorle	(21)3554-6673 (21)98868-6237	-	N	0	0	0
303	<u>SENSORMAP</u>	12.832.165/0001-09	São Paulo (SP)	Roberto da Silva Ruy	(18)3902-9400 (18)3324-1305	MULTIFEIXE MONOFEIXE	N	0	0	0
243	<u>SHELTER</u>	08.794.920/0001-30	Rio de Janeiro (RJ)	Carlos Alberto Pêgas Ferreira	(21)3353-0565	MONOFEIXE	N	0	0	0

259	<u>SPECTRAH</u>	09.450.148/0001-00	Florianópolis (SC)	Henrique Frasson de Sousa Mário Sílvio Cesar Pereira	(27)8161-7085 (48)9996-0721	MONOFEIXE	N	0	0	0
322	<u>STCGEO</u>	08.176.719/0001-90	Rio de Janeiro (RJ)	Alexandre Rios Asmus	(21)2137-0785 (21)99168-7270	-	N	0	0	0
309	<u>STE</u>	88.849.773/0001-98	Canoas (RS)	Sergio Luiz Klein	(51)3472-8071 (51)9998-4415	MULTIFEIXE MONOFEIXE	S	0	1	0
165	<u>SUBSEA 7</u>	04.954.351/0001-92	Niterói (RJ)	Isabela Fortes de Azevedo	(21)99897-5657	MULTIFEIXE	N	0	0	0
262	<u>SUPERFÍCIE</u>	03.597.039/0001-26	Porto Alegre (RS)	Rodrigo Lora Brandolt	(51)3072-3400 (51)9979-1213 (51)8110-1767	MONOFEIXE	N	0	0	0
327	<u>SURFACE</u>	09.491.927/0001-46	Belo Horizonte (MG)	Leonardo Leão Giacomini	(31)3586-5728 (31)9991-4668 (31)9129-4516	-	N	0	0	0
141	<u>TECNOCORPS</u>	04.673.546/0001-64	Belém (PA)	Luiz Carlos Monteiro de Freitas	(91)3259-2587	MONOFEIXE	N	0	0	0
249	<u>TETRA TECH</u>	56.088.990/0001-16	São Paulo (SP)	Breno Mendes Quintanilha serra	(11)3095-5050	MONOFEIXE	N	0	0	0
179	<u>TOPOCART</u>	26.994.285/0001-17	Brasília (DF)	Jorge Mauro Barja Arteiro Abner Lima de Oliveira	(61)3799-5046 (61)3799-5062 (61)3799-5058	MONOFEIXE	N	0	0	0
190	<u>TOPSOUNDER</u>	03.288.182/0001-36	Nova Friburgo (RJ)	Antonio José de Araújo Fernades	(22)99226-7079 (22)2523-2458	MONOFEIXE	N	0	0	0
313	<u>TRACOMAL</u>	27.143.007/0001-19	Serra (ES)	Mirella Dornelas Machado	(27)3348-6900 (27)3348-6950	MULTIFEIXE	N	0	0	0
219	<u>UFC ENGENHARIA</u>	32.690.778/0001-66	Lauro de Freitas (BA)	Pedro Antonio Passos de Oliveira Edson Santos Gomes	(71)3797-2100 (71)3378-5116	-	N	0	0	0
135	<u>UMISAN</u>	03.290.647/0001-93	Vitória (ES)	Sandro J. P. Paixão	(27)3211-1293 (27)3222-8599 (27)99251-5732	MULTIFEIXE	S	2	4	3
310	<u>UNIVALI</u>	84.307.974/0001-02	Itajaí (SC)	João Luiz Baptista de Carvalho	(47)3341-7627 (47)3341-7800	MONOFEIXE	N	0	0	0
279	<u>UTEC SURVEY</u>	12.309.227/0001-00	Rio de Janeiro (RJ)	Angela Alonso Rangel	(21)8622-9251 (21)2104-6748	MULTIFEIXE	N	0	0	0
172	<u>VAN OORD SERVIÇOS</u>	30.276.927/0001-10	Rio de Janeiro (RJ)	José Eduardo de Campos Figueiredo Daniel Christovam de	(21)2172-0100 (47)9933-5717	MULTIFEIXE MONOFEIXE	N	0	0	0
312	<u>VICTORIANE</u>	08.518.288/0001-00	São Paulo (SP)	Antonio Moacir Rodrigues Nogueira	(11)99602-6313	MONOFEIXE	N	0	0	0
336	<u>VISÁOGEO</u>	04.947.083/0001-81	Florianópolis (SC)	Klayton Pottmair Martins Marcelo Assunção	(48)3233-1031 (48)9961-7711 (48)9632-4777	MONOFEIXE	N	0	0	0
330	<u>WESTERNGECO</u>	04.612.284/0009-30	Rio de Janeiro (RJ)	Elen de Alencar Costa	(21)3541-7000	-	N	0	0	0
206	<u>ZARDINI CONSULTORIA</u>	03.464.929/0001-60	Vila Velha (ES)	Renato Correa Gomes	(27)3229-1721 (27)99811-4377	MONOFEIXE	N	0	0	0
282	<u>ZENITH LITORAL</u>	10.357.266/0001-40	Santos (SP)	Helder Luiz Puia	(13)3269-4045 (13)97804-0946	MONOFEIXE	S	2	2	0

