

## **ANEXO I.H**

### **Diagnóstico do molhe**



**RELATÓRIO 1 - LEVANTAMENTO ATUAL E ANÁLISES DAS CONDIÇÕES  
ESTRUTURAIS DO MOLHE DO PORTO DE IMBITUBA – IMBITUBA – SC**



**RELATÓRIO Nº HD-1061/1**

**HIDROTOPO CONSULTORIA E PROJETOS LTDA.**

**SETEMBRO/2024**

## ÍNDICE

|                |                                                                  |    |
|----------------|------------------------------------------------------------------|----|
| 1.             | INFORMAÇÕES GERAIS .....                                         | 6  |
|                | Área do Levantamento .....                                       | 6  |
|                | Cronologia dos Eventos.....                                      | 8  |
|                | Equipe Técnica.....                                              | 8  |
|                | Empresa Executante .....                                         | 9  |
| 1.1.           | LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO BATIMÉTRICO.....                       | 9  |
| 1.1.1.         | Trabalhos Executados.....                                        | 11 |
| 1.1.2.         | Geodésia .....                                                   | 11 |
| 1.1.2.1.       | Informações Gerais .....                                         | 11 |
| 1.1.3.         | Topografia.....                                                  | 13 |
| 1.1.3.1.       | Equipamento Utilizado.....                                       | 13 |
| 1.1.3.2.       | Nivelamento da Estação Porto de Imbituba .....                   | 14 |
| 1.1.4.         | Observações Maregráficas.....                                    | 19 |
| 1.1.4.1.       | Estação Maregráfica Porto de Imbituba .....                      | 19 |
| 1.1.4.2.       | Ficha da Estação Maregráfica Porto de Imbituba - DHN.....        | 20 |
| 1.1.4.3.       | Ficha da Estação Maregráfica Porto de Imbituba - Hidrotopo ..... | 22 |
| 1.1.4.4.       | Referência de Nível (RN).....                                    | 24 |
| 1.1.4.5.       | Régua Maregráfica .....                                          | 25 |
| 1.1.4.6.       | Marégrafo Utilizado.....                                         | 25 |
| 1.1.4.7.       | Fator de Redução .....                                           | 27 |
| 1.1.4.8.       | Registros do marégrafo .....                                     | 27 |
| 1.1.5.         | Batimetria.....                                                  | 36 |
| 1.1.5.1.       | Sondagem Multifeixe .....                                        | 36 |
| 1.1.5.1.1.     | Projeto de Linhas de Sondagem .....                              | 37 |
| 1.1.5.1.2.     | Equipamentos Utilizados .....                                    | 38 |
| 1.1.5.1.3.     | Procedimentos.....                                               | 43 |
| 1.1.5.1.3.1.   | Montagem da Embarcação                                           | 43 |
| 1.1.5.1.3.2.   | Offsets dos Equipamentos na Embarcação                           | 43 |
| 1.1.5.1.3.3.   | Configuração do Sistema Multifeixe                               | 47 |
| 1.1.5.1.3.4.   | Execução do Serviço                                              | 47 |
| 1.1.5.1.3.5.   | Aferições e Calibrações                                          | 48 |
| 1.1.5.1.3.5.1. | Perfilagem da Velocidade do Som na Água                          | 48 |

|                |                                             |     |
|----------------|---------------------------------------------|-----|
| 1.1.5.1.3.5.2. | PatchTest                                   | 55  |
| 1.1.5.1.4.     | Processamento dos dados                     | 64  |
| 1.1.5.1.4.1.   | Retirada de Dados Espúrios                  | 64  |
| 1.1.5.1.4.2.   | Análise de Incerteza do Levantamento        | 65  |
| 1.1.5.1.4.3.   | Incertezas Vertical e Horizontal            | 66  |
| 1.1.5.1.4.3.1. | Incertezas Vertical                         | 66  |
| 1.1.5.1.4.3.2. | Incertezas Horizontal                       | 67  |
| 1.1.5.1.4.4.   | Ordem do Levantamento                       | 68  |
| 1.1.5.1.4.5.   | Arquivo ASCII                               | 70  |
| 1.1.6.         | Amostragem de Fundo                         | 71  |
| 1.1.6.1.       | Equipamento Utilizado                       | 71  |
| 1.1.6.2.       | Procedimentos                               | 72  |
| 1.1.6.3.       | Análise das Amostras                        | 73  |
| 1.1.7.         | Documentos Cartográficos Produzidos         | 75  |
| 1.1.8.         | Imagens 3D                                  | 76  |
| 1.1.9.         | Relatório Fotográfico Batimetria Multifeixe | 82  |
| 1.2.           | LEVANTAMENTO COM SONAR DE VARREDURA LATERAL | 85  |
| 1.2.1.         | Trabalhos Executados                        | 85  |
| 1.2.1.1.       | Sidescan                                    | 85  |
| 1.2.1.2.       | Projeto de Linhas                           | 86  |
| 1.2.1.3.       | Equipamentos utilizados                     | 87  |
| 1.2.2.         | Procedimentos                               | 90  |
| 1.2.2.1.       | Montagem da Embarcação                      | 90  |
| 1.2.2.2.       | Offsets dos Equipamentos na Embarcação      | 91  |
| 1.2.2.3.       | Documentos Produzidos                       | 95  |
| 1.2.3.         | Documentos Cartográficos Produzidos         | 105 |
| 1.2.4.         | Conclusões                                  | 105 |
| 1.2.5.         | Relatório Fotografico Sidescan              | 106 |
| 1.3.           | INSPEÇÃO À PARTE IMERSA DO MOLHE            | 108 |
| 1.3.1.         | Documentos Produzidos                       | 109 |
| 1.4.           | INSPEÇÃO À PARTE EMERSA DO MOLHE            | 110 |
| 1.4.1.         | Trabalhos Executados                        | 110 |

|              |                                                            |     |
|--------------|------------------------------------------------------------|-----|
| 1.4.2.       | Fotografias.....                                           | 111 |
| 1.5.         | LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO (AEROFOTOGRAMÉTRICO) DO MOLHE 171 |     |
| 1.5.1.       | Planejamento de Voo .....                                  | 171 |
| 1.5.2.       | Ground Point Control (GPC).....                            | 172 |
| 1.5.3.       | Rastreamento dos GPC.....                                  | 173 |
| 1.5.4.       | Processamento dos GPC .....                                | 174 |
| 1.5.5.       | Relatório de Processamento do Photoscan .....              | 177 |
| 1.5.6.       | Área de Trabalho do Photoscan .....                        | 187 |
| 1.5.7.       | Imagens 3D do Mapeamento .....                             | 187 |
| 1.5.8.       | Equipamentos Utilizados .....                              | 190 |
| 1.5.8.1.     | Aéreo Não Tripulado (VANT).....                            | 190 |
| 1.5.8.2.     | Aquisição dos dados de Voo .....                           | 191 |
| 1.5.8.2.1.   | Decolagem.....                                             | 191 |
| 1.5.8.2.2.   | Processamento de Dados .....                               | 193 |
| 1.5.8.2.3.   | Rastreamento pelo Método RTK dos GPC.....                  | 194 |
| 1.5.8.2.4.   | Documentos Cartográficos Produzidos .....                  | 195 |
| 1.5.8.2.4.1. | Plantas Altimétricas                                       |     |
|              | 195                                                        |     |
| 1.6.         | LEVANTAMENO GEOFÍSICO DA ÁREA EM FRENTE AO MOLHE .....     | 198 |
| 1.6.1.       | Informações Gerais .....                                   | 198 |
| 1.6.2.       | Levantamento Jet Probe.....                                | 198 |
| 1.6.2.1.     | Sistema de Posicionamento .....                            | 199 |
| 1.6.2.2.     | Resultado da Sondagem .....                                | 201 |
| 1.6.2.3.     | Documentos Cartográficos Produzidos .....                  | 207 |
| 1.6.2.4.     | Comentários Finais.....                                    | 207 |
| 1.6.2.5.     | Relatório Fotográfico da Operação Jet Probe .....          | 207 |
| 1.6.3.       | Levantamento 33kHz.....                                    | 211 |
| 1.6.3.1.     | Projeto de Linhas de Sondagem .....                        | 212 |
| 1.6.3.2.     | Equipamentos Utilizados .....                              | 213 |
| 1.6.3.3.     | Procedimentos.....                                         | 217 |
| 1.6.3.3.1.   | Montagem da Embarcação.....                                | 217 |
| 1.6.3.3.2.   | Configuração do Sistema Monofeixe.....                     | 222 |
| 1.6.3.3.3.   | Execução do Serviço .....                                  | 222 |
| 1.6.3.3.4.   | Calibragem (Barcheck).....                                 | 223 |
| 1.6.3.3.5.   | Processamento de Dados .....                               | 224 |
| 1.6.3.3.6.   | Arquivo ASCII .....                                        | 226 |
| 1.6.3.4.     | Análise dos Perfis do Levantamento de 33kHz .....          | 227 |
| 1.7.         | DIAGNÓSTICO E MAPEAMENTO DAS PATOLOGIAS. ....              | 247 |

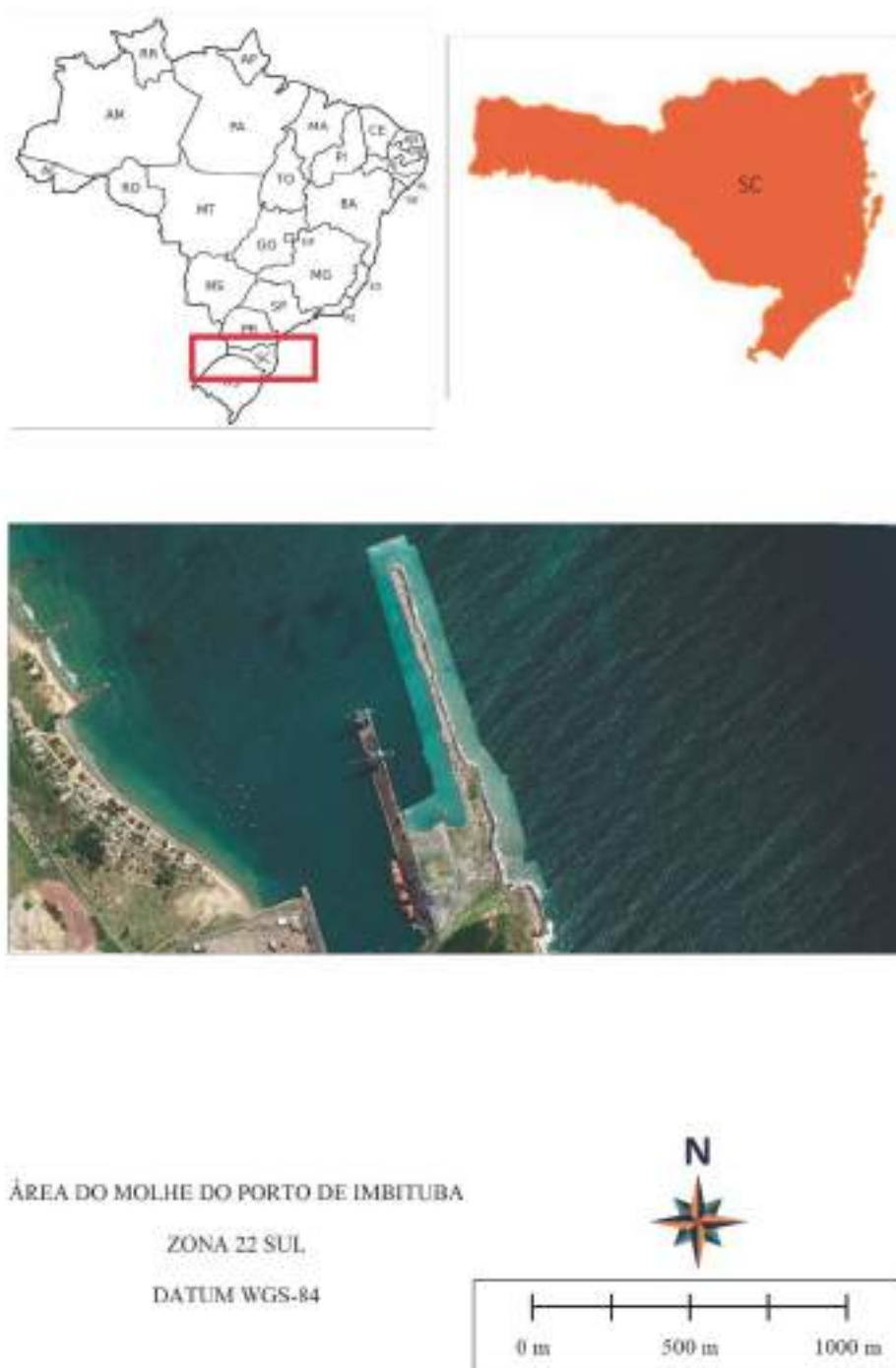
|          |                                                                                                                          |     |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.7.1.   | Informações Gerais .....                                                                                                 | 247 |
| 1.7.2.   | Área da Inspeção.....                                                                                                    | 247 |
| 1.7.3.   | Introdução.....                                                                                                          | 249 |
| 1.6.2.4. | Histórico de Imagens .....                                                                                               | 250 |
| 1.7.5.   | Investigação das Patologias Estruturais.....                                                                             | 258 |
| 1.7.5.1. | Fotografias.....                                                                                                         | 259 |
| 1.7.5.2. | Seções Molhe Levantamento 2024 .....                                                                                     | 272 |
| 1.8.     | CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS E MORFOLOGIA.....                                                                               | 309 |
| 1.8.1.   | Área de Estudo .....                                                                                                     | 309 |
| 1.8.2.   | Medições Ondas, Correntes e Nível.....                                                                                   | 311 |
| 1.8.3.   | Equipamentos Utilizados .....                                                                                            | 311 |
| 1.9.     | MONITORAMENTO DE ESPÉCIES BÊNTICAS DO TIPO INCRUSTANTES<br>DE FUNDOS CONSOLIDADOS.....                                   | 315 |
| 1.9.1.   | Introdução.....                                                                                                          | 315 |
| 1.9.2.   | Metodologia .....                                                                                                        | 316 |
| 1.9.3.   | Resultados e Discussão .....                                                                                             | 319 |
| 1.9.3.1. | Levantamento quali-quantitativo de organismos .....                                                                      | 319 |
| 1.9.3.2. | Principais índices ecológicos.....                                                                                       | 323 |
| 1.9.3.3. | Caracterização dos principais táxons e suas contribuições na comunidade<br>macrobentônica de substrato consolidado ..... | 328 |
| 1.9.4.   | Conclusão.....                                                                                                           | 332 |
| 2.       | REFERÊNCIAS .....                                                                                                        | 333 |

## 1. INFORMAÇÕES GERAIS

A **Hidrotopo Consultoria e Projetos Ltda.** apresenta à **SCPAR PORTO DE IMBITUBA**, o relatório técnico **HD 1061/1**, referente as informações levantadas nas inspeções, assim como a análise das condições estruturais do molhe, além de apresentar as condições hidrodinâmicas atuantes durante eventos extremos com o molhe na condição atual, Porto de Imbituba – Imbituba - SC.

### Área do Levantamento

A área levantada recobre prioritariamente o molhe do Porto de Imbituba - SC (Figura 1).



**Figura 1 – Visão geral da área do molhe do Porto de Imbituba.**

## Cronologia dos Eventos

O cronograma básico do trabalho está apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Cronologia dos Eventos**

| Eventos                                                              | Data       |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| Pedido de autorização ao CHM                                         | 22/08/2024 |
| Autorização para início do Levantamento Hidrográfico (LH)            | 26/08/2024 |
| Mobilização da equipe e equipamentos                                 | 29/08/2024 |
| Instalação do Marégrafo e nivelamento                                | 29/08/2024 |
| Montagem da embarcação                                               | 29/08/2024 |
| Calibragem do sistema (Patch Test)                                   | 30/08/2024 |
| Início dos trabalhos de campo                                        | 29/08/2024 |
| Conclusão dos trabalhos de campo                                     | 03/09/2024 |
| Conclusão dos trabalhos de escritório com revisão do relatório final | 04/12/2024 |

## Equipe Técnica

A equipe técnica foi composta pelos seguintes profissionais (Tabela 2)

**Tabela 2 – Equipe Técnica**

|                             | FUNÇÃO                   | PROFISSIONAL                     |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| <b>Supervisão Geral</b>     | Engenheiro               | Augusto Dantas Sampaio           |
| <b>Equipe de Campo</b>      | Geólogo                  | Francisco Rodrigues da Silva Jr. |
|                             | Téc. Sinalização Náutica | Nilton de Oliveira Santos        |
| <b>Equipe de Escritório</b> | Engenheiro               | Reginaldo Gonçalves Abreu        |
|                             | Engenheira               | Ana Beatriz da Rocha Sampaio     |
|                             | Geólogo                  | Francisco Rodrigues da Silva Jr. |
|                             | Téc. Sinalização Náutica | Nilton de Oliveira Santos        |

## **Empresa Executante**

### **HIDROTOPO CONSULTORIA E PROJETOS LTDA**

**Matriz:** Av. Ayrton Senna, nº 3000, Bloco Grumari, Grupo 3051

Barra da Tijuca, Rio de Janeiro - RJ.

CNPJ nº 31.250.137/0001-28

Tel./Fax: +55 (021) 2533-0160

**Filial:** Rua Samuel Heusi, 190 sala 801

Centro – Itajaí – SC

CNPJ nº 31.250.137/0003-90

e-mail: [hidrotopo@hidrotopo.com.br](mailto:hidrotopo@hidrotopo.com.br)

### **1.1. LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO BATIMÉTRICO**

Os levantamentos hidrográficos (LH) foram realizados com a utilização de equipamento multifeixe no dia 30/08/2024 e com ecobatímetro monofeixe no dia 02/09/2024, no entorno do molhe do Porto de Imbituba - SC, objetivando mapear o fundo marinho e com o propósito de atualizar as profundidades locais, de acordo com a NORMAM-501-DHN.

O serviço foi realizado conforme a autorização nº 511/24 – Categoria “B”, datada de 23 de agosto de 2024, para o período de 26/08/24 a 25/11/24, emitida pelo Centro de Hidrografia da Marinha – CHM.

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA****AUTORIZAÇÃO Nº 511/24****CATEGORIA “B”**

O Diretor do Centro de Hidrografia da Marinha, de acordo com as delegações de competência estabelecidas pelas Portarias nº 156/MB, de 3 de junho de 2004 e nº 39/DHN, de 23 de março de 2012, Autoriza a HIDROTOPO Consultoria e Projetos Ltda, inscrita sob o nº 124 no Cadastro de Entidades Executantes de Levantamentos Hidrográficos, em conformidade com o art. 37 do Decreto-Lei nº 243, de 28/02/1967, e nos termos das Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos - NORMAM-501/DHN, a realizar Levantamento Hidrográfico nas proximidades do Molhe do Porto de Imbituba, no município de Imbituba, estado de Santa Catarina, no período de 26 de agosto de 2024 a 25 de novembro de 2024, conforme descrito no projeto de Levantamento Hidrográfico recebido por este Centro em 22 de agosto de 2024.

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 a 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 artigo 2.3 da NORMAM-501/DHN, a coleta e/ou processamento dos dados deverão ser realizados exclusivamente pela Entidade Executante 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 Entidade Executante.

Niterói, 23 de agosto de 2024.

Por ordem:

EVERTON COLLING  
NEDEL:02279542030Assinado eletronicamente por EVERTON COLLING NEDEL:02279542030  
Data: 2024.08.23 15:48:45 -0300  
Assinado eletronicamente por EVERTON COLLING NEDEL:02279542030  
Data: 2024.08.23 15:48:45 -0300**ÉVERTON COLLING NEDEL**  
Primeiro-Tenente (RM2-EN)

Ajudante da Seção de Controle de Levantamentos Hidrográfico

### 1.1.1. Trabalhos Executados

O levantamento batimétrico multifeixe foi realizado no exterior do molhe do Porto de Imbituba, localizado no município de Imbituba - SC, Carta Náutica nº 1921 (Figura 2).

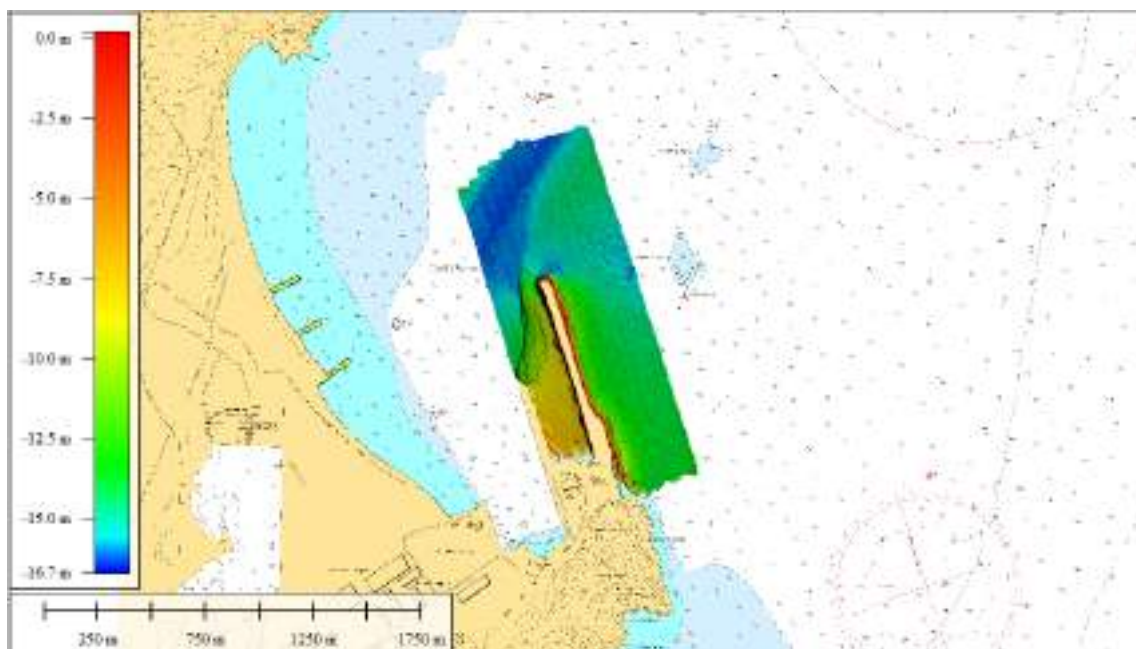


Figura 2 – Carta Náutica 1921, identificação da área onde foi realizado o levantamento.

### 1.1.2. Geodésia

#### 1.1.2.1. Informações Gerais

- **Datum**

Para a realização do trabalho foi adotado o Datum WGS-84.

- **Sistema de posicionamento**

O DGPS Hemisphere Vector VS330 (Figura 3) fornece, em tempo real, o serviço de correção global Atlas GNSS de alta precisão, da Hemisphere, ao qual garante, precisões menores que 10 cm, em frequências de atualização da posição de até cinco vezes por segundo, dispensando o guarnecimento da estação-base e, conseqüentemente, de qualquer apoio topográfico.



**Figura 3 – DGPS Vector VS330.**

As principais características do Hemisphere Vector VS330 são mostradas na tabela abaixo:

**Características do DGPS Hemisphere Vector VS330.**

| CARACTERÍSTICA                       |                   | VALORES     |           |
|--------------------------------------|-------------------|-------------|-----------|
| Posição                              | Fugros Marinestar | Horizontal: | 10 cm 95% |
|                                      |                   | Vertical:   | 15 cm 95% |
| Precisão de Posicionamento           |                   | 0.04m       |           |
| Taxa de dados                        |                   | 10/20Hz     |           |
| Voltagem de entrada                  |                   | 8 a 36DC    |           |
| n° mínimo de satélites               |                   | 4 sats      |           |
| Tempo para Primeira Fixação (frio)   |                   | <40s        |           |
| Tempo para Primeira Fixação (quente) |                   | <5s         |           |

Foi utilizado o PPS (Pulse per Second) que fez o sincronismo do GPS com o multifeixe. O PPS corrige a diferença de tempo entre as informações enviadas pelos equipamentos que compõem o sistema multifeixe, visando assim, aumentar a acurácia da informação gerada.

As linhas de sondagens foram definidas por um projeto desenvolvido pela Hidrotopo, apoiado nas especificações técnicas encaminhadas, possibilitando que a embarcação navegasse em seções previamente estabelecidas, permitindo o recobrimento total da área de interesse.

As coordenadas geográficas adquiridas foram referenciadas ao Datum SIRGAS 2000 e convertidas para projeção UTM (Zona 22 Hemisfério Sul), meridiano central de 51° W.

### 1.1.3. Topografia

Nesse LH foram realizadas medições da variação do nível d'água na estação maregráfica, a saber: estação Porto de Imbituba Nº 60250. A respectiva ficha de Descrição de Estação Maregráfica está em anexo.

No dia 29/08/2024 foi realizada a instalação do Marégrafo e o nivelamento da régua já existente no Cais do Porto de Imbituba, constante na ficha descritiva F-41-1908-001/57 Versão 2/2021.

O nivelamento geométrico tem como objetivo determinar o desnível entre as RNs existentes e o Zero da régua maregráfica.

A planilha do nivelamento geométrico realizado pela HIDROTOPO e a Ficha de Descrição Maregráfica, referente ao mesmo, encontram-se em anexo.

#### 1.1.3.1. Equipamento Utilizado

Na atividade de nivelamento geométrico foram utilizados: tripé, mirafalante e o Nível Sokkia modelo B30 (Figura 4).



Figura 4 – Nível Sokkia B30

As principais características do nível Sokkia B30 são mostradas na tabela abaixo:

| Características do nível SOKKIA B30 |            |
|-------------------------------------|------------|
| CARACTERÍSTICA                      | VALORES    |
| Resolução                           | 3,5"       |
| Precisão                            | 0,5mm      |
| Precisão de Ajuste                  | 0,3" /±15' |

### 1.1.3.2. Nivelamento da Estação Porto de Imbituba

O nivelamento geométrico (Figuras 5 e 6) foi realizado, partindo da RN 3012X, cota 2294mm, passando pela RN 31225, cota 2568mm, chegando ao topo da régua maregráfica (3 metros de comprimento), cota 1756mm.

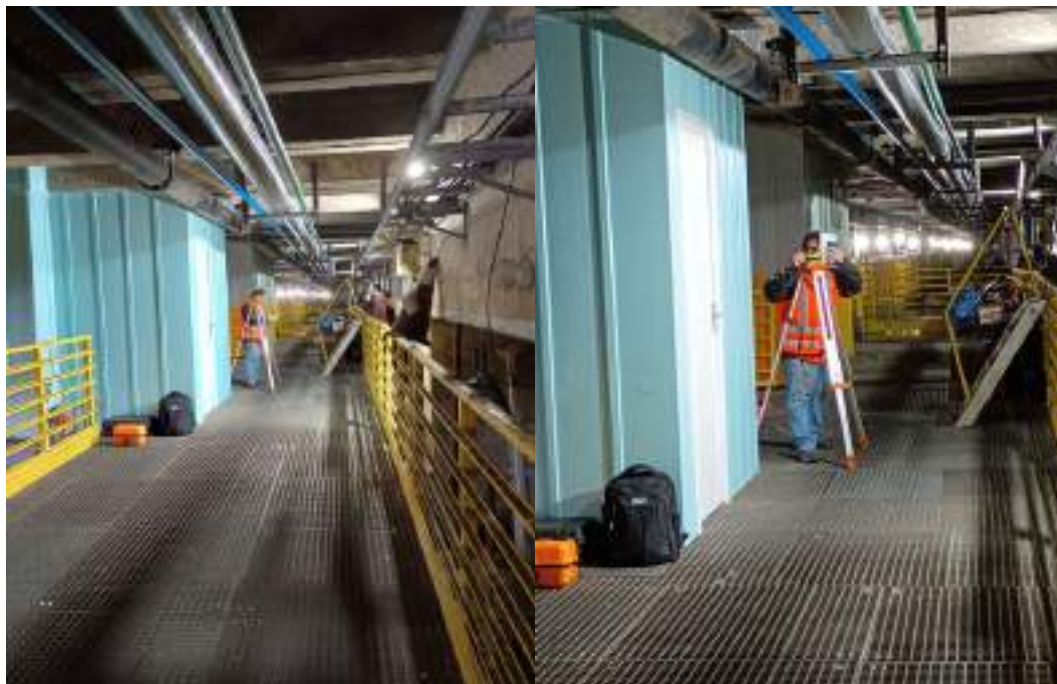


Figura 5 – Nivelamento geométrico.

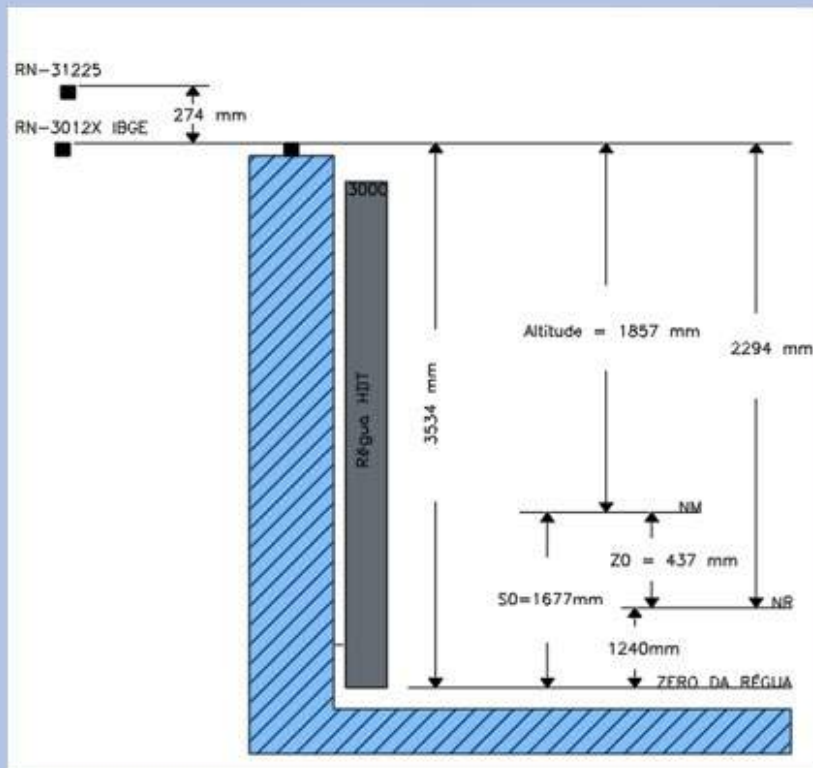


Figura 6 – Nivelamento geométrico.

|                                                                                        |                |                                        |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------|-------|-------------------------------|------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|
|       |                | PLANILHA DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO     |       |                               |      | EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:                                      |                                     |           |
|                                                                                        |                | PROJETO -1081/24                       |       |                               |      | Nível Sokkia B30                                              |                                     |           |
|                                                                                        |                | HIDROTOPO CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. |       |                               |      | Mira Falcão e Tripô                                           |                                     |           |
| NIVELAMENTO                                                                            |                |                                        |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
| CLIENTE: SCPAR PORTO DE IMBITUBA                                                       |                |                                        |       | DATA: 23/08/2024              |      | ESTAÇÃO: PORTO DE IMBITUBA                                    |                                     | FOLHA 1/2 |
| DE: RN 3012X DHN                                                                       |                |                                        |       | PARA: TOPO DA RÉGUA HDT DE 3m |      |                                                               |                                     |           |
| PONTO NIVELADO                                                                         |                | LEITURAS                               |       | AR - AV                       | PR   | COTA                                                          | OUTRAS ANOTAÇÕES                    |           |
| RÉ                                                                                     | VANTE          | RÉ                                     | VANTE | ±                             | C+RÉ | VANTE                                                         |                                     |           |
| RN 3012X DHN                                                                           |                | PO SUPERIOR                            | 1846  |                               | 4083 | 2251                                                          | RN DE PARTIDA: RN DHN COTA = 2251mm |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               | 1790  |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            | 1733  |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        | RN 31225 DHN   | PO SUPERIOR                            |       | 274                           |      | 2968                                                          |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               | 1580  |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            | 1515  |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO SUPERIOR                            | 1450  |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
| RN 31225 DHN                                                                           |                | PO SUPERIOR                            | 1522  |                               | 4020 |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               | 1458  |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            | 1393  |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        | TOPO RÉGUA HDT | PO SUPERIOR                            |       | -612                          |      | 1756                                                          |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               | 2318  |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            | 2270  |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO SUPERIOR                            | 2222  |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO SUPERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO SUPERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO SUPERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO SUPERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO SUPERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO SUPERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO SUPERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO SUPERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO SUPERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO MÉDIO                               |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
|                                                                                        |                | PO INFERIOR                            |       |                               |      |                                                               |                                     |           |
| → O zero da régua está situado a 1,24m abaixo do Nível de Redução da DHN.              |                |                                        |       |                               |      | → Régua de 3,0 metros instalada no eixo do Porto de Imbituba. |                                     |           |
| → Fator de Redução (FR) a ser adotado nas leituras feitas na régua das marés revelada. |                |                                        |       |                               |      |                                                               |                                     |           |

|                                                                                        |              |                                        |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|------------------------|--------------------|---------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|-------|
|       |              | PLANILHA DE NIVELAMENTO GEOMETRICO     |                        |                    |         |                                                               | EQUIPAMENTOS UTILIZADOS:                       |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PROJETO - 1061/24                      |                        |                    |         |                                                               | Nível Sokkia B30                               |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | HIDROTOPO CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. |                        |                    |         |                                                               | Mira Falante e Tripé                           |                                   |           |       |
| CONTRA-NIVELAMENTO                                                                     |              |                                        |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
| CLIENTE: SCPAR PORTO DE IMBITUBA                                                       |              |                                        |                        | DATA: 28/08/2024   |         | ESTAÇÃO: PORTO DE IMBITUBA                                    |                                                |                                   | FOLHA 2/2 |       |
| DE: TOPO DA RÉGUA HDT DE 3m                                                            |              |                                        |                        | PARA: RN 3012X DHN |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
| PONTO NIVELADO                                                                         |              | LEITURAS                               |                        |                    | AR - AV | PR                                                            | COTA                                           | OUTRAS ANOTAÇÕES                  |           |       |
| RE                                                                                     | VANTE        |                                        | RE                     | VANTE              | ±       | C+RE                                                          | VANTE                                          |                                   |           |       |
| TOPO RÉGUA HDT                                                                         |              | PI SUPERIOR                            | 2338                   |                    |         |                                                               | 1756                                           | COTA TOPO DA RÉGUA DE 3m = 1756mm |           |       |
|                                                                                        |              | PI MEDIO                               | 2291                   |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI INFERIOR                            | 2243                   |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        | RN 31225 DHN | PI SUPERIOR                            |                        | 1545               | 012     |                                                               | 2561                                           |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI MEDIO                               |                        | 1479               |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI INFERIOR                            |                        | 1413               |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
| RN 31225 DHN                                                                           |              | PI SUPERIOR                            | 1632                   |                    |         | 4136                                                          |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI MEDIO                               | 1565                   |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI INFERIOR                            | 1502                   |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        | RN 3012X DHN | PI SUPERIOR                            |                        | 1586               | -273    |                                                               | 2295                                           |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI MEDIO                               |                        | 1541               |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI INFERIOR                            |                        | 1786               |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI SUPERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI MEDIO                               |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI INFERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI SUPERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI MEDIO                               |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI INFERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI SUPERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI MEDIO                               |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI INFERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI SUPERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI MEDIO                               |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI INFERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI SUPERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI MEDIO                               |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI INFERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI SUPERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI MEDIO                               |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
|                                                                                        |              | PI INFERIOR                            |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |
| Erro = ( Ponto Inicial - Ponto Final ) / 2                                             |              |                                        | Topo da régua + erro = |                    |         |                                                               | NR = Tamanho da régua - (Topo da régua + erro) |                                   |           |       |
| -0.5mm                                                                                 |              |                                        | 1755.5mm               |                    |         |                                                               | Tamanho da régua → 3000mm                      |                                   |           |       |
|                                                                                        |              |                                        |                        |                    |         |                                                               | NR                                             | 1245mm                            | FR        | 1.24m |
| → O zero da régua está situado a 1.24m abaixo do Nível de Redução da DHN.              |              |                                        |                        |                    |         | → Régua de 3,0 metros instalada no cab. do Porto de Imbituba. |                                                |                                   |           |       |
| → Fator de Redução (FR) a ser adotado nas leituras feitas na régua das marés nivelada. |              |                                        |                        |                    |         |                                                               |                                                |                                   |           |       |

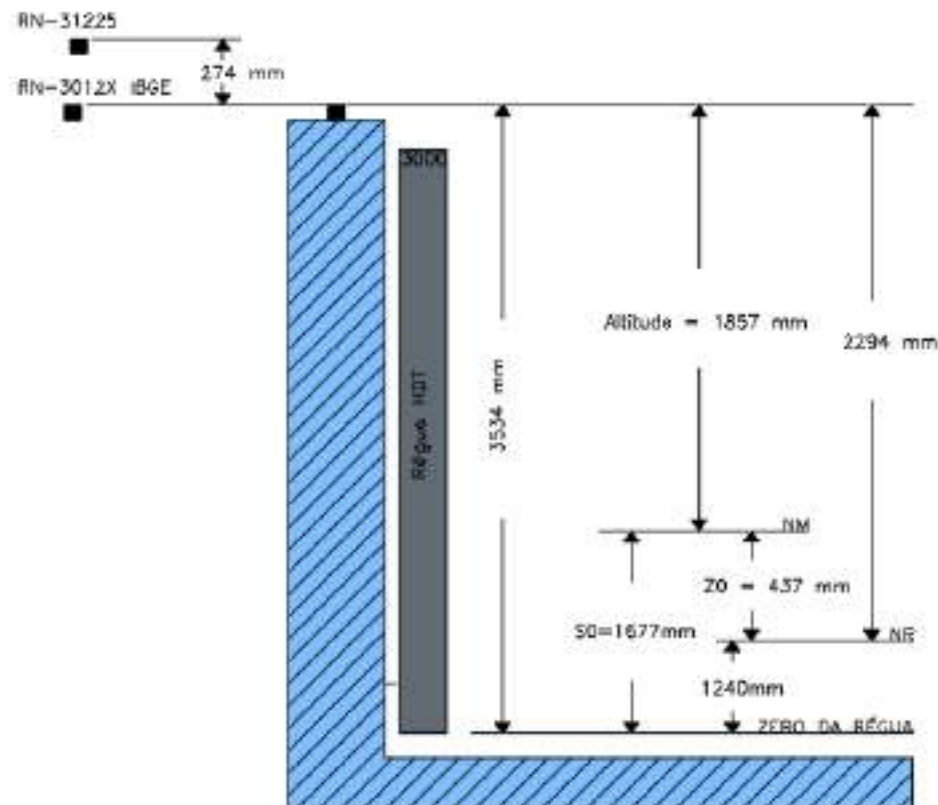
DIAGRAMA



IMAGEM



Após obter as cotas das RNs e do topo da régua maregráfica foi feito o diagrama da estação maregráfica, conforme demonstrado abaixo:

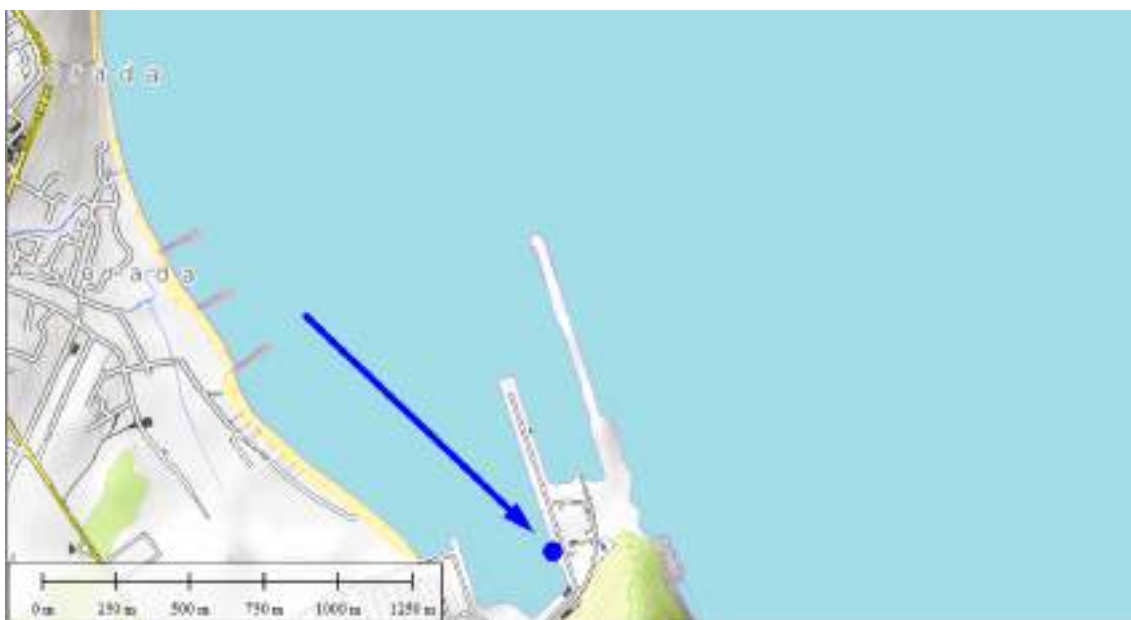


#### 1.1.4. Observações Maregráficas

Para a realização deste levantamento foi utilizada a estação maregráfica Porto de Imbituba.

##### 1.1.4.1. Estação Maregráfica Porto de Imbituba

Estação maregráfica 60250, Porto de Imbituba, conforme dados da ficha F-41-1908-001/57, versão 2/2021, está localizada nas coordenadas geográficas Latitude 28° 13'.8 S e Longitude 048° 39'.0 W, na localidade de Imbituba – SC (Figura 7). A ficha F-41 atual foi baixada no site do CHM.



**Figura 7 – Localização da Estação Porto de Imbituba.**

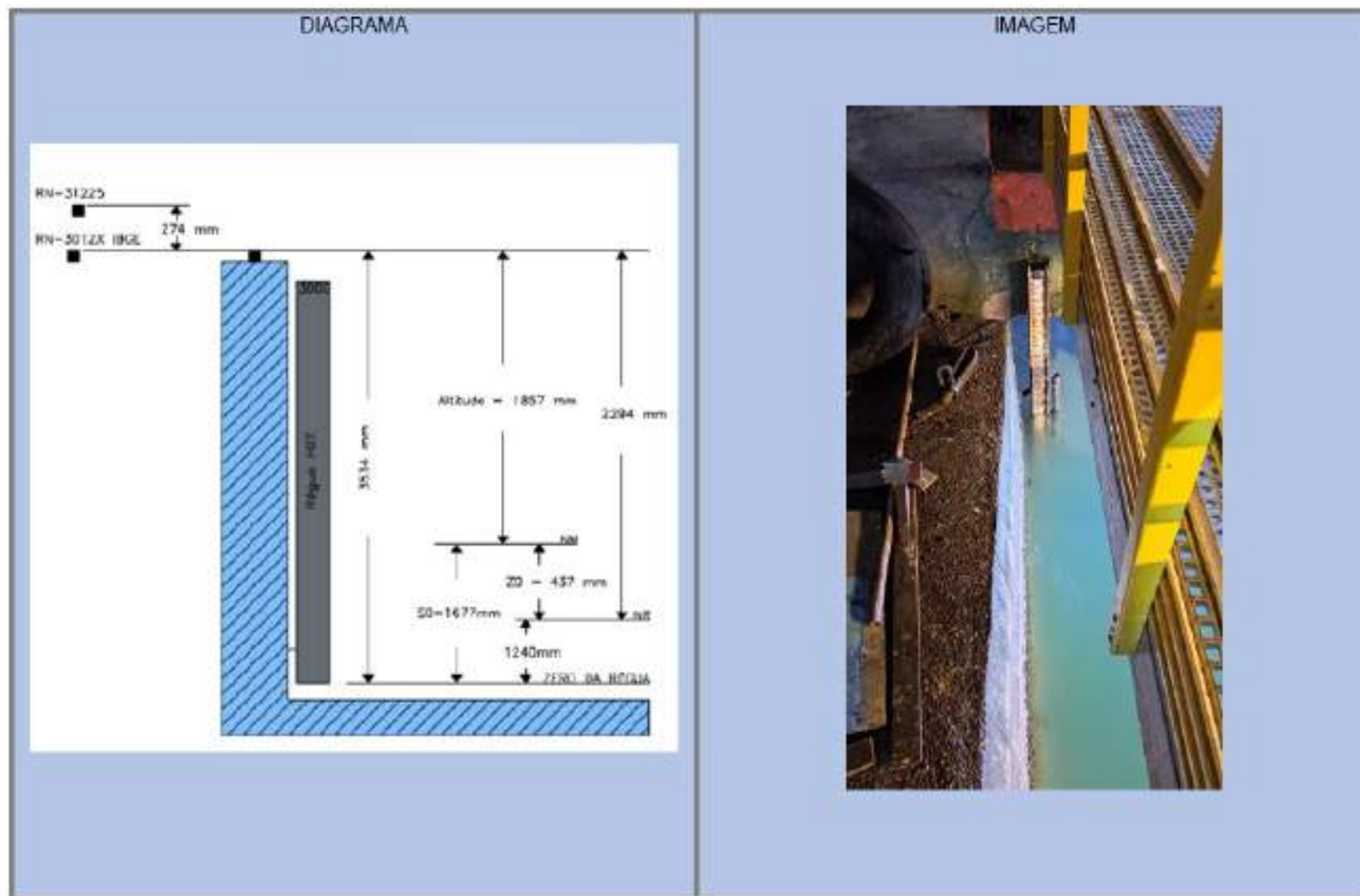
### 1.1.4.2. Ficha da Estação Maregráfica Porto de Imbituba - DHN

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | 60250                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>TABUAS DAS MARES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | F41 - Padrão - PORTO DE IMBITUBA - 60250 - Versão 2/2021 |
| F - 41                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | <b>DESCRIÇÃO DE ESTAÇÃO MAREGRÁFICA</b>                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                          |
| Estação: PORTO DE IMBITUBA<br>LH Carta: 1908 - Porto de Imbituba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Estado: SC                                                                                                                                                                                                                                             | Localidade: Imbituba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Navio: L.A.G.S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ano: 1957                                                |
| <b>Coordenadas geográficas:</b><br>Lat: 28° 33' S<br>Long: 048° 39' W<br>Datum<br>Fuso: +03                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | O nível de referência está 30,51 centímetros acima do zero da régua.<br>Fonte de informação: Antena com o critério de Balay de 140 dias de observação da maré<br>Tipo de mareógrafo: Não informado<br>Zero do mareógrafo: Coincide com o zero da régua |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                          |
| <b>Descrição da régua de marés</b><br>Não há descrição da régua de marés.<br>Esta ficha foi compilada do Modelo DHN-5502 de 1957 e das F-41-1908-001/00, F-41-1908-001/03, F-41-1908-001/06, F-41-1908-001/18, NG-Spectrah-P-2018-003, F-41-1908-001/21 e Compilação dos Níveis de Referência - Estação da RMPO em Imbituba (BOE).<br>Em função do excessivo número de RNs niveladas nesta estação, omite-se: RN 2A-CBD, RN 3010A-BOE e RN4-DHN.<br><b>ATENÇÃO USUÁRIOS:</b> Esta não é necessariamente a régua do IBGE instalada atualmente na estação. Para adotar a régua do IBGE, esta deverá ser nivelada e deverão ser seguidos os mesmos procedimentos caso fosse instalada nova régua.<br>Para adotar os dados de maré dos sensores instalados pelo IBGE, deverá ser obtida a cota destes sensores em relação ao zero da régua, para que sejam feitos os ajustes dos dados em relação à régua. |  |                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Descrição das referências de nível</b><br>RN-2 UFPR - Fixada na costa das pedras na extremidade sul do cais, aproximadamente 25 m da RN-2A da CBD. Citada a partir de 2006.<br>RN-3012X IBGE - Fixada na galeria sob o cais, entre o 3º par de colunas de sustentação no sentido sul-norte, próximo à régua. Citada a partir de 2006.<br>RN-3012Z IBGE - Fixada na galeria sob o cais, entre o 6º par de colunas de sustentação no sentido sul-norte. Citada a partir de 2006.<br>RN 3125D-UFPR - Chapa fixada na 8ª viga inferior de sustentação do berço 01 (subseio).<br>RN-1 DHN - Cravada no início do pilar de concreto, próximo ao marso nº. 3012 Z do IBGE. Citada a partir de 2006.<br>RN-31225 - Fixada em viga de concreto à direita do início do berço 01 (subseio) do Porto.<br>RN-5 DHN - Fixada junto à parede frontal, na extremidade norte do armazém frigorífico (ao norte do cais), implantada em 2006. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                          |
| <b>DHN-6016-A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | Arquivo Técnico a ser preenchido no CHM<br>Documento de referência:<br>LH-002/08 - RA-616/07<br>LH-036/18 - RA-625/19<br>RA 643/2019<br>RA 274/2021                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Observações:</b><br>1. Período de observação para obtenção dos elementos de maré: 01/01/2021 a 30/08/2021.<br>2. As cotas desta ficha podem não ser as mesmas utilizadas pelo IBGE como referência para o Datum Atimétrico de Imbituba.<br>3. Posição da estação foi ajustada para Lat.: 28° 33' 51,70"S; Long.: 048° 39' 01,52"W.<br>4. Atualizada em 01/12/2021. |                                                          |



### 1.1.4.3. Ficha da Estação Maregráfica Porto de Imbituba - Hidrotopo

|                                                  |                                | DESCRIÇÃO DE ESTAÇÃO LINIMÉTRICA                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| Estação:                                                                                                                          | Porto de Imbituba              | Cidade:                                                      | Imbituba                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Estado: | SC         |
| Procedência:                                                                                                                      | F-41-1908-001-57 versão 2/2021 | Datum Vertical:                                              | Zero Hidrográfico DHN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Data:   | 29/08/2024 |
| Coordenadas Geográficas                                                                                                           |                                | Observações                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |            |
| Lat.: 28° 13' 8 S                                                                                                                 |                                | O nível de redução (NR) está a 1.24m acima do zero da régua. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |            |
| Long.: 048° 39' 0 W                                                                                                               |                                |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |            |
| Fuso: +3 HORAS                                                                                                                    |                                |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |            |
| Descrição da régua de marés                                                                                                       |                                |                                                              | Descrição das referências de nível                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |            |
| <p>Régua de madeira padrão com 3000 mm de comprimento numerada e graduada de 5cm em 5cm, fixada no cais do Porto de Imbituba.</p> |                                |                                                              | <p>Identificação: RN-3012X IBGE, Cota: 2294mm.<br/>Localização: encontra-se fixada na galeria sob o cais, entre o 3º par de colunas de sustentação no sentido sulnorte, próximo à régua. Citada a partir de 2008.</p> <p>Identificação: RN-31225, Cota: 2568mm.<br/>Localização: encontra-se fixada na viga de concreto à direita do início do berço 01 (subsolo) do Porto.</p> |         |            |



#### 1.1.4.4. Referência de Nível (RN)

As duas referências de níveis (RN) que serviram de apoio ao nivelamento geométrico, consistem de placas de alumínio gravadas com: RN3012X-DHN, RN-31225-DHN (Figuras 8 e 9). Os marcos estão dispostos na galeria sob o cais.



Figura 8 – Referência de Nível 3012X.



Figura 9 – Referência de Nível 31225.

#### 1.1.4.5. Régua Maregráfica

A régua maregráfica existente possui três metros de comprimento, dividida de 1 em 1 cm e graduada de 5 em 5 cm (Figura 10). As seções foram presas a uma base de alumínio e fixada no cais do Porto de Imbituba.



Figura 10 – Localização da régua maregráfica.

#### 1.1.4.6. Marégrafo Utilizado

O marégrafo utilizado foi o Cello CSO, da TECHNOLOG (Figura 11), foi configurado no horário de Brasília, no fuso, PAPA e os registros baixados ao final de cada dia de sondagem.



**Figura 11 – Marégrafo Cello CSO.**

As principais características do marégrafo Cello CSO são mostradas na tabela abaixo:

**Características do Marégrafo Cello CSO**

| CARACTERÍSTICA        | VALORES  |
|-----------------------|----------|
| Faixa de Profundidade | 0.2 a 3m |
| Acurácia              | ±0.01m   |

A instalação do marégrafo atendeu os requisitos previstos no Subitem 3.2 da NORMAM-501/DHN (Figura 12). Os registros estão sendo encaminhados, em anexo, no formato digital.



**Figura 12 – Marégrafo Cello CSO instalado no cais do Porto de Imbituba.**

#### **1.1.4.7. Fator de Redução**

O Fator de Redução adotado para estação Porto de Imbituba está situado a 1,24m acima do zero da régua.

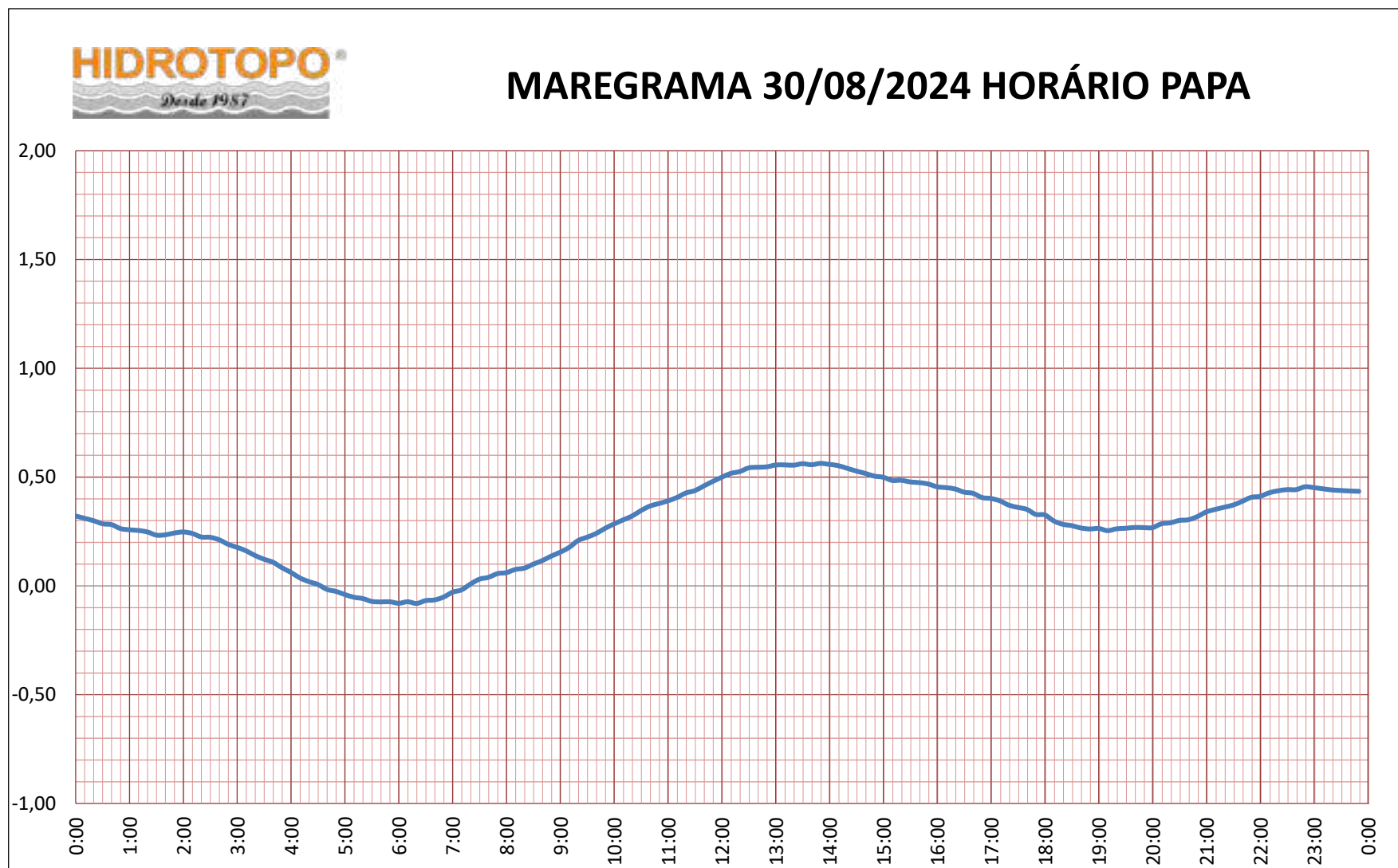
#### **1.1.4.8. Registros do marégrafo**

Durante o levantamento foram analisadas as leituras do marégrafo com a finalidade de observar a curva da maré. Os gráficos de marés são apresentados abaixo:

|  |             |           |           | ANOTAÇÕES DE MARÉS                |             |           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| CLIENTE: SCPAR                                                                    |             |           |           | PROJETO Nº 1061/24                |             | FOLHA     |           |
| LOCAL: PORTO DE IMBITUBA - SC                                                     |             |           |           | DATA: 30/08/2024                  |             | 1/3       |           |
| HORA PAPA                                                                         | LEITURA (m) | NR (m) FR | MARÉ REAL | HORA PAPA                         | LEITURA (m) | NR (m) FR | MARÉ REAL |
| 0:00                                                                              | 1.56        | 1.24      | 0.32      | 5:30                              | 1.17        | 1.24      | -0.07     |
| 0:10                                                                              | 1.55        | 1.24      | 0.31      | 5:40                              | 1.17        | 1.24      | -0.07     |
| 0:20                                                                              | 1.54        | 1.24      | 0.30      | 5:50                              | 1.17        | 1.24      | -0.07     |
| 0:30                                                                              | 1.53        | 1.24      | 0.29      | 6:00                              | 1.16        | 1.24      | -0.08     |
| 0:40                                                                              | 1.52        | 1.24      | 0.28      | 6:10                              | 1.17        | 1.24      | -0.07     |
| 0:50                                                                              | 1.50        | 1.24      | 0.26      | 6:20                              | 1.16        | 1.24      | -0.08     |
| 1:00                                                                              | 1.50        | 1.24      | 0.26      | 6:30                              | 1.17        | 1.24      | -0.07     |
| 1:10                                                                              | 1.49        | 1.24      | 0.25      | 6:40                              | 1.18        | 1.24      | -0.06     |
| 1:20                                                                              | 1.49        | 1.24      | 0.25      | 6:50                              | 1.19        | 1.24      | -0.05     |
| 1:30                                                                              | 1.47        | 1.24      | 0.23      | 7:00                              | 1.21        | 1.24      | -0.03     |
| 1:40                                                                              | 1.47        | 1.24      | 0.23      | 7:10                              | 1.22        | 1.24      | -0.02     |
| 1:50                                                                              | 1.48        | 1.24      | 0.24      | 7:20                              | 1.25        | 1.24      | 0.01      |
| 2:00                                                                              | 1.49        | 1.24      | 0.25      | 7:30                              | 1.27        | 1.24      | 0.03      |
| 2:10                                                                              | 1.48        | 1.24      | 0.24      | 7:40                              | 1.28        | 1.24      | 0.04      |
| 2:20                                                                              | 1.46        | 1.24      | 0.22      | 7:50                              | 1.30        | 1.24      | 0.06      |
| 2:30                                                                              | 1.46        | 1.24      | 0.22      | 8:00                              | 1.30        | 1.24      | 0.06      |
| 2:40                                                                              | 1.45        | 1.24      | 0.21      | 8:10                              | 1.32        | 1.24      | 0.08      |
| 2:50                                                                              | 1.43        | 1.24      | 0.19      | 8:20                              | 1.32        | 1.24      | 0.08      |
| 3:00                                                                              | 1.42        | 1.24      | 0.18      | 8:30                              | 1.34        | 1.24      | 0.10      |
| 3:10                                                                              | 1.40        | 1.24      | 0.16      | 8:40                              | 1.36        | 1.24      | 0.12      |
| 3:20                                                                              | 1.38        | 1.24      | 0.14      | 8:50                              | 1.38        | 1.24      | 0.14      |
| 3:30                                                                              | 1.36        | 1.24      | 0.12      | 9:00                              | 1.39        | 1.24      | 0.15      |
| 3:40                                                                              | 1.35        | 1.24      | 0.11      | 9:10                              | 1.42        | 1.24      | 0.18      |
| 3:50                                                                              | 1.32        | 1.24      | 0.08      | 9:20                              | 1.45        | 1.24      | 0.21      |
| 4:00                                                                              | 1.30        | 1.24      | 0.06      | 9:30                              | 1.46        | 1.24      | 0.22      |
| 4:10                                                                              | 1.28        | 1.24      | 0.04      | 9:40                              | 1.48        | 1.24      | 0.24      |
| 4:20                                                                              | 1.26        | 1.24      | 0.02      | 9:50                              | 1.50        | 1.24      | 0.26      |
| 4:30                                                                              | 1.25        | 1.24      | 0.01      | 10:00                             | 1.52        | 1.24      | 0.28      |
| 4:40                                                                              | 1.22        | 1.24      | -0.02     | 10:10                             | 1.54        | 1.24      | 0.30      |
| 4:50                                                                              | 1.21        | 1.24      | -0.03     | 10:20                             | 1.56        | 1.24      | 0.32      |
| 5:00                                                                              | 1.20        | 1.24      | -0.04     | 10:30                             | 1.59        | 1.24      | 0.35      |
| 5:10                                                                              | 1.19        | 1.24      | -0.05     | 10:40                             | 1.61        | 1.24      | 0.37      |
| 5:20                                                                              | 1.18        | 1.24      | -0.06     | 10:50                             | 1.62        | 1.24      | 0.38      |
| ESTAÇÃO: PORTO DE IMBITUBA                                                        |             |           |           |                                   |             |           |           |
| PONTO DE APOIO: RN 3012X DHN                                                      |             |           |           | RÉGUA ( ) TRENA ( ) MARÉGRAFO (X) |             |           |           |
| OBSERVAÇÕES:                                                                      |             |           |           |                                   |             |           |           |
| ANOTADOR:                                                                         |             |           |           |                                   |             |           |           |
| ASSINATURA DO RESPONSÁVEL:                                                        |             |           |           |                                   |             |           |           |

|  |             |           |           | ANOTAÇÕES DE MARÉS                |             |           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| CLIENTE: SCPAR                                                                    |             |           |           | PROJETO Nº 1061/24                |             | FOLHA     |           |
| LOCAL: PORTO DE IMBITUBA - SC                                                     |             |           |           | DATA: 30/08/2024                  |             | 2/3       |           |
| HORA PAPA                                                                         | LEITURA (m) | NR (m) FR | MARÉ REAL | HORA PAPA                         | LEITURA (m) | NR (m) FR | MARÉ REAL |
| 11:00                                                                             | 1.63        | 1.24      | 0.39      | 16:30                             | 1.67        | 1.24      | 0.43      |
| 11:10                                                                             | 1.65        | 1.24      | 0.41      | 16:40                             | 1.67        | 1.24      | 0.43      |
| 11:20                                                                             | 1.67        | 1.24      | 0.43      | 16:50                             | 1.65        | 1.24      | 0.41      |
| 11:30                                                                             | 1.68        | 1.24      | 0.44      | 17:00                             | 1.64        | 1.24      | 0.40      |
| 11:40                                                                             | 1.70        | 1.24      | 0.46      | 17:10                             | 1.63        | 1.24      | 0.39      |
| 11:50                                                                             | 1.72        | 1.24      | 0.48      | 17:20                             | 1.61        | 1.24      | 0.37      |
| 12:00                                                                             | 1.74        | 1.24      | 0.50      | 17:30                             | 1.60        | 1.24      | 0.36      |
| 12:10                                                                             | 1.76        | 1.24      | 0.52      | 17:40                             | 1.59        | 1.24      | 0.35      |
| 12:20                                                                             | 1.77        | 1.24      | 0.53      | 17:50                             | 1.57        | 1.24      | 0.33      |
| 12:30                                                                             | 1.78        | 1.24      | 0.54      | 18:00                             | 1.57        | 1.24      | 0.33      |
| 12:40                                                                             | 1.79        | 1.24      | 0.55      | 18:10                             | 1.54        | 1.24      | 0.30      |
| 12:50                                                                             | 1.79        | 1.24      | 0.55      | 18:20                             | 1.52        | 1.24      | 0.28      |
| 13:00                                                                             | 1.80        | 1.24      | 0.56      | 18:30                             | 1.52        | 1.24      | 0.28      |
| 13:10                                                                             | 1.80        | 1.24      | 0.56      | 18:40                             | 1.51        | 1.24      | 0.27      |
| 13:20                                                                             | 1.79        | 1.24      | 0.55      | 18:50                             | 1.50        | 1.24      | 0.26      |
| 13:30                                                                             | 1.80        | 1.24      | 0.56      | 19:00                             | 1.50        | 1.24      | 0.26      |
| 13:40                                                                             | 1.80        | 1.24      | 0.56      | 19:10                             | 1.49        | 1.24      | 0.25      |
| 13:50                                                                             | 1.80        | 1.24      | 0.56      | 19:20                             | 1.50        | 1.24      | 0.26      |
| 14:00                                                                             | 1.80        | 1.24      | 0.56      | 19:30                             | 1.50        | 1.24      | 0.26      |
| 14:10                                                                             | 1.79        | 1.24      | 0.55      | 19:40                             | 1.51        | 1.24      | 0.27      |
| 14:20                                                                             | 1.78        | 1.24      | 0.54      | 19:50                             | 1.51        | 1.24      | 0.27      |
| 14:30                                                                             | 1.77        | 1.24      | 0.53      | 20:00                             | 1.51        | 1.24      | 0.27      |
| 14:40                                                                             | 1.76        | 1.24      | 0.52      | 20:10                             | 1.53        | 1.24      | 0.29      |
| 14:50                                                                             | 1.74        | 1.24      | 0.50      | 20:20                             | 1.53        | 1.24      | 0.29      |
| 15:00                                                                             | 1.74        | 1.24      | 0.50      | 20:30                             | 1.54        | 1.24      | 0.30      |
| 15:10                                                                             | 1.72        | 1.24      | 0.48      | 20:40                             | 1.54        | 1.24      | 0.30      |
| 15:20                                                                             | 1.73        | 1.24      | 0.49      | 20:50                             | 1.56        | 1.24      | 0.32      |
| 15:30                                                                             | 1.72        | 1.24      | 0.48      | 21:00                             | 1.58        | 1.24      | 0.34      |
| 15:40                                                                             | 1.71        | 1.24      | 0.47      | 21:10                             | 1.59        | 1.24      | 0.35      |
| 15:50                                                                             | 1.71        | 1.24      | 0.47      | 21:20                             | 1.60        | 1.24      | 0.36      |
| 16:00                                                                             | 1.70        | 1.24      | 0.46      | 21:30                             | 1.61        | 1.24      | 0.37      |
| 16:10                                                                             | 1.69        | 1.24      | 0.45      | 21:40                             | 1.63        | 1.24      | 0.39      |
| 16:20                                                                             | 1.69        | 1.24      | 0.45      | 21:50                             | 1.65        | 1.24      | 0.41      |
| ESTAÇÃO: PORTO DE IMBITUBA                                                        |             |           |           |                                   |             |           |           |
| PONTO DE APOIO: RN 3012X DHN                                                      |             |           |           | RÉGUA ( ) TRENA ( ) MARÉGRAFO (X) |             |           |           |
| OBSERVAÇÕES:                                                                      |             |           |           |                                   |             |           |           |
| ANOTADOR:                                                                         |             |           |           |                                   |             |           |           |
| ASSINATURA DO RESPONSÁVEL:                                                        |             |           |           |                                   |             |           |           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| <div><div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div><div></div></div></div></div></div></div></div> |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

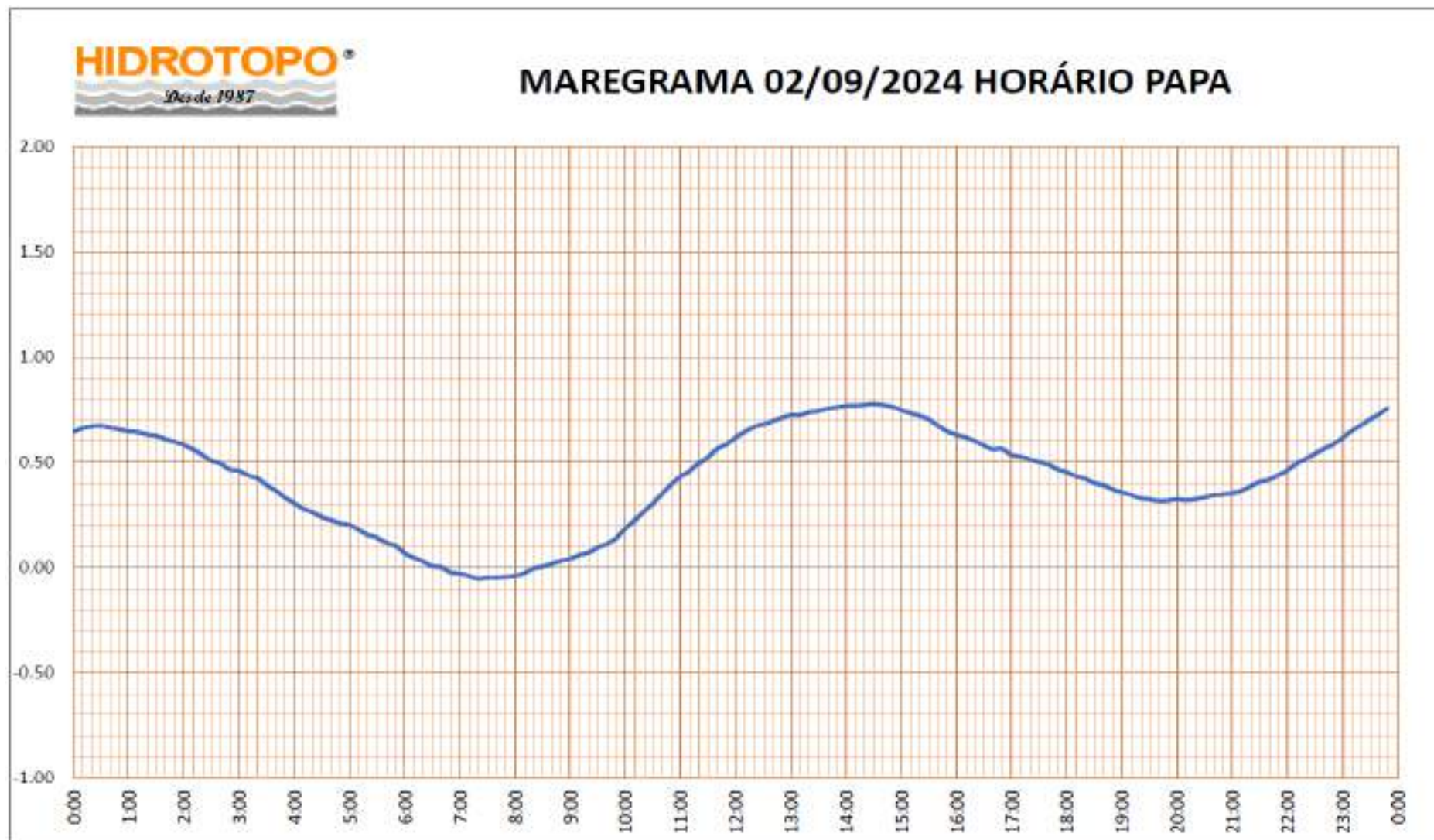


**Figura 13 – Gráfico de Maregrafia do dia 30/08/2024.**

|  |                |           |           | ANOTAÇÕES DE MARÉS                |                |              |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------------------------------|----------------|--------------|-----------|
| CLIENTE: SCPAR                                                                    |                |           |           | PROJETO Nº 1061/24                |                | FOLHA<br>1/3 |           |
| LOCAL: PORTO DE IMBITUBA - SC                                                     |                |           |           | DATA: 02/09/2024                  |                |              |           |
| HORA PAPA                                                                         | LEITURA<br>(m) | NR (m) FR | MARÉ REAL | HORA PAPA                         | LEITURA<br>(m) | NR (m) FR    | MARÉ REAL |
| 0:00                                                                              | 1.89           | 1.24      | 0.65      | 5:30                              | 1.38           | 1.24         | 0.14      |
| 0:10                                                                              | 1.90           | 1.24      | 0.66      | 5:40                              | 1.36           | 1.24         | 0.12      |
| 0:20                                                                              | 1.91           | 1.24      | 0.67      | 5:50                              | 1.34           | 1.24         | 0.10      |
| 0:30                                                                              | 1.91           | 1.24      | 0.67      | 6:00                              | 1.31           | 1.24         | 0.07      |
| 0:40                                                                              | 1.91           | 1.24      | 0.67      | 6:10                              | 1.29           | 1.24         | 0.05      |
| 0:50                                                                              | 1.90           | 1.24      | 0.66      | 6:20                              | 1.27           | 1.24         | 0.03      |
| 1:00                                                                              | 1.89           | 1.24      | 0.65      | 6:30                              | 1.25           | 1.24         | 0.01      |
| 1:10                                                                              | 1.88           | 1.24      | 0.64      | 6:40                              | 1.24           | 1.24         | 0.00      |
| 1:20                                                                              | 1.87           | 1.24      | 0.63      | 6:50                              | 1.22           | 1.24         | -0.02     |
| 1:30                                                                              | 1.87           | 1.24      | 0.63      | 7:00                              | 1.21           | 1.24         | -0.03     |
| 1:40                                                                              | 1.85           | 1.24      | 0.61      | 7:10                              | 1.20           | 1.24         | -0.04     |
| 1:50                                                                              | 1.84           | 1.24      | 0.60      | 7:20                              | 1.19           | 1.24         | -0.05     |
| 2:00                                                                              | 1.82           | 1.24      | 0.58      | 7:30                              | 1.19           | 1.24         | -0.05     |
| 2:10                                                                              | 1.80           | 1.24      | 0.56      | 7:40                              | 1.19           | 1.24         | -0.05     |
| 2:20                                                                              | 1.77           | 1.24      | 0.53      | 7:50                              | 1.19           | 1.24         | -0.05     |
| 2:30                                                                              | 1.75           | 1.24      | 0.51      | 8:00                              | 1.20           | 1.24         | -0.04     |
| 2:40                                                                              | 1.73           | 1.24      | 0.49      | 8:10                              | 1.21           | 1.24         | -0.03     |
| 2:50                                                                              | 1.71           | 1.24      | 0.47      | 8:20                              | 1.23           | 1.24         | -0.01     |
| 3:00                                                                              | 1.70           | 1.24      | 0.46      | 8:30                              | 1.24           | 1.24         | 0.00      |
| 3:10                                                                              | 1.68           | 1.24      | 0.44      | 8:40                              | 1.26           | 1.24         | 0.02      |
| 3:20                                                                              | 1.66           | 1.24      | 0.42      | 8:50                              | 1.27           | 1.24         | 0.03      |
| 3:30                                                                              | 1.63           | 1.24      | 0.39      | 9:00                              | 1.28           | 1.24         | 0.04      |
| 3:40                                                                              | 1.61           | 1.24      | 0.37      | 9:10                              | 1.30           | 1.24         | 0.06      |
| 3:50                                                                              | 1.57           | 1.24      | 0.33      | 9:20                              | 1.31           | 1.24         | 0.07      |
| 4:00                                                                              | 1.55           | 1.24      | 0.31      | 9:30                              | 1.33           | 1.24         | 0.09      |
| 4:10                                                                              | 1.52           | 1.24      | 0.28      | 9:40                              | 1.35           | 1.24         | 0.11      |
| 4:20                                                                              | 1.50           | 1.24      | 0.26      | 9:50                              | 1.38           | 1.24         | 0.14      |
| 4:30                                                                              | 1.48           | 1.24      | 0.24      | 10:00                             | 1.42           | 1.24         | 0.18      |
| 4:40                                                                              | 1.46           | 1.24      | 0.22      | 10:10                             | 1.46           | 1.24         | 0.22      |
| 4:50                                                                              | 1.45           | 1.24      | 0.21      | 10:20                             | 1.51           | 1.24         | 0.27      |
| 5:00                                                                              | 1.44           | 1.24      | 0.20      | 10:30                             | 1.54           | 1.24         | 0.30      |
| 5:10                                                                              | 1.42           | 1.24      | 0.18      | 10:40                             | 1.59           | 1.24         | 0.35      |
| 5:20                                                                              | 1.40           | 1.24      | 0.16      | 10:50                             | 1.63           | 1.24         | 0.39      |
| ESTAÇÃO: PORTO DE IMBITUBA                                                        |                |           |           |                                   |                |              |           |
| PONTO DE APOIO: RN 3012X DHN                                                      |                |           |           | RÉGUA ( ) TRENA ( ) MARÉGRAFO (X) |                |              |           |
| OBSERVAÇÕES:                                                                      |                |           |           |                                   |                |              |           |
| ANOTADOR:                                                                         |                |           |           |                                   |                |              |           |
| ASSINATURA DO RESPONSÁVEL:                                                        |                |           |           |                                   |                |              |           |

|  |             |           |           | ANOTAÇÕES DE MARÉS                |             |           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| CLIENTE: SCPAR                                                                    |             |           |           | PROJETO Nº 1061/24                |             | FOLHA     |           |
| LOCAL: PORTO DE IMBITUBA - SC                                                     |             |           |           | DATA: 02/09/2024                  |             | 2/3       |           |
| HORA PAPA                                                                         | LEITURA (m) | NR (m) FR | MARÉ REAL | HORA PAPA                         | LEITURA (m) | NR (m) FR | MARÉ REAL |
| 11:00                                                                             | 1.67        | 1.24      | 0.43      | 16:30                             | 1.82        | 1.24      | 0.58      |
| 11:10                                                                             | 1.70        | 1.24      | 0.46      | 16:40                             | 1.80        | 1.24      | 0.56      |
| 11:20                                                                             | 1.73        | 1.24      | 0.49      | 16:50                             | 1.80        | 1.24      | 0.56      |
| 11:30                                                                             | 1.77        | 1.24      | 0.53      | 17:00                             | 1.78        | 1.24      | 0.54      |
| 11:40                                                                             | 1.80        | 1.24      | 0.56      | 17:10                             | 1.77        | 1.24      | 0.53      |
| 11:50                                                                             | 1.82        | 1.24      | 0.58      | 17:20                             | 1.75        | 1.24      | 0.51      |
| 12:00                                                                             | 1.86        | 1.24      | 0.62      | 17:30                             | 1.74        | 1.24      | 0.50      |
| 12:10                                                                             | 1.88        | 1.24      | 0.64      | 17:40                             | 1.73        | 1.24      | 0.49      |
| 12:20                                                                             | 1.91        | 1.24      | 0.67      | 17:50                             | 1.71        | 1.24      | 0.47      |
| 12:30                                                                             | 1.92        | 1.24      | 0.68      | 18:00                             | 1.69        | 1.24      | 0.45      |
| 12:40                                                                             | 1.94        | 1.24      | 0.70      | 18:10                             | 1.67        | 1.24      | 0.43      |
| 12:50                                                                             | 1.95        | 1.24      | 0.71      | 18:20                             | 1.66        | 1.24      | 0.42      |
| 13:00                                                                             | 1.96        | 1.24      | 0.72      | 18:30                             | 1.64        | 1.24      | 0.40      |
| 13:10                                                                             | 1.96        | 1.24      | 0.72      | 18:40                             | 1.63        | 1.24      | 0.39      |
| 13:20                                                                             | 1.98        | 1.24      | 0.74      | 18:50                             | 1.61        | 1.24      | 0.37      |
| 13:30                                                                             | 1.98        | 1.24      | 0.74      | 19:00                             | 1.60        | 1.24      | 0.36      |
| 13:40                                                                             | 1.99        | 1.24      | 0.75      | 19:10                             | 1.59        | 1.24      | 0.35      |
| 13:50                                                                             | 2.00        | 1.24      | 0.76      | 19:20                             | 1.57        | 1.24      | 0.33      |
| 14:00                                                                             | 2.01        | 1.24      | 0.77      | 19:30                             | 1.56        | 1.24      | 0.32      |
| 14:10                                                                             | 2.01        | 1.24      | 0.77      | 19:40                             | 1.56        | 1.24      | 0.32      |
| 14:20                                                                             | 2.01        | 1.24      | 0.77      | 19:50                             | 1.56        | 1.24      | 0.32      |
| 14:30                                                                             | 2.02        | 1.24      | 0.78      | 20:00                             | 1.56        | 1.24      | 0.32      |
| 14:40                                                                             | 2.01        | 1.24      | 0.77      | 20:10                             | 1.56        | 1.24      | 0.32      |
| 14:50                                                                             | 2.00        | 1.24      | 0.76      | 20:20                             | 1.56        | 1.24      | 0.32      |
| 15:00                                                                             | 1.99        | 1.24      | 0.75      | 20:30                             | 1.57        | 1.24      | 0.33      |
| 15:10                                                                             | 1.97        | 1.24      | 0.73      | 20:40                             | 1.58        | 1.24      | 0.34      |
| 15:20                                                                             | 1.96        | 1.24      | 0.72      | 20:50                             | 1.59        | 1.24      | 0.35      |
| 15:30                                                                             | 1.95        | 1.24      | 0.71      | 21:00                             | 1.59        | 1.24      | 0.35      |
| 15:40                                                                             | 1.92        | 1.24      | 0.68      | 21:10                             | 1.60        | 1.24      | 0.36      |
| 15:50                                                                             | 1.89        | 1.24      | 0.65      | 21:20                             | 1.62        | 1.24      | 0.38      |
| 16:00                                                                             | 1.87        | 1.24      | 0.63      | 21:30                             | 1.65        | 1.24      | 0.41      |
| 16:10                                                                             | 1.86        | 1.24      | 0.62      | 21:40                             | 1.66        | 1.24      | 0.42      |
| 16:20                                                                             | 1.84        | 1.24      | 0.60      | 21:50                             | 1.68        | 1.24      | 0.44      |
| ESTAÇÃO: PORTO DE IMBITUBA                                                        |             |           |           |                                   |             |           |           |
| PONTO DE APOIO: RN 3012X DHN                                                      |             |           |           | RÉGUA ( ) TRENA ( ) MARÉGRAFO (X) |             |           |           |
| OBSERVAÇÕES:                                                                      |             |           |           |                                   |             |           |           |
| ANOTADOR:                                                                         |             |           |           |                                   |             |           |           |
| ASSINATURA DO RESPONSÁVEL:                                                        |             |           |           |                                   |             |           |           |

34

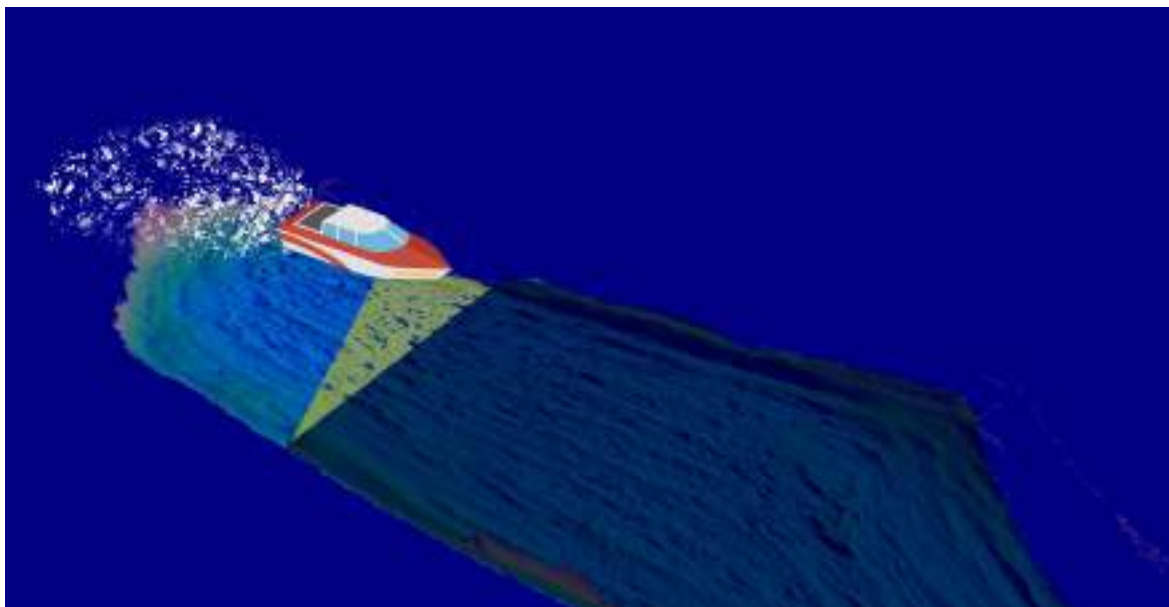


**Figura 14 – Gráfico de Maregrafia do dia 02/09/2024**

### 1.1.5. Batimetria

#### 1.1.5.1. Sondagem Multifeixe

O levantamento batimétrico realizado nas proximidades do molhe do Porto de Imbituba foi praticado com sistema multifeixe NORBIT (Figura 15). Esse sistema é capaz de adquirir dados de profundidades em uma espécie de “varredura” do fundo, realizando a cobertura total da área estudada. O ecobatímetro multifeixe efetua várias medidas de profundidade com um mesmo ping, que é emitido por múltiplos feixes, que são arranjados angularmente de maneira a mapear áreas contíguas na direção perpendicular à navegação, propiciando levantar faixas extensas (variando com a profundidade) do fundo.



**Figura 15 – Imagem Ilustrativa da batimetria multifeixe.**

A sondagem foi realizada com o sistema multifeixe NORBIT modelo iWBMS, no fuso horário ZULU (Greenwich). Os equipamentos foram montados na embarcação utilizando os seguintes sensores:

- Ecobatímetro Multifeixe NORBIT iWBMS
- Giros/GPS Hemisphere Vector VS330
- Sensor de Movimento SBG Ekinox 2-A
- Sensor de Velocidade do som SVP AML – X2 CHANGER
- Perfilador de velocidade do som AML-3 LGR

O ecobatímetro NORBIT operou com recobrimento lateral de 200%, sendo que o feixe central passa a uma distância de  $\frac{1}{2}$  da largura total da varredura dos feixes externos adjacentes (Figura 16).



**Figura 16 – Recobrimento lateral do ecobatímetro.**

#### **1.1.5.1.1. Projeto de Linhas de Sondagem**

As linhas de sondagens foram definidas por um projeto desenvolvido pela Hidrotopo no software HYPACK, apoiado nas especificações técnicas encaminhadas, permitindo que a embarcação navegasse em seções previamente estabelecidas visando o recobrimento total da área de interesse. As linhas regulares estavam espaçadas de 10 em 10 metros longitudinais ao canal de navegação e linhas de controle transversais de 150 metros (Figura 17).



**Figura 17 – Localização das linhas de sondagem do sistema multifeixe.**

### 1.1.5.1.2. Equipamentos Utilizados

#### ▪ TRANSDUTOR MULTIBEAM NORBIT iWBMS

O transdutor NORBIT iWBMS (Figura 18) foi projetado para trabalhar em profundidades até 275m. O ângulo de varrimento deste sistema é de até 210°, dispondo de 512 feixes por cada emissão acústica. A frequência de operação deste sonar foi de 400 kHz.

Pelo fato de o sistema trabalhar com faixas de varredura, nas sondagens com emprego do sistema multifeixe não é gerado ecograma.

Esse equipamento foi utilizado acoplado a um microcomputador. Os dados de profundidades registrados pelo transdutor são transmitidos para o processador (CPU). As informações recebidas pela CPU são transferidas para o computador através de "interface" Network (cabo de rede), acoplado ao software HYPACK, que tem capacidade para integrar os sistemas de aquisição de dados batimétricos, de posicionamento e efetuar a navegação em tempo real. Os arquivos gerados do levantamento são gravados em meio digital.



**Figura 18 – Componentes básicos do Norbit iWBMS – Transdutor e CPU.**

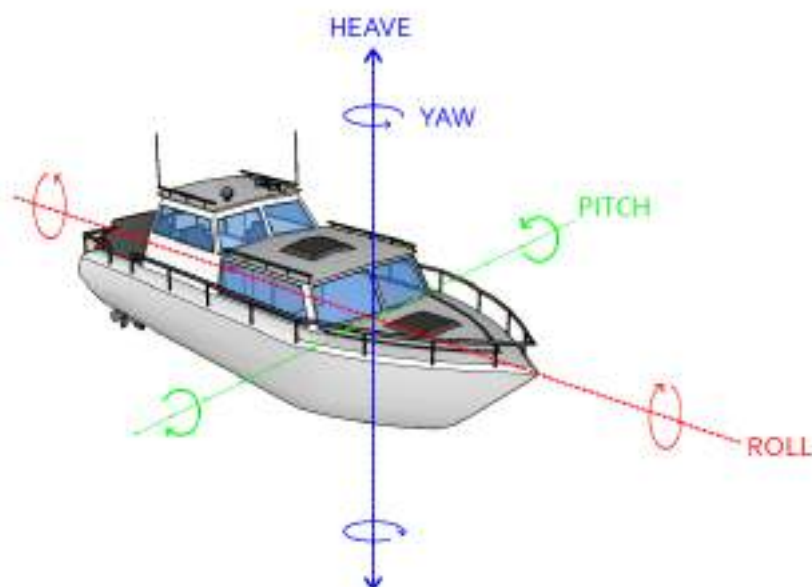
As principais características do Norbit iWBMS são mostradas na tabela abaixo:

| Características do Ecobatímetro Multifeixe NORBIT iWBMS |              |
|---------------------------------------------------------|--------------|
| CARACTERÍSTICA                                          | VALORES      |
| Frequência acústica de Operação                         | 200 a 700kHz |
| Número de Feixes                                        | 256 a 512    |
| Setor de Cobertura Horizontal                           | 5° a 210°    |
| Faixa de Profundidade                                   | 0.1m a 275m  |

## ▪ SISTEMA DE POSICIONAMENTO E DE COMPENSAÇÃO DE MOVIMENTOS

Com a incidência das ondas, uma embarcação sofre movimentos translacionais e rotacionais. A embarcação desloca-se sobre uma superfície móvel, sendo necessário medir e calcular seu movimento.

O comportamento dinâmico da embarcação é verificado pelos movimentos de translação, longitudinais no eixo X (surge), transversais no eixo Y (sway) e no eixo Z (heave). Já os movimentos de rotação na direção dos eixos x, y, e z são respectivamente balanço (roll), caturro (pitch) e cabeceio ou guinada (yaw) (Figura 19).



**Figura 19 – Movimentos da embarcação.**

Os movimentos de rotação descrevem a atitude da embarcação e podem ser obtidos através do sensor de movimento. O efeito heave é o efeito que predomina no caso de deslocamentos verticais da embarcação.

O SBG Ekinox2-A (Figura 20) combina dados GNSS com dados de taxa angular e aceleração de um IMU e encaminhamento do Sistema de Medição de Azimute GNSS (GAMS) para produzir uma solução de posição e orientação completa.

O SBG Ekinox2-A foi utilizado com o propósito de prover precisão ao ecobatímetro NORBIT iWBMS, utilizado neste levantamento, fornecendo informações de altitude da embarcação, balanço (roll), caturro (pitch) e afundamento (heave).

Esse equipamento foi projetado para uso com o sistema multifeixe, permitindo atender aos padrões da OHI (Organização Hidrográfica Internacional). O software de operação dos dados do SBG Ekinox2-A é interno, permitindo que operador acesse o menu do equipamento digitando o endereço de IP em um navegador (Chrome, por exemplo).

O software utilizado para conversão dos dados foi o SBGCenter.



**Figura 20 – Ekinox2-A**

As principais características, do sensor SBG Ekinox 2-A, são mostradas na tabela abaixo:

| Características do sensor de movimento SBG Ekinox 2-A |                         |           |              |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|--------------|
| CARACTERÍSTICA                                        | VALORES                 |           |              |
| Acurácia Dinâmica                                     | Delay de Heave          | Heave     | Pitch e Roll |
|                                                       | 2cm or 2%               | 5cm ou 5% | 0.03°        |
| Heading                                               | 0.05° with 4 m baseline |           |              |
|                                                       | 0.1° with 2 m baseline  |           |              |

#### ▪ SENSOR DE VELOCIDADE DO SOM DA CABEÇA DO TRANSDUTOR AML SV XCHANGE

Para o cálculo da refração sofrida pelos feixes em sua propagação na coluna d'água, o sistema multifeixe dispõem de um sensor de velocidade do som AML SV XCHANGE (Figura 21) instalado próximo ao seu transdutor NORBIT,

para medição da velocidade do som continuamente, nas diferentes profundidades, permitindo que o sistema execute o correto direcionamento dos feixes quando estes forem transmitidos pelos transdutores.



