



PREFEITURA DE NAVEGANTES

ESTADO DE SANTA CATARINA

PREFEITURA MUNICIPAL DE NAVEGANTES

SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO

**PROJETO DE ENGENHARIA PARA ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DA
PRAIA DO GRAVATÁ, MUNICÍPIO DE NAVEGANTES – SC**

**PROJETO EXECUTIVO DE ENCHIMENTO DA PRAIA E PROJETO EXECUTIVO
DE DRAGAGEM DA ÁREA DE EMPRÉSTIMO**

Volume 1 – Relatório de Projeto

Contrato PMN - Nº 11/2022

Contratação de Empresa de Consultoria Especializada em Serviços de Engenharia para Elaboração de Projeto de Engenharia e Licenciamento Ambiental para Alimentação Artificial da Praia do Gravatá

NOVEMBRO/2023

Elaboração:  **PROSUL**

ÍNDICE

| | | |
|------------|---|------------|
| 1. | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | DESCRIÇÃO DA PRAIA EXISTENTE | 1 |
| 1.2 | UNIDADES FISIGRÁFICAS | 3 |
| 2. | LEVANTAMENTOS DE PERFIS TRANSVERSAIS DA PRAIA EXISTENTE | 6 |
| 2.1 | LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO NA PORÇÃO SUBAQUOSA DOS PERFIS DE PRAIA | 6 |
| 2.1.1 | PLANEJAMENTO DAS LINHAS DE SONDAÇÃO | 7 |
| 2.1.2 | EQUIPAMENTOS UTILIZADOS | 7 |
| 2.1.3 | SISTEMA DE POSICIONAMENTO | 8 |
| 2.2 | LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DA PORÇÃO SUBAÉREA DOS PERFIS DE PRAIA..... | 9 |
| 2.3 | RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DE PERFIS DE PRAIA | 10 |
| 3. | SEDIMENTOLOGIA DA PRAIA NATIVA | 45 |
| 3.1 | COLETA DAS AMOSTRAS | 45 |
| 3.2 | ANÁLISE TÁCTIL-VISUAL | 49 |
| 3.3 | TEOR DE CARBONATO DE CÁLCIO..... | 54 |
| 3.4 | TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA. | 57 |
| 3.5 | ANÁLISE GRANULOMÉTRICA | 59 |
| 4. | BUSCA DE JAZIDA DE AREIA EM ÁREA MARÍTIMA | 62 |
| 4.1 | ESTUDO DE SUBFUNDO – LEVANTAMENTO SÍSMICO NAS POTENCIAIS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO DE SEDIMENTOS ARENOSOS..... | 63 |
| 4.1.1 | PRINCÍPIOS DO MÉTODO..... | 66 |
| 4.1.1.1 | ONDAS SÍSMICAS..... | 66 |
| 4.1.1.2 | PERFILAGEM SÍSMICA CONTÍNUA | 68 |
| 4.1.2 | MÉTODO E INSTRUMENTAÇÃO | 68 |
| 4.1.3 | EQUIPAMENTO UTILIZADO..... | 69 |
| 4.1.4 | SISTEMA DE POSICIONAMENTO | 70 |
| 4.1.5 | MAREGRAFIA..... | 71 |
| 4.1.6 | PROCESSAMENTO DOS DADOS DOS DADOS DE SÍSMICA RASA..... | 71 |
| 4.1.7 | RESULTADOS E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DE SÍSMICA RASA | 72 |
| 4.1.7.1 | ÁREA SUL | 73 |
| 4.1.7.2 | ÁREA CENTRAL..... | 97 |
| 4.1.7.3 | ÁREA NORTE | 112 |
| 4.1.8 | CONCLUSÕES SOBRE O LEVANTAMENTO DE DADOS DE SÍSMICA RASA..... | 136 |
| 4.2 | SONDAÇÃO GEOTÉCNICA DO TIPO VIBRACORE E SEDIMENTOLOGIA DA ÁREA DA JAZIDA SUBMARINA | 137 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 5. | ANÁLISE DE COMPATIBILIDADE DOS SEDIMENTOS DA ÁREA DE EMPRÉSTIMO COM OS SEDIMENTOS DA PRAIA NATIVA | 197 |
| 5.1 | COMPÓSITO DA JAZIDA..... | 197 |
| 5.2 | COMPÓSITO DA PRAIA NATIVA..... | 199 |
| 6. | PROJETO DE ENGENHARIA DA PRAIA | 201 |
| 6.1 | CARACTERÍSTICAS GERAIS DA SOLUÇÃO PROPOSTA | 201 |
| 6.2 | DESENHO FUNCIONAL DE PRAIAS DE ENSEADA EM EQUILÍBRIO ESTÁTICO | 202 |
| 6.3 | ESTABILIDADE MORFODINÂMICA DA PRAIA NO LONGO PRAZO | 204 |
| 6.3.1 | PERFIL DE EQUILÍBRIO | 204 |
| 6.3.1.1 | PROFUNDIDADE LIMITE DO PERFIL ATIVO | 205 |
| 6.3.1.2 | MODELO TEÓRICO DE EQUILÍBRIO EM PERFIL | 205 |
| 6.3.2 | FORMA EM PLANTA DE EQUILÍBRIO..... | 207 |
| 6.3.3 | RESPOSTA DA FORMA EM PLANTA DE UMA PRAIA A ESTRUTURAS DESTACADAS DA COSTA - BASE TEÓRICA | 211 |
| 6.4 | REFERENCIAIS PLANIMÉTRICOS E ALTIMÉTRICOS..... | 214 |
| 6.5 | CRITÉRIOS DE PROJETO DA PRAIA..... | 217 |
| 6.6 | ESTIMATIVA DO PERFIL DE EQUILÍBRIO DA PRAIA PROPOSTA..... | 218 |
| 6.7 | ESTIMATIVA DA FORMA EM PLANTA DE EQUILÍBRIO DA PRAIA PROPOSTA..... | 218 |
| 7. | DETALHAMENTOS DO PROJETO PARA CONSTRUÇÃO..... | 224 |
| 8. | ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E DIRETRIZES EXECUTIVAS DOS SERVIÇOS | 227 |
| 8.1 | GENERALIDADES | 227 |
| 8.2 | TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS..... | 227 |
| 8.3 | ACESSO À ÁREA DE TRABALHO MARÍTIMO | 227 |
| 8.4 | ÁREA DE TRABALHO E SERVIÇOS PRELIMINARES..... | 228 |
| 8.5 | COLOCAÇÃO DE MATERIAL NAS SEÇÕES DE ENCHIMENTO DA PRAIA | 228 |
| 8.6 | MATERIAL ADEQUADO PARA ENCHIMENTO DE PRAIA..... | 229 |
| 8.7 | MATERIAIS INADEQUADOS | 229 |
| 8.8 | MECANISMO DE REMOÇÃO DE MATERIAL GROSSEIRO NA EXTREMIDADE DA LINHA DE DRAGAGEM | 230 |
| 8.9 | DIQUES TEMPORÁRIOS | 231 |
| 8.10 | ÁREA DE EMPRÉSTIMO MARÍTIMA | 232 |
| 8.11 | SISTEMA DE POSICIONAMENTO DA DRAGA | 232 |
| 8.12 | DETRITOS NA ÁREA DE DRAGAGEM | 232 |