ANEXO II

**MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA****AUTORIZAÇÃO Nº 308/15****CATEGORIA "A"**

O Diretor do Centro de Hidrografia da Marinha, de acordo com as delegações de competência estabelecidas pelas Portarias nº 39/DHN, de 23 de março de 2012, e 156/MB, de 3 de junho de 2004, AUTORIZA a Belov Engenharia Ltda., inscrita sob o nº 116 no Cadastro de Entidades Executantes de Levantamentos Hidrográficos, em conformidade com o art. 37 do Decreto-Lei nº 243, de 28 de fevereiro de 1967, e nos termos das Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos - NORMAM-25 (1ª Revisão), a realizar Levantamento Hidrográfico nas proximidades do TRBA - Terminal de Regaseificação da Bahia e TEMADRE - Terminal Aquaviário de Madre de Deus, municípios de Salvador e Madre de Deus, estado da Bahia, no período de 16 de setembro de 2015 a 13 de março de 2016, conforme descrito no projeto de Levantamento Hidrográfico recebido por este Centro em 14 de setembro de 2015.

Esta Autorização não isenta a entidade requerente de obter outras autorizações e/ou licenças federais, estaduais e municipais legalmente exigíveis para realização desta atividade, incluindo aquelas relacionadas à órgãos ambientais e à segurança da navegação, emanadas por Agentes ou Representantes da Autoridade Marítima, sendo obrigatória a sua disponibilização no local de realização do Levantamento Hidrográfico, para efeito de fiscalização.

Conforme o item 0203 da NORMAM-25 (1ª Revisão), a coleta e/ou processamento dos dados deverão ser realizados exclusivamente pela EE autorizada. A cessão dos dados a terceiros só deverá ser feita à Entidade Contratante do LH. Caso alguma discrepância seja observada, serão aplicadas as sanções cabíveis à EE.

Niterói, 16 de setembro de 2015.

Por ordem:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Paulo Pereira Oliveira Matos', written over a horizontal line.