**Figura 21 – AML SV XCHANGE**

As principais características do sensor AML SV XCHANGE são mostradas na tabela abaixo:

**CARACTERÍSTICAS DO PERFILADOR DE SOM SVP AML SV XCHANGE.**

| CARACTERÍSTICA             | VALORES         |
|----------------------------|-----------------|
| Faixa de Velocidade do Som | 1375 a 1625 m/s |
| Precisão                   | 0.006 m/s       |
| Acurácia                   | ±0.025 m/s      |
| Profundidade de submersão  | 6000 m          |

▪ **PERFILADOR DE VELOCIDADE DO SOM DA COLUNA D'ÁGUA  
AML-3 LGR**

A onda acústica ao se propagar na coluna d'água sofre uma refração devido às mudanças de temperatura e salinidade. A velocidade da onda pode variar de acordo com o tempo e a profundidade. Para corrigir os possíveis erros no cálculo da profundidade devido às variações acima citadas foi utilizado um perfilador de velocidade do som AML -3 LGR (Figura 22). Perfis de velocidade foram adquiridos durante o levantamento toda vez que era observada a perda na qualidade dos dados por problemas de refração dos feixes externos.



Figura 22 – AML-3 LGR

As principais características do sensor AML-3 LGR, são mostradas na tabela abaixo:

| <b>Características do Sensor de Velocidade do Som AML-3 LGR</b> |                |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| CARACTERÍSTICA                                                  | VALORES        |
| Faixa de Velocidade do Som                                      | 1375 a 1625m/s |
| Faixa de Temperatura                                            | -20°C a 45°C   |
| Resolução do sensor                                             | +/- 0.006 m/s  |
| Acurácia do Sensor                                              | +/- 0.025 m/s  |

#### ▪ COMPUTADOR

Para a aquisição de dados foi necessário à utilização de um computador (Figura 23), conectado ao software de operação.



Figura 23 – Notebook utilizado no levantamento.

### 1.1.5.1.3. Procedimentos

#### 1.1.5.1.3.1. Montagem da Embarcação

A embarcação utilizada nesses levantamentos foi o barco Comte Humberto, autorizada para o tipo de operação que foi realizada, conforme as condições de segurança exigidas nesse serviço (Figura 24).

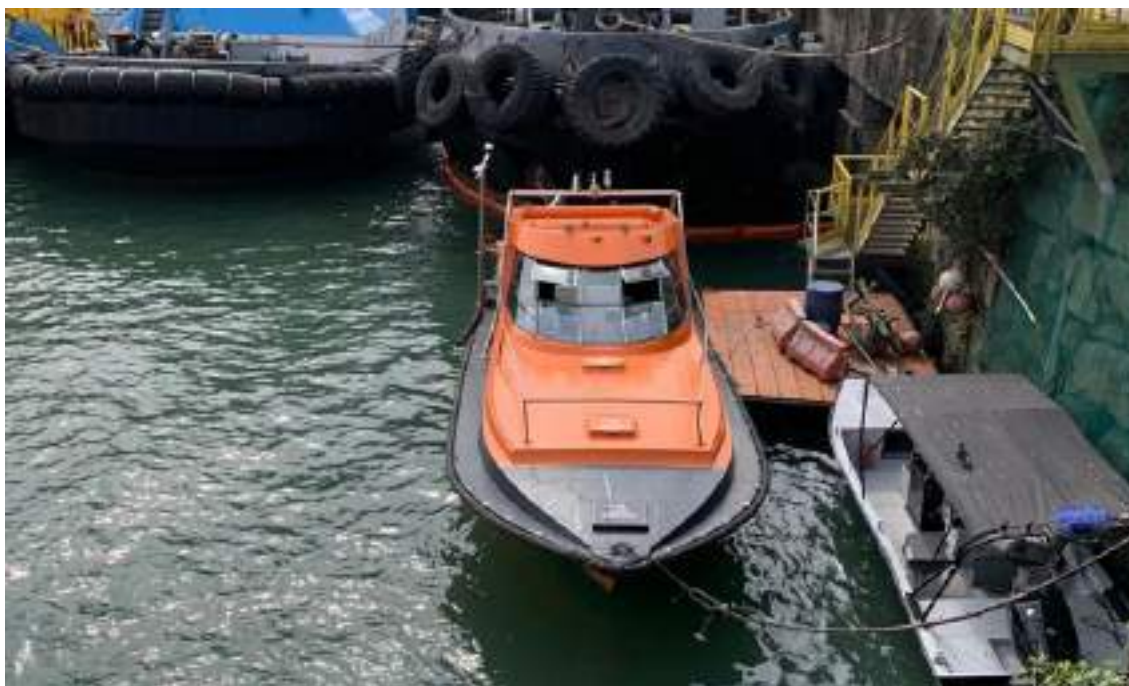


Figura 24 – Barco utilizado no levantamento.

#### 1.1.5.1.3.2. Offsets dos Equipamentos na Embarcação

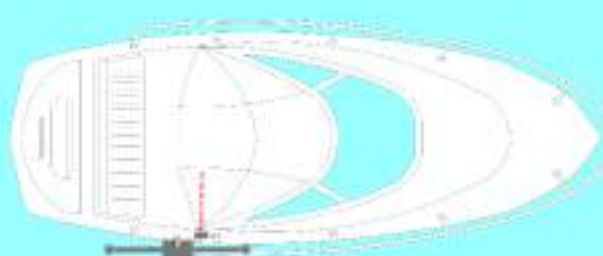
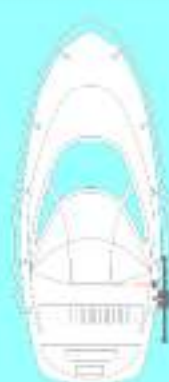
No dia 30/08/2024 foram medidas as distâncias (offsets) entre os equipamentos, estabelecendo um ponto de referência, de forma precisa a fim de minimizar possíveis erros no levantamento batimétrico.

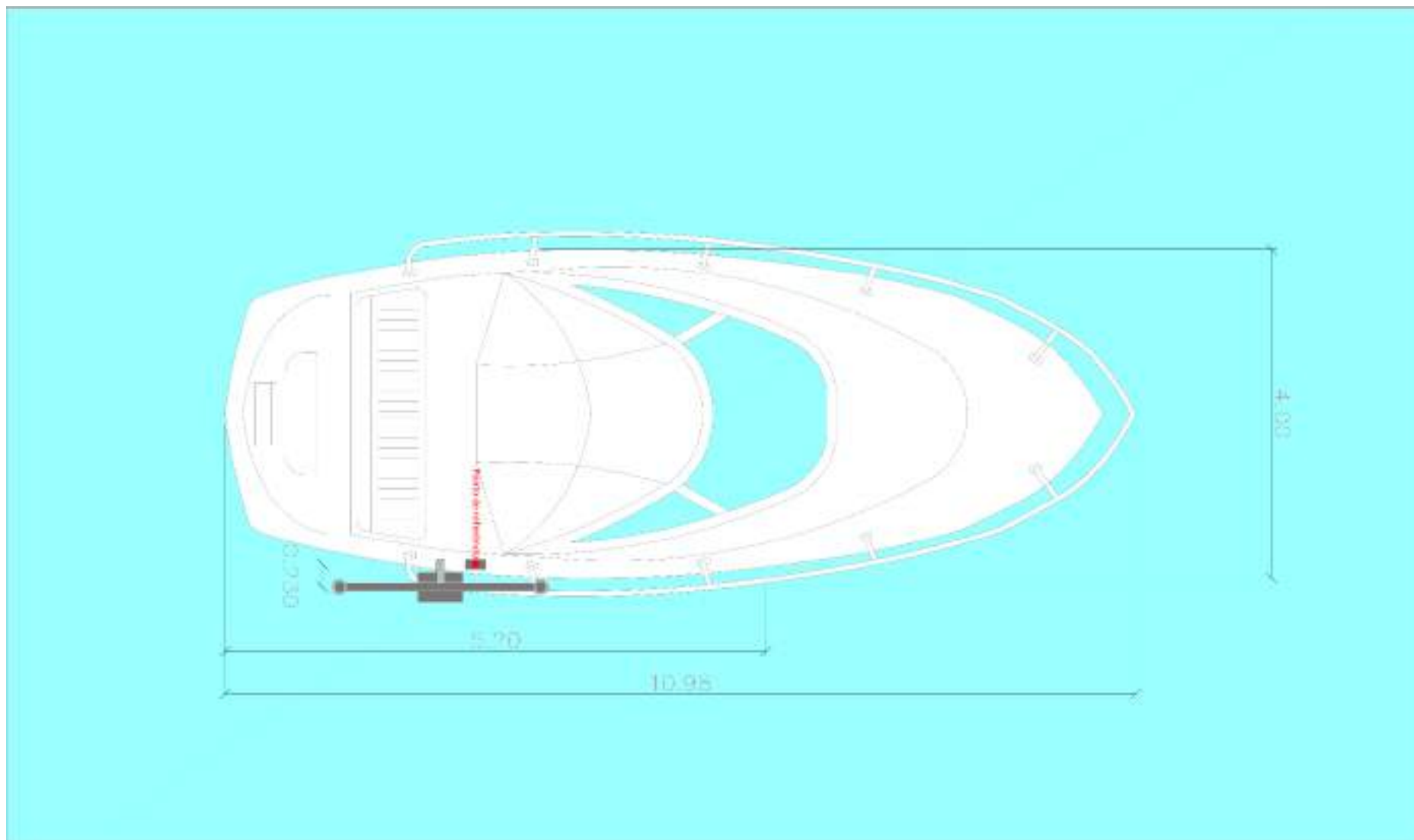
A distância entre a lâmina d'água e o ponto de referência, denominado waterline, foi realizada todos os dias antes e após a sondagem.

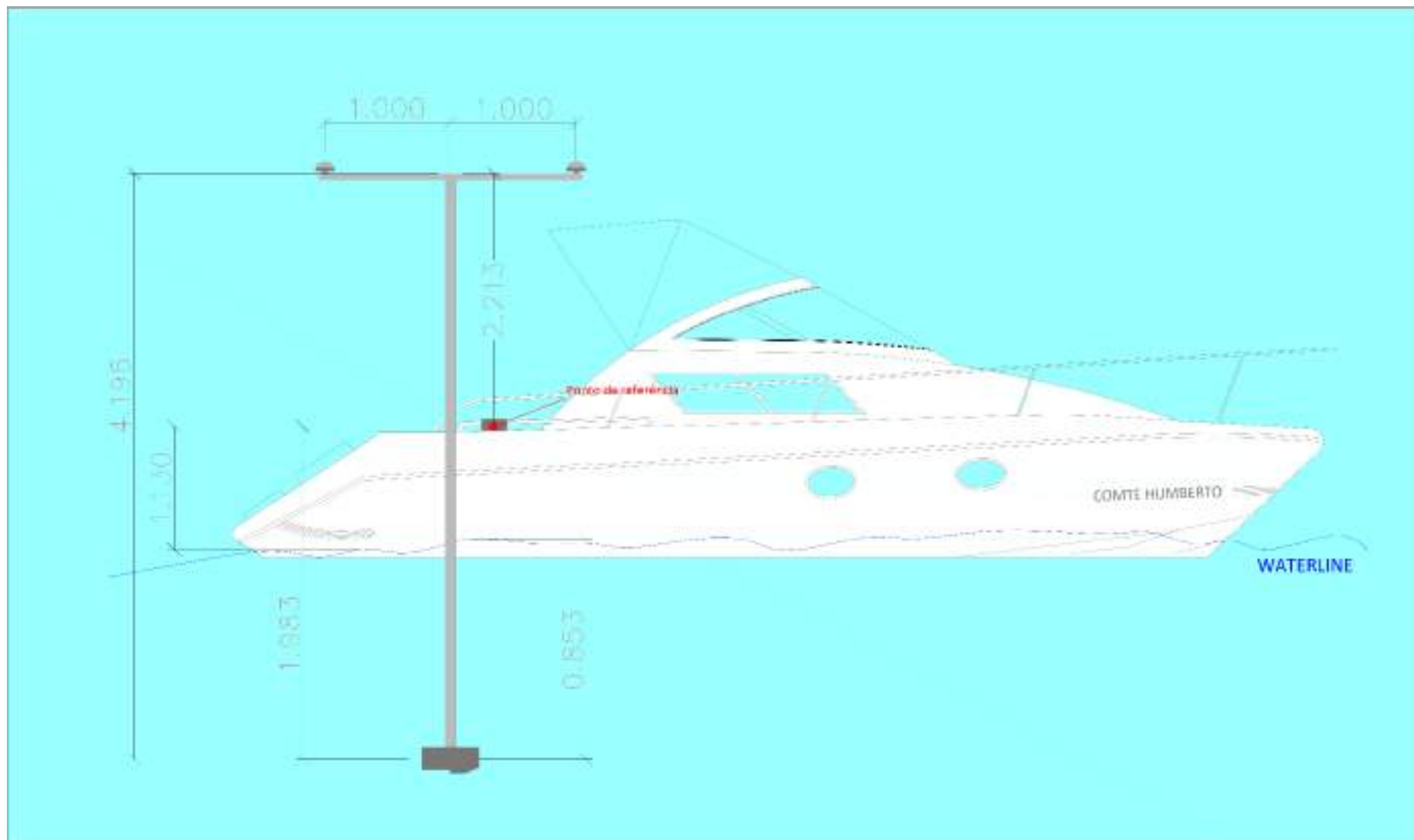
A tabela e a Figura abaixo demonstram os offsets e o croqui da montagem dos equipamentos na embarcação, respectivamente.

| Waterline  |       |
|------------|-------|
| 30/08/2024 | 1.130 |

## OFFSETS 30-08-2024 – SISTEMA MULTIFEIXE

| Cliente: Porto de Imbituba                                                                                                                                                        | Localização: IMBITUBA / SC | Projeto: 1060-24 | Data: 30/08/2024 | Embarcação: COMTE HUMBERTO |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| OFFSETS DOS EQUIPAMENTOS                                                                                                                                                          |                            |                  |                  |                            |
| IDENTIFICAÇÃO                                                                                                                                                                     | DESCRIÇÃO                  | X                | Y                | Z                          |
| 1                                                                                                                                                                                 | IMU SBG EKINOX             | 0.000            | 0.000            | 0.000                      |
| 2                                                                                                                                                                                 | WBMS NORBIT                | 0.230            | 0.345            | 1.983                      |
| 3                                                                                                                                                                                 | ANT. PRIMÁRIA              | 0.230            | -0.655           | -2.213                     |
| 4                                                                                                                                                                                 | ANT. SECUNDÁRIA            | 0.230            | 1.345            | -2.213                     |
| 5                                                                                                                                                                                 | SVP AML                    | 0.230            | 0.345            | 1.983                      |
|                                                                                                                                                                                   |                            |                  |                  |                            |
| PATCH TEST                                                                                                                                                                        |                            |                  |                  |                            |
| Latência<br>0.00s (PPS)                                                                                                                                                           | Pitch<br>-5.800°           | Roll<br>7.380°   | Yaw<br>6.500°    |                            |
| CROQUI DA EMBARCAÇÃO                                                                                                                                                              |                            |                  |                  |                            |
| <div></div> |                            |                  |                  |                            |
| Observações:<br>Waterline -1.130m                                                                                                                                                 |                            |                  |                  |                            |





#### **1.1.5.1.3.3. Configuração do Sistema Multifeixe**

Nesse levantamento, foi utilizado o ecobatímetro multifeixe modelo NORBIT, operando com abertura angular do feixe de 120°, frequência de 400 kHz e 512 feixes. Os dados coletados do transdutor em conjunto com sistema multifeixe, permite atender aos padrões da OHI (Organização Hidrográfica Internacional). Os dados foram adquiridos pelo software NORBIT WBMS QUI, transferidos através de cabeamento do tipo RJ45 (cabo de rede) no software de aquisição Hypack. O LH foi realizado com recobrimento de 200% das áreas investigadas.

#### **1.1.5.1.3.4. Execução do Serviço**

Antecede o início do trabalho a realização do patch test, que tem como propósito a verificação dos valores de correção de pitch, roll e yaw. As informações adquiridas são processadas e, com isso, é estabelecido os valores de precisão exigida para o levantamento (Figura 25).

Ao longo do serviço foram coletados os perfis de velocidade do som na coluna d'água, em intervalos periódicos e quando são observadas mudanças na variação de velocidade do som.

A coleta dos dados batimétricos foi realizada utilizando um sistema de bordo computadorizado, conforme a navegação era direcionada para as linhas de projeto, assim, recobrindo toda área solicitada.

Na aquisição dos dados foram realizadas análises de controle de qualidade das informações coletados, descartando quaisquer dados duvidosos.



Figura 25 – Fluxograma da execução do serviço.

#### 1.1.5.1.3.5. Aferições e Calibrações

##### 1.1.5.1.3.5.1. Perfilagem da Velocidade do Som na Água

Para a determinação precisa das velocidades do som na coluna de água e calibração do NORBIT, foi utilizado o perfilador AML - 3 LGR (Figura 22). Esse procedimento é mais rápido e mais seguro que a placa de aferição tradicional.

O equipamento é constituído por um perfilador que, quando submerso, detecta a velocidade do som nos diferentes estratos da coluna d'água (Figuras 26 e 27). Os valores são disponibilizados na unidade m/s.

Utiliza-se o princípio “sing-around” de medida de velocidade, que compensa automaticamente todas as influências, inclusive pressão, temperatura e salinidade da água. Sendo assim, considera-se o equipamento com alto grau de acurácia independente do estado do mar ou da velocidade da corrente.



Figura 26 – Imagem Ilustrativa do procedimento de lançamento da velocidade do som.

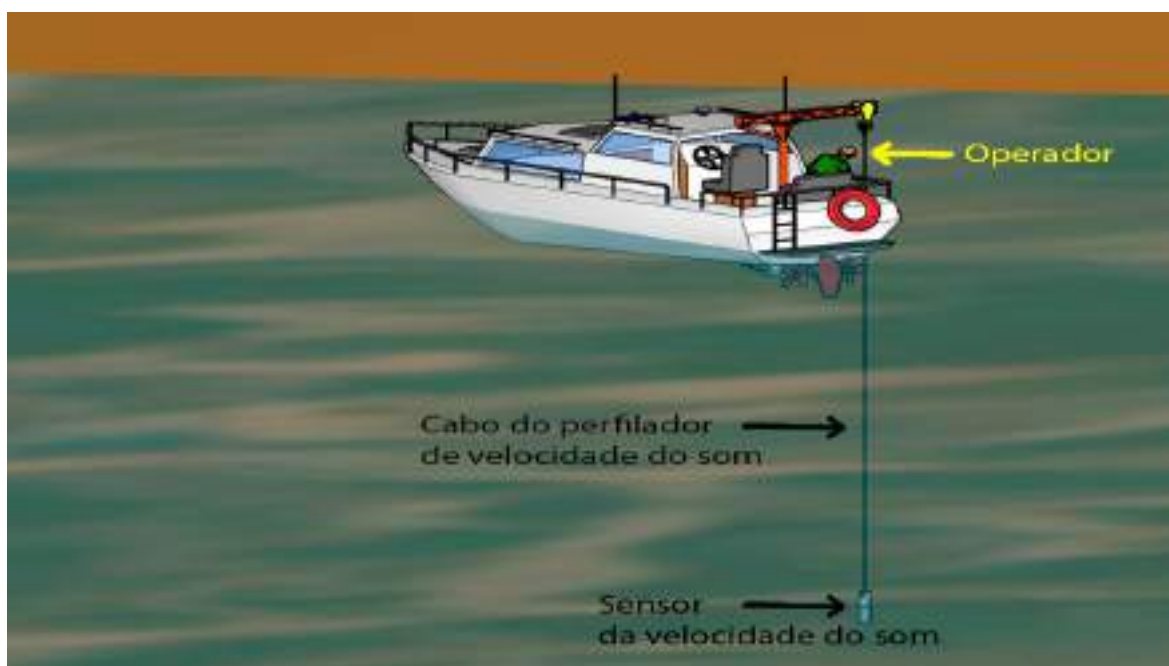
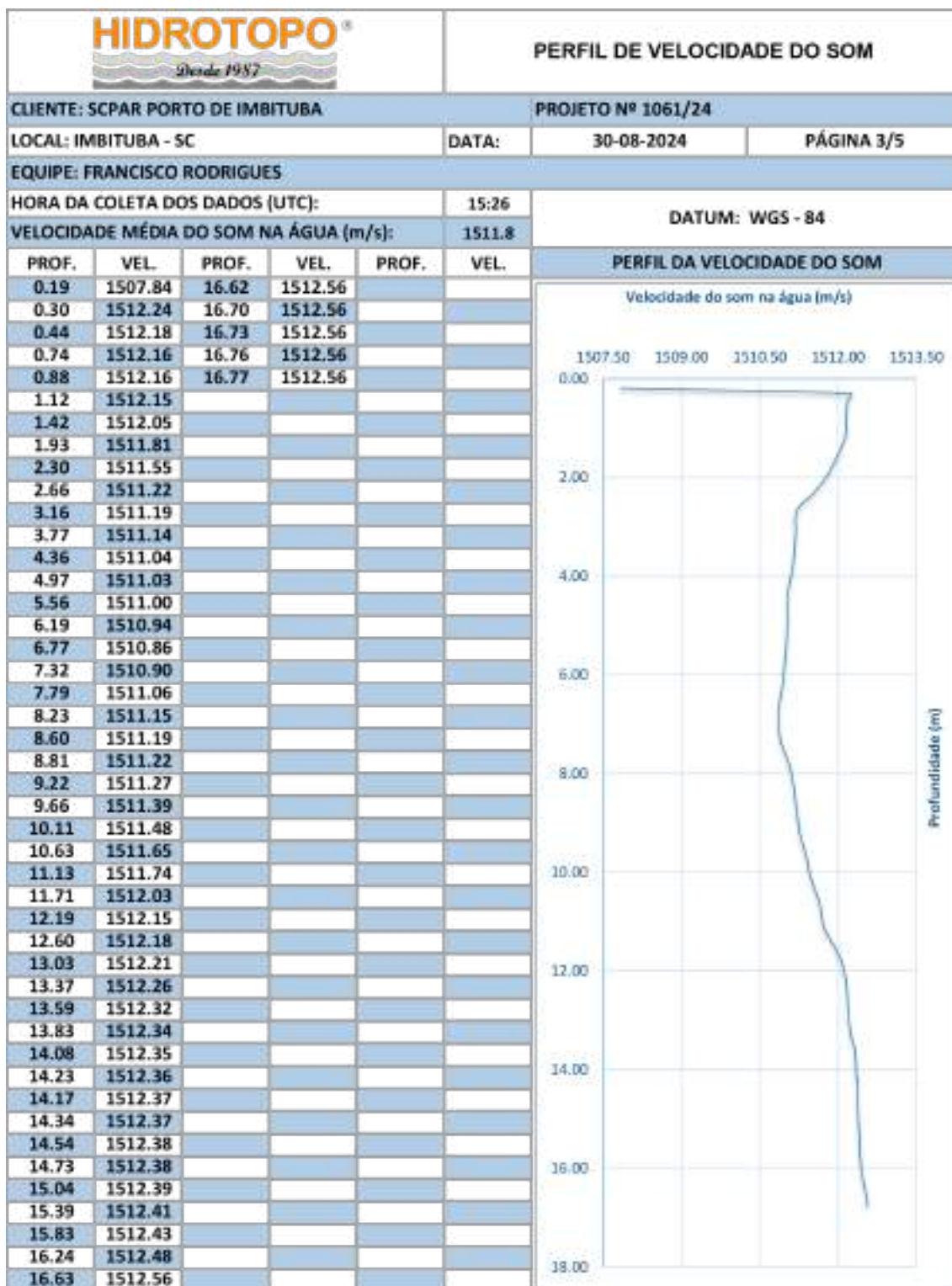


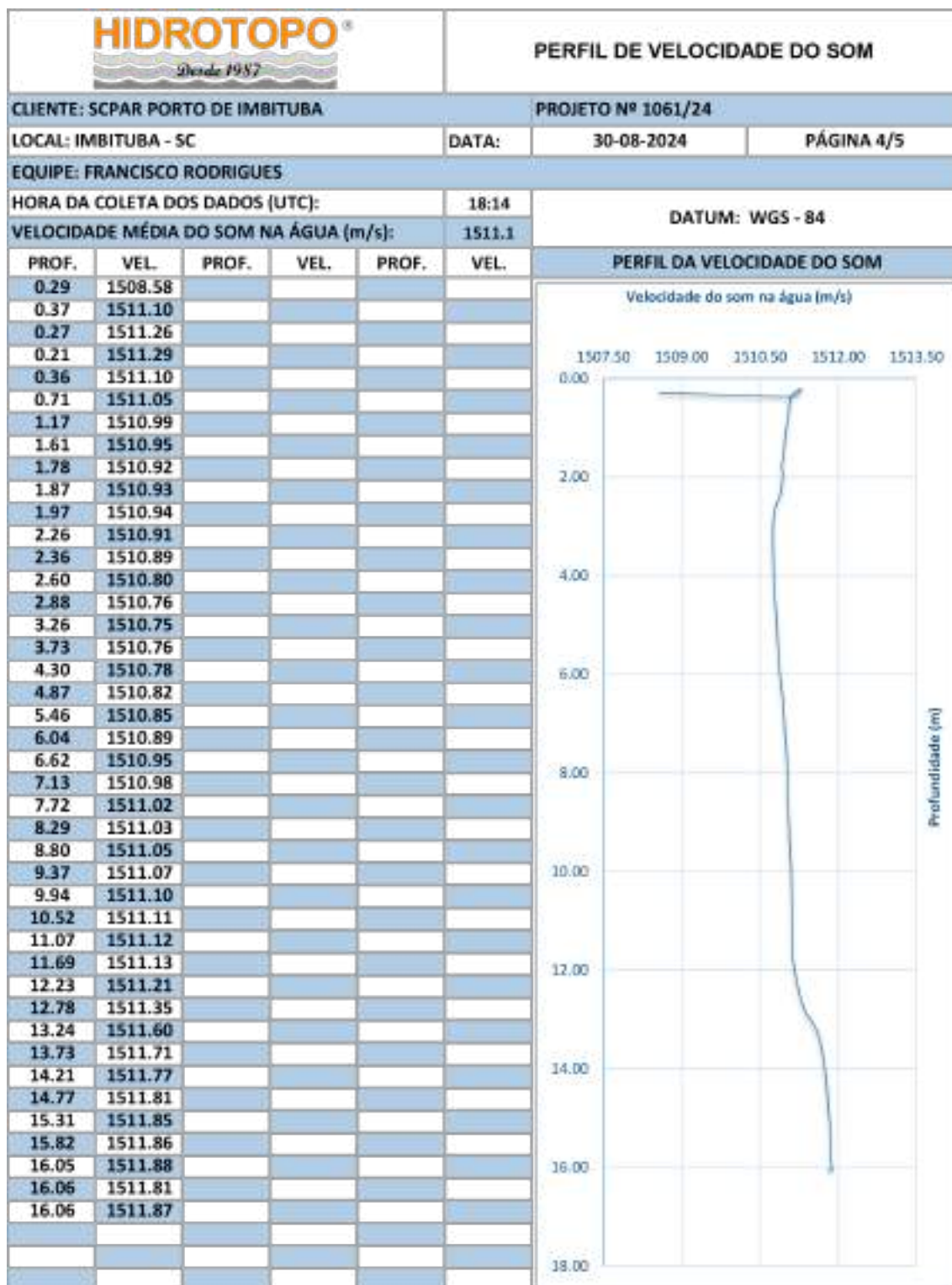
Figura 27 – Imagem Ilustrativa do procedimento de lançamento da velocidade do som.

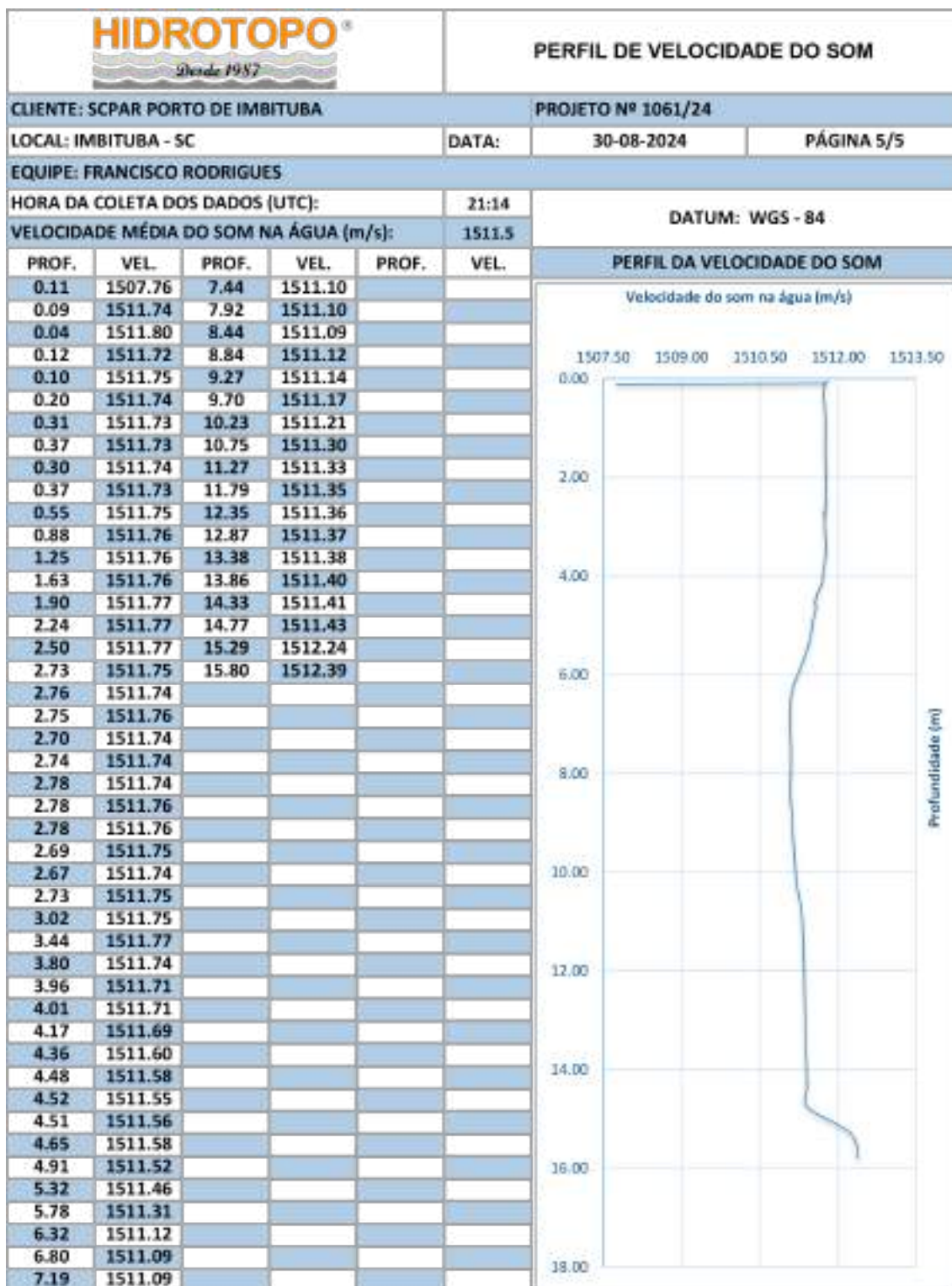
Os valores de velocidade do som na água para as diferentes profundidades coletados pelo AML - 3 LGR (em anexo) foram armazenados em meio digital. Na fase de processamento, o arquivo contendo os valores da velocidade do som para cada profundidade é introduzido no software CARIS HIPS 11.4. Segue abaixo os perfis de velocidade do som coletados.

50

51







#### 1.1.5.1.3.5.2. PatchTest

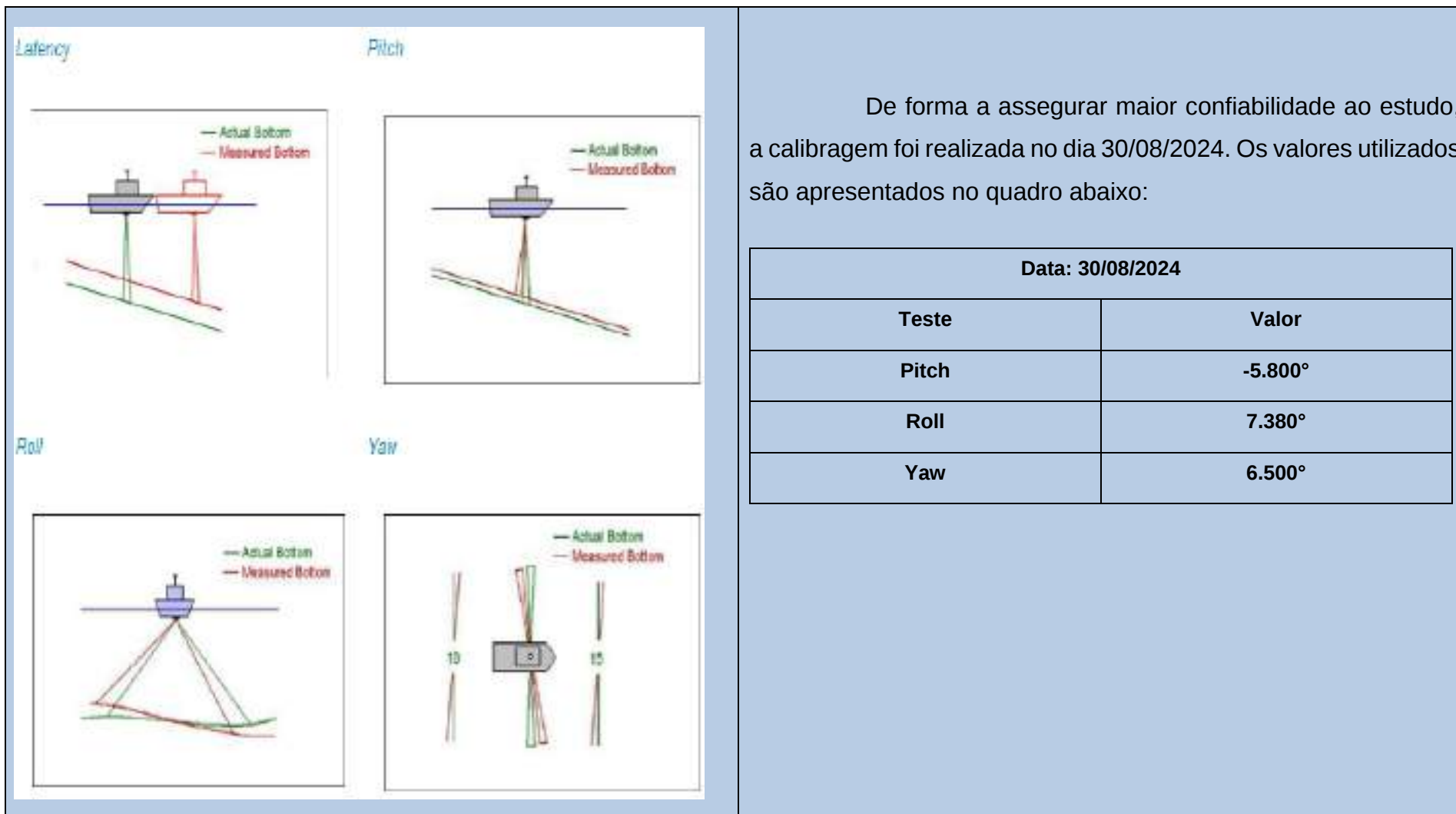
A Calibração (Patch Test), que é um procedimento para verificação dos valores corretores para balanço (roll), caturro (pitch) e proa (yaw), nesses levantamentos apresentaram resultados dentro dos parâmetros normais.

- **Latência ou atraso de posicionamento**→ é a diferença em tempo entre o posicionamento e a determinação da profundidade. Para a determinação da latência são efetuadas duas linhas sobrepostas, no mesmo sentido e velocidades diferentes, num fundo inclinado. Nesse LH, foi utilizado o PPS (*Pulse per Second*), que fez o sincronismo do GPS com o MULTIFEIXE.

- **Desvio em pitch ou caturro**→ Para se determinar o desvio em *pitch* são efetuadas duas linhas sobrepostas, em sentidos opostos e à mesma velocidade, num fundo inclinado.

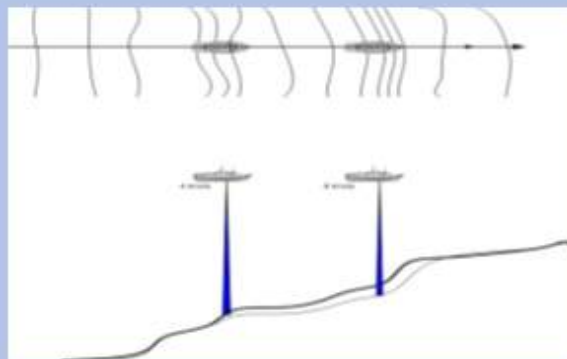
- **Desvio em roll ou balanço**→ Para se determinar o desvio em *roll* são efetuadas duas linhas sobrepostas, em sentidos opostos e à mesma velocidade, num fundo plano e regular.

- **Desvio em yaw ou proa**→ O procedimento para determinar o desvio em proa consiste em realizar um par de linhas adjacentes e recíprocas, à mesma velocidade, numa área com uma estrutura batimétrica bem definida, por exemplo, um baio.



**CALIBRAÇÃO DO SISTEMA MULTIFEIXE NORBIT - PATCH TEST – 30/08/2024****TESTE DE LATÊNCIA**

*Latência ou atraso de posicionamento* → é a diferença em tempo entre o posicionamento e a determinação da profundidade. Para a determinação da latência são efetuadas duas linhas sobrepostas, no mesmo sentido e velocidades diferentes, num fundo inclinado. Nesse LH, foi utilizado o PPS (Pulse per Second), que fez o sincronismo do GPS com o Multifeixe.



*Imagem ilustrativa - R2 SONIC Multibeam Calibration: The Patch Test.*

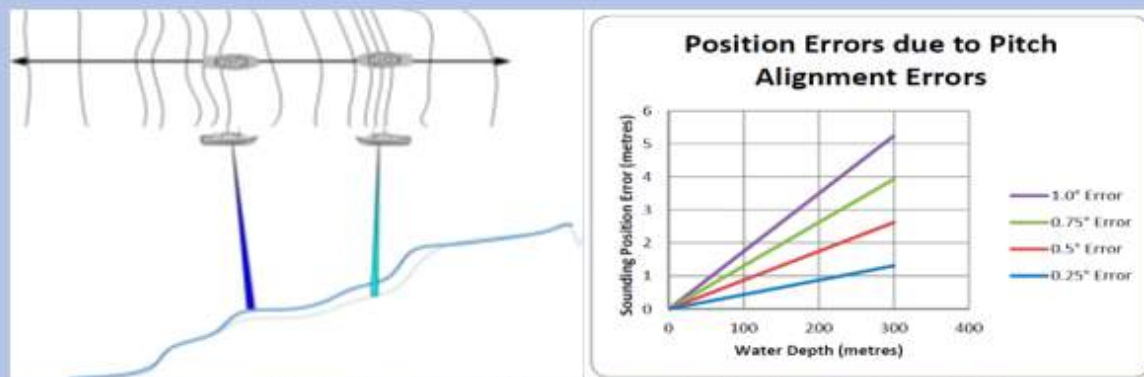
**VALOR = 0.00 s**

**OBSERVAÇÃO:**

Foi utilizado o PPS (Pulse per Second) que fez o sincronismo do GPS com o multifeixe. O PPS corrige a diferença de tempo entre as informações enviadas pelos diferentes equipamentos que compõem o sistema multifeixe, visando assim, aumentar a acurácia da informação gerada.

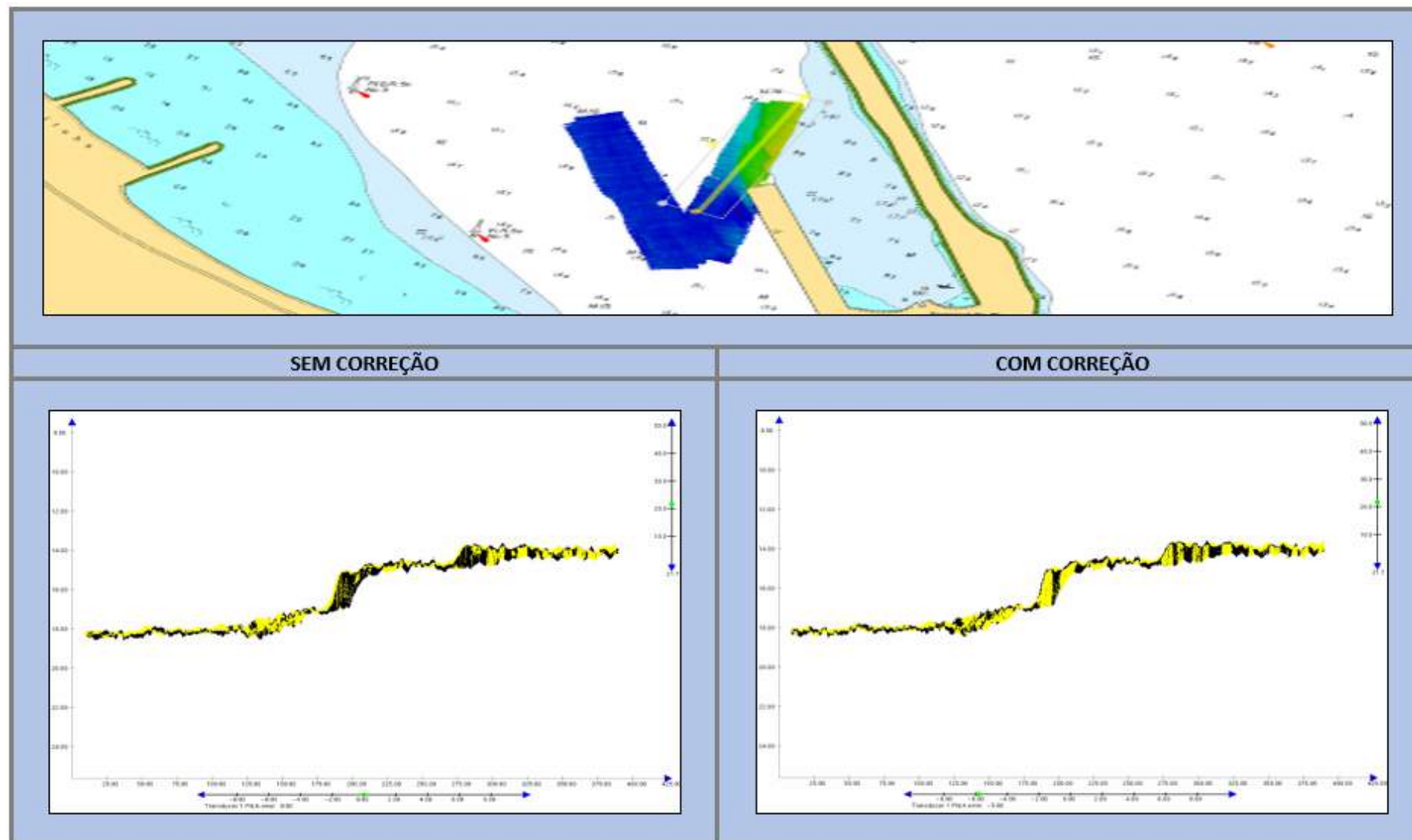
## TESTE DE PITCH

Desvio em pitch ou caturro → Para se determinar o desvio em pitch são efetuadas duas linhas sobrepostas, em sentidos opostos e à mesma velocidade, num fundo inclinado.



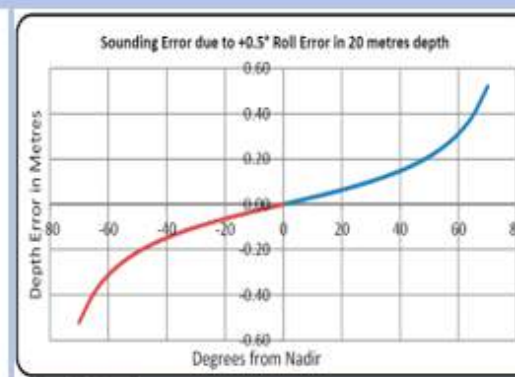
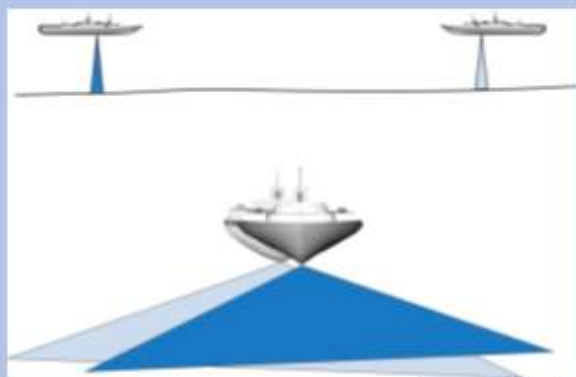
*Imagem ilustrativa - R2 SONIC Multibeam Calibration: The Patch Test.*

| Seq. | Hora UTC | Linha     | Rumo | Vel. (nós) | Resultado |
|------|----------|-----------|------|------------|-----------|
| 1    | 14:15    | 0000_1415 | 196  | 5.0        | -5.800°   |
| 2    | 14:20    | 0000_1420 | 17   | 5.0        |           |



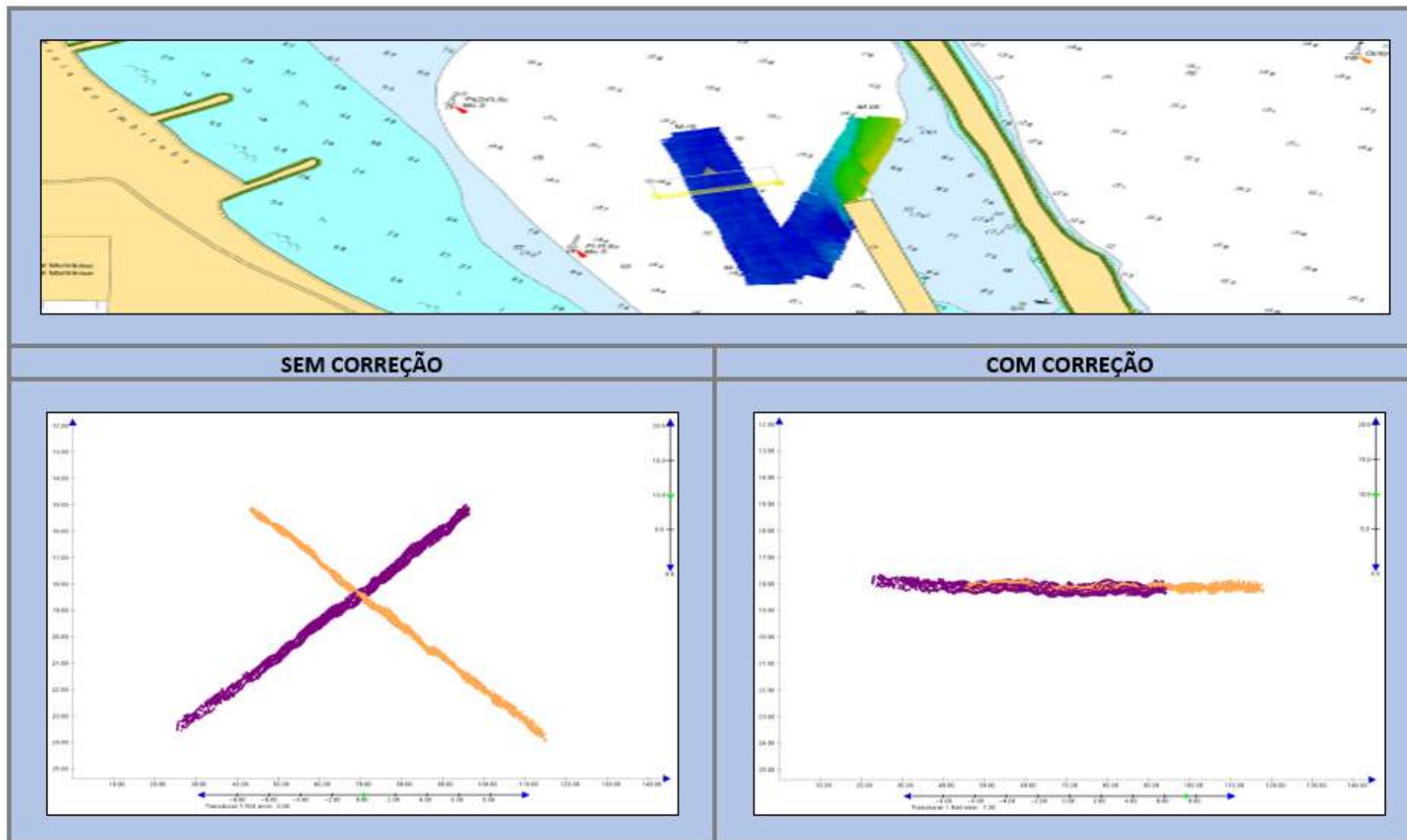
# TESTE DE ROLL

*Desvio em roll ou balanço* → Para se determinar o desvio em roll são efetuadas duas linhas sobrepostas, em sentidos opostos e à mesma velocidade, num fundo plano e regular.



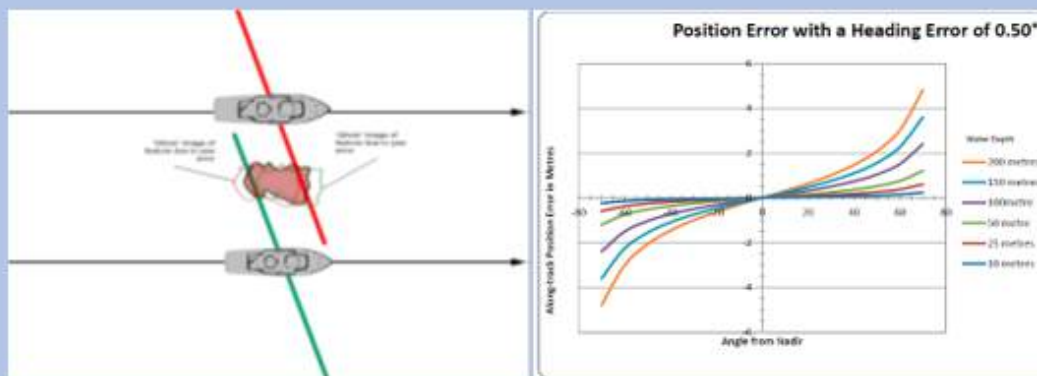
*Imagem ilustrativa - R2 SONIC Multibeam Calibration: The Patch Test.*

| Seq. | Hora UTC | Linha     | Rumo | Vel.<br>(nós) | Resultado |
|------|----------|-----------|------|---------------|-----------|
| 1    | 13:57    | 0000_1357 | 162  | 5.0           | 7.380°    |
| 2    | 14:01    | 0000_1401 | 342  | 5.0           |           |



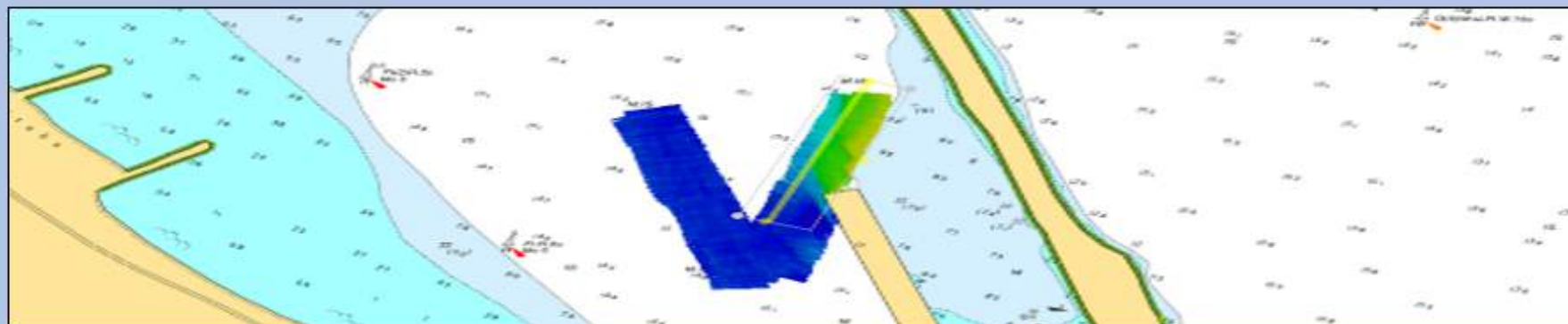
## TESTE DE YAW

*Desvio em yaw ou proa* → O procedimento para determinar o desvio em proa consiste em realizar um par de linhas adjacentes e recíprocas, à mesma velocidade, numa área com uma estrutura batimétrica bem definida, por exemplo, um baixio.

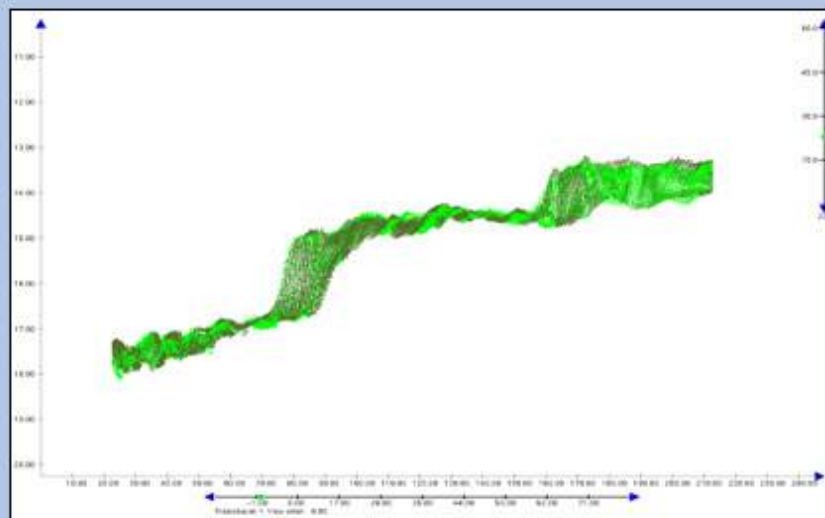


*Imagem ilustrativa - R2 SONIC Multibeam Calibration: The Patch Test.*

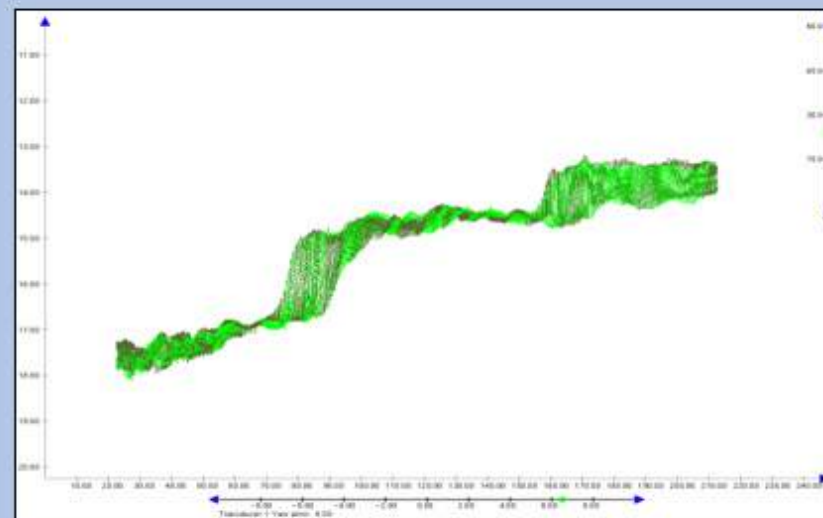
| Seq. | Hora UTC | Linha     | Rumo | Vel.<br>(nós) | Resultado |
|------|----------|-----------|------|---------------|-----------|
| 1    | 14:07    | 0000_1407 | 196  | 5.0           | 6.500°    |
| 3    | 14:15    | 0000_1415 | 196  | 5.0           |           |



SEM CORREÇÃO



COM CORREÇÃO



#### 1.1.5.1.4. Processamento dos dados

O processamento dos dados batimétricos adquiridos em campo foi realizado utilizando o software CARIS HIPS and SIPS 11.4, o qual possibilita uma análise criteriosa dos dados. Por meio da ferramenta Subset Editor são retirados os dados espúrios. Na fase de pós processamento é avaliado a qualidade do levantamento utilizando a ferramenta QC Report e logo após é gerado o arquivo xyz. O programa segue a cronologia informada abaixo:

- ✓ Criação da embarcação;
- ✓ Importação dos dados brutos “HSX” para o formato Hips;
- ✓ Importação dos dados de TrueHeave (POSMV);
- ✓ Inserção do perfil de velocidade do som;
- ✓ Inserção da maré reduzida;
- ✓ Atualização de todas as informações;
- ✓ Computação dos dados de incertezas dos equipamentos (TPU);
- ✓ Criação da superfície;
- ✓ Retirada dos dados espúrios;
- ✓ Análise da qualidade dos dados.

##### 1.1.5.1.4.1. Retirada de Dados Espúrios

Utilizando a ferramenta **Subset Editor**, os registros foram, então, analisados e os dados considerados espúrios ou spykes foram retirados do registro (Figuras 28 e 29).



Figura 28 – Exemplo de dados espúrios no software Caris Hips And Sips 11.4

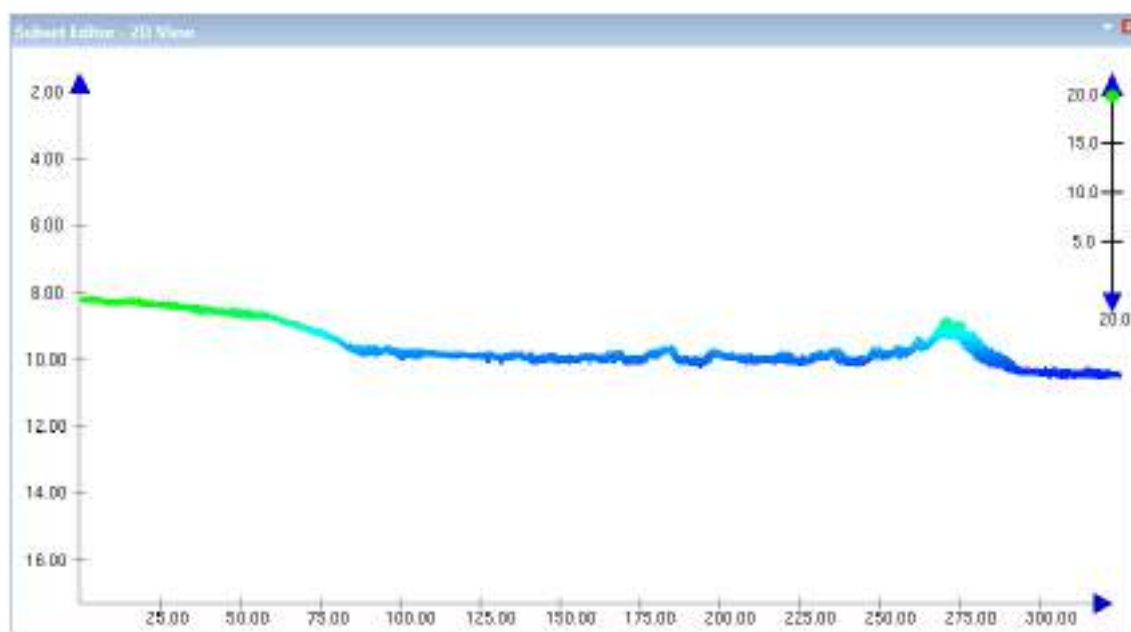


Figura 29 – Exemplo de dados processados no software Caris Hips And Sips 11.4

#### 1.1.5.1.4.2. Análise de Incerteza do Levantamento

Os valores Total de Incerteza Propagada (TPU) foram inseridos na embarcação no Caris, ou seja, a acurácia de cada sensor utilizado no levantamento foi informada para análise dos erros encontrados. Após a retirada dos dados espúrios foi analisado a confiabilidade do levantamento, conforme a incerteza vertical e horizontal utilizando a ferramenta **TPU Analysis**.

### 1.1.5.1.4.3. Incertezas Vertical e Horizontal

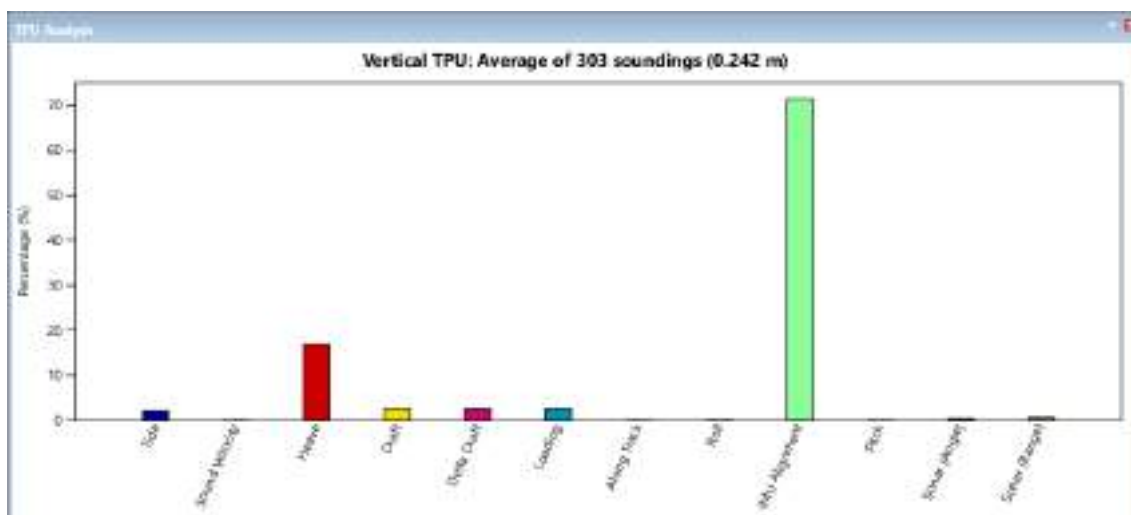
Para determinação das incertezas vertical e horizontal, todas as linhas do levantamento foram analisadas e o programa calculou o erro proporcional em várias fontes que compõem o TPU.

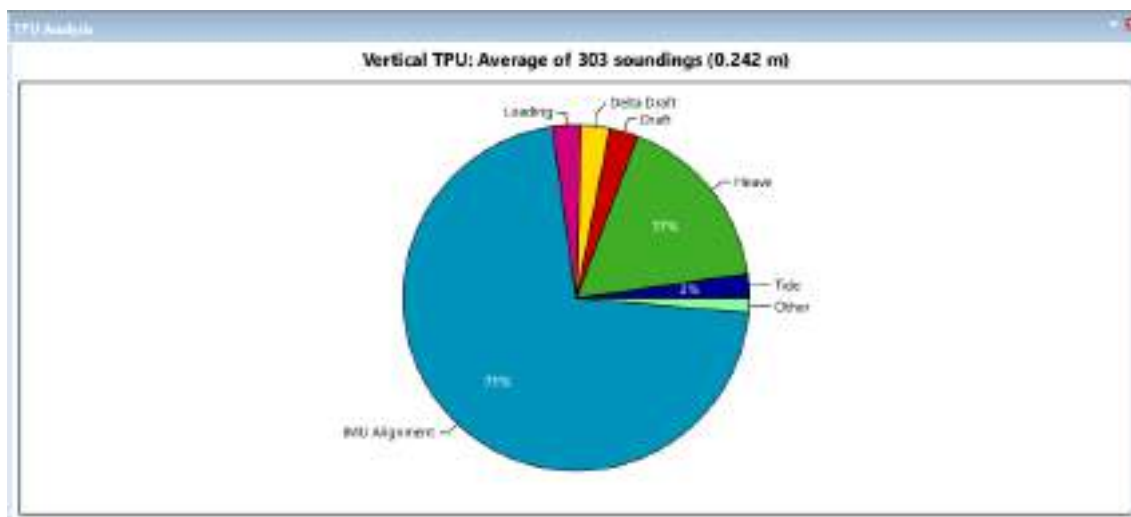
| Dp TPU (m) | Hz TPU (m) | IHO S-44      |
|------------|------------|---------------|
| 0.22       | 0.56       | Special Order |
| 0.22       | 0.56       | Special Order |
| 0.23       | 0.56       | Special Order |
| 0.23       | 0.56       | Special Order |
| 0.23       | 0.56       | Special Order |
| 0.23       | 0.56       | Special Order |
| 0.23       | 0.56       | Special Order |
| 0.23       | 0.56       | Special Order |
| 0.23       | 0.56       | Special Order |
| 0.23       | 0.56       | Special Order |
| 0.23       | 0.56       | Special Order |
| 0.23       | 0.56       | Special Order |
| 0.24       | 0.56       | Special Order |
| 0.24       | 0.56       | Special Order |
| 0.24       | 0.57       | Special Order |

#### 1.1.5.1.4.3.1. Incertezas Vertical

A incerteza vertical encontrada para esse levantamento foi em média 0,18m.

#### ➤ Gráficos de Incerteza Vertical

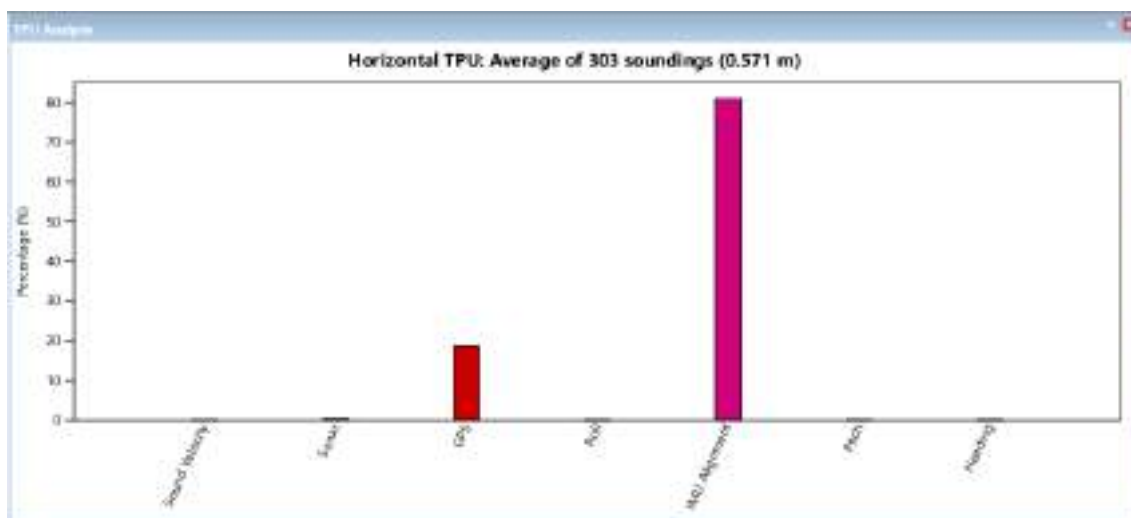


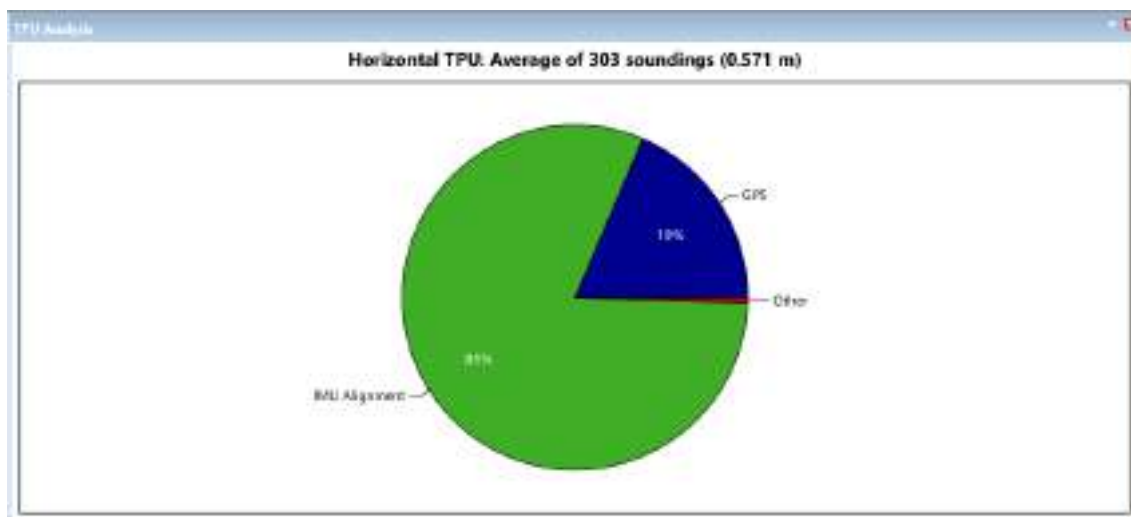


#### 1.1.5.1.4.3.2. Incertezas Horizontal

A incerteza horizontal encontrada para esse levantamento foi em média 0,50m.

➤ Gráficos de Incerteza Horizontal





#### 1.1.5.1.4.4. Ordem do Levantamento

Para determinação da ordem do levantamento utilizou-se da ferramenta **QC Reports**, para quantificar a qualidade da batimetria multifeixe, tendo como base a publicação **S-44 5ª edição da OHI**, conforme mostrado na tabela abaixo:

**Tabela - Requisitos Mínimos para Levantamentos Hidrográficos**

(para ser lida em conjunção com o texto integral da publicação S-44 5ª Edição 2008)

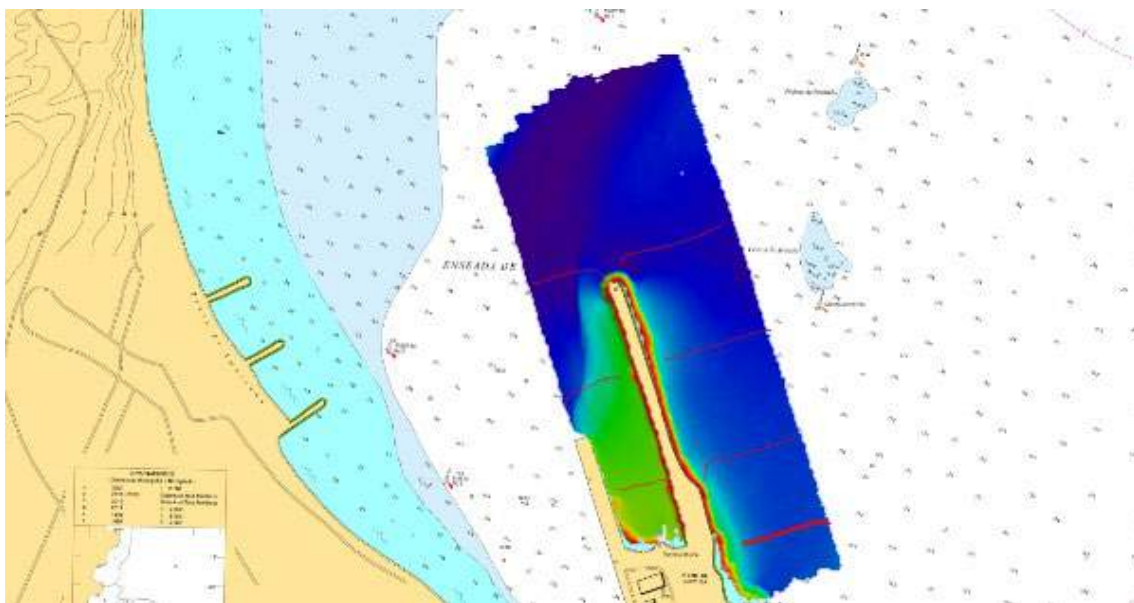
| Referência                                               | Ordem                                                                                               | Especial                                     | 1a                                                                                                                                                                                      | 1b                                                                                                                                                            | 2                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Capítulo 1                                               | Descrição de áreas                                                                                  | Áreas onde o resguardo ao fundo é crítico    | Áreas com profundidades inferiores a 100 metros onde o resguardo ao fundo é menos crítico, mas onde possam existir estruturas que constituam preocupação para a navegação de superfície | Áreas com profundidades inferiores a 100 metros onde o resguardo ao fundo não é considerado uma limitação para a navegação de superfície esperada para a área | Áreas com profundidades geralmente superiores a 100 metros onde o conhecimento geral do fundo é considerado adequado |
| Capítulo 2                                               | Mínima TPU admissível (95% de nível de confiança)                                                   | 2 metros                                     | 5 metros + 5% da profundidade                                                                                                                                                           | 5 metros + 5% da profundidade                                                                                                                                 | 20 metros + 10% da profundidade                                                                                      |
| Parágrafo 3.2 e nota 1                                   | Mínima TPU admissível (95% de nível de confiança)                                                   | a = 0.25 metros<br>b = 0.0075                | a = 0.5 metros<br>b = 0.025                                                                                                                                                             | a = 0.5 metros<br>b = 0.025                                                                                                                                   | a = 1.0 metros<br>b = 0.025                                                                                          |
| Glossário e nota 2                                       | Banco total do fundo                                                                                | Obrigatória                                  | Obrigatória                                                                                                                                                                             | Não obrigatória                                                                                                                                               | Não obrigatória                                                                                                      |
| Parágrafo 2.1<br>Parágrafo 3.4<br>Parágrafo 3.5 e nota 3 | Capacidade de detecção de estruturas                                                                | Estruturas cubicas > 1 metro                 | Estruturas cubicas > 2 metros, em profundidades até aos 40 metros ou 10% da profundidade para além dos 40 metros                                                                        | Não aplicável                                                                                                                                                 | Não aplicável                                                                                                        |
| Parágrafo 3.6 e nota 4                                   | Esparçamento mínimo recomendado entre linhas de sondagem                                            | Não aplicável. Resposta banco total do fundo | Não aplicável. Resposta banco total do fundo                                                                                                                                            | 3 x profundidade média ou 25 metros, o que for maior. Para LIDAR batimétrico um esparçamento local de 5 x 5 metros                                            | 4 x profundidade média                                                                                               |
| Capítulo 2 e nota 5                                      | Ajudas à navegação fixas e objetos conspicuos para a navegação (95% de nível de confiança)          | 2 metros                                     | 2 metros                                                                                                                                                                                | 2 metros                                                                                                                                                      | 5 metros                                                                                                             |
| Capítulo 2 e nota 5                                      | Linhas de costa e topografia de costa menos importante para a navegação (95% de nível de confiança) | 10 metros                                    | 20 metros                                                                                                                                                                               | 20 metros                                                                                                                                                     | 10 metros                                                                                                            |
| Capítulo 2 e nota 5                                      | Posição média das ajudas à navegação flutuantes (95% de nível de confiança)                         | 10 metros                                    | 10 metros                                                                                                                                                                               | 10 metros                                                                                                                                                     | 20 metros                                                                                                            |

Ver as notas na página seguinte. (Texto integral da S-44 5ª Edição disponível gratuitamente a partir de [www.who.org](http://www.who.org))

A metodologia utilizada através da ferramenta **QC Reports** qualificou o **levantamento batimétrico multifeixe no exterior do molhe do Porto de Imbituba** como **ORDEM ESPECIAL** dos requisitos mínimos para levantamentos hidrográficos.

Analizando também a superfície final com o auxílio de ferramentas do software HIPS And SIPS 11.4 foi possível visualizar que o levantamento se enquadrou na Ordem Especial conforme a imagem abaixo (Figuras 30 a 32).

IHO S-44 Special Order:  
Range: 0.000 to 100.000  
Number of nodes considered: 985724  
Number of nodes within: 964505 (97.85%)  
Residual mean: -0.174



**Figura 30 – Imagem das linhas de verificações, utilizadas na ferramenta QC Reports.**

| Beam Angle  | Count     | Max (+) | Min (-) | Mean  | Std Dev | Special Order (%) | Order 1a (%) | Order 1b (%) |
|-------------|-----------|---------|---------|-------|---------|-------------------|--------------|--------------|
| 0.0 - 2.0   | 433,066   | 6.307   | 5.127   | 0.006 | 0.205   | 95.777            | 97.421       | 97.421       |
| 2.0 - 4.0   | 438,778   | 4.845   | 5.080   | 0.007 | 0.201   | 95.846            | 97.508       | 97.508       |
| 4.0 - 6.0   | 447,071   | 4.673   | 4.155   | 0.007 | 0.196   | 95.894            | 97.541       | 97.541       |
| 6.0 - 8.0   | 455,413   | 4.474   | 4.625   | 0.006 | 0.200   | 95.960            | 97.530       | 97.530       |
| 8.0 - 10.0  | 466,141   | 3.942   | 5.144   | 0.005 | 0.196   | 96.083            | 97.579       | 97.579       |
| 10.0 - 12.0 | 477,981   | 4.451   | 5.186   | 0.005 | 0.196   | 96.080            | 97.581       | 97.581       |
| 12.0 - 14.0 | 490,958   | 4.207   | 5.212   | 0.006 | 0.196   | 95.999            | 97.599       | 97.599       |
| 14.0 - 16.0 | 506,107   | 4.387   | 5.254   | 0.006 | 0.199   | 95.914            | 97.553       | 97.553       |
| 16.0 - 18.0 | 522,793   | 4.404   | 4.264   | 0.006 | 0.203   | 95.853            | 97.453       | 97.453       |
| 18.0 - 20.0 | 541,926   | 4.208   | 4.127   | 0.004 | 0.201   | 95.843            | 97.435       | 97.435       |
| 20.0 - 22.0 | 563,289   | 5.240   | 4.209   | 0.003 | 0.206   | 95.863            | 97.326       | 97.326       |
| 22.0 - 24.0 | 587,910   | 4.537   | 4.264   | 0.004 | 0.208   | 95.815            | 97.352       | 97.352       |
| 24.0 - 26.0 | 615,262   | 4.595   | 5.299   | 0.004 | 0.216   | 95.816            | 97.312       | 97.312       |
| 26.0 - 28.0 | 646,660   | 4.503   | 5.877   | 0.004 | 0.217   | 95.816            | 97.349       | 97.349       |
| 28.0 - 30.0 | 681,191   | 6.118   | 5.858   | 0.005 | 0.216   | 95.881            | 97.465       | 97.465       |
| 30.0 - 32.0 | 712,766   | 5.979   | 5.364   | 0.006 | 0.218   | 95.852            | 97.457       | 97.457       |
| 32.0 - 34.0 | 751,748   | 5.457   | 5.599   | 0.008 | 0.223   | 95.922            | 97.404       | 97.404       |
| 34.0 - 36.0 | 802,699   | 5.356   | 5.654   | 0.010 | 0.228   | 95.863            | 97.402       | 97.402       |
| 36.0 - 38.0 | 864,042   | 7.166   | 4.001   | 0.012 | 0.233   | 95.772            | 97.311       | 97.311       |
| 38.0 - 40.0 | 935,588   | 5.730   | 4.311   | 0.012 | 0.236   | 95.644            | 97.200       | 97.200       |
| 40.0 - 42.0 | 1,017,883 | 5.589   | 4.601   | 0.009 | 0.228   | 95.638            | 97.259       | 97.259       |
| 42.0 - 44.0 | 1,113,758 | 5.346   | 4.715   | 0.006 | 0.221   | 95.708            | 97.340       | 97.340       |
| 44.0 - 46.0 | 1,226,763 | 6.003   | 4.731   | 0.005 | 0.217   | 95.850            | 97.532       | 97.532       |
| 46.0 - 48.0 | 1,357,706 | 5.063   | 4.023   | 0.004 | 0.211   | 96.099            | 97.705       | 97.705       |
| 48.0 - 50.0 | 1,495,956 | 5.461   | 4.249   | 0.003 | 0.200   | 96.585            | 98.012       | 98.012       |

Figura 31 – Imagem da tabela mostrando a ordem alcançada neste levantamento.



Figura 32 – Imagem do gráfico mostrando a ordem alcançada neste levantamento.

#### 1.1.5.1.4.5. Arquivo ASCII

Os dados do multifeixe foram coletados com objetivo de gerar os arquivos ASCII de XYZ e a imagem do *grid* batimétrico (Figura 33), apresentados como forma de planta batimétrica.

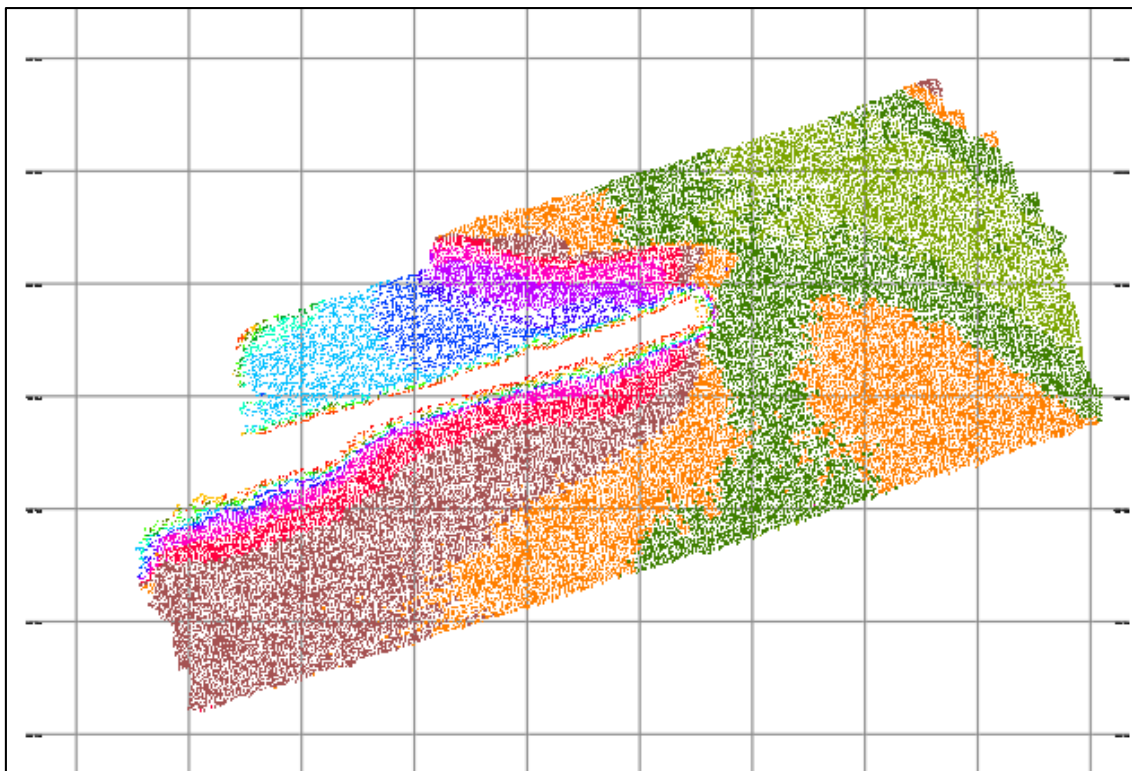


Figura 33 – Xyz gerado no programa AutoCAD.

#### 1.1.6. Amostragem de Fundo

A coleta de amostra geológica na área sondada, visa determinar a natureza do fundo, auxiliando no cuidado adequado na hora do processamento dos dados adquiridos. Foi coletada 1 amostra de sedimentos nas proximidades do molhe no Porto de Imbituba.

##### 1.1.6.1. Equipamento Utilizado

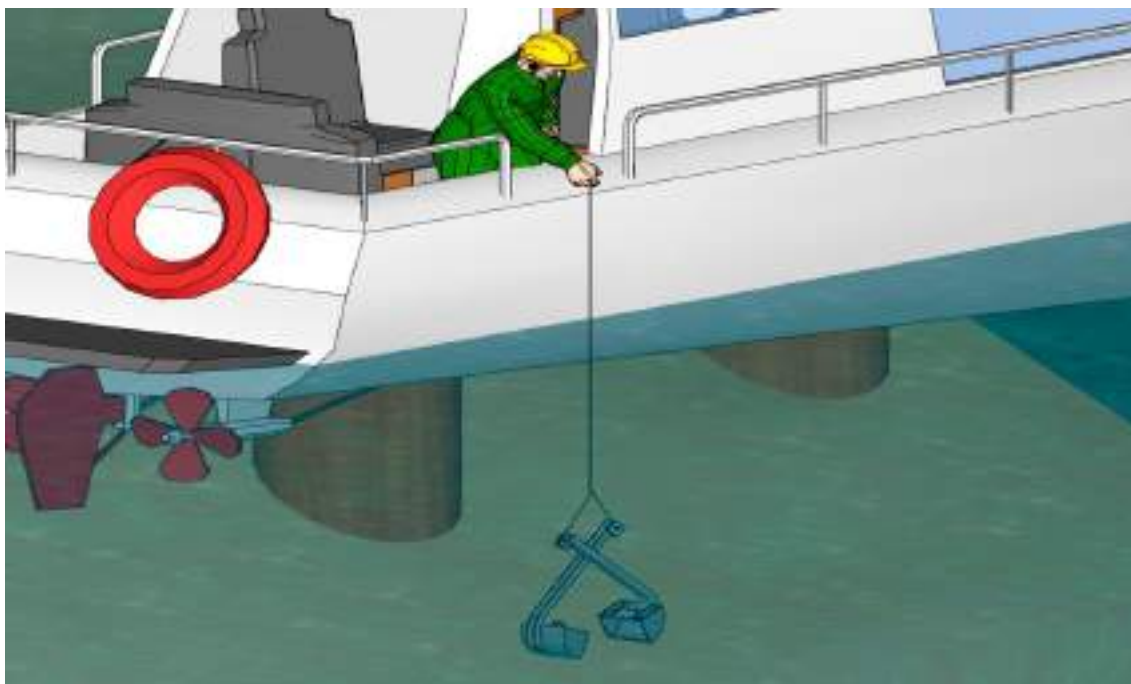
Para a coleta das amostras foi utilizado o amostrador tipo Van Veen (Figura 34).



**Figura 34 – Amostrador Van Veen.**

#### **1.1.6.2. Procedimentos**

A embarcação foi posicionada no ponto de coleta e o operador apoiado na borda do barco lança o equipamento Van Veen, que é constituído de duas conchas articuladas por uma dobradiça através de duas barras cruzadas presas ao cabo de aço. As conchas se mantêm abertas por um sistema de trava que é liberado assim que o equipamento toca o fundo. O recolhimento do cabo faz com que as conchas se fechem apanhando o sedimento, conforme demonstrado na Figura 35, abaixo:



**Figura 35 – Imagem ilustrativa da operação de coleta de sedimentos.**

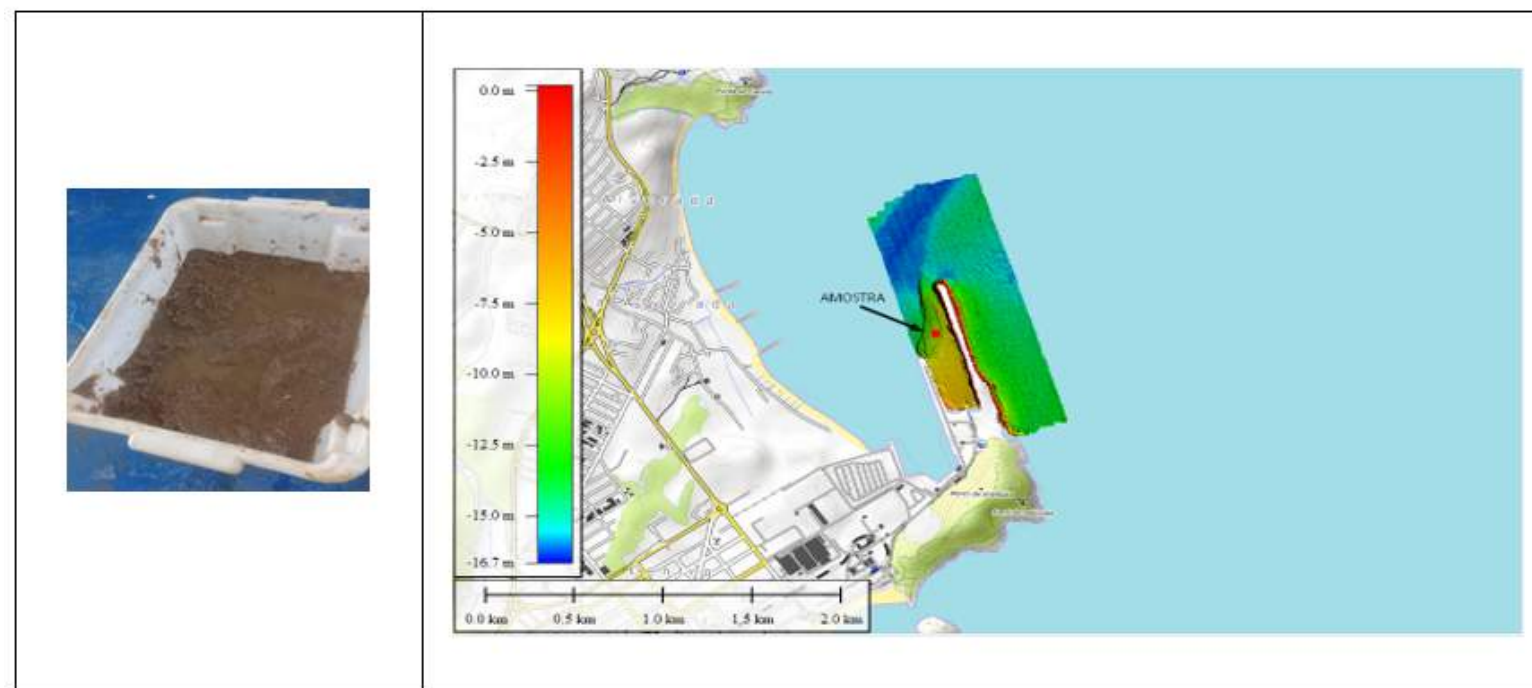
### 1.1.6.3. Análise das Amostras

A bordo da embarcação foi realizada a análise da amostragem geológica do fundo marinho pelo técnico da Hidrotopo, definindo os parâmetros do sedimento de fundo. A ficha de coleta de sedimentos abaixo apresenta a descrição e imagem do material coletado.

|                                                                                   |                                        |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|
|  | Ficha de Coleta de Sedimento           | Equipamentos Utilizados:  |
|                                                                                   | Projeto 1061/24                        | Amostrador Draga Van Veen |
|                                                                                   | HIDROTOPO CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. |                           |

|                                  |                          |                            |               |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------|
| Cliente: SCPAR PORTO DE IMBITUBA | Local: IMBITUBA - SC     | Data: 30/08/2024           | Datum: WGS-84 |
| Área: PORTO DE IMBITUBA          | Meridiano Central: 051°W | Embarcação: COMTE HUMBERTO | Página: 1/1   |

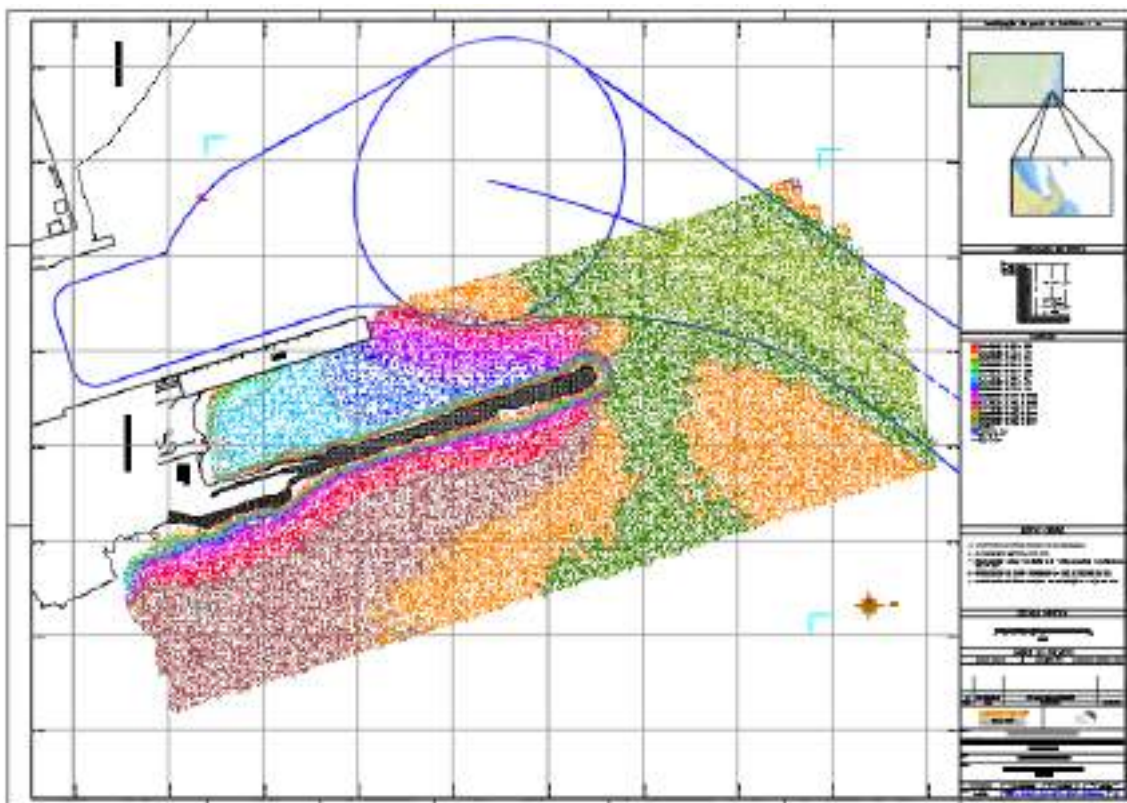
| Nº Amostra | Latitude         | Longitude        | Eixo X     | Eixo Y       | Prof. (m) | Descrição       |
|------------|------------------|------------------|------------|--------------|-----------|-----------------|
| 01         | 28° 13' 25.52" S | 48° 39' 07.29" W | 730.416.81 | 6.875.777.60 | 10.20     | Argila e Areia. |



### 1.1.7. Documentos Cartográficos Produzidos

Após o processamento dos dados, foi confeccionado uma planta batimétrica no formato A0 da ABNT, na projeção UTM do sistema de GAUSS, sendo:

- HDT-1061-24-001-BAT, na escala de 1:2000.