| | | |
|------|--|-----|
| 8.13 | DESCARGA POR TUBULAÇÃO | 233 |
| 8.14 | TUBULAÇÕES SUBMERSAS | 233 |
| 8.15 | TUBULAÇÕES FLUTUANTES | 233 |
| 8.16 | VAZAMENTOS NA TUBULAÇÃO | 233 |
| 8.17 | BOMBAS AUXILIARES (“BOOSTER PUMPS”) | 233 |
| 8.18 | EMBARCAÇÕES | 234 |
| 8.19 | SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA DO TRABALHO | 234 |
| 8.20 | CERCAS DE SEGURANÇA TEMPORÁRIAS | 234 |
| 8.21 | SINAIS DE AVISO TEMPORÁRIO | 235 |
| 8.22 | MATERIAIS DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE VOLUMES | 235 |
| 8.23 | PRECAUÇÕES DE SEGURANÇA DAS ESTACAS | 235 |
| 8.24 | TRABALHO EM TORNO DE ESTRUTURAS EXISTENTES | 236 |
| 8.25 | MONITORAMENTO DAS OPERAÇÕES DE ENCHIMENTO DE PRAIA | 236 |
| 8.26 | TERRAPLENAGEM FINAL | 237 |
| 8.27 | TOLERÂNCIAS | 237 |
| 8.28 | GRADEAMENTO FINAL DA PRAIA | 237 |
| 8.29 | PROCEDIMENTOS DE PAGAMENTO | 237 |
| 8.30 | LIMITES DE PAGAMENTO | 240 |
| 8.31 | CONTROLE DOS LEVANTAMENTOS | 240 |
| 8.32 | DISCREPÂNCIA ENTRE LEVANTAMENTOS | 241 |
| 8.33 | FOTOGRAFIAS DE CONSTRUÇÃO | 241 |
| 8.34 | CONTROLE DE QUALIDADE | 241 |
| 8.35 | SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA PARA BANHISTAS | 242 |
| 9. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 244 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Vista aérea da Praia de Navegantes, subdividida em Praia do Pontal, Praia Central, Meia Praia e Praia do Gravatá. | 2 |
| Figura 2: Praia do Gravatá, limitada, ao norte, pelo Rio Gravatá e, ao sul, pelo Ribeirão das Pedras.. | 2 |
| Figura 2: Vista aérea da Praia do Gravatá. Observa-se a completa ausência de areia na praia. | 2 |
| Figura 3: Vista aérea da Praia do Gravatá. Observa-se o molhe de fixação da desembocadura do Rio Gravatá, ao fundo, o enrocamento construído longitudinalmente à linha de costa para proteção costeira e a ausência de areia para manutenção de uma praia saudável..... | 4 |
| Figura 4: Vista aérea em perspectiva da Ilha do Gravatá, com formação de saliência na praia, no tardoz da ilha. Observa-se a contenção em rocha na orla e o déficit de areia para manutenção de uma praia saudável. | 5 |
| Figura 5: Detalhes da Pedra da Miraguaia..... | 5 |
| Figura 6: Vista aérea em perspectiva da Pedra da Miraguaia, com saliência na praia bem desenvolvida no seu tardoz. | 5 |
| Figura 7: Plano de linhas de navegação elaborado para a coleta de dados batimétricos na porção subaquosa dos perfis de praia coletados na Praia de Navegantes/Gravatá. | 7 |
| Figura 8: Levantamento batimétrico sendo realizado para compor a porção subaquosa dos perfis transversais de praia..... | 8 |
| Figura 9: Ecosonda SyQwest, modelo HydroBox HD™ utilizada nos levantamentos batimétricos. | 8 |
| Figura 10: Fluxo esquemático do método de posicionamento GPS-RTK utilizado nos levantamentos das porções subaéreas dos perfis de praia..... | 10 |
| Figura 11: Instalação da Base do RTK-GPS sobre o marco de apoio topográfico implantado na praia (painel esquerdo) e medições por caminhamento com controladora e Rover, até profundidade permissível (painel direito). | 10 |
| Figura 12: Perfis topobatimétricos transversais da Praia de Navegantes/Gravatá. Levantamento realizado em 20/06/2022. | 11 |
| Figura 13: Perfis topobatimétricos transversais da Praia de Navegantes/Gravatá, com detalhe na região do projeto. | 12 |