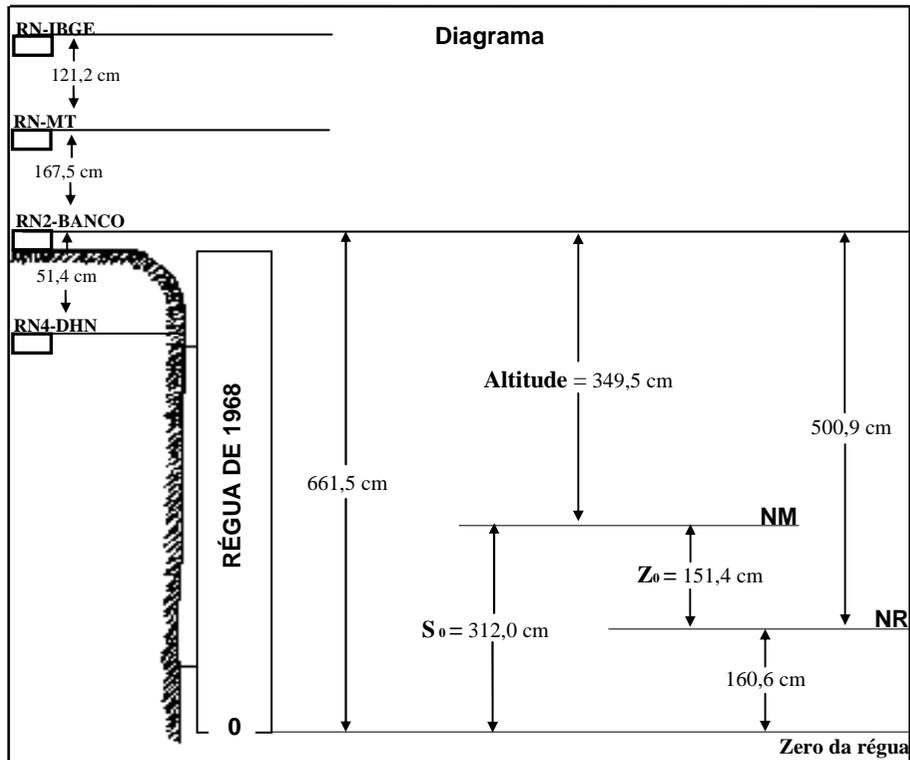
PAULO PEREIRA OLIVEIRA MATOS

Capitão-de-Fragata

Encarregado da Divisão de Planejamento e Coordenação

ANEXO III

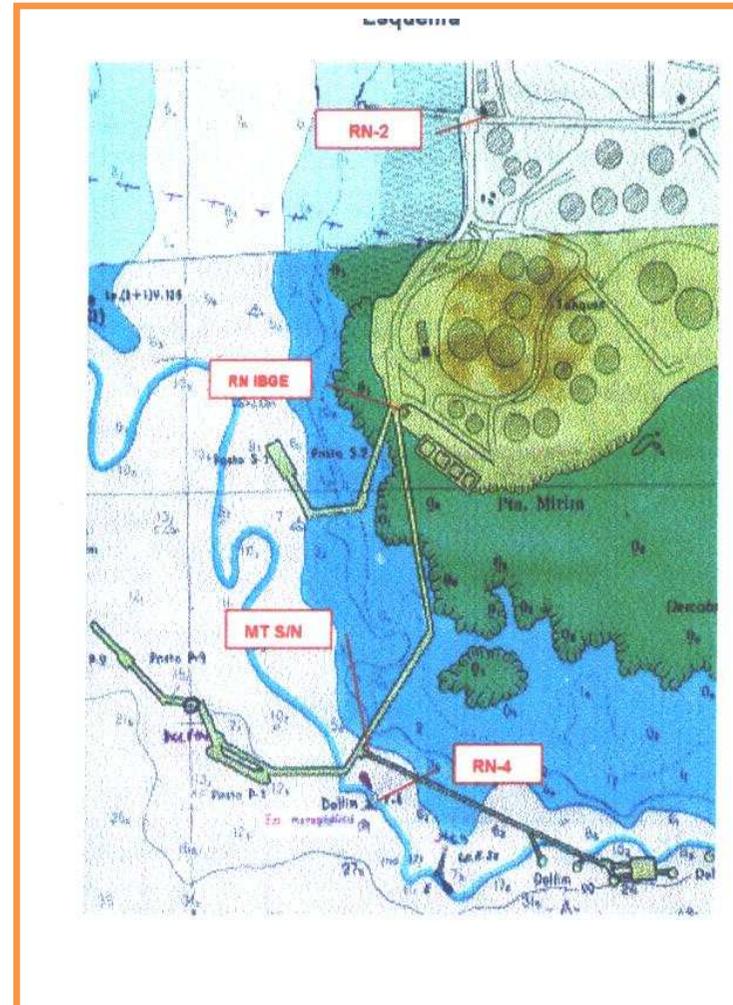
	40 118	TÁBUAS DAS MARÉS	F - 41 – Verificada – Porto de Madre de Deus – 40118 – Versão 1/2009			
	F-41	DESCRIÇÃO DE ESTAÇÃO MAREGRÁFICA		F-41-1105-404/68		
Estação Porto de Madre de Deus		Estado BA		Localidade Madre de Deus		
LH	Carta N°.1105 – Porto Madre de Deus	Navio DHN		Ano 1968		
Coordenadas geográficas Lat 12° 44' 59.21" S Long 038° 37' 25.32" W Datum WGS-84 Origem Fuso + 3		O nível de redução está <u>160.6</u> centímetros acima do zero da régua de 1968. Fonte de informação: Análise estatística e harmônica de 32 dias de observação da maré. Tipo de marégrafo: Hidrologia diário. Zero do marégrafo: Coincide com o zero da régua.				
Descrição das régua de marés Régua de madeira padrão DHN medindo 5 metros comprimento, graduada de 10 em 10 cm e numerada de 10 em 10 cm, com faixas brancas e pretas instaladas ao lado da estação maregráfica. Esta ficha foi compilada das fichas F-41-1100-404/68, F-41-1105-001/03 e da F-41-1105-001/05. Atualizada em 03/09/2013.		