Nessa planta estão representadas as profundidades, em metros e decímetros e as coordenadas em UTM além de três cruzeiros de acerto.

### 1.1.8. Imagens 3D

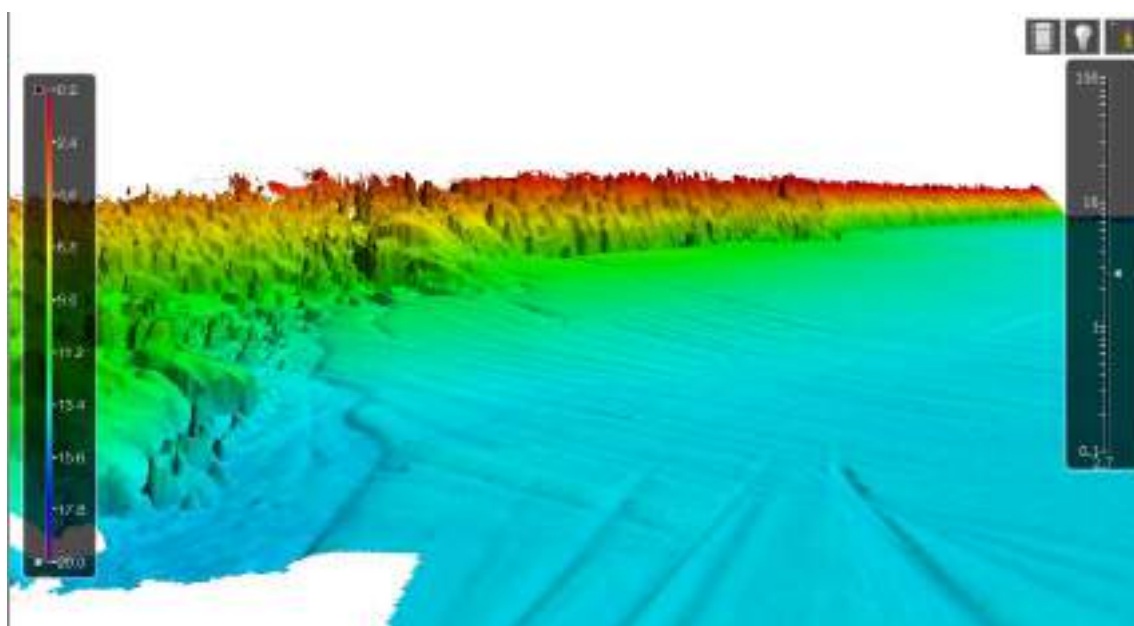


Figura 36 – Imagem 3D da área de levantamento.

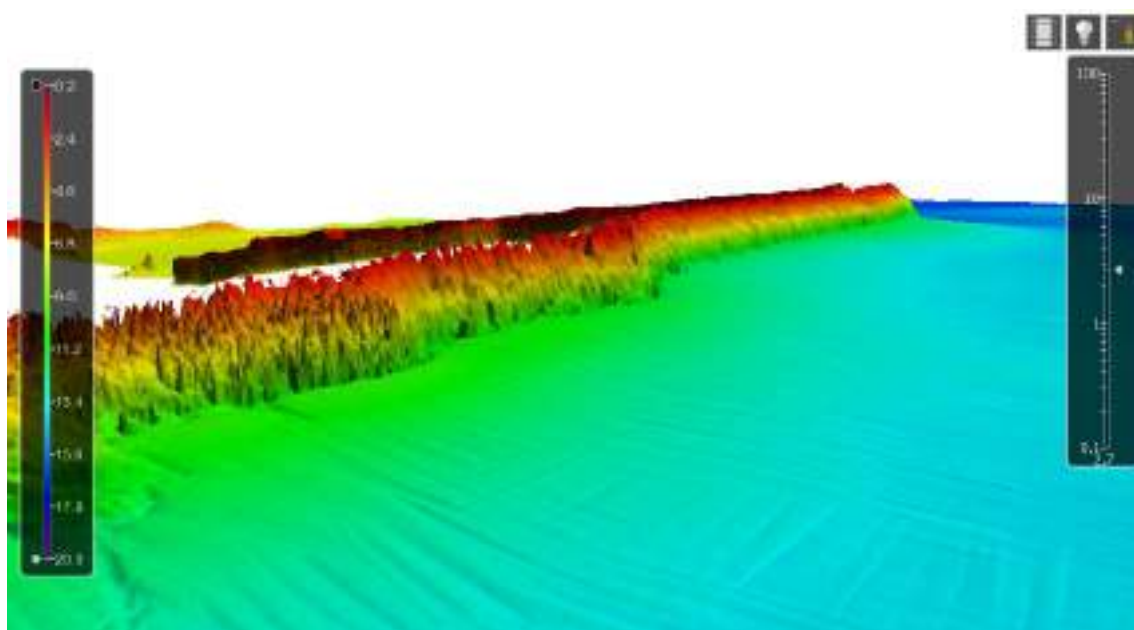


Figura 37 – Imagem 3D da área de levantamento.

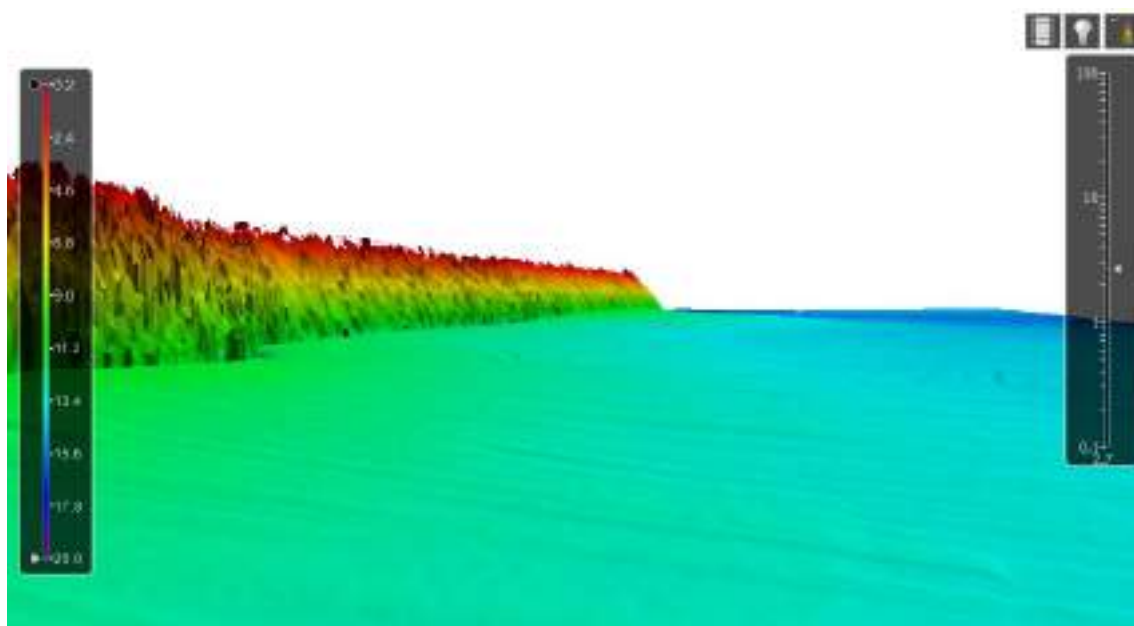


Figura 38 – Imagem 3D da área de levantamento.

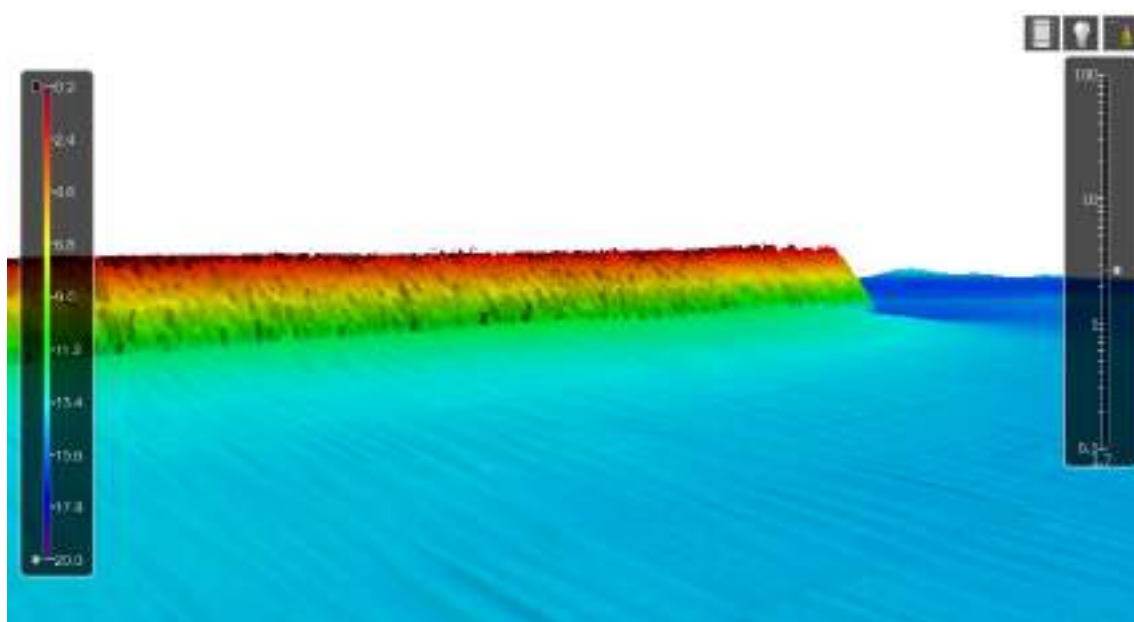


Figura 39 – Imagem 3D da área de levantamento.

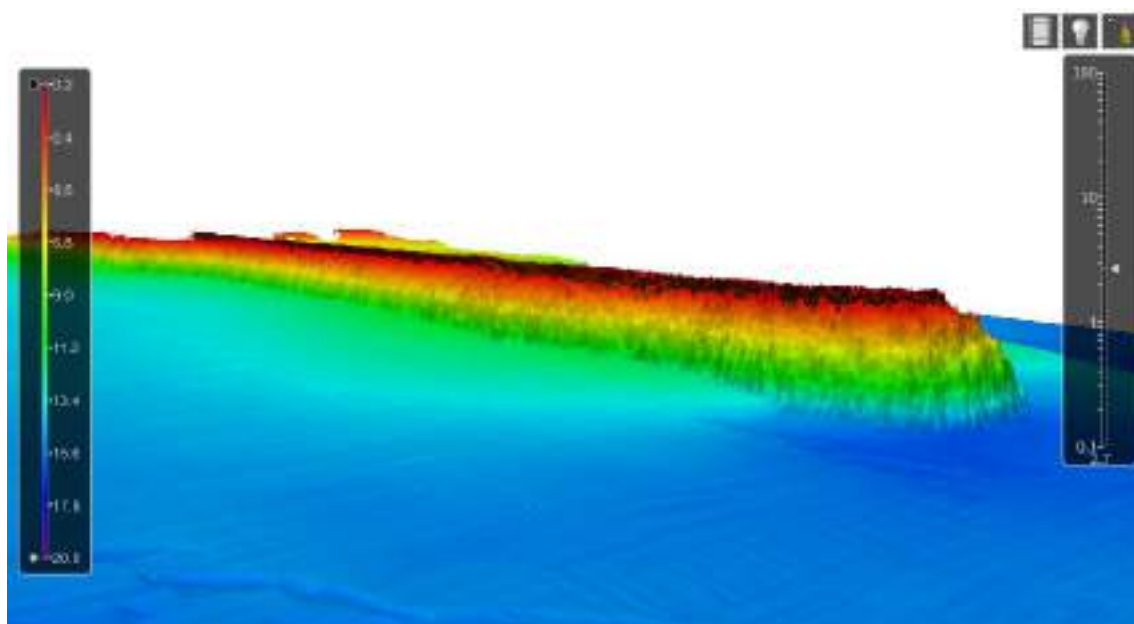


Figura 40 – Imagem 3D da área de levantamento.

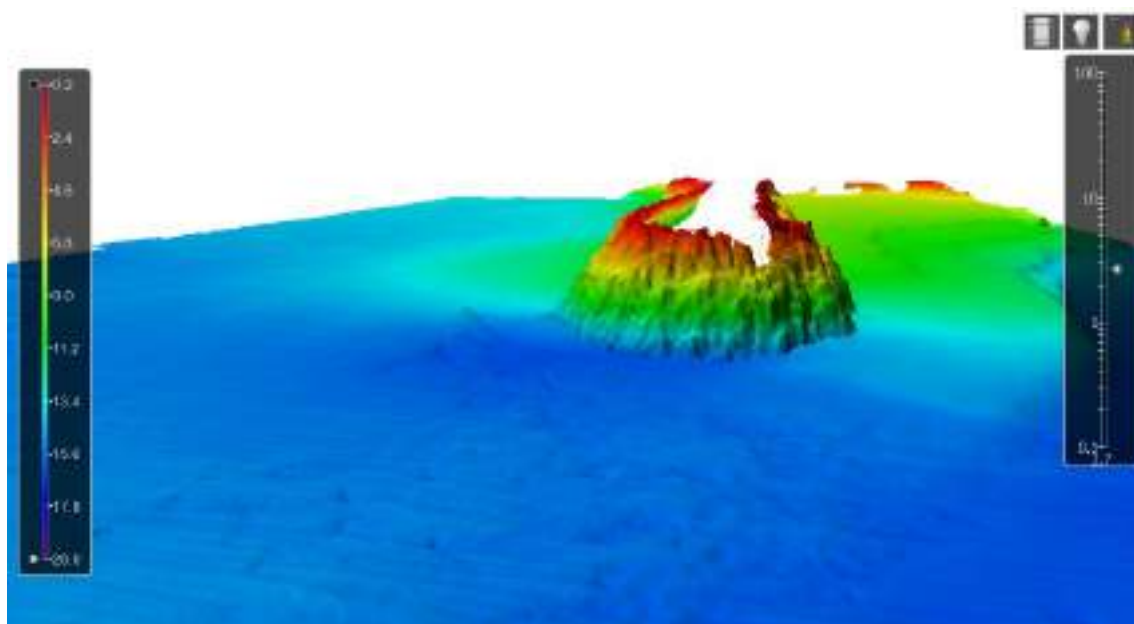


Figura 41 – Imagem 3D da área de levantamento.

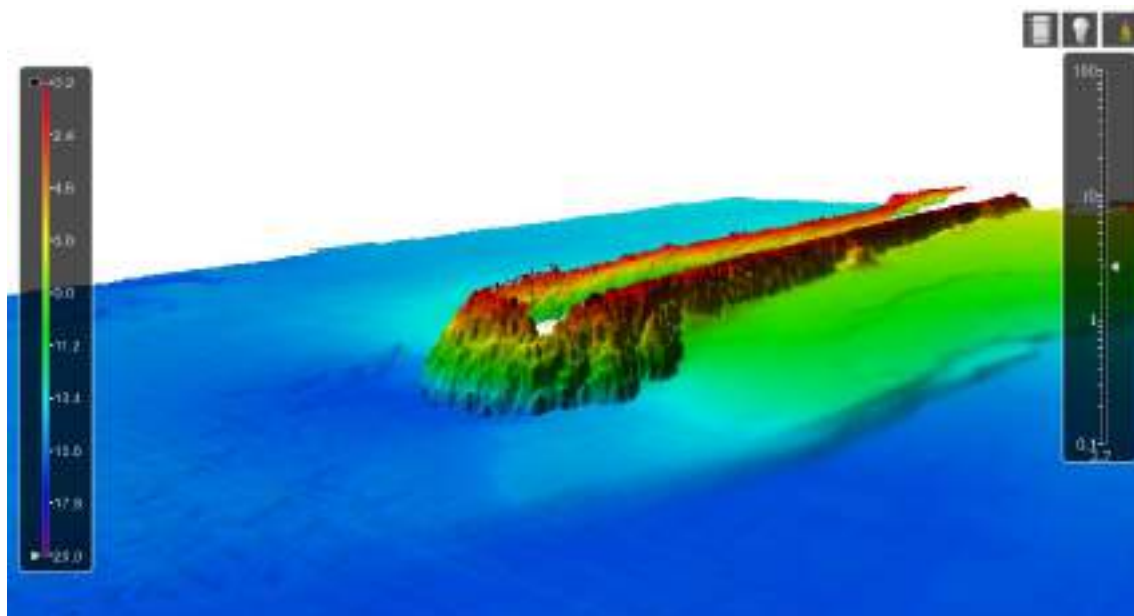


Figura 42 – Imagem 3D da área de levantamento.

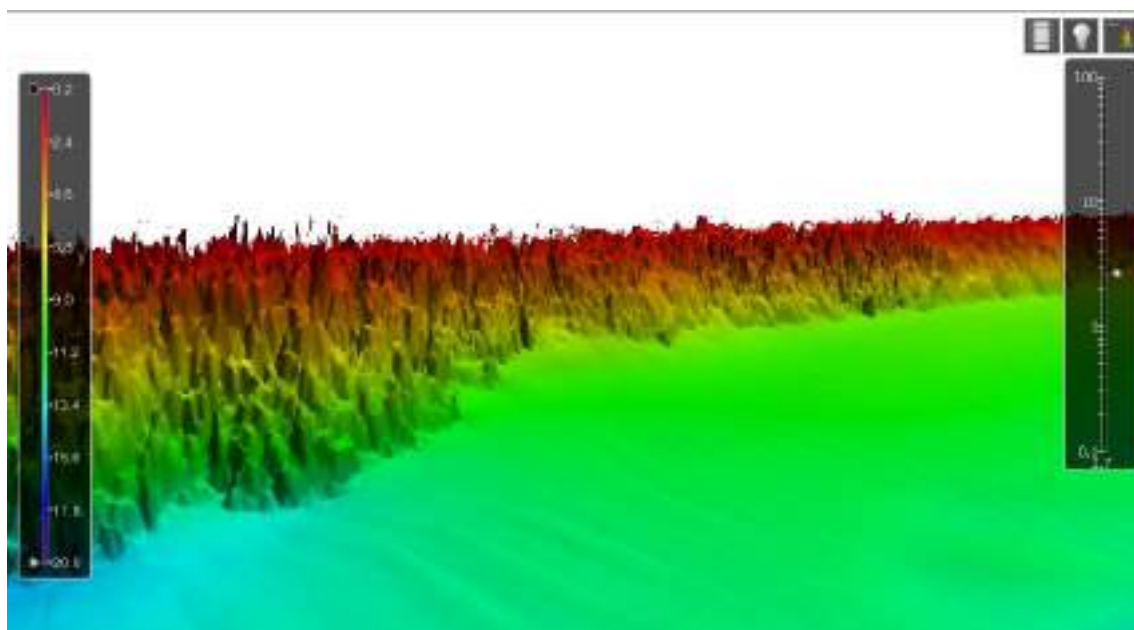


Figura 43 – Imagem 3D da área de levantamento.

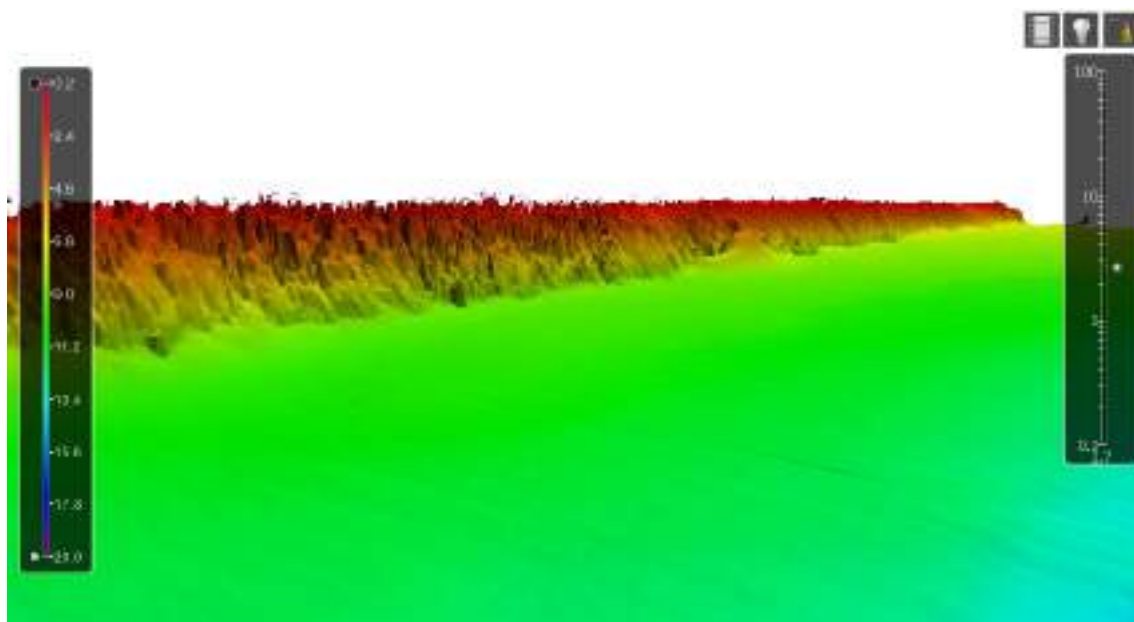


Figura 44 – Imagem 3D da área de levantamento.

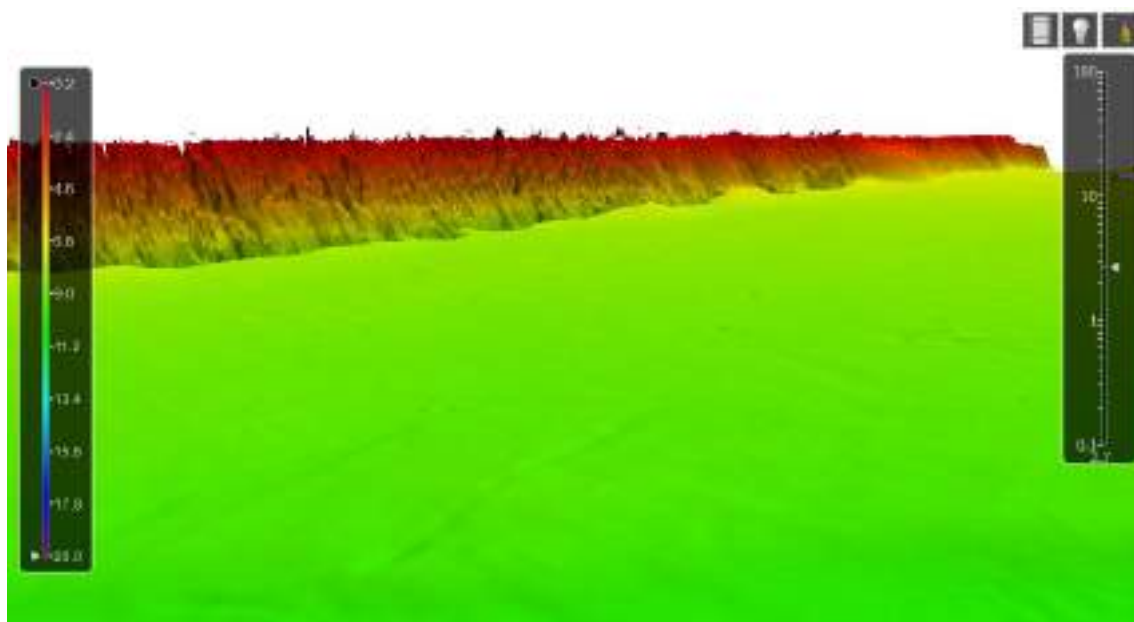


Figura 45 – Imagem 3D da área de levantamento.

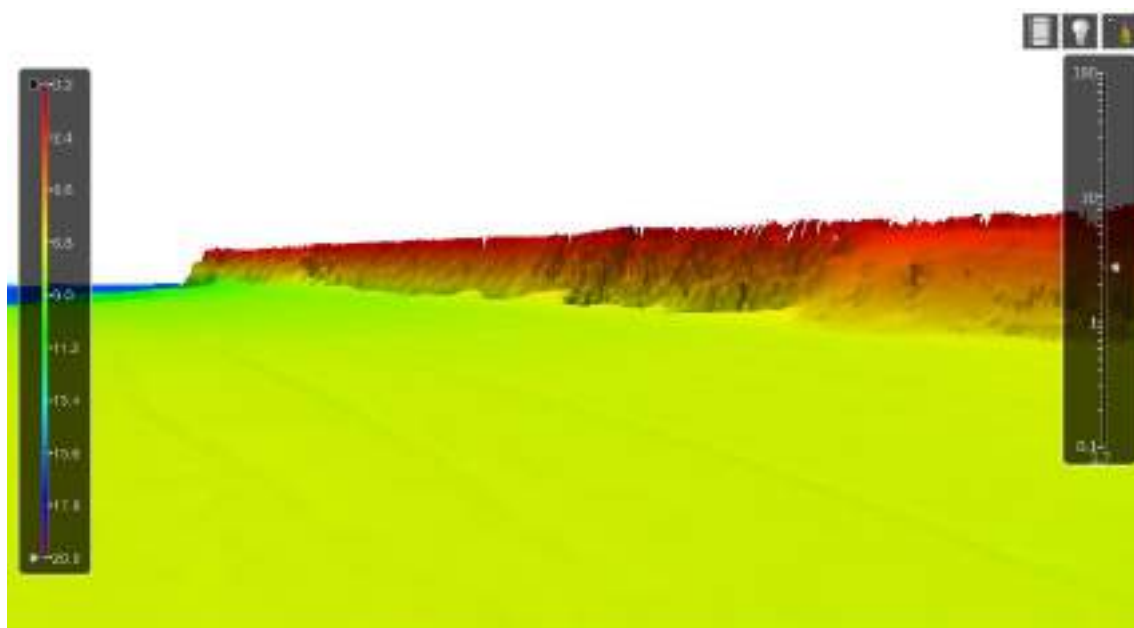


Figura 46 – Imagem 3D da área de levantamento.

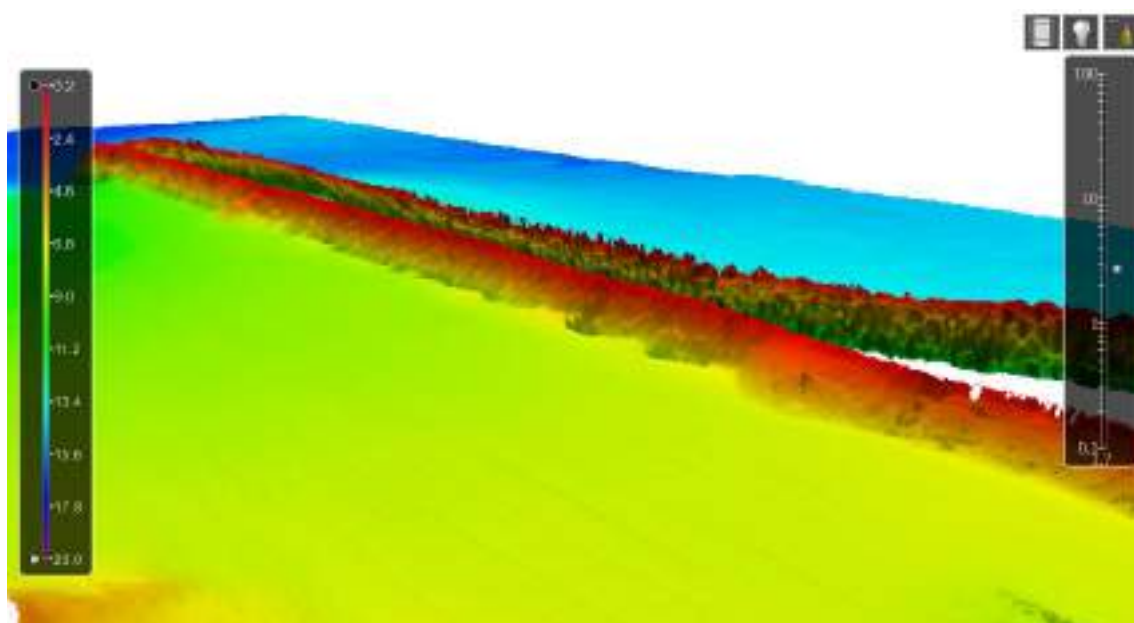


Figura 47 – Imagem 3D da área de levantamento.

### 1.1.9. Relatório Fotográfico Batimetria Multifeixe



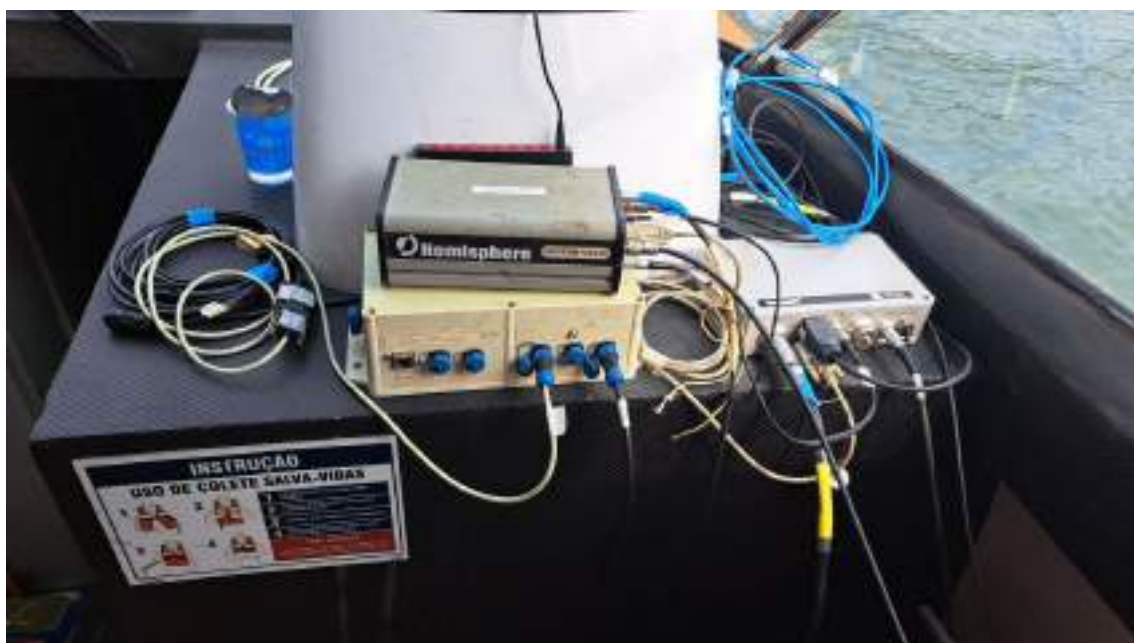
**Figura 48 – Embarcação utilizada no levantamento.**



**Figura 49 – Antenas DGPS/GIROS montados na embarcação.**



**Figura 50 – Estrutura de aço inox fixado na borda da embarcação.**



**Figura 51 – Console do multibeam NORBIT iWBMS e SBG Ekinox2**



**Figura 52 – Operador da Hidrotopo no momento do levantamento.**



**Figura 53 – Momento do levantamento batimétrico multifeixe.**

## 1.2. LEVANTAMENTO COM SONAR DE VARREDURA LATERAL

O levantamento Side Scan foi realizado com a utilização de equipamento C-MAX CM2 no dia 03/09/2024, no exterior do molhe do Porto de Imbituba - SC, objetivando mapear objetos embaixo d'água.

O serviço foi realizado conforme a autorização nº 511/24 – Categoria “B”, datada de 23 de agosto de 2024, para o período de 26/08/24 a 25/11/24, emitida pelo Centro de Hidrografia da Marinha – CHM.

### 1.2.1. Trabalhos Executados

#### 1.2.1.1. Sidescan

O levantamento com o sonar de varredura lateral teve como objetivo identificar e fornecer uma imagem atualizada da situação geológica e morfológica geral do fundo marinho na área, visando a identificação do molhe.

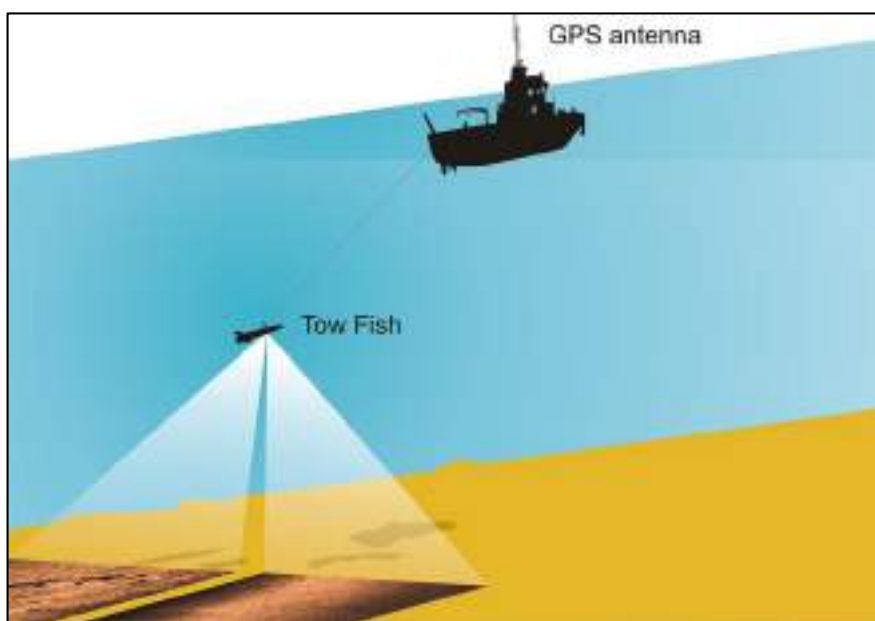


Figura 54 – Imagem Ilustrativa do sistema Side Scan

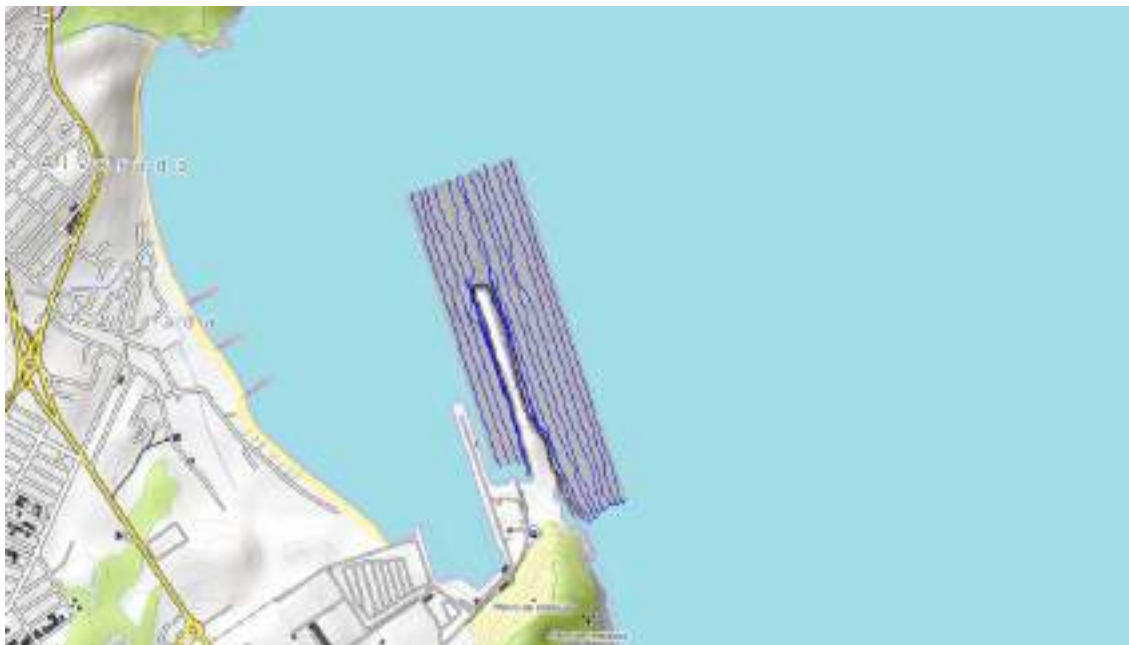
Durante o levantamento foi utilizado o Sonar de Varredura Lateral da C-Max, modelo CM2 (Figura 56). O software utilizado na aquisição dos dados digitais foi o C-Max MaxView. Os dados obtidos foram gravados no formato .cm2 sendo transformados para o formato .xtf (Extended Triton Format) no próprio software. O sensor (towfish) do Sonar de Varredura Lateral foi posicionado sob a antena DGPS

GTR G2, dispensando desta maneira a utilização do sistema de posicionamento acústico USBL (Ultra Short Base Line) em função do pequeno offset utilizado, assim como os ruídos presentes em lâminas d'água menores do que 20m, predominantes nas áreas levantadas, que não contribuíram para a melhor performance de tal sistema. Os equipamentos utilizados para esse levantamento foram os seguintes:

- C-MAX CM2
- DGPS GTR G2
- Perfilador de velocidade do som AML-3 LGR

#### 1.2.1.2. Projeto de Linhas

As linhas do levantamento foram definidas por um projeto desenvolvido pela Hidrotopo no software HYPACK, apoiado nas especificações técnicas encaminhadas, permitindo que a embarcação navegasse em seções previamente estabelecidas visando o recobrimento total da área de interesse. As linhas estavam espaçadas de 25 em 25 metros junto ao molhe e 40 em 40 metros no restante da área. (Figura 55).



**Figura 55 – Linhas de Sondagem**

### 1.2.1.3. Equipamentos utilizados

#### ▪ SIDE SCAN C-MAX CM2

O Side Scan C-MAX CM2 tem como objetivo mapear e identificar objetos embaixo d'água, realizando uma varredura lateral.

A geração de imagens através da varredura lateral é um método onde se utiliza-se feixes estreitos da energia acústica (som) transmitidos pelo towfish ao o fundo do mar ou lago.

A recepção deste pulso chega até o Side Scan com um dado, onde cálculos matemáticos são realizados por um computador, gerando logo após, as imagens do fundo marinho.



**Figura 56 – Sonar de Varredura Lateral C-Max Modelo CM2.**

As principais características do sonar são mostradas na Tabela 13.

**Tabela 13 - Características do Sonar C-Max CM2**

| CARACTERÍSTICA   | VALORES          |
|------------------|------------------|
| Frequência       | 100kHz - 325 kHz |
| Alcance (100kHz) | 100m a 500m      |
| Alcance (325kHz) | 25m a 150m       |

▪ **ANTENA DGPS GTR G2**

O DGPS TechGeo modelo GTR-G2 (Figura 57) fornece, em tempo real, o serviço GNSS de alta precisão do Marinestar, ao qual garante, precisões menores que 10 cm, em frequências de atualização da posição de até cinco vezes por segundo, dispensando o guarnecimento da estação-base e, conseqüentemente, de qualquer apoio topográfico.



**Figura 57 – Processador e antena GTR-G2™**

As principais características do GTR-G2™ são mostradas na tabela abaixo:

| Características do DGPS GTR-G2™      |                   |              |           |
|--------------------------------------|-------------------|--------------|-----------|
| CARACTERÍSTICA                       |                   | VALORES      |           |
| Posição                              | Fugros Marinestar | Horizontal:  | 10 cm 95% |
|                                      |                   | Vertical:    | 15 cm 95% |
| Taxa de dados                        |                   | 5/20/50 Hz   |           |
| Voltagem de entrada                  |                   | +9 a +28 VDC |           |
| nº mínimo de satélites               |                   | 4 sats       |           |
| Tempo para Primeira Fixação (frio)   |                   | 60s          |           |
| Tempo para Primeira Fixação (quente) |                   | 35s          |           |

As linhas do levantamento foram definidas por um projeto desenvolvido pela Hidrotopo, apoiado nas especificações técnicas encaminhadas, possibilitando que a embarcação navegasse em seções previamente estabelecidas, permitindo o recobrimento total da área de interesse.

As coordenadas geográficas adquiridas foram referenciadas ao Datum WGS-84 e convertidas para projeção UTM (Zona 22S), meridiano central de 51° W.

### ▪ PERFILADOR DE VELOCIDADE DO SOM DA COLUNA D'ÁGUA AML-3 LGR

A onda acústica ao se propagar na coluna d'água sofre uma refração devido às mudanças de temperatura e salinidade. A velocidade da onda pode variar de acordo com o tempo e a profundidade. Para corrigir os possíveis erros no cálculo da profundidade devido às variações acima citadas foi utilizado um perfilador de velocidade do som AML-3 LGR (Figura 58). Perfis de velocidade foram adquiridos durante o levantamento toda vez que era observada a perda na qualidade dos dados.



**Figura 58 – AML-3 LGR**

As principais características do sensor AML-3 LGR, são mostradas na tabela abaixo:

| <b>Características do Sensor de Velocidade do Som AML-3 LGR</b> |                |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| CARACTERÍSTICA                                                  | VALORES        |
| Faixa de Velocidade do Som                                      | 1375 a 1625m/s |
| Faixa de Temperatura                                            | -20°C a 45°C   |
| Resolução do sensor                                             | +/- 0.006 m/s  |
| Acurácia do Sensor                                              | +/- 0.025 m/s  |

### ▪ COMPUTADORES

Para a aquisição de dados foi necessário à utilização de dois computadores, sendo um conectado ao software de C-Max MaxView para aquisição de dados e outro computador com software HYPACK para utilização do sistema de posicionamento (Figura 59).



Figura 59 – Notebooks utilizados no levantamento (aquisição e posicionamento).

### 1.2.2. Procedimentos

#### 1.2.2.1. Montagem da Embarcação

A embarcação utilizada nesses levantamentos foi o barco Comte Humberto, autorizada para o tipo de operação que foi realizada, conforme as condições de segurança exigidas nesse serviço (Figura 60).

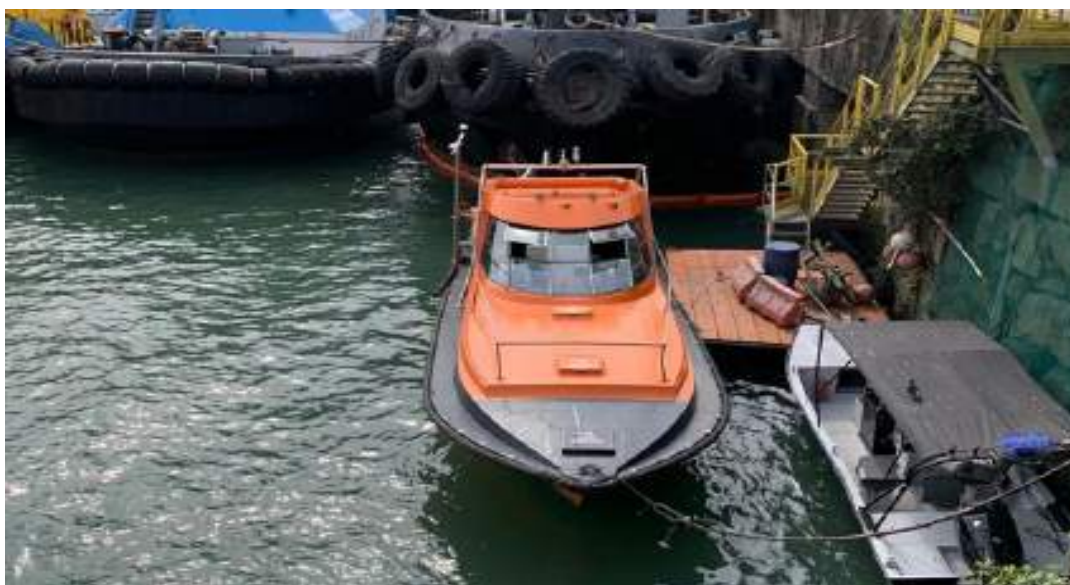
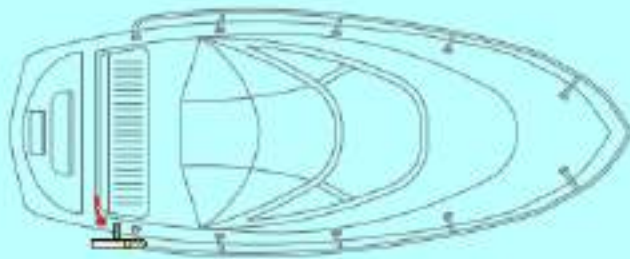
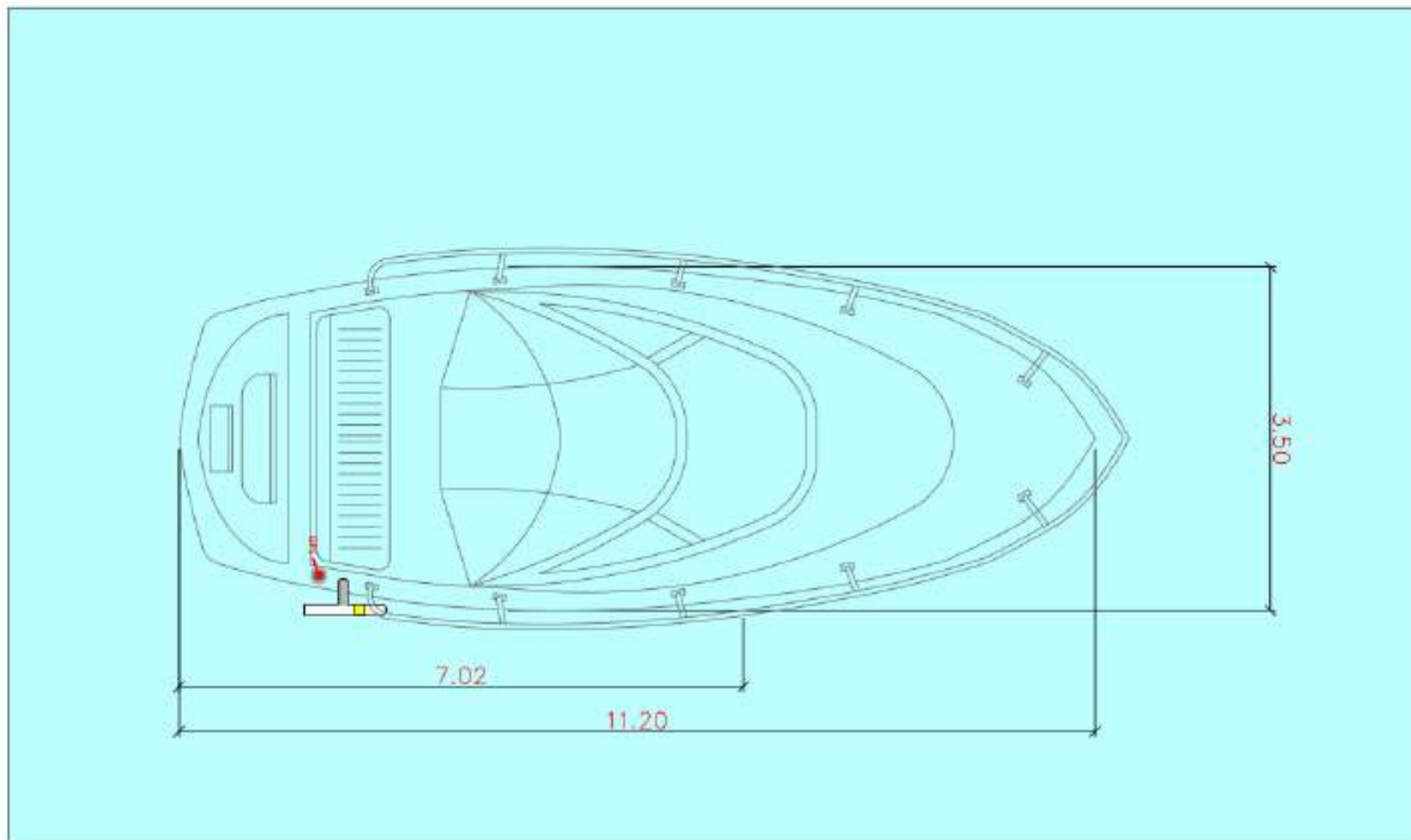


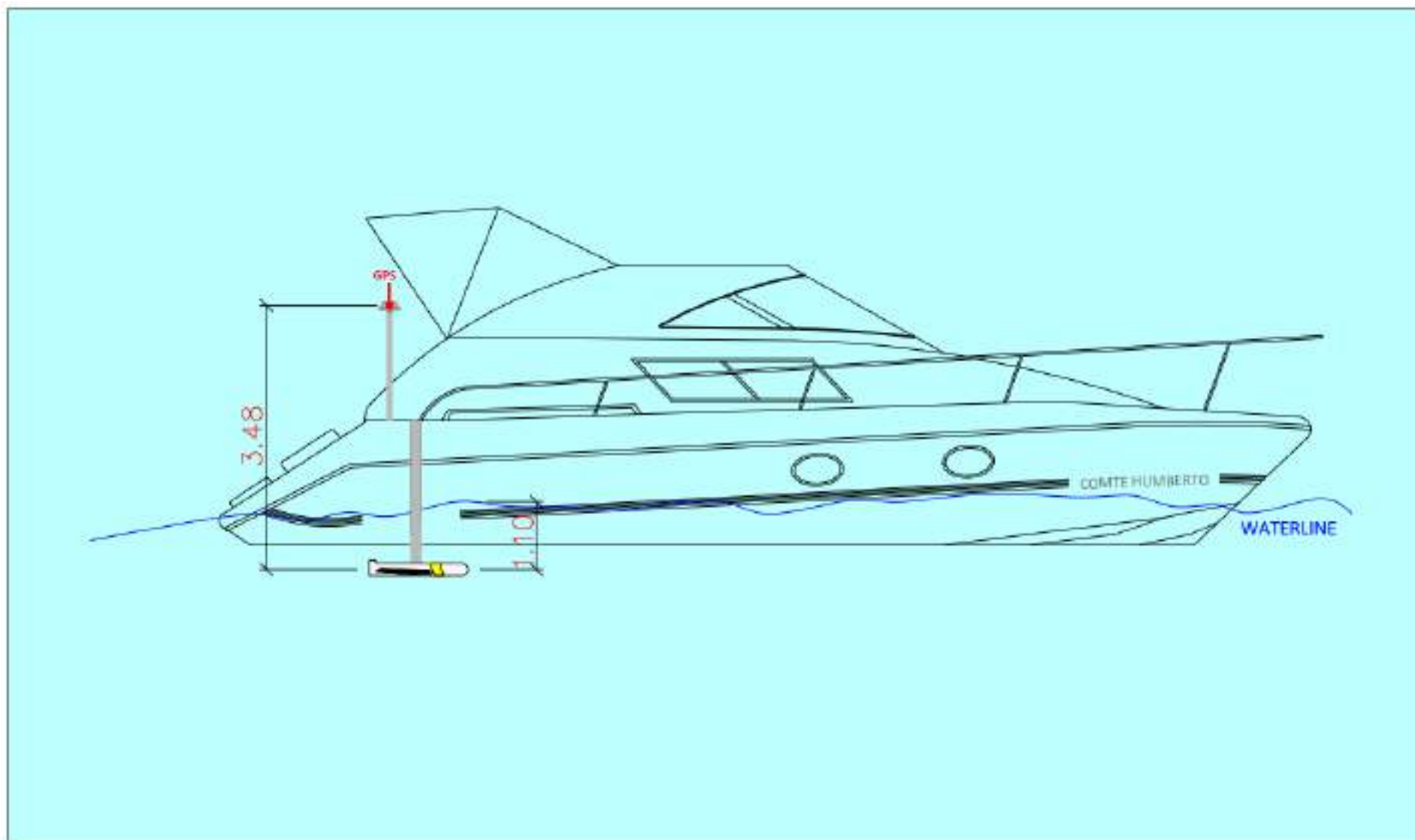
Figura 60 – Barco utilizado no levantamento.

#### **1.2.2.2. Offsets dos Equipamentos na Embarcação**

No dia 03/09/2024 foram medidas as distâncias (offsets) entre os equipamentos, estabelecendo um ponto de referência, de forma precisa a fim de minimizar possíveis erros no levantamento de Side Scan.

| Cliente: SCAPAR PORTO DE IMBITUBA                                                  |               | Localização: IMBITUBA/ SC |                                                                                      | Projeto: 1061-24 | Data: 03/09/2024 | Embarcação: COMTE HUMBERTO |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| OFFSETS DOS EQUIPAMENTOS                                                           |               |                           |                                                                                      |                  |                  |                            |
| IDENTIFICAÇÃO                                                                      | DESCRIÇÃO     | X                         | Y                                                                                    | Z                |                  |                            |
| 1                                                                                  | PR(C-MAX CM2) | 0.000                     | 0.000                                                                                | 0.000            |                  |                            |
| 2                                                                                  | GPS           | 0.000                     | 0.230                                                                                | -3.480           |                  |                            |
|                                                                                    |               |                           |                                                                                      |                  |                  |                            |
|                                                                                    |               |                           |                                                                                      |                  |                  |                            |
|                                                                                    |               |                           |                                                                                      |                  |                  |                            |
|                                                                                    |               |                           |                                                                                      |                  |                  |                            |
|                                                                                    |               |                           |                                                                                      |                  |                  |                            |
| CROQUI DA EMBARCAÇÃO                                                               |               |                           |                                                                                      |                  |                  |                            |
|  |               |                           |  |                  |                  |                            |

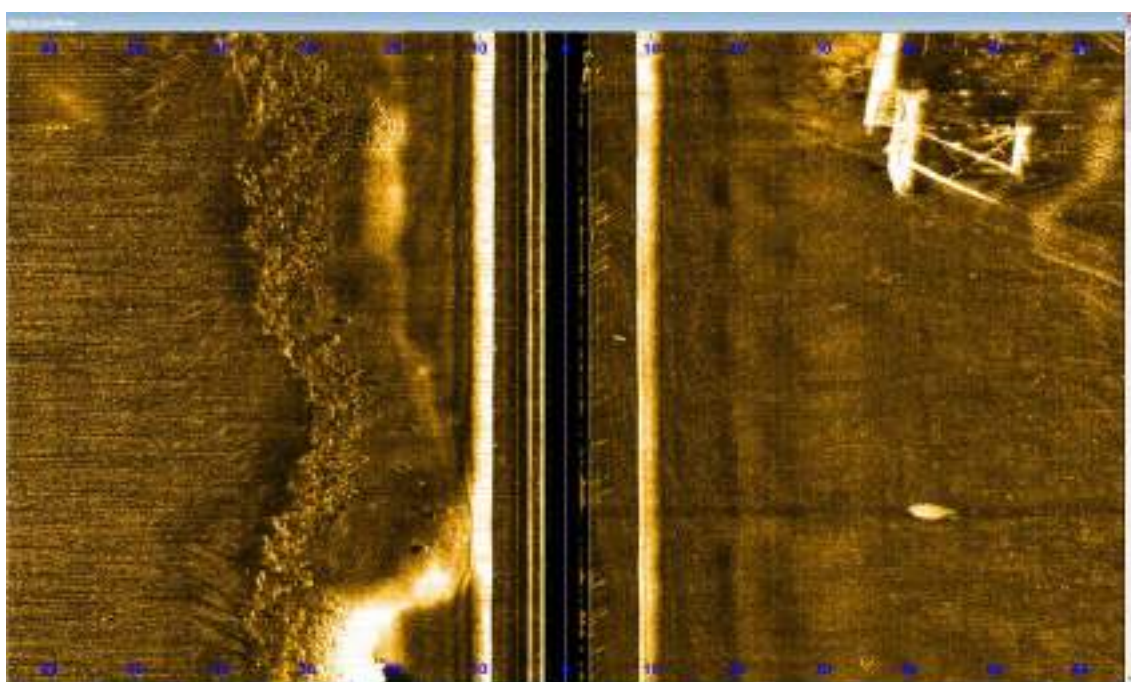




94

### 1.2.2.3. Documentos Produzidos

As imagens sonográficas (em anexo) foram obtidas através das linhas primárias, programadas e navegadas em conformidade com as direções das várias áreas de levantamento. A largura da varredura variou de acordo com as profundidades da área e as imagens foram adquiridas com a sobreposição necessária para alcançar 200% de cobertura. O alcance lateral utilizado para a varredura variou entre 25 m e 50 m. As imagens permitiram o detalhamento do molhe alvo do estudo. (Figura 61 a 71).



**Figura 61 – Imagem Side Scan do molhe.**

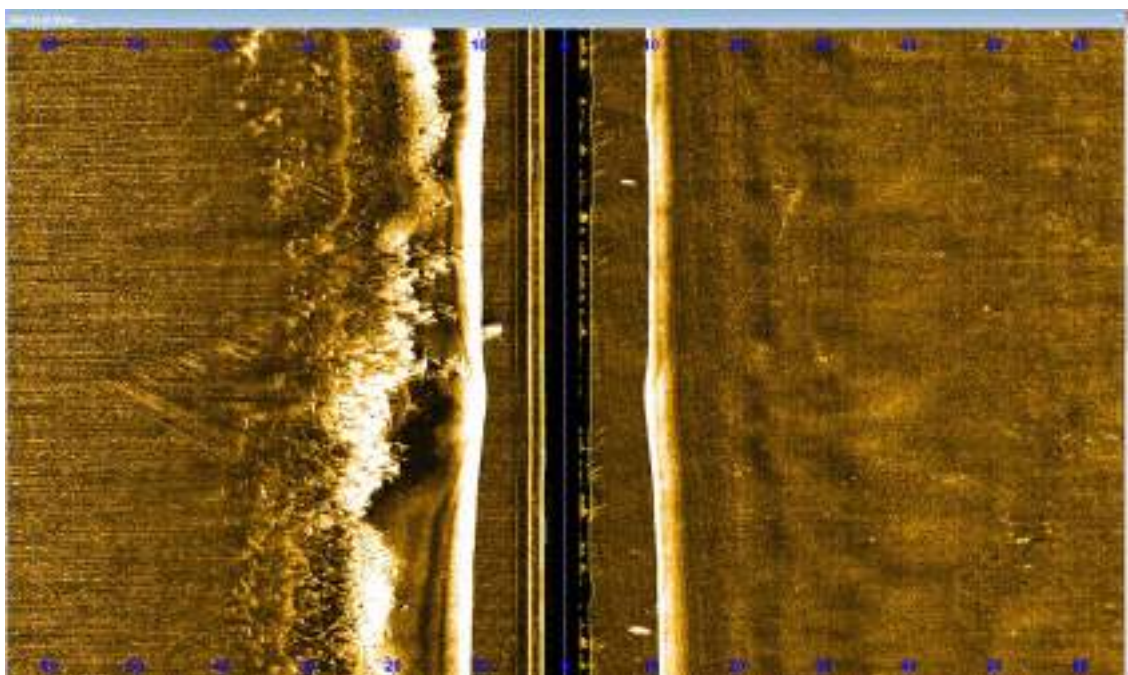


Figura 62 – Imagem Side Scan do molhe.

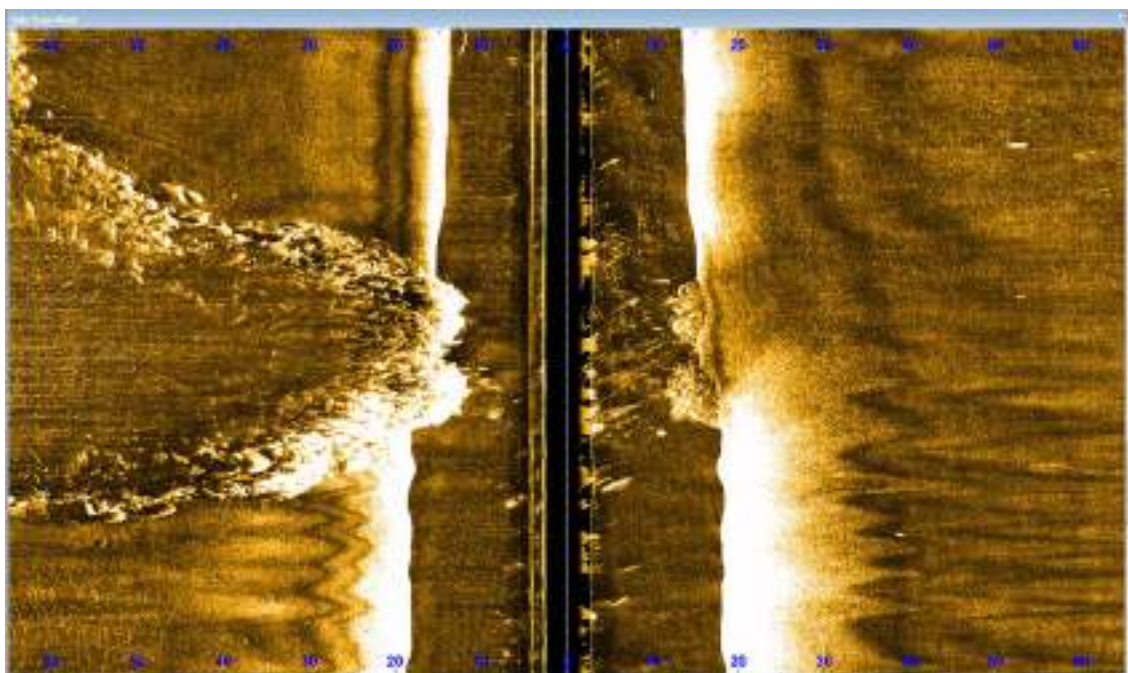
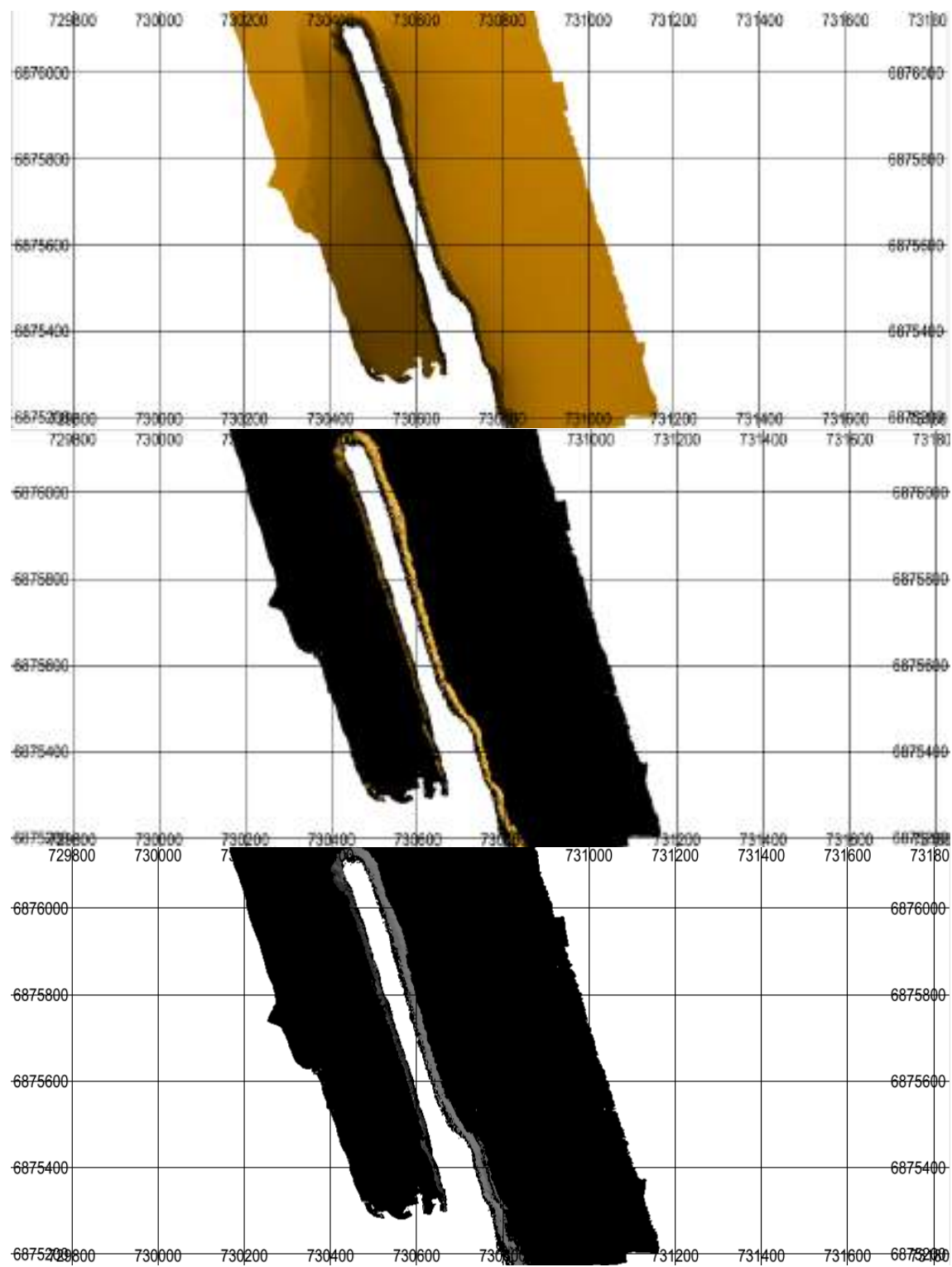
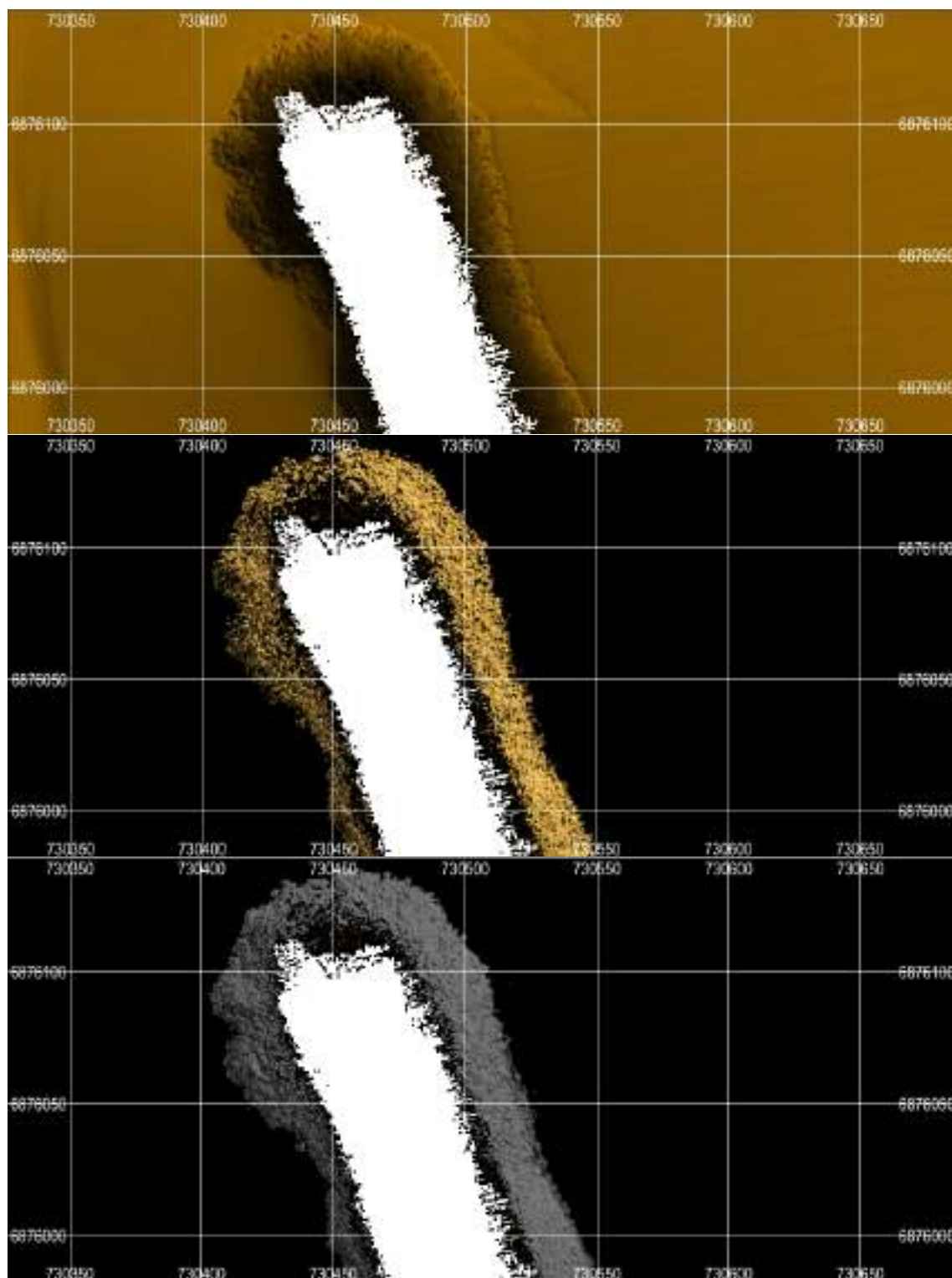


Figura 63 – Imagem Side Scan do molhe.



**Figura 64 – Mosaico da imagem Side Scan do molhe.**



**Figura 65 – Imagem do detalhamento 1 do molhe.**

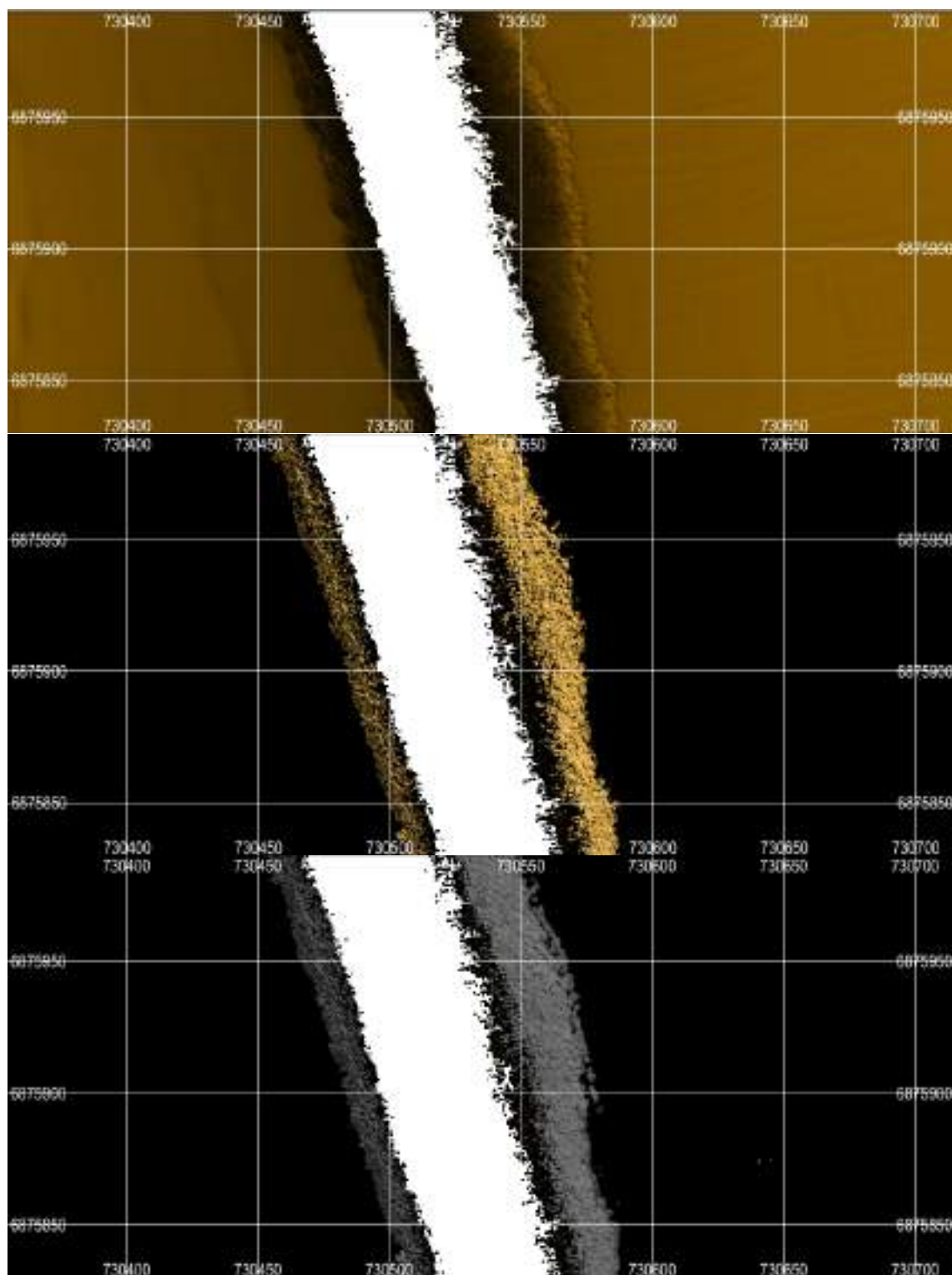
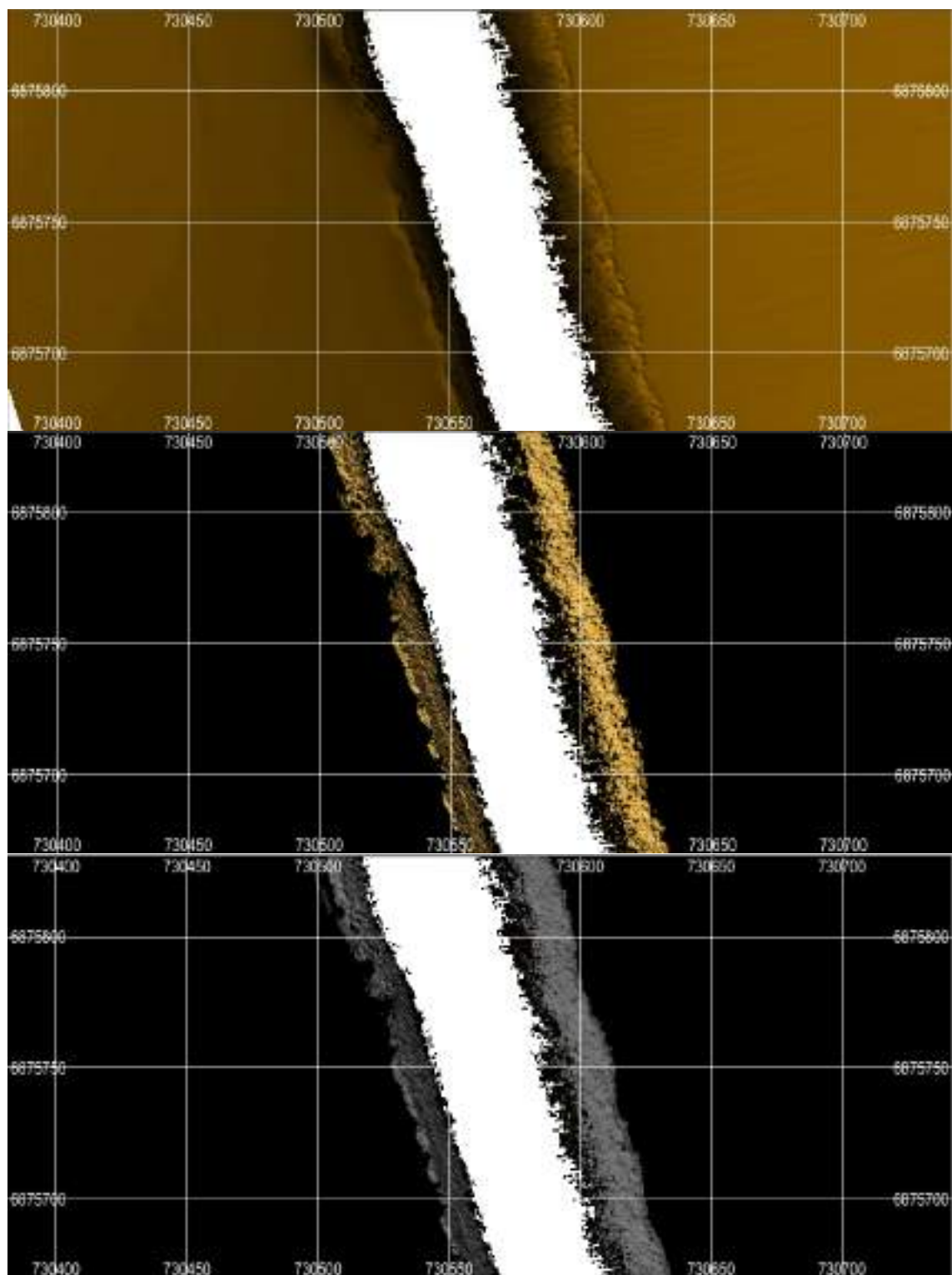


Figura 66 – Imagem do detalhamento 2 do molhe.



**Figura 67 – Imagem do detalhamento 3 do molhe.**

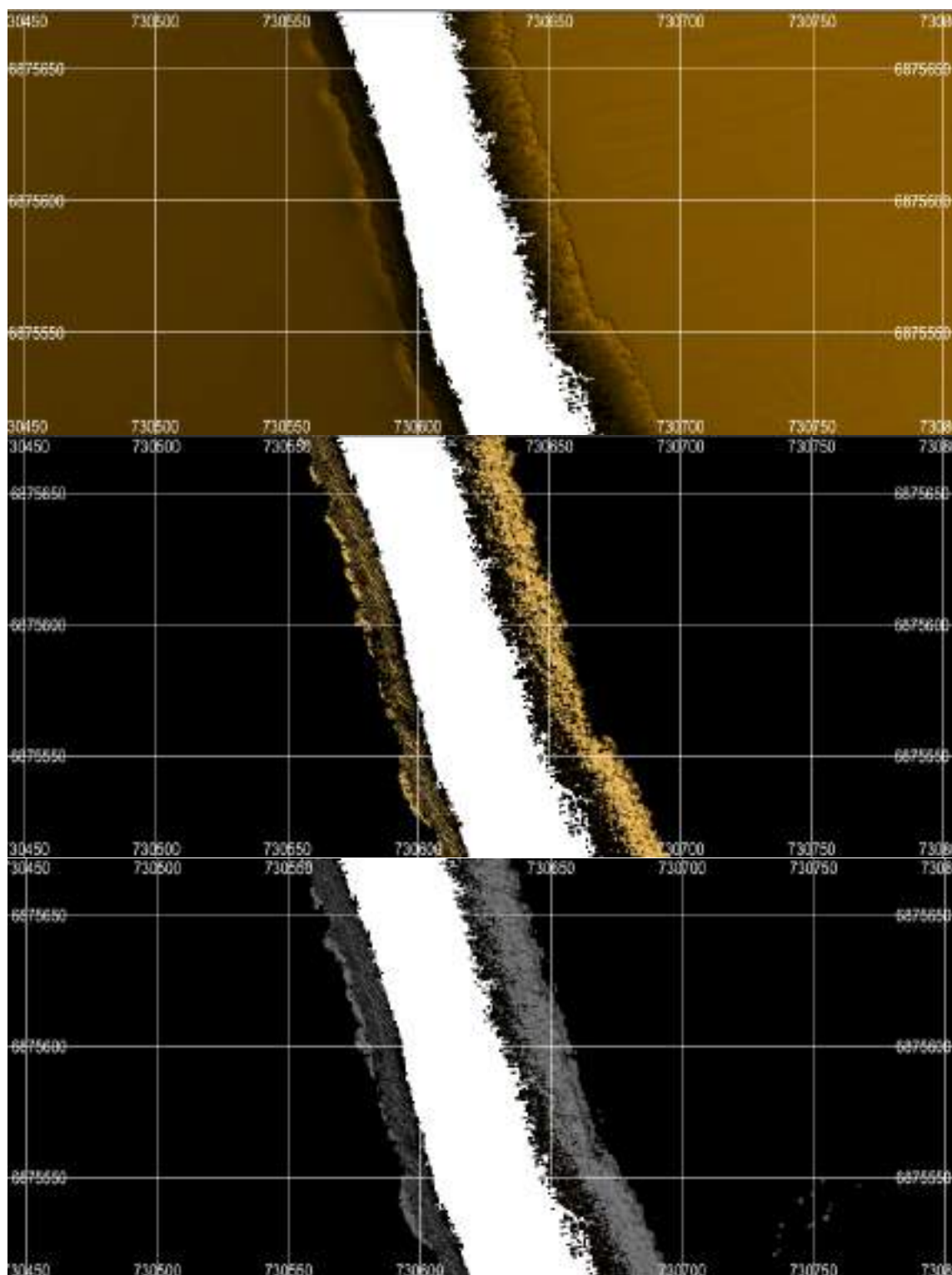


Figura 68 – Imagem do detalhamento 4 do molhe.

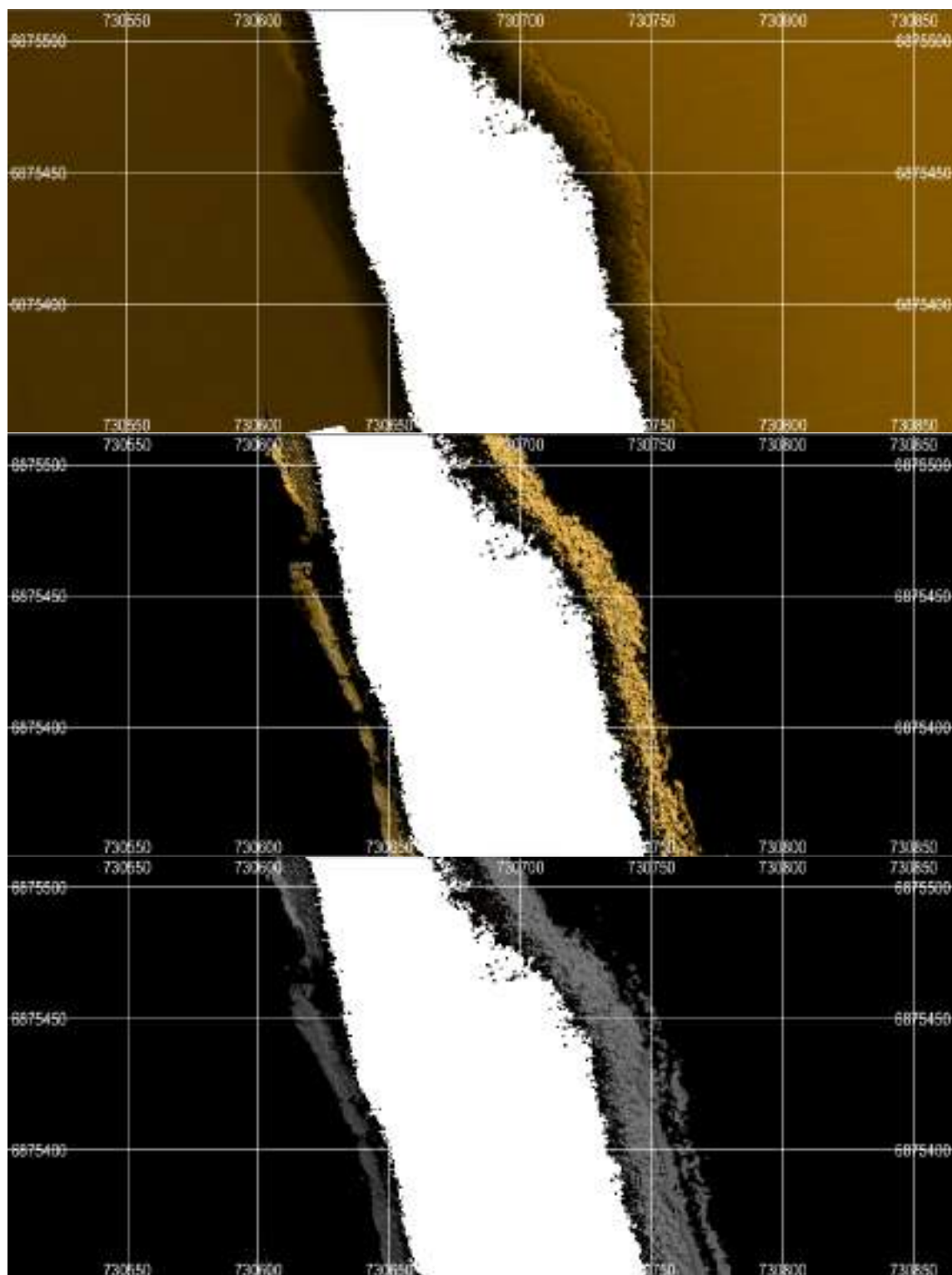


Figura 69 – Imagem do detalhamento 5 do molhe.

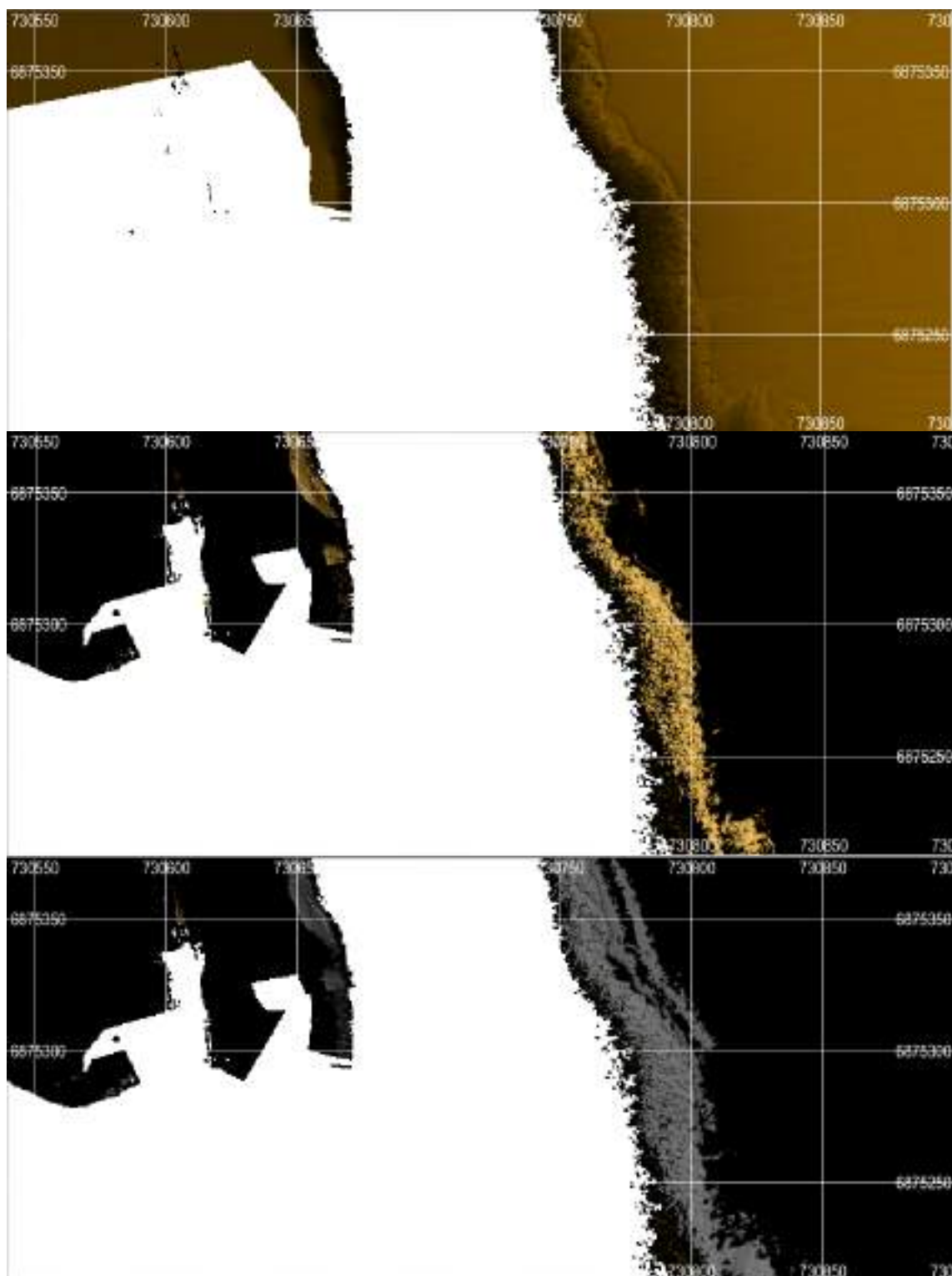
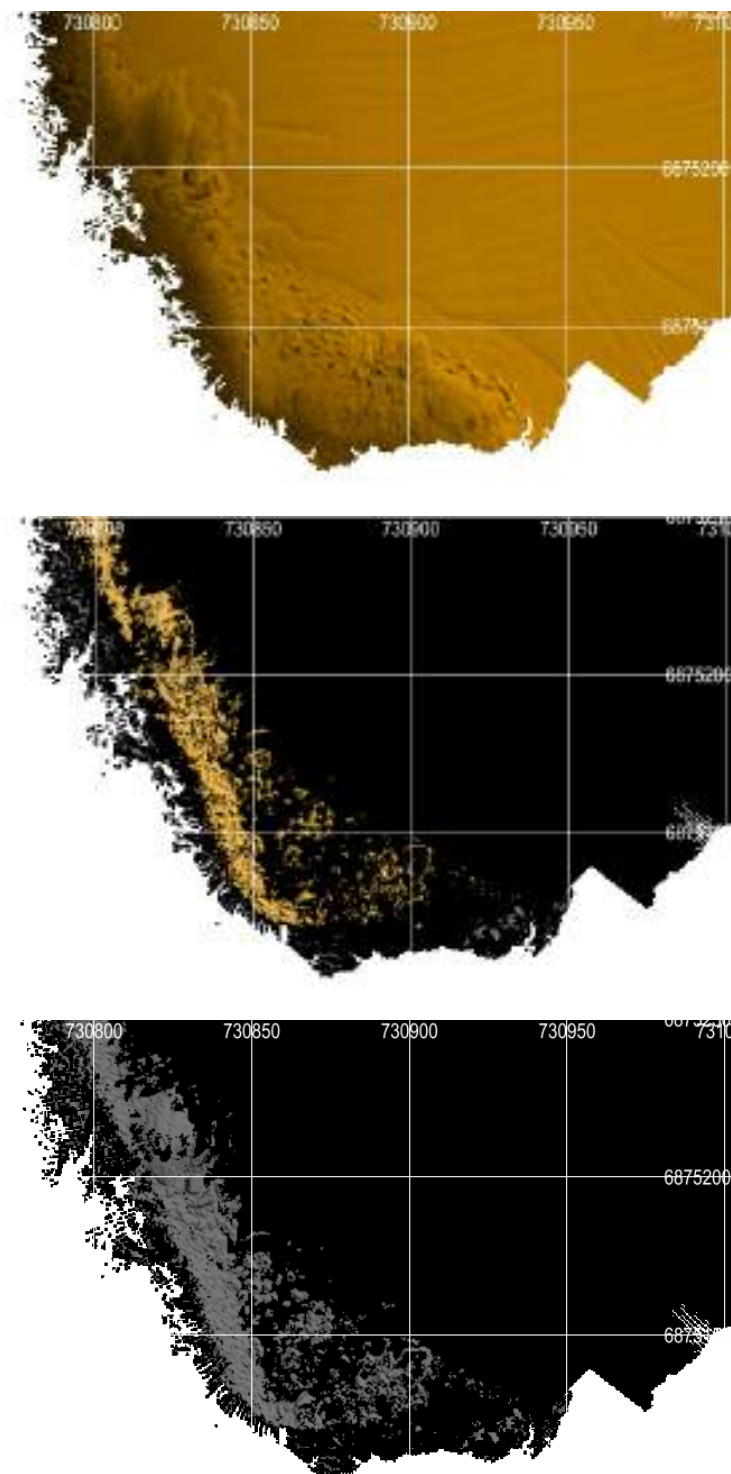


Figura 70 – Imagem do detalhamento 5 do molhe.