| | |
|---|----|
| Figura 14: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N01..... | 13 |
| Figura 15: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N02..... | 14 |
| Figura 16: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N03..... | 15 |
| Figura 17: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N04..... | 16 |
| Figura 18: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N05..... | 17 |
| Figura 19: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N06..... | 18 |
| Figura 20: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N07..... | 19 |
| Figura 21: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N08..... | 20 |
| Figura 22: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N09..... | 21 |
| Figura 23: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N10..... | 22 |
| Figura 24: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N11..... | 23 |
| Figura 25: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N12..... | 24 |
| Figura 26: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N13..... | 25 |
| Figura 27: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N14..... | 26 |
| Figura 28: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N15..... | 27 |
| Figura 29: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N16..... | 28 |
| Figura 30: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N17..... | 29 |
| Figura 31: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N18..... | 30 |
| Figura 32: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N19..... | 31 |
| Figura 33: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N20..... | 32 |
| Figura 34: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N21..... | 33 |
| Figura 35: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N22..... | 34 |
| Figura 36: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N23..... | 35 |
| Figura 37: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N24..... | 36 |
| Figura 38: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N25..... | 37 |

| | |
|--|----|
| Figura 39: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N26..... | 38 |
| Figura 40: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N27..... | 39 |
| Figura 41: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N28..... | 40 |
| Figura 42: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N29..... | 41 |
| Figura 43: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N30..... | 42 |
| Figura 44: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N30..... | 43 |
| Figura 45. Esquema ilustrativo dos pontos de coletas de amostras de sedimentos para caracterização da praia nativa. | 46 |
| Figura 46. Posições ao longo dos perfis de praia, nas quais foram coletadas as amostras de sedimentos na Praia do Gravatá. Perfil 1 ao 7..... | 46 |
| Figura 47. Posições ao longo dos perfis de praia, nas quais foram coletadas as amostras de sedimentos na Praia do Gravatá. Perfil 8 ao 12..... | 47 |
| Figura 48. Posições ao longo dos perfis de praia, nas quais foram coletadas as amostras de sedimentos na Praia do Gravatá. Perfil 13 ao 16..... | 47 |
| Figura 49: Diagrama de fluxo para análise de textura (THIEN, 1979). | 50 |
| Figura 50: Diagrama de coloração (<i>Munsell Chart</i>) utilizado na análise dos sedimentos da área prospectada. | 51 |
| Figura 51: Polígonos azuis demarcando as áreas potenciais, situados ao largo da Praia do Gravatá (mais ao sul) e da Ponta do Vigia (mais ao norte). | 63 |
| Figura 52. Malha de aquisição na Área Sul. | 64 |
| Figura 53: Malha de aquisição na Área Central. | 65 |
| Figura 54: Malha de aquisição na Área Norte. | 65 |
| Figura 55: Embarcação <i>Araçá Dourado I</i> , utilizada para os levantamentos sísmicos na fase de investigação das potenciais áreas de empréstimo. | 66 |
| Figura 56: Croqui com a distribuição de equipamentos e valores de <i>offsets</i> (em metros). | 69 |
| Figura 57: Perfilador de fundo CHIRP instalado na embarcação..... | 70 |

| | |
|--|----|
| Figura 58: Antena DGNSSS utilizada para determinar o posicionamento durante o levantamento.... | 70 |
| Figura 59: Variação de nível d'água registrada pelo marégrafo instalado nas proximidades da Delegacia da Capitania dos Portos de Itajaí..... | 71 |
| Figura 60: Área do levantamento dividida em áreas 1 e 2..... | 76 |
| Figura 61: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes. | 77 |
| Figura 62: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes. | 78 |
| Figura 63: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes. | 79 |
| Figura 64: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes. | 80 |
| Figura 65: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes. | 81 |
| Figura 66: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes. | 82 |
| Figura 67: Mapa de localização do refletor sísmico R1. | 85 |
| Figura 68: Mapa de localização do refletor sísmico R2. | 86 |
| Figura 69: Mapa de localização do refletor sísmico R3 | 87 |
| Figura 70: Mapa de localização do refletor sísmico R4. | 88 |
| Figura 71: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN..... | 89 |
| Figura 72: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros abaixo do fundo marinho..... | 90 |
| Figura 73: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN..... | 91 |
| Figura 74: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros abaixo do fundo marinho..... | 92 |
| Figura 75: Mapa do refletor sísmico R3 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN..... | 93 |
| Figura 76: Mapa do refletor sísmico R3 apresentado em metros abaixo do fundo marinho..... | 94 |

| | |
|--|-----|
| Figura 77: Mapa do refletor sísmico R4 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN. | 95 |
| Figura 78: Mapa do refletor sísmico R4 apresentado em metros abaixo do fundo marinho. | 96 |
| Figura 79: Área do levantamento dividida em áreas 1, 2 e 3. | 99 |
| Figura 80: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes. | 100 |
| Figura 81: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes. | 101 |
| Figura 82: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes. | 102 |
| Figura 83: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes. | 103 |
| Figura 84: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes. | 104 |
| Figura 85: Mapa de localização do refletor sísmico R1. | 106 |
| Figura 86: Mapa de localização do refletor sísmico R2 | 107 |
| Figura 87: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN. | 108 |
| Figura 88: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros abaixo do fundo marinho. | 109 |
| Figura 89: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN. | 110 |
| Figura 90: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros abaixo do fundo marinho. | 111 |
| Figura 91: Área do levantamento dividida em áreas 1, 2 e 3. | 115 |
| Figura 92: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes. | 116 |
| Figura 93: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes. | 117 |