Descrição das referências de nível RN2-DHN (Banco) – Instalada na soleira da porta do prédio da antiga loja Distribuidora para Navios, do lado direito. Citada a partir de 1968. RN-IBGE – Instalada na pequena praça que homenageia o Alte Câmara no interior do TEMADRE, nas proximidades da estação de energia de emergência. Citada a partir de 2003. MT-DHN-S/N – Instalado próximo ao ATCAIS, no interior do TEMADRE. Citada a partir de 2003. RN4 – Instalada no dolfim próximo ao ATCAIS, no Interior TEMADRE Implantada em 2003.				
DHN-6016-A	Arquivo Técnico a ser preenchida no CHM Recebida em: Documento de referência: LH-004/03 - RA-084/04 LH-001/05		Pessoal que tomou parte na montagem <table border="1"> <tr> <td> Equipe de 1968: Civis Carpinteiros: Francisco de Assis e Júlio Amorim Chefe da equipe: FC Soriano </td> <td> Equipe de 2003: 3º SG-CP Vilela 3º SG-HN Alves CB-HN Antonio Carlos Chefe da equipe: 1T Peixoto </td> </tr> </table>		Equipe de 1968: Civis Carpinteiros: Francisco de Assis e Júlio Amorim Chefe da equipe: FC Soriano	Equipe de 2003: 3º SG-CP Vilela 3º SG-HN Alves CB-HN Antonio Carlos Chefe da equipe: 1T Peixoto
	Equipe de 1968: Civis Carpinteiros: Francisco de Assis e Júlio Amorim Chefe da equipe: FC Soriano	Equipe de 2003: 3º SG-CP Vilela 3º SG-HN Alves CB-HN Antonio Carlos Chefe da equipe: 1T Peixoto				