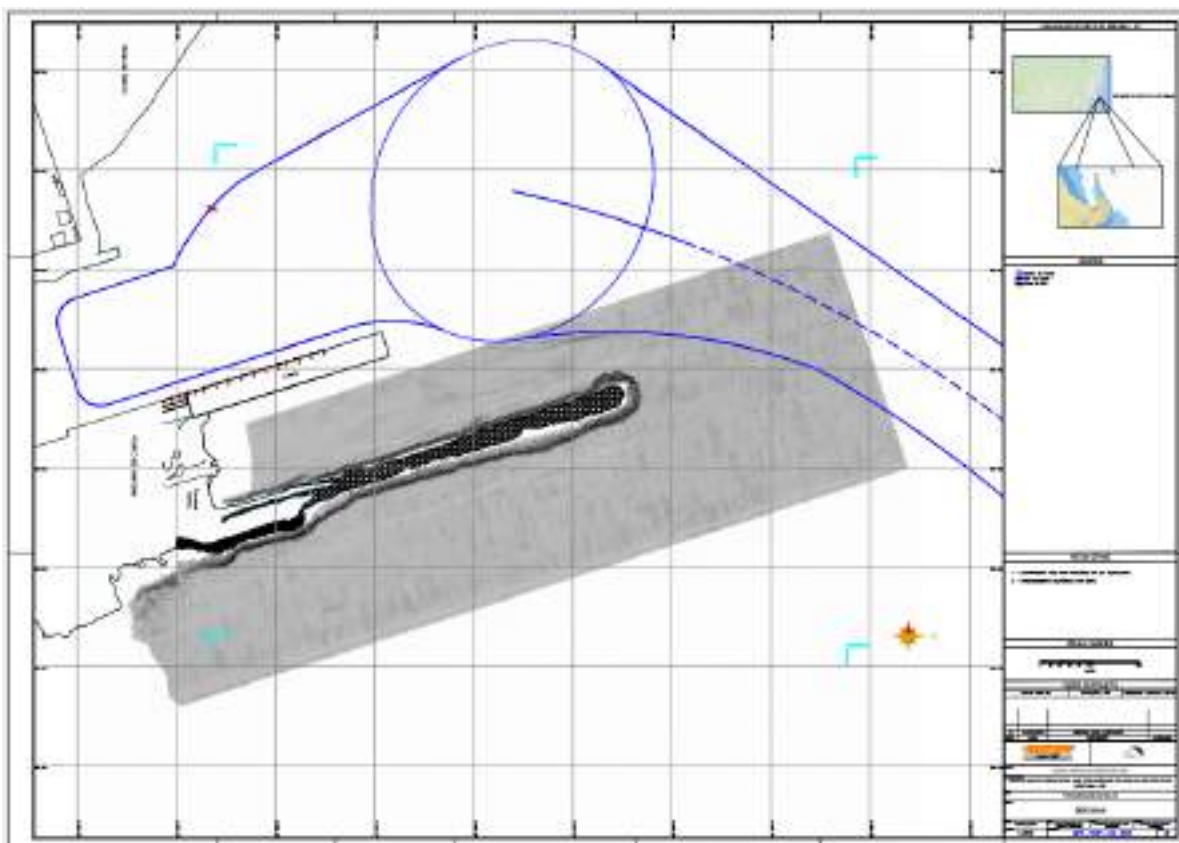


**Figura 71 – Imagem do detalhamento 6 do molhe.**

### 1.2.3. Documentos Cartográficos Produzidos

Foi confeccionada uma planta de Side Scan, desenho nº HDT-1061-24-001-SSS, na escala de 1:2000 no formato A0 da ABNT, na projeção UTM do sistema de GAUSS.

- HDT-1061-24-001-SSS, na escala de 1:2000.



### 1.2.4. Conclusões

Em toda a extensão da região definida para a pesquisa foi possível caracterizar, de forma precisa, todo o enrocamento do molhe do Porto de Imbituba.

### 1.2.5. Relatório Fotografico Sidescan



**Figura 72 – Momento da operação Side Scan.**



**Figura 73 – Embarcação utilizada na operação Side Scan.**



Figura 74 – Computador utilizado na aquisição de dados.



Figura 75 – Técnico na aquisição de dados.

### 1.3. INSPEÇÃO À PARTE IMERSA DO MOLHE

A inspeção subáguatica foi realizada no dia 19/11/2024 com uma equipe de mergulhadores experientes para este tipo de serviço, utilização de câmeras de alta resolução com recurso de gravação em áudio e vídeo, no molhe do Porto de Imbituba - SC, objetivando detalhar as condições atuais da saia do enrocamento submersa.

Essa operação foi efetuada por um técnico abordo e por mergulhadores que se deslocaram na extensão de todo o molhe.



**Figura 76 – Identificação da área onde foi realizada a inspeção subaquática.**



**Figura 77 – Identificação da área onde foi realizada a inspeção subaquática.**



**Figura 78 – Identificação da área onde foi realizada a inspeção subaquática.**

### **1.3.1. Documentos Produzidos**

Encontra-se em anexo os arquivos de vídeos da inspeção subaquática.

## 1.4. INSPEÇÃO À PARTE EMERSA DO MOLHE

A inspeção visual foi realizada com a utilização de equipamento fotográfico no dia 03/09/2024, no molhe do Porto de Imbituba - SC, objetivando detalhar as condições atuais.

### 1.4.1. Trabalhos Executados

A inspeção do molhe foi realizada no Porto de Imbituba, localizado no município de Imbituba - SC (Figura 79).



Figura 79 – Identificação da área onde foi realizada a inspeção.

### 1.4.2. Fotografias

Molhe do Porto de Imbituba.



**Tetrápodes e pedras menores.**



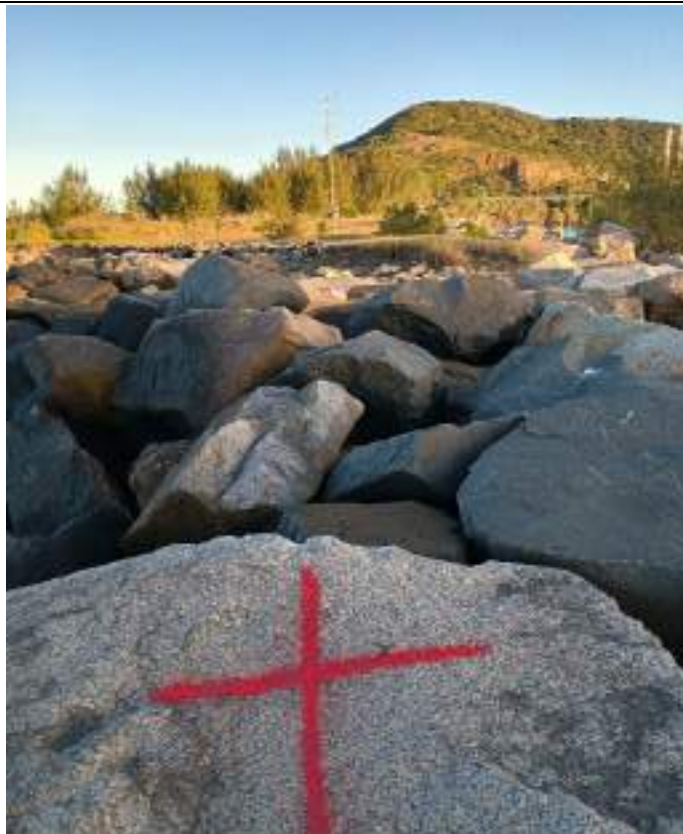
**Pedras grandes, médias e pequenas.**



**Tetrápodes e pedras menores.**



**Pedras grandes e médias.**



**Pedras grandes, médias e pequenas.**



**Pedras grandes, médias, pequenas e saibro.**



**Pedras grandes, médias, pequenas e saibro.**



**Pedras grandes, médias, pequenas e saibro.**



**Pedras grandes, médias, pequenas e saibro.**



**Pedras grandes, médias, pequenas e saibro.**



Pedras grandes, médias e pequenas lado oeste.



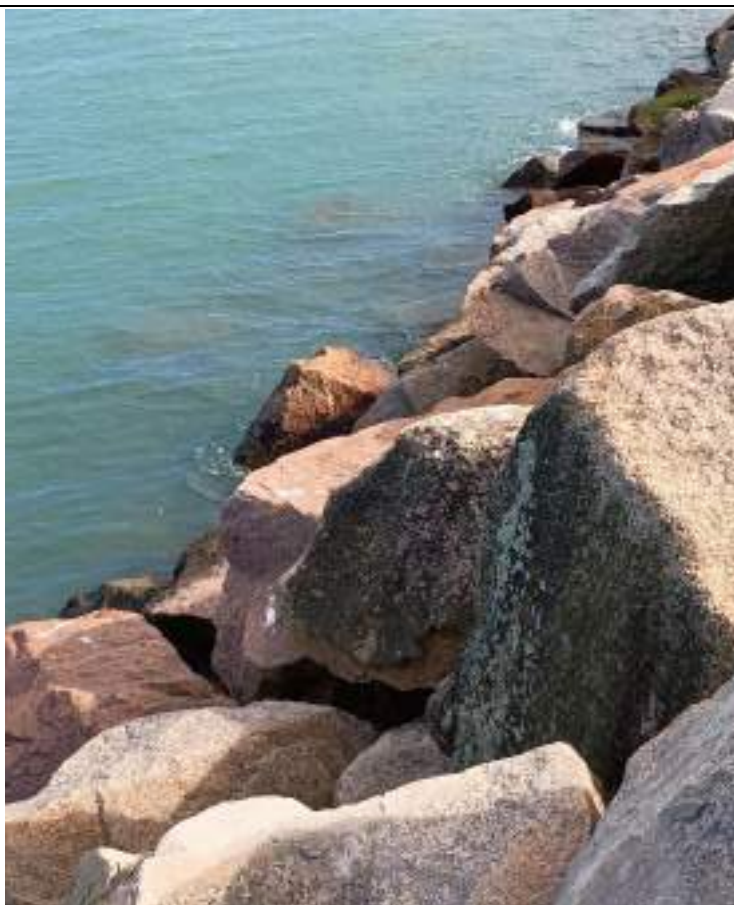
Pedras grandes, médias e pequenas lado oeste.



**Pedras grandes lado oeste.**



**Pedras grandes lado oeste.**



**Pedras grandes lado oeste.**



**Tetrápodes lado leste.**



**Tetrápodes e pedras menores lado leste.**



**Pedras grandes, médias e pequenas lado leste.**



**Tetrápodes lado leste.**



**Estrutura do molhe lado Leste.**



Estrutura do molhe lado Leste.



Estrutura do molhe lado Leste.



**Estrutura do molhe lado Leste.**



**Estrutura do molhe lado Oeste.**



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Estrutura do molhe lado Oeste.



Tetrápodes e pedras médias e pequenas.



Tetrápodes e pedras médias e pequenas.



**Pedras grandes, médias e pequenas.**



**Pedras grandes e médias.**



**Pedras grandes e médias.**



**Pedras grandes.**



Pedras grandes, médias e pequenas.



Pedras grandes, médias e pequenas.



Tetrápodes, pedras grandes, médias e pequenas.



Pedras grandes, médias e pequenas.



**Tetrápodes, pedras grandes, médias e pequenas.**



**Pedras grandes, médias e pequenas.**



Tetrápodes, pedras grandes, médias e pequenas.



Pedras grandes, médias e pequenas.



**Pedras grandes, médias, pequenas e saibro.**



**Tetrápodes**



**Pedras grandes.**



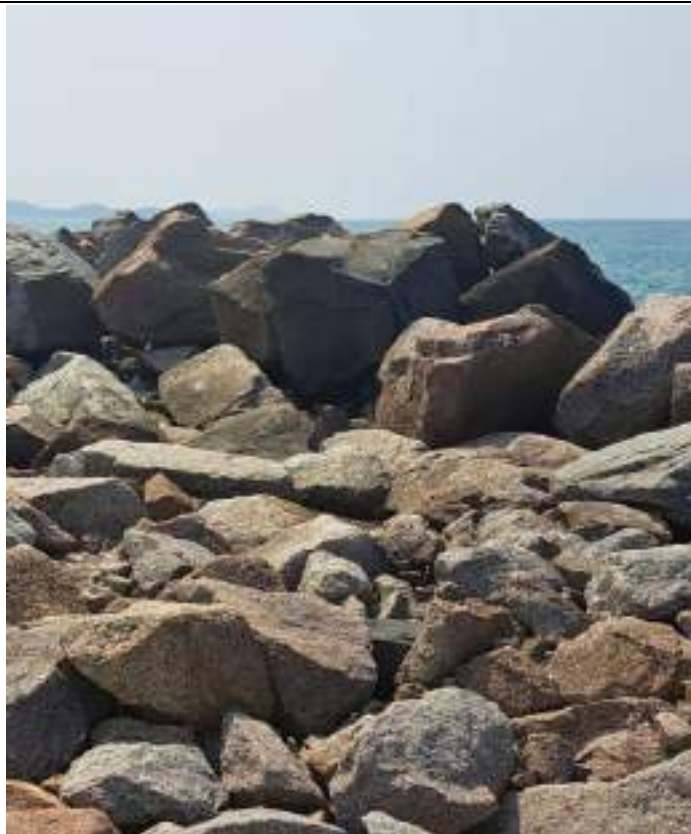
**Pedras grandes.**



**Pedras grandes, médias e pequenas.**



**Pedras grandes, médias e pequenas.**



**Tetrápodes e pedras menores.**



**Pedras grandes, médias e pequenas.**



**Pedras grandes e médias.**



**Pedras grandes, médias e pequenas.**



Tetrápodes, pedras grandes, médias e pequenas.



Início do Molhe lado leste.



Início do Molhe lado leste (Detalhamento 1).



Início do molhe, lado leste (Detalhamento 1 Parte 1-5).



Início do molhe, lado leste (Detalhamento 1 Parte 2-5).



Início do molhe, lado leste (Detalhamento 1 Parte 3-5).



Molhe lado leste (Detalhamento 1 Parte 4-5).



Molhe lado leste (Detalhamento 1 Parte 5-5).



**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 2).**



**Molhe lado leste (Detalhamento 2 Parte 1-6).**



**Molhe lado leste (Detalhamento 2 Parte 2-6).**



**Molhe lado leste (Detalhamento 2 Parte 3-6).**



**Molhe lado oeste (Detalhamento 2 Parte 4-6).**



**Molhe lado oeste (Detalhamento 2 Parte 5-6).**



**Molhe lado oeste (Detalhamento 2 Parte 6-6).**



**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 3).**



**Molhe lado leste (Detalhamento 3 Parte 1-6).**



**Molhe lado leste (Detalhamento 3 Parte 2-6).**



Molhe lado oeste (Detalhamento 3 Parte 3-6).



Molhe lado oeste (Detalhamento 3 Parte 4-6).



**Molhe lado oeste (Detalhamento 3 Parte 5-6).**



**Molhe lado oeste (Detalhamento 3 Parte 6-6).**



**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 4).**



**Molhe lado leste (Detalhamento 4 Parte 1-8).**



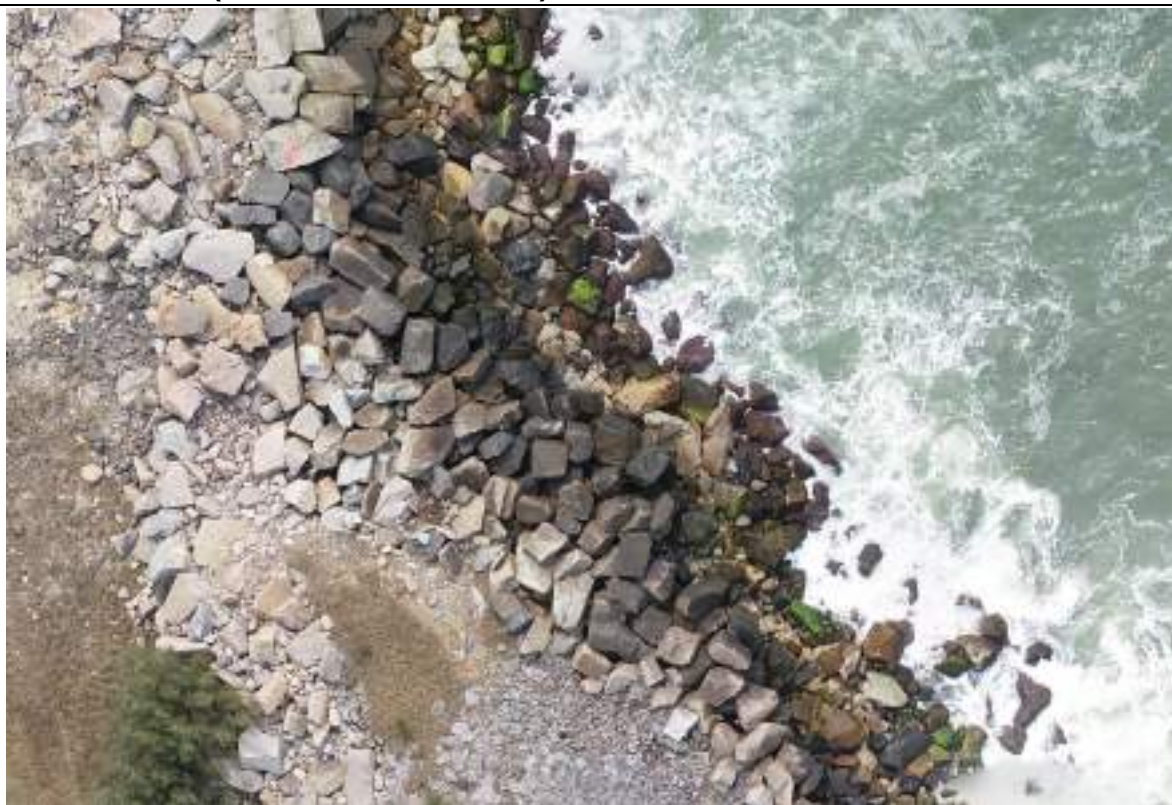
**Molhe lado leste (Detalhamento 4 Parte 2-8).**



**Molhe lado leste (Detalhamento 4 Parte 3-8).**



**Molhe lado leste (Detalhamento 4 Parte 4-8).**



**Molhe lado oeste (Detalhamento 4 Parte 5-8).**



**Molhe lado oeste (Detalhamento 4 Parte 6-8).**



**Molhe lado oeste (Detalhamento 4 Parte 7-8).**



**Molhe lado oeste (Detalhamento 4 Parte 8-8).**



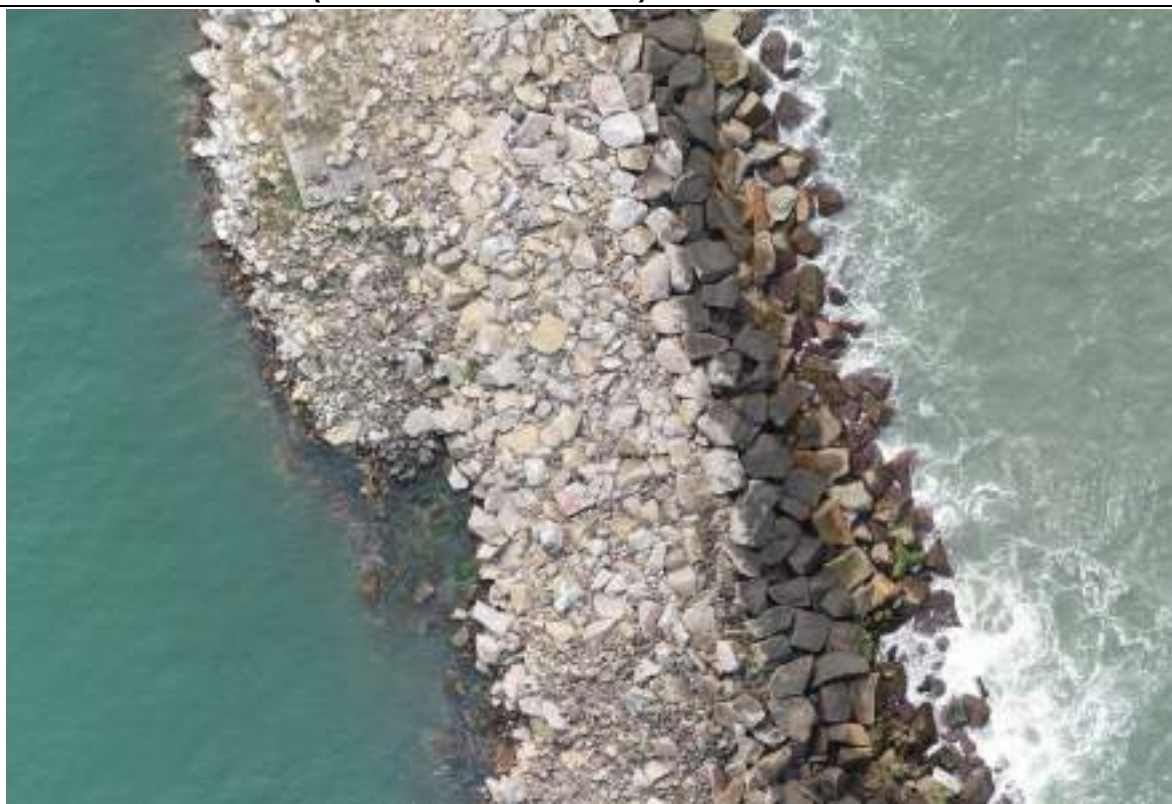
**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 5).**



**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 5 Parte 1-3).**



**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 5 Parte 2-3).**



Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 5 Parte 3-3).



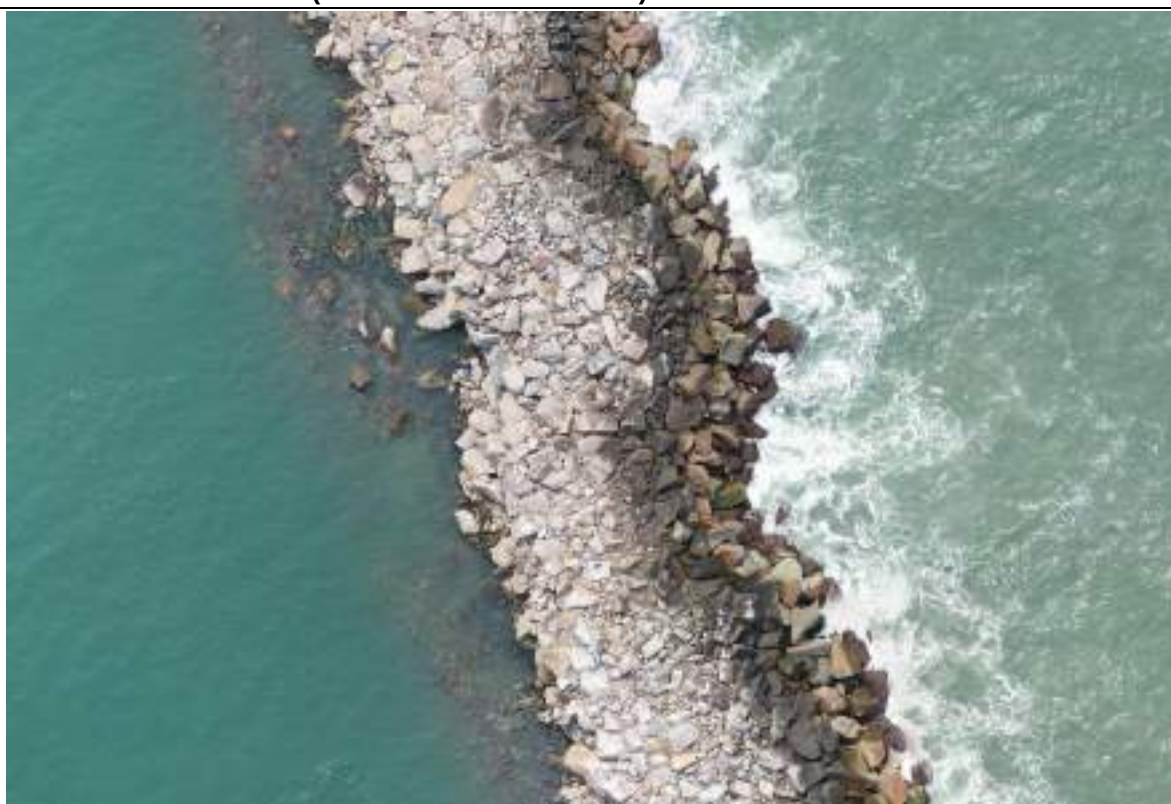
Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 6).



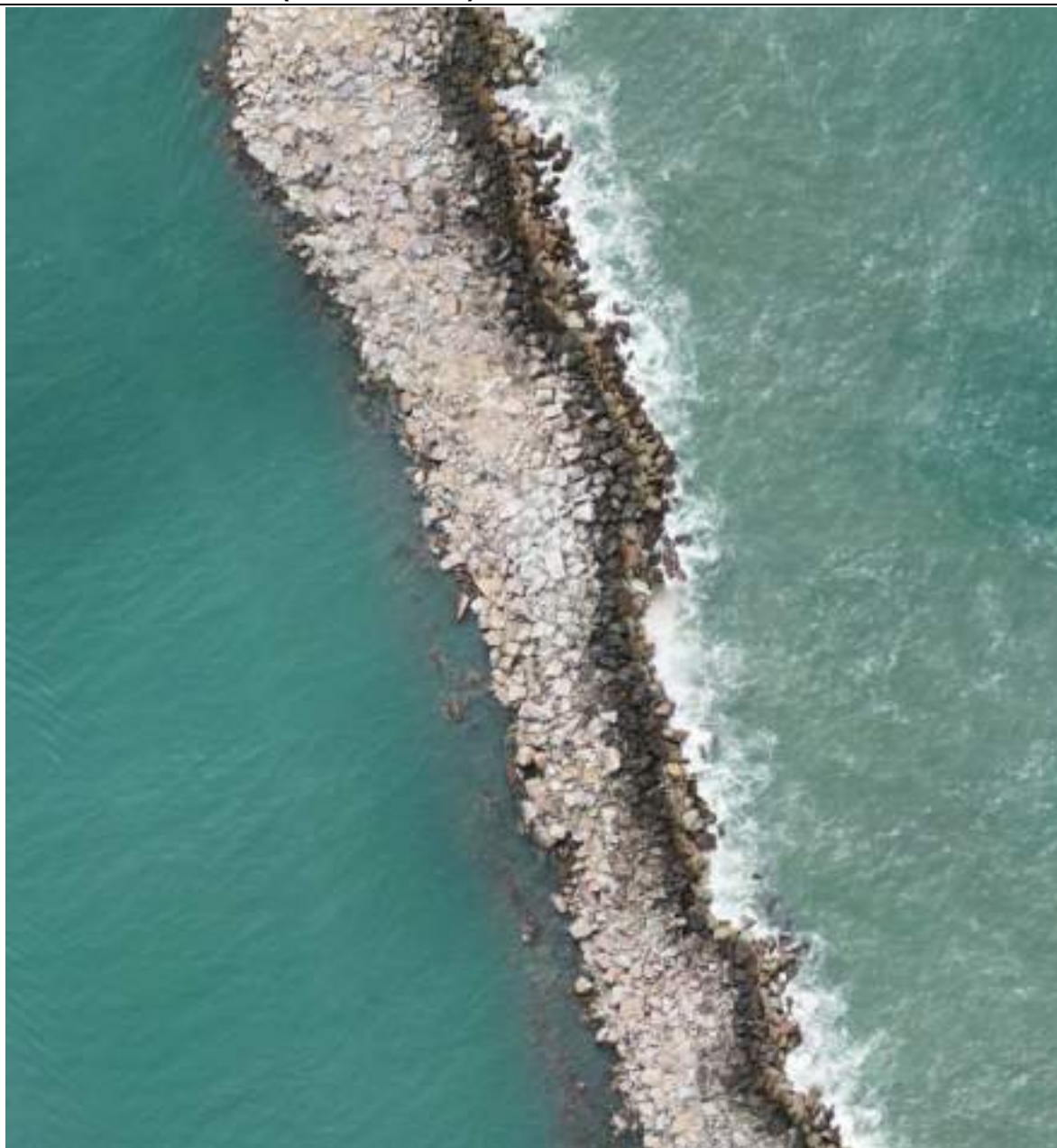
**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 6 Parte 1-2).**



**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 6 Parte 2-2).**



Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 7).



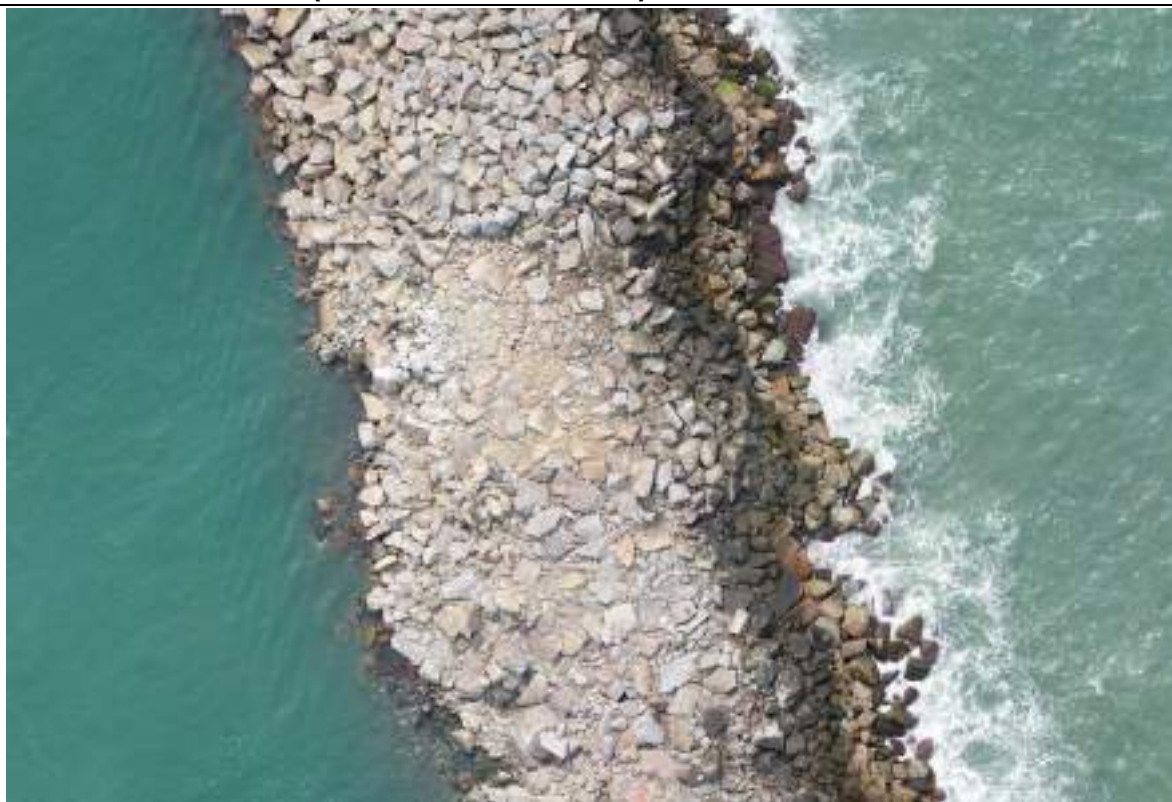
**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 7 Parte 1-3).**



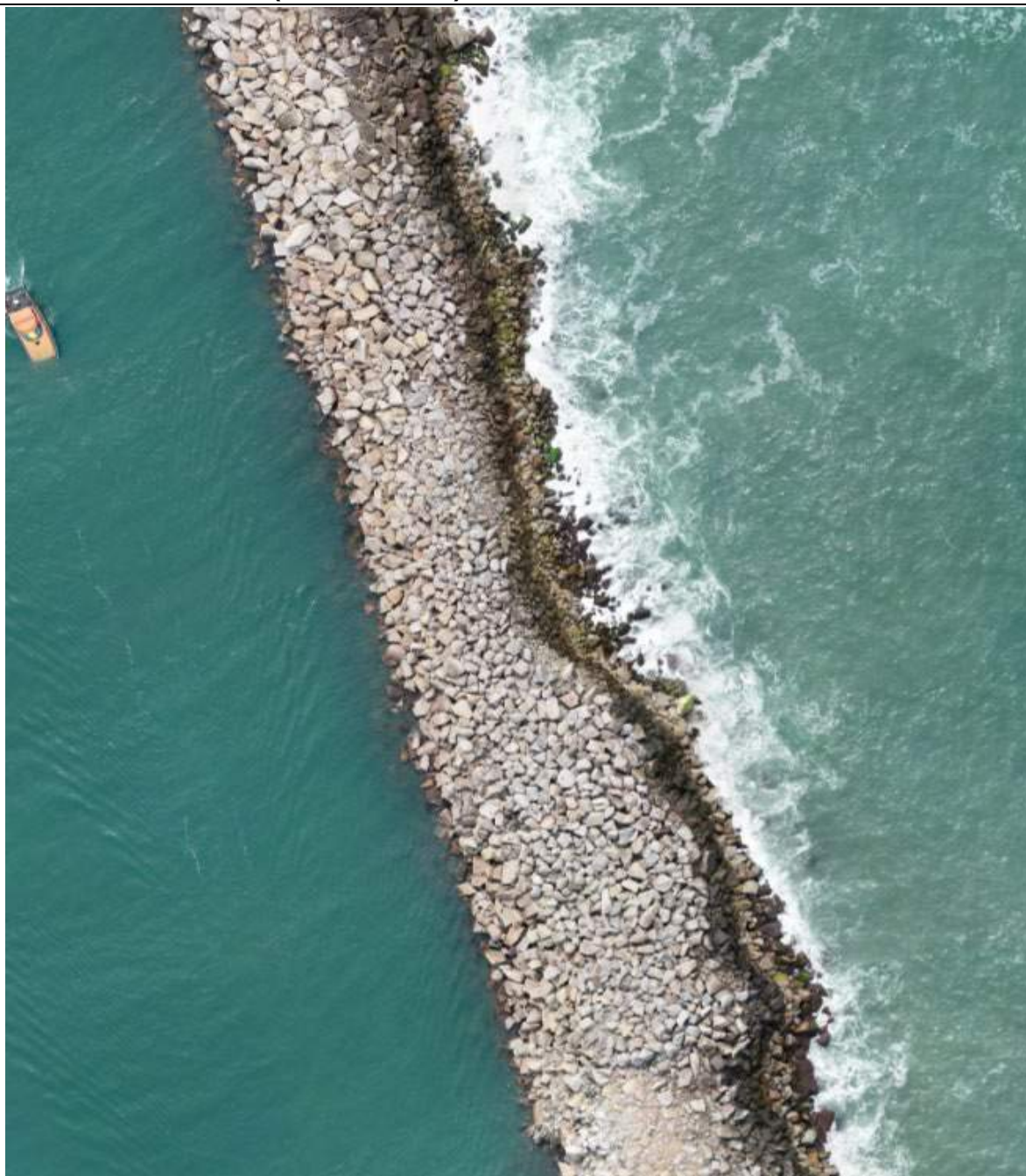
**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 7 Parte 2-3).**



Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 7 Parte 3-3).



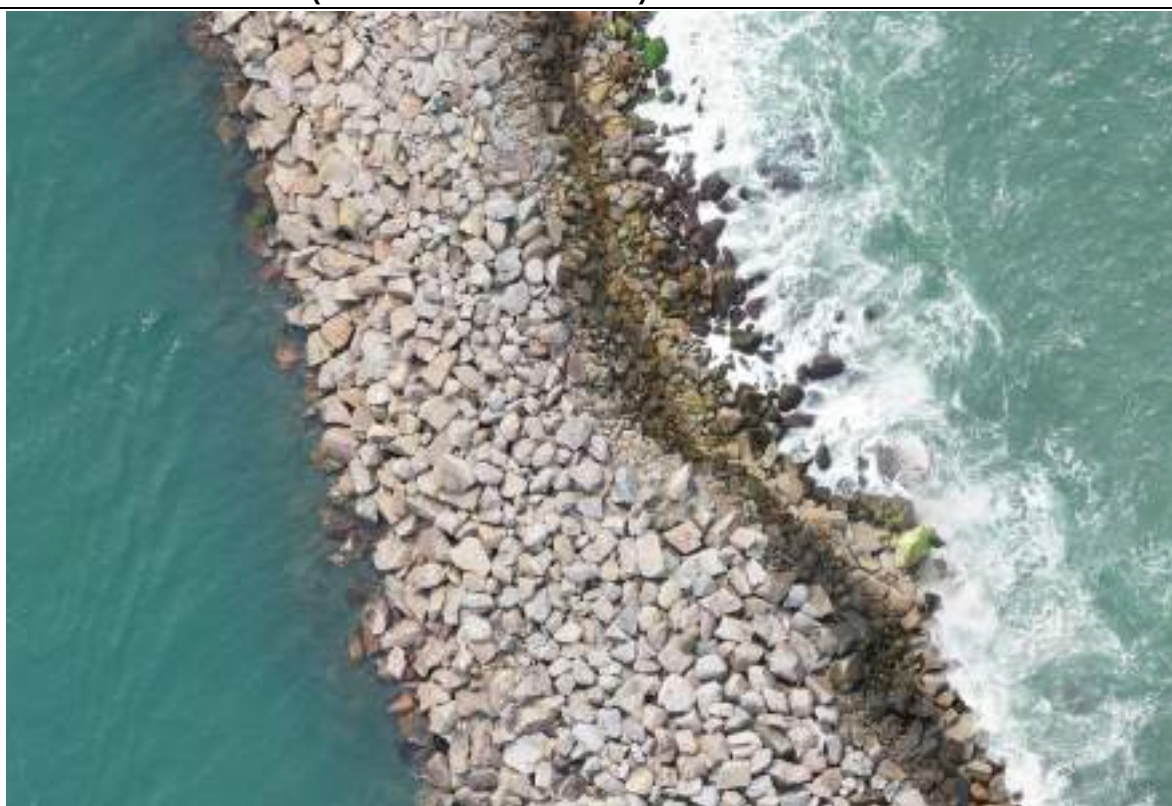
Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 8).



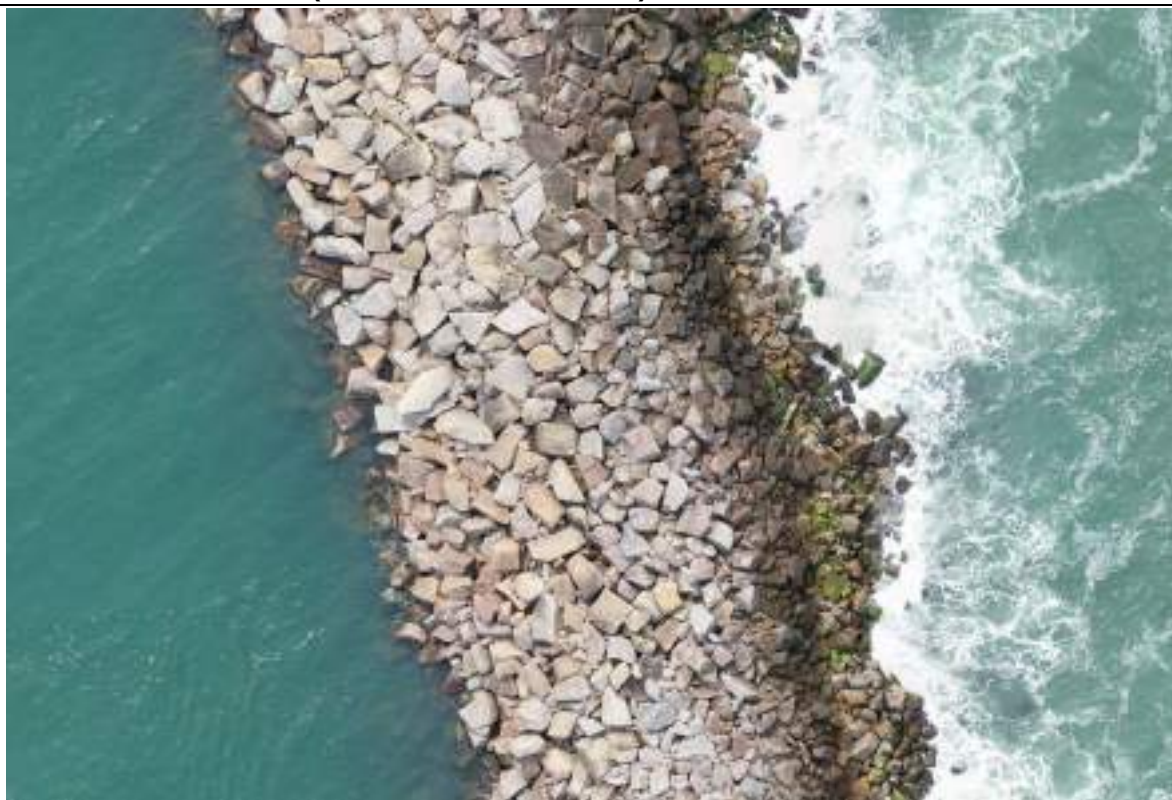
**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 8 Parte 1-3).**



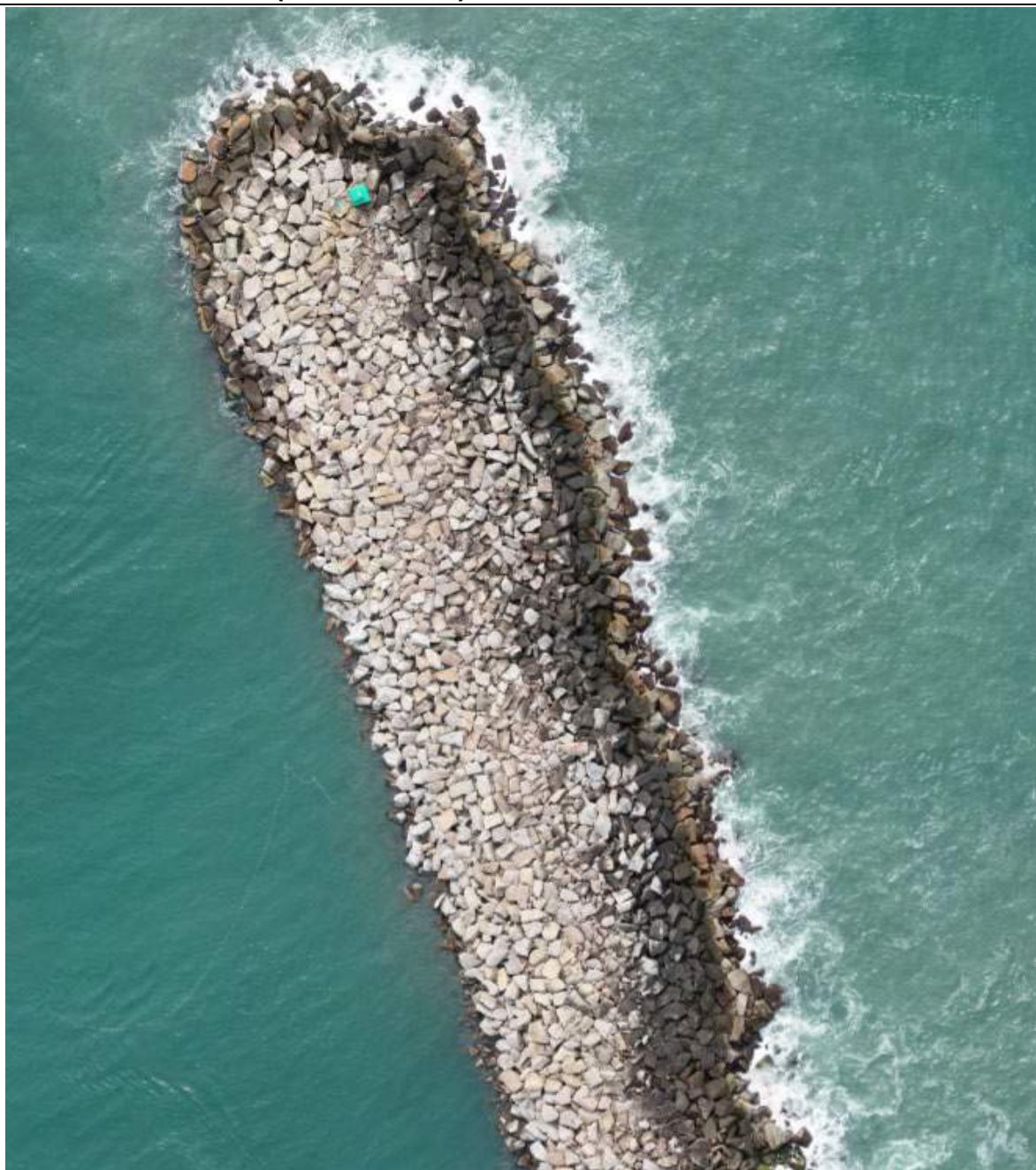
**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 8 Parte 2-3).**



Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 8 Parte 3-3).



Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 9).



**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 9 Parte 1-3).**



**Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 9 Parte 2-3).**



Molhe lado oeste e leste (Detalhamento 9 Parte 3-3).



## 1.5. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO (AEROFOTOGRAMÉTRICO) DO MOLHE

O mapeamento aéreo foi realizado no Molhe do Porto de Imbituba (Figura 77), localizado no município de Imbituba - SC, e tem como objetivo adquirir a planimetria e a altimetria da extensão do molhe.

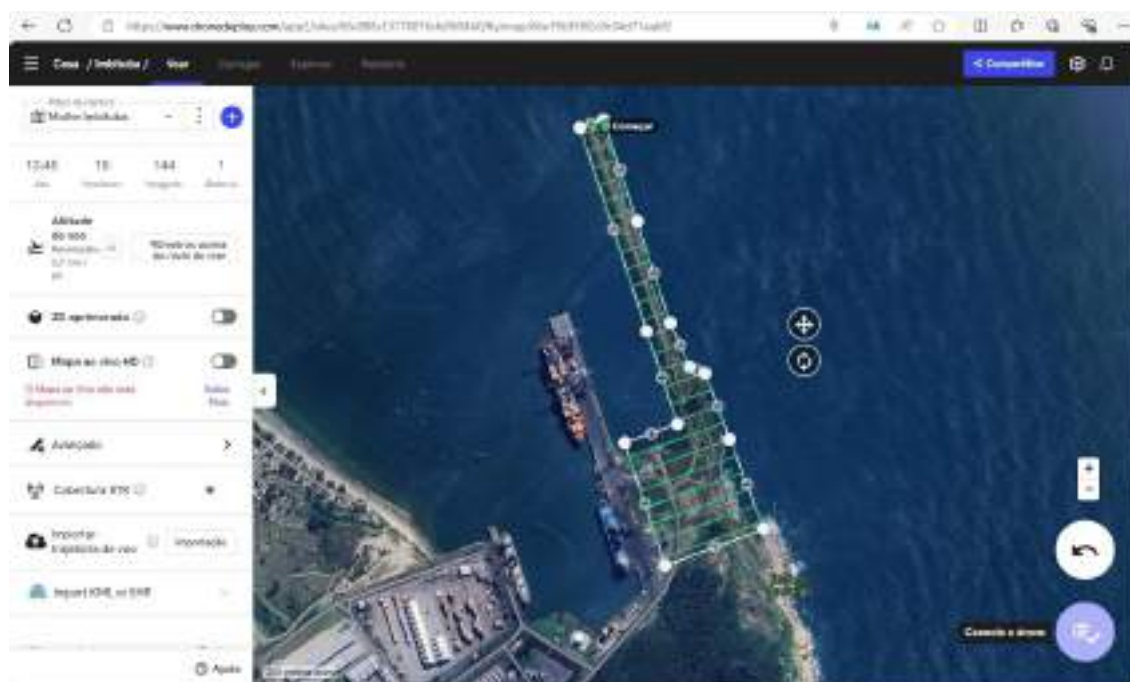


Figura 80 – Área do mapeamento aerofotogramétrico.

### 1.5.1. Planejamento de Voo

O plano de voo (Figura 81) empregado neste serviço foi desenvolvido no escritório da Hidrotopo, de modo que o VANT voasse nas linhas previamente estabelecidas visando o recobrimento total da área de interesse.

O projeto supracitado foi idealizado com o auxílio do software DroneDeploy, que confere automação ao voo programado fazendo com que não haja atenuação durante a fase de aquisição de dados. Todo planejamento de voo foi elaborado no datum WGS-84 Zona 22S.



**Figura 81 – Plano de voo.**

As características empregadas neste voo buscaram entregar a melhor qualidade sem perder autonomia de voo.

| CARACTERÍSTICA       | VALORES             |
|----------------------|---------------------|
| Tempo de voo         | 14:53min            |
| Área                 | 0.26km <sup>2</sup> |
| Imagens              | 280                 |
| Altitude             | 90m                 |
| Resolução            | 2.7cm/px            |
| Sobreposição frontal | 75%                 |
| Sobreposição lateral | 65%                 |

### 1.5.2. Ground Point Control (GPC)

Com o propósito de conferir maior precisão ao levantamento executado, junto ao mapeamento aéreo, foram realizados pontos de controles (*Ground Point Control*) que servem como subsídio aos dados adquiridos pelo Phantom 4 PRO.

As marcações dos pontos de controle (Figura 82) foram desenvolvidos no escritório da Hidrotopo, de modo que fosse possível distribuí-los uniformemente em toda extensão do mapeamento.

A implantação dos pontos de controle é feita antes do levantamento aerofotogramétrico, já que é necessário que o VANT capture os pontos instaurados. A marcação desses pontos foi realizada diretamente no solo, com o uso de tinta vermelha. Deste modo, evitamos a perda do ponto em caso de superexposição das fotos adquiridas.



**Figura 82 – Implantação dos pontos de controle.**

### **1.5.3. Rastreamento dos GPC**

A fase de rastreamento teve início imediatamente após as marcações dos pontos, de modo a evitar a perda de alguma marcação por quaisquer imprevistos que pudessem acontecer, garantindo assim a efetivação do trabalho.



Figura 83 – Rastreamento dos pontos de controle.

#### 1.5.4. Processamento dos GPC

O processamento dos pontos de controle se deu no escritório sede da Hidrotopo, com o auxílio do software Magne Tools.

Para o ajustamento dos pontos foi utilizado o ponto SAT 94077 do IBGE, o mesmo foi referenciado a cota DHN, partindo da RN-3012X, ficha F-41-1908-001/57.

Após o processamento dos pontos de controle, os seguintes resultados foram encontrados:

| PONTOS PÓS PROCESSAMENTO |            |           |              |
|--------------------------|------------|-----------|--------------|
| Name                     | Este       | Norte     | Vert RMS (m) |
| B1                       | 6874921.97 | 730565.32 | 7.167        |
| 1                        | 6875253.88 | 730671.27 | 7.503        |
| 2                        | 6875295.46 | 730701.98 | 5.263        |
| 3                        | 6875276.55 | 730747.46 | 4.781        |
| 4                        | 6875240.08 | 730749.14 | 4.510        |
| 5                        | 6875316.69 | 730732.60 | 5.005        |
| 6                        | 6875342.96 | 730727.27 | 5.500        |
| 7                        | 6875372.66 | 730717.07 | 5.101        |
| 8                        | 6875352.21 | 730684.23 | 5.431        |
| 9                        | 6875401.77 | 730667.03 | 5.344        |
| 10                       | 6875450.07 | 730656.53 | 5.921        |
| 11                       | 6875446.86 | 730689.34 | 5.928        |
| 12                       | 6875499.78 | 730649.28 | 5.603        |
| 13                       | 6875535.29 | 730627.86 | 5.097        |
| 14                       | 6875560.75 | 730630.02 | 5.662        |
| 15                       | 6875589.24 | 730609.36 | 4.782        |
| 16                       | 6875616.98 | 730610.97 | 5.516        |
| 17                       | 6875644.70 | 730590.73 | 5.210        |
| 18                       | 6875678.18 | 730588.38 | 4.878        |
| 19                       | 6875707.63 | 730570.34 | 4.188        |
| 20                       | 6875733.89 | 730570.18 | 6.086        |
| 21                       | 6875778.35 | 730563.21 | 6.470        |
| 22                       | 6875799.75 | 730543.11 | 5.135        |
| 23                       | 6875836.26 | 730543.13 | 7.035        |
| 24                       | 6875856.13 | 730525.54 | 7.315        |
| 25                       | 6875886.68 | 730523.94 | 6.980        |
| 26                       | 6875910.41 | 730504.56 | 6.393        |
| 27                       | 6875940.91 | 730503.86 | 6.794        |
| 28                       | 6875970.30 | 730485.19 | 5.334        |
| 29                       | 6876016.97 | 730485.64 | 7.159        |
| 30                       | 6876040.09 | 730457.65 | 3.702        |
| 31                       | 6876061.96 | 730477.37 | 6.313        |
| 32                       | 6876077.32 | 730444.71 | 4.819        |
| 33                       | 6876085.35 | 730466.30 | 6.078        |
| 34                       | 6876091.03 | 730450.68 | 6.053        |
| 35                       | 6875178.83 | 730723.46 | 7.724        |
| 36                       | 6875168.42 | 730648.07 | 6.560        |
| 37                       | 6875126.13 | 730688.74 | 7.526        |
| 38                       | 6875109.05 | 730721.38 | 7.613        |
| 39                       | 6875089.66 | 730671.24 | 7.656        |
| 40                       | 6875202.85 | 730631.86 | 5.007        |

|          |            |           |       |
|----------|------------|-----------|-------|
| 41       | 6875221.42 | 730605.65 | 3.579 |
| 42       | 6875240.28 | 730620.53 | 2.669 |
| 43       | 6875286.23 | 730606.46 | 1.464 |
| 44       | 6875272.02 | 730579.41 | 1.712 |
| 45       | 6875234.94 | 730546.53 | 5.735 |
| 47       | 6875178.23 | 730607.17 | 6.896 |
| 41A      | 6875249.28 | 730596.00 | 2.610 |
| 48       | 6875110.88 | 730598.38 | 6.700 |
| 49       | 6875016.96 | 730637.20 | 8.031 |
| 50       | 6875046.71 | 730698.76 | 8.386 |
| RN 3130A | 6874933.53 | 730555.40 | 6.327 |
| RN 4     | 6874931.38 | 730554.49 | 6.434 |
| 36A      | 6875159.33 | 730634.39 | 7.027 |

## PONTO BASE SAT 94077

**IBGE** Relatório de Estação Geodésica

Estação : 94077 Nome da Estação : 94077 Tipo : Estação GPS  
Município : IMBITUBA UF : SC  
Última Visita : 31/03/2022 Situação Marco Principal : BOM Última Atualização : 03/05/2023  
Inscrição chapa : ---

| DADOS PLANIALTIMÉTRICOS      |                    | DADOS ALTIMÉTRICOS |  | DADOS GRAVIMÉTRICOS |  |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--|---------------------|--|
| Latitude                     | 28° 13' 58.1000" S | Altitude Normal(m) |  | Gravidade(mGal)     |  |
| Longitude                    | 48° 29' 01.2110" W | Fonte              |  | Datum               |  |
| Altitude Geométrica(m)       | 5.190              | Sigma Altitude(m)  |  | Data Medição        |  |
| Fonte                        | GPS Geodésico      | Datum              |  | Data Cálculo        |  |
| Origem                       | Ajustada           | Data Medição       |  |                     |  |
| Datum                        | SRGAS2000          | Data Cálculo       |  |                     |  |
| Data Medição                 | 28/09/2015         |                    |  |                     |  |
| Data Cálculo                 | 18/12/2016         |                    |  |                     |  |
| Sigma Latitude(m)            | 0.002              |                    |  |                     |  |
| Sigma Longitude(m)           | 0.002              |                    |  |                     |  |
| Sigma Altitude Geométrica(m) | 0.010              |                    |  |                     |  |
| UTM(N)                       | 83T4 821.987       |                    |  |                     |  |
| UTM(E)                       | 730 585.317        |                    |  |                     |  |
| MC                           | -81                |                    |  |                     |  |

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 2007/2016 - RICALT 2016 Medição disponível em : <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/temas/tv/01508.pdf>

- Ajustamento Planimétrico SBR04S2000 em 23/11/2004 e 05/03/2006 - Relatório em : [http://geofp.ibge.gov.br/formacao\\_cobras\\_posicionamento\\_geodesico/relatorio\\_planimetrico/relatorio\\_alga2000.pdf](http://geofp.ibge.gov.br/formacao_cobras_posicionamento_geodesico/relatorio_planimetrico/relatorio_alga2000.pdf)

- As informações de coordenadas estão referenciadas ao sistema SBR04S2000, em conformidade com a RPPN 01/2012 de 24/02/2013 disponível em : [http://geofp.ibge.gov.br/medicao\\_e\\_outros\\_documentos\\_de\\_referencia/temas/tv\\_01\\_2013\\_srgas2000.pdf](http://geofp.ibge.gov.br/medicao_e_outros_documentos_de_referencia/temas/tv_01_2013_srgas2000.pdf)

**Observações:**  
No Porto de Imbituba, a 10 m da escada de acesso às estações maregráficas e a 200 m a réis da escada para embarque do navio.

**Descrição:**  
Cilindro de concreto com 40 cm de diâmetro e 45 cm de altura; sobre uma base quadrangular de concreto de 1 m x 1 m. Possui no topo um giro de centragem forçada.

Foto(a)



### 1.5.5. Relatório de Processamento do Photoscan

## Agisoft PhotoScan

Processing Report  
11 September 2024



## Survey Data

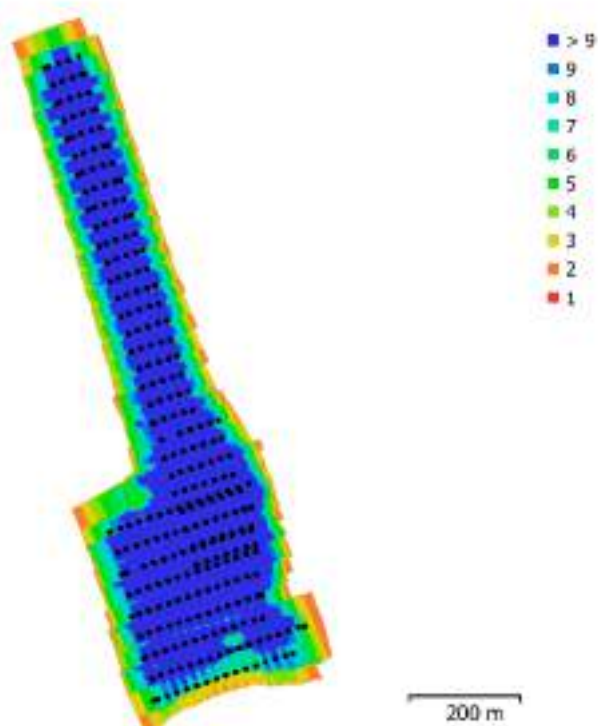


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

|                    |                      |                     |          |
|--------------------|----------------------|---------------------|----------|
| Number of images:  | 298                  | Camera stations:    | 298      |
| Flying altitude:   | 96.9 m               | Tie points:         | 215,356  |
| Ground resolution: | 2.4 cm/pix           | Projections:        | 944,285  |
| Coverage area:     | 0.29 km <sup>2</sup> | Reprojection error: | 1.17 pix |

| Camera Model   | Resolution  | Focal Length | Pixel Size     | Precalibrated |
|----------------|-------------|--------------|----------------|---------------|
| FC6310 (8.8mm) | 4864 x 3648 | 8.8 mm       | 2.61 x 2.61 µm | No            |

Table 1. Cameras.

## Camera Calibration

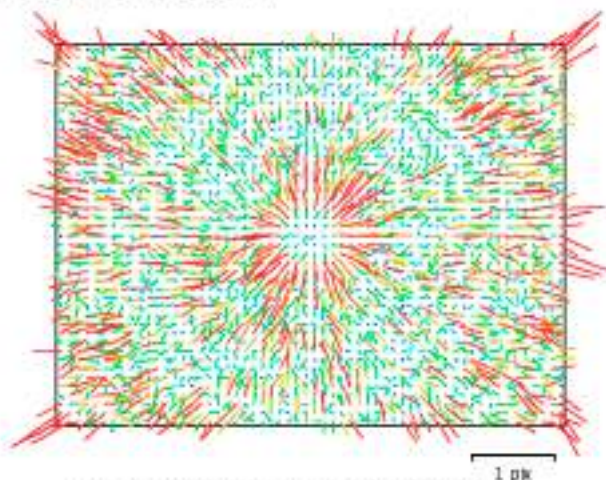


Fig. 2. Image residuals for FC6310 (8.8mm).

### FC6310 (8.8mm)

298 Images

Type  
Frame

Resolution  
4864 x 3648

Focal Length  
8.8 mm

Pixel Size  
2.61 x 2.61  $\mu\text{m}$

|    | Value        | Error   | F    | Cx   | Cy   | K1   | K2    | K3    | P1    | P2    |
|----|--------------|---------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| F  | 3682.38      | 0.89    | 1.00 | 0.57 | 0.11 | 0.20 | -0.12 | 0.20  | 0.06  | -0.00 |
| Cx | -7.93488     | 0.061   |      | 1.00 | 0.11 | 0.13 | -0.08 | 0.12  | 0.41  | 0.07  |
| Cy | 22.3628      | 0.057   |      |      | 1.00 | 0.01 | -0.01 | 0.02  | 0.02  | 0.40  |
| K1 | 0.00690826   | 6.4e-05 |      |      |      | 1.00 | -0.69 | 0.67  | 0.28  | 0.06  |
| K2 | -0.0194631   | 0.00015 |      |      |      |      | 1.00  | -0.98 | -0.02 | 0.00  |
| K3 | 0.0225985    | 0.00016 |      |      |      |      |       | 1.00  | 0.03  | -0.00 |
| P1 | -0.000735825 | 1.5e-06 |      |      |      |      |       |       | 1.00  | 0.11  |
| P2 | -0.000260893 | 2.3e-06 |      |      |      |      |       |       |       | 1.00  |

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

## Camera Locations

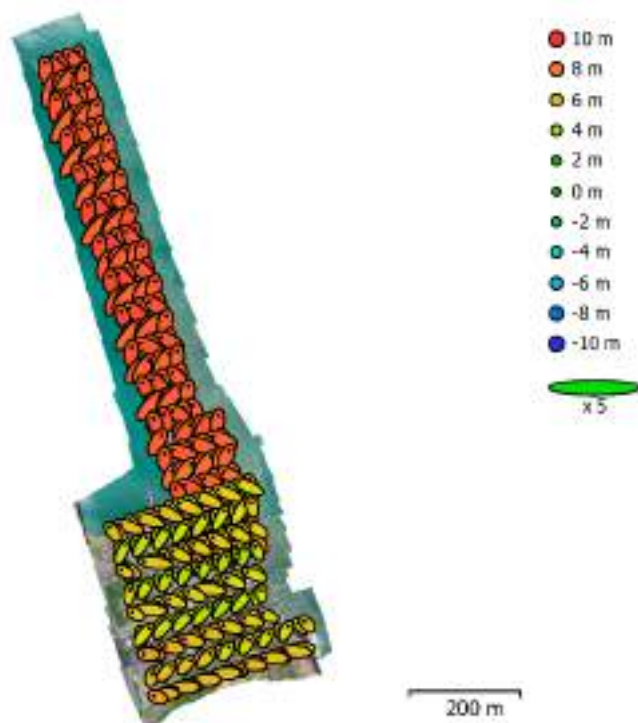


Fig. 3. Camera locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.  
Estimated camera locations are marked with a black dot.

| X error (m) | Y error (m) | Z error (m) | XY error (m) | Total error (m) |
|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------------|
| 3.39113     | 4.24578     | 7.29274     | 5.43382      | 9.09453         |

Table 3. Average camera location error.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

## Ground Control Points



Fig. 4. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.  
Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

| Count | X error (cm) | Y error (cm) | Z error (cm) | XY error (cm) | Total (cm) |
|-------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------|
| 51    | 1.80189      | 4.44918      | 16.7994      | 4.80021       | 17.4717    |

Table 4. Control points RMSE.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

| Label | X error (cm) | Y error (cm) | Z error (cm) | Total (cm) | Image (pix) |
|-------|--------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| 1     | -0.773955    | 2.64086      | 0.527211     | 2.80198    | 0.416 (12)  |
| 2     | 0.923578     | 1.08135      | 4.19514      | 4.40985    | 0.604 (12)  |
| 3     | -3.1503      | 2.76767      | -13.7851     | 14.4388    | 0.458 (13)  |
| 4     | -3.18527     | 3.32025      | -22.9501     | 23.4157    | 0.411 (12)  |
| 5     | -4.21709     | 2.90496      | -7.68909     | 9.40585    | 0.970 (20)  |
| 6     | -1.07463     | -0.122599    | -6.04811     | 6.1441     | 0.753 (9)   |
| 7     | -0.899266    | 1.73173      | 3.71666      | 4.19775    | 0.648 (9)   |
| 8     | -2.31767     | 1.02337      | 5.57919      | 6.1275     | 0.578 (11)  |
| 9     | 0.294655     | 2.29112      | 11.4408      | 11.2566    | 0.301 (8)   |
| 10    | 0.103409     | -2.57928     | 7.3989       | 17.5917    | 0.458 (7)   |
| 11    | -2.03296     | -2.11033     | 8.13764      | 8.64914    | 0.396 (8)   |
| 12    | 0.65556      | 4.52405      | 7.4902       | 18.0277    | 0.301 (7)   |
| 13    | 0.611748     | -3.56857     | 9.2126       | 19.6273    | 0.330 (9)   |
| 14    | 1.06269      | -7.42155     | 18.961       | 20.3921    | 0.532 (18)  |
| 15    | 0.52891      | 7.37091      | 23.6507      | 24.757     | 0.625 (17)  |
| 16    | 0.37449      | -6.14829     | 19.5855      | 20.6444    | 0.608 (18)  |
| 17    | 1.13185      | -6.65862     | 22.0863      | 23.096     | 0.581 (17)  |
| 18    | 3.02224      | 7.27197      | 18.0077      | 19.6543    | 0.460 (17)  |
| 19    | 2.68881      | -6.62503     | 19.9371      | 21.2438    | 0.415 (16)  |
| 20    | 1.11028      | -6.16856     | 16.9248      | 18.0481    | 0.439 (16)  |
| 21    | 2.8532       | -6.59862     | 14.7801      | 16.4357    | 0.523 (19)  |
| 22    | 0.857896     | 5.59445      | 14.3938      | 15.4666    | 0.397 (14)  |
| 23    | 0.716553     | -2.77753     | 10.9168      | 11.2874    | 0.685 (17)  |
| 24    | 0.285278     | -1.95014     | 9.25062      | 9.46031    | 0.360 (14)  |
| 25    | 1.50636      | -1.77828     | 6.09311      | 6.5226     | 0.343 (15)  |
| 26    | -0.583787    | 0.0171713    | 1.54656      | 1.65316    | 0.520 (17)  |
| 27    | -0.83716     | 1.33964      | -3.84481     | 4.15668    | 0.713 (20)  |
| 28    | 1.06732      | 0.740724     | -6.32916     | 6.46112    | 0.665 (16)  |
| 29    | -2.49334     | 0.46035      | -15.0464     | 16.5634    | 0.642 (15)  |
| 30    | -1.6664      | 4.90086      | -23.5573     | 24.1303    | 0.614 (16)  |
| 31    | 1.02893      | 7.81065      | 23.4765      | 24.7531    | 0.331 (15)  |

| Label        | X error (cm)   | Y error (cm)   | Z error (cm)   | Total (cm)     | Image (pix)  |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| 32           | -3.26197       | 8.47158        | -30.5062       | 31.913         | 0.510 (13)   |
| 33           | 0.395506       | 0.18915        | 24.8972        | 26.5418        | 0.701 (15)   |
| 34           | -3.62852       | 0.97909        | -29.8356       | 31.3918        | 0.683 (14)   |
| 35           | -1.16972       | 2.69796        | -22.5339       | 22.7249        | 0.601 (15)   |
| 36           | 0.307309       | 2.97791        | -4.16867       | 5.13228        | 0.623 (14)   |
| 37           | 0.727813       | 2.75799        | 20.0417        | 20.2437        | 0.681 (15)   |
| 38           | -1.94663       | 5.42314        | -28.5405       | 29.167         | 0.704 (16)   |
| 39           | 0.582134       | 4.31391        | -21.0136       | 21.4597        | 0.427 (14)   |
| 40           | 0.903266       | 0.014445       | 0.601641       | 1.08539        | 0.663 (19)   |
| 41           | -1.69592       | -0.174833      | 7.39887        | 7.40564        | 0.566 (14)   |
| 42           | -0.791609      | -1.44454       | 8.30984        | 8.47153        | 0.377 (11)   |
| 43           | 0.911679       | -1.55281       | 12.5725        | 12.702         | 0.543 (12)   |
| 44           | 0.980344       | -1.37423       | 17.7819        | 17.8619        | 0.548 (16)   |
| 45           | 3.72637        | -2.67559       | 23.1451        | 23.6189        | 0.784 (14)   |
| 47           | 2.10535        | 0.219505       | 3.33512        | 3.95215        | 0.504 (16)   |
| 41A          | 2.2793         | -1.21837       | 16.206         | 16.4108        | 0.924 (14)   |
| 48           | 2.35136        | 0.709818       | -2.11575       | 3.23867        | 0.573 (16)   |
| 49           | 0.958829       | 1.7244         | -23.1038       | 23.1879        | 0.547 (14)   |
| 50           | 0.69707        | 6.42048        | 29.9388        | 30.6326        | 0.780 (15)   |
| 36A          | 1.57203        | 0.4453         | 3.94481        | 4.26979        | 0.857 (12)   |
| <b>Total</b> | <b>1.80189</b> | <b>4.44918</b> | <b>16.7994</b> | <b>17.4717</b> | <b>0.621</b> |

Table 5. Control points.  
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

## Digital Elevation Model

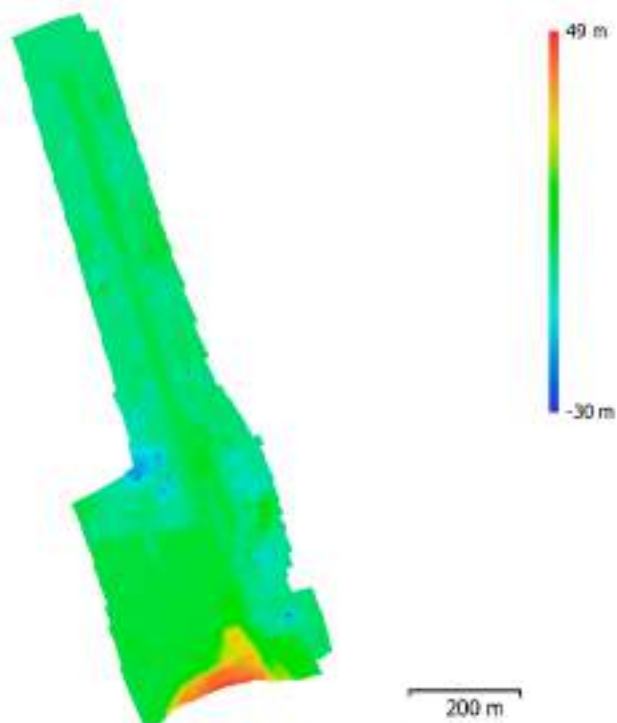


Fig. 5. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 9.6 cm/pix  
Point density: 108 points/m<sup>2</sup>

| General                          |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Vertices                         | 246                              |
| Indexed Vertices                 | 246                              |
| Triangles                        | 12                               |
| <b>Shapes</b>                    |                                  |
| Points                           | 4                                |
| Quadrate sizes                   | WGS 84, UTM zone 20S, EPSG:32722 |
| Color channels                   | RGB, RGBA                        |
| <b>Point Cloud</b>               |                                  |
| Colors                           | 255,255 of 255,255               |
| RPS projection error             | 0.0021612167914                  |
| Max projection error             | 0.002464135421214                |
| Max vector error                 | 7.57217 up                       |
| Centroids                        | 1 points, 1%                     |
| Extents                          | 95                               |
| Average point frequency          | 4.81223                          |
| <b>Alignment parameters</b>      |                                  |
| Axis lock                        | 1, 0, 0                          |
| General offset (mm)              | 755                              |
| Reference point (mm)             | 755                              |
| Scale factor (mm)                | 40,650                           |
| The point (mm)                   | 4,065                            |
| Adjustment method (offset)       | 90                               |
| Matching time                    | 11 minutes 31 seconds            |
| Alignment time                   | 1 minutes 16 seconds             |
| <b>Dense Point Cloud</b>         |                                  |
| Points                           | 11,056,075                       |
| Point colors                     | 1 points, 1%                     |
| <b>Reconstruction parameters</b> |                                  |
| Quality                          | 1, 0, 0                          |
| Point fitting                    | 300 epochs                       |
| Points generation time           | 18 hours 42 minutes              |
| Reconstruction time (mm)         | 7 minutes 16 seconds             |
| <b>Model</b>                     |                                  |
| Axis                             | 1, 49, 0 up                      |
| Vertices                         | 232,537                          |
| Indexed vertices                 | 1 points, 1%                     |
| Triangles                        | 4,096 x 4,096, 4 bands, 16       |
| <b>Reconstruction parameters</b> |                                  |
| Surface type                     | Arbitrary                        |
| Surface data                     | Tensor                           |
| Interpolation                    | 1, 0, 0                          |
| Quality                          | 0, 0, 0                          |
| Point fitting                    | Aggressive                       |
| 3D point                         | 1, 0 to 10                       |
| Processing time                  | 1 minutes 11 seconds             |
| <b>Texturing parameters</b>      |                                  |
| Texture mode                     | General                          |
| Texture color                    | 1, 0, 0                          |
| Texture size                     | 4,096 x 4,096                    |
| Texture flag                     | 1%                               |
| Shader shading (mm)              | 755                              |
| Texture flag                     | 50 seconds                       |
| Shading time                     | 42 minutes 36 seconds            |
| <b>Tiled Model</b>               |                                  |

|                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Tratamento</b>                | Tratamento físico                   |
| <b>Reconstruction parameters</b> |                                     |
| Source data                      | Source data                         |
| Elevation                        | 255                                 |
| Project grid (m)                 | 30                                  |
| Tolerance (m)                    | 12 minutes (15 seconds)             |
| <b>DEM</b>                       |                                     |
| File                             | S:\175 x 17.829                     |
| Coordinate system                | WGS 84 / UTM zone 22S (Elev: 22722) |
| <b>Reconstruction parameters</b> |                                     |
| Source data                      | Source data                         |
| Elevation                        | 255                                 |
| Tolerance (m)                    | 12 minutes (15 seconds)             |
| <b>Orthomosaic</b>               |                                     |
| File                             | Ortho (17.829)                      |
| Coordinate system                | WGS 84 / UTM zone 22S (Elev: 22722) |
| Elevation                        | 255                                 |
| <b>Reconstruction parameters</b> |                                     |
| Accuracy model                   | Fixed                               |
| Source data                      | DEM                                 |
| Tolerance (m)                    | 30                                  |
| Tolerance (m)                    | 12 minutes (15 seconds)             |
| <b>Software</b>                  |                                     |
| Version                          | 1.4.5 (17.829)                      |
| Author                           | ATC/SCPAR                           |

### 1.5.6. Área de Trabalho do Photoscan

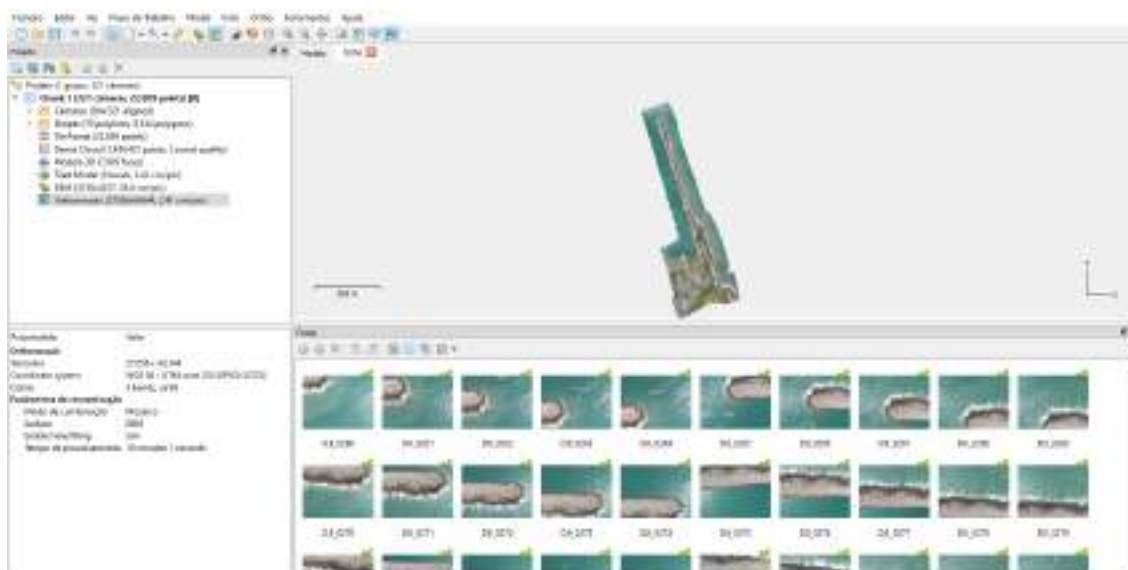


Figura 84 – Imagem geral da ortomosaico produzida.

### 1.5.7. Imagens 3D do Mapeamento

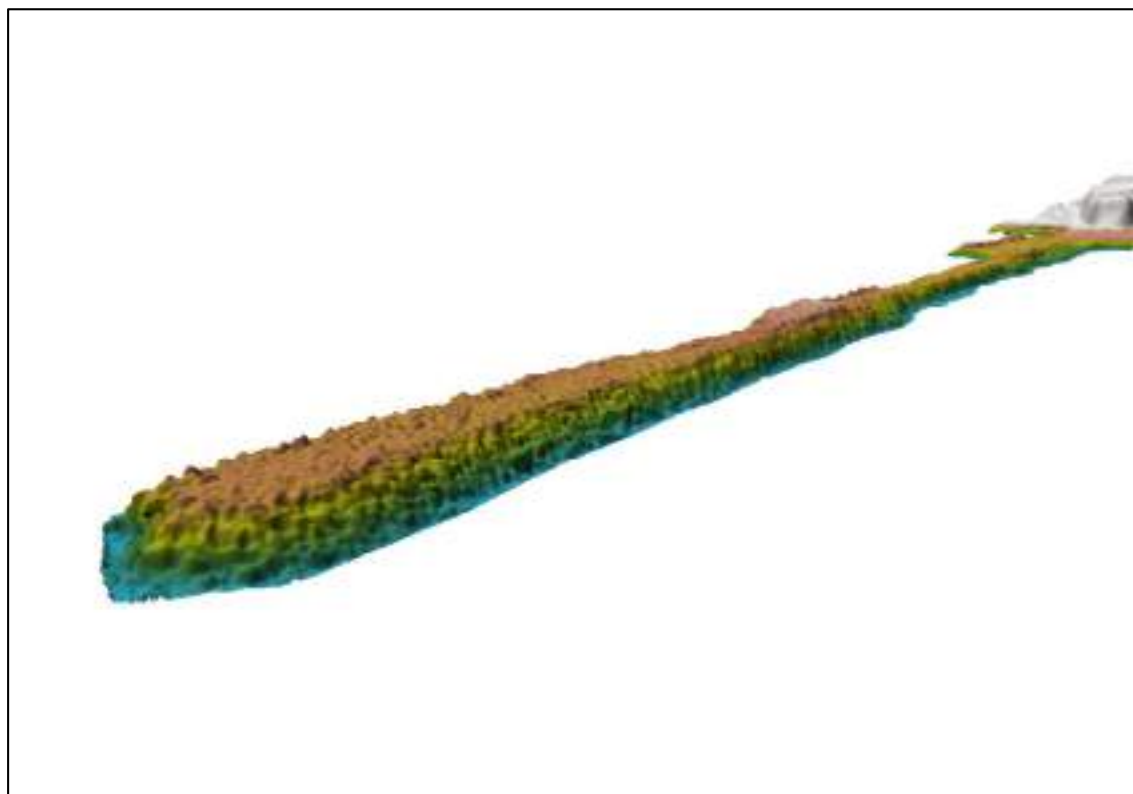
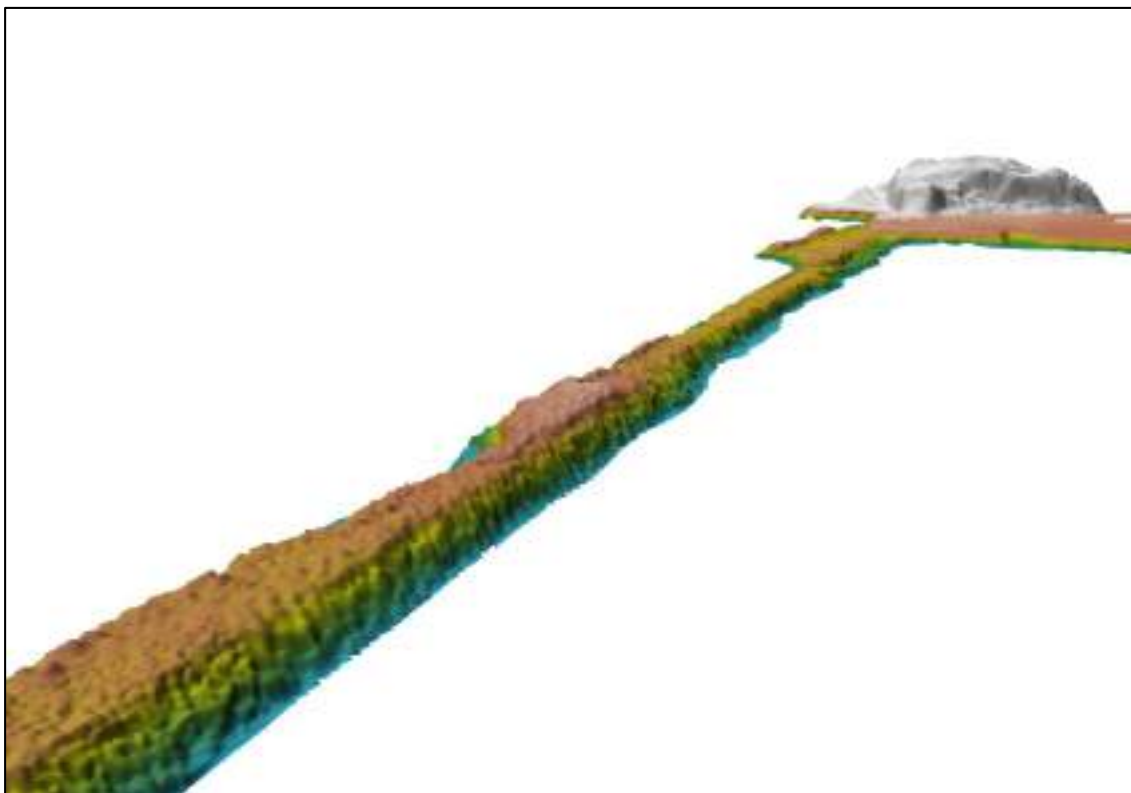
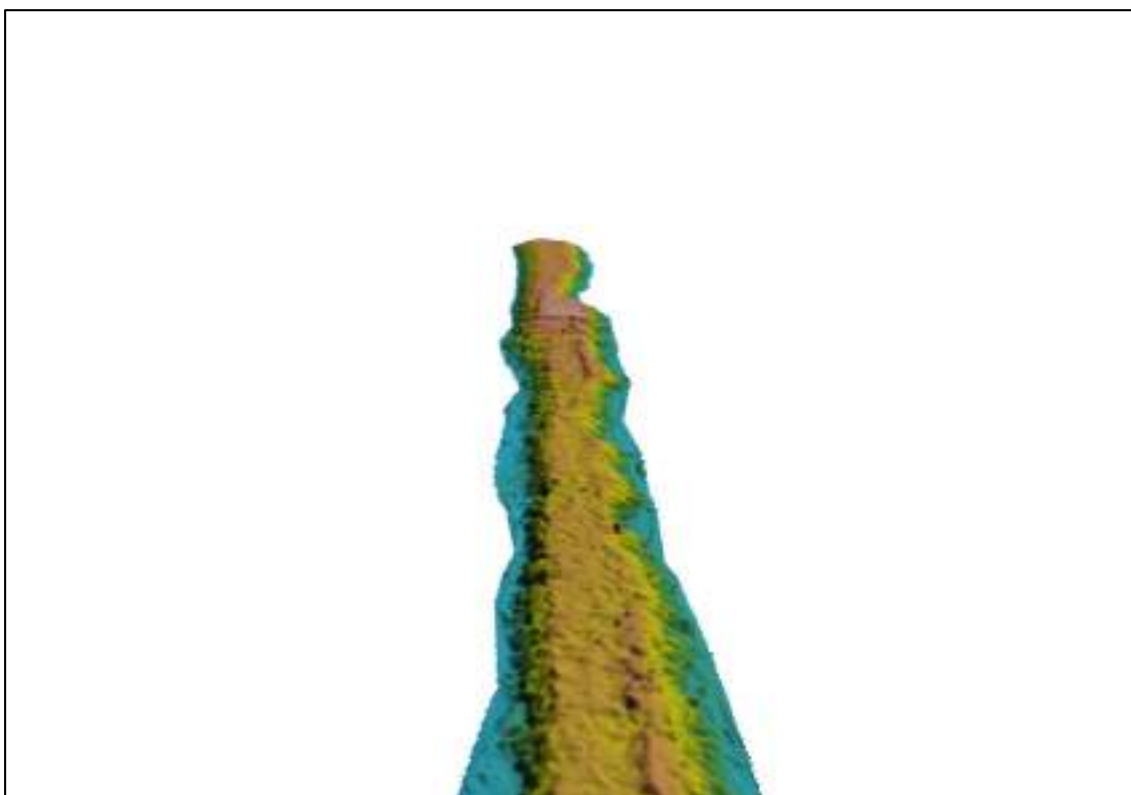


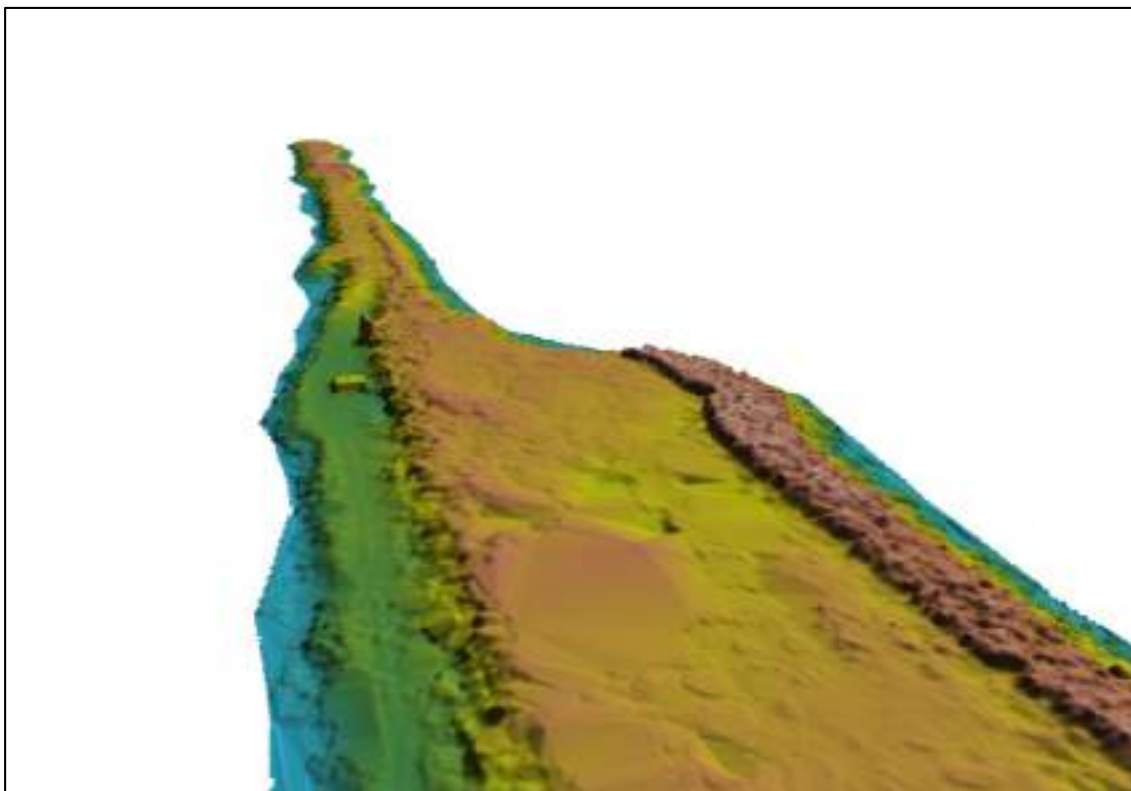
Figura 85 – Imagem 3D do molhe de Imbituba.