| | |
|---|-----|
| Figura 94: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes. | 118 |
| Figura 95: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes. | 119 |
| Figura 96: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes. | 120 |
| Figura 97: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes. | 121 |
| Figura 98: Mapa de localização do refletor sísmico R1. | 124 |
| Figura 99: Mapa de localização do refletor sísmico R2. | 125 |
| Figura 100: Mapa de localização do refletor sísmico R3. | 126 |
| Figura 101: Mapa de localização do refletor sísmico R4. | 127 |
| Figura 102: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN. | 128 |
| Figura 103: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros abaixo do fundo marinho. | 129 |
| Figura 104: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN. | 130 |
| Figura 105: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros abaixo do fundo marinho. | 131 |
| Figura 106: Mapa do refletor sísmico R3 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN. | 132 |
| Figura 107: Mapa do refletor sísmico R3 apresentado em metros abaixo do fundo marinho. | 133 |
| Figura 108: Mapa do refletor sísmico R4 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN. | 134 |
| Figura 109: Mapa do refletor sísmico R4 apresentado em metros abaixo do fundo marinho. | 135 |
| Figura 110: Localização dos 14 pontos de sondagem vibracore realizados na Área Sul, com referência às linhas de sísmica rasa executados. | 137 |

| | |
|---|-----|
| Figura 111: Localização dos 8 pontos de sondagem vibracore realizados na Área Central, com referência às linhas de sísmica rasa executados. | 138 |
| Figura 112: Localização dos 25 pontos de sondagem vibracore realizados na Área Norte, com referência às linhas de sísmica rasa executados. | 138 |
| Figura 113: Equipe de mergulho durante operação (painel esquerdo) e auxílio a bordo para manter o tubo na posição vertical (painel direito). | 139 |
| Figura 114: Sistema de posicionamento DGPS da embarcação. | 140 |
| Figura 115: Procedimento de cravação de uma haste sinalizadora para auxiliar no posicionamento do furo de sondagem <i>vibracore</i> | 140 |
| Figura 116: Análise tátil-visual e descrição das amostras vibracore. | 141 |
| Figura 117: Aparato com iluminação e câmera para fotografia dos <i>cores</i> | 141 |
| Figura 118: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#01. | 143 |
| Figura 119: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#02. | 144 |
| Figura 120: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#03. | 145 |
| Figura 121: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#04. | 146 |
| Figura 122: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#05. | 147 |
| Figura 123: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#06. | 148 |
| Figura 124: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#07. | 149 |
| Figura 125: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#08. | 150 |
| Figura 126: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#09. | 151 |
| Figura 127: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#10. | 152 |
| Figura 128: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#11. | 153 |
| Figura 129: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#12. | 154 |
| Figura 130: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#13. | 155 |
| Figura 131: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#14. | 156 |
| Figura 132: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#01. | 157 |

| | |
|--|-----|
| Figura 133: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#02. | 158 |
| Figura 134: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#03. | 159 |
| Figura 135: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#04. | 160 |
| Figura 136: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#05. | 161 |
| Figura 137: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#06. | 162 |
| Figura 138: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#07. | 163 |
| Figura 139: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#08. | 164 |
| Figura 140: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#01. | 165 |
| Figura 141: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#02. | 166 |
| Figura 142: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#03. | 167 |
| Figura 143: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#04. | 168 |
| Figura 144: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#05. | 169 |
| Figura 145: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#06. | 170 |
| Figura 146: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#07. | 171 |
| Figura 147: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#08. | 172 |
| Figura 148: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#09. | 173 |
| Figura 149: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#10. | 174 |
| Figura 150: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#11. | 175 |
| Figura 151: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#12. | 176 |
| Figura 152: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#13. | 177 |
| Figura 153: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#14. | 178 |
| Figura 154: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#15. | 179 |
| Figura 155: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#16. | 180 |
| Figura 156: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#17. | 181 |
| Figura 157: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#18. | 182 |

| | |
|--|-----|
| Figura 158: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#19. | 183 |
| Figura 159: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#20. | 184 |
| Figura 160: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#21. | 185 |
| Figura 161: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#22. | 186 |
| Figura 162: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#23. | 187 |
| Figura 163: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#24. | 188 |
| Figura 164: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#25. | 189 |
| Figura 165: Fotografia das amostras vibracore #01 à #06, coletadas na Área Sul. 0-356 cm..... | 191 |
| Figura 166: Fotografia das amostras vibracore #06 à #10, coletadas na Área Sul. 0-315 cm..... | 191 |
| Figura 167: Fotografia das amostras vibracore #11 à #14, coletadas na Área Sul. 0-306 cm..... | 192 |
| Figura 168: Fotografia das amostras vibracore #01 à #08, coletadas na Área Central. 0-238 cm.... | 192 |
| Figura 169: Fotografia das amostras vibracore #01 à #04, coletadas na Área Norte. 0-244 cm. | 193 |
| Figura 170: Fotografia das amostras vibracore #05 à #08, coletadas na Área Norte. 0-209 cm. | 193 |
| Figura 171: Fotografia das amostras vibracore #09 à #12, coletadas na Área Norte. 0-243 cm. | 194 |
| Figura 172: Fotografia das amostras vibracore #13 à #16, coletadas na Área Norte. 0-250 cm. | 194 |
| Figura 173: Fotografia das amostras vibracore #17 à #20, coletadas na Área Norte. 0-228 cm. | 195 |
| Figura 174: Fotografia das amostras vibracore #21 à #25, coletadas na Área Norte. 0-243 cm. | 195 |
| Figura 175: Exemplo de aplicação de estruturas de contenção e estabilização de praias de enseada em equilíbrio estático – Maumee Bay State Park, Ohio, EUA. | 203 |
| Figura 176: Exemplo de aplicação de estruturas de contenção e estabilização de uma praia de enseada em equilíbrio estático – Playa Poniente, Gijón, Espanha..... | 203 |
| Figura 177: Parâmetros da formulação de Hsu e Evans (1989) para a forma em planta de equilíbrio estático..... | 208 |
| Figura 178: Diferença entre saliência e tômbolo..... | 211 |
| Figura 179: Definição dos parâmetros que caracterizam estruturas destacadas da costa e as formas de acumulação. | 212 |