Observações

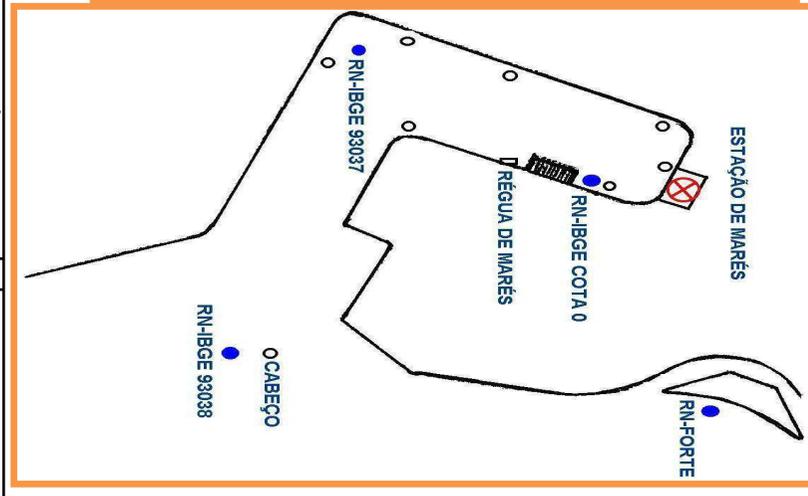
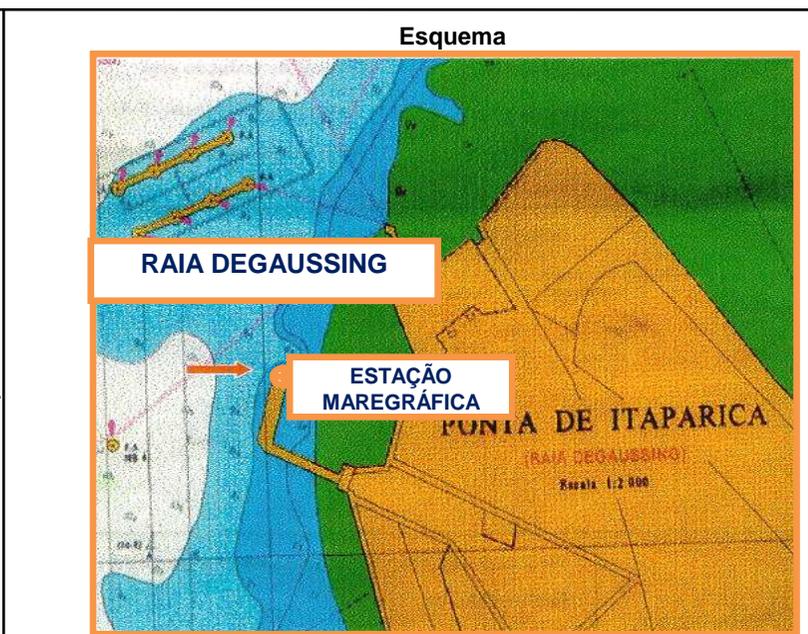
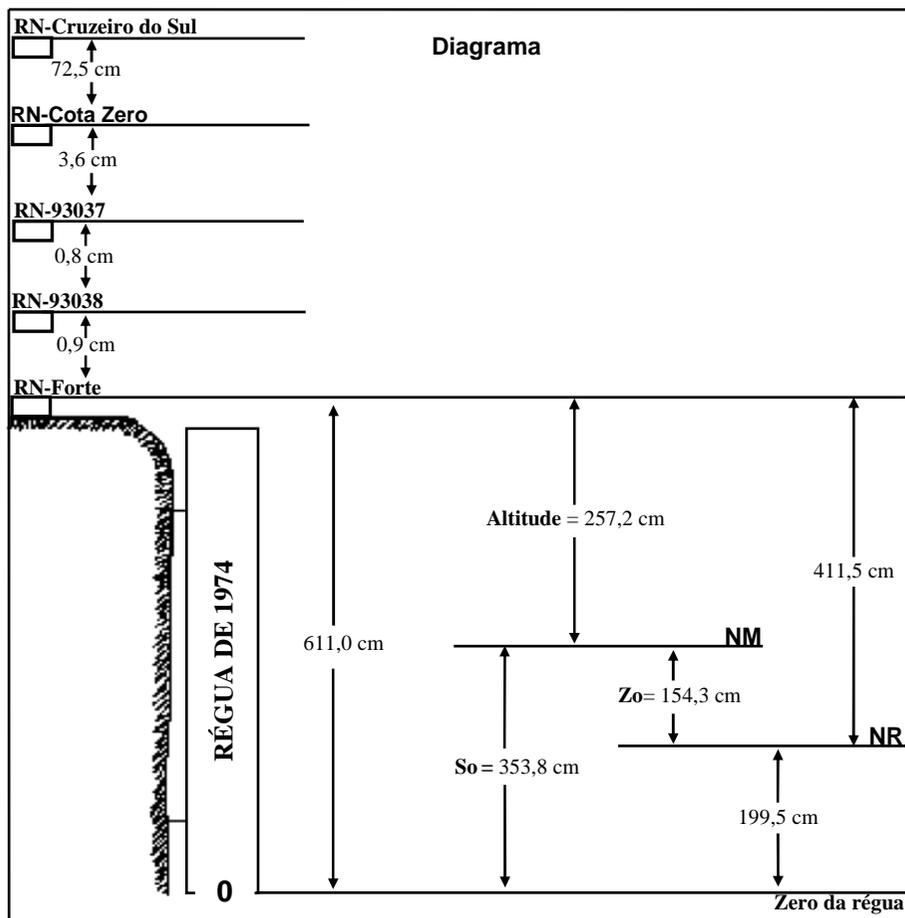
- 1- Período de observação para obtenção dos elementos de maré: 01/06/1968 a 02/07/1968.
- 2- A análise foi efetuada usando o método harmônico, sendo os dados processados pelo BNDO.
- 3 - Posição da estação foi ajustada para Lat.: $12^{\circ} 44' 59,21''$ S / Long.: $038^{\circ} 37' 25,32''$ W.