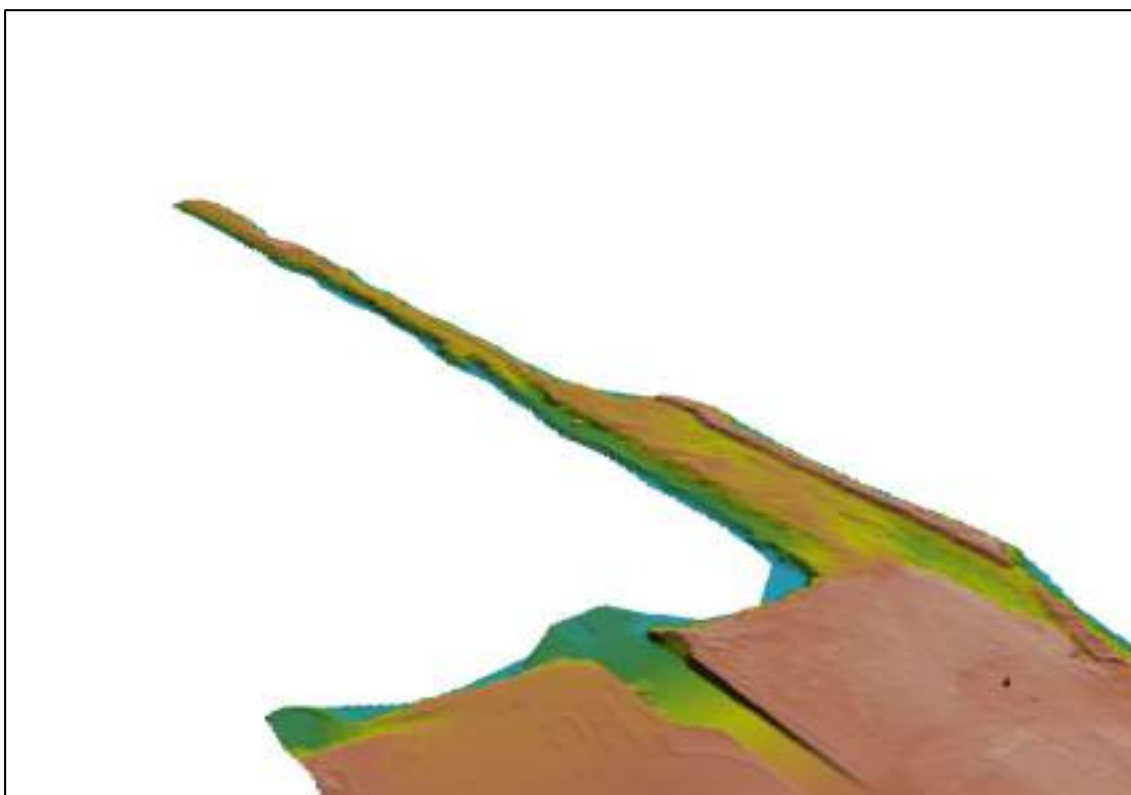
**Figura 86 – I Imagem 3D do molhe de Imbituba.**



**Figura 87 – Imagem 3D do molhe de Imbituba.**



**Figura 88 – Imagem 3D do molhe de Imbituba.**



**Figura 89 – Imagem 3D do molhe de Imbituba**

## 1.5.8. Equipamentos Utilizados

### 1.5.8.1. Aéreo Não Tripulado (VANT)

O veículo aéreo não tripulado (VANT) utilizado neste trabalho foi o modelo Phantom 4 PRO, da DJI (Figura 86) e dispõe de um sensor CMOS de 1" com 20mp, sendo capaz de efetuar imagens com resolução de 5472x3648.

| Características                              | Especificação                                                                                                  |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Peso (incluindo bateria e hélices)           | 1388 g                                                                                                         |
| Máxima Velocidade de Decolagem               | Modo S: 6m/s   Modo P: 5m/s                                                                                    |
| Máxima Velocidade de Descida                 | Modo S: 4m/s   Modo P: 3m/s                                                                                    |
| Máxima Velocidade                            | 72 km/h (modo S)   58 km/h (modo A)   50 km/h (modo P)                                                         |
| Temperatura de Funcionamento                 | 0º a 40º C                                                                                                     |
| Teto Máximo de Serviço Acima do Nível do Mar | 6000 m                                                                                                         |
| Tempo de Voo Máximo                          | Aprox. 30 minutos                                                                                              |
| Temperatura de operação                      | 0º a 40º C                                                                                                     |
| Sistemas de Posicionamento por Satélite      | GPS / GLONASS                                                                                                  |
| Faixa de precisão do GPS                     | Vertical: $\pm 0,1$ m (com posicionamento da visão); $\pm 0,5$ m (Com Posicionamento GPS)                      |
|                                              | Horizontal: $\pm 0,3$ m (com posicionamento da visão); $\pm 1,5$ m (Com Posicionamento GPS)                    |
| Sensor                                       | 1" CMOS; Pixels efetivos: 20MB                                                                                 |
| Lente                                        | FOV (campo de visão) 84°, 8,8mm / 24 mm (formato equivalente a 35 mm),<br>FOV (campo de visão) 84°, 8,8mm / 24 |
| Tamanho máximo da imagem                     | 3:2 Relação de aspecto: 5472 × 3648                                                                            |
|                                              | 4:3 Relação de aspecto: 4864 × 3648                                                                            |
|                                              | 16:9 Relação de aspecto: 5472 × 3078                                                                           |

Por ser um modelo quadricóptero, o Phantom 4 PRO, em conjunto com seu sistema de GPS/GLONASS integrado, consegue empregar uma estabilidade e precisão que são essenciais na aquisição de imagens para o mapeamento aéreo.



**Figura 90 – Phantom 4 PRO.**

### **1.5.8.2. Aquisição dos dados de Voo**

#### **1.5.8.2.1. Decolagem**

A primeira etapa que antecede a decolagem é a montagem do equipamento, e posteriormente, a realização da calibragem da bússola do VANT. Em seguida, o VANT é posicionado em um local descampado de modo a evitar quaisquer obstáculos nos procedimentos de decolagem e aterrissagem.



**Figura 91 – Montagem do equipamento.**

Com o auxílio do software de voo DroneDeploy, o VANT demarca um local de pouso programado que possibilita o seu retorno automático ou manual em caso de incidentes, esse local é conhecido como *home point*.



**Figura 92 – Memorização do ponto de decolagem.**

Após a marcação do *home point*, o VANT inicia um processo de checklist autônomo antes de autorizar a decolagem.



**Figura 93 – Etapa de decolagem.**

### 1.5.8.2.2. Processamento de Dados

Para a realização do processamento das imagens geradas pelo VANT foi empregado o uso do software PhotoScan, da Agisoft.

Nesta etapa do trabalho foram incluídos os *ground points control* já processados. O fluxo de trabalho segue a cronologia descrita abaixo:

- Inclusão das imagens
- Configuração da Zona de trabalho
- Alinhamento das imagens
- Inclusão dos *ground point control*
- Alinhamento das imagens
- Construção de nuvem de pontos
- Construção de malha
- Construção de textura
- Construção de modelo
- Construção de modelo digital de elevação
- Construção de ortomosaico

### 1.5.8.2.3. Rastreamento pelo Método RTK dos GPC

O equipamento utilizado para a aquisição dos dados de rastreamento foi o Hiper V, da Topcon (Figura 94). O Hiper V é um receptor GNSS de alta performance desenvolvido para aplicações de base e móvel, detendo de uma grande flexibilidade e acurácia, maximizando os resultados de posicionamento do levantamento aerofotogramétrico.



**Figura 94 – Processador e antena Hiper V GNSS Receiver.**

| CARACTERÍSTICA                           | VALORES                                                  |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Precisão de Posicionamento RTK (L1 + L2) | H: 5mm + 0,5ppm<br>V: 10mm + 0,8ppm                      |
| Taxa de dados                            | 5/20/50 Hz                                               |
| Fonte de alimentação                     | Bateria recarregável de Li-íon, removível, 7,2 V; 4,3 Ah |
| Nº mínimo de satélites                   | 4 sats                                                   |
| Número de canais                         | 226 canais com tecnologia de rastreamento universal      |

#### **1.5.8.2.4. Documentos Cartográficos Produzidos**

##### **1.5.8.2.4.1. Plantas Altimétricas**

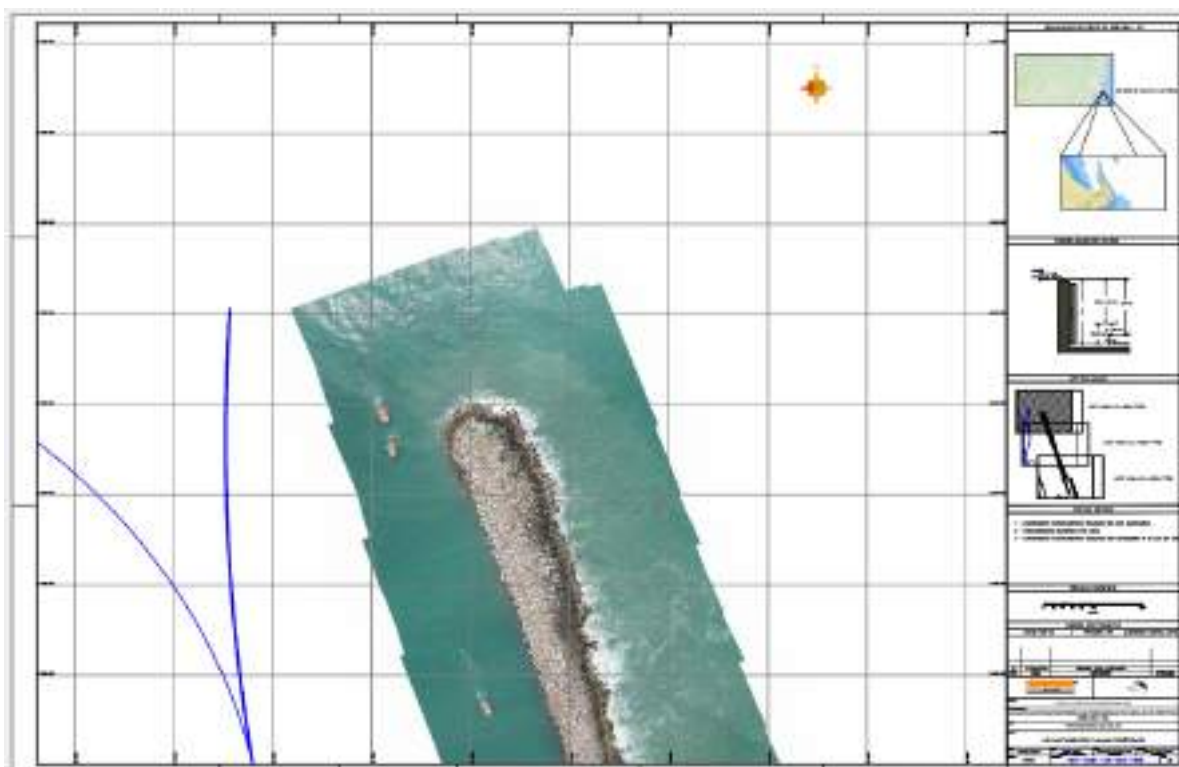
Após o processamento dos dados, foram confeccionadas quatro plantas planialtimétricas, na escala de 1:500 no formato A1 da ABNT, na projeção UTM do sistema de GAUSS.

Nessas plantas estão representadas as altimetrias, em metros e decímetros.

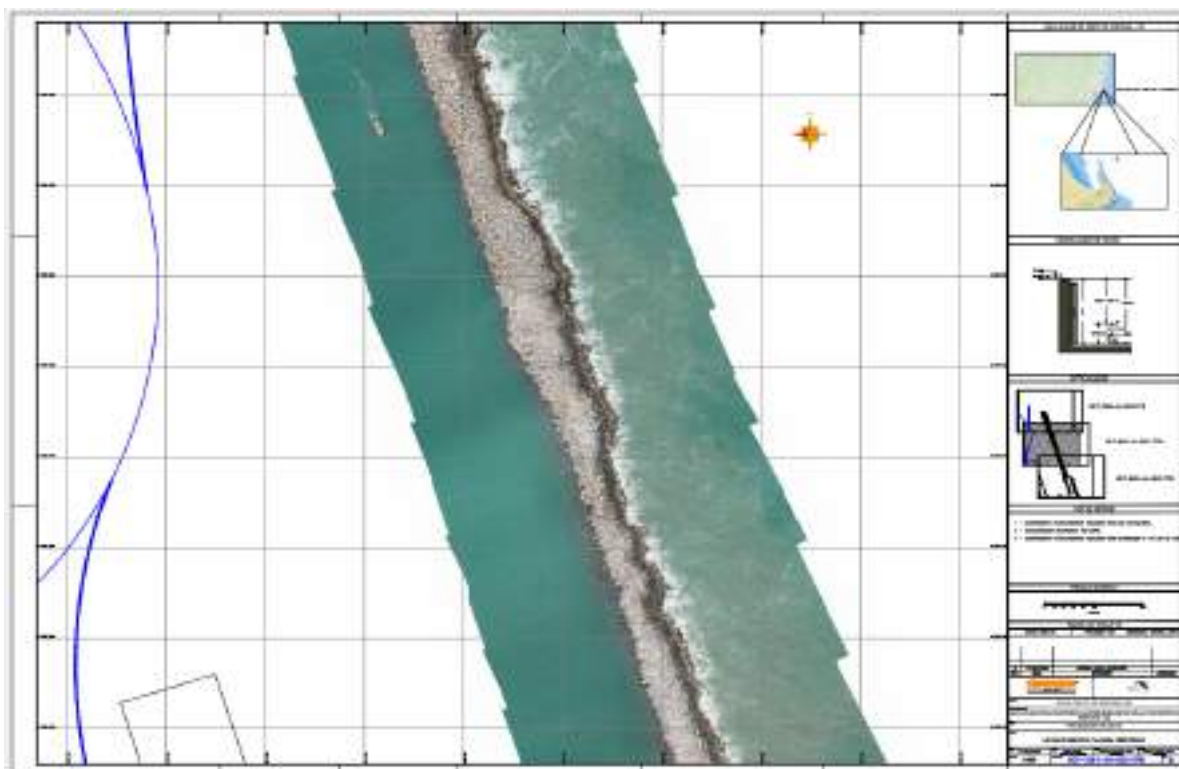
As plantas atendem pelos nomes abaixo mencionados, seguindo a divisão por suas respectivas áreas:

| RELAÇÃO DE PLANTAS ALTIMÉTRICAS |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| ÁREA                            | NOME                |
| MOLHE PORTO DE IMBITUBA         | HDT-1061-24-001-TPB |
|                                 | HDT-1061-24-002-TPB |
|                                 | HDT-1061-24-003-TPB |
|                                 | HDT-1061-24-004-TPB |

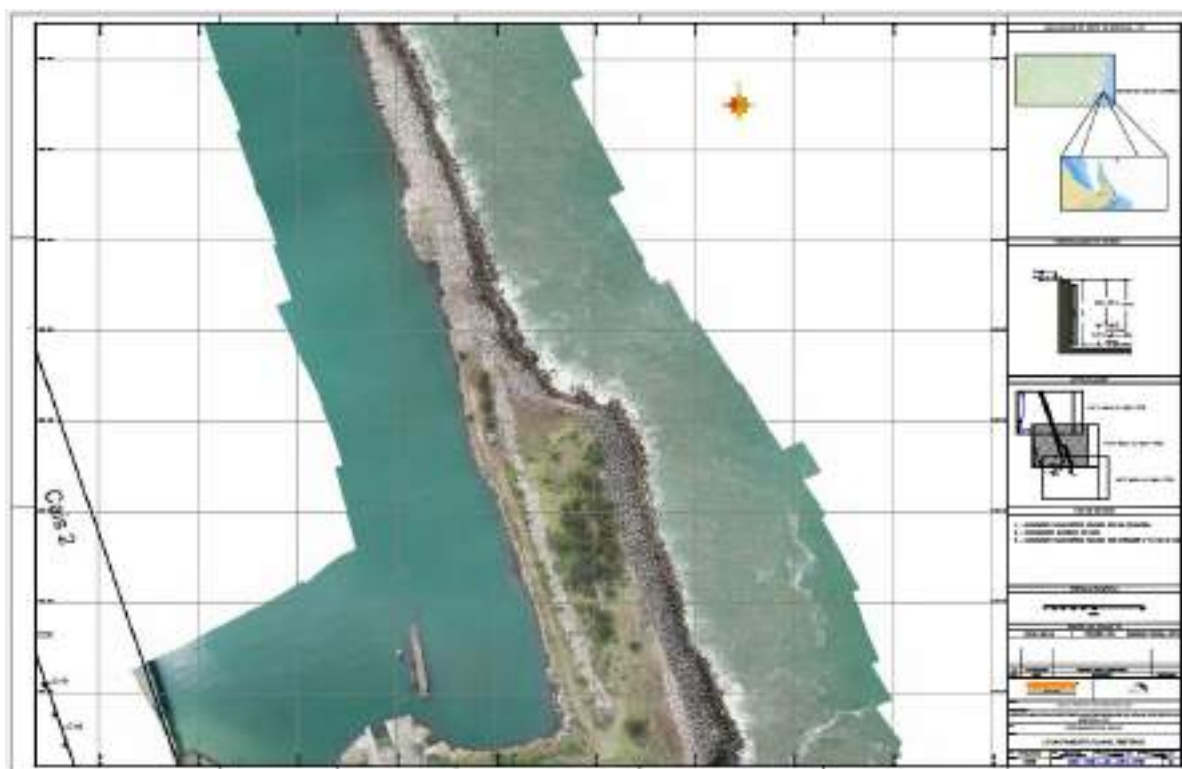
- HDT-1061-24-001-TPB, na escala de 1:500



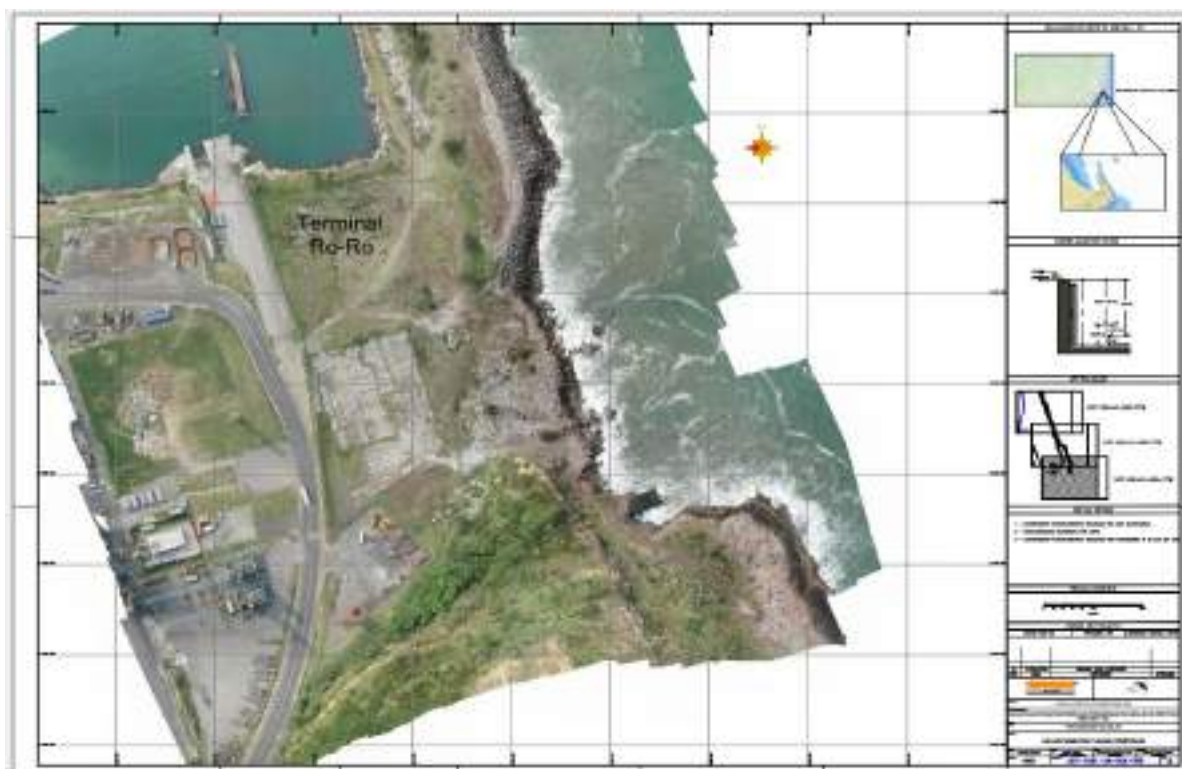
- HDT-1061-24-002-TPB, na escala de 1: 500.



- HDT-1061-24-003-TPB, na escala de 1: 500.



- HDT-1061-24-004-TPB, na escala de 1: 500.



## 1.6. LEVANTAMENO GEOFÍSICO DA ÁREA EM FRENTE AO MOLHE

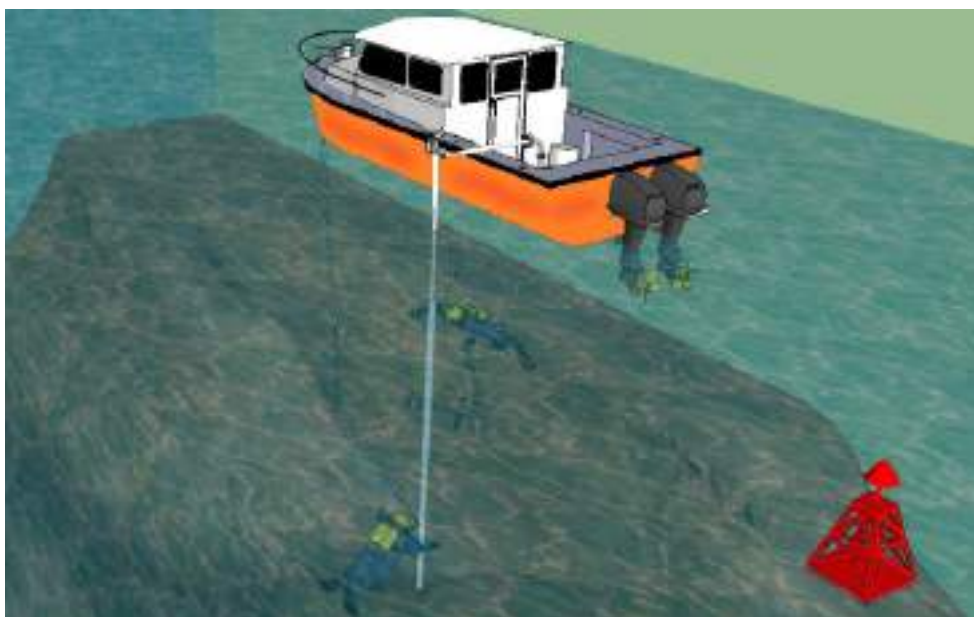
### 1.6.1. Informações Gerais

Foram realizados levantamentos com sistema monofeixe de 33kHz e sondagem submersa por Jet Probe, na área em frente ao molhe com o objetivo principal de determinar se há rochas existente no local.

### 1.6.2. Levantamento Jet Probe

O método de sondagem Jet Probe, usando mergulhadores, consiste na cravação de uma haste com jatos de água até a profundidade de projeto ou até atingir o impenetrável para o sistema, utilizando o seguinte critério: elevando o sistema de circulação de água (trepano com as hastes de 1"Ø) a uma altura de aproximadamente 30 cm, e durante a sua queda imprimir manualmente um movimento de rotação na coluna de hastes.

Essa operação foi efetuada por um técnico abordo e por mergulhadores que posicionam os tubos nos locais de interesse. A embarcação era posicionada com o auxílio do dgps nas coordenadas do projeto e em seguida, lançava uma poita amarrada a uma bóia, marcando o local preciso do furo. Foram realizados 5 furos até encontrar o material impenetrável ou atingir a cota de projeto.



**Figura 95 – Imagem Ilustrativa da operação com Jet Probe.**

### 1.6.2.1. Sistema de Posicionamento

Para o preciso posicionamento da embarcação, nas coordenadas de projeto, foi utilizado o DGPS TechGeo modelo GTR-G2 (Figura 96) que fornece, em tempo real, o serviço GNSS de alta precisão do Marinestar, ao qual garante, precisões menores que 10 cm, em frequências de atualização da posição de até cinco vezes por segundo, dispensando o guarnecimento da estação-base e, conseqüentemente, de qualquer apoio topográfico.



**Figura 96 – Processador e antena GTR-G2™**

As principais características do GTR-G2™ são mostradas na tabela abaixo:

**Características do DGPS GTR-G2™**

| CARACTERÍSTICA                       |                   | VALORES      |           |
|--------------------------------------|-------------------|--------------|-----------|
| Posição                              | Fugros Marinestar | Horizontal:  | 10 cm 95% |
|                                      |                   | Vertical:    | 15 cm 95% |
| Taxa de dados                        |                   | 5/20/50 Hz   |           |
| Voltagem de entrada                  |                   | +9 a +28 VDC |           |
| nº mínimo de satélites               |                   | 4 sats       |           |
| Tempo para Primeira Fixação (frio)   |                   | 60s          |           |
| Tempo para Primeira Fixação (quente) |                   | 35s          |           |

As coordenadas geográficas adquiridas foram referenciadas ao Datum WGS-84 e convertidas para projeção UTM (Zona 22S), meridiano central de 51° W. O posicionamento dos pontos levantados foi pré-estabelecido de acordo com o Termo de Referência, conforme a tabela abaixo e a imagem seguinte (Figura 97):

**Posicionamento dos furos Jet Probe**  
**PONTOS FUROS JET PROBE IMBITUBA**

| PONTOS | ESTE   | NORTE   | LATITUDE      | LONGITUDE      |
|--------|--------|---------|---------------|----------------|
| JP-01  | 730365 | 6876023 | 28° 13.293' S | 048° 39.155' W |
| JP-02  | 730365 | 6876066 | 28° 13.269' S | 048° 39.156' W |
| JP-03  | 730375 | 6876148 | 28° 13.255' S | 048° 39.151' W |
| JP-04  | 730437 | 6876358 | 28° 13.111' S | 048° 39.116' W |
| JP-05  | 730526 | 6876585 | 28° 12.987' S | 048° 39.064' W |



**Figura 97 – Localização dos Furos Jet Probe.**

A tabela seguinte mostra a cota batimétrica referente a cada furo, a penetração da haste e a cota atingida.

**Furos Jet Probe**  
**PONTOS FUROS JET PROBE IMBITUBA**

| PONTOS | COTA<br>BATIMÉTRICA<br>(m) | PENETRAÇÃO<br>(m) | COTA DE<br>INTERRUPÇÃO<br>DO FURO (m) |
|--------|----------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| JP-01  | 12.70                      | 6.00              | 18.70                                 |
| JP-02  | 13.10                      | 6.00              | 19.10                                 |
| JP-03  | 14.50                      | 6.00              | 20.50                                 |
| JP-04  | 14.80                      | 6.00              | 20.80                                 |
| JP-05  | 14.80                      | 6.00              | 20.80                                 |

### 1.6.2.2. Resultado da Sondagem

Dos 5 furos de sondagens predeterminados, foi possível executar todos em suas respectivas coordenadas.

Abaixo seguem as Fichas Descritivas dos furos Jet Probe realizados.

[illegible]

| <b>HIDROTOPO®</b>                       |                   | <b>DESCRIÇÃO DE FURO JET PROBE</b> |            |
|-----------------------------------------|-------------------|------------------------------------|------------|
| CLIENTE:                                | SCPAR-SC          | PROJETO                            | 1061-24    |
| LOCAL:                                  | PORTO DE IMBITUBA | DATUM:                             | WGS 84     |
| ÁREA:                                   | CANAL             | DATA:                              | 19/11/2024 |
| POSICIONAMENTO DO FURO                  |                   | LÂMINA D'ÁGUA:                     | 13,10m     |
| E: 730370                               | N: 6876081        | PROFUNDIDADE ATINGIDA:             | 19,10m     |
| DESCRIÇÃO DOS SEDIMENTOS                |                   | PERFIL GEOLOGICO                   |            |
| 0,00 a 13,10m - Lâmina d'água.          |                   | DHN N.A.                           |            |
| 13,10 a 15,10m - Argila com areia fina. |                   | 13,10 Lâmina d'água                |            |
| 15,10 a 16,10m - Cascalho fino.         |                   | 15,10 Argila com areia fina        |            |
| 16,10 a 19,10m - Areia fina.            |                   | 16,10 Cascalho fino                |            |
|                                         |                   | 19,10 Areia fina                   |            |
|                                         |                   | Interrupção do furo                |            |
| FISCALIZAÇÃO                            |                   | ESCALA TÉCNICA                     | 1:100      |
|                                         |                   | POSL                               | 02 de 05   |

[illegible]

[illegible]

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DESCRIÇÃO DE FURO JET PROBE                                                                                                                                                                                       |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|---------------|--|---------------|-------|--|--|------------|-------|--|---------------------|--|
| CLIENTE:                                                                          | SCPAR-SC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PROJETO                                                                                                                                                                                                           | 1061-24    |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| LOCAL:                                                                            | PORTO DE IMBITUBA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | DATUM:                                                                                                                                                                                                            | WGS 84     |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| ÁREA:                                                                             | CANAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DATA:                                                                                                                                                                                                             | 19/11/2024 |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| POSICIONAMENTO DO FURO                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | LÂMINA D'ÁGUA:                                                                                                                                                                                                    | 14,80m     |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| E: 730527                                                                         | N: 6878592                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | PROFUNDIDADE ATINGIDA:                                                                                                                                                                                            | 20,00m     |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| DESCRIÇÃO DOS SEDIMENTOS                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | PERFIL GEOLÓGICO                                                                                                                                                                                                  |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| 0,0 a 14,80m - Lâmina d'água.                                                     | <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 100%; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px);"></div> <div style="margin-left: 10px;"> <p style="text-align: center;">DHN N.A.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">14,80</td> <td>Lâmina d'água</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td>Cascalho fino</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">17,80</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td>Areia fina</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20,80</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Interrupção do furo</td> </tr> </table> </div> </div> |                                                                                                                                                                                                                   |            | 14,80         | Lâmina d'água |  | Cascalho fino | 17,80 |  |  | Areia fina | 20,80 |  | Interrupção do furo |  |
| 14,80                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            | Lâmina d'água |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            | Cascalho fino |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| 17,80                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            | Areia fina    |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| 20,80                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| Interrupção do furo                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| 14,80 a 17,80m - Cascalho fino.                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| 17,80 a 20,80m - Areia fina.                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |
| FISCALIZAÇÃO                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>                         ESCALA: 1:100                     </div> <div>                         PÁG. 05 de 05                     </div> </div> |            |               |               |  |               |       |  |  |            |       |  |                     |  |

### 1.6.2.3. Documentos Cartográficos Produzidos

Foi confeccionada uma planta de posicionamento dos furos jet probe, desenho nº **HDT-1061-24-001-POS-JP**, na escala de 1:2000 no formato A0 da ABNT, na projeção UTM do sistema de GAUSS.

### 1.6.2.4. Comentários Finais

Após a execução dos quatorze furos de amostragem propostos, os sedimentos encontrados mostrou-se predominante arenosos com intercalações de camadas de cascalho fino.

Na maioria dos furos, a penetração da haste foi possível com a rotação manual da mesma, sendo que por vezes foi necessário “socar” a haste (cascalho fino).

Valendo-se da experiência da equipe de campo, a quantidade (5 amostras) é suficiente para a caracterização do tipo de sedimentos no local.

Durante todo o período de coleta das amostras, a variação do nível d'água estava sendo monitorada.

### 1.6.2.5. Relatório Fotográfico da Operação Jet Probe



Figura 98 – Embarcação “Vento Sul” utilizada no apoio à realização dos furos JetProbe.

207



Figura 99 – Manobra de descida da embarcação na Praia do Porto.



Figura 100 – Motor bomba utilizado.



Figura 101 – Haste utilizada para a realização do furo.



Figura 102 – Jato d'água que proporciona o avanço da haste nos sedimentos.



Figura 103 – Bóia marcando o posicionamento exato para a realização do furo.



Figura 104 – Mergulhador se preparando para o início do furo.

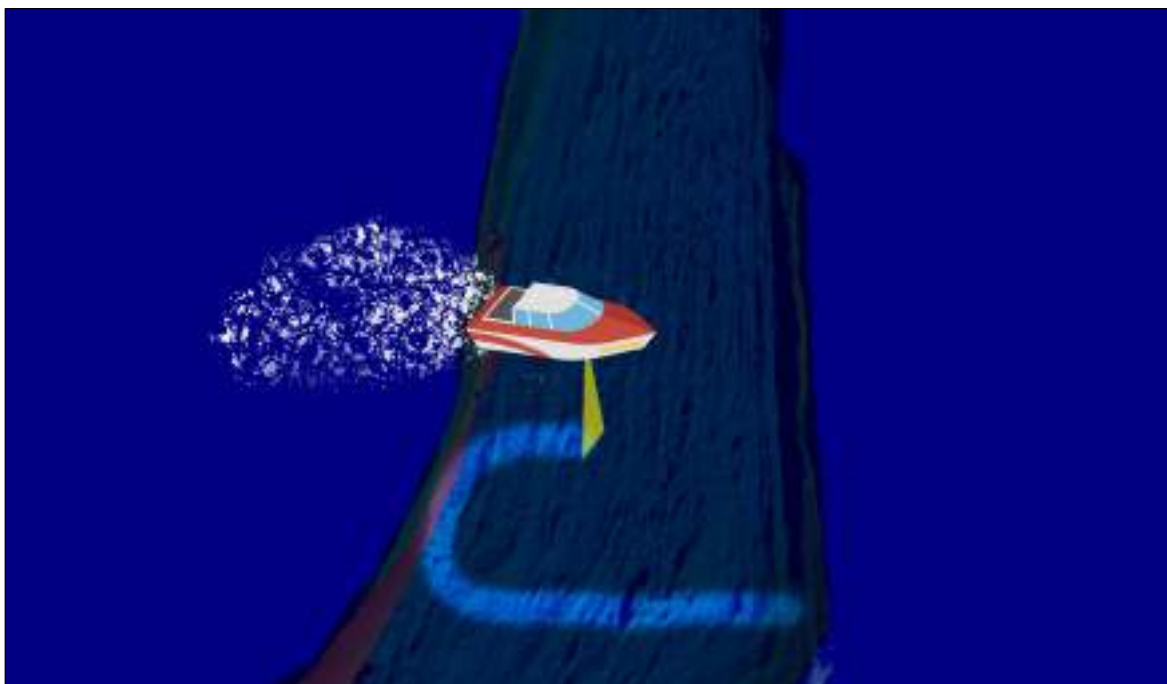


Figura 105 – Descida da haste.

### 1.6.3. Levantamento 33kHz

O levantamento de 33kHz foi realizado na área em frente ao molhe do Porto de Imbituba (Figura 106), esse é método capaz de adquirir dados de profundidade do fundo marinho. A sondagem consiste em navegar com a embarcação dotada de DGPS, compensador de ondas e ecobatímetro monofeixe em linhas planejadas, de forma a cobrir a área de interesse.

Na batimetria monofeixe, apenas um feixe sonoro é emitido, e apenas uma profundidade é obtida em um determinado instante.



**Figura 106 – Esquema de sondagem monofeixe.**

A sondagem foi realizada no fuso horário PAPA (Brasília). Os equipamentos foram montados na embarcação utilizando os seguintes sensores:

- Ecobatímetro Echosound CVM
- DGPS GTR G2
- Sensor de Movimento TSS DMS 05
- Perfilador de velocidade do som AML-3 LGR
- Placa de Aferição

#### **1.6.3.1. Projeto de Linhas de Sondagem**

As linhas de sondagens foram definidas por um projeto desenvolvido pela Hidrotopo no software Hypack, apoiado nas especificações técnicas encaminhadas, permitindo que a embarcação navegasse em seções previamente estabelecidas visando o recobrimento da área de interesse. As linhas regulares estavam espaçadas de 20 em 20 metros transversais ao canal de navegação (Figura 107).



Figura 107 – Localização das linhas de sondagem do sistema monofeixe.

#### 1.6.3.2. Equipamentos Utilizados

##### ▪ ECOBATÍMETRO DIGITAL ECHOTRAC CVM

O ecobatímetro monofeixe possibilita a entrada de dados relativos à velocidade de propagação do som na água relativa ao transdutor. A sonda do transdutor instalado na embarcação emite um feixe de ondas sonoras (frequência de 33kHz) transmitida verticalmente, atravessando o meio líquido até atingir o fundo submerso e se reflete, retornando à superfície, onde é detectado por um receptor. O tempo decorrido entre a emissão do sinal e a recepção do eco refletido do fundo submerso é convertido em profundidade.

Para obtenção dos dados de batimetria, foi utilizado o ecobatímetro monofeixe Echotrac CVM (Figura 108), da Teledyne Odom Hydrographic.



**Figura 108 – Ecobatímetro Echotrac CVM e Transdutor Odom Hydrographic OTSBB200/24-4/20.**

As principais características do ecobatímetro Echotrac CVM são mostradas na tabela abaixo:

| Características principais do ecobatímetro monofeixe CVM. |                            |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------|
| ESPECIFICAÇÕES DO CVM                                     |                            |
| Registro digital                                          |                            |
| Frequência:                                               | High 200kHz e Low 33kHz    |
| Resolução:                                                | 0.01m                      |
| Precisão:                                                 | 200kHz 0.01m / 33kHz 0.10m |

#### ▪ SENSOR DE MOVIMENTO TSS DMS - 05

O sensor de movimento TSS DMS 05 (Figura 109) é utilizado para prover informações relacionadas com a atitude da embarcação de sondagem, tais como balanço (roll), caturro (pitch) e afundamento (heave), que combinam dados de GPS com sensores inerciais, de forma a garantir a precisão das informações do ecobatímetro Echotrac CVM, o que possibilita atingir os padrões da Organização Hidrográfica Internacional (OHI).



**Figura 109 – Sensor TSS DMS-05.**

As principais características do sensor TSS DMS-05 são mostradas na tabela abaixo:

| <b>Características do sensor de movimento TSS DMS-05</b> |              |              |
|----------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| CARACTERÍSTICA                                           | VALORES      |              |
|                                                          | Heave        | Pitch e Roll |
| Acurácia Dinâmica                                        | 5cm ou 5%    | 0.05°        |
| Variação Máxima                                          | ±10m         | ±60°         |
| Bandwidth                                                | 0.05 a >30Hz | 0 a 30Hz     |

#### ▪ **PERFILADOR DE VELOCIDADE DO SOM DA COLUNA D'ÁGUA AML-3 LGR**

A onda acústica ao se propagar na coluna d'água sofre uma refração devido às mudanças de temperatura e salinidade. A velocidade da onda pode variar de acordo com o tempo e a profundidade. Para corrigir os possíveis erros no cálculo da profundidade devido às variações acima citadas foi utilizado um perfilador de velocidade do som AML-3 LGR (Figura 110). Perfis de velocidade foram adquiridos durante o levantamento toda vez que era observada a perda na qualidade dos dados por problemas de refração dos feixes externos.



**Figura 110 – AML-3 LGR**

As principais características do sensor AML-3 LGR são mostradas na tabela, a seguir.

| <b>Características do sensor de velocidade do som AML-3 LGR</b> |                |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| CARACTERÍSTICA                                                  | VALORES        |
| Faixa de Velocidade do Som                                      | 1375 a 1625m/s |
| Faixa de Temperatura                                            | -20°C a 45°C   |
| Resolução do sensor                                             | +/- 0.006 m/s  |
| Acurácia do Sensor                                              | +/- 0.025 m/s  |

#### ▪ COMPUTADORES

Para a aquisição de dados foi necessária a utilização de um computador, conectado com os softwares HYPACK e Echart (Figura 111).



**Figura 111 – Computador na operação de Batimetria**

### 1.6.3.3. Procedimentos

#### 1.6.3.3.1. Montagem da Embarcação

- **Embarcação Utilizada**

A embarcação utilizada no levantamento foi o barco “Cmte. Humberto” (Figura 112).

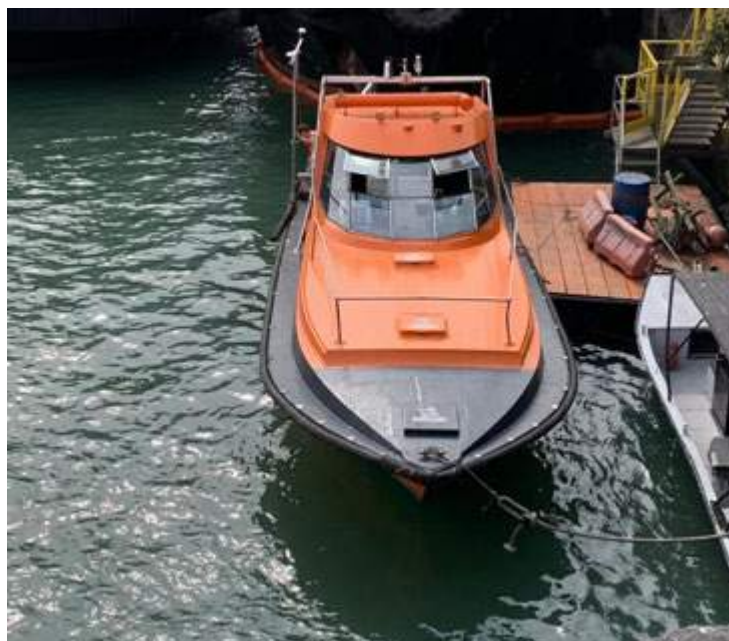


Figura 112 – Embarcação Cmte. Humberto utilizada no levantamento.

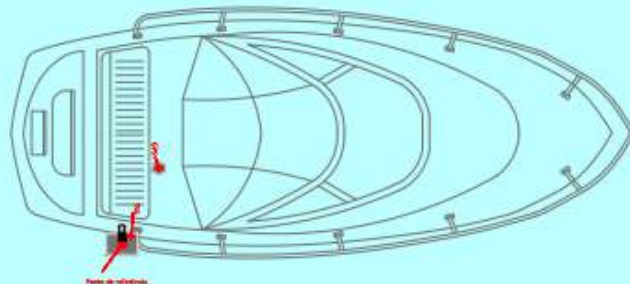
- **Offsets dos Equipamentos na Embarcação**

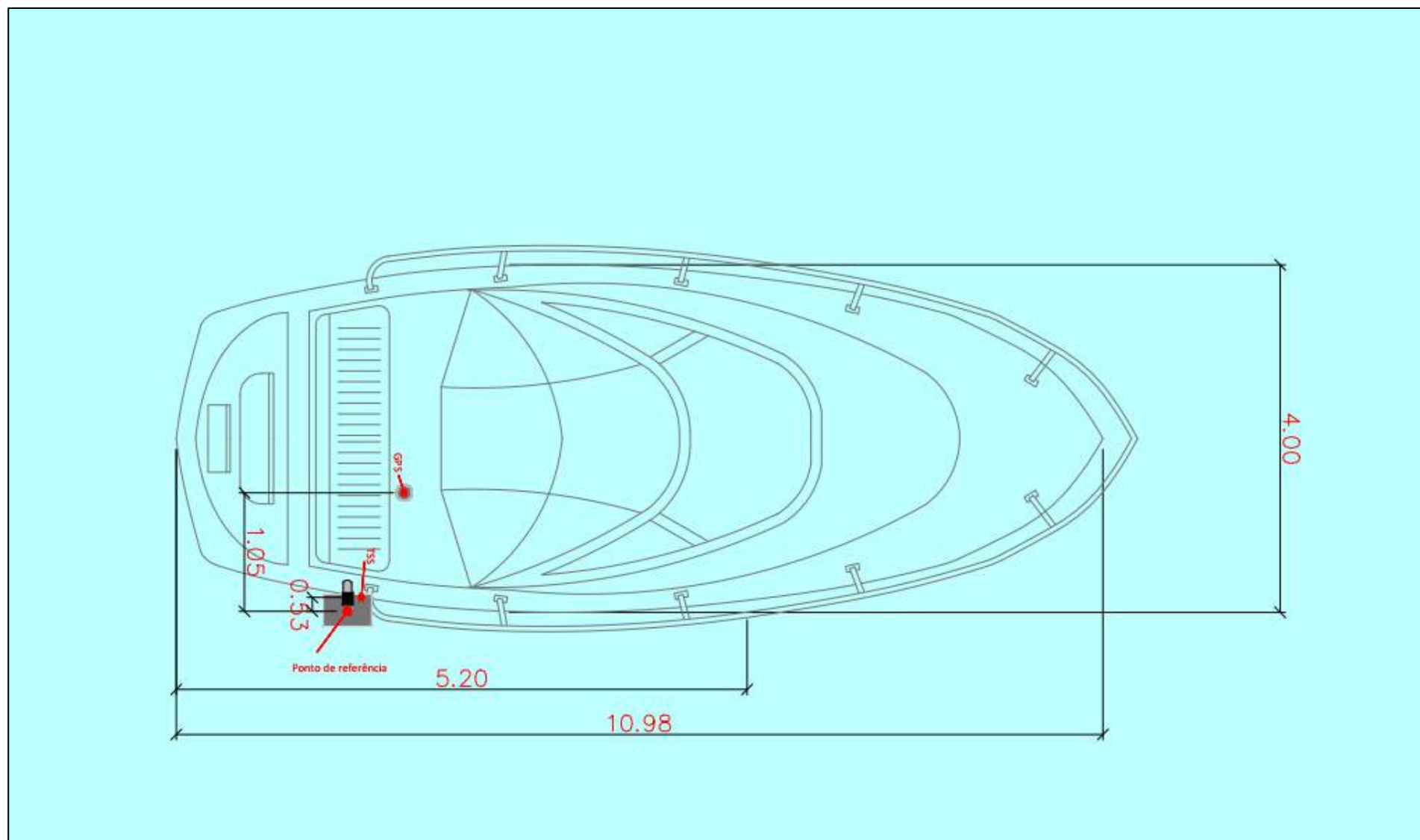
No dia 02/09/2024 foram medidas as distâncias (offsets) entre os equipamentos de forma precisa de modo a minimizar possíveis erros no levantamento batimétrico. Neste levantamento, foi utilizado como ponto de referência o centro acústico do transdutor monofeixe, adotando assim as medidas de X e Y como zero e a medida vertical Z foi mensurada até a linha d'água, sendo está inserida no software Echart. O software Echart, por sua vez, adquire os dados de profundidade e os envia com a devida correção para o software Hypack. Os offsets referentes ao DGPS e o sensor de movimentos foram inseridos diretamente no software Hypack.

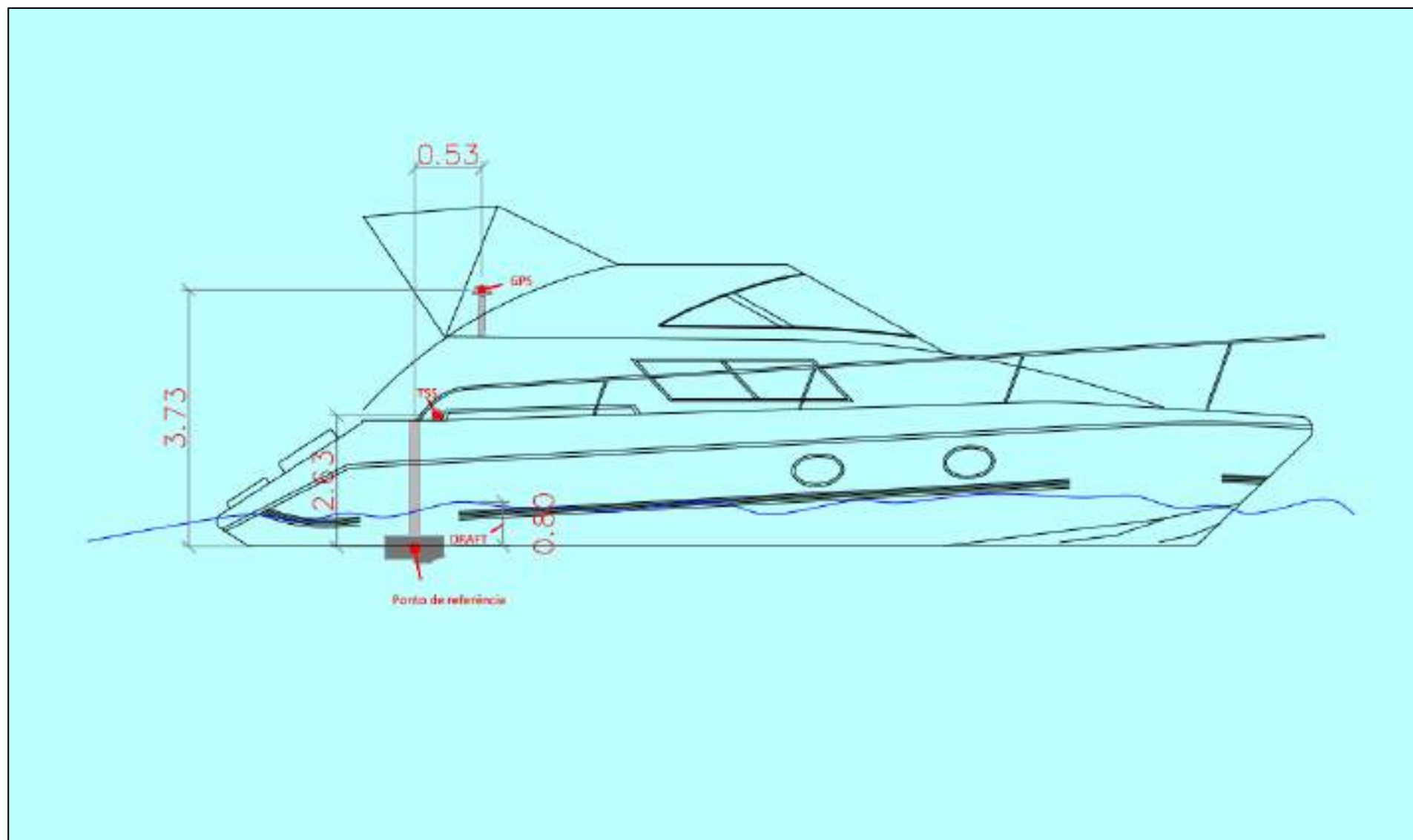
A distância entre a lâmina d'água e o centro do transdutor (draft), foi verificada no início do levantamento, descontando possíveis mudanças no peso da

embarcação, a fim de que a profundidade de imersão do equipamento fosse adicionada à profundidade medida.

A tabela e as imagens abaixo demonstram os offsets e o croqui da montagem dos equipamentos na embarcação, respectivamente.

| Cliente: PORTO DE IMBITUBA                                                         | Localização: IMBITUBA/ SC | Projeto: 1061-24                                                                     | Data: 02/09/2024 | Embarcação: COMTE HUMBERTO |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------|
| <b>OFFSETS DOS EQUIPAMENTOS</b>                                                    |                           |                                                                                      |                  |                            |
| IDENTIFICAÇÃO                                                                      | DESCRIÇÃO                 | X                                                                                    | Y                | Z                          |
| 1                                                                                  | PR - SONAR                | 0.000                                                                                | 0.000            | 0.000                      |
| 2                                                                                  | GPS                       | -1.050                                                                               | 0.530            | -3.730                     |
| 3                                                                                  | TSS                       | -0.130                                                                               | 0.180            | -2.630                     |
|                                                                                    |                           |                                                                                      |                  |                            |
|                                                                                    |                           |                                                                                      |                  |                            |
|                                                                                    |                           |                                                                                      |                  |                            |
|                                                                                    |                           |                                                                                      |                  |                            |
|                                                                                    |                           |                                                                                      |                  |                            |
|                                                                                    |                           |                                                                                      |                  |                            |
| <b>PATCH TEST</b>                                                                  |                           |                                                                                      |                  |                            |
| Latência<br>0.00s (PPS)                                                            | Pitch                     | Roll                                                                                 | Yaw              |                            |
|                                                                                    |                           |                                                                                      |                  |                            |
| <b>CROQUI DA EMBARCAÇÃO</b>                                                        |                           |                                                                                      |                  |                            |
|  |                           |  |                  |                            |
| Observações:<br>Draft: 0.80m                                                       |                           |                                                                                      |                  |                            |





### 1.6.3.3.2. Configuração do Sistema Monofeixe

Nesse levantamento, foi utilizado ecobatímetro monofeixe digital ECHOTRAC CVM e Transdutor OTSBB200/24-4/20, da Teledyne Odom Hydrographic Systems Inc, com abertura angular do feixe de 20°, frequência de 33 kHz. Os dados coletados do transdutor em conjunto com TSS DMS-05, permite atender aos padrões da OHI (Organização Hidrográfica Internacional). Os dados são processados no software Hypack.

O LH foi realizado com linhas regulares que estavam com um espaçamento de 20 em 20 metros e transversais ao canal de navegação, com três linhas de controle longitudinais ao canal.

### 1.6.3.3.3. Execução do Serviço

No início do trabalho foi realizado a calibragem do ecobatímetro para determinação das profundidades precisas.

Ao longo do serviço foram coletados os perfis de velocidade do som na coluna d'água, em intervalos periódicos e quando são observadas mudanças na variação de velocidade do som.

A coleta dos dados batimétricos foi realizada utilizando um sistema de bordo computadorizado, conforme a navegação era direcionada para as linhas de projeto, assim, recobrando toda área solicitada.

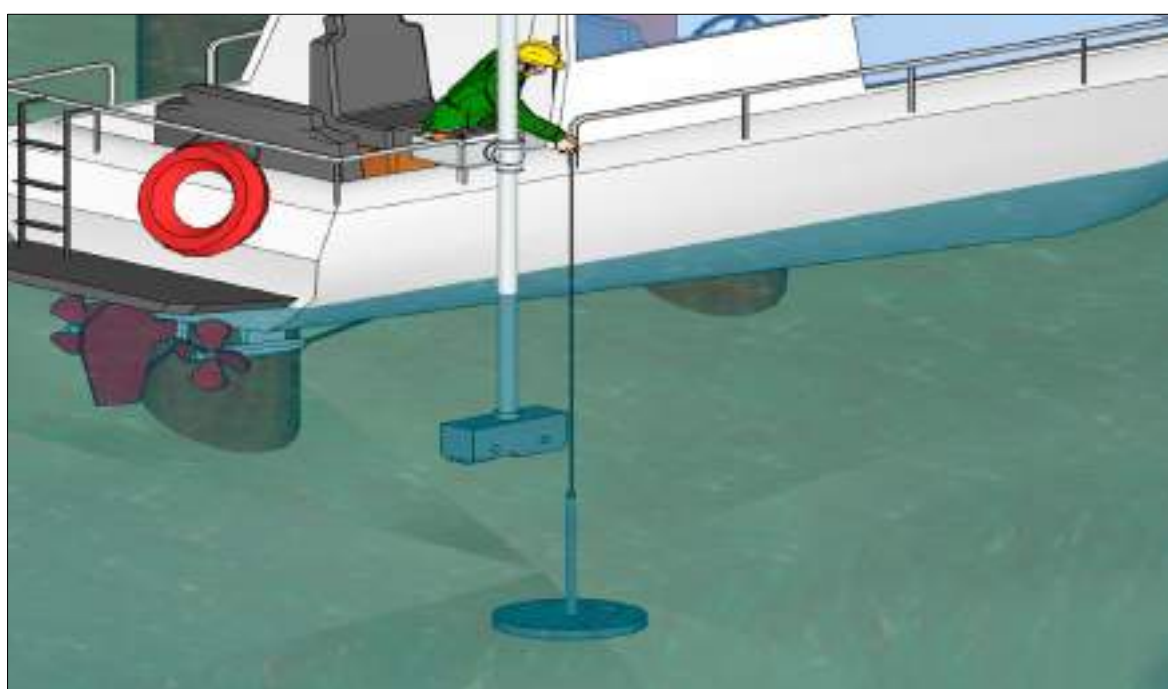
No processamento dos dados foram realizadas análises de controle de qualidade das informações coletadas, descartando quaisquer dados duvidosos.



**Figura 113 – Fluxograma da execução do serviço.**

#### 1.6.3.3.4. Calibragem (Barcheck)

O ecobatímetro foi calibrado, antes e após os dias de batimetria. A calibração do ecobatímetro é realizada através da medição da velocidade do som na coluna d'água, obtida através de um sensor AML-3 LGR associado ao procedimento de barcheck, onde uma placa metálica (Figuras 114 e 115), fixada a um cabo de aço graduado de metro a metro, arriada abaixo do transdutor mergulhado (draft) a 1,00 m do nível d'água. Essa calibragem foi realizada de 2 em 2 metros entre as profundidades de 2 e 8 metros.



**Figura 114 – Ilustração da operação de calibragem.**

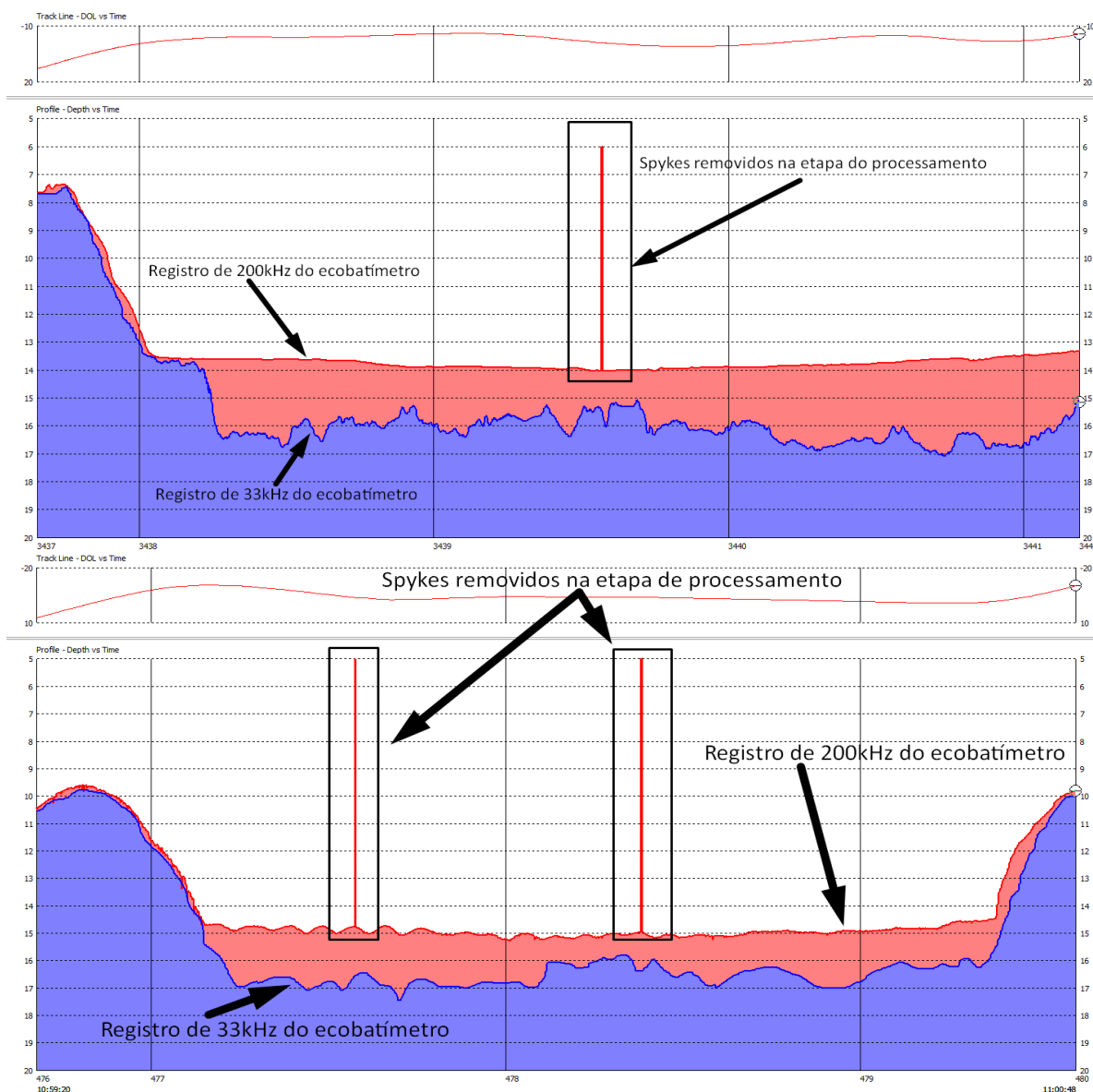


**Figura 115 – Placa de Aferição.**

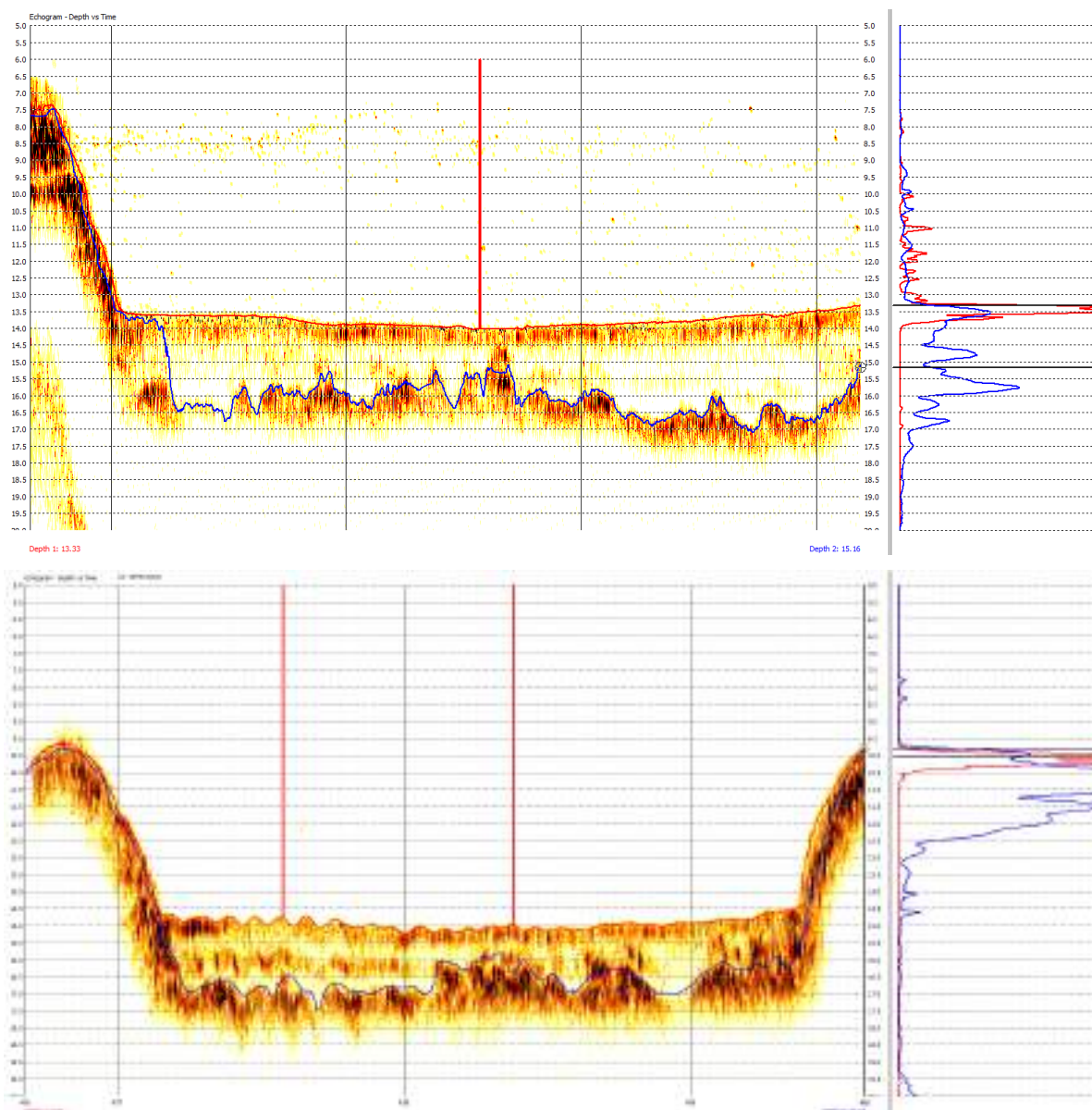
#### **1.6.3.3.5. Processamento de Dados**

Na fase do processamento, no programa HYPACK, utilizou-se a ferramenta Single Beam Editor para retirada dos dados espúrios conforme NORMAM-501/DHN.

Os registros analógicos contínuos do ecobatímetro foram comparados com as profundidades registradas em meio digital, com o objetivo de verificar a coerência e validar o levantamento batimétrico. Ainda na etapa de pré-processamento, os registros foram processados e depurados, através da correção e retirada dos spykes, valores espúrios ou impurezas nos dados armazenados (Figura 116).



**Figura 116 – Exemplos de registros digital do ecobatímetro Odom Echotrac CVM.**



**Figura 117 – Exemplos de registros ecograma do ecobatímetro Odom Echotrac CVM.**

Após o processamento, ainda utilizando programa HYPACK, foi gerado arquivo de profundidades, em metros e centímetros, com espaçamento predefinido e em função da escala da planta e do arquivo de posicionamento.

#### **1.6.3.3.6. Arquivo ASCII**

Os dados do monofeixe foram coletados com objetivo de gerar os arquivos ASCII de XYZ e a imagem do *grid* batimétrico (Figura 118) e das linhas de controle apresentados como forma de plantas batimétricas.

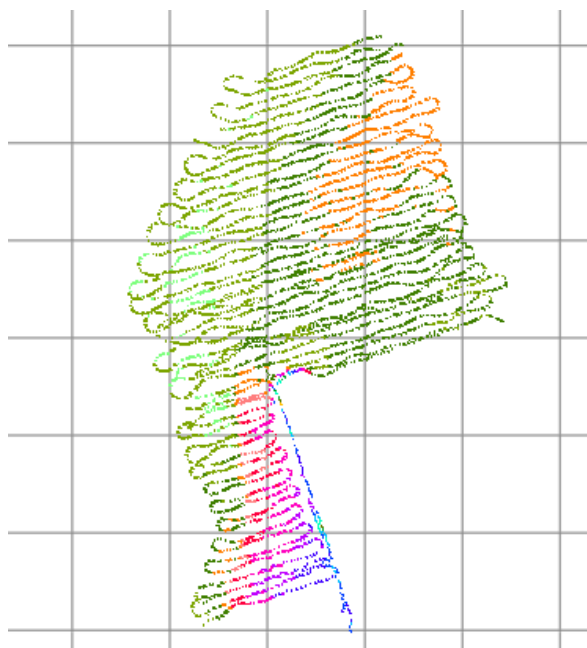


Figura 118 – XYZ gerado no programa AutoCad.

#### 1.6.3.4. Análise dos Perfis do Levantamento de 33kHz

Para realização dos perfis foi utilizado o software Hypack, levantamento realizado em 02/09/2024. Nesse levantamento está sendo apresentado as seções a cada 20m.

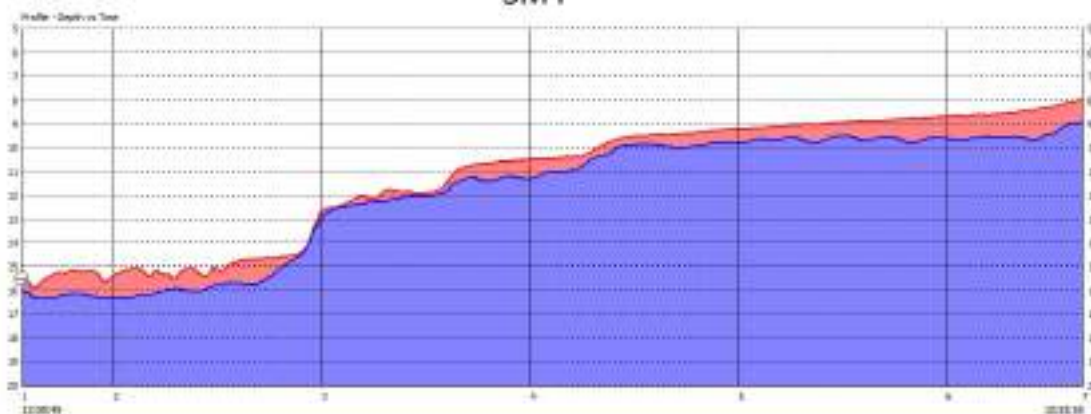
Os perfis estão sendo apresentados abaixo:



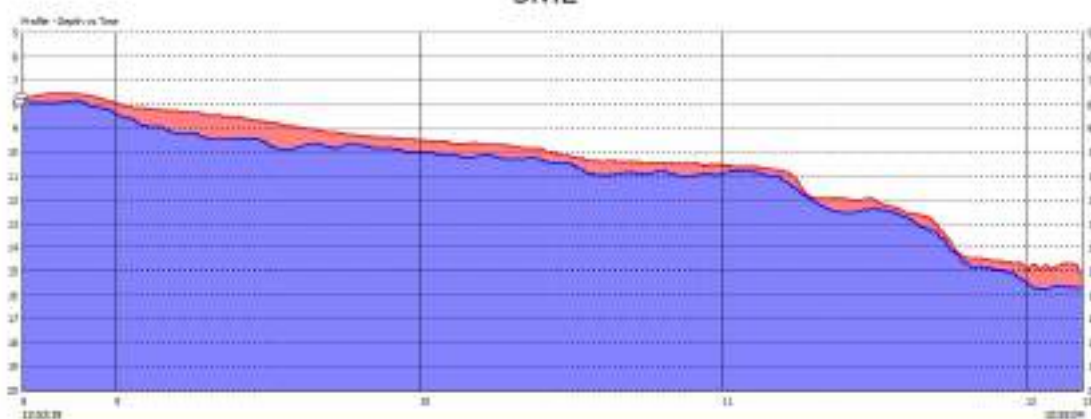
03\_1557



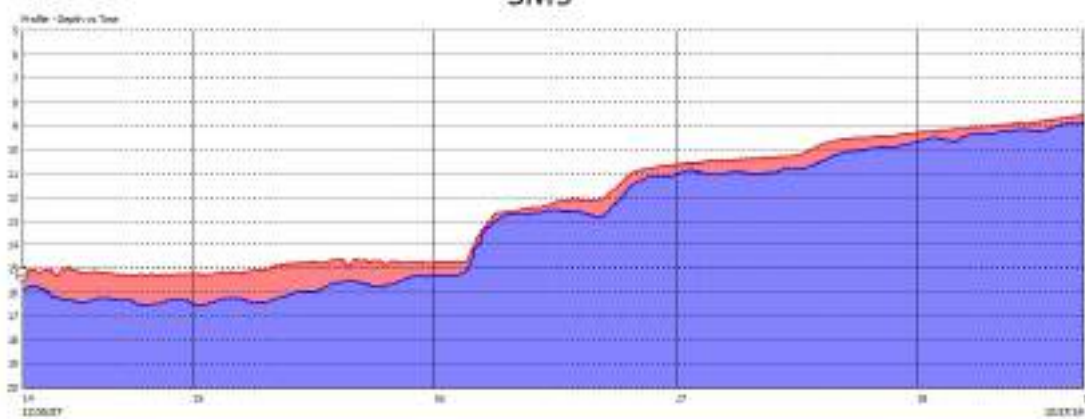
SM1



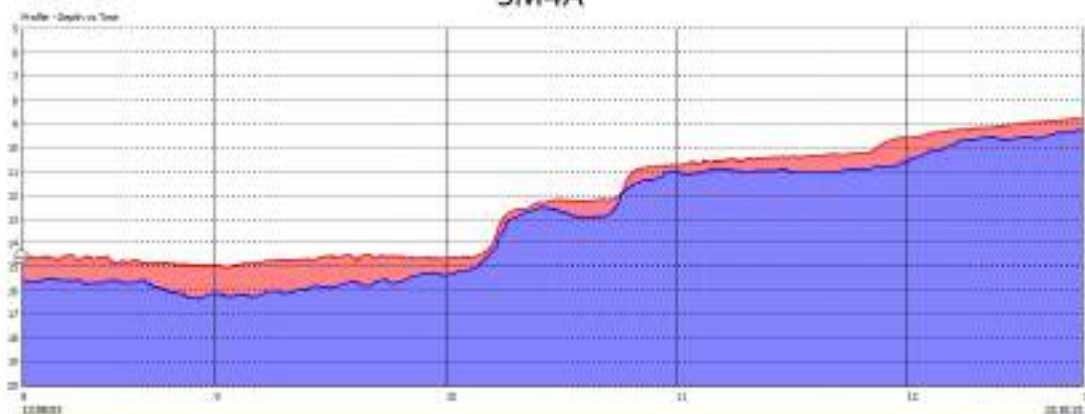
SM2



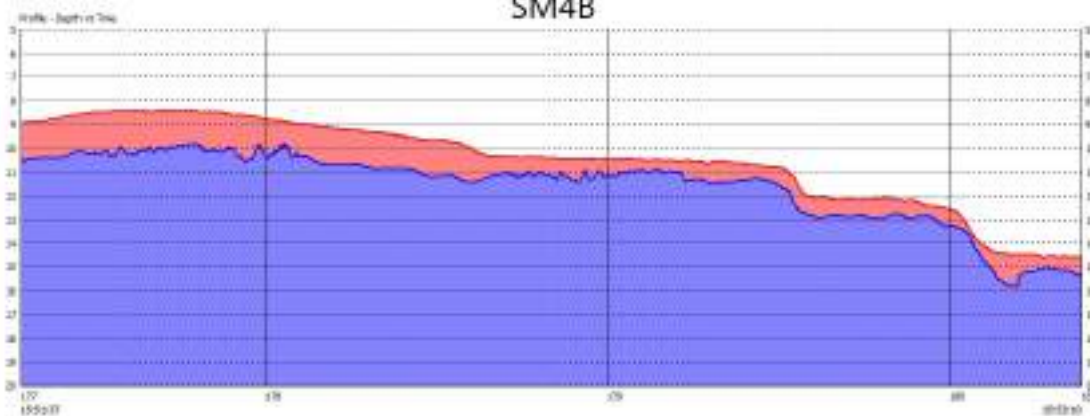
SM3

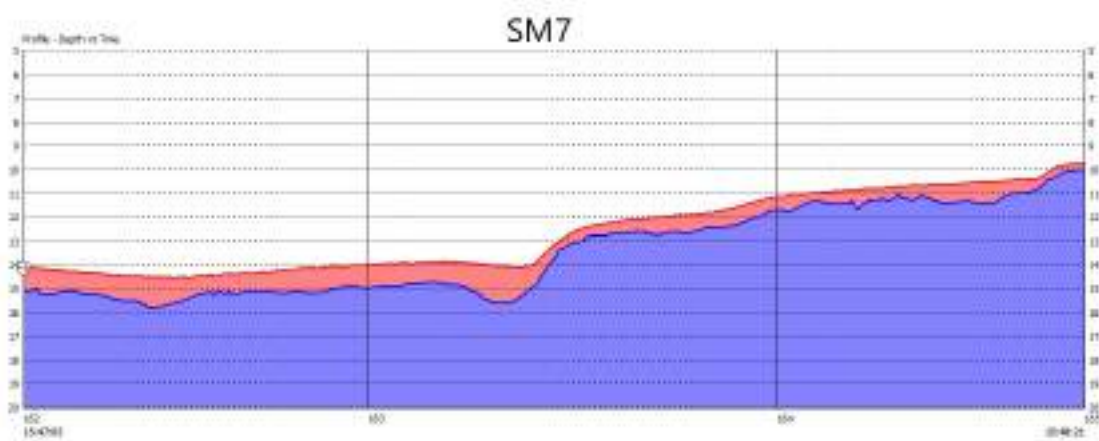
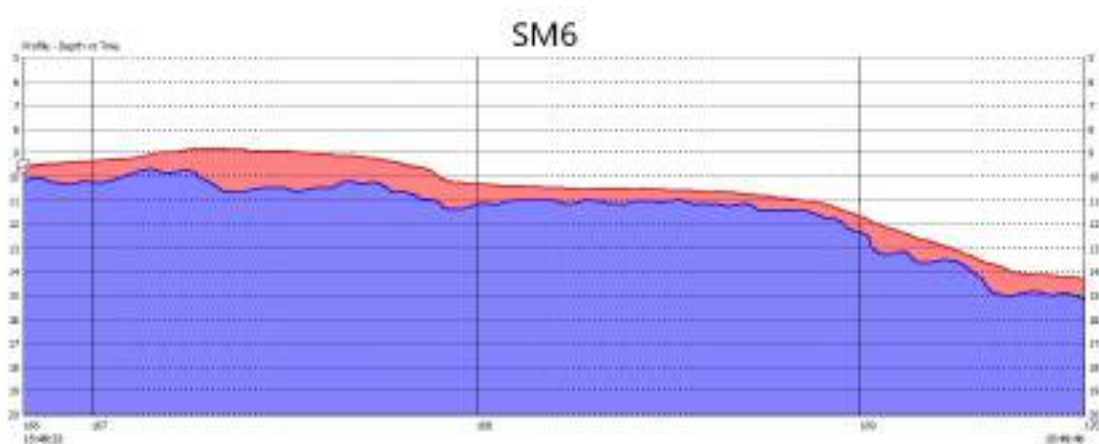
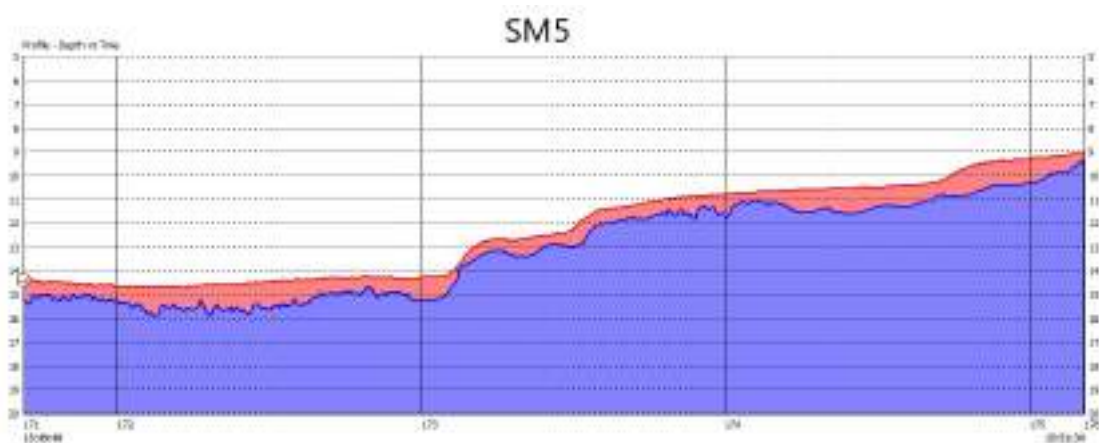


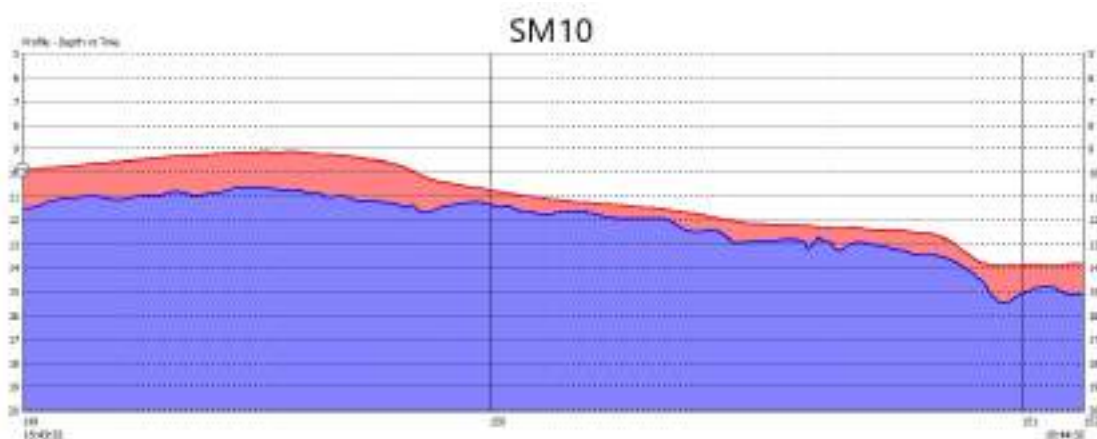
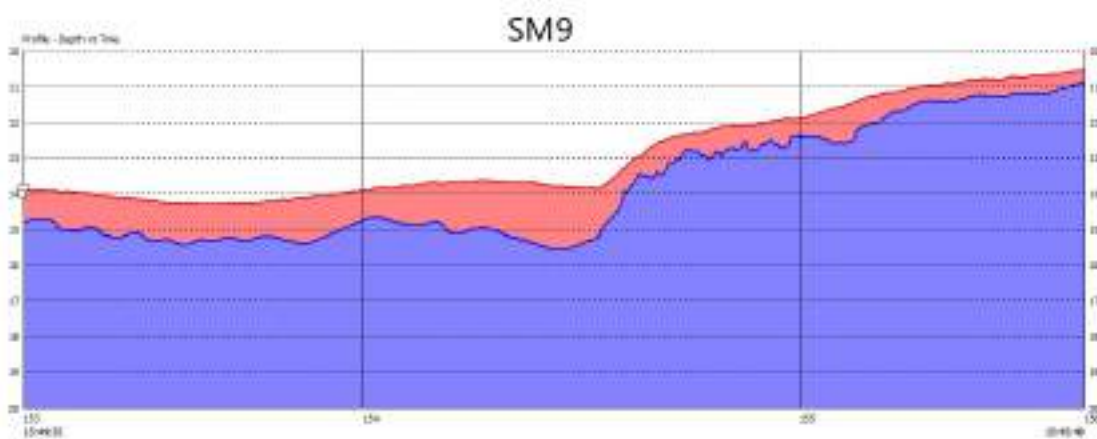
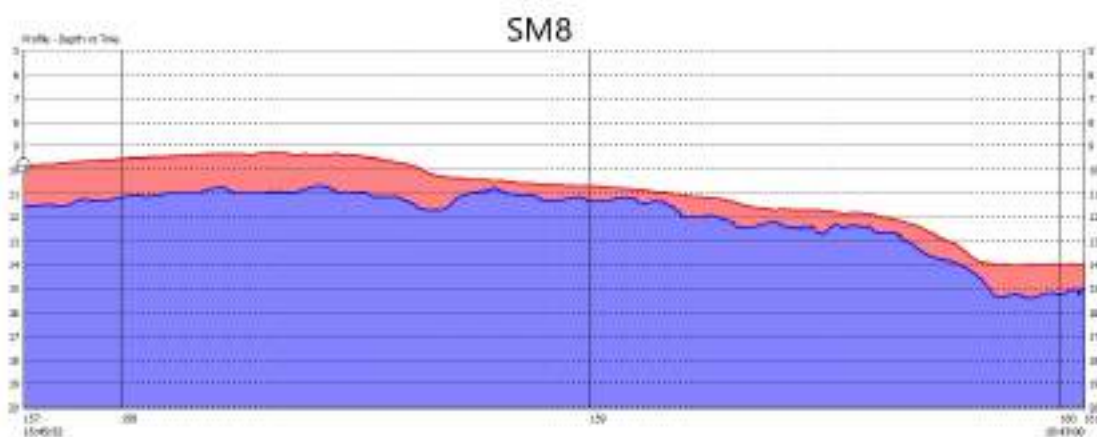
SM4A

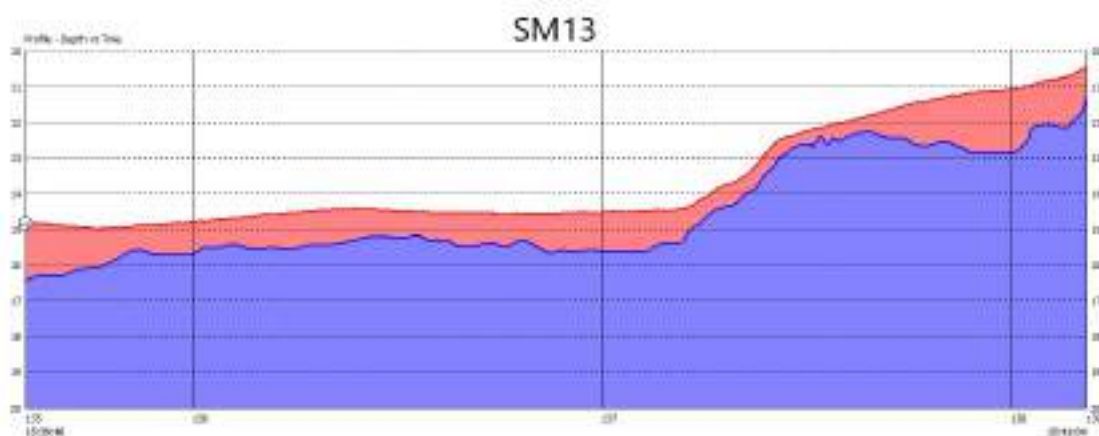
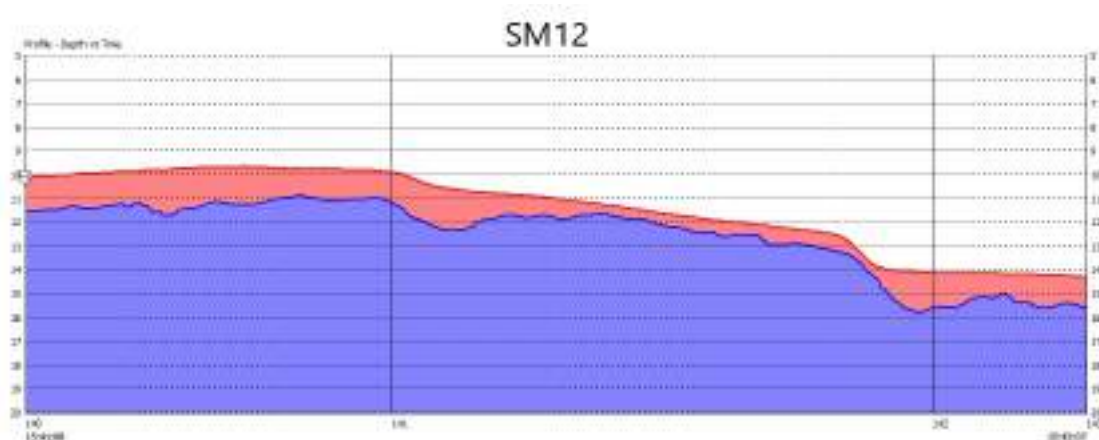
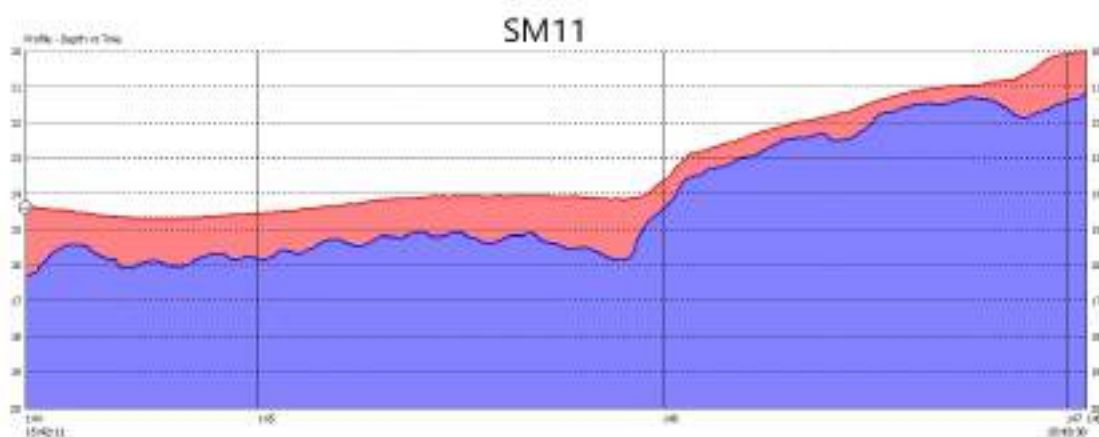


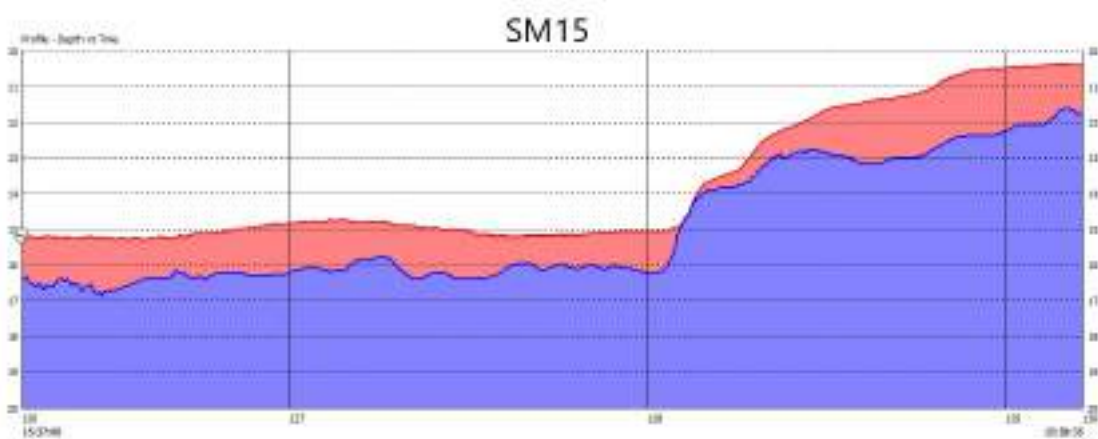
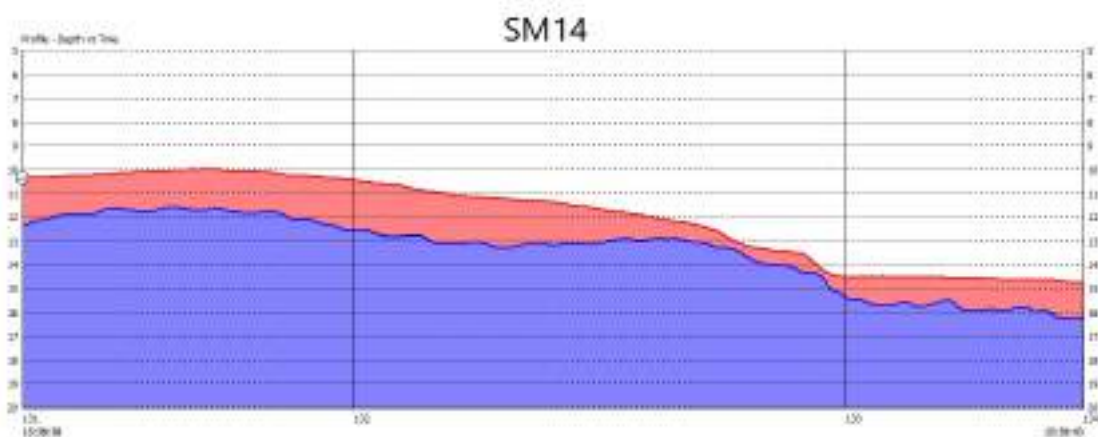
SM4B

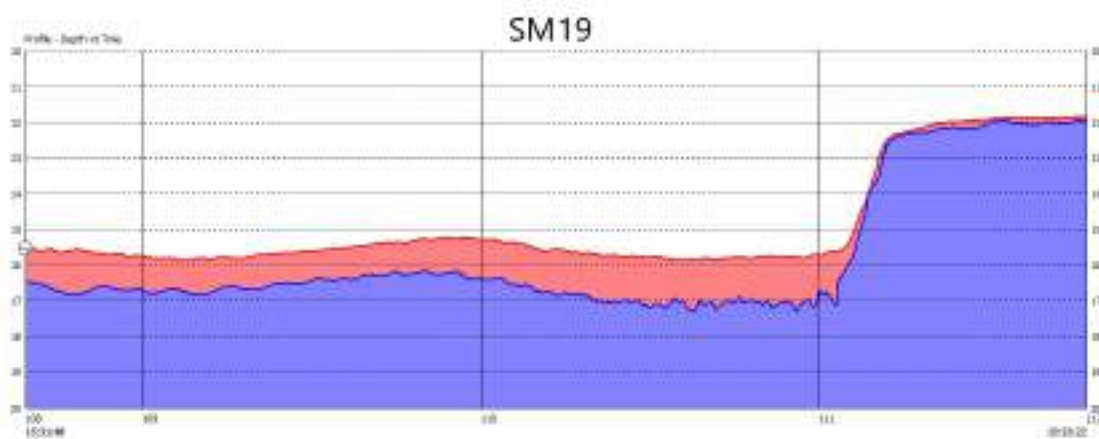
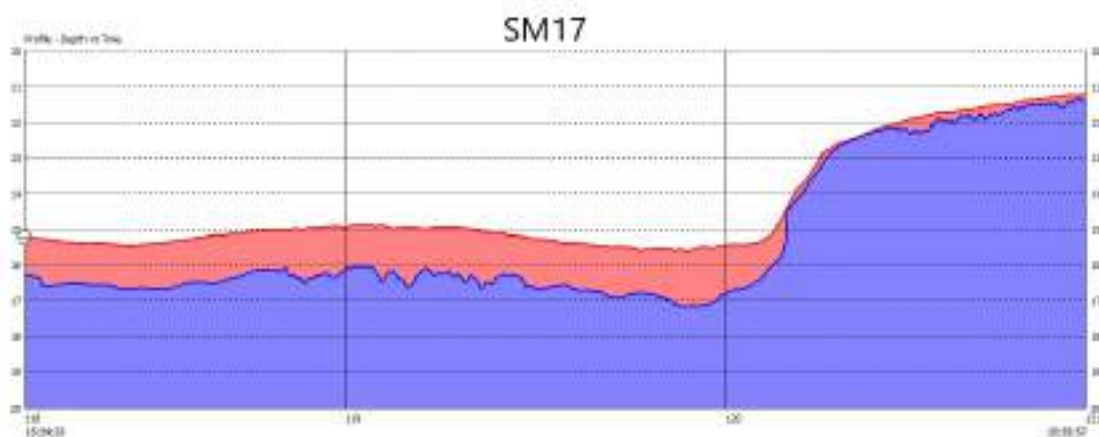