| | |
|--|-----|
| Figura 180: Tipos de estruturas em função dos principais parâmetros. | 213 |
| Figura 181: Ficha da Estação Maregráfica F-41 60235 – Nova Delegacia da Capitania dos Portos em Itajaí, emitida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. | 215 |
| Figura 182: Detalhes da Referência de Nível RN 3011J utilizada para compatibilização dos referenciais altimétricos oficiais do IBGE e DHN. | 216 |
| Figura 183: relação entre o referencial altimétrico do SGB (IBGE), o Nível de Referência da DHN e os principais planos horizontais maregráficos locais. | 217 |
| Figura 184: Período de retorno da variável maré meteorológica na região de Navegantes. Ajuste da Distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV) aos máximos anuais - 60 anos de dados. | 218 |
| Figura 185: Vista geral da forma em planta de equilíbrio da Praia do Gravatá, estimada a partir do ajuste do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989). A linha amarela corresponde à linha de costa projetada. | 220 |
| Figura 186: Forma em planta de equilíbrio estimada a partir do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989), com detalhe na sub-unidade fisiográfica localizada entre a desembocadura do Rio Gravatá e a Ilha do Gravatá. A linha amarela corresponde à linha de costa estimada. | 221 |
| Figura 187: Forma em planta de equilíbrio estimada a partir do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989), com detalhe na sub-unidade fisiográfica localizada entre a Ilha do Gravatá e a Pedra da Miraguaia. A linha amarela corresponde à linha de costa estimada. | 222 |
| Figura 188: Forma em planta de equilíbrio estimada a partir do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989), com detalhe na sub-unidade fisiográfica localizada entre a Pedra da Miraguaia e o Ribeirão das Pedras. A linha amarela corresponde à linha de costa estimada. | 223 |
| Figura 189: Vista geral do projeto de enchimento da Praia do Gravatá, com detalhe em uma seção tipo de construção. | 225 |
| Figura 190: Área de empréstimo oceânica, localizada ao largo da Ponta da Vigia, a aproximadamente 12 Km de distância da área do projeto, num local com aproximadamente 23 m de profundidade. | 226 |
| Figura 191: Mecanismo de separação de material grosseiro, com uma malha de, no máximo, 3/4", acoplado na extremidade da linha de dragagem, no ponto de disposição na praia. | 230 |

| | |
|---|-----|
| Figura 192: Retirada do apetrecho de separação de material grosseiro utilizado na extremidade da linha de recalque de sedimentos na praia, para lavagem, separação e destinação final do material grosseiro retido..... | 231 |
| Figura 193: Equipamento para medição de perfil praial na parte submersa (trenó submarino). | 239 |
| Figura 194: Preenchimento do volume de construção com detalhes do estaqueamento ao longo do perfil, utilizado para controle de cotas em tempo real durante a construção. | 239 |
| Figura 195: Obra de alimentação artificial finalizada e terraplenada, com praia devidamente dimensionada, ajustada e gradeada para limpeza de detritos oriundos de construção. | 240 |
| Figura 196: Exemplo de boias para delimitação da área permitida para banho e placa informativa. | 243 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1: Nome, coordenada UTM X da origem, coordenada UTM Y da origem e azimute dos perfis transversais levantados na Praia de Navegantes/Gravatá. | 6 |
| Tabela 2. Localização dos pontos de coleta de sedimentos na Praia do Gravatá. Coordenadas em metros, Projeção Horizontal UTM, Zona 22 Sul, Datum WGS 84. | 48 |
| Tabela 3. Classificação táctil-visual das amostras coletadas na Praia do Gravatá. | 52 |
| Tabela 4. Classificação táctil-visual das amostras coletadas na Praia do Gravatá (continuação). | 53 |
| Tabela 5. Teor de Carbonato de Cálcio das amostras coletadas na Praia de Navegantes. | 56 |
| Tabela 6. Teor de Carbonato de Cálcio das amostras coletadas na Praia de Navegantes (continuação). | 56 |
| Tabela 7. Teor de matéria orgânica das amostras coletadas na Praia de Navegantes. | 57 |
| Tabela 8. Teor de matéria orgânica das amostras coletadas na Praia de Navegantes (continuação). | 58 |
| Tabela 9: Porcentagem de ocorrência de cada classe granulométrica, por amostra coletada na praia nativa. | 60 |
| Tabela 10: Porcentagem de ocorrência de cada classe granulométrica, por amostra coletada na praia nativa (continuação). | 61 |
| Tabela 11: Compósito de cada amostra vibracore coletada na área de empréstimo. | 198 |
| Tabela 12: Compósito final da área de empréstimo. | 198 |
| Tabela 13: Compósito da praia nativa, obtido através da média aritmética de cada amostra de sedimento coletada ao longo da praia (sopé da duna (D), berma (B) e face praial (F)). | 200 |

1. INTRODUÇÃO

Neste documento é apresentado o detalhamento do projeto construtivo de alimentação artificial da Praia do Gravatá, no Município de Navegantes (SC), com areia cujas características físicas são compatíveis com a areia existente na praia nativa, proveniente de uma área de empréstimo localizada na plataforma continental adjacente à Ponta da Vigia, a aproximadamente 12 km da área do projeto.