Esquema



ANEXO IV

		40133		F-41- Padrão – Ilha de Itaparica - 40133 Versão 1/2010			
		F-41		DESCRIÇÃO DE ESTAÇÃO MAREGRÁFICA		F- 41-1171- 001/74	
Estação Ilha de Itaparica		Estado BA		Localidade Ilha de Itaparica			
LH 019/74		Carta N°. 1171 – Baía de Todos os Santos – Canal de Itaparica		Navio			
Ano 1974							
Coordenadas geográficas Lat 12° 52' 47.09" S Long 038° 41' 09.59" W Datum Fuso +3		O nível de redução está <u>199,5</u> centímetros acima do zero da régua de 1974. Fonte de informação: Análise estatística e harmônica de 32 dias de observação da maré. Tipo de marégrafo: OTT. Escala 1:15. Zero do marégrafo: Coincide com o zero da régua.					
Descrição das réguas de marés Régua de maré com 5,995 metros de comprimento. Esta ficha foi compilada das F-41-1107-001/74, F-41-1107-001/98, F-41-1171-001/00 e F-41-1171-001/03. Atualizada em 04/09/2013.		Descrição das referências de nível RN-FORTE – Marco Testemunho padrão DHN, com a inscrição “RN” ao centro, sem numeração. Está localizada à esquerda da entrada do Forte São Lourenço, chumbada no chão junto ao portão de acesso. Implantada em 1974. RN-93037-IBGE – Marco testemunho padrão IBGE chumbada no chão próximo ao cabeço mais ao sul do cais, contendo “IBGE-SAT protegido por Lei-90307”. Citada a partir de 2000. RN-93038-IBGE – RN padrão IBGE chumbada no pór. Citada a partir de 2003. RN-IBGE Cota Zero – RN padrão IBGE, calota esférica chumbada na base de um dos cabeços do cais, próxima à escada de acesso para embarcações miúdas, contendo a inscrição “Cota 0000”. Citada a partir de 1998. RN-SAT-93012-IBGE – Marco padrão IBGE, com a inscrição “IBGE protegido por LEI-SAT-93012-1994”, chumbado no chão, próximo ao cabeço mais ao Norte do cais. Lat 12° 52' 47", 3629 S Long 038° 41' 09", 8954 W – (F-21-1171-001/03). Citado a partir de 2003. RN-Cruzeiro do Sul – Marco de bronze com a inscrição “Referência de nível nº551 – S/A Cruzeiro do Sul”. Está localizada no batente da porta da Igreja do Santíssimo. Citada a partir de 1974.					
DHN-6016-A		Arquivo Técnico a ser preenchida no CHM Recebida em: Documento de referência: LH-019/74 – LH-SNº98 LH-004/03 – RA-017/04		Pessoal que tomou parte na montagem <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"> Equipe de 1974: CB-HN Menezes Chefe da equipe: CC Paulo Roberto S. </td> <td style="width: 50%;"> Equipe de 2003: 2º SG HN Paulo 3º SG HN Alexandre CB-HN Nízio - CB-HN Paulo César Chefe da equipe: 1T (QC-CA) Vidal Lima </td> </tr> </table>		Equipe de 1974: CB-HN Menezes Chefe da equipe: CC Paulo Roberto S.	Equipe de 2003: 2º SG HN Paulo 3º SG HN Alexandre CB-HN Nízio - CB-HN Paulo César Chefe da equipe: 1T (QC-CA) Vidal Lima
Equipe de 1974: CB-HN Menezes Chefe da equipe: CC Paulo Roberto S.	Equipe de 2003: 2º SG HN Paulo 3º SG HN Alexandre CB-HN Nízio - CB-HN Paulo César Chefe da equipe: 1T (QC-CA) Vidal Lima						



Observações

1. Período de observação para obtenção dos elementos de marés: 06/08/1974 a 06/09/1974.
2. A análise foi processada usando o método harmônico, sendo os dados processados pelo BNDO.
3. A RN-SAT-93012-IBGE não está representada no diagrama por não estar amarrada com as demais.
4. A RN-SAT-93012-IBGE foi rastreada em 2003.
5. Posição da estação foi ajustada para Lat.: 12° 52' 47.09"S / Long.: 038° 41' 09.59"W.