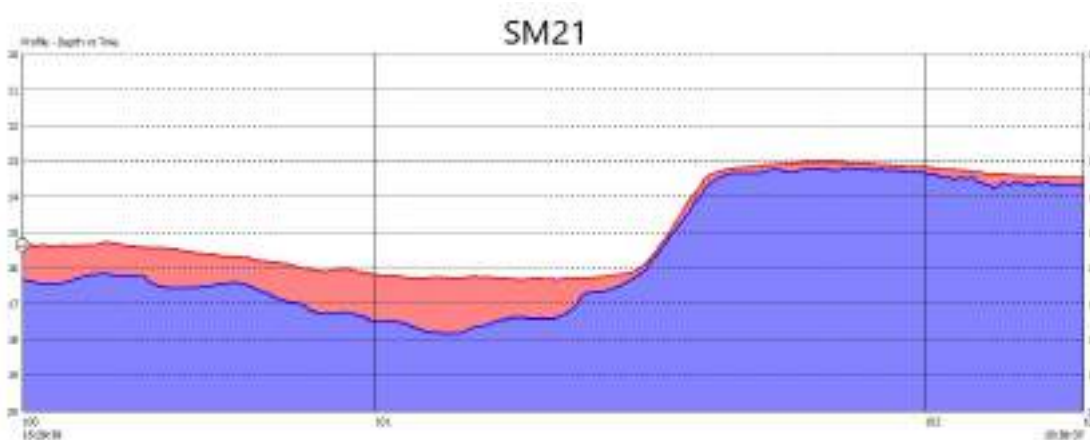
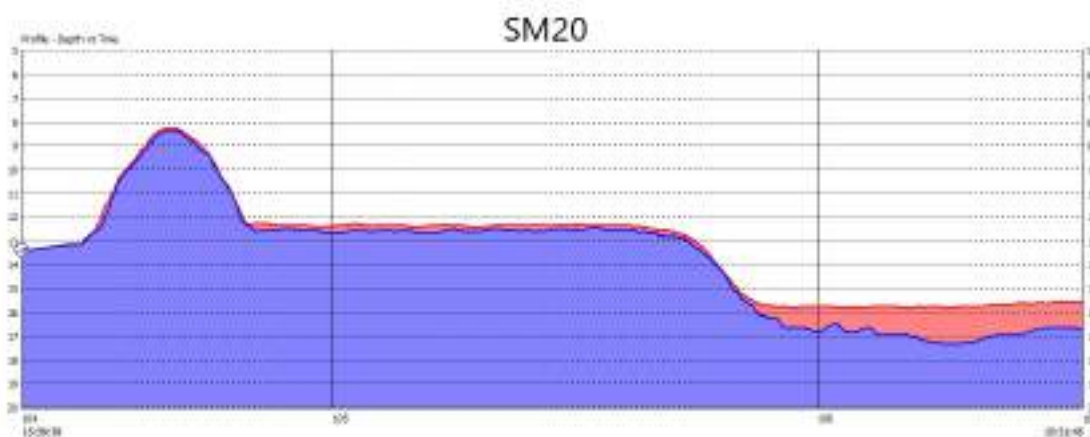




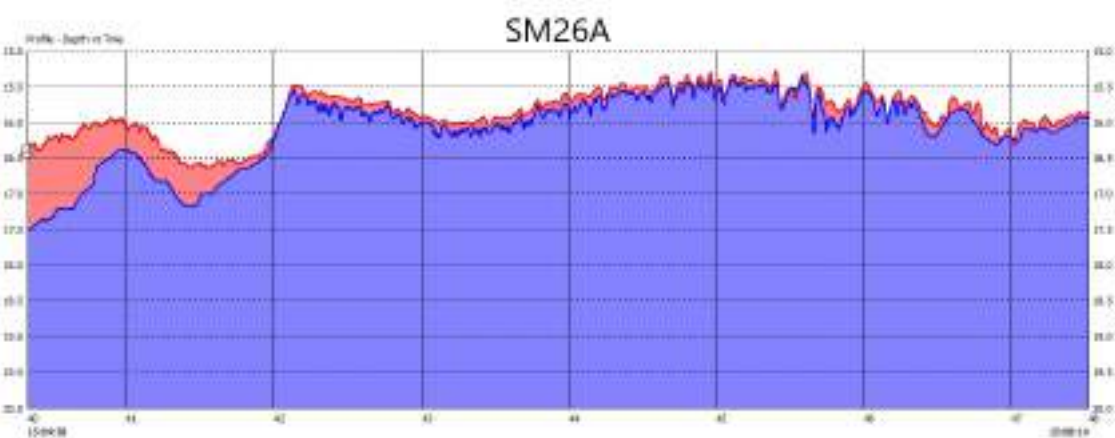


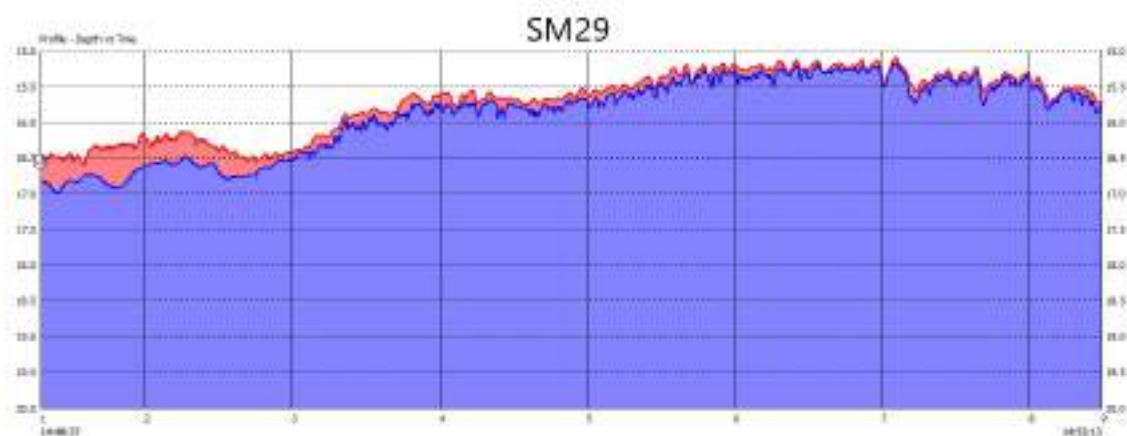












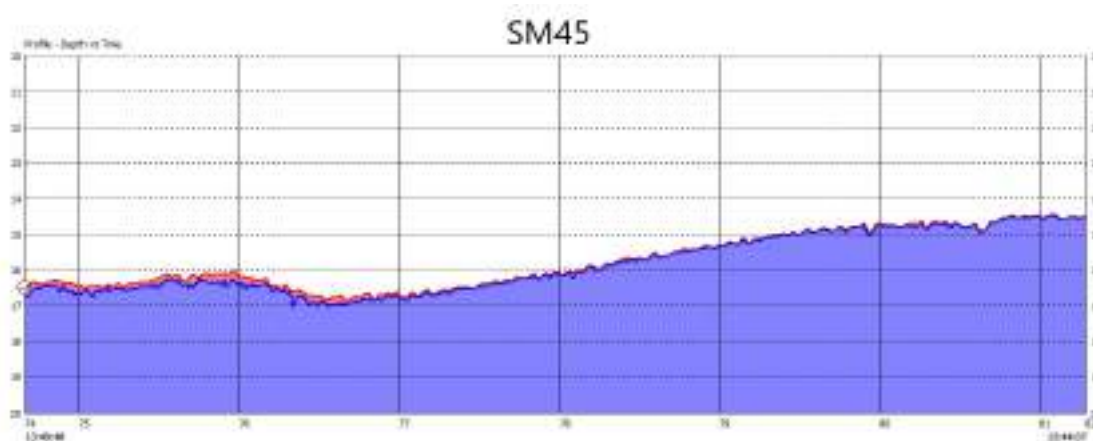


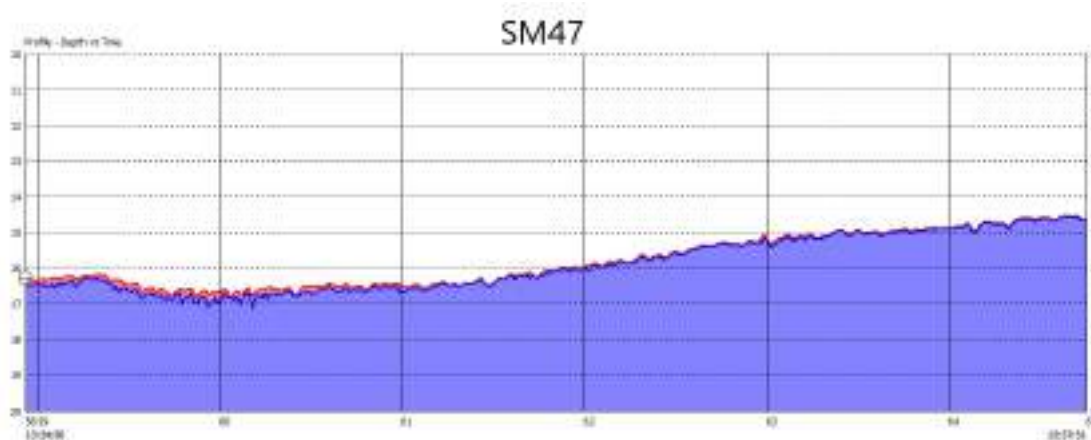
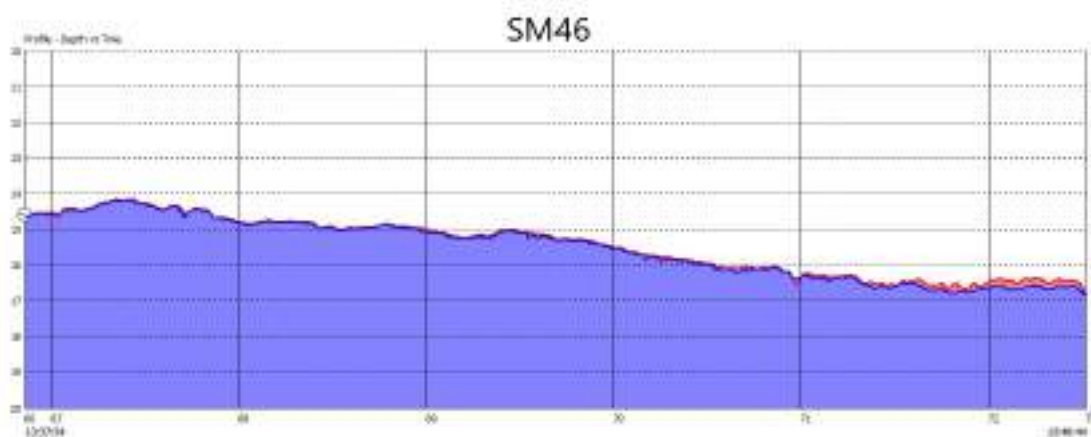




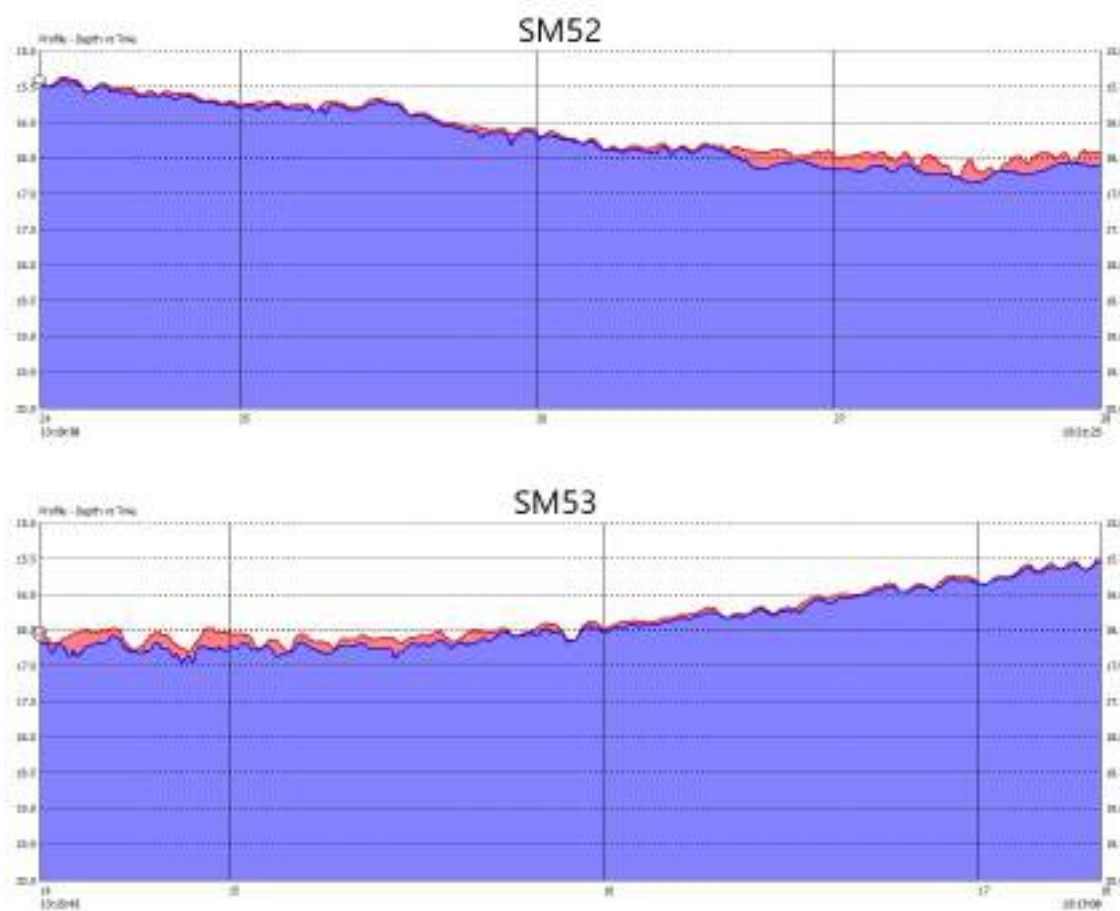












## 1.7. DIAGNÓSTICO E MAPEAMENTO DAS PATOLOGIAS.

### 1.7.1. Informações Gerais

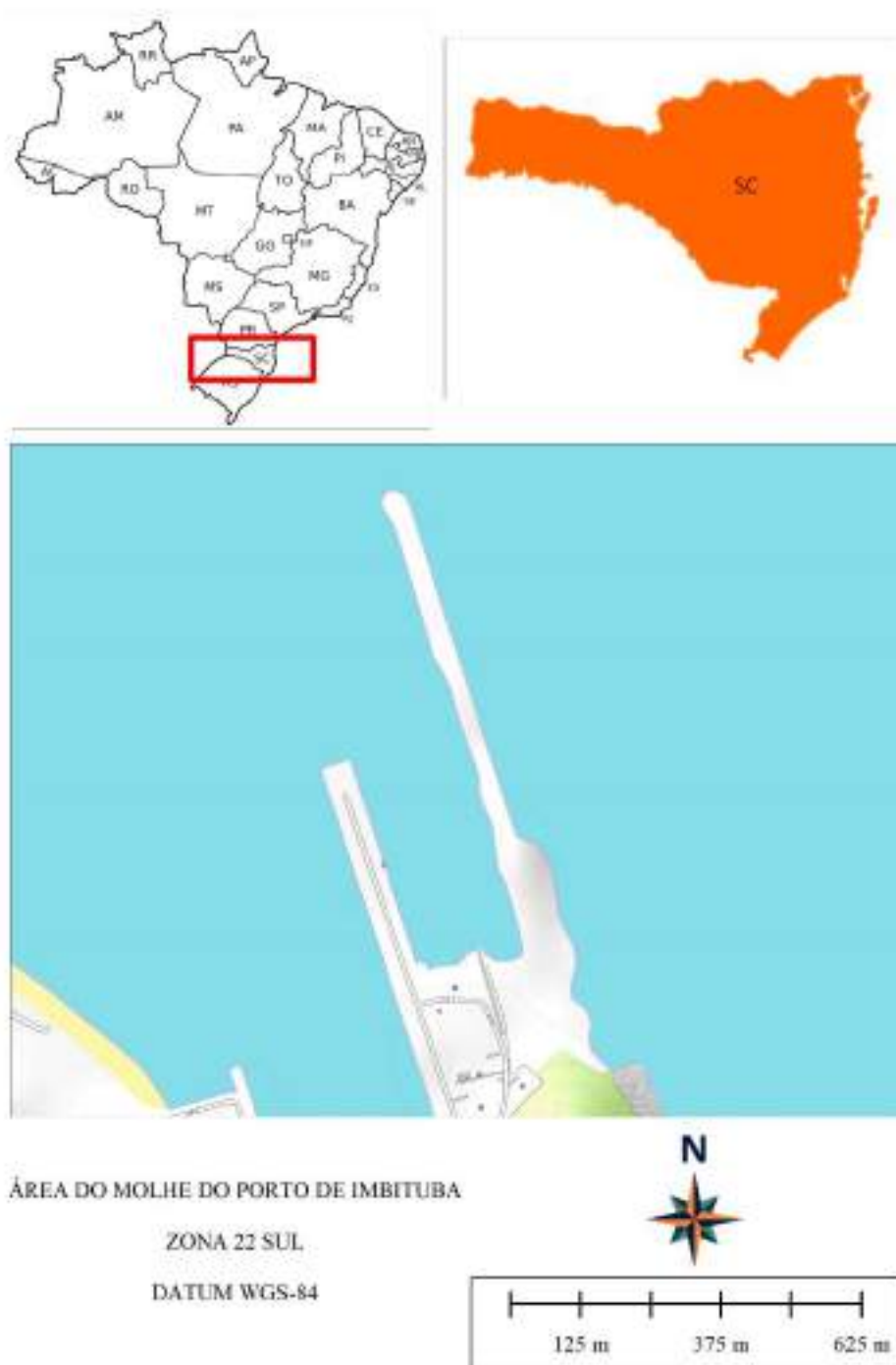
A inspeção visual foi realizada com a utilização de equipamento fotográfico no dia 03/09/2024 e no dia 04/09/2024 uma equipe percorreu, a pé, toda a extensão do molhe, fotografando e tomando nota das ocorrências encontradas no molhe do Porto de Imbituba – SC.

Identificação de anomalias e patologias estruturais e caracterização e diagnóstico das suas causas e levantamentos realizados nas partes emersa e submersa dos molhes.

### 1.7.2. Área da Inspeção

A área inspecionada fica localizada no molhe do Porto de Imbituba - SC (Figura 119).

247



**Figura 119 – Visão geral da área de trabalho (Molhe).**

### 1.7.3. Introdução

Os molhes, estruturas construídas em conjunto de pedras e/ou concreto, são colocados ao longo da costa e no fundo do mar. Ajudam a reduzir a velocidade da água e a distribuir a energia das ondas, ajudando a impedir que a erosão ocorra. Eles são construídos com o intuito de proteger as embarcações dos fortes impactos das ondas e ventos, criando um canal navegável e seguro para a realização de atividades comerciais e de transportes.

Além disso, a aplicação dos molhes pode variar conforme a intensidade das condições climáticas e características do local, sendo um estudo prévio fundamental para garantir a eficiência dessas estruturas.

Eles são extremamente importantes para a infraestrutura portuária e ajudam a manter um fluxo seguro e estável de comércio marítimo.

O início da implantação do molhe de abrigo do Porto de Imbituba data da década de 60. Os estudos hidráulicos iniciais para a implantação do Terminal foram realizados em 1956 no Laboratoire Central D'Hydraulique de France (Maisons-Alfort). Posteriormente, já na década de 70, estudos complementares de estabilidade foram realizados no INPH. O molhe é constituído por blocos de rocha e tem 840m de comprimento, sendo que os últimos 340m constituem uma ampliação construída no início dos anos 80, portanto já a 43 anos. A última intervenção que se tem notícia foi realizada em 2012, pelo 10º Batalhão de Engenharia de Construção do Exército Brasileiro (INPH, 2023).

Observa-se que as últimas tempestades têm provocado ultrapassagens das ondas de forma intensa, colocando em risco as operações portuárias, tornando-se, portanto, necessário um projeto de restauração do molhe e sua rápida execução antes que o processo de degeneração da estrutura atinja níveis mais drásticos ainda (INPH, 2023).

#### 1.7.4. Histórico de Imagens

##### a) Início do processo de degeneração da estrutura do molhe – imagem ano 2003



##### a) Degradação na porção norte, lado leste, em relação a 2003 - Imagem Ano 2006

250



**b) Degradação na porção norte está mais acentuada e as obras de recuperação já podem ser vistas na porção sul do molhe - Imagem Ano 2009**

251



**c) Recuperação da estrutura na porção norte e as obras de recuperação em andamento na porção sul do molhe - Imagem Ano 2011**



**d) Obras de recuperação da estrutura concluída - Imagem Ano 2013**



**e) Imagem Ano 2016**



**f) Imagem Ano 2019**

255



**g) Imagem Ano 2022**

256



**h) Imagem Ano 2024**

257



### 1.7.5. Investigação das Patologias Estruturais

258

### 1.7.5.1. Fotografias

Molhe do Porto de Imbituba.



Tetrapodes, seção-17, molhe lado leste.



Tetrapodes, vista para sul a partir da seção 20, molhe lado leste.



**Tetrapodes, vista para norte, seção 21, molhe lado leste.**



**Tetrapodes, seção 31 - limite da área dom tetrápodes, molhe lado leste.**



Tetrapodes, seção 31 - limite da área dos tetrápodes, molhe lado leste. Mostra a degradação provocada pela erosão.



**Tetrapodes, seção 33 - limite da área dos tetrápodes, molhe lado leste. Mostra a degradação provocada pela erosão.**



**Topo do Enrocamento, seção 31 - lado oeste.**



Enrocamento, vista para sul, seção - lado oeste.



Enrocamento, vista para sul, seção - lado oeste.



Enrocamento, vista para norte, seção 37 - lado oeste.



Enrocamento, vista para norte, seção 32 - lado oeste.



Enrocamento, vista para norte, seção 24



Enrocamento, seção 37 - lado oeste.



Enrocamento, vista para sul a partir da seção 41 - lado oeste.



Enrocamento, seção - , topo do molhe. A imagem da direita está com brilho aumentado para ter-se a noção da profundidade. Foi ouvido o barulho de água quando esta bate no talude leste do molhe.



**Enrocamento, vista para sul a partir da seção 47.**



**Enrocamento, vista para sul a partir da seção 55. Neste ponto, a água, ao bater no molhe, transpassa o topo do molhe, atingindo o lado oeste.**



**Enrocamento, seção 70.**

267



**Enrocamento, seção- .**



**Enrocamento, seção - mesmo ponto, com vista para sul e com vista para oeste.**



Enrocamento, vista para norte a partir da seção 70.



Enrocamento, vista para norte a partir da seção 76, lado leste.



Enrocamento, vista para norte a partir da seção 77, lado leste.



Enrocamento, vista para sul a partir da seção- .

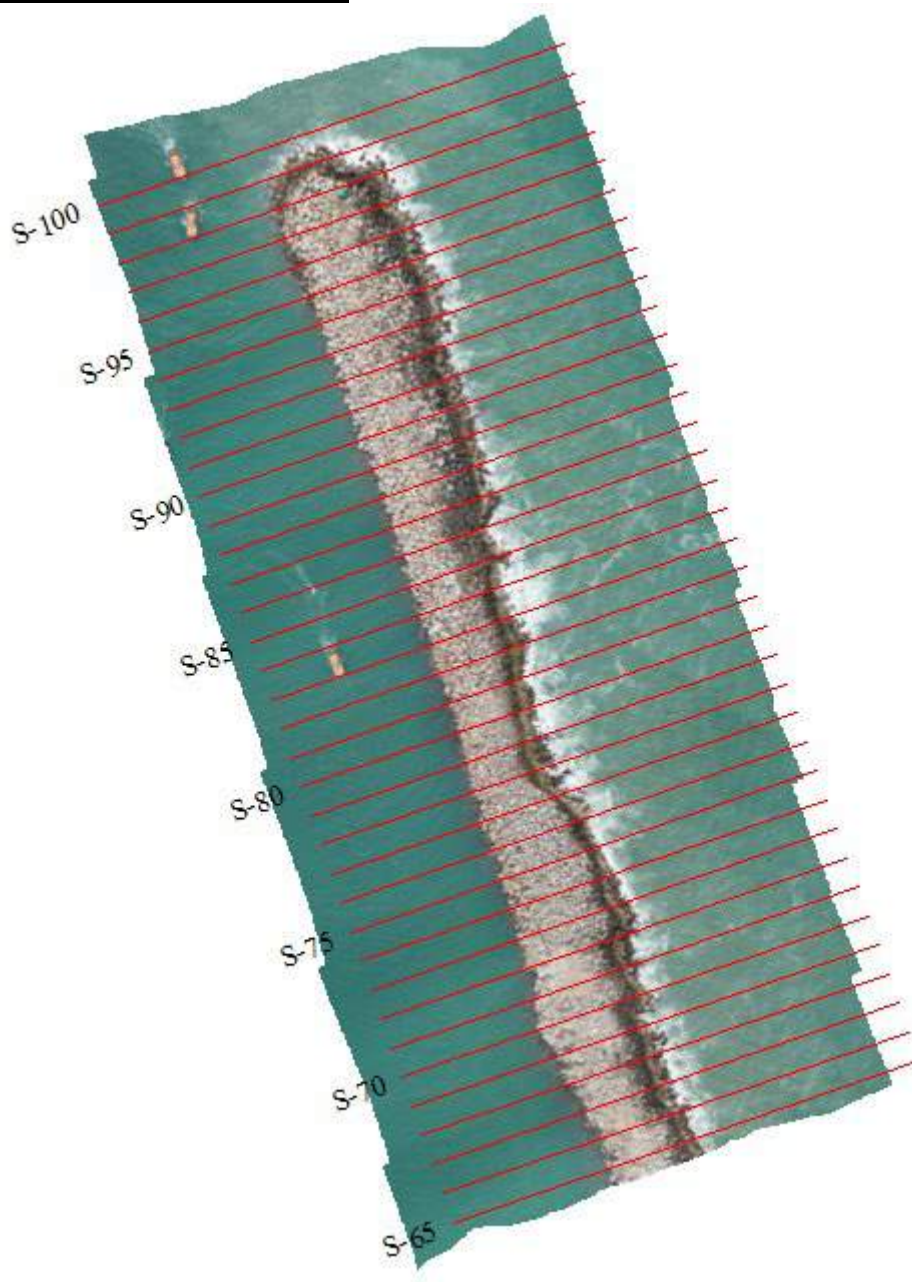


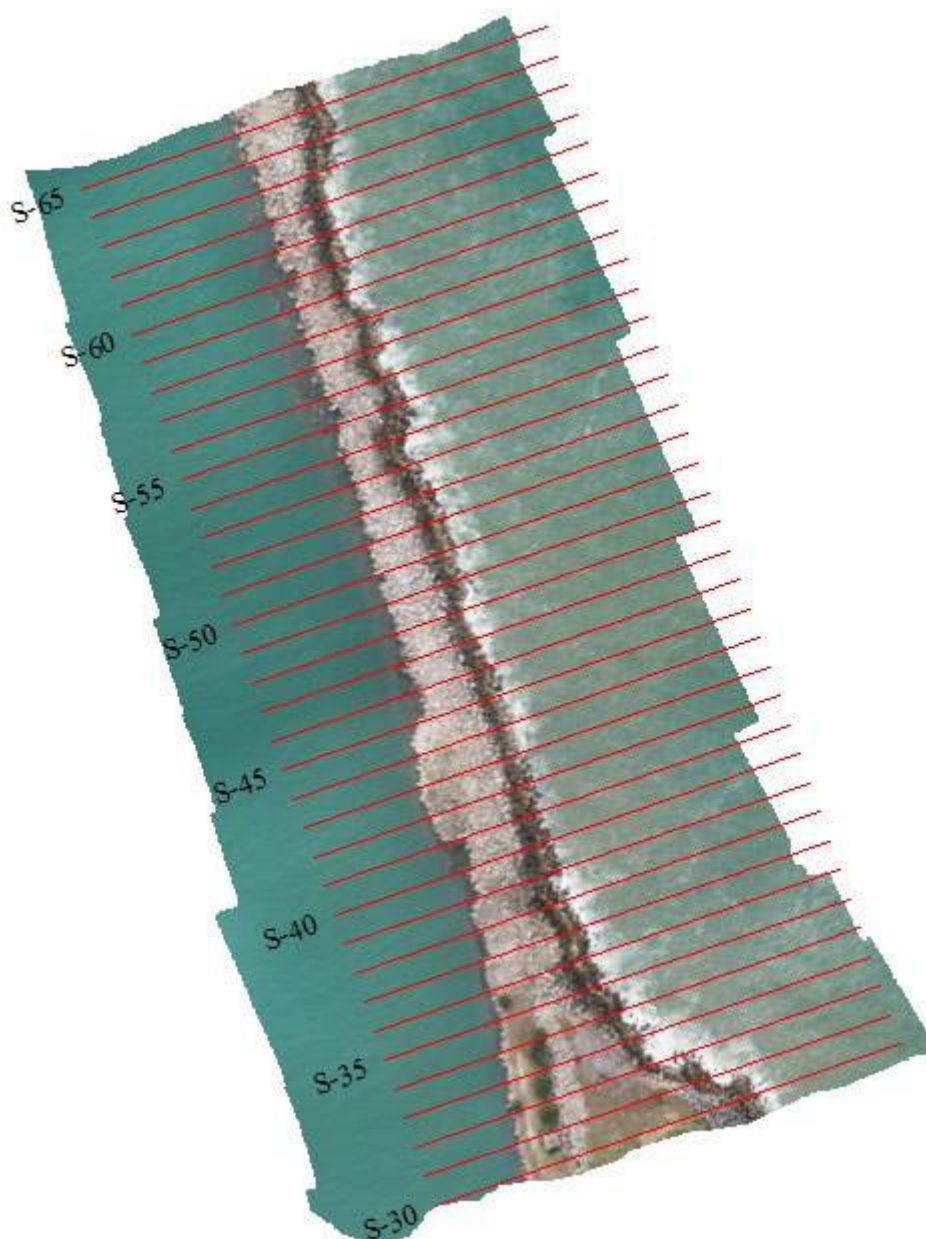
Enrocamento, vista para sul a partir da seção 98. A esquerda da imagem é vista a base da estrutura do Farol.

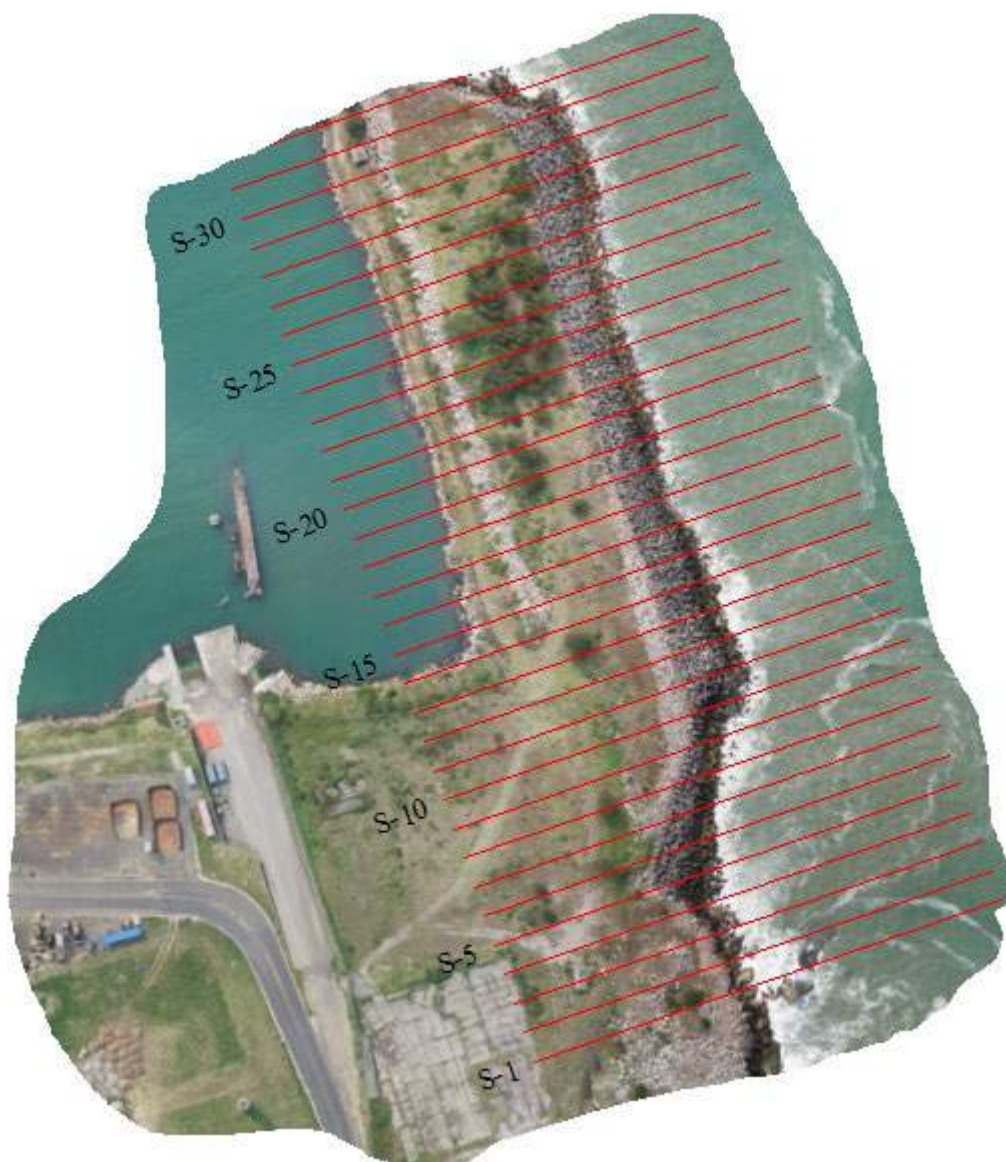


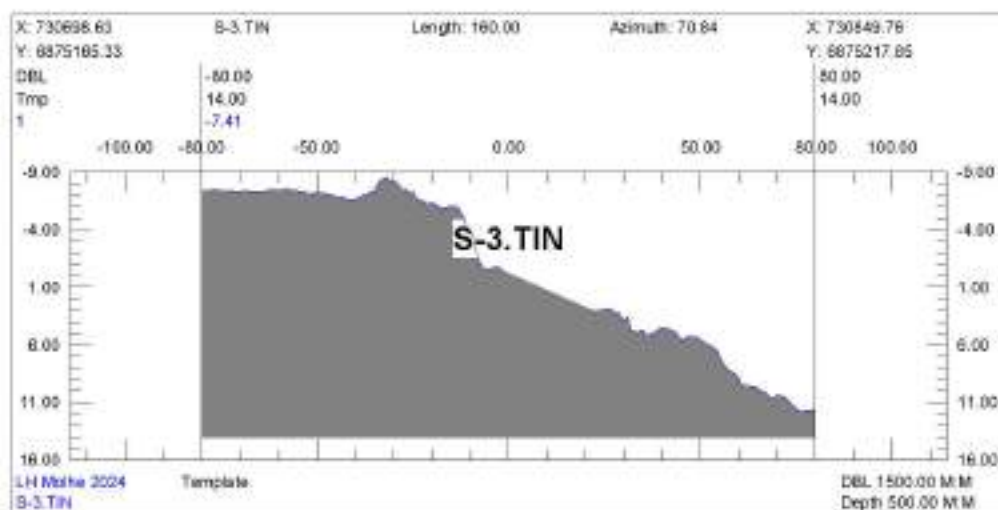
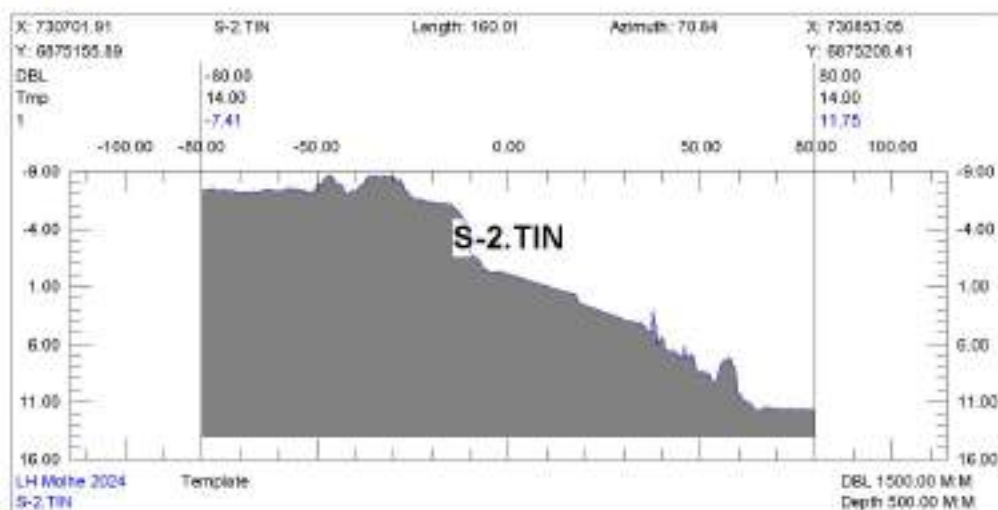
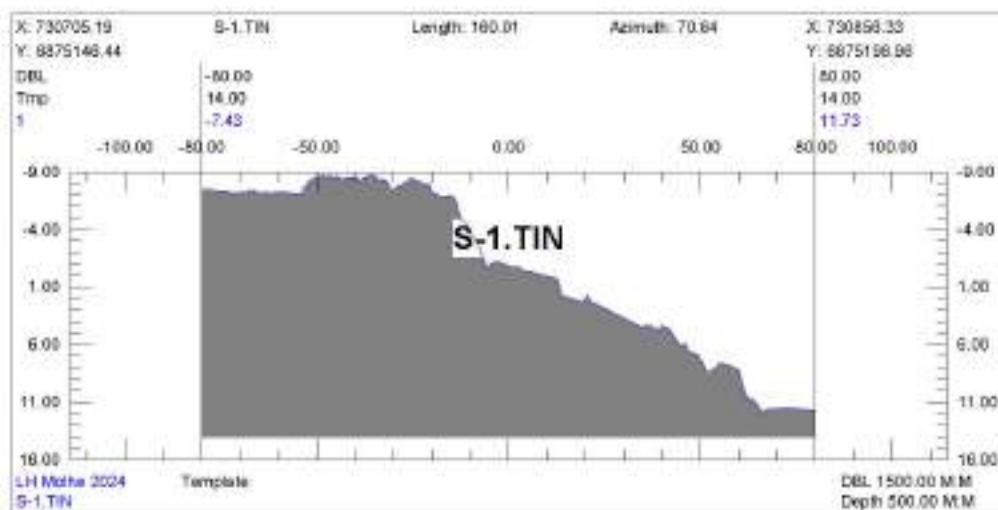
### 1.7.5.2. Seções Molhe Levantamento 2024

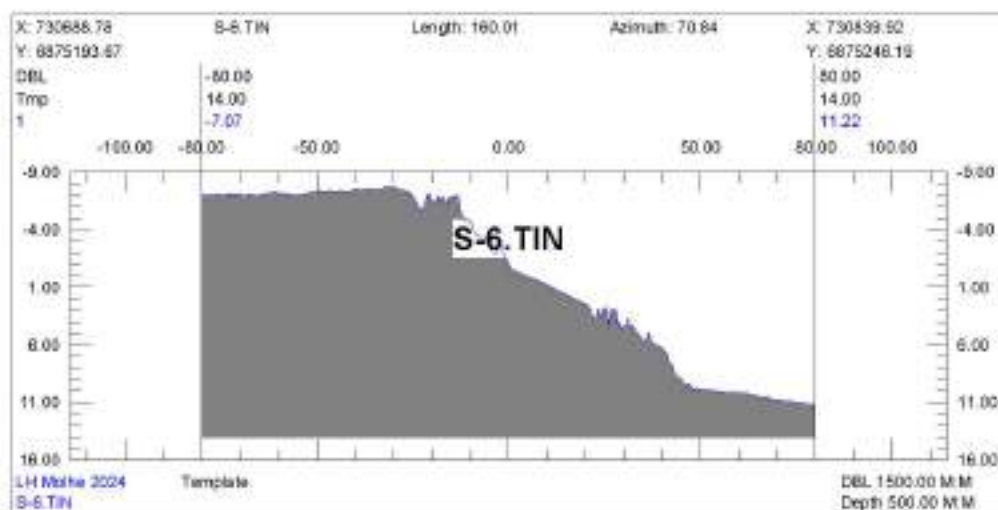
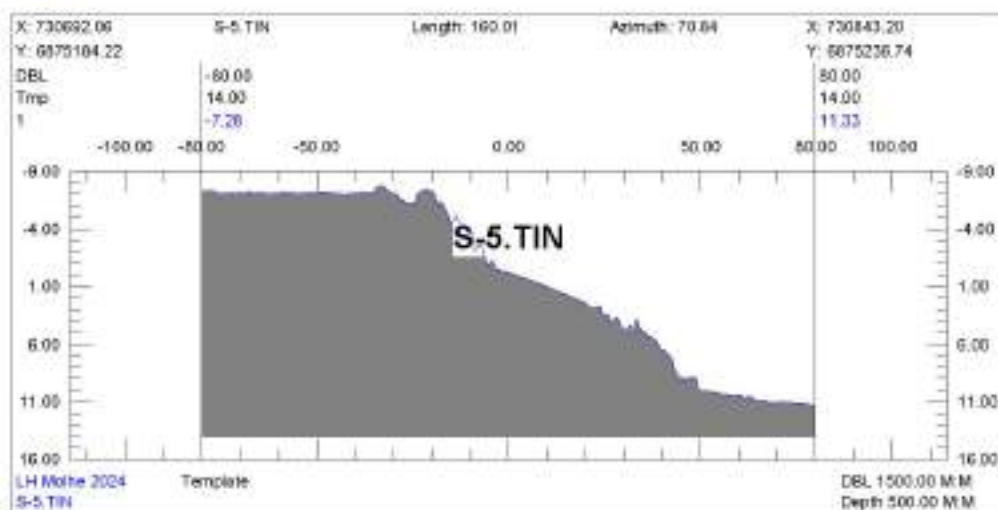
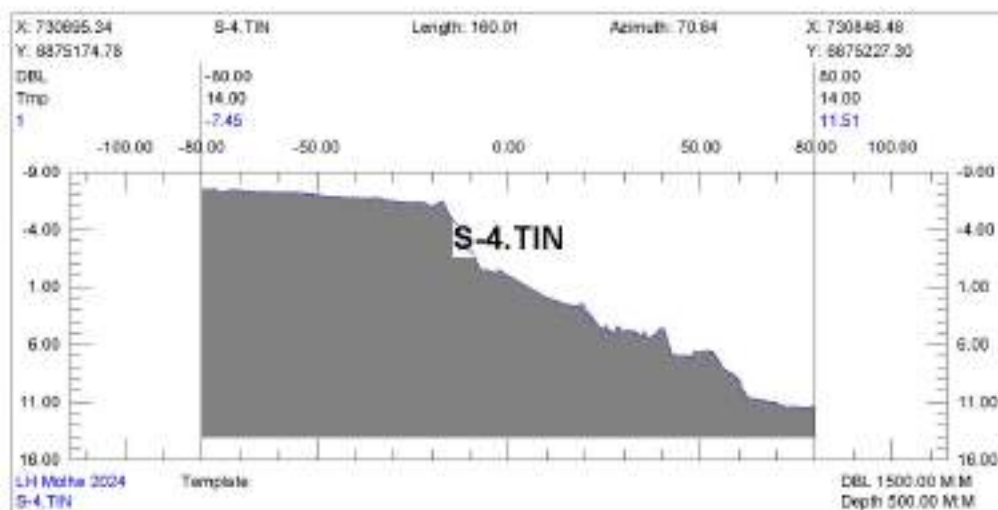
✓ Seções Molhe Imagem 2024

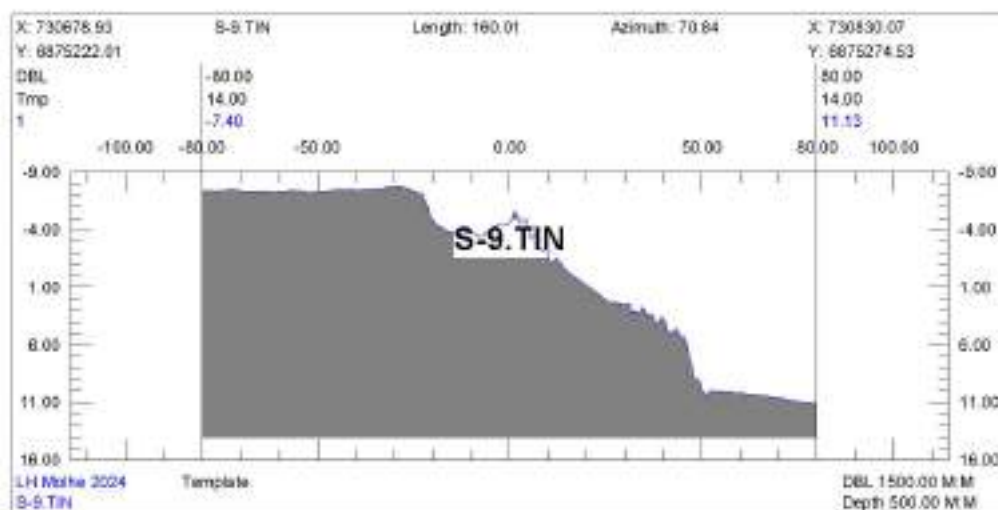
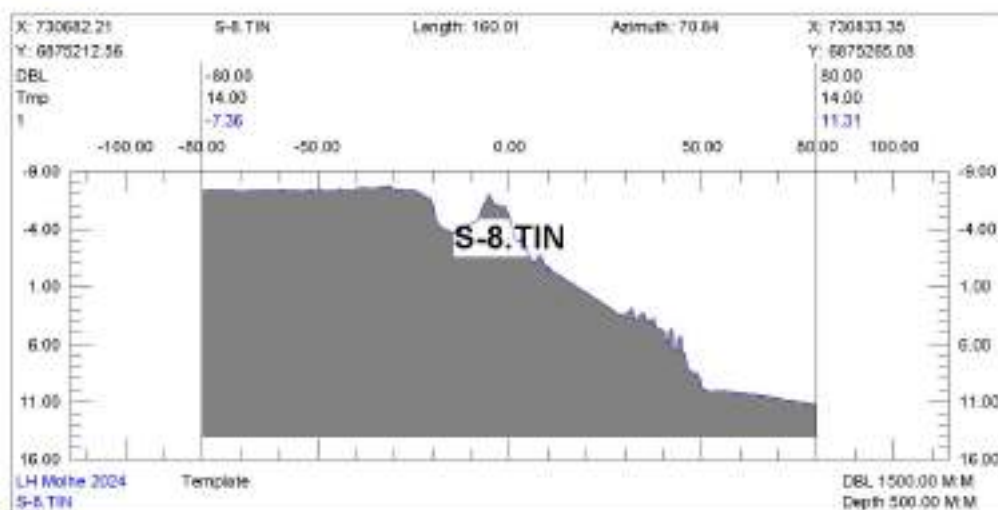
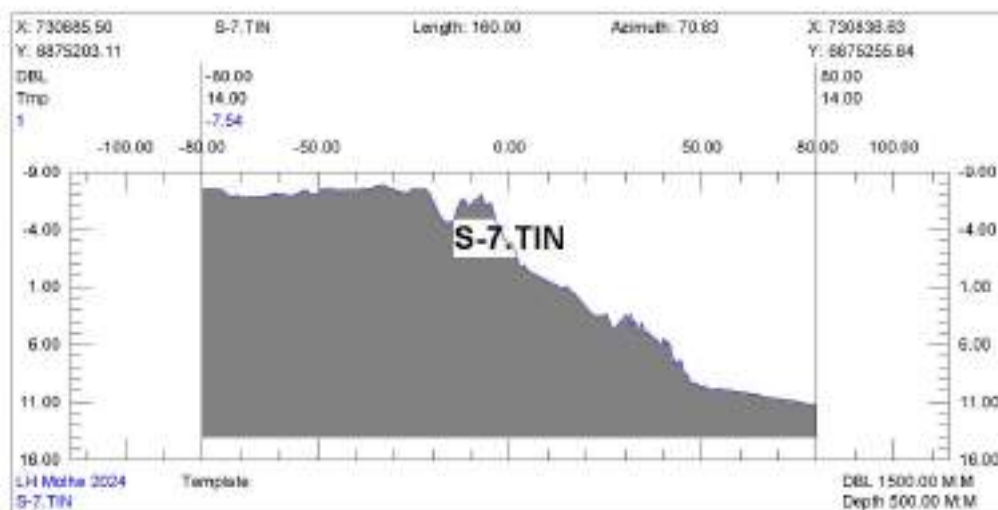


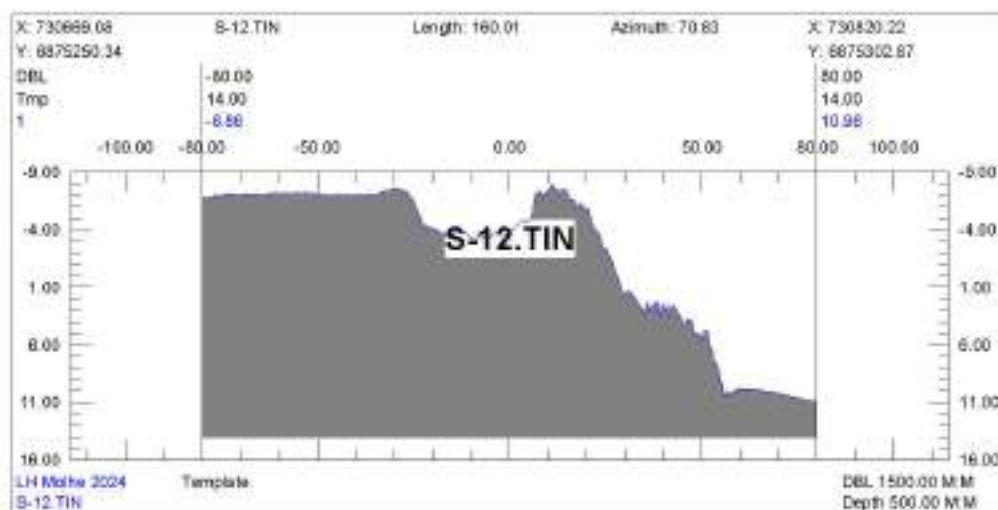
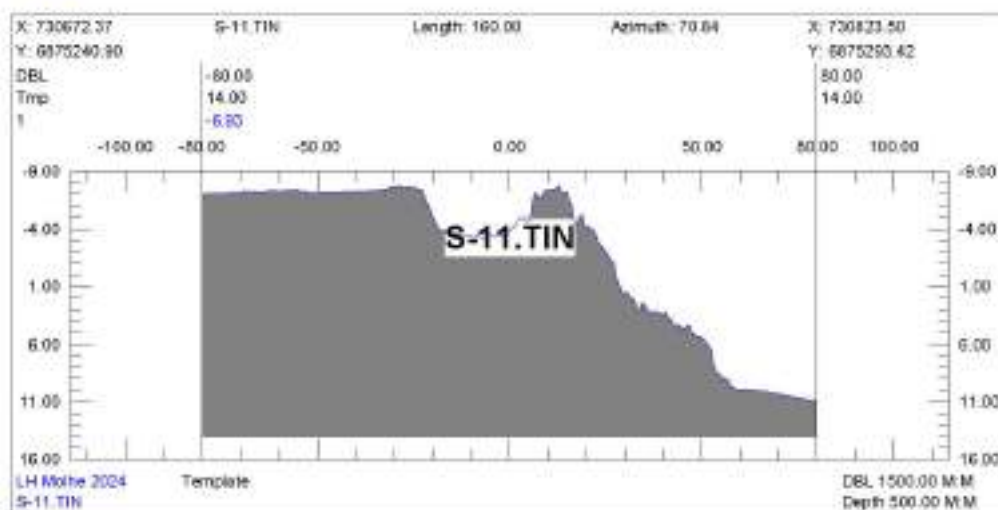
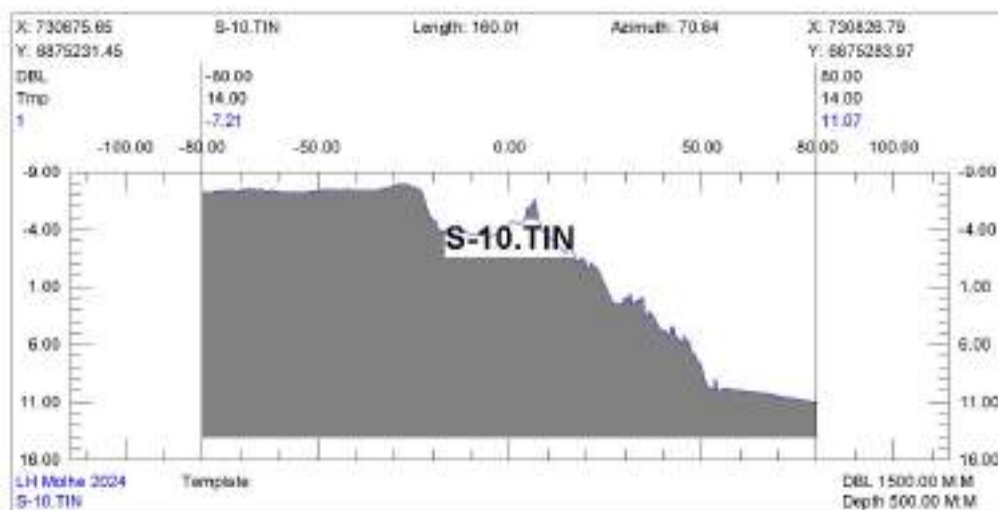


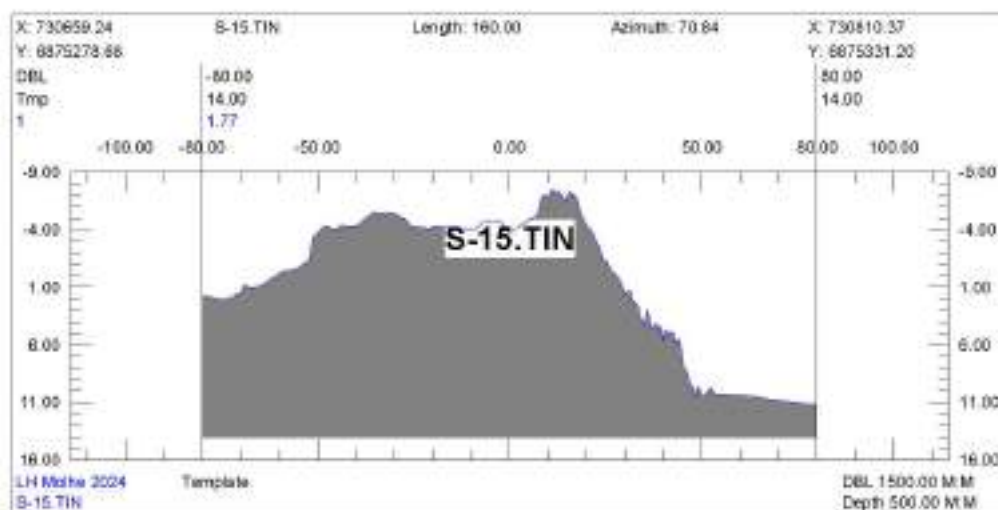
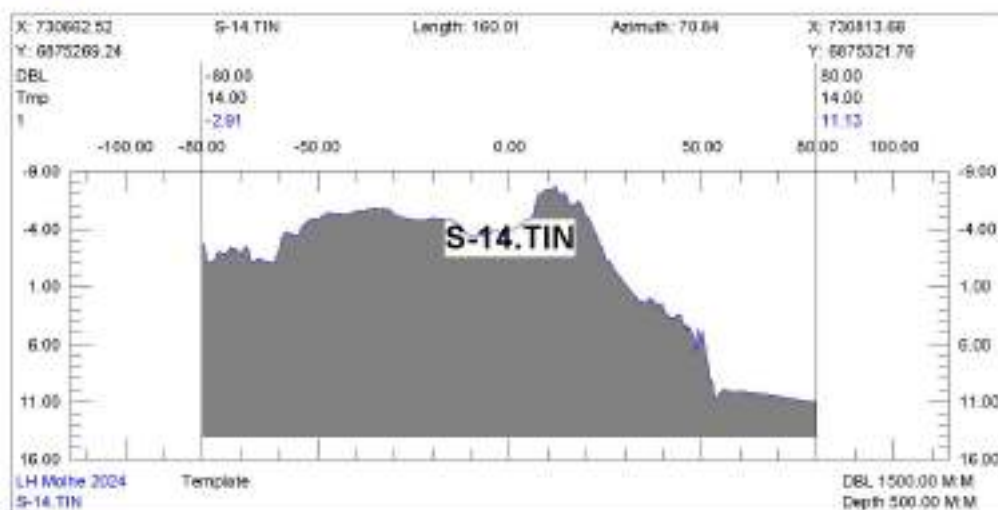
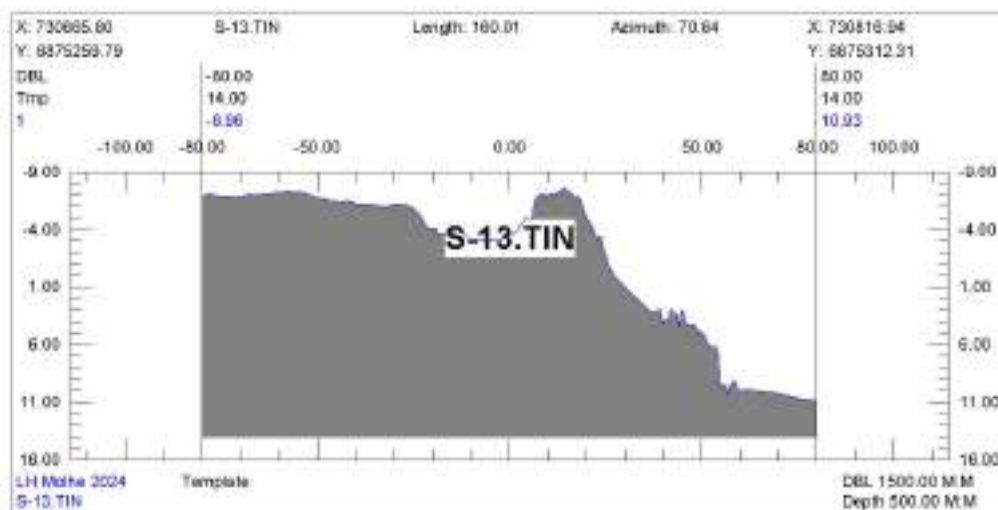


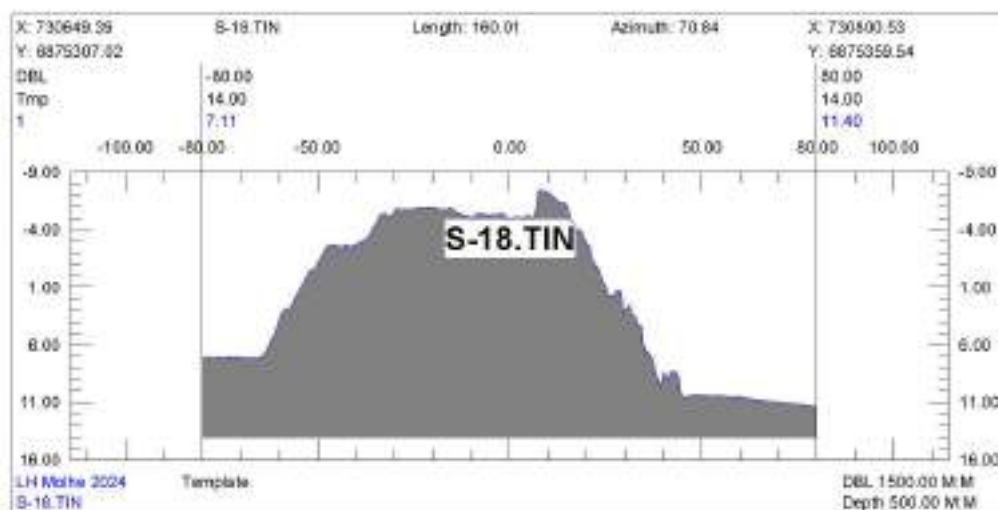
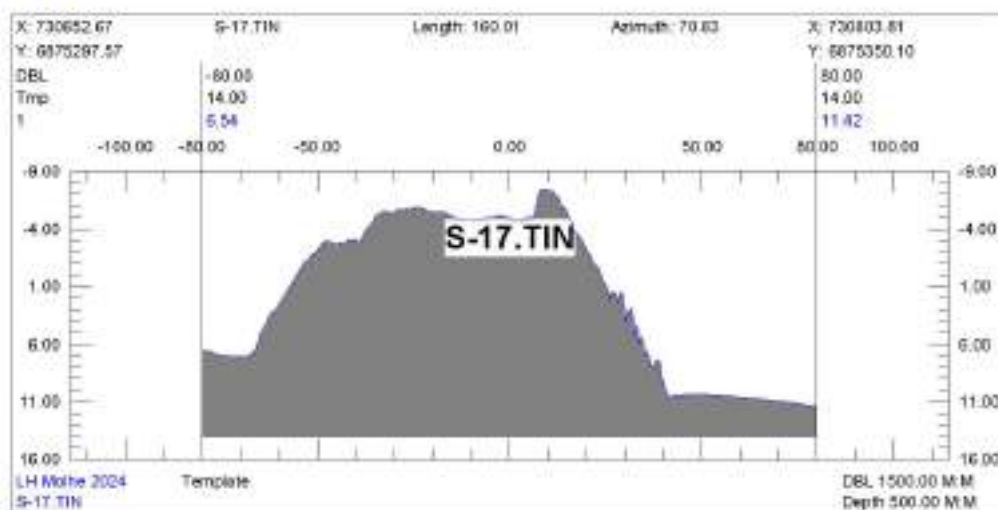
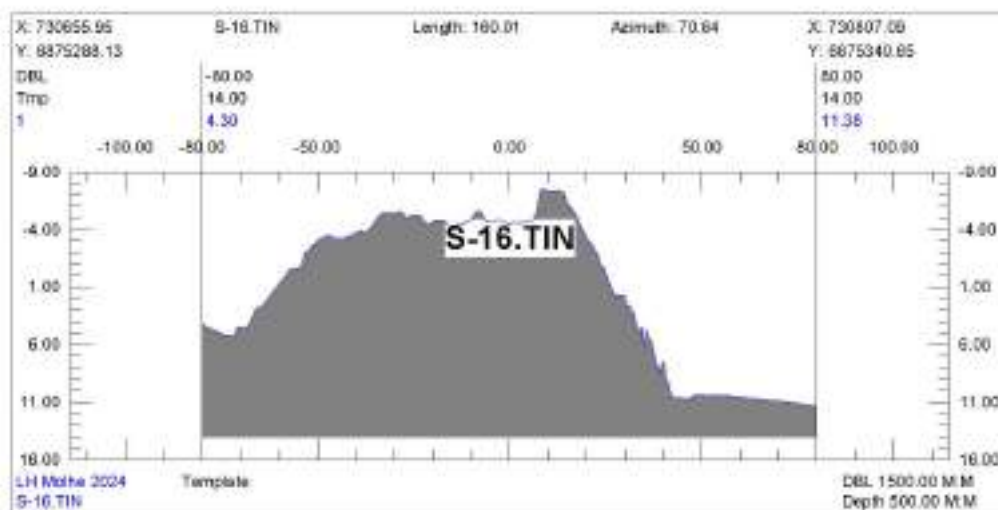


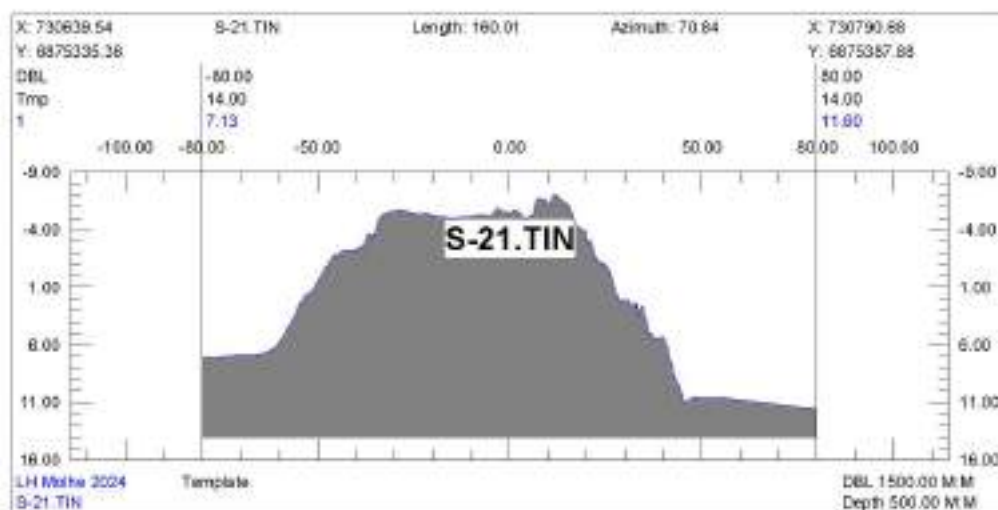
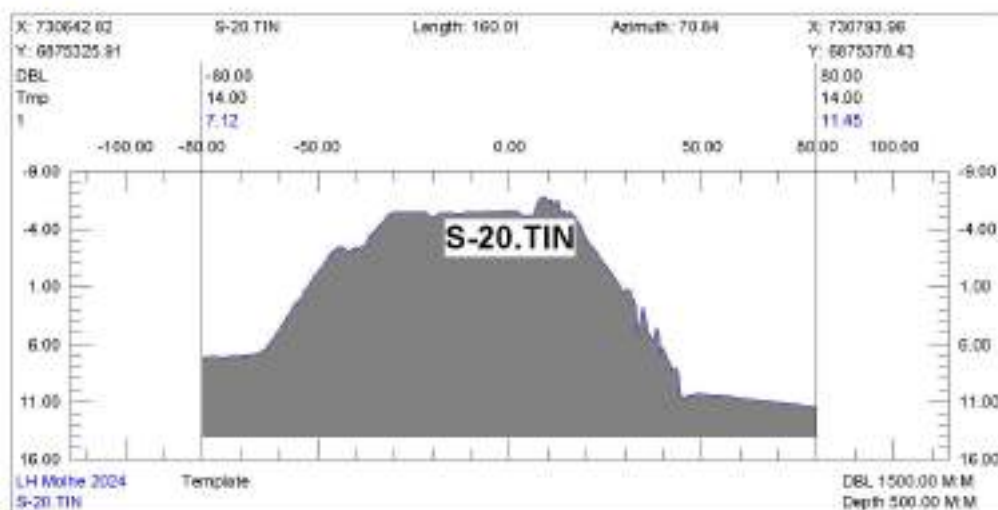
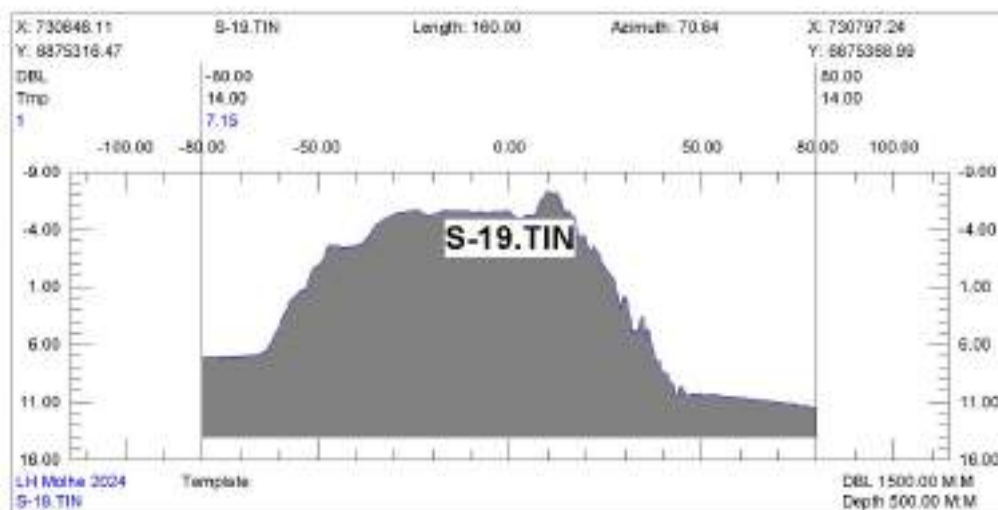


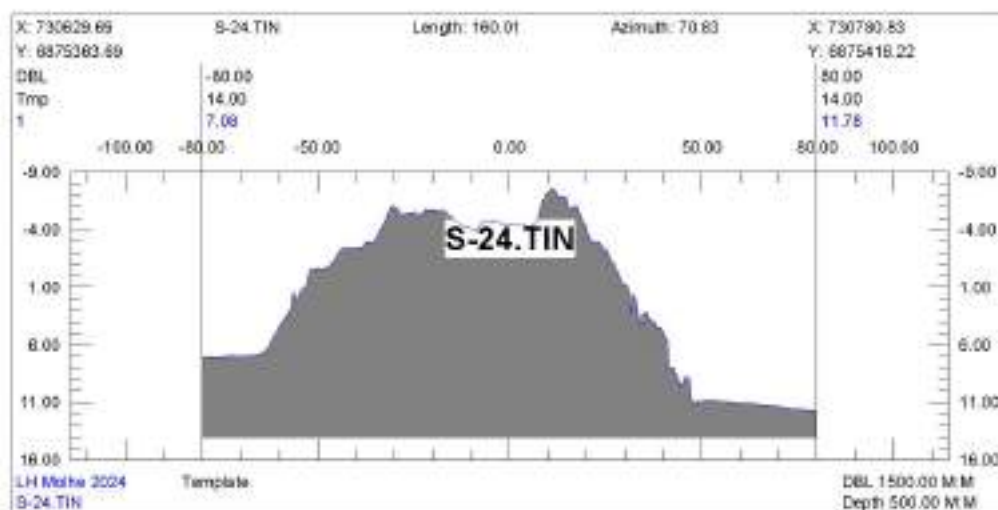
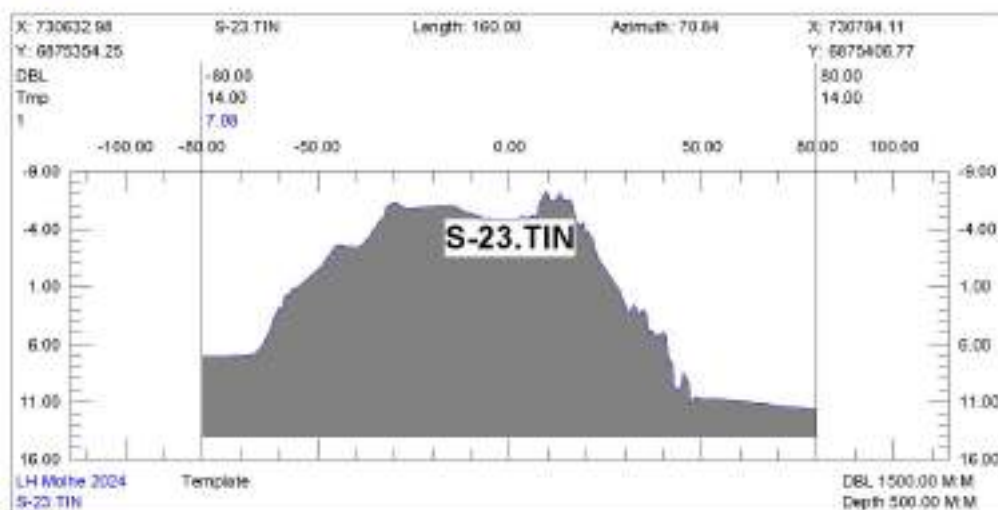
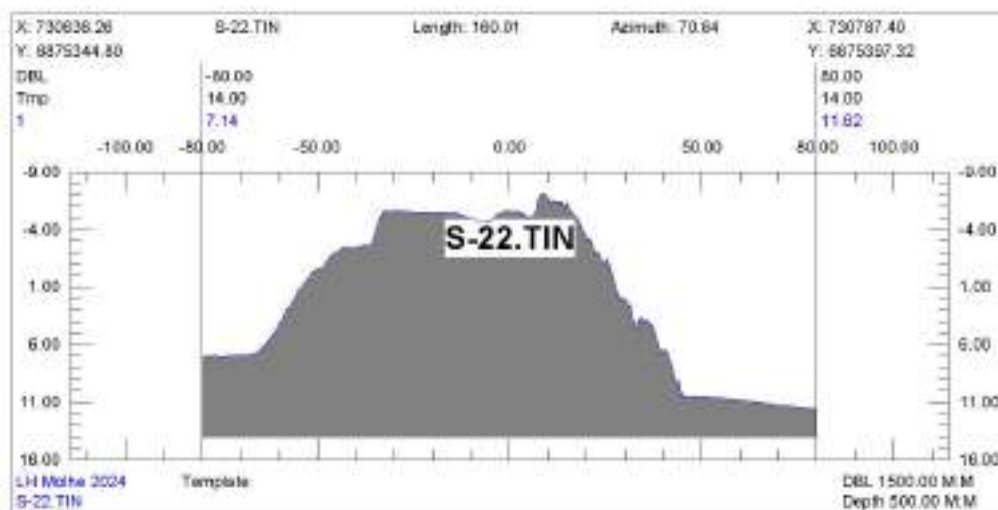


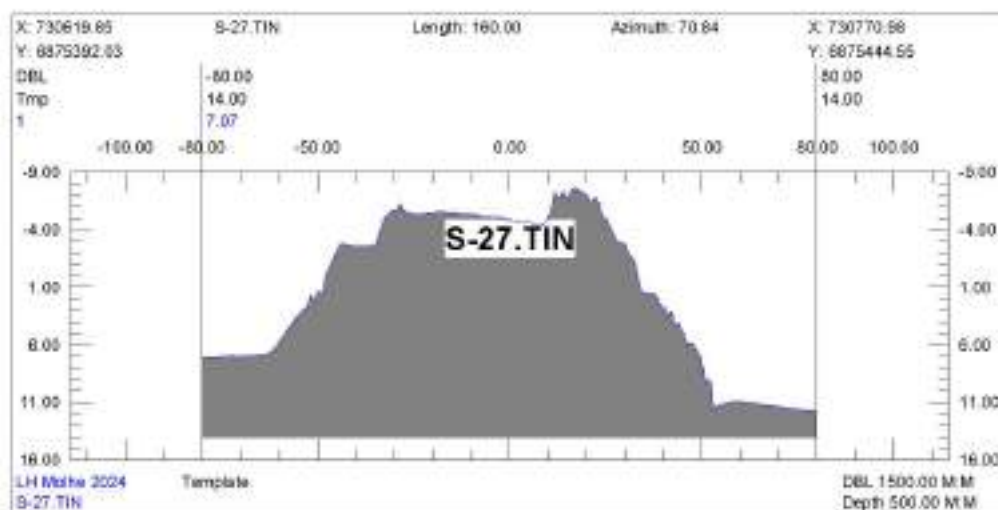
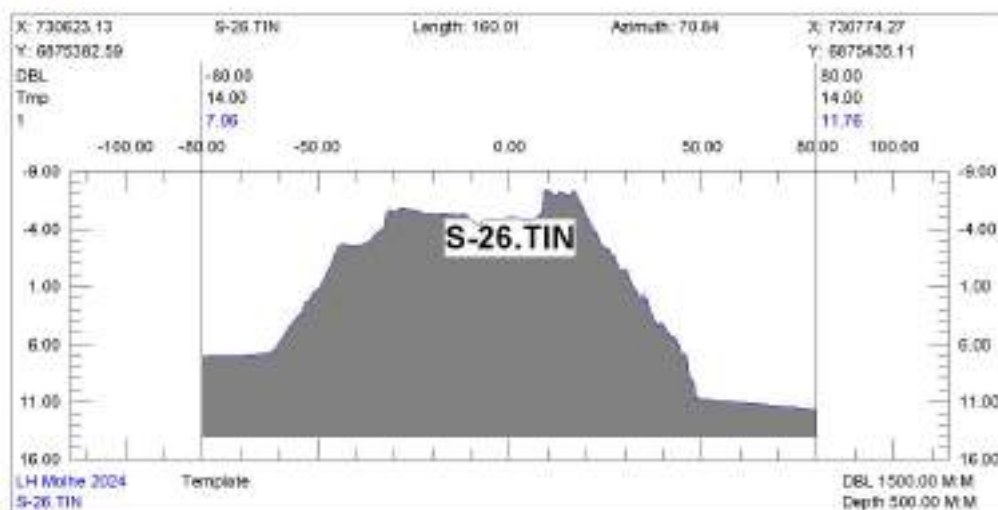
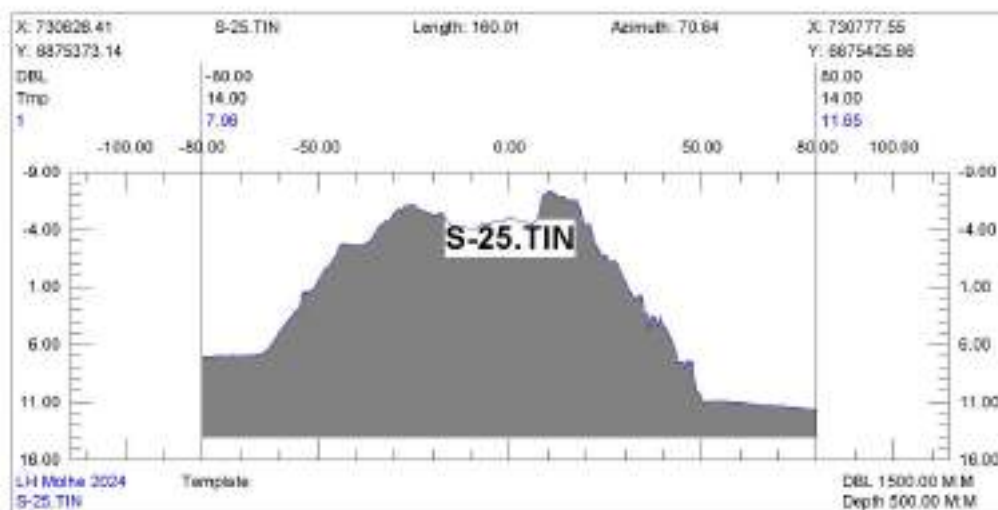


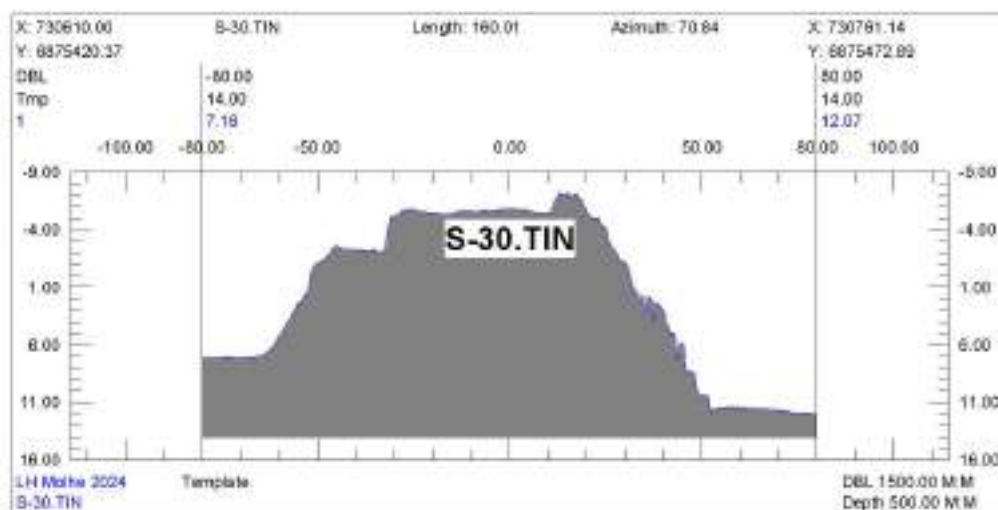
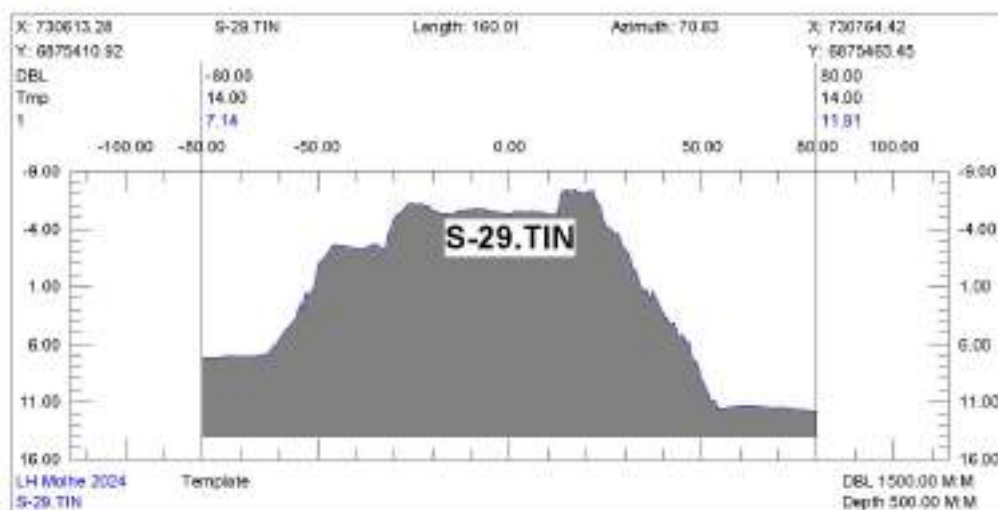
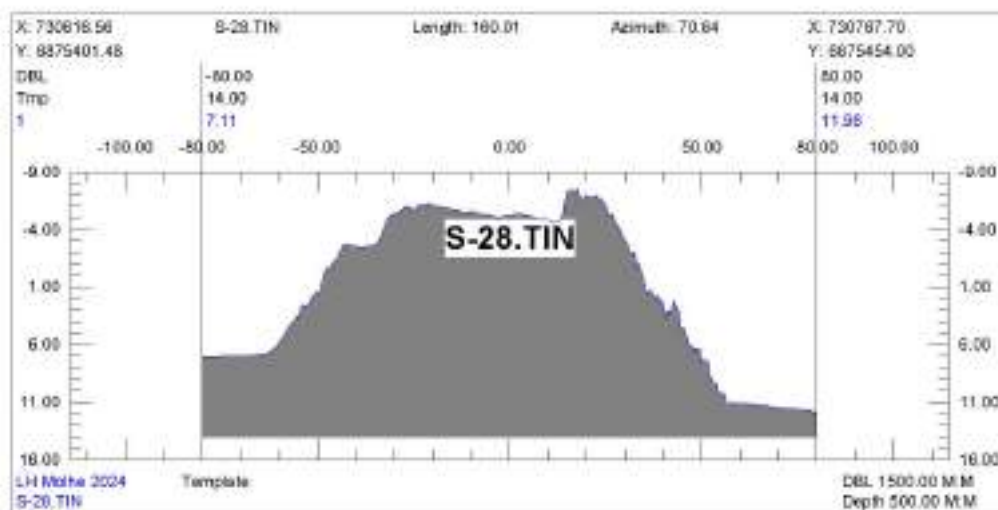


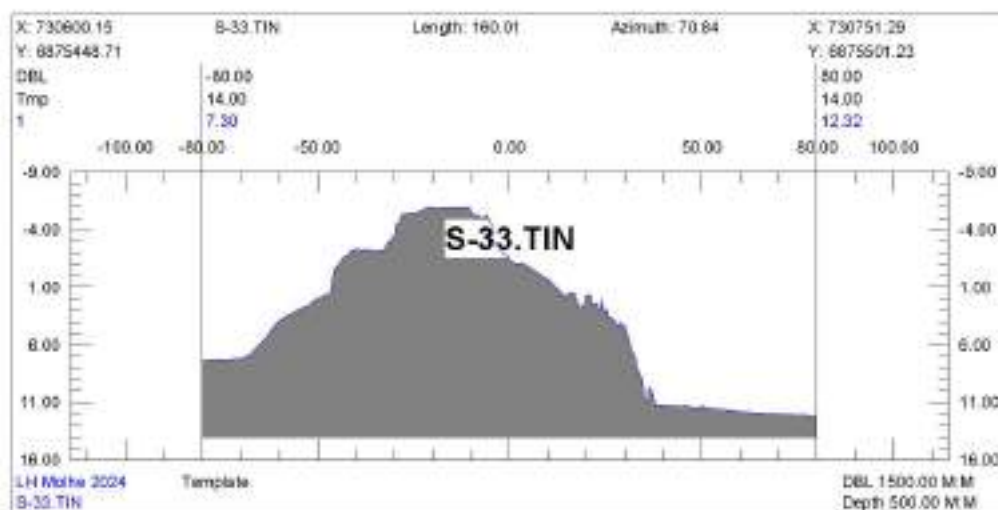
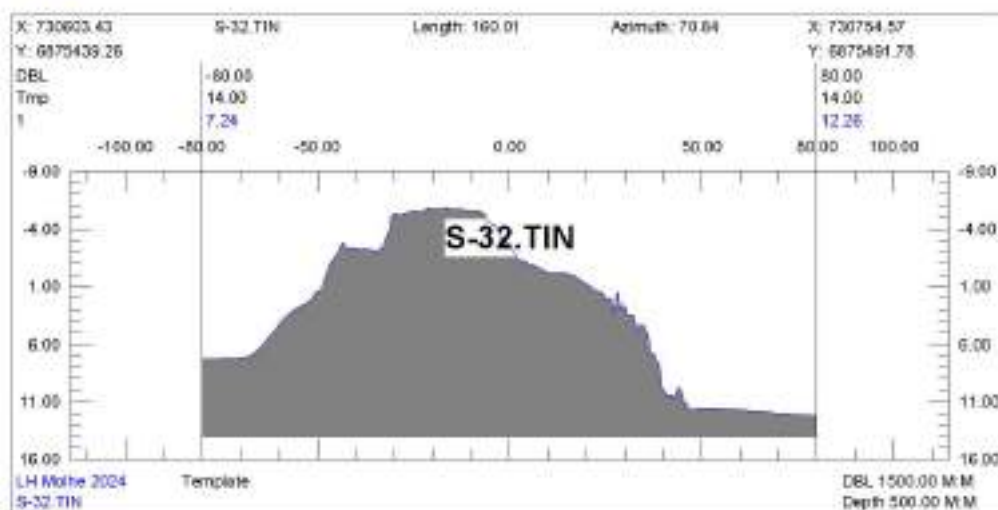
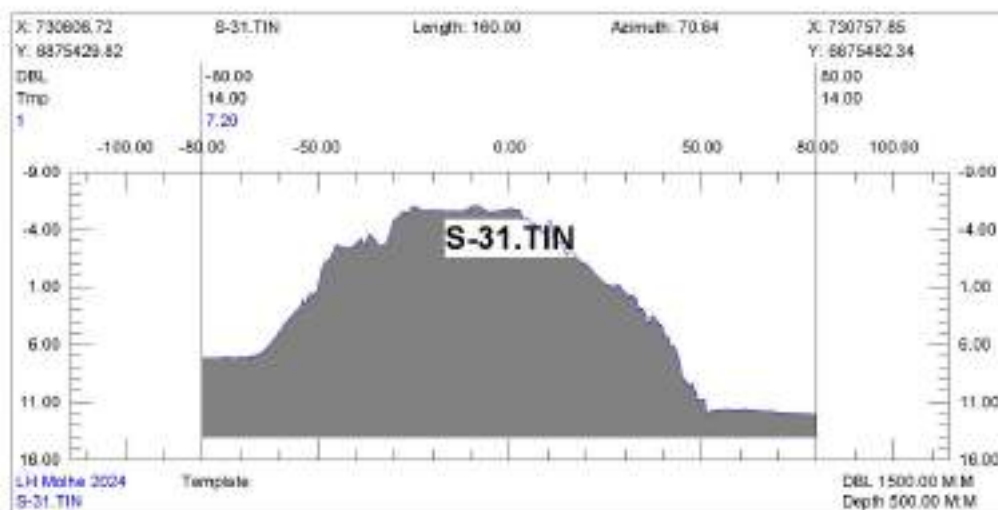


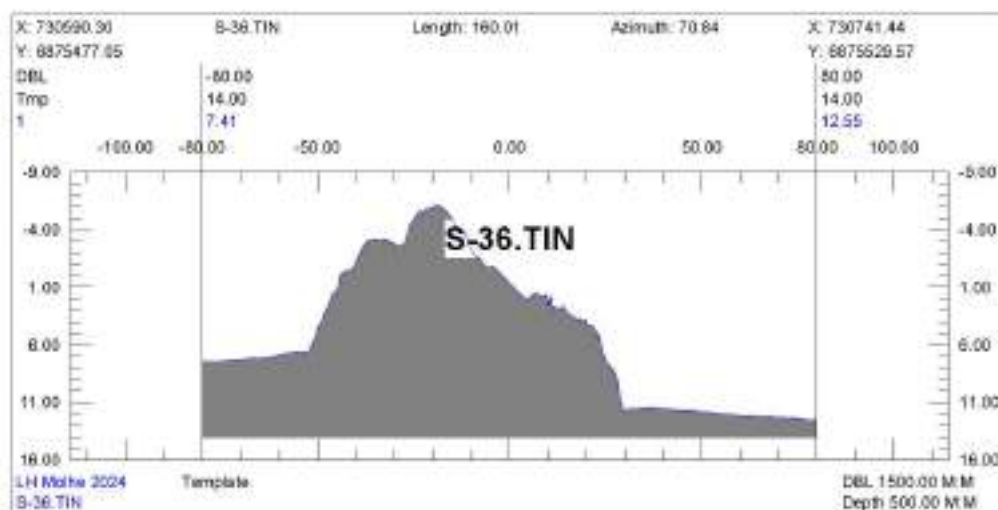
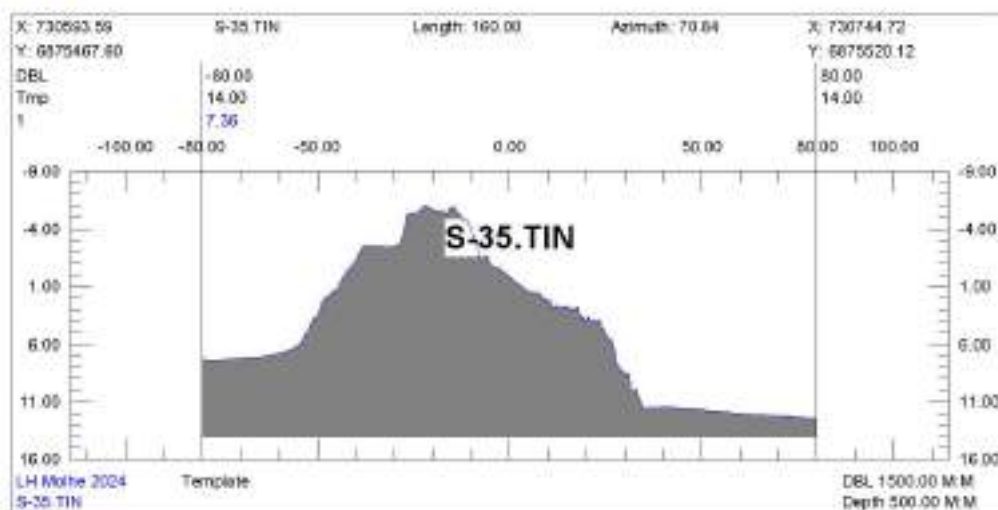
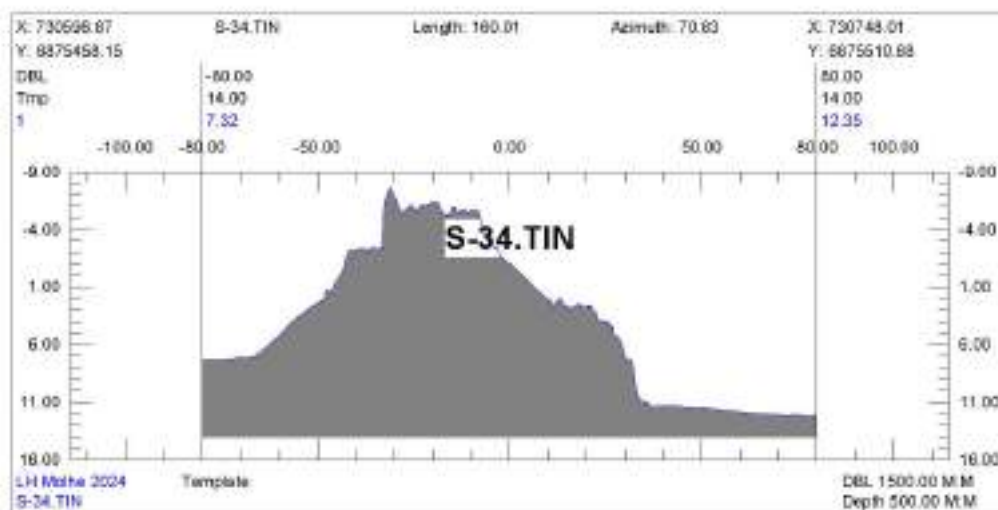