Os principais objetivos do projeto de enchimento da Praia do Gravatá são: (i) fornecer proteção às infraestruturas urbanas instaladas ao longo da frente costeira, contra a ação de eventos oceanográficos e meteorológicos extremos (ii) criar espaço de uso lúdico e (iii) restaurar o sistema praiar, criando habitat para vegetação característica de duna/restinga, pássaros e organismos marinhos/costeiros.

É apresentado o projeto detalhado de enchimento de praia e de dragagem, incluindo as bases de cálculo, histogramas de equipamentos e mão de obra, cronograma de execução e os custos envolvidos na execução.

1.1 DESCRIÇÃO DA PRAIA EXISTENTE

A Praia de Navegantes possui aproximadamente 9.700 m de comprimento e está limitada, ao sul, pelo molhe norte do Rio Itajaí-açu e, ao norte, pelo molhe do Rio Gravatá. É subdividida em Praia do Pontal, Praia Central, Meia Praia e Praia do Gravatá (Figura 1).

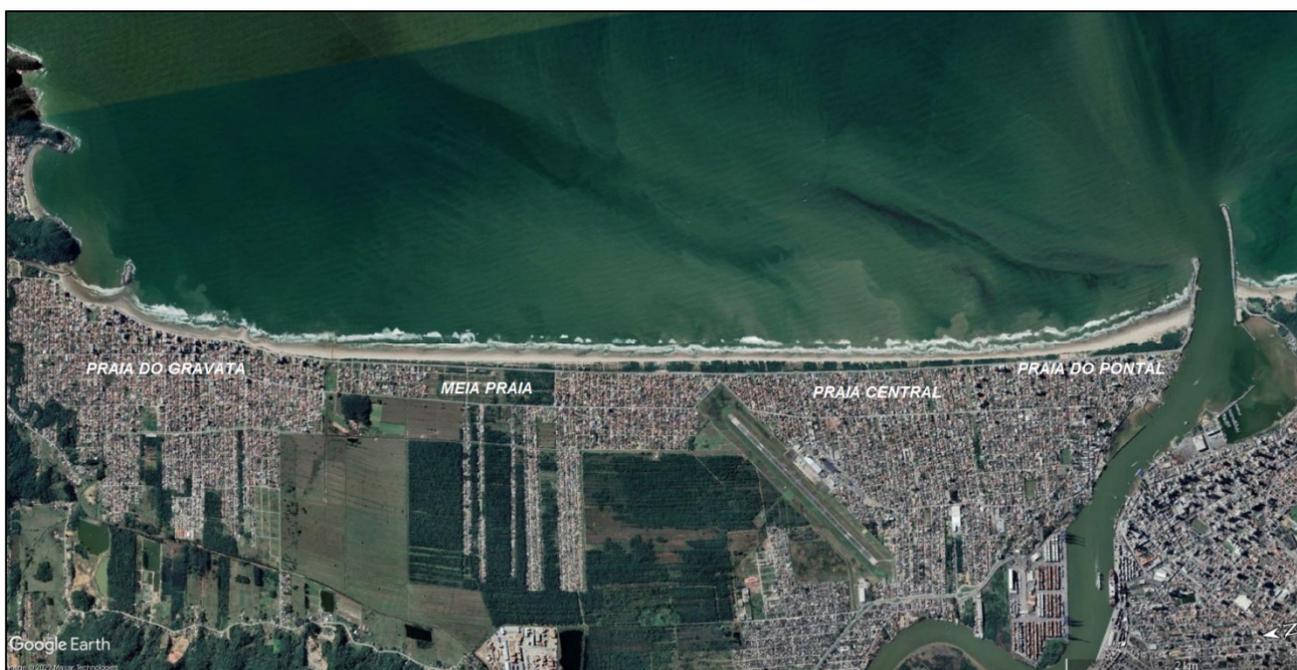


Figura 1: Vista aérea da Praia de Navegantes, subdividida em Praia do Pontal, Praia Central, Meia Praia e Praia do Gravatá.

A área do projeto corresponde à Praia do Gravatá, limitada, ao norte, pelo Rio Gravatá e, ao sul, pelo Ribeirão das Pedras (Figura 2).



Figura 2: Praia do Gravatá, limitada, ao norte, pelo Rio Gravatá e, ao sul, pelo Ribeirão das Pedras.