DESCRIÇÃO DE ESTAÇÃO MAREGRÁFICA

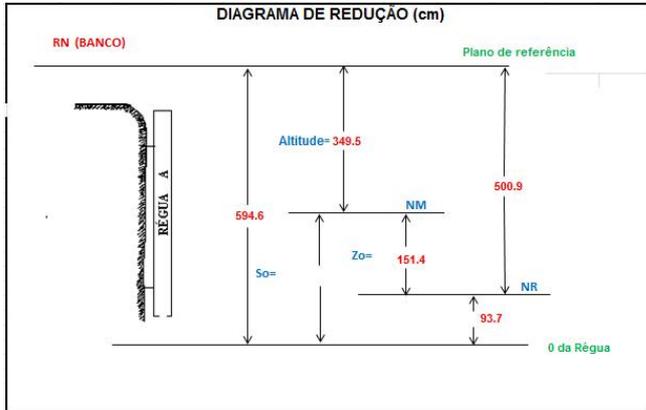
ESTAÇÃO: Porto de Madre de Deus ESTADO: BA LOCALIDADE: Madre de Deus EMPRESA: Belov Engenharia	Nº: F-41 – 1105 – 003/15 LH: 308/15 CARTA Nº: 1105 – Porto de Madre de Deus ANO: 2015
---	--

COORDENADAS GEOGRÁFICA: LAT.: 12° 44'.72 S LONG: 038° 37'.34 W DATUM: WGS – 84 FUSO: + 03	O nível de redução está 93,7 centímetros acima do zero da régua. Fonte de informação: F – 41 – Verificada – Porto de Madre de Deus – 40118 – Versão 1/2009 Tipo de marégrafo: Marégrafo digital (do tipo boia e contrapeso). Zero do marégrafo: Zerado na régua.
--	---

DESCRIÇÃO DAS RÉGUAS DE MARÉS: Régua de madeira medindo 5 metros comprimento, graduada de 10 em 10 cm, com faixas vermelha instalada ao lado da estação maregráfica.	DESCRIÇÃO DAS REFERÊNCIAS DE NÍVEL: RN – 2 (Banco): Padrão DHN, instalada na soleira da porta do prédio da antiga loja distribuidora de navios, ao lado direito. Citada a partir de 1968; RN-IBGE: Instalada na pequena praça que homenageia a Alte. Câmara no interior do TEMADRE, nas proximidades da estação de energia. Citada a partir de 2003. MT-S/N: MT padrão DHN instalado próximo ao ATCAIS, no interior do TEMADRE. Citada a partir de 2003. RN-4: Instalada no delfim próximo ao ATCAIS, no interior do TEMADRE implantada em 2003.
--	---

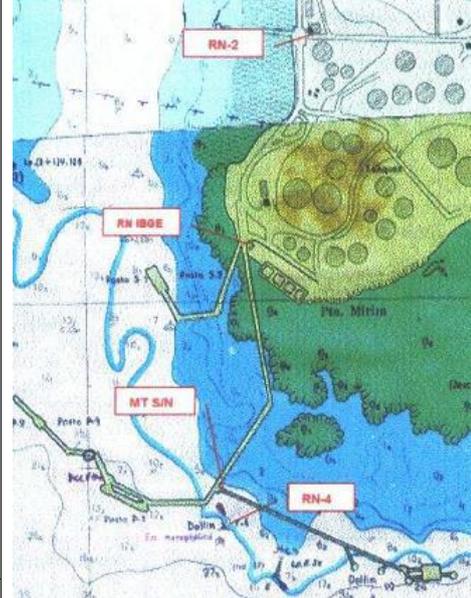
DHN: 6016-A	Arquivo Técnico a ser preenchida no CHM Recebida em: / / Documento de referência:	Pessoal que tomou parte na reocupação: Guilherme Ueda Bruno Luz Chefe da Equipe: Bruno Luz Data: 30/10/2015
--------------------	--	---