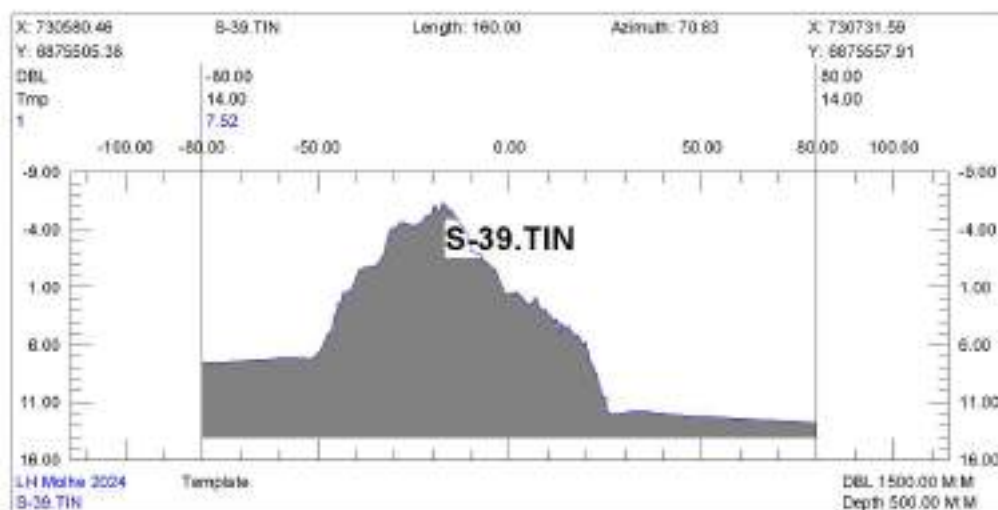
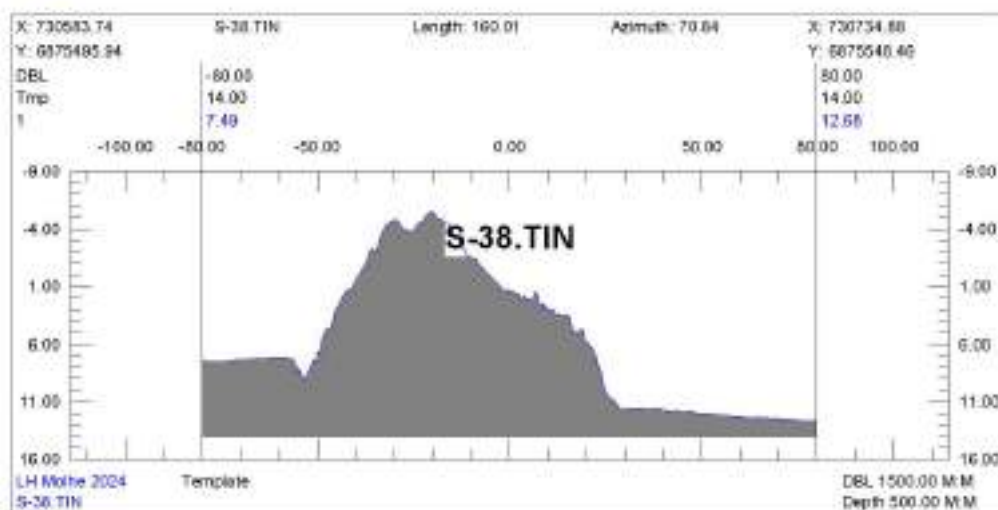
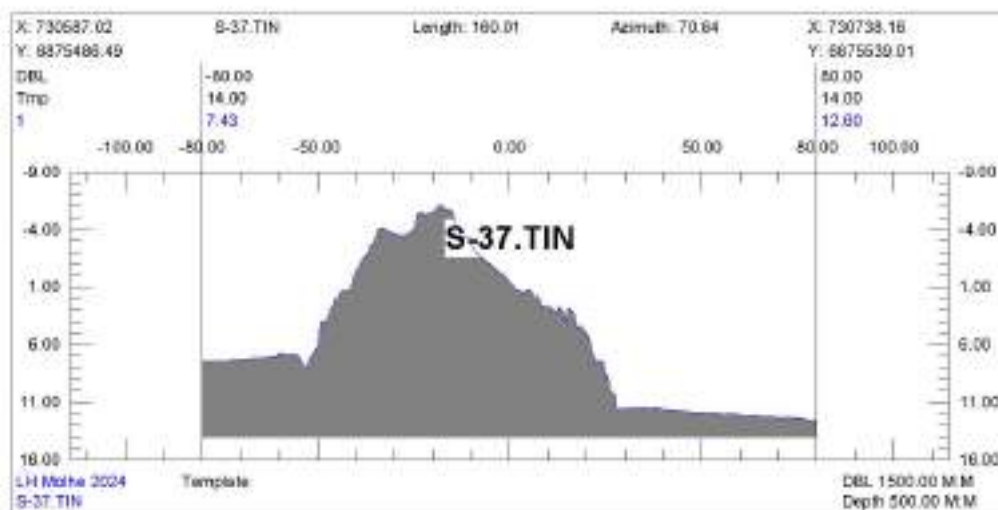


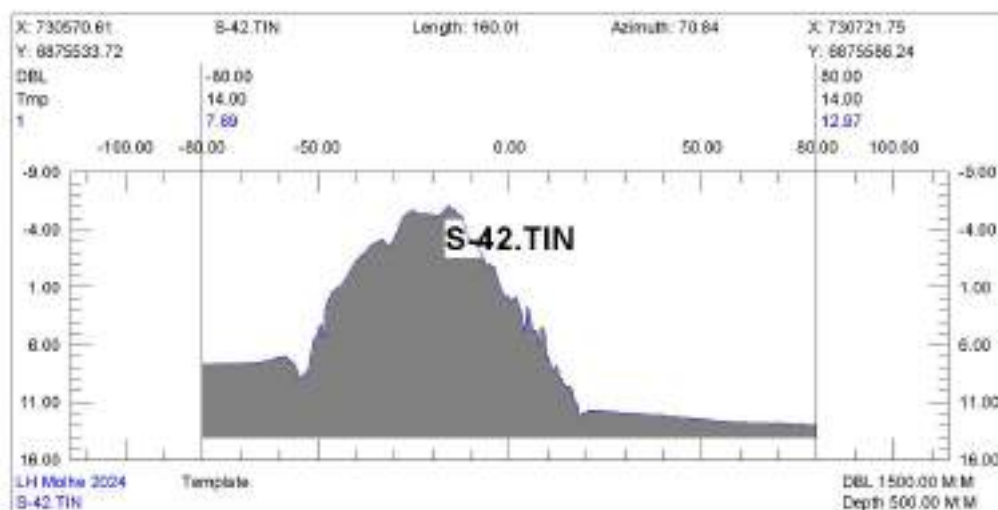
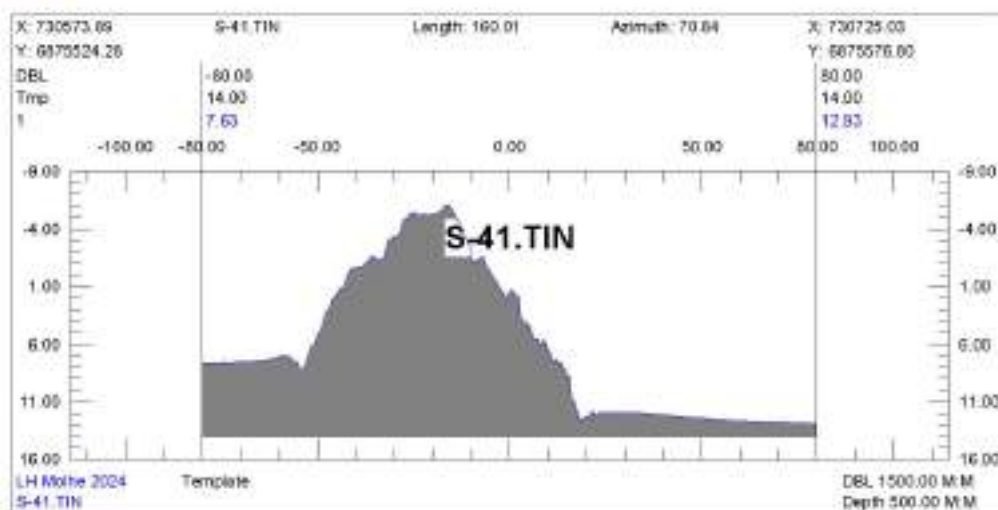
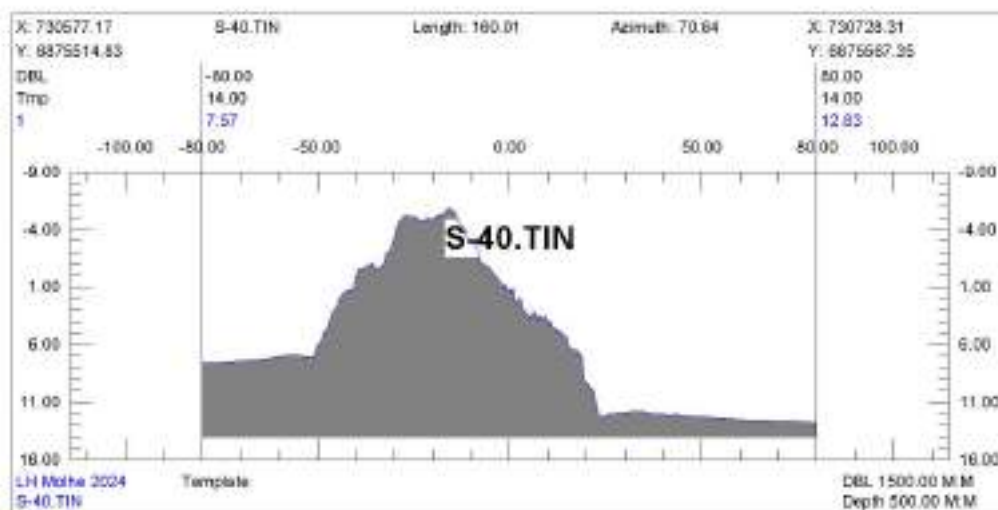


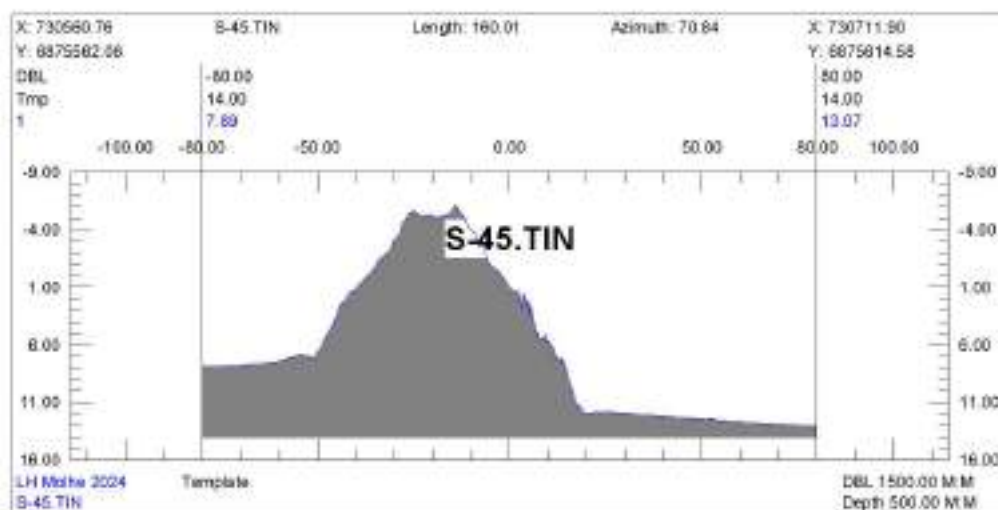
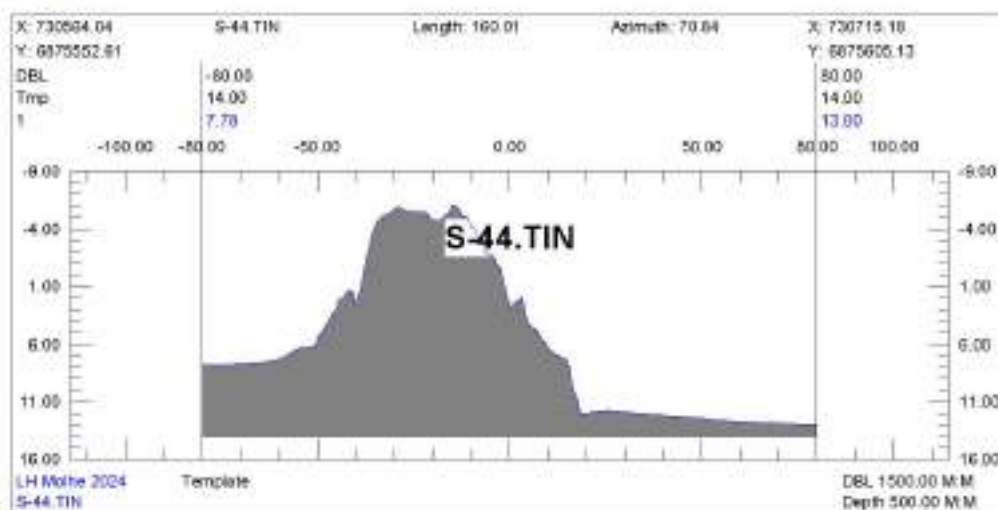
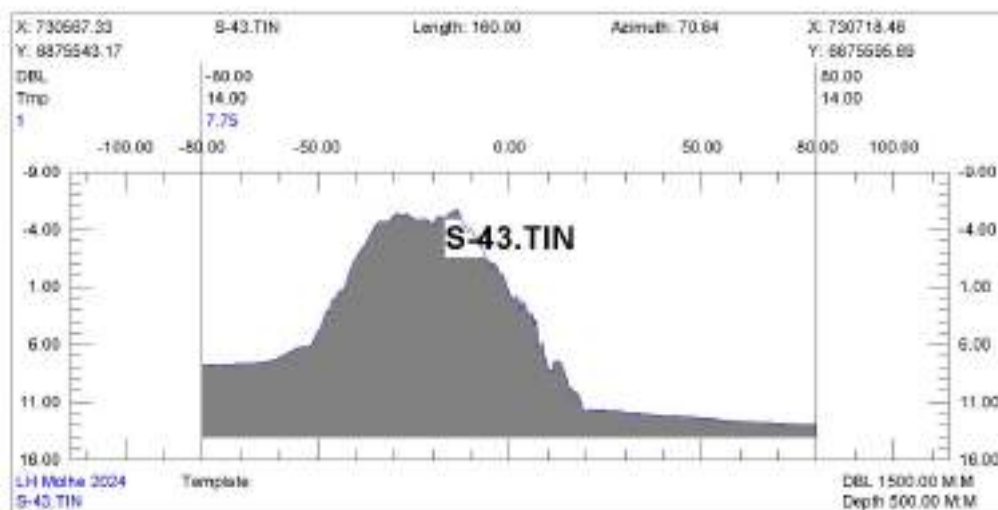


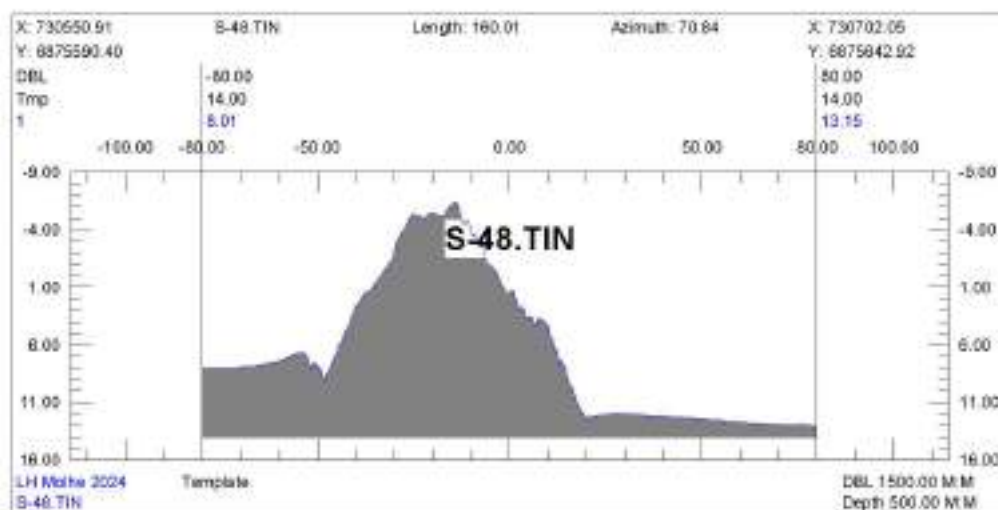
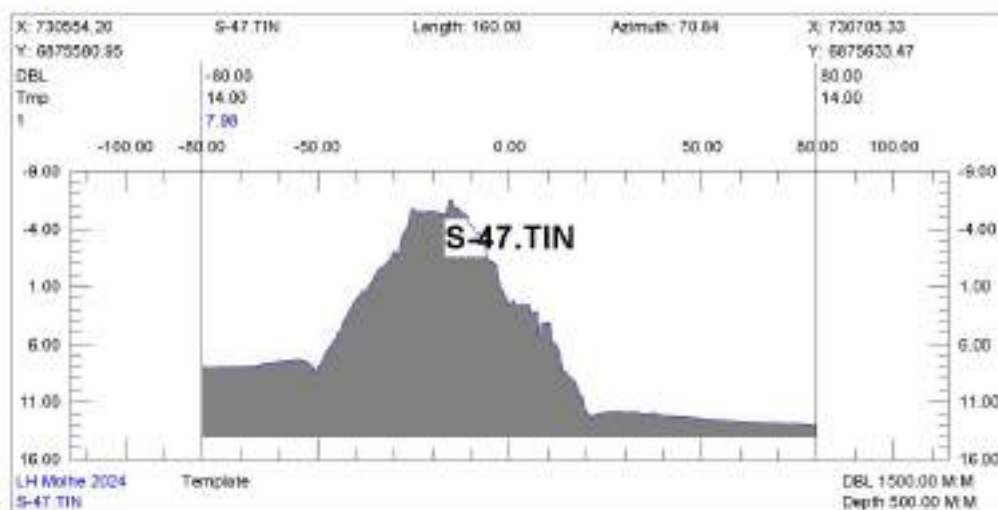
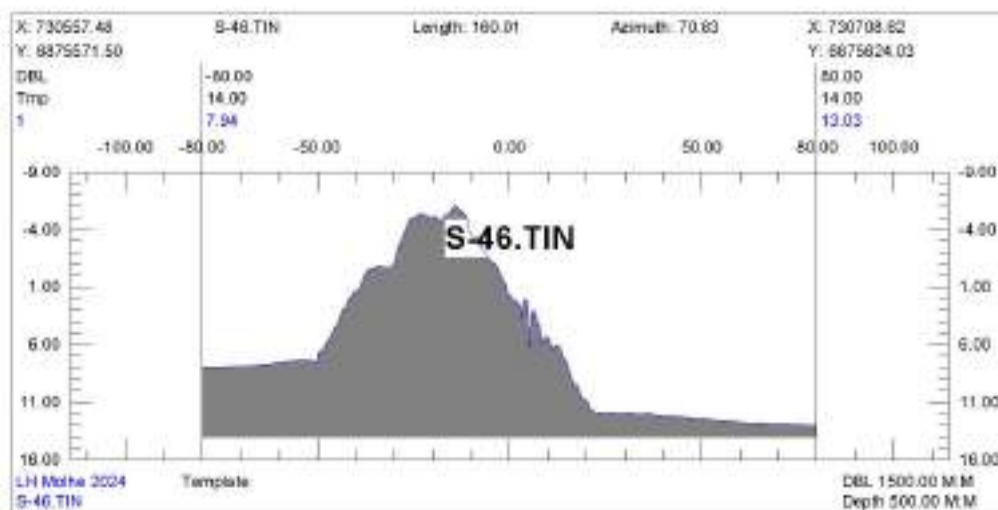


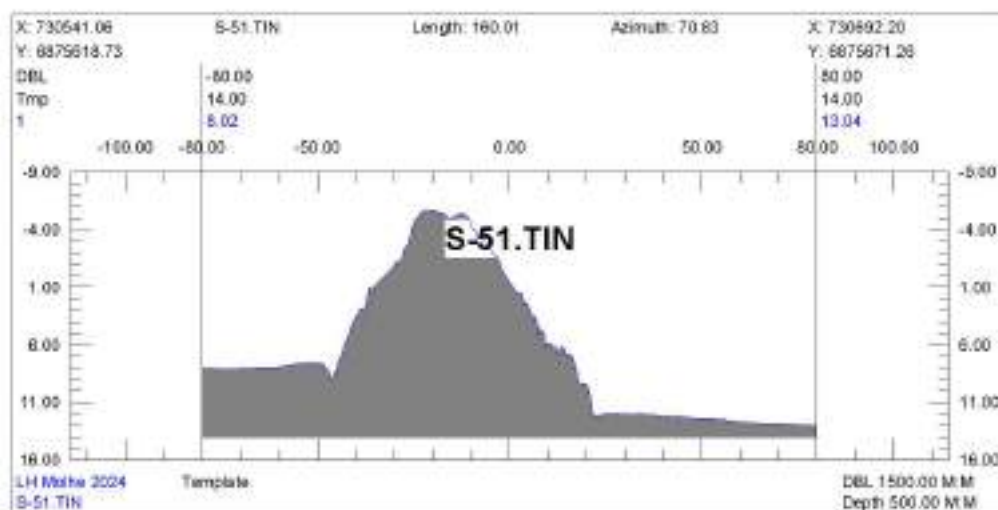
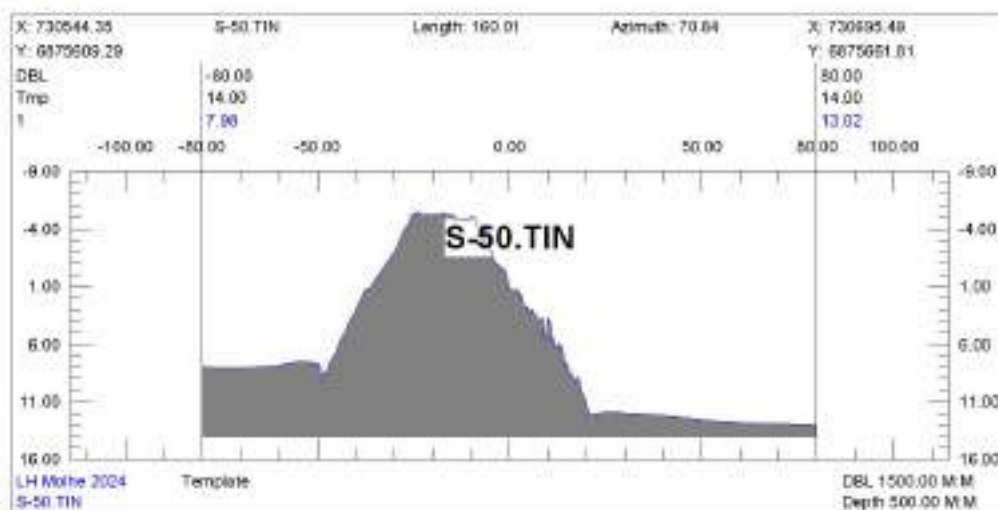
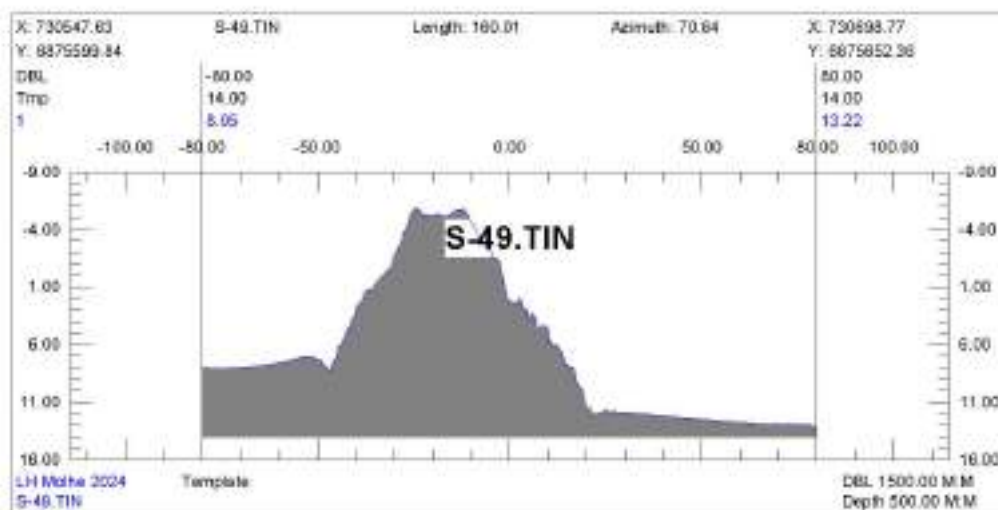


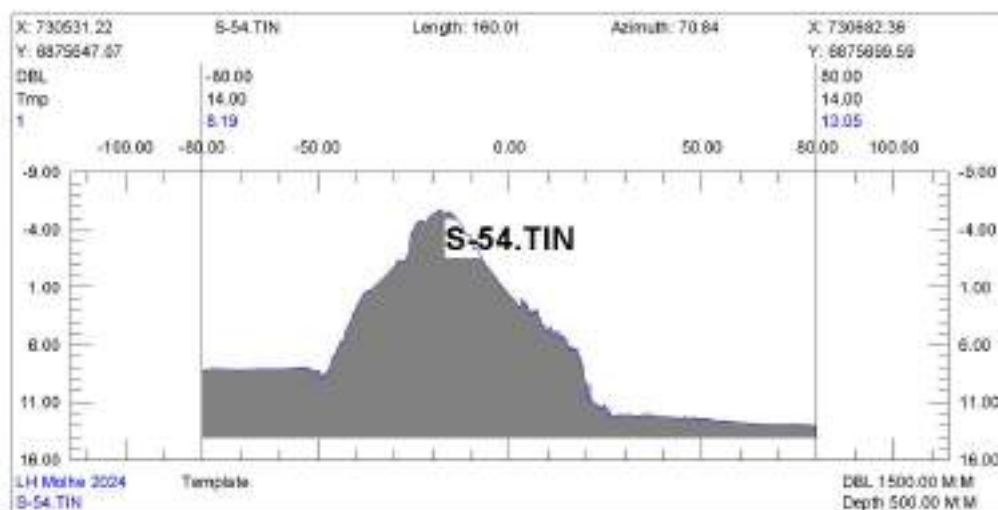
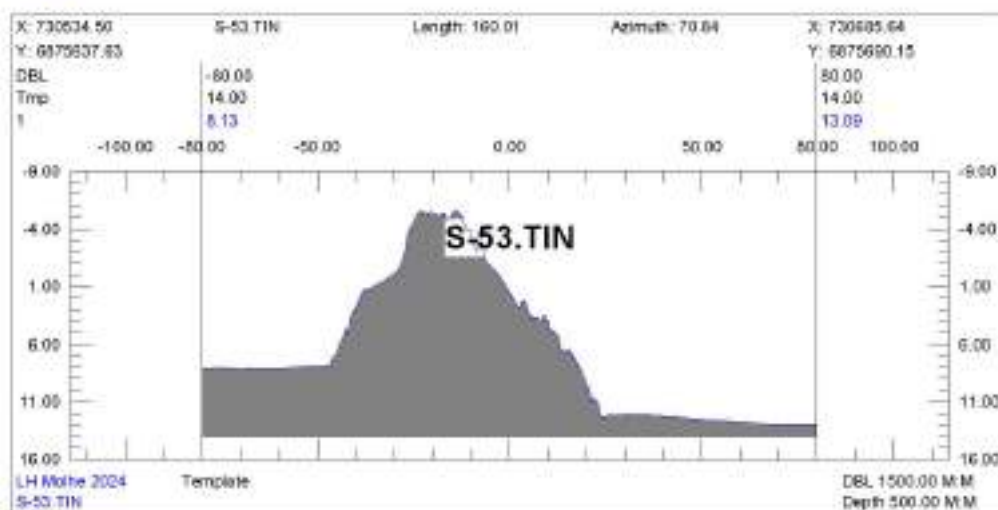
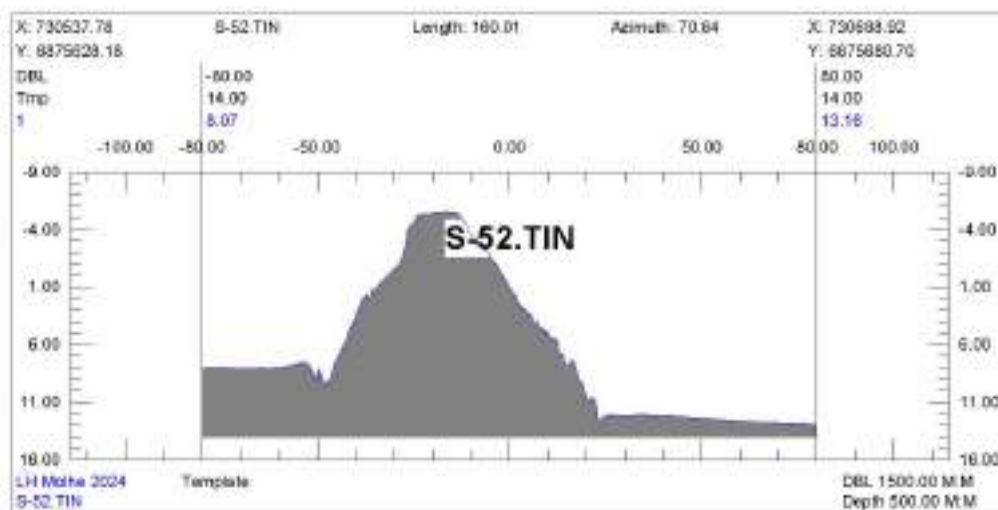


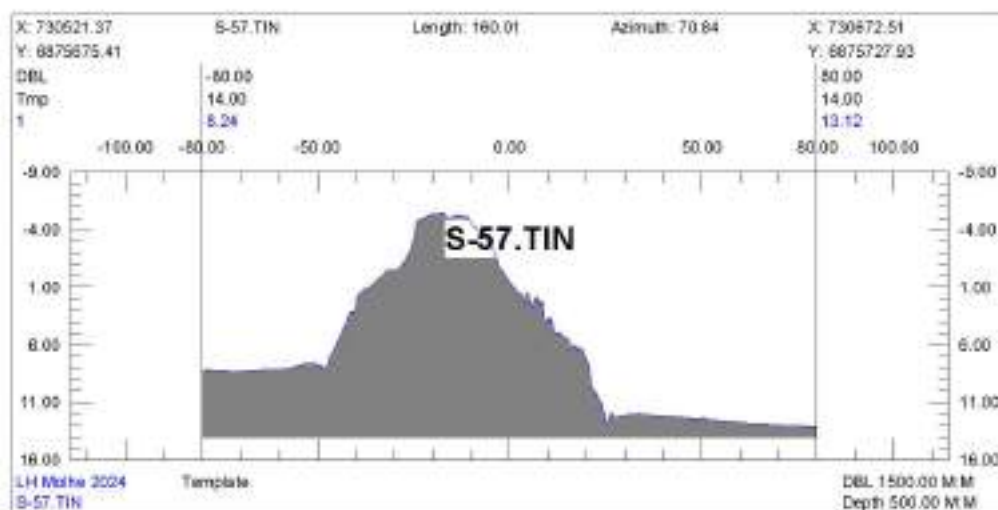
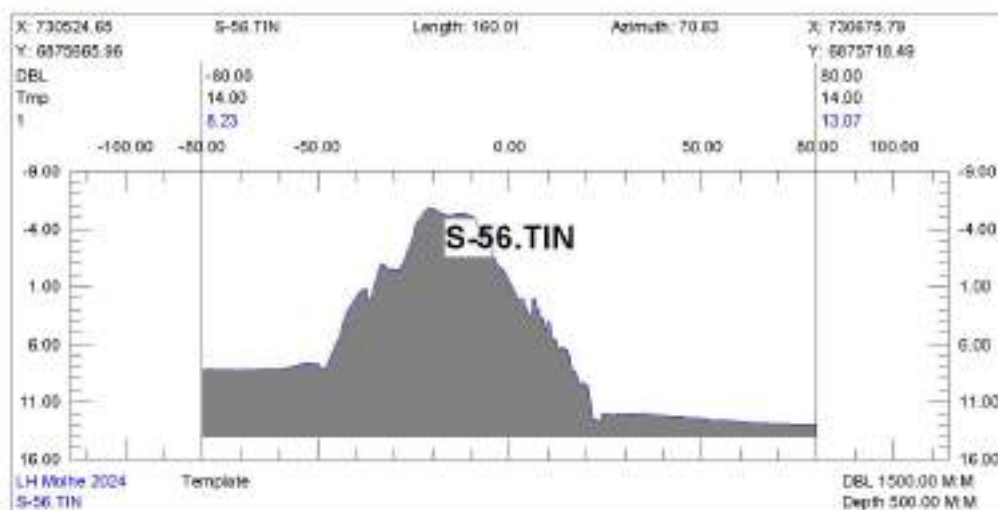
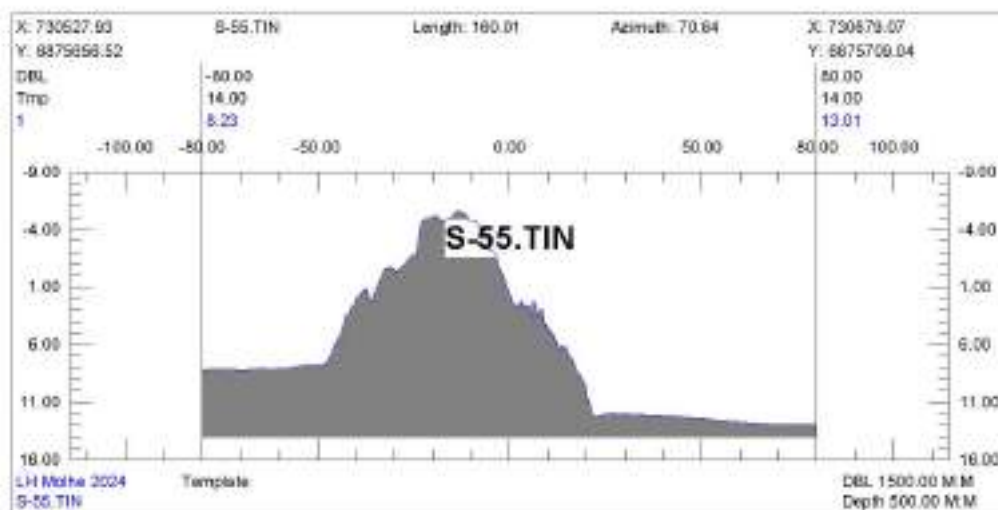


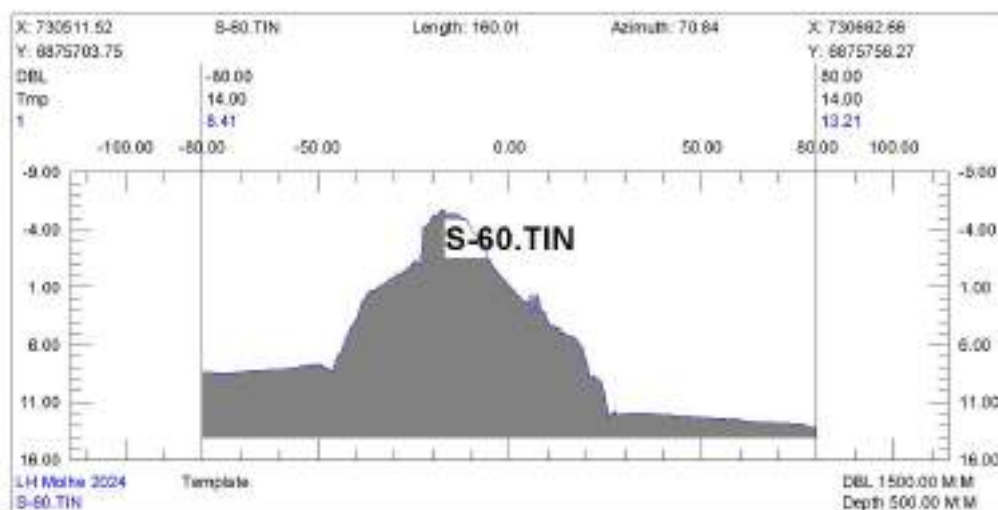
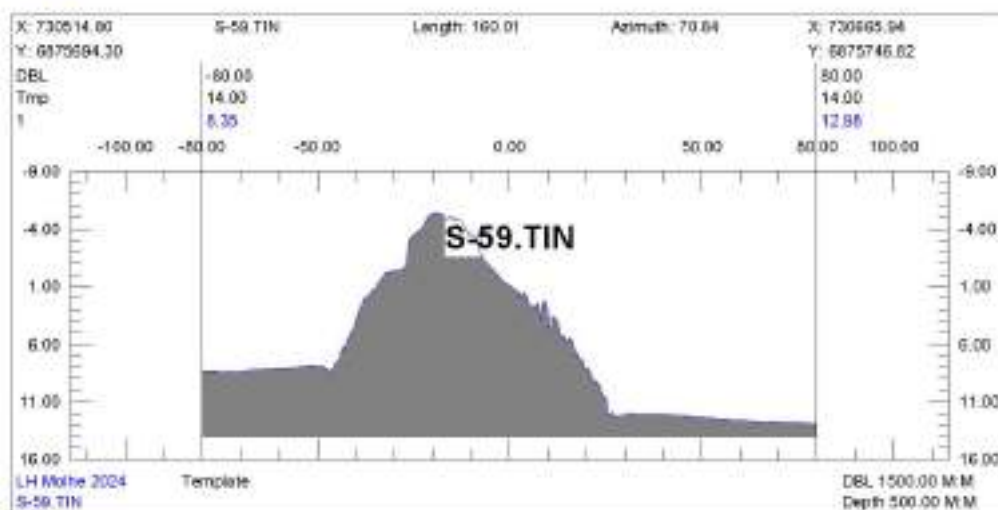
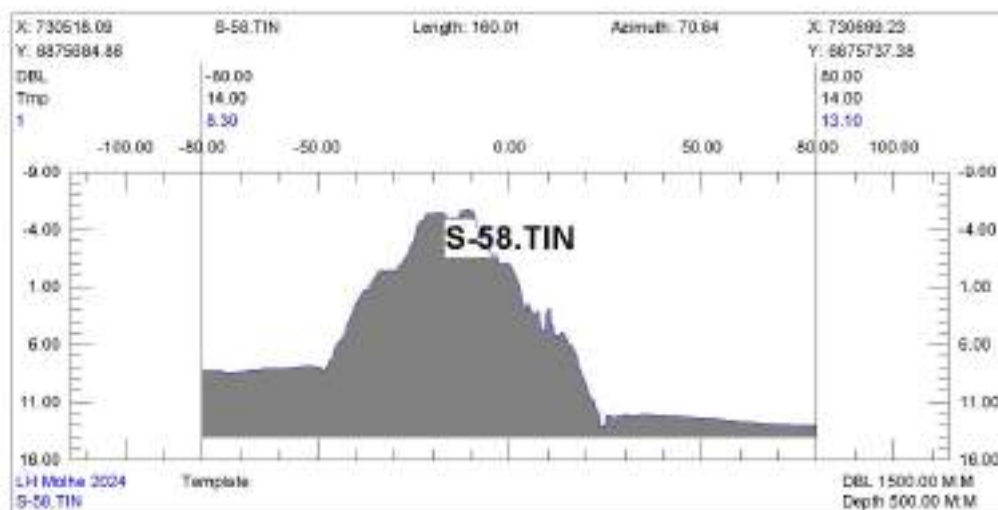


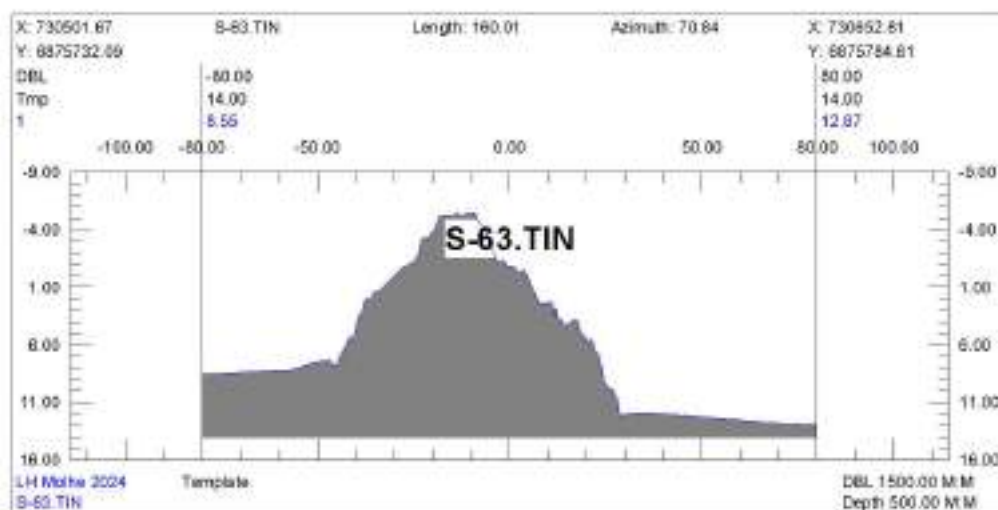
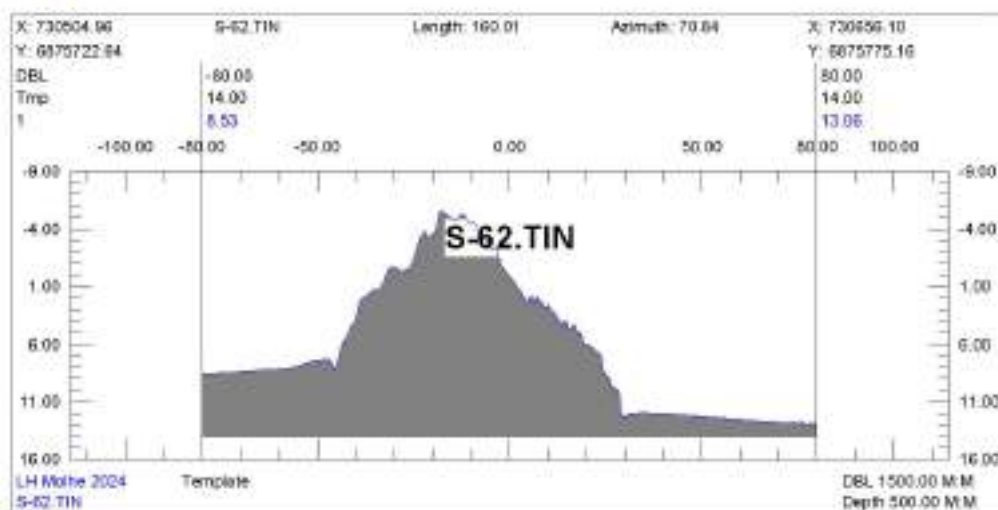
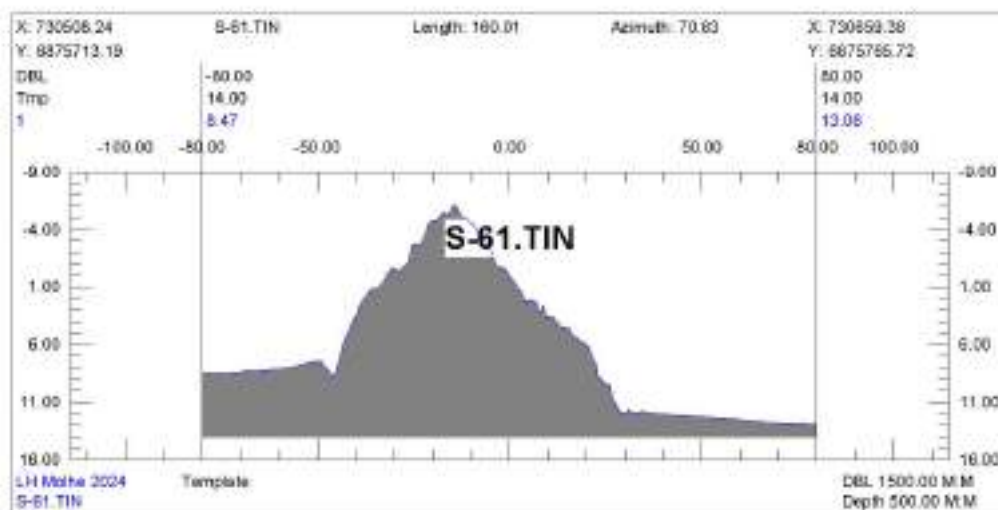


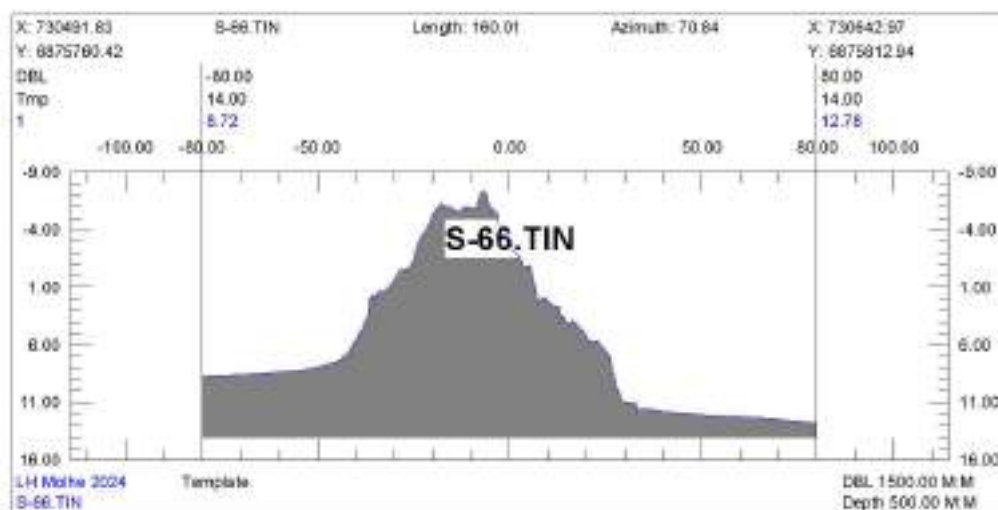
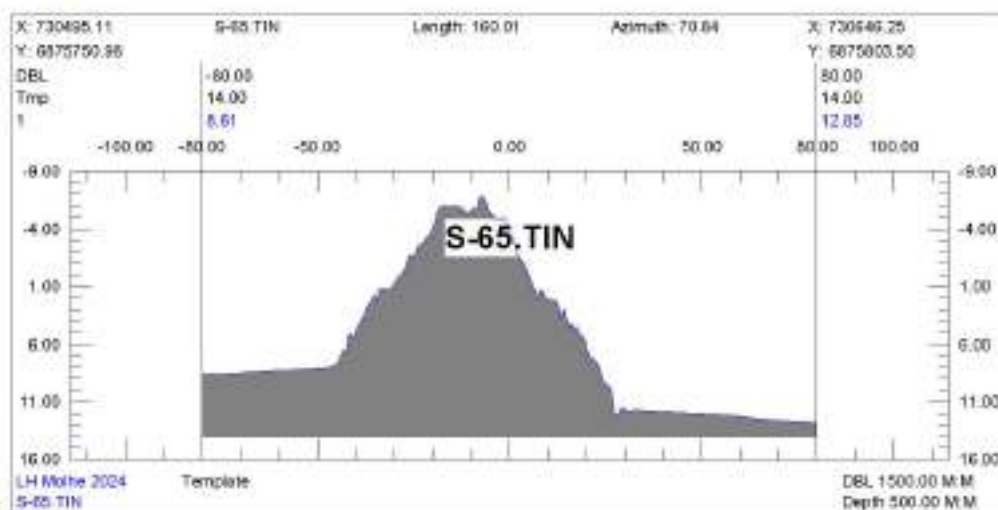
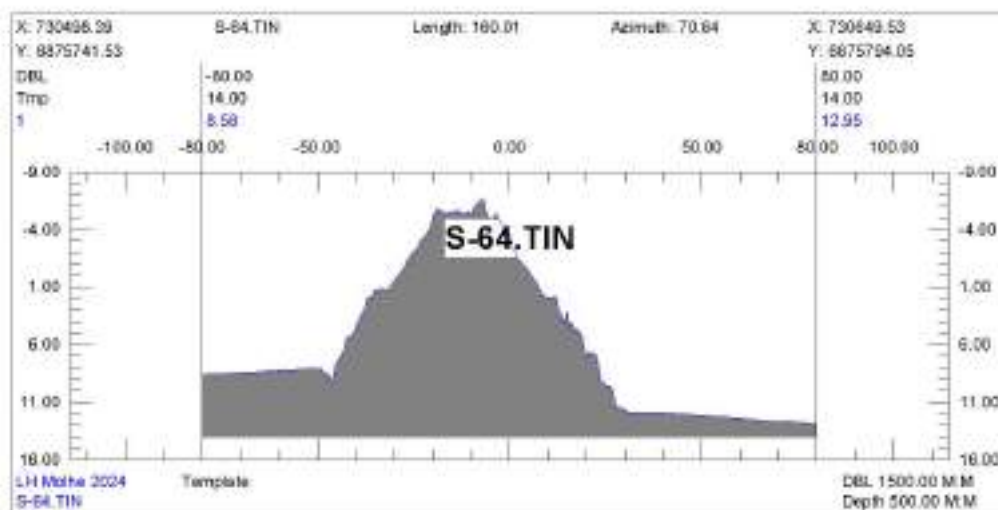


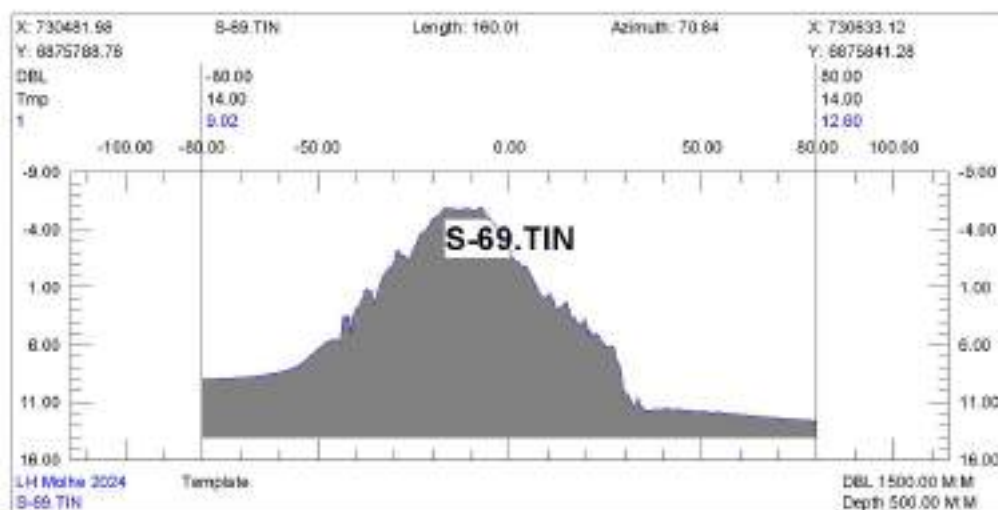
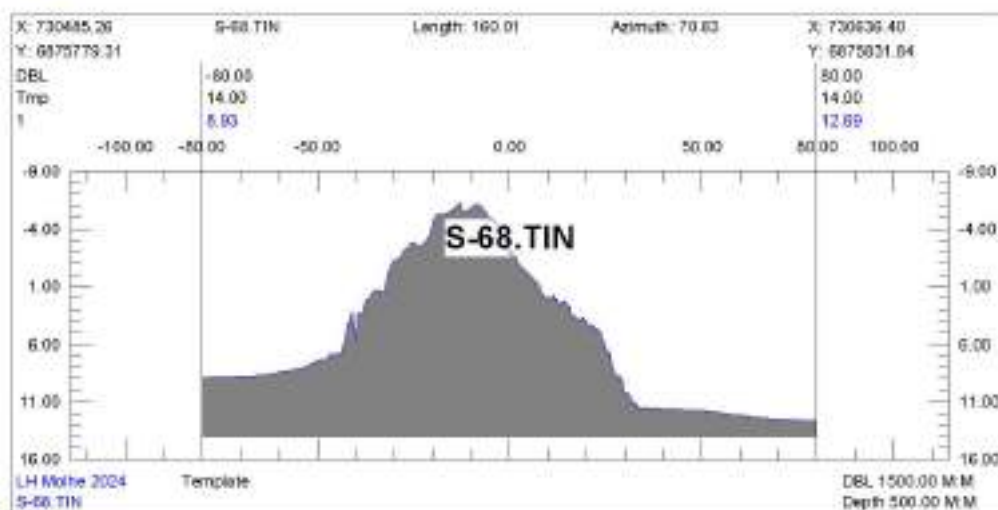
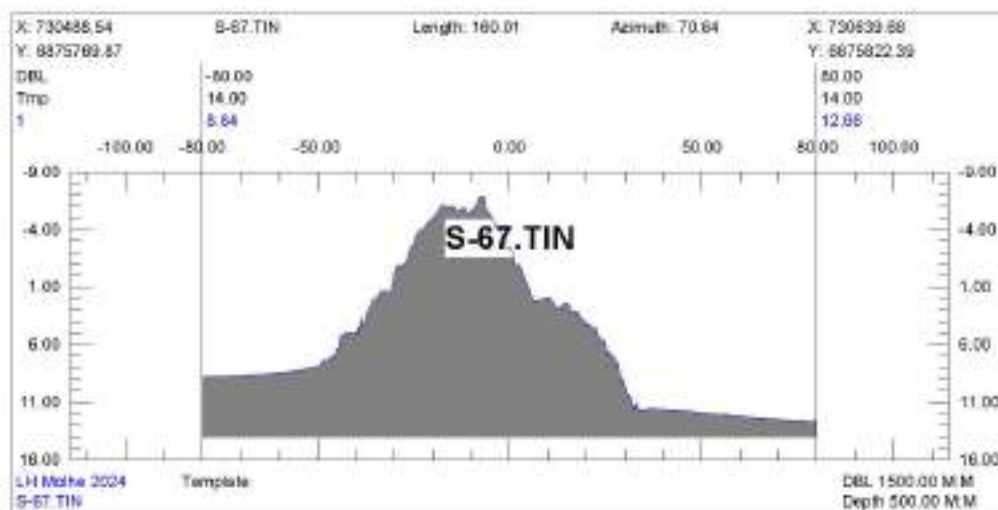


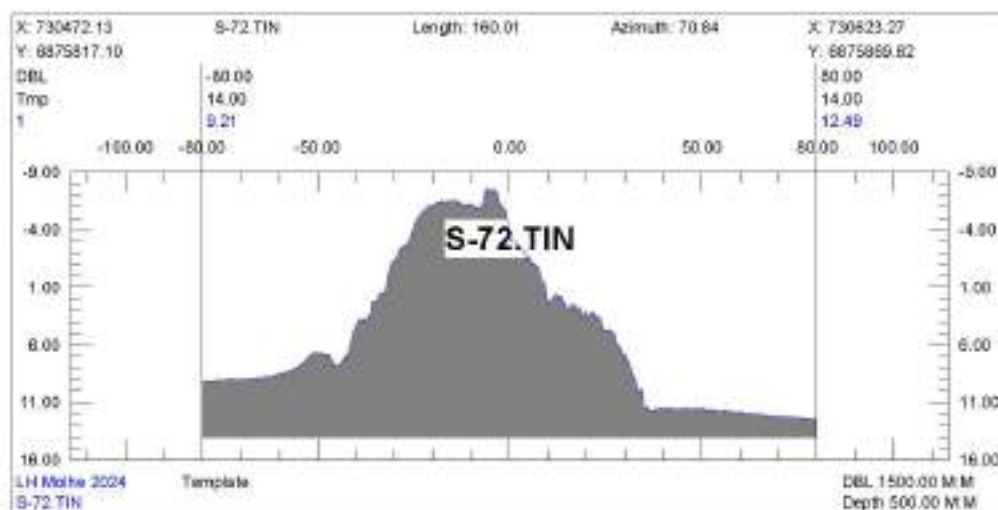
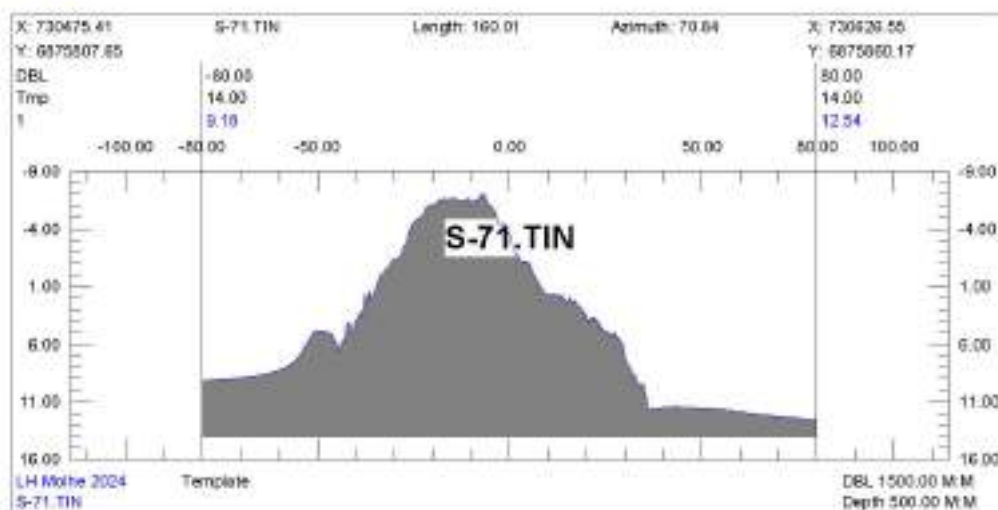
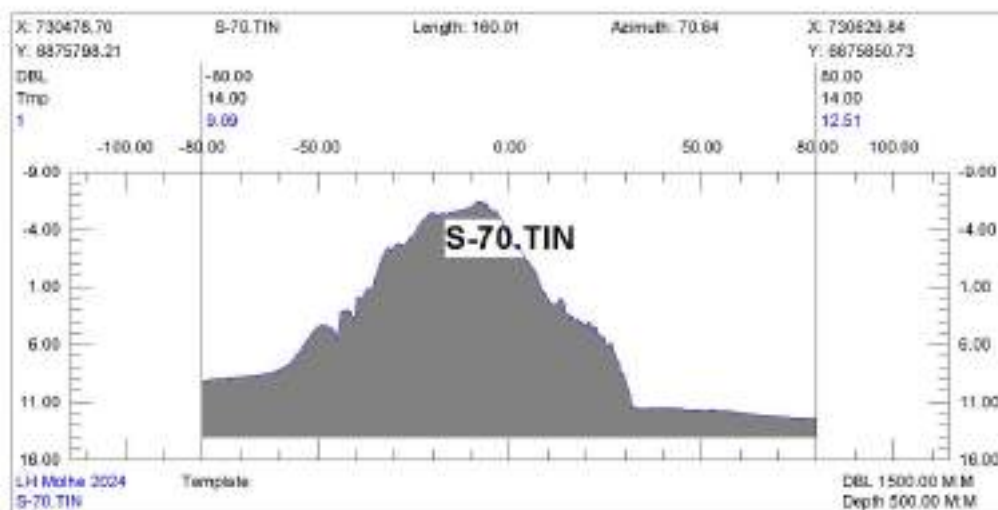


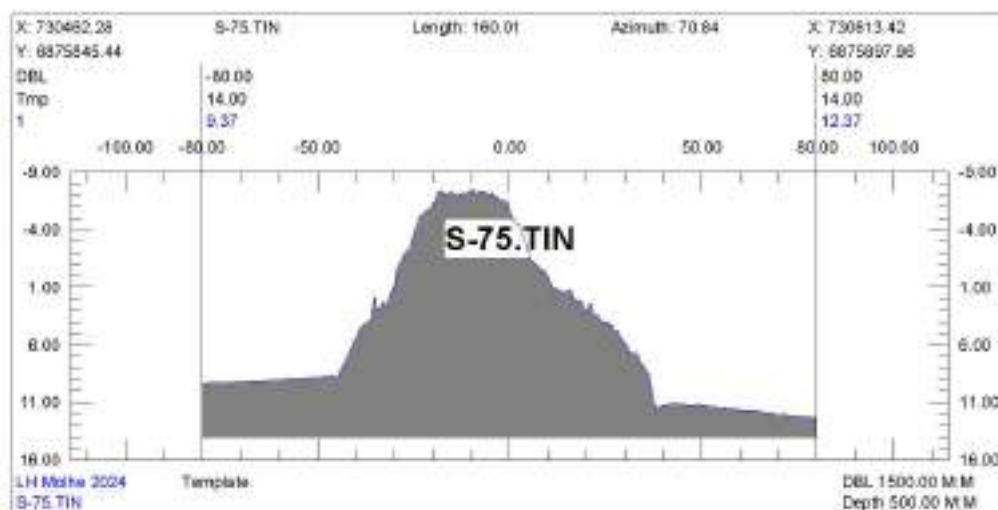
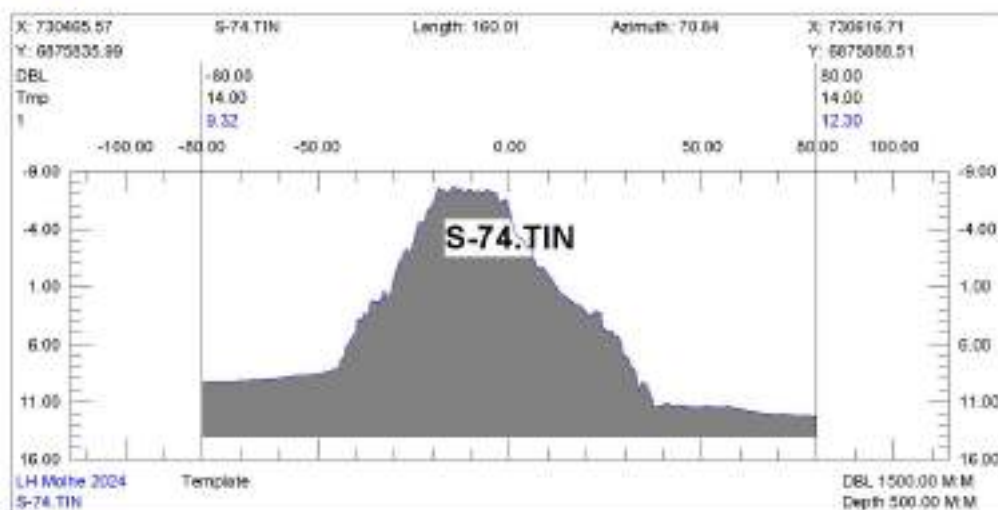
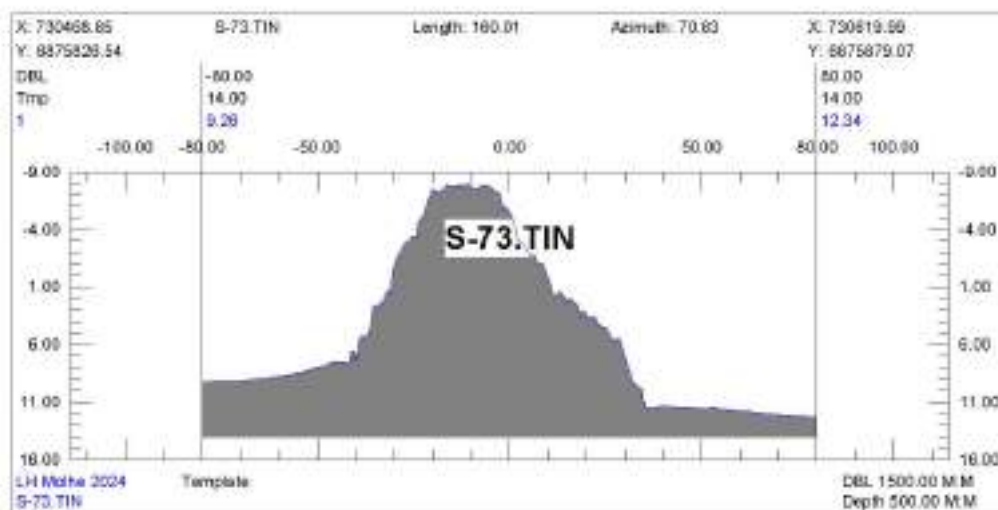


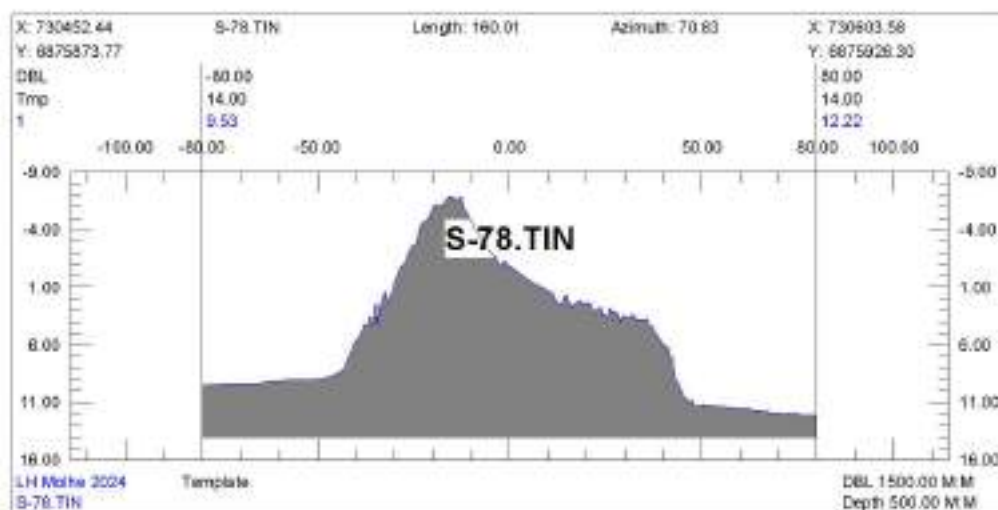
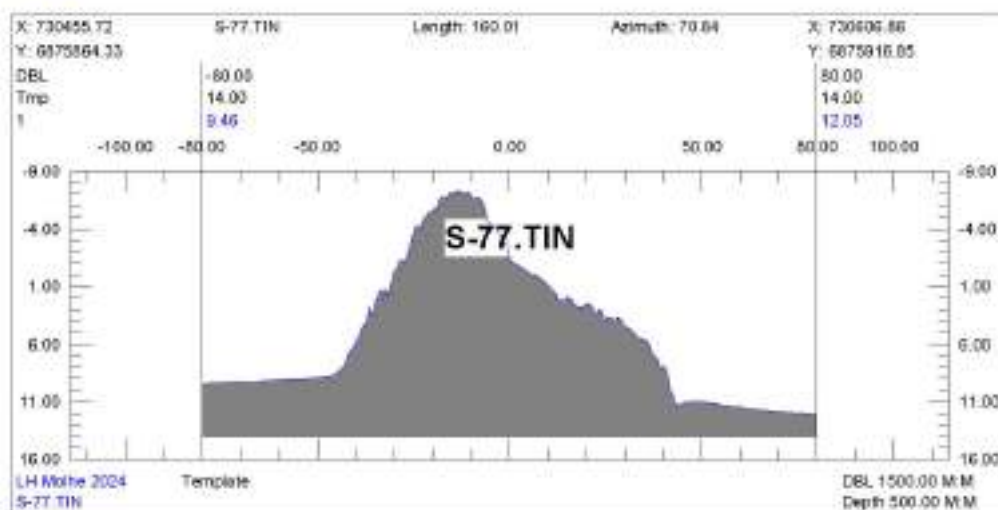
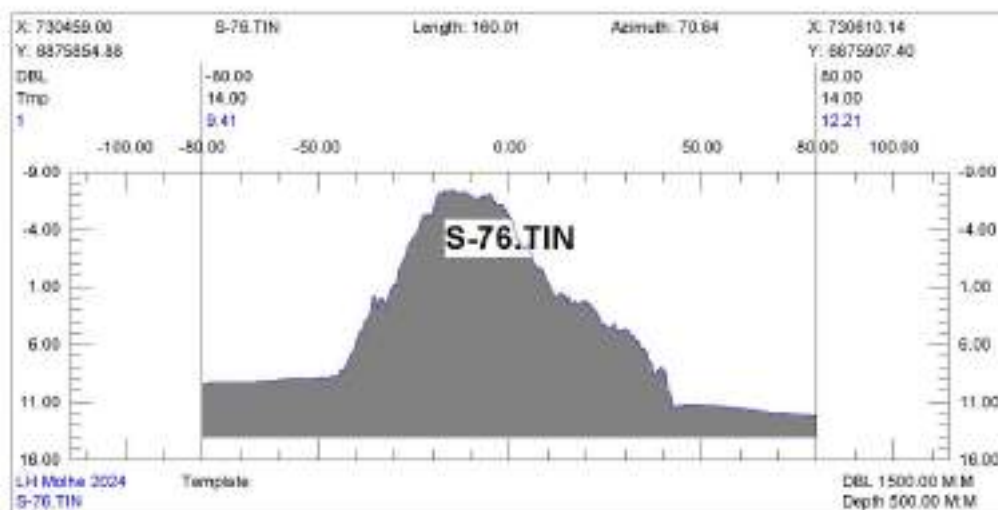


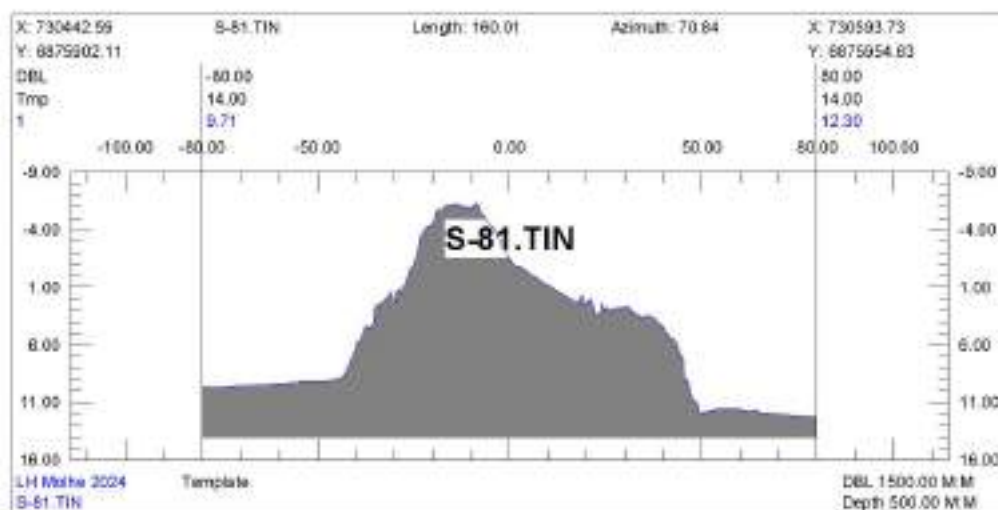
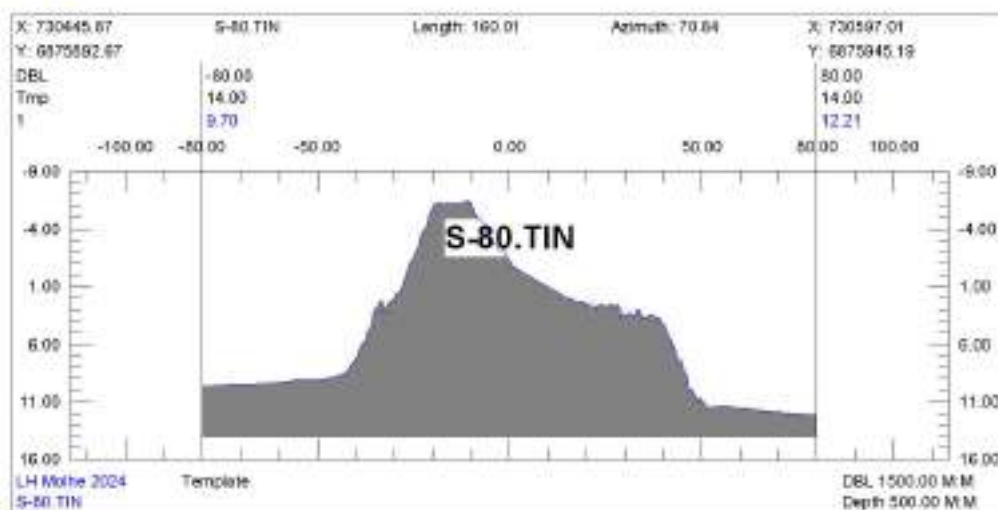
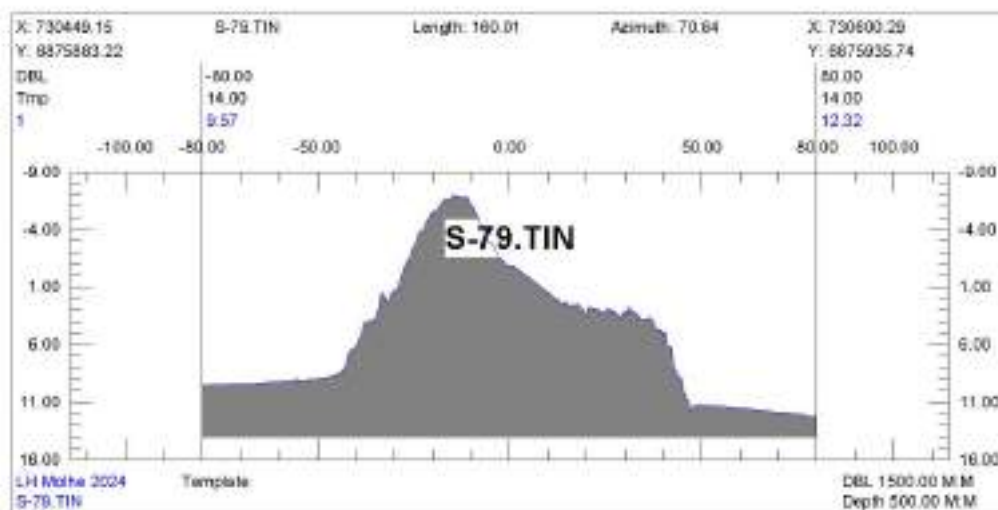


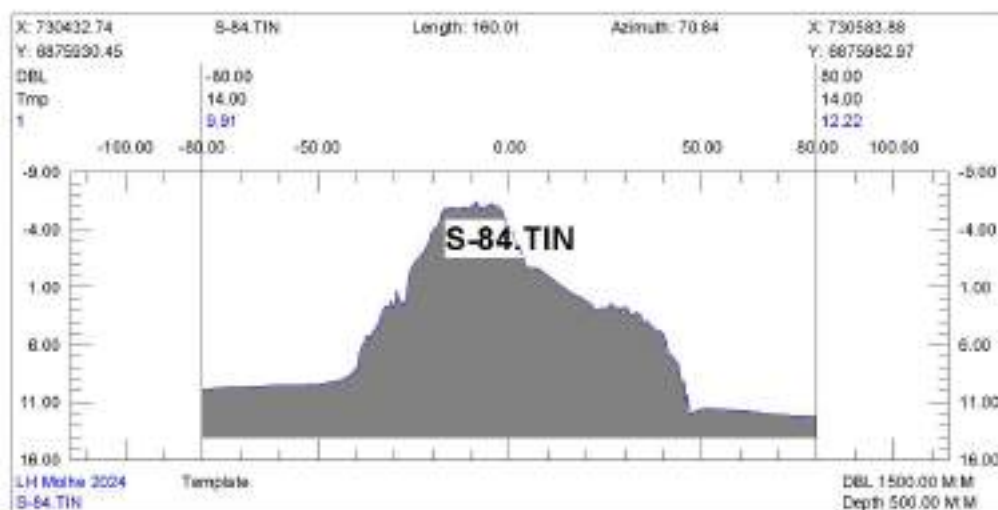
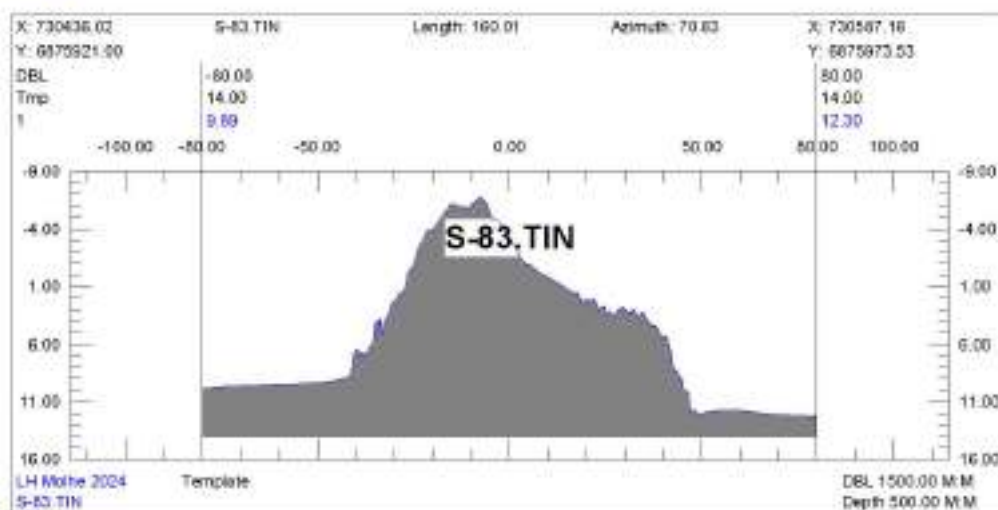
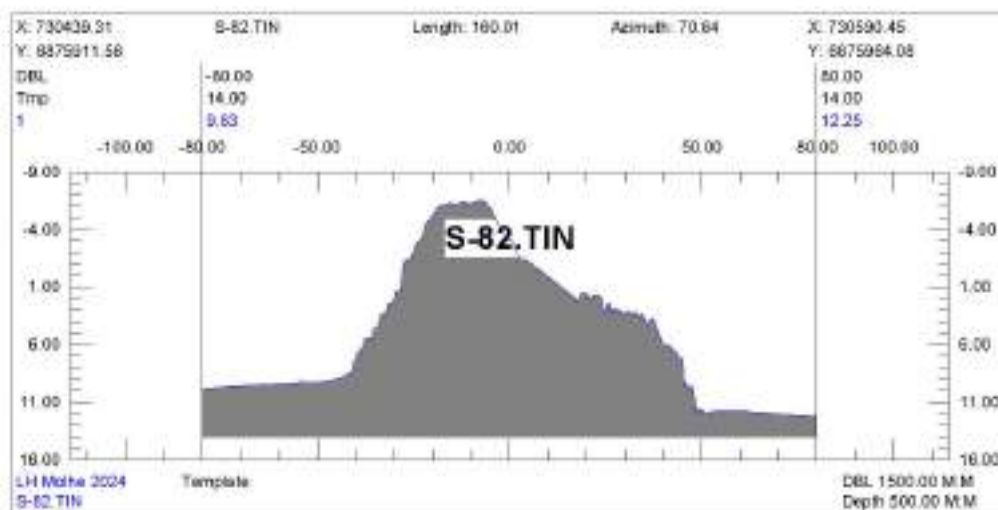


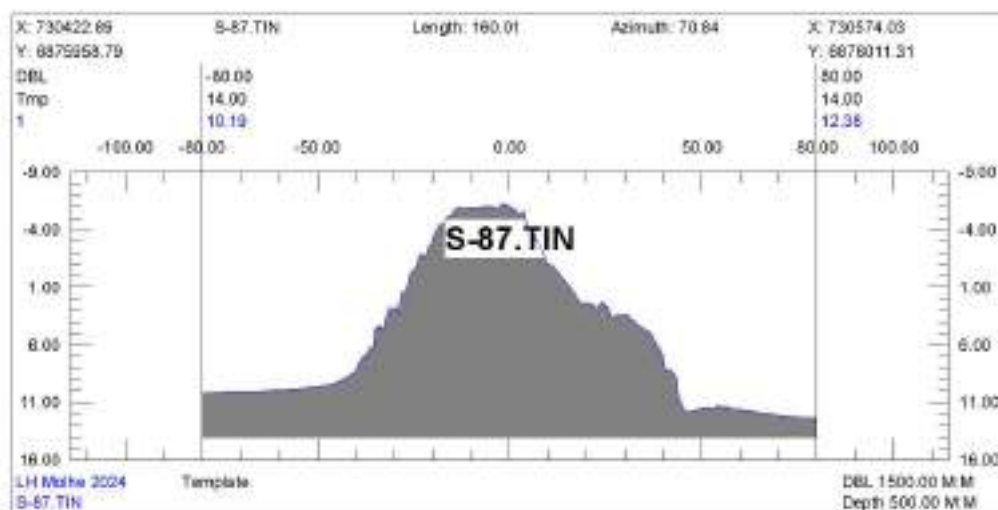
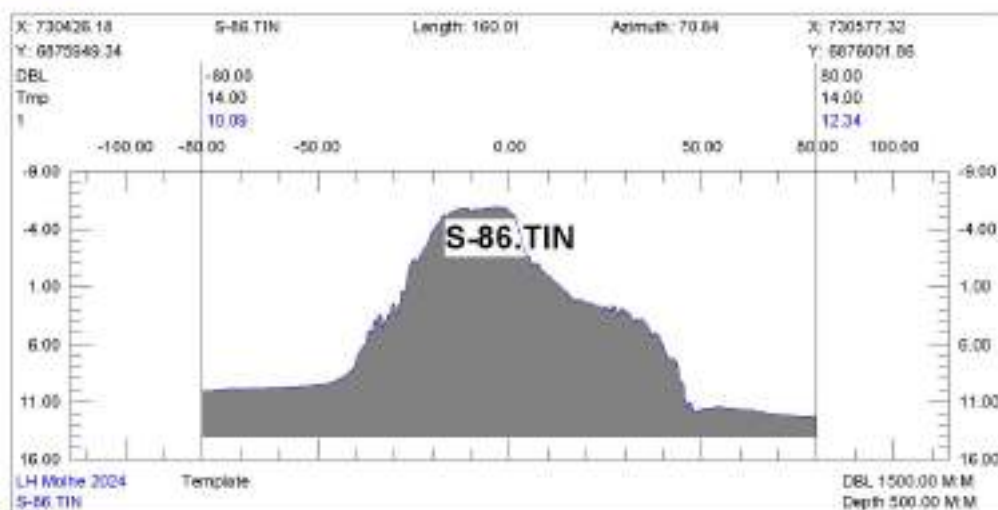
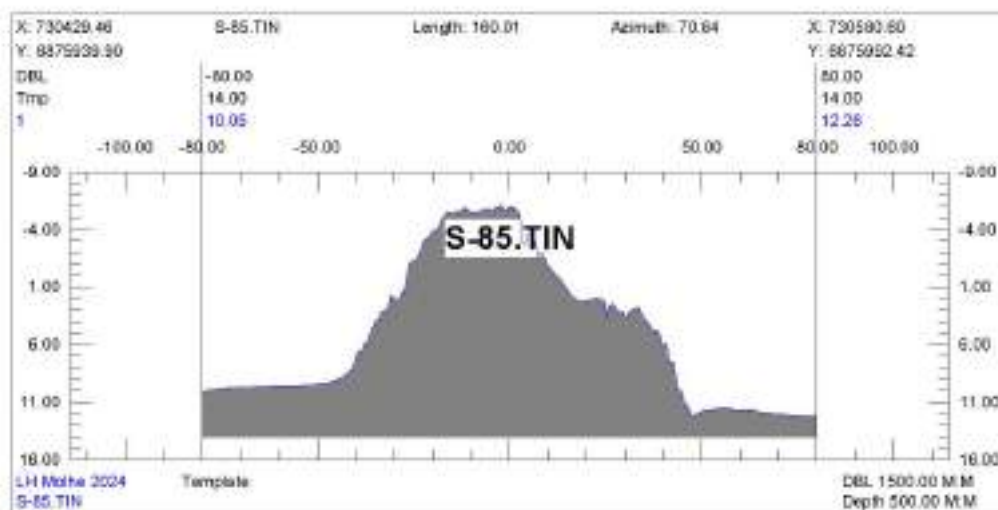


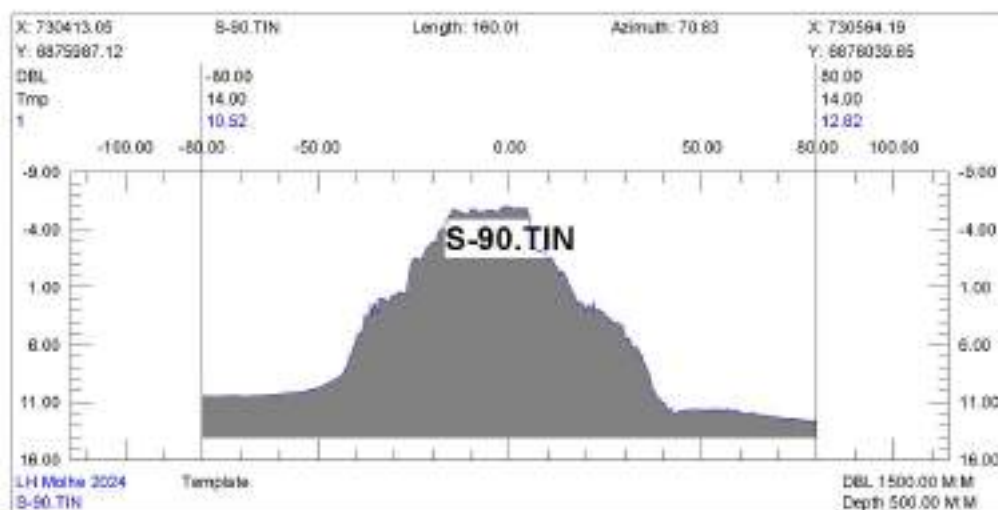
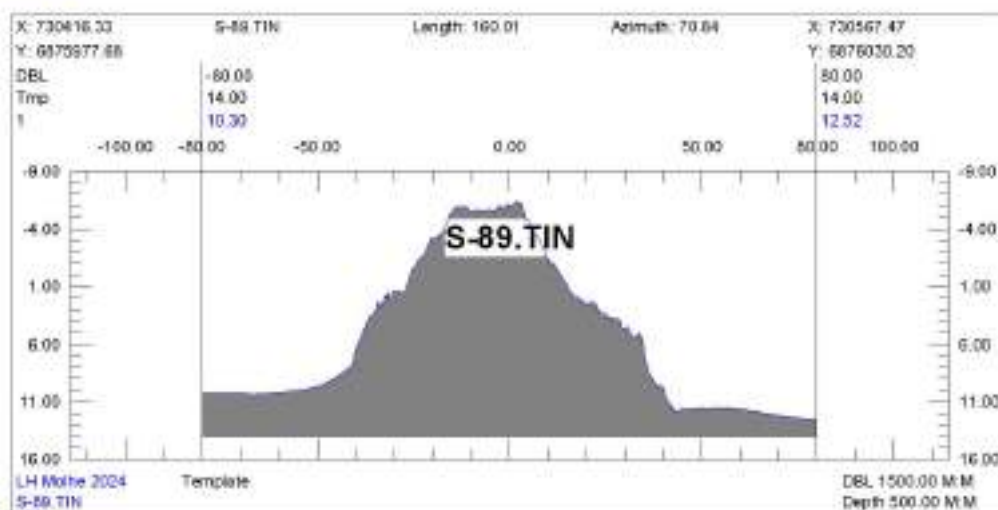
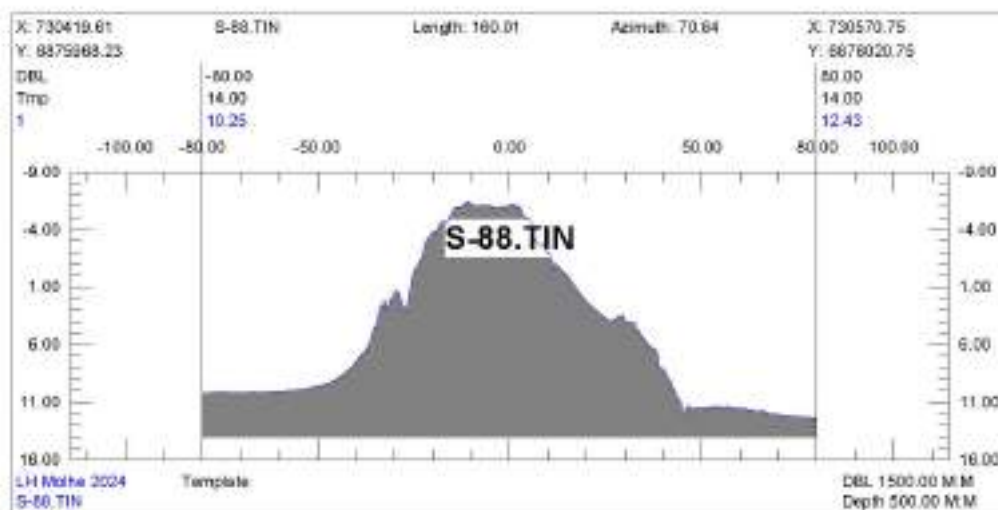