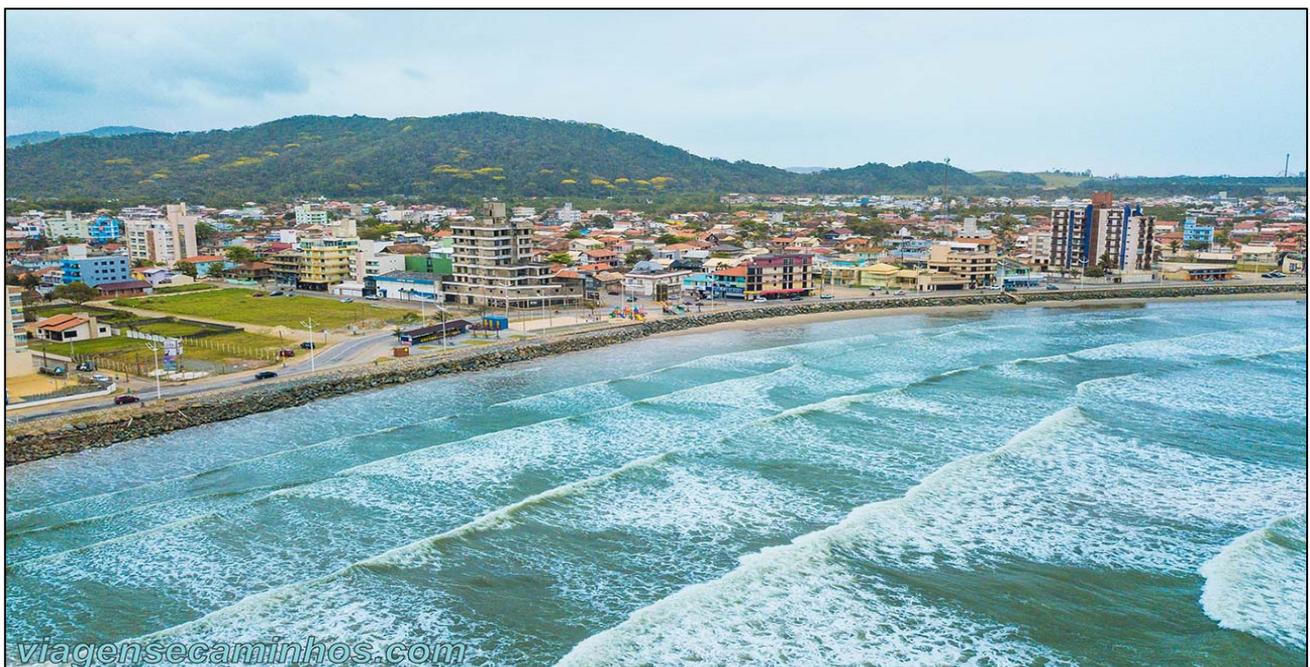


Figura 3: Vista aérea da Praia do Gravatá. Observa-se a completa ausência de areia na praia.

1.2 UNIDADES FISIAGRÁFICAS

Ao longo do tramo de praia nomeado Praia do Gravatá, estão presentes importantes elementos estruturais, naturais e artificiais, que condicionam os processos morfodinâmicos da praia e fundamentarão o desenho funcional do enchimento proposto. São eles:

Molhe de fixação da desembocadura do Rio Gravatá: além da função de fixar a desembocadura do Rio Gravatá, servirá de apoio lateral à porção emersa e submersa do enchimento da praia. Deverá, para isso, ser prolongado. Seu comprimento e forma deverá ser definido com base em requerimentos de funcionalidade e operatividade do canal de navegação, para acesso de pequenas embarcações de pesca e recreio ao interior do rio, obedecendo critérios de otimização funcional, econômica e ambiental. Seu dimensionamento não está contemplado no presente projeto de engenharia.

Ilha do Gravatá: funciona como um obstáculo natural e subtrai a zona de sombra da incidência direta da agitação marítima. Acaba por criar condições em que a difração e refração das ondas nas extremidades da ilha propiciam transporte sedimentar convergente, do que resulta a acumulação de sedimentos e a formação de uma saliência na praia. Exercerá importante papel na forma em planta de equilíbrio da praia alimentada.

Pedra da Miraguaia: disposta de forma aproximadamente paralela à linha de costa, provoca efeito semelhante ao causado pela Ilha do Gravatá, com a diferença de que se encontra mais próximo da linha de costa e a acumulação de areia na zona de sombra conecta a praia à estrutura, com a formação de um tómbolo (mais evidente em maré baixa). Exercerá importante papel na forma em planta de equilíbrio e funcionará como elemento natural de ancoragem da praia alimentada.

A partir da análise e interpretação das imagens de satélite, a unidade fisiográfica da Praia de Navegantes foi compartimentada em 3 principais subunidades fisiográficas, com características morfológicas e morfodinâmicas distintas:

1. Subunidade 1: aproximadamente 500 m lineares, entre o molhe do Rio Gravatá e a Ilha do Gravatá: uma praia de enseada do tipo encaixada (“pocket beach”), com formato parabólico governado pelos efeitos de difração das ondas na extremidade do costão rochoso e ilha.
2. Subunidade 2: aproximadamente 1.000 m lineares, entre a Ilha do Gravatá e a Pedra da Miraguaia: uma praia de enseada do tipo encaixada, com formato parabólico governado

pelos efeitos de difração das ondas na extremidade da Ilha do Gravatá e Pedra da Miraguaia.

3. Subunidade 3: Entre a Pedra da Miraguaia e o Molhe Norte do Rio Itajaí-açu: aproximadamente 8.000 m lineares de praia reta. Somente as extremidades norte e sul possuem forma parabólica influenciada pelos processos de difração de ondas na Pedra da Miraguaia e no Molhe Norte do Rio Itajaí-açu.



Figura 4: Vista aérea da Praia do Gravatá. Observa-se o molhe de fixação da desembocadura do Rio Gravatá, ao fundo, o enrocamento construído longitudinalmente à linha de costa para proteção costeira e a ausência de areia para manutenção de uma praia saudável.



Figura 5: Vista aérea em perspectiva da Ilha do Gravatá, com formação de saliência na praia, no tardoz da ilha. Observa-se a contenção em rocha na orla e o déficit de areia para manutenção de uma praia saudável.



Figura 6: Detalhes da Pedra da Miraguaia.



Figura 7: Vista aérea em perspectiva da Pedra da Miraguaia, com saliência na praia bem desenvolvida no seu tardoz.