DIAGRAMA (CM)



OBSERVAÇÕES:

ESQUEMA
Recorte Carta Náutica



DESCRIÇÃO DE ESTAÇÃO MAREGRÁFICA

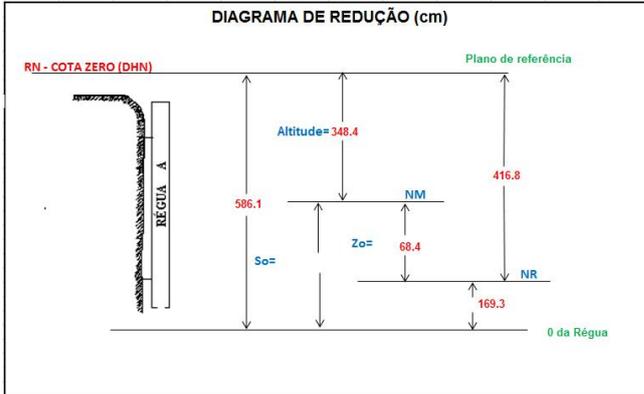
ESTAÇÃO: Ilha de Itaparica ESTADO: BA LOCALIDADE: Itaparica EMPRESA: Belov Engenharia	Nº: F-41 – 1171 – 001/15 LH: 308/15 CARTA Nº: 1107 – Baía de Todos os Santos - Parte Oeste ANO: 2015
--	---

COORDENADAS GEOGRÁFICA: LAT.: 12° 52' 47.09" S LONG: 038° 41' 09.59" W DATUM: WGS – 84 FUSO: + 03	O nível de redução está 169,3 centímetros acima do zero da régua. Fonte de informação: F-41 – Padrão – Ilha de Itaparica – 40133 - Versão 1/2010. Tipo de marégrafo: Marégrafo digital (do tipo boia e contrapeso). Zero do marégrafo: Zerado na régua.
--	--

DESCRIÇÃO DAS RÉGUAS DE MARÉS: Régua de madeira medindo 6m de comprimento e graduada de 10 em 10 cm. Esta ficha foi elaborada com informações das fichas F-41-1107-001/74, F-41-1107-001/98, F-41-1107-001/00 e F-41-1107-001/03. Atualizada em 04/09/2013.	DESCRIÇÃO DAS REFERÊNCIAS DE NÍVEL: RN-FORTE – Marco Testemunho padrão DHN, com a inscrição “RN” ao centro, sem numeração. Está localizada à esquerda da entrada do Forte São Lourenço, chumbada no chão junto ao portão de acesso. Implantada em 1974. RN-93037-IBGE – Marco testemunho padrão IBGE chumbada no chão próximo ao cabeço mais ao sul do cais, contendo “IBGE-SAT protegido por Lei-90307”. Citada a partir de 2000. RN-93038-IBGE – RN padrão IBGE chumbada no pier. Citada a partir de 2003. RN-IBGE Cota Zero – RN padrão IBGE, calota esférica chumbada na base de um dos cabeços do cais, próxima à escada de acesso para embarcações miúdas, contendo a inscrição “Cota 0000”. Citada a partir de 1998. RN-SAT-93012-IBGE – Marco padrão IBGE, com a inscrição “IBGE protegido por LEI-SAT-93012-1994”, chumbado no chão, próximo ao cabeço mais ao Norte do cais. Lat 12° 52' 47", 3629 S Long 038° 41' 09", 8954 W – (F-21-1171-001/03). Citado a partir de 2003. RN-Cruzeiro do Sul – Marco de bronze com a inscrição “Referência de nível nº551 – S/A Cruzeiro do Sul”. Está localizada no batente da porta da Igreja do Santíssimo. Citada a partir de 1974.
---	--

DHN: 6016-A	Arquivo Técnico a ser preenchida no CHM Recebida em: / / Documento de referência:	Pessoal que tomou parte na reocupação: Guilherme Ueda Bruno Luz Chefe da Equipe: Bruno Luz Data: 29/10/2015
--------------------	--	---

DIAGRAMA (CM)



OBSERVAÇÕES:

ESQUEMA