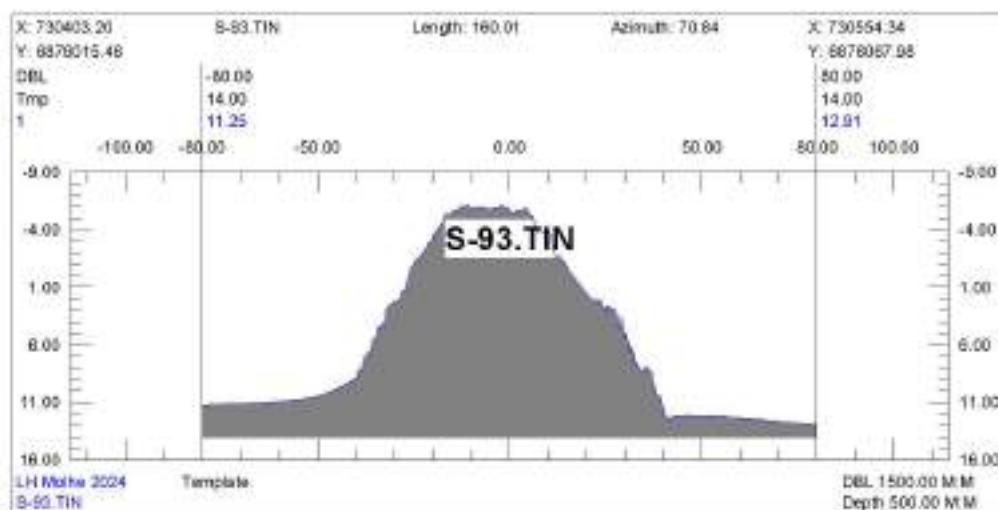
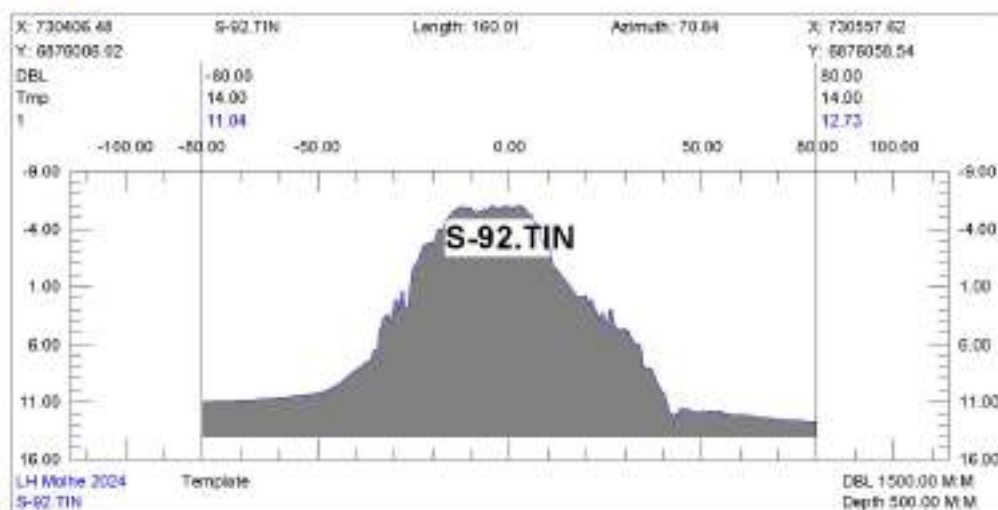
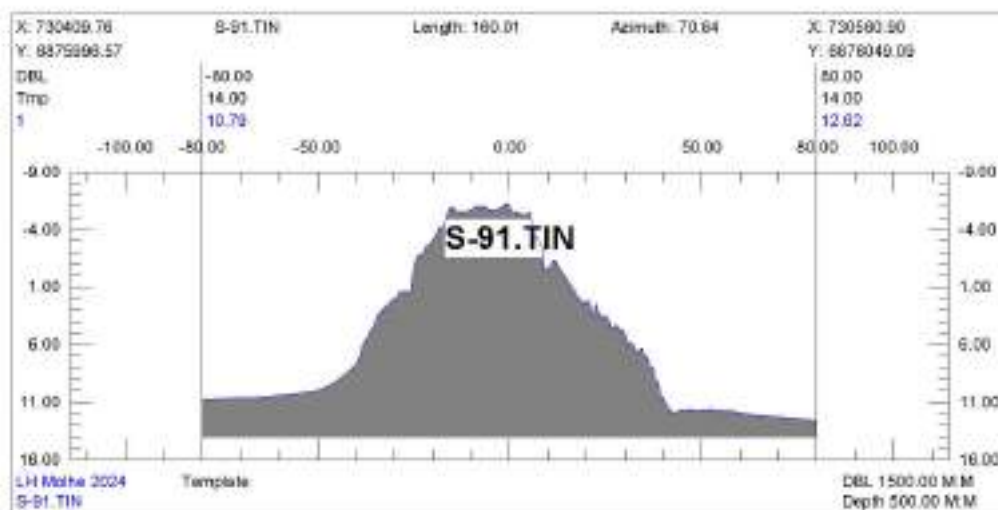


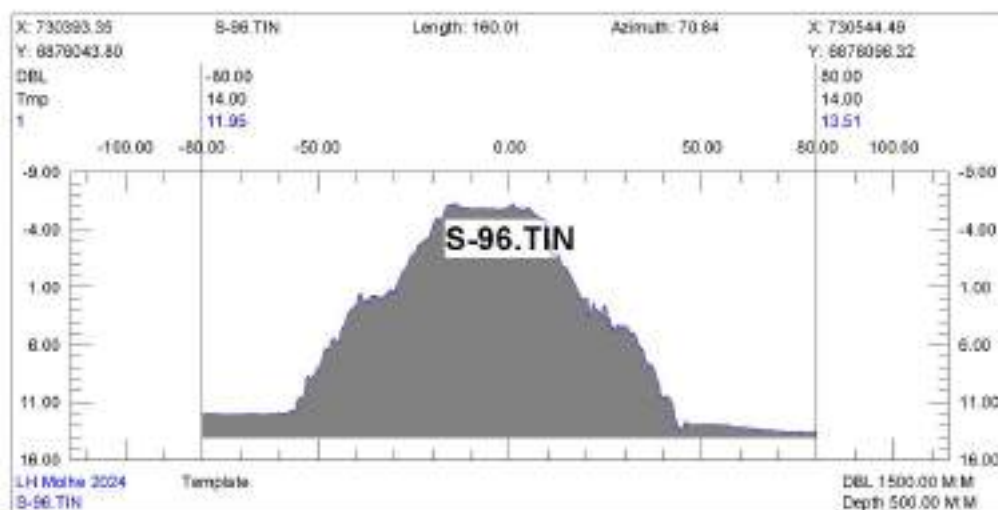
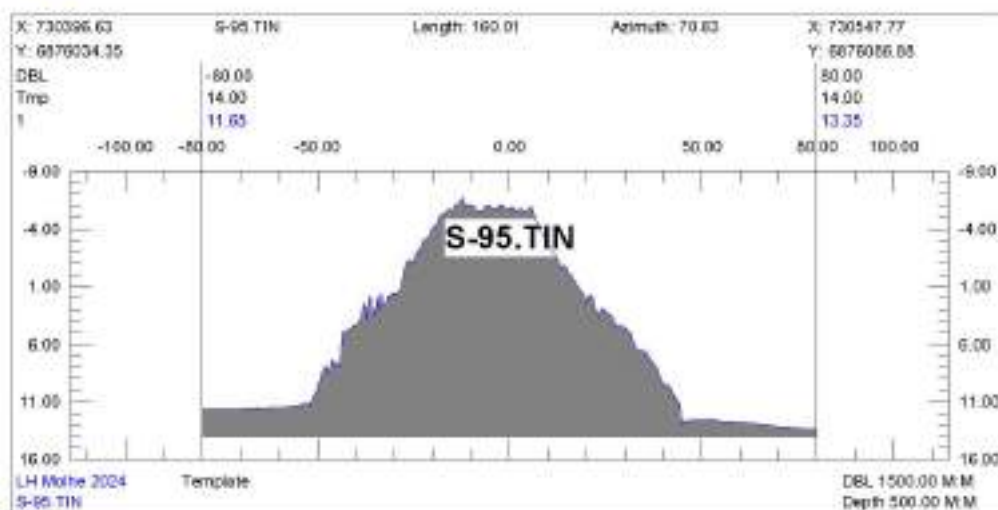
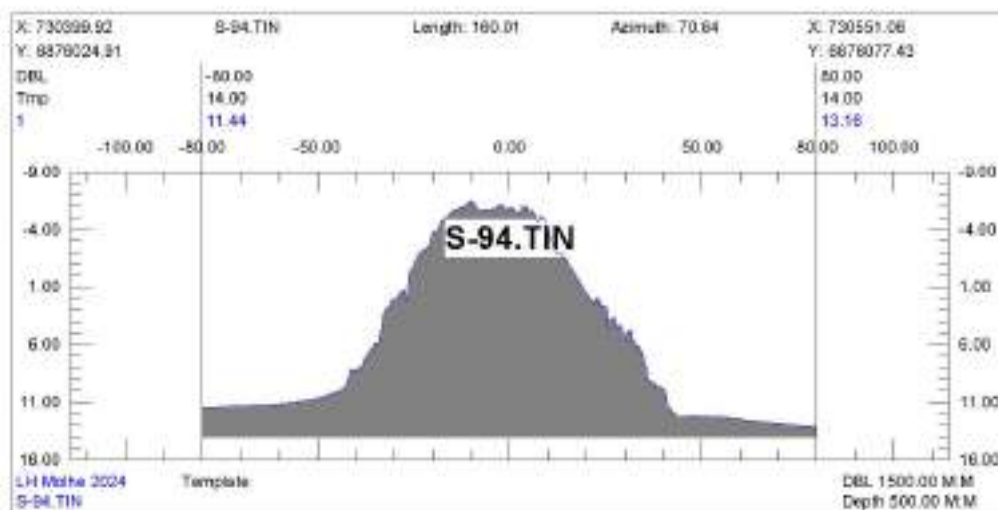


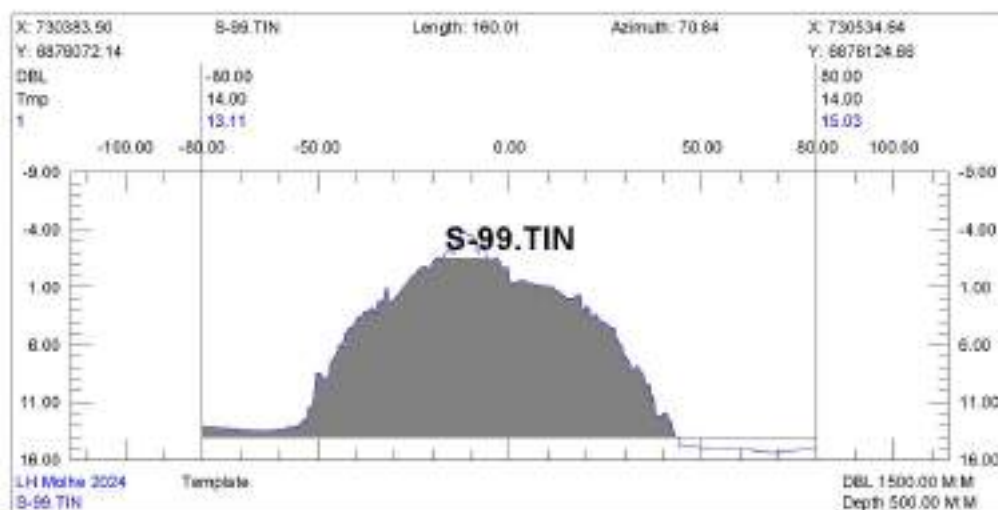
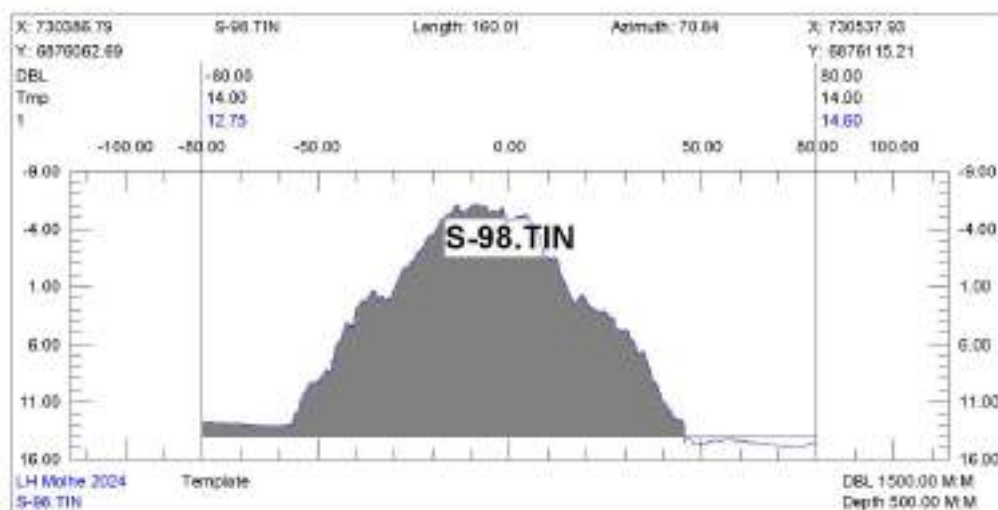
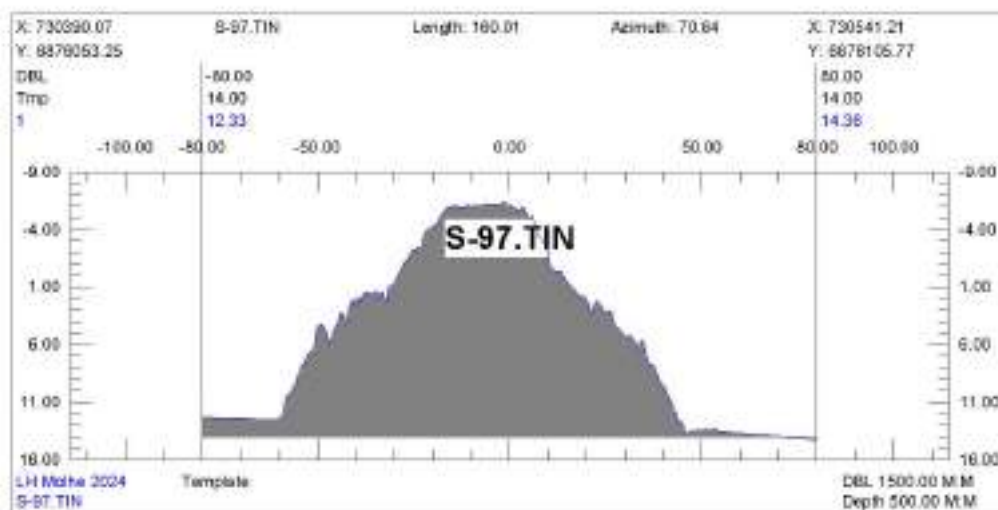


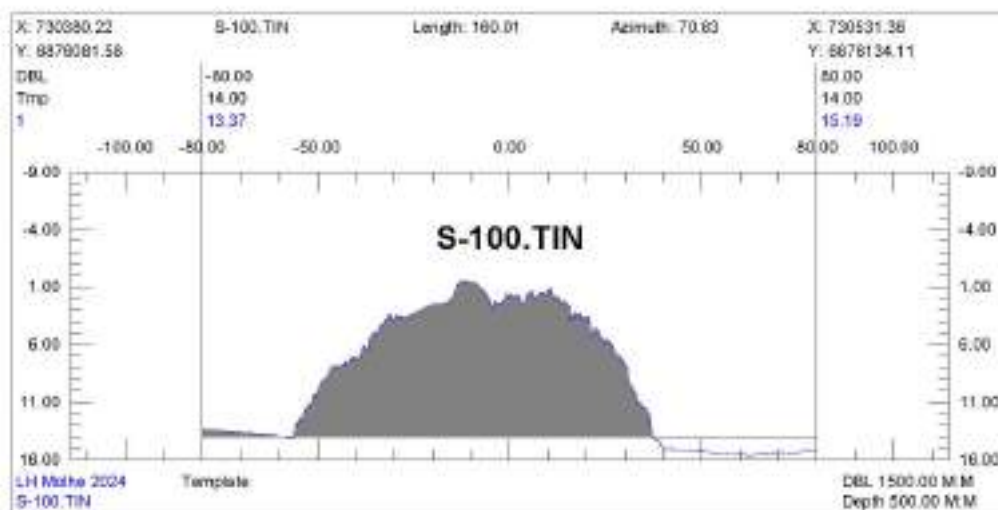












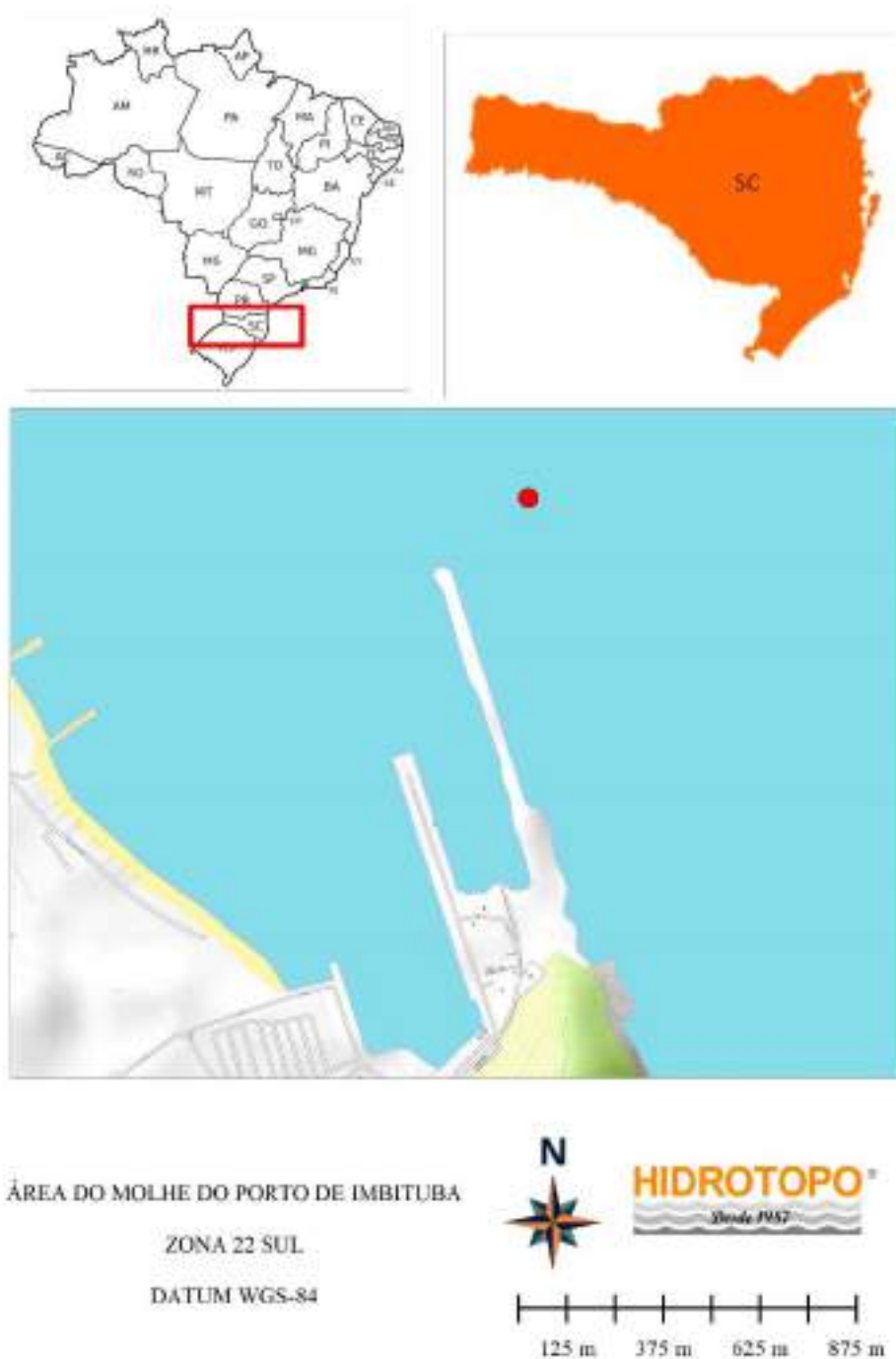
## **1.8. CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS E MORFOLOGIA.**

A execução do estudo de hidrodinâmica, através do fundeio de um ADCP, visa analisar o comportamento das correntes quando ocorrem eventos extremos e as ondas transpassam o molhe no Porto de Imbituba.

Será apresentada uma análise dos dados meteoceanográficos (correntes, ondas, maré e vento) adquiridos nas proximidades do Portuário de Imbituba, município de Imbituba – SC.

### **1.8.1. Área de Estudo**

A área levantada está localizada nas proximidades do molhe do Porto de Imbituba - SC (Figura 120).



**Figura 120 – Visão geral da área de trabalho (Molhe).**

### 1.8.2. Medições Ondas, Correntes e Nível

A instalação da ADCP foi realizada nas proximidades do molhe do Porto de Imbituba, em posição determinada pela equipe da Hidrotopo. O instrumento foi fixado em uma estrutura metálica e fundeada no local de interesse.

O ADCP é projetado para realizar a medição do perfil de correntes, ondas direcionais. A maregrafia utilizada nesse trabalho de modelagem será realizada com os dados medidos pelo marégrafo de radar instalado no Porto de Imbituba.

**Dados da Estação de Coleta**

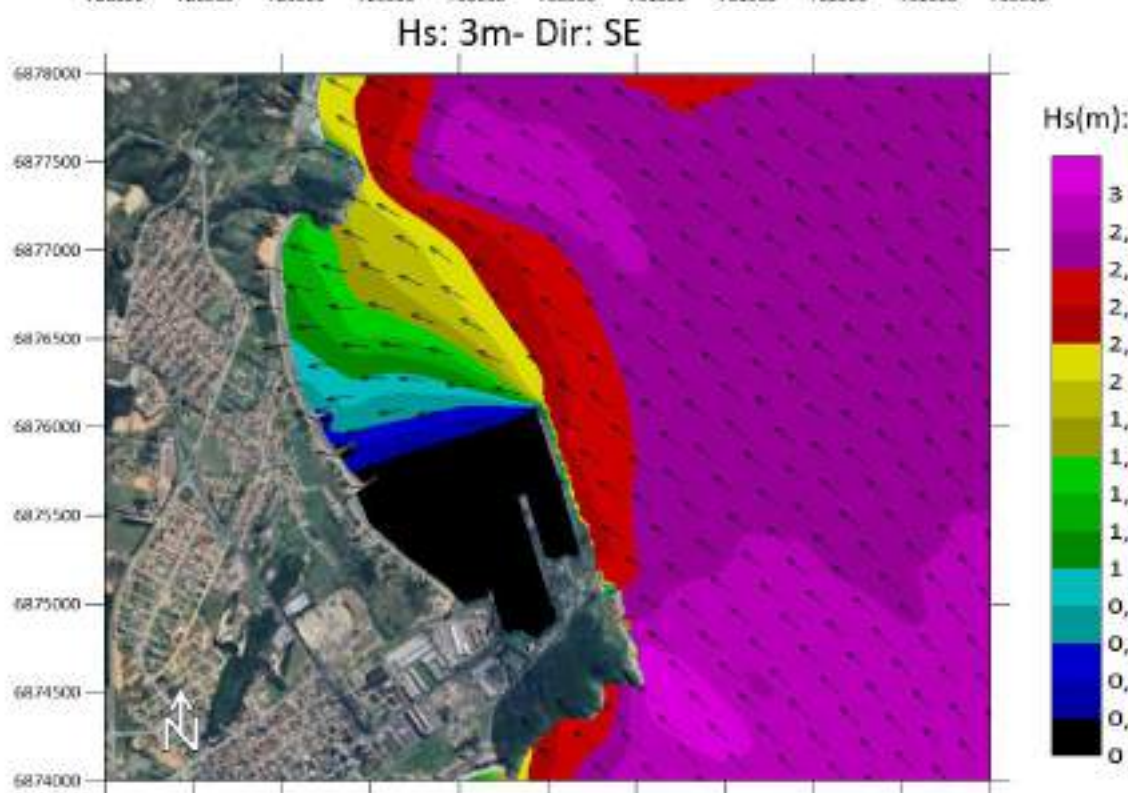
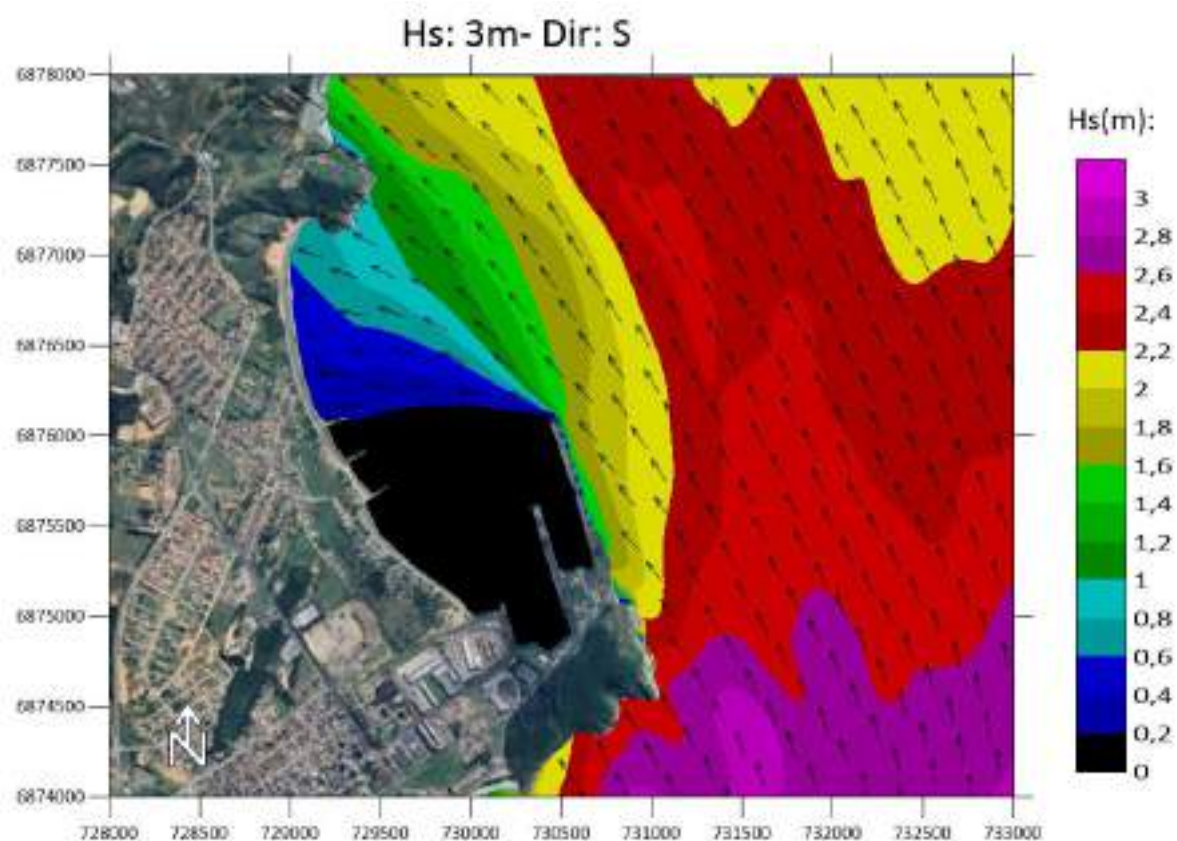
| Característica                                        | Porto de Imbituba            |
|-------------------------------------------------------|------------------------------|
| Coordenadas geográficas                               | 28°13'8.96"S e 48°38'58.14"O |
| Data de referência                                    | 26/03/2017                   |
| Equipamento instalado                                 |                              |
| Distância do fundo ao centro do sensor de medição (m) | 1.85                         |
| Profundidade (m)                                      | 14                           |
| Variação da maré (amplitude em m)                     | 1.6                          |
| Período de coleta                                     |                              |

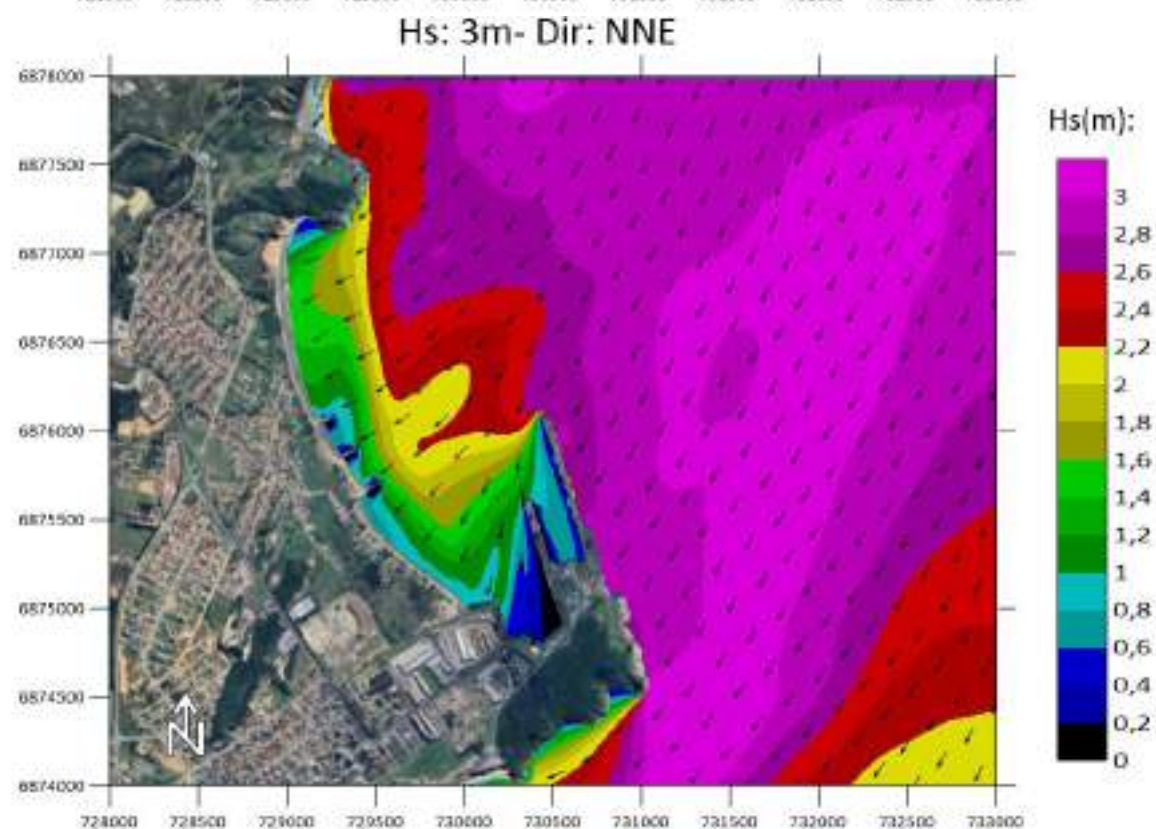
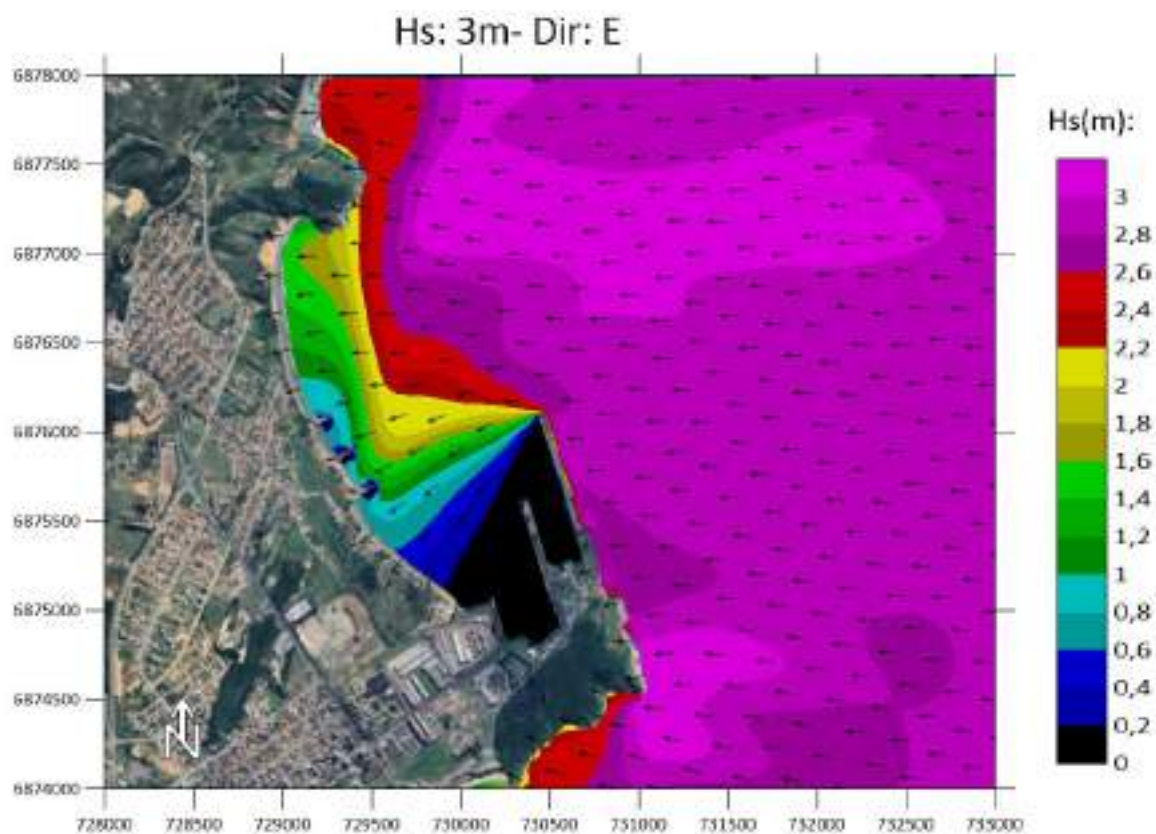
### 1.8.3. Equipamentos Utilizados

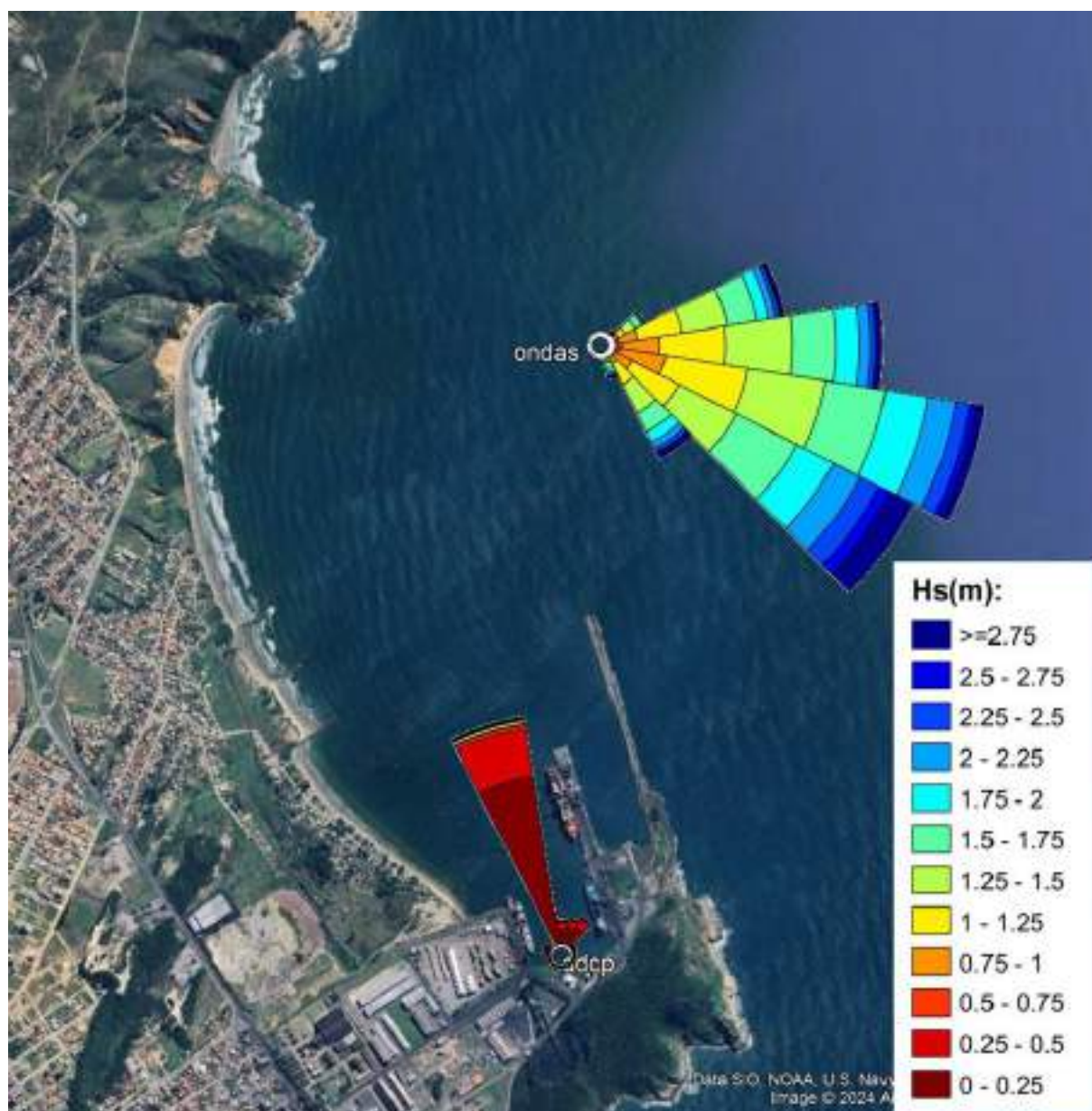
O SeaWAVE ADCP (Figura 121) mede a direção e a altura das ondas, ao mesmo tempo em que fornece dados completos do perfil de corrente, o equipamento usa um feixe vertical e um sensor de pressão para medir com precisão o alcance da superfície. O feixe vertical funciona de forma semelhante a um ecobatímetro invertido, fornecendo medições de onda mais precisas e de frequência mais alta.



**Figura 121 – Equipamento SeaWAVE ADCP.**







## **1.9. MONITORAMENTO DE ESPÉCIES BÊNTICAS DO TIPO INCRUSTANTES DE FUNDOS CONSOLIDADOS**

### **1.9.1. Introdução**

Os organismos da macrofauna incrustante são aqueles que se aderem a substratos consolidados naturais e artificiais, e sendo sésseis, ali se estabelecem. A macrofauna bêntica incrustante é diversa e abrange múltiplos grupos taxonômicos, como poríferos, cnidários, briozoários, moluscos e crustáceos. Além disso, nos ambientes com incrustação fica favorecida também a ocorrência de fauna acompanhante ou associada (GAMA et al., 2009), que aumenta a quantidade de espécies e a complexidade ecológica desses micro-habitats. Muitos organismos sésseis e macroalgas geram naturalmente a possibilidade de abrigar anelídeos, moluscos e crustáceos, e até mesmo larvas de insetos aquáticos. A biodiversidade costeira pode ser uma ferramenta importante para indicação da integridade biológica dos ambientes, demonstrando através dos serviços ecossistêmicos que fornece qual a situação ambiental (WALLACE, 2007). Contudo, os organismos macrobentônicos também podem acarretar em problemas em áreas e empreendimentos litorâneos, uma vez que a incrustação pode causar gradativa erosão das superfícies artificiais, levando a altos custos de prevenção e manutenção.

Adicionalmente, a crescente introdução de espécies exóticas advindas de água de lastro e cascos de navios é mais um ponto de atenção, que pode impactar as comunidades locais e acelerar a deterioração das estruturas artificiais. Como boa parte dos propágulos de organismos marinhos tem hábito planctônico, a dispersão acaba sendo facilitada, o que possibilita abranger grandes superfícies e chegar a longas distâncias a depender das condições ambientais, físicas e químicas (PRENDERGAST, 2009). Construções fixas, como píeres, docas e molhes, tendem a apresentar incrustações e passar por suas implicações a longo prazo (CHAMP; LOWENSTEIN, 1987). Exemplos são o estímulo à corrosão, o aumento do peso em instalações flutuantes e o entupimento de orifícios e tubulações.

Por essas razões, o monitoramento das comunidades bentônicas incrustantes torna-se uma interessante ferramenta para compreensão da ecologia e saúde dos ambientes costeiros e estruturas a eles associadas.

### 1.9.2. Metodologia

A coleta foi realizada em 06 de setembro de 2024, em clima ensolarado. Priorizou-se o período de maré baixa, visando que a estrutura do molhe apresentasse maior superfície exposta, possibilitando explorar as possíveis áreas de coleta e sua diversidade. As coletas se concentraram no período da manhã, com clima ensolarado. Para delimitar as áreas de coleta, foram utilizados delimitadores de dimensão 10 x 10 cm (totalizando 100 cm<sup>2</sup>), confeccionados em PVC (Figura 119). Os pontos foram posicionados em áreas escolhidas aleatoriamente em diferentes partes do molhe (Figura 120). Toda a área abrangida pelo delimitador teve os organismos extraídos com o uso de espátulas, martelos e pontas de aço.



**Figura 122 – Delimitador e espátula utilizados para remoção de organismos incrustantes na estrutura do molhe. Fonte: Hidrotopo, 2024..**



**Figura 123 – Procedimento de coleta de fauna em substrato consolidado.**

A) Posicionamento do delimitador em área aleatória; B) Delimitador abrangendo área com organismos incrustantes, macroalgas e fauna associada; C) Retirada dos organismos dentro da área pré-definida; D) Exemplo de substrato de crescimento de fauna incrustante. Fonte: Hidrotopo, 2024.

Os pontos amostrais abrangeram tanto a região externa do molhe (Ponto 1) quanto a região interna (Ponto 2 a Ponto 5), que foram georreferenciados e têm suas coordenadas descritas na Tabela 1. A localização dos pontos amostrais é apresentada na Figura 121.

Devido às condições adversas que colocavam em risco a equipe de coleta (como presença intensa de limo e áreas demasiado íngremes), não foi possível coletar pontos adicionais na face externa do molhe. As amostras foram coletadas em duplicata, e todo o material extraído foi armazenado em sacos plásticos reforçados, e preservado em álcool 70% para posterior análise laboratorial e identificação de espécies.

**Tabela 1. Pontos de amostragem de comunidade incrustante.**

| Área           |           | Latitude      | Longitude     |
|----------------|-----------|---------------|---------------|
| <b>Ponto 1</b> | Principal | 28°13'42.74"S | 48°38'54.04"W |
|                | Réplica   |               |               |
| <b>Ponto 2</b> | Principal | 28°13'38.65"S | 48°38'58.24"W |
|                | Réplica   |               |               |
| <b>Ponto 3</b> | Principal | 28°13'22.06"S | 48°39'4.14"W  |
|                | Réplica   |               |               |
| <b>Ponto 4</b> | Principal | 28°13'24.61"S | 48°39'3.35"W  |

317

|         |           |               |              |
|---------|-----------|---------------|--------------|
|         | Réplica   |               |              |
| Ponto 5 | Principal | 28°13'28.38"S | 48°39'1.62"W |
|         | Réplica   |               |              |



**Figura 124 – Distribuição dos pontos de coleta ao longo da estrutura do molhe.**  
**Fonte: Hidrotopo, 2024.**

A etapa laboratorial consistiu na observação das estruturas morfológicas dos organismos em estereomicroscópio, e a identificação taxonômica seguiu bibliografia especializada para cada um dos grupos (AL-OMARI, 2011; AMARAL et al., 2005; GARCÍA; CAPOTE, 2015; SEREJO et al., 2022; STEINER et al., 2021; THOMÉ et al., 2010; VICENTE et al., 2024; WILSON et al., 2023). Para as análises de índices de diversidade e organização de cluster, utilizou-se o software PAST 4.17 (HAMMER et al., 2001). O cluster de similaridade foi gerado a partir do algoritmo UPGMA, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis para comparação da composição de espécies entre os pontos.

Quanto as métricas calculadas pelos índices ecológicos, se estabelece: que o valor de riqueza refere-se ao número total de taxa amostrados; abundância total refere-se à soma simples dos organismos encontrados; Diversidade de Shannon-Weiner ( $H'$ ) refere-se à medida de diversidade em dados categóricos, e é calculada conforme descrito em SHANNON, 1948; Equitatividade de Pielou ( $J'$ ) refere-se à medida de uniformidade da distribuição dos dados categóricos, e é calculada conforme descrito em PIELOU, 1966.

Para categorização do estado ambiental de cada um dos pontos com base na comunidade bentônica, utilizou-se o índice AMBI - AZTI Marine Biotic Index v. 6.0 (<https://ambi.azti.es/>; BORJA; MUXIKA, 2005). O índice classifica os organismos pertencentes a comunidades marinhas em diferentes grupos ecológicos, de acordo com seu grau de tolerância aos impactos ambientais (I: espécies sensíveis; II: espécies indiferentes; III: espécies tolerantes; IV: espécies oportunistas; V: espécies indicadoras de poluição), e a partir desses grupos afere a condição ambiental local. Para avaliação dos táxons que não constavam no banco de dados, foram consideradas espécies semelhantes (de mesmo gênero e ecologia), e para aquelas em que não havia nenhuma correspondência, utilizou-se o rótulo de não atribuição a nenhum dos grupos ecológicos.

### 1.9.3. Resultados e Discussão

#### 1.9.3.1. Levantamento quali-quantitativo de organismos

Os organismos pertencentes à fauna macrobentônica levantados para cada um dos pontos amostrais são a seguir listados (Tabela 2). De semelhante forma, as macroalgas bentônicas que constaram na amostragem estão listadas na Tabela 3.

**Tabela 2. Fauna macrobentônica inventariada após coleta nas faces interna e externa do molhe - levantamento quali-quantitativo.**

| Táxon                                                 | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Ponto 5 |
|-------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Reino Animalia</b>                                 |         |         |         |         |         |
| <b>Filo Arthropoda</b>                                |         |         |         |         |         |
| <b>Classe Malacostraca</b>                            |         |         |         |         |         |
| <b>Ordem Amphipoda</b>                                |         |         |         |         |         |
| <i>Apohyale media</i> (Dana, 1853)                    | 81      | 0       | 8       | 13      | 0       |
| <i>Elasmopus</i> sp.                                  | 5       | 1       | 4       | 0       | 3       |
| <i>Caprella penantis</i> Leach, 1814                  | 9       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| <i>Jassa</i> cf. <i>falcata</i> (Montagu, 1808)       | 3       | 2       | 0       | 8       | 0       |
| <b>Ordem Decapoda</b>                                 |         |         |         |         |         |
| <i>Epialtus bituberculatus</i> H. Milne Edwards, 1834 | 1       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| <i>Pachygrapsus transversus</i> (Gibbes, 1850)        | 3       | 1       | 2       | 2       | 4       |
| <b>Ordem Isopoda</b>                                  |         |         |         |         |         |
| <i>Ligia (Megaligia) exotica</i> Roux, 1828           | 7       | 0       | 8       | 0       | 0       |

319

|                                                                    |    |     |    |    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|-----|----|----|----|
| <i>Paradella diana</i> (Menzies, 1962)                             | 2  | 26  | 14 | 7  | 29 |
| <b>Ordem Tanaidacea</b>                                            |    |     |    |    |    |
| <i>Zeuxo</i> ( <i>Parazeuxo</i> ) cf. <i>coralensis</i> Sieg, 1980 | 0  | 48  | 0  | 6  | 5  |
| <b>Classe Maxillopoda</b>                                          |    |     |    |    |    |
| <b>Ordem Sessila</b>                                               |    |     |    |    |    |
| <i>Chthamalus stellatus</i> (Poli, 1791)                           | 0  | 0   | 0  | 12 | 5  |
| <i>Tetraclita stalactifera</i> (Lamarck, 1818)                     | 0  | 23  | 58 | 21 | 5  |
| <b>Classe Insecta</b>                                              |    |     |    |    |    |
| <b>Ordem Diptera</b>                                               |    |     |    |    |    |
| Orthocladinae                                                      | 0  | 15  | 1  | 0  | 11 |
| <b>Filo Annelida</b>                                               |    |     |    |    |    |
| <b>Classe Polychaeta</b>                                           |    |     |    |    |    |
| <b>Ordem Eunicida</b>                                              |    |     |    |    |    |
| <i>Marphysa</i> sp.                                                | 1  | 0   | 0  | 0  | 0  |
| <b>Ordem Phyllodocida</b>                                          |    |     |    |    |    |
| <i>Alitta succinea</i> (Leuckart, 1847)                            | 0  | 1   | 0  | 1  | 1  |
| <i>Lepidonotus</i> sp.                                             | 2  | 0   | 0  | 0  | 0  |
| <i>Nereis</i> sp.                                                  | 0  | 0   | 1  | 0  | 0  |
| <i>Perinereis</i> sp.                                              | 11 | 0   | 1  | 0  | 0  |
| <i>Pseudonereis</i> sp.                                            | 1  | 0   | 0  | 0  | 0  |
| <i>Syllis</i> sp.                                                  | 16 | 0   | 0  | 0  | 0  |
| <b>Ordem Sabellida</b>                                             |    |     |    |    |    |
| <i>Phragmatopoma caudata</i> Krøyer, 1863                          | 28 | 0   | 0  | 0  | 0  |
| <b>Ordem Spionida</b>                                              |    |     |    |    |    |
| <i>Boccardia proboscidea</i> Hartman, 1940                         | 0  | 0   | 0  | 0  | 5  |
| <i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802                                 | 0  | 0   | 0  | 0  | 1  |
| <b>Filo Echinodermata</b>                                          |    |     |    |    |    |
| <i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)                       | 1  | 0   | 0  | 0  | 0  |
| <b>Filo Mollusca</b>                                               |    |     |    |    |    |
| <b>Classe Bivalvia</b>                                             |    |     |    |    |    |
| <b>Ordem Mytilida</b>                                              |    |     |    |    |    |
| <i>Brachidontes exustus</i> (Linnaeus 1758)                        | 0  | 13  | 17 | 5  | 5  |
| <i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758                               | 2  | 127 | 4  | 0  | 9  |
| <i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758)                                | 10 | 14  | 7  | 2  | 0  |
| <b>Ordem Ostreida</b>                                              |    |     |    |    |    |
| <i>Crassostrea</i> sp.                                             | 0  | 0   | 0  | 0  | 7  |
| <i>Isognomon bicolor</i> (C. B. Adams, 1845)                       | 25 | 0   | 0  | 0  | 0  |
| <b>Classe Gastropoda</b>                                           |    |     |    |    |    |
| <b>Ordem Lepetellia</b>                                            |    |     |    |    |    |
| <i>Fissurella nimbose</i> (Linnaeus, 1758)                         | 4  | 0   | 0  | 0  | 0  |
| <b>Ordem Neogastropoda</b>                                         |    |     |    |    |    |

|                                                |   |   |    |   |   |
|------------------------------------------------|---|---|----|---|---|
| <i>Stramonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1767)  | 1 | 2 | 2  | 1 | 3 |
| <b>Ordem Patellogastropoda</b>                 |   |   |    |   |   |
| <i>Lottia leucopleura</i> (Gmelin, 1791)       | 0 | 1 | 0  | 0 | 0 |
| <i>Propilidium curumim</i> Leal & Simone, 1998 | 0 | 1 | 12 | 0 | 0 |
| <i>Lottia subrugosa</i> (A. d'Orbigny, 1841)   | 0 | 6 | 10 | 1 | 8 |
| <b>Filo Platyhelminthes</b>                    |   |   |    |   |   |
| <b>Classe Tuberllaria</b>                      |   |   |    |   |   |
| <i>Armatoplana leptalea</i> (Marcus, 1947)     | 0 | 1 | 0  | 0 | 0 |

Alguns dos organismos com alta densidade e frequência na amostragem estão representados na Figura 122. Pontua-se ainda que muitos espécimes dentre organismos inventariados estiveram associados principalmente às espécies sésseis, como as cracas, e aos aglomerados de macroalgas marinhas presentes no molhe. Por essa razão, muitos dos organismos apresentaram tamanho reduzido, estando aderidos em superfícies naturais maiores.

Essa observação é especialmente relevante no caso dos bivalves, que apresentam espécies que se valem do bisso para aderência nos substratos. Assim, para esse grupo foram observados desde organismos jovens até organismos adultos e já bem estabelecidos. Os crustáceos também foram parte representativa da amostragem, apresentando ampla gama de tamanhos dentre os indivíduos.



**Figura 125 – Táxons abundantes na amostragem do molhe. A) *Mytilus edulis* B) *Tetracita stalactifera* C) *Apothyale media* D) *Paradella diana*. Fonte: Hidrotopo 2024.**

**Tabela 3. Macroalgas bentônicas inventariadas após coleta nas faces interna e externa do molhe - levantamento qualitativo.**

| Táxon                                                                                                | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Ponto 5 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Reino Plantae</b><br><b>Filo Chlorophyta</b><br><b>Classe Ulvophyceae</b><br><b>Ordem Ulvales</b> |         |         |         |         |         |
| <i>Ulva clathrata</i> (Roth) C.Agardh                                                                | X       |         |         |         |         |
| <i>Ulva lactuca</i> L.                                                                               | X       | X       | X       | X       | X       |
| <b>Filo Rhodophyta</b><br><b>Classe Florideophyceae</b><br><b>Ordem Corallinales</b>                 |         |         |         |         |         |
| <i>Corallina officinalis</i> L.                                                                      | X       |         |         |         |         |
| <b>Ordem Ceramiales</b>                                                                              |         |         |         |         |         |
| <i>Ceramium</i> sp.                                                                                  | X       |         |         |         |         |

A ocorrência da espécie de macroalga *Ulva lactuca* (Figura 123) foi registrada para todos os pontos amostrais, independentemente da localização na face interna ou externa do molhe. A espécie atua como abrigo e alimento para muitas espécies macrobentônicas móveis, e tende a ocorrer em costão rochoso e demais substratos consolidados (HEBERT et al., 2017; HIGGINS et al., 2019). Mais de sua ecologia será discutido em tópicos posteriores, tal como sua relevância enquanto parte estruturante da diversidade amostrada.



**Figura 126 – Exemplo de *Ulva lactuca*, a macroalga que esteve presente em todos os pontos na amostragem do molhe. Fonte: Hidrotopo 2024.**

### 1.9.3.2. Principais índices ecológicos

Em termos de diversidade ecológica, os pontos apresentaram diferentes características, conforme detalhado na Tabela 4. A maior quantidade de táxons foi registrada no Ponto 1 (face externa do molhe). Já em quantidade de indivíduos amostrados, o Ponto 2 foi o de maior destaque. No que se refere à Dominância, o Ponto 2 destaca-se novamente, devido à presença predominante do bivalve *Mytilus edulis* em densidades superiores quando comparado aos demais táxons registrados no ponto. Para a Diversidade de Shannon (H), os valores foram próximos para a maioria dos pontos, com o Ponto 5 apresentando o maior valor. Essa métrica indica comunidades bem estruturadas, com estabilidade ecológica considerada moderada (valores entre 2 e 3) para a maioria dos pontos, à exceção do Ponto 2 que seria considerado pobre (valores entre 1 e 2). Já em termos de Equabilidade (J), mais uma vez o Ponto 5 destacou-se como o de maior valor, o que implica em representação mais igualitária da distribuição dos organismos entre os diferentes táxons nesse ponto.

**Tabela 4. Índices de diversidade ecológica registrados para os pontos amostrais no molhe.**

| Índice ecológico                  | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Ponto 5 |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <b>Riqueza</b>                    | 20      | 16      | 15      | 12      | 15      |
| <b>Abundância</b>                 | 213     | 282     | 149     | 79      | 101     |
| <b>Dominância</b>                 | 0,19    | 0,25    | 0,19    | 0,15    | 0,12    |
| <b>Diversidade de Shannon (H)</b> | 2,16    | 1,80    | 2,09    | 2,10    | 2,37    |
| <b>Equitabilidade(J)</b>          | 0,72    | 0,65    | 0,77    | 0,84    | 0,87    |

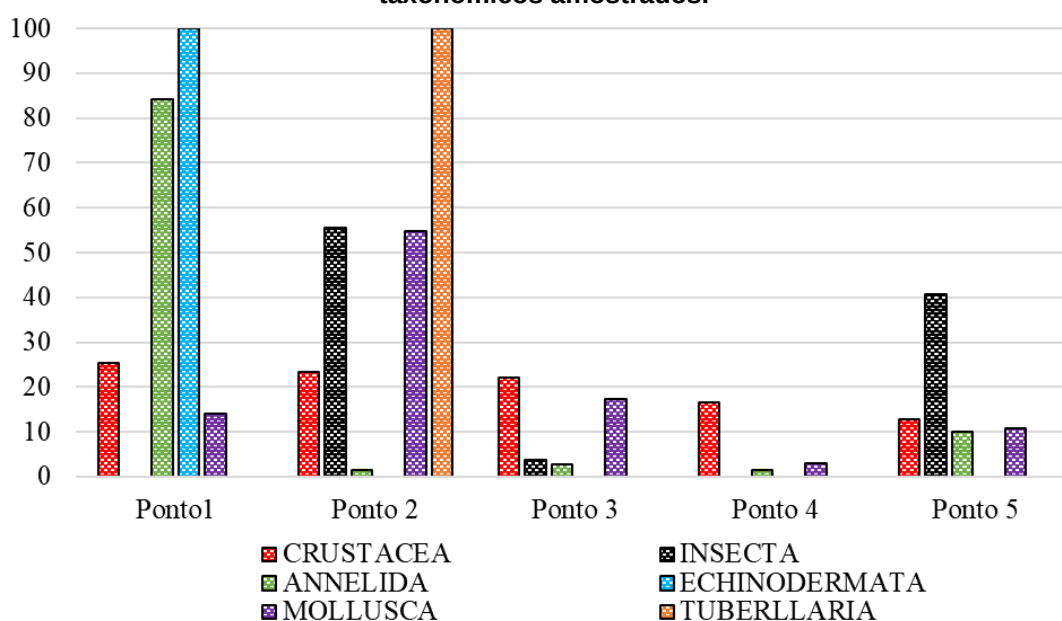
O padrão geral observado na zonação de costões rochosos é de dominância de poucas espécies tolerantes em zonas mais elevadas, e uma representação mais igualitária de táxons distribuídos nas zonas mais abaixo.

O Gráfico 1 mostra a contribuição percentual de cada um dos grandes grupos bentônicos de maior relevância na amostragem. É possível notar que cada um deles apresenta uma constituição distinta, e diferentes grupos como contribuição. O

323

Ponto 1 apresentou grande quantidade de anelídeos, e a totalidade dos equinodermos. Ressalta-se que esse é o único ponto localizado na face externa do molhe. Já no Ponto 2, se encontra a totalidade das Turbellaria, e estão alocadas também as maiores porcentagens de insetos e moluscos. O Ponto 3 por sua vez apresentou poucos grupos, sendo as contribuições para os crustáceos e insetos as mais relevantes. O Ponto 4 seguiu o padrão de poucos grupos, com a maioria da contribuição representada por crustáceos. Por fim, no Ponto 5 a contribuição dos insetos foi a de maior relevância. Todos esses pontos, localizados em diferentes partes do molhe interno, demonstram como há grupos e espécies em comum a todos os pontos, mas também diversidade distinta em cada microambiente que compõe o substrato consolidado do molhe.

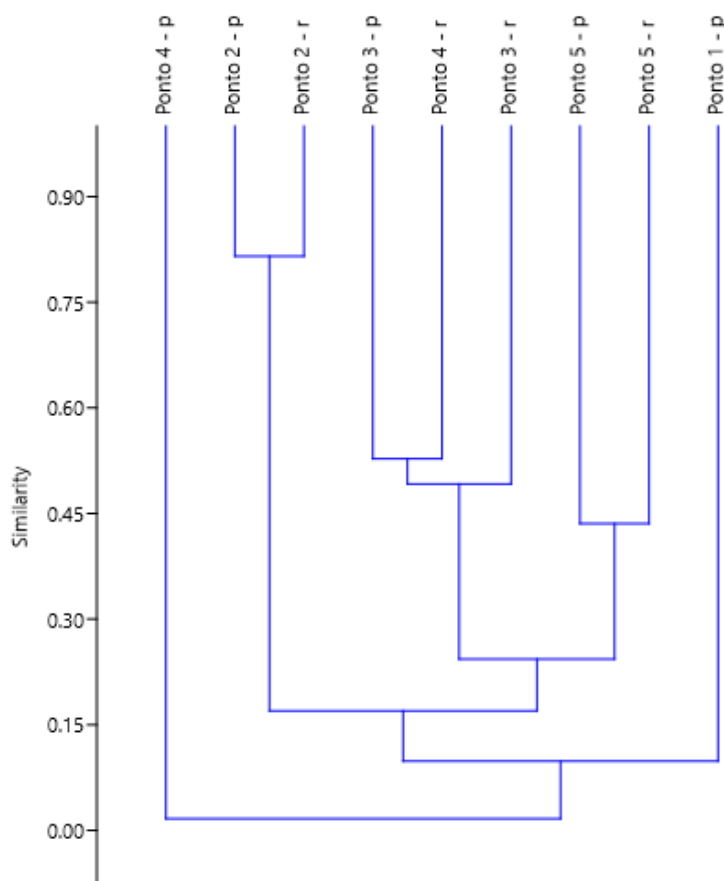
**Gráfico 1. Representação percentual da contribuição de cada ponto para os principais grupos taxonômicos amostrados.**



Em análise de cluster agrupando todas as réplicas de acordo com as abundâncias (Figura 5), o que se nota é que o Ponto 4 (principal) e o Ponto 1 são os que estiveram menos relacionados a todos os outros. Os demais pontos estiveram pareados entre suas coletas principais e réplicas, estando mais proximamente relacionadas. No caso do Ponto 3, coleta principal e réplica foram similares entre si, e também se agruparam com a réplica do Ponto 4. Essa configuração se justifica, no caso do Ponto 1, por alguns táxons que só estão presentes nele; e no caso do Ponto

4, pela baixa diversidade encontrada na coleta principal (o que não ocorre na réplica, onde mais táxons foram registrados).

Além disso, os pontos 1 e 2 estão fisicamente próximos, na porção inicial do molhe, embora em faces diferentes, enquanto os demais se localizam todos na ponta da face interna.



**Figura 127 – Cluster representando a similaridade entre os pontos amostrados (p - principais e r- réplicas).**

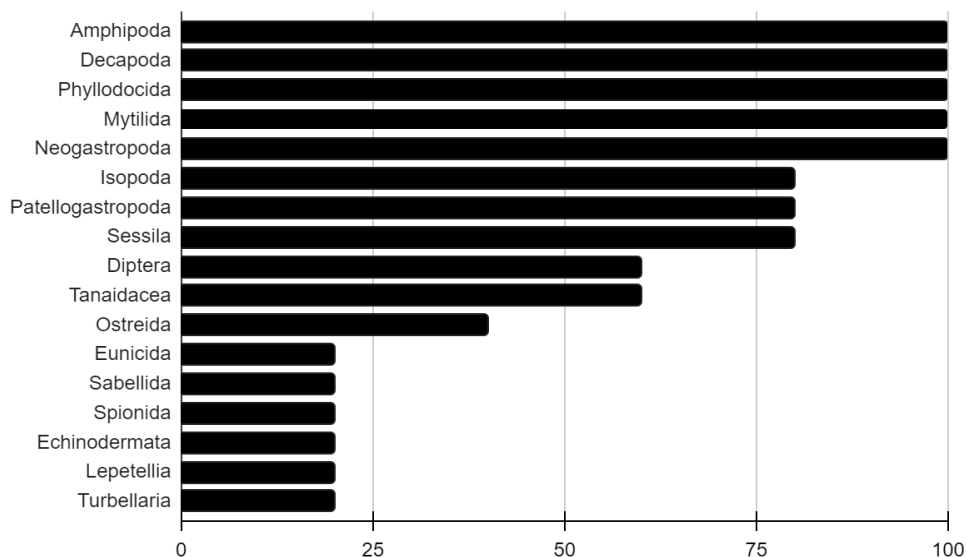
**Valor de correlação cofenética: 0,93.**

Avaliações em ambientes similares demonstram que os períodos de imersão/emersão da maré e o grau de exposição às ondas são fatores que influenciam a biodiversidade das diferentes camadas de macrofauna em substrato consolidado (MASI; ZALMON, 2008), além do recrutamento por cracas e mexilhões (PFAFF et al., 2011). Além disso, o grau de exposição da área também influencia a ocorrência dos

organismos, e no grau de dessecação sofrido por eles. Com isso, as dimensões da zona entre marés variam de um ambiente para outro, tendendo a ser mais extensas em ambientes de maior exposição às ondas. Para as macroalgas, maiores abundâncias são esperadas nas áreas mais protegidas.

A frequência de ocorrência dos grupos é apresentada no Gráfico 2. É possível verificar que as Ordens que ocorreram em 100% das amostras foram: os crustáceos Amphipoda e Decapoda; os anelídeos Phyllodocida; os moluscos Mytilida e Neogastropoda. As Ordens citadas foram representadas por táxons de ocorrência comum, considerados como representativos de ambientes de substrato consolidado e costão rochoso. Considerando que os pontos abrangem tanto a região interna quanto externa do molhe, esses foram os grupos que são similares em ambas as faces, tolerando bem tanto as regiões de maior exposição quanto as mais protegidas dos fatores ambientais. As demais ordens apresentaram frequências de ocorrência variadas, com algumas amostras concentrando organismos específicos que só ocorreram em um dos pontos amostrais.

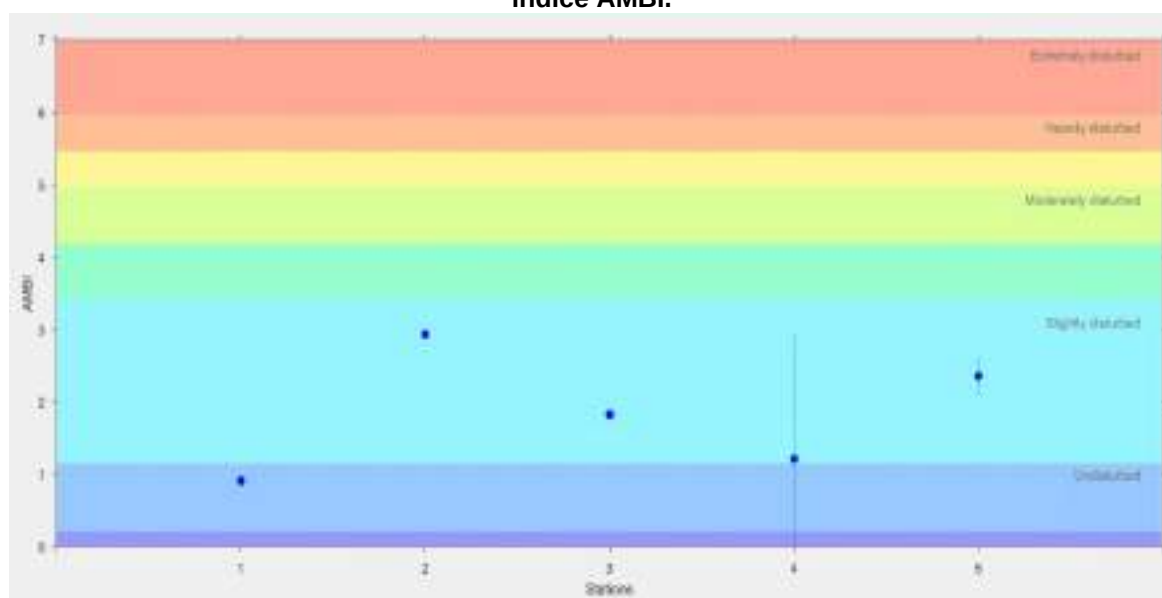
**Gráfico 2. Frequência de ocorrência dos principais grupos taxonômicos amostrados.**



A classificação do estado ambiental de cada ponto através do índice AMBI - AZTI Marine Biotic Index é retratada no Gráfico 3. O Ponto 1 (molhe externo) foi o único que se enquadrou no status de sem perturbação. Todos os demais pontos se enquadram na faixa de tolerância de ambientes ligeiramente perturbados. Possíveis explicações para essa diferença são a ocorrência de maior diversidade de poliquetos,

e a presença de uma espécie considerada mais sensível ambientalmente (*Lytechinus variegatus*). No entanto, vale ressaltar que o Ponto 1 foi composto de uma única réplica, ao contrário dos demais pontos amostrais.

**Gráfico 3. Classificação dos pontos de coleta quanto ao grau de perturbação de acordo com o índice AMBI.**



Em termos de categorização das espécies que compõem cada um dos pontos, os grupos ecológicos mais frequentes foram as categorias I a III (I: espécies sensíveis; II: espécies indiferentes; III: espécies tolerantes). A distribuição dos grupos ecológicos está representada no Gráfico 4. Contudo, é necessário ressaltar que alguns dos pontos apresentaram altas porcentagens de espécies que não estão atribuídas a nenhum grupo ecológico (foi o caso do Ponto 3, com 43,3%; e Ponto 4, com 29,2%). Assim, o índice deve ser encarado apenas como um indicador genérico da saúde ambiental, que por vezes pode superestimar o status ambiental para ambientes como costões rochosos (TIAN et al., 2023). Contudo, o uso desse índice tem se mostrado uma abordagem interessante em substratos consolidados

Os estudos brasileiros que utilizam o índice apontam a ausência de algumas espécies que são comuns na América do Sul, e incorporam novos registros à base de dados do índice. Por isso, deve ser complementado por outros índices ecológicos, e contar com avaliação criteriosa quanto aos impactos ambientais locais, e o grau de tolerância das espécies, para que possa melhor refletir a saúde ecológica da comunidade (BRAUKO et al., 2016; MUNIZ et al., 2005).

tolerantes, IV: espécies oportunistas, V: espécies indicadoras de poluição.

| Ecological group | Species group I (%) | Species group II (%) | Species group III (%) | Species group IV (%) | Species group V (%) |
|------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| 1                | ~65                 | ~25                  | ~10                   | 0                    | 0                   |
| 2                | ~5                  | ~5                   | ~90                   | 0                    | 0                   |
| 3                | ~5                  | ~5                   | ~90                   | 0                    | 0                   |
| 4                | ~30                 | ~25                  | ~45                   | 0                    | 0                   |
| 5                | ~35                 | ~25                  | ~35                   | ~5                   | 0                   |

## 328

A biodiversidade costeira responde a variáveis como o tipo de sedimento, o grau de exposição, a temperatura e a salinidade (ALVES et al., 2006), de maneira que as flutuações ambientais definem a composição das comunidades.

No que se refere aos organismos amostrados, os peracáridos (como as ordens Amphipoda, Isopoda e Tanaidacea) foram representantes frequentes nos pontos, e são considerados habitantes comuns de corais e conglomerados de algas (IZQUIERDO; GUERRA-GARCÍA, 2011). Nas macroalgas, é comum a colonização por diversas espécies, uma vez que entre elas existe grande diversificação dos estilos de vida - desde espécies formadoras de tubos até as de vida livre, e cujo hábito alimentar pode ser herbívoro, detritívoro (como é o caso de *Ligia exotica* e *Zeuxo coralensis*), carnívoro ou onívoro (como é o caso de *Apothyale media*) (GUERRA-GARCÍA et al., 2014). Com isso, as espécies de beneficiam dos aglomerados algais de diferentes maneiras: algumas em busca de proteção, outras em busca de outros organismos que possam servir como alimento, e ainda aquelas que se valem da decomposição das algas para se alimentar. Portanto, a robustez ecológica da comunidade associada ao molhe tende a aumentar.

Ainda em se tratando dos crustáceos, porém com enfoque nos táxons sésseis, as duas espécies de cracas registradas são de ocorrência comum em substratos consolidados.

Quanto aos moluscos, a espécie *Brachionus exustus* tem alta variabilidade de seus caracteres morfológicos, o que indica que este táxon corresponde a um complexo de espécies, com diferentes características de acordo com o gradiente ambiental em que se encontra (LEE; Ó FOIGHIL, 2004; BENNETT et al., 2011). O mesmo ocorre para o mexilhão *Mytilus edulis*, que também se refere a um complexo de espécies dentre as quais algumas são nativas da América do Sul e cuja avaliação genética vem tornando gradualmente possível o melhor entendimento de suas características (OYARZÚN et al., 2021).

O mexilhão *Perna perna* é um exemplo de táxon exótico invasor cujo histórico é longo e que hoje é habitual em substratos consolidados. Podem formar densas populações em substratos naturais e artificiais (MMA, 2009), e seu hábito filtrador facilita a obtenção de alimento. Reporta-se que os mexilhões ocorrem na região eulitorânea de costões mais expostos (BOAVENTURA et al., 2008). Outro

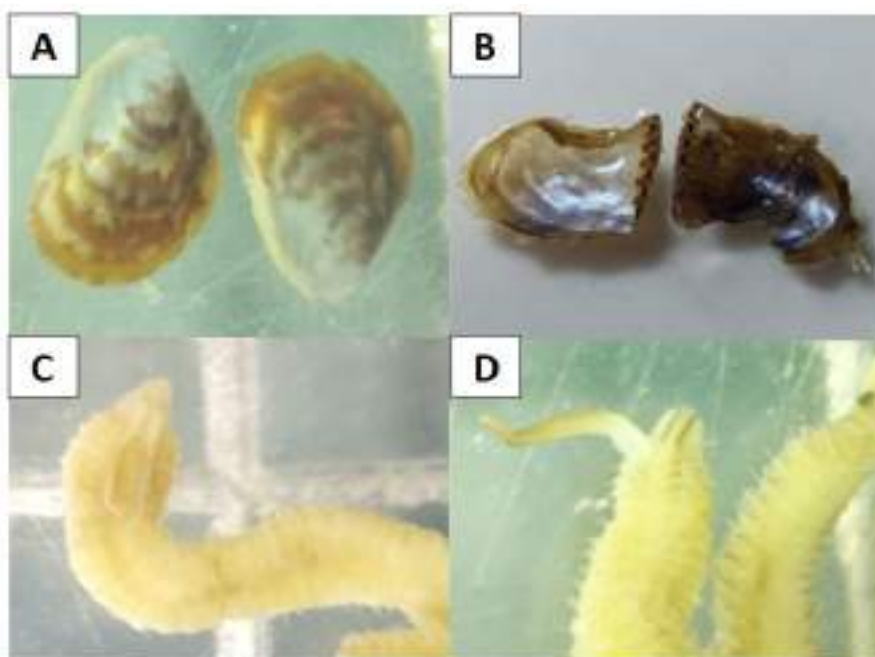
bivalve invasor, *Isognomon bicolor*, cuja ocorrência e distribuição já tem registros robustos (DOMANESCHI; MARTINS, 2002). Pode interferir no crescimento e fixação da espécie, mas suas altas densidades em costões rochosos brasileiros sugere que são capazes de gerar mudanças significativas na composição das comunidades nativas (RAPAGNÃ, 2004; BREVES-RAMOS et al., 2010). Para ambas as espécies mencionadas, o recrutamento ocorre ao longo de todo o ano, o que implica em constante reprodução e maior potencial bioinvasivo. Ações que modificam ou degradam os ambientes ou o regime hidrográfico local favorecem a sobrevivência e permanência de espécies introduzidas, criando repetidas oportunidades novas para seu estabelecimento.

Dentre os gastrópodes, a espécie *Stramonita haemastoma* é carnívora, e comum nas fendas de ambientes como molhes, sobretudo aqueles mais protegidos da ação da maré (MASI; ZALMON, 2008). As espécies *Fissurella nimbosa* e ambas as espécies de *Lottia* registradas na amostragem (*L. subrugosa* e *L. leucopleura*) são nativas para as costas brasileiras e/ou para as Américas, sendo frequentemente encontradas em costões rochosos.

Já os *Polychaeta* são organismos que se encontram associados a outros organismos bentônicos como mexilhões e esponjas, além de bancos de algas. O gênero *Polydora* é considerado bioindicador devido a sua alta resistência a níveis de eutrofização elevados, e apresenta espécies que são invasoras para o Brasil. A espécie *P. cornuta*, em especial, é considerada uma das cem piores espécies invasoras existentes (STREFTARIS; ZENETOS, 2006), em função dos danos que acarreta para a aquicultura e biodiversidade. A família *Nereidae*, por sua vez, abriga táxons altamente adaptáveis às concentrações de metais pesados em água e sedimento (OLIVEIRA, 2013).

A espécie *Boccardia proboscidea* também possui registros de danos provocados por sua presença em densidades excessivas, levando à redução da biodiversidade em especial quando os ambientes recebem cargas de esgoto (ELÍAS et al., 2015). A espécie *Alitta succinea* é considerada oportunista e tolerante, com registros de ocorrência abundante em áreas com enriquecimento nutricional artificial, como despejo de esgoto em áreas da costa da América do Sul (SÁNCHEZ et al., 2013).

Alguns dos organismos invasores mencionados são exemplificados na Figura 125.



**Figura 128 – Táxons exóticos e invasores para a costa brasileira com ocorrência na amostragem do molhe. A) Perna perna (jovens) B) Isognomon bicolor C) Polydora cornuta D) Boccardia proboscidea. Fonte: Hidrotopo 2024.**

Outro fator que vale ser ressaltado é a presença de imaturos de insetos aquáticos (Diptera - Orthoclaadiinae). Esses organismos se desenvolvem em água doce até a fase adulta, e são conhecidos por sua alta tolerância às condições ambientais adversas, sendo organismos generalistas e facilmente adaptáveis. Nesse contexto, apesar da salinidade e da maré, esses organismos encontraram na fauna consolidada proteção, alimento e boas condições para reprodução, valendo-se dos túneis de organismos e espaços vazios entre as incrustações e algas para se desenvolver (FARRAPEIRA et al., 2009).

Dentre as espécies registradas, apenas o equinodermo *Lytechinus variegatus* é considerado em status de ameaça, estando listado como “Vulnerável” (VU) na mais recente atualização da lista de espécies ameaçadas no território brasileiro (BRASIL, 2022). Nenhuma das espécies está listada em grau de ameaça nas bases da International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2024).

Em relação às macroalgas, nota-se que para todos os pontos de coleta a alga predominante foi a espécie *Ulva lactuca*, presente em todos os pontos. O gênero *Ulva* é tido como cosmopolita e de hábito predominantemente marinho, ocupando regiões tropicais e subtropicais nos ambientes entre-marés, podendo também ocorrer

331

em água doce, salobra e em estuários. Possuem formas crípticas, e desenvolvem-se de maneira livre-flutuante e também aderidas a substratos diversos, especialmente em praias urbanas (COTO; PUPO, 2009; HOFMANN et al., 2010). Há espécies do gênero que são indicadoras ambientais, tolerantes à altas concentrações nutricionais e de metais em água. Por essas razões, são consideradas oportunistas e desenvolvem-se com sucesso em áreas impactadas (JUANES et al., 2008). São também causadoras da “maré verde”, reflexo do enriquecimento nutricional e poluição das águas em função de atividades antrópicas (HO, 1990; FAVERO, et al. 1996; WAN et al., 2017).

Além da função de produtoras primárias nos sistemas marinhos, as macroalgas oferecem ainda micro habitats propícios à ocorrência de organismos associados, tanto sésseis quanto móveis (VIANA et al., 2021). No caso do gênero *Ulva*, por serem algas laminares, oferecem pouca proteção e abrigo aos organismos do costão rochoso, o que pode fazer com que estejam associadas a menor diversidade de táxons quando comparadas às macroalgas de formas mais arbustivas (AMARAL; NALLIN, 2011). Ainda assim, muitos dos organismos registrados estiveram associados aos aglomerados de alga, valendo-se de sua proteção e disponibilidade alimentar.

#### 1.9.4. Conclusão

Os organismos levantados são considerados em sua maioria comuns nos ambientes litorâneos brasileiros, sobretudo em costões rochosos. Muitas das espécies são cosmopolitas e bastante resistentes a impactos e alterações ambientais, de maneira que são capazes de ocorrer em uma ampla gama de ambientes e condições. Nenhuma das espécies apresentou dominância absoluta no molhe, sendo este um indício de que não há, até o momento, nenhuma proliferação de macrofauna que possa ser considerada nociva. No entanto, especial atenção deve ser prestada aos organismos com potencial invasor, como algumas espécies de *Polychaeta* e *Bivalvia* que quando estabelecidos podem ocasionar em danos ambientais e estruturais. De maneira geral, o ambiente foi classificado como ligeiramente impactado, devido à ecologia das espécies nele presentes. Além disso, a ocorrência de um ouriço-do-mar

(*Lytechinus variegatus*) em status de ameaça reforça a robustez ecológica do ambiente.

Quanto às macroalgas, o destaque é a espécie *Ulva lactuca*, também comum e amplamente distribuída. Vale ressaltar que a ausência de outros táxons macrobentônicos nessa amostragem não implica necessariamente em sua não existência no ambiente, uma vez que podem ocorrer variações sazonais e a amostragem é um recorte temporal e espacial da diversidade do molhe. Mesmo em um único local ou em pontos de locais muito semelhantes, é importante que todos os substratos sejam explorados, pois podem fornecer agrupamentos de espécies diferentes entre si. Além disso, ficou inviabilizada a comparação estatística entre as faces externa e interna, uma vez que o número amostral de réplicas não foi padronizado, e pode gerar viés na comparação. No entanto, a ocorrência de grupos em comum em ambas as faces pode ser um indicativo de que a macrofauna é similar. Pontos diferenciais para a face externa do molhe foram a maior diversidade de Polychaeta, e a ocorrência exclusiva do ouriço-do-mar (que atribuiu ao ponto melhor condição no índice AMBI em relação aos demais).

Sendo assim, o que se conclui através do presente levantamento é que a diversidade de organismos incrustantes e fauna associada é composta por táxons de ocorrência comum, e não há clara predominância de nenhum táxon em específico. A comunidade se apresenta funcional e bem estruturada ecologicamente para a maioria dos pontos. No entanto, é necessária a continuidade dos levantamentos, uma vez que a estrutura do molhe está suscetível à chegada de organismos exóticos invasores que podem, a longo prazo, se estabelecer de maneira prejudicial à fauna local e à integridade da construção.

## 2. REFERÊNCIAS

- ✓ Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos - NORMAM-501/DHN.
- ✓ Especificações para Levantamentos Hidrográficos, Publicação S-44 da OHI.
- ✓ FRANCO, Alberto dos Santos, and J. B. Alvarenga. "Marés: fundamentos, análise e previsão." DHN, Niterói, RJ (2009).

- ✓ AL-OMARI, N.H.A. A guide to polychaetes (Annelida) in Qatar Marine Sediments. Qatar: Environmental Studies Center- Qatar University, 180 p., 2011.
- ✓ AMARAL, Antônia Cecília Zacagnini; RIZZO, Alexandra E; ARRUDA, Eliane Pintor. (org) Manual de Identificação dos Invertebrados Marinhos da Região Sudeste-Sul do Brasil. Volume 1. São Paulo: EDUSP, 288 p., 2005.
- ✓ AMARAL, Antônia Cecília Zacagnini; NALLIN, Silvana Aparecida Henriques. (org.) Biodiversidade e ecossistemas bentônicos marinhos do Litoral Norte de São Paulo, Sudeste do Brasil. Campinas: UNICAMP/IB, 574 p., 2011.
- ✓ ALVES, O.F.S.; MUEHE, D.; DOMINGUEZ, J.M.L. Carbonate contents of bottom sediments of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil: their importance for biodiversity. Journal of Coastal Research, SI 39, 1671-1675, 2006.
- ✓ BENNETT, Kyle, F.; REED, Andrew J.; LUTZ, Richard A. DNA barcoding reveals Brachidontes (Bivalvia: Mytilidae) from two ecologically distinct intertidal habitats on Long Key, Florida Keys, are cryptic species, not ecotypes. The Nautilus, v. 125, n.2, p. 63-71, 2011.
- ✓ BOAVENTURA, Diana et al. Intertidal Rocky Shore Communities of the Continental Portuguese Coast: Analysis of Distribution Patterns. Marine Ecology, v. 23, n. 1, p. 69-90, 2008.
- ✓ BORJA A, MUXIKA I; AZTI, Department of Oceanography and Marine Environment, Herrera Kaia, Portualdea sin 20110 Pasaia, Spain. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. Marine Pollution Bulletin. v. 50, n. 7, p. 787-789, 2005.
- ✓ BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria MMA nº 148, de 7 de Junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Diário oficial da União. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n--148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>> Acesso em: 01 de Outubro de 2024.
- ✓ BRAUKO, Kalina Manabe et al. Assessing the suitability of five benthic indices for environmental health assessment in a large subtropical South American estuary. Ecological Indicators, v. 64, p. 258–265, 2016.

- ✓ BREVES-RAMOS, André et al. Population structure of the invasive bivalve *Isognomon bicolor* on rocky shores of Rio de Janeiro State (Brazil). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 3, p. 453-459, 2010.
- ✓ CHAMP, M.A.; LOWENSTEIN, F.L. TBT - The dilemma of high-technology antifouling paints. *Oceanus*, v. 35. n.3, p. 69-77, 1987.
- ✓ COTO, Ana Carolina Saraiva Pena; PUPO, Diclá. Flora ficológica do estado de São Paulo. Vol. 3. Ulvophyceae. São Paulo: Rima. 96 p., 2009.
- ✓ DOMANESCHI, Osmar; MARTINS, Cláudio Mantovani. *Isognomon bicolor* (C.B. Adams) (Bivalvia, Isognomonidae): first record to the Brazilian littoral, redescription of the species and comments on the occurrence and distribution of *Isognomon* in the Brazilian coast. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.19, n.2, p. 611-627, 2002.
- ✓ ELÍAS, Rodolfo et al. Effect of the invader *Boccardia proboscidea* (Polychaeta: Spionidae) on richness, diversity and structure of SW Atlantic epilithic intertidal community. *Marine Pollution Bulletin*, v. 91, n.2, p.530–536, 2015.
- ✓ GAMA, Bernardo Antonio Perez Da; PEREIRA, Renato Crespo; COUTINHO, Ricardo. A bioincrustação marinha. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Orgs.). *Biologia Marinha*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, p. 299-318, 2009.
- ✓ FARRAPEIRA, Cristiane Maria Rocha et al. Vertical zonation of the hard substrata macrofauna of the Massangana River estuary, Suape Bay (Pernambuco, Brazil). *Biota Neotropica*, v.9, n. 1, p. 87-100, 2009.
- ✓ FAVERO, N.; CATTALINI, F.; BERTAGGIA, D.; ALBERGONI, V. Metal accumulation in a biological indicator (*Ulva rigida*) from the lagoon of Venice (Italy). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 31, p. 9-18, 1996.
- ✓ GARCÍA, Yander Luis Diez; CAPOTE, Abdiel Jover. List of marine crabs (Decapoda: Anomura and Brachyura) of shallow littoral of Santiago de Cuba, Cuba. *Check List*, v. 11, n.2, 1601, 2015.
- ✓ GUERRA-GARCÍA J.M. et al. Dietary analysis of the marine Amphipoda (Crustacea: Peracarida) from the Iberian Peninsula. *Journal of Sea Research*, v. 85, p. 508–517, 2014.

- ✓ HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, n. 1, 9 p. 2001.
- ✓ HERBERT, R.J.H. et al. Epibenthic and mobile species colonization of a geotextile artificial surf reef on the south coast of England. *PLoS ONE*, v.12, n. 9, e0184100, 2017.
- ✓ HIGGINS, E., R.E. et al. Metaxas. Benthic community succession on artificial and natural coral reefs in the northern Gulf of Aqaba, Red Sea. *PLoS ONE*, v. 14, n. 2, e0212842, 2019.
- ✓ HO, Y. B. *Ulva lactuca* as bioindicator of metal contamination in intertidal waters in Hong Kong. *Hydrobiologia*, v. 203, p. 73-81, 1990.
- ✓ HOFMANN LAURIE C.; NETTLETON, Jeremy C.; NEEFUS Christopher D.; MATHIESON Arthur C. Cryptic diversity of *Ulva* (Ulvales, Chlorophyta) in the Great Bay Estuarine System (Atlantic USA): introduced and indigenous distromatic species. *European Journal of Phycology*, v. 45, n.3, p. 230-239, 2010.
- ✓ IUCN. 2024. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2024-1. <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em 01 de Outubro de 2024.
- ✓ IZQUIERDO D.; GUERRA-GARCÍA J.M. Distribution patterns of the peracarid crustaceans associated with the alga *Corallina elongata* along the intertidal rocky shores of the Iberian Peninsula. *Helgoland Marine Research*, v. 65, p. 233–243, 2011.
- ✓ JUANES, J.A. et al. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the Atlantic. *Ecological Indicators*, v.8, n.4, p. 351-359, 2008.
- ✓ LEE, T.; Ó FOIGHIL, D. Hidden Floridian biodiversity: mitochondrial and nuclear gene trees reveal four cryptic species within the scorched mussel, *Brachidontes exustus*, species complex. *Molecular Ecology*, v. 13, n.11, p. 3527-3542, 2004.
- ✓ MASI, B.P.; ZALMON, I.R. Zonação de comunidade benthica do entremarés em molhes sob diferente hidrodinamismo na costa norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 25, n. 4, p. 662-673, 2008.
- ✓ MEHDIPOUR, N.; GERAMI, M.H.; NEMATI, H. Assessing benthic health of hard substratum macrobenthic community using soft bottom indicators and their

- relationship with environmental condition. Iranian Journal of Fisheries Sciences, v. 17, n. 4, p. 641-656, 2018.
- ✓ MMA - Ministério do Meio Ambiente. Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil. Brasília: MMA/SBF, 440 p., 2009.
  - ✓ MUNIZ, P. et al. Testing the applicability of a Marine Biotic Index (AMBI) to assessing the ecological quality of soft-bottom benthic communities, in the South America Atlantic region. Marine Pollution Bulletin, v. 50. n. 6, p. 624–637, 2005.
  - ✓ OLIVEIRA, F. S. C. Distribuição espacial da fauna de anelídeos poliquetas de praias arenosas ao longo de um gradiente de poluição orgânica na Baía de Guanabara, RJ. 2013. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, 92 p., 2013.
  - ✓ OYARZÚN, Pablo A. et al. Blue mussels of the *Mytilus edulis* species complex from South America: The application of species delimitation models to DNA sequence variation. PLoS One, v. 16, n. 9, e0256961, 2021.
  - ✓ PFAFF, Maya C. et al. Upwelling intensity and wave exposure determine recruitment of intertidal mussels and barnacles in the southern Benguela upwelling region. Marine Ecology Progress Series, v. 425, p.141–152, 2011.
  - ✓ PRENDERGAST, Gabrielle S. Settlement and Behaviour of Marine Fouling Organisms In: DÜRR, Simone; THOMASON, Jeremy C. Biofouling, p. 30–59, 2009.
  - ✓ PIELOU, Evelyn C. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of theoretical biology, v. 13, p. 131-144, 1966.
  - ✓ RAPAGNÃ, L.C. Estudo da estrutura das populações dos bivalves *Isognomon bicolor* (C.B. Adams, 1845), *Perna perna* (Linnaeus, 1758) e *Pinctada imbricata* (Röding, 1798) nos costões rochosos de Arraial do cabo, RJ, Brasil. 2004. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Fluminense, 83 p., 2004.
  - ✓ SÁNCHEZ, María A. et al. Spatial and long-term analyses of reference and sewage-impacted sites in the SW Atlantic (38°S, 57°W) for the assessment of sensitive and tolerant polychaetes. Marine Pollution Bulletin, v.74, n.1, p. 325–333, 2013.

- ✓ SEREJO, C.S.; CARDOSO, I.A.; FISCHER, L.G. (eds.) Fauna do entremarés de costões rochosos – Volume 1 Crustacea Decapoda e Peracarida. Macaé: Editora NUPEM/UFRJ. 128 p., 2022.
- ✓ SHANNON, Claude Elwood. A mathematical theory of communication. The Bell system technical journal, v. 27, n. 3, p. 379-423, 1948.
- ✓ STEINER, Tatiana Menchini; AMARAL, Antônia Cecília Zacagnini; BORGES, Michela. (org). Manual de Identificação dos Invertebrados Marinhos da Região Sudeste-Sul do Brasil. Volume 2. São Paulo: EDUSP, 344 p., 2021.
- ✓
- ✓ STREFTARIS, N.; ZENETOS, A. Alien marine species in the Mediterranean - the 100 Worst Invasives and their impact. Mediterranean Marine Sciences, v. 7, n.1., p. 87-118.
- ✓ THOMÉ, J.W.; GIL, G.; BERGONCI, P.E.A.; TARASCONI, J.C. As conchas das nossas praias. 2ª Edição. Porto Alegre: Redes Editora, 224 p., 2010.
- ✓ TIAN, S. et al. Assessment of macrobenthic communities of rocky intertidal zone from Zhejiang offshore islands with AZTI marine biotic index. Ecological Indicators, v. 154, p. 1-9, 2023.
- ✓ VIANA, D.L.; OLIVEIRA, J.E.L.; HAZIN, F.H.V.; SOUZA, M.A.C. (org.) Ciências do mar: dos oceanos do mundo ao nordeste do Brasil: bioecologia, pesca e aquicultura - Volume 2. Olinda: Via design Publicações, 512 p., 2021.
- ✓ VICENTE, V.S.; LONGO, P.A.S.; MANSUR, K.F.R.; SERRANO, H.; BASTIÃO, A.R.; LEITE, F.P.P. Biodiversity of macroalgae-associated invertebrates in the marine protected area of Alcatrazes archipelago, southeastern Brazil. Biota Neotropica, v. 24, n. 2, e20241610, 2024.
- ✓ WALLACE, K.J. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. Biological Conservation, v. 139, p. 235-246, 2007.
- ✓ WAN, Alex H.L. et al. Assessment and characterisation of Ireland's green tides (Ulva species). PLoS ONE, v. 12, n.1, e0169049, 2017.
- ✓ WILSON, R.S.; GLASBY, C.J.; BAKKEN, T. The Nereididae (Annelida) – diagnoses, descriptions, and a key to the genera. ZooKeys, v. 1182, p. 35-134, 2023.

**Eng. Augusto Dantas Sampaio**  
**Diretor**