2. LEVANTAMENTOS DE PERFIS TRANSVERSAIS DA PRAIA EXISTENTE

Neste capítulo são apresentados os métodos utilizados e os resultados obtidos no levantamento de 31 perfis transversais de praia, atividades realizadas para dar subsídios aos cálculos de volume e estudos de morfodinâmica necessários para o dimensionamento do enchimento da Praia do Gravatá. O nome, coordenada X da origem, coordenada Y da origem e azimute dos perfis transversais de praia levantados, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Nome, coordenada UTM X da origem, coordenada UTM Y da origem e azimute dos perfis transversais levantados na Praia de Navegantes/Gravatá.

| NOME | UTM X | UTM Y | AZIMUTE (°) |
|-------------|--------------|--------------|--------------------|
| N01 | 736304.347 | 7030561.341 | 147 |
| N02 | 736218.878 | 7030503.254 | 137 |
| N03 | 736142.430 | 7030439.471 | 128 |
| N04 | 736088.147 | 7030342.821 | 117 |
| N05 | 736057.614 | 7030248.863 | 111 |
| N06 | 736038.543 | 7030190.825 | 108 |
| N07 | 736005.095 | 7030153.866 | 121 |
| N08 | 735959.124 | 7030098.867 | 126 |
| N09 | 735898.738 | 7030026.940 | 124 |
| N10 | 735830.451 | 7029945.916 | 121 |
| N11 | 735772.839 | 7029863.373 | 119 |
| N12 | 735728.932 | 7029758.518 | 115 |
| N13 | 735673.908 | 7029647.848 | 112 |
| N14 | 735626.285 | 7029530.358 | 112 |
| N15 | 735590.303 | 7029398.669 | 111 |
| N16 | 735553.691 | 7029269.402 | 111 |
| N17 | 735506.552 | 7029168.054 | 112 |
| N18 | 735447.399 | 7029055.049 | 113 |
| N19 | 735385.051 | 7028940.366 | 112 |
| N20 | 735332.128 | 7028822.742 | 111 |
| N21 | 735284.011 | 7028706.951 | 110 |
| N22 | 735238.132 | 7028582.769 | 109 |
| N23 | 735190.893 | 7028451.720 | 107 |
| N24 | 735097.849 | 7028041.324 | 103 |
| N25 | 734862.319 | 7027019.900 | 99 |
| N26 | 734605.395 | 7025958.612 | 100 |
| N27 | 734407.934 | 7024964.883 | 100 |
| N28 | 734220.099 | 7023938.415 | 99 |
| N29 | 734079.305 | 7022932.108 | 97 |
| N30 | 733969.708 | 7022101.865 | 91 |
| N31 | 733905.819 | 7021440.338 | 89 |

2.1 LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO NA PORÇÃO SUBAQUOSA DOS PERFIS DE PRAIA

O levantamento na porção subaquosa dos perfis de praia foi realizado no dia 20 de junho de 2022.

2.1.1 PLANEJAMENTO DAS LINHAS DE SONDAGEM

O planejamento das linhas de navegação para execução do levantamento batimétrico foi realizado através do software Hypack 2010. Os perfis de praia foram espaçados em aproximadamente 100 m na Praia do Gravatá e aproximadamente 1000 m na Praia de Navegantes (Figura 8).



Figura 8: Plano de linhas de navegação elaborado para a coleta de dados batimétricos na porção subaquosa dos perfis de praia coletados na Praia de Navegantes/Gravatá.

2.1.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Na porção subaquosa dos perfis de praia, foi utilizada uma embarcação de pequeno calado (Figura 9) equipada com uma ecosonda monofeixe da marca SyQwest, modelo HydroBox HD™ (Figura 10).

O HydroBox HD™ é uma sonda hidrográfica de alta resolução. O instrumento fornece precisão de medição de profundidade que atende a todos os requisitos da Organização Hidrográfica Internacional (OHI). Ela é projetada exclusivamente para levantamentos hidrográficos marítimos costeiros de até 1.000 m de lâmina d'água e opera a 33 kHz, 50 kHz ou 210 kHz.

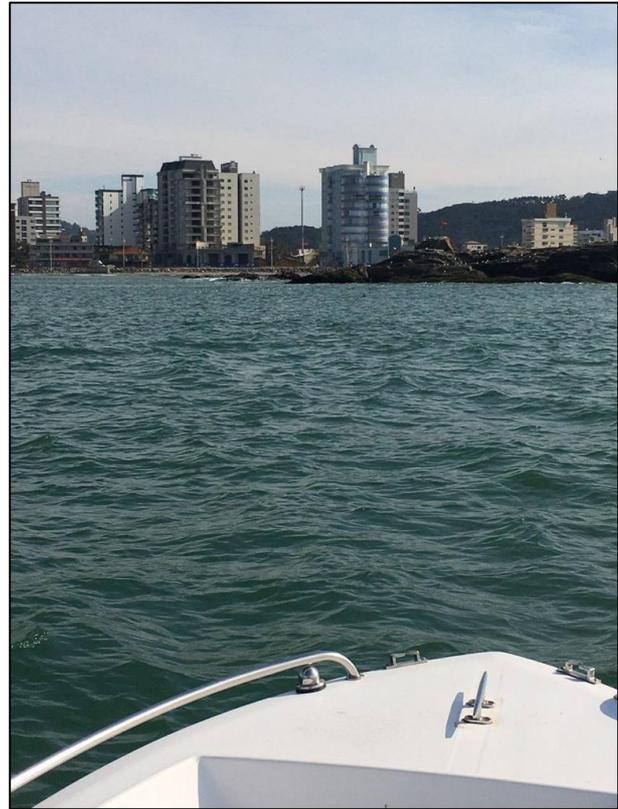


Figura 9: Levantamento batimétrico sendo realizado para compor a porção subaquosa dos perfis transversais de praia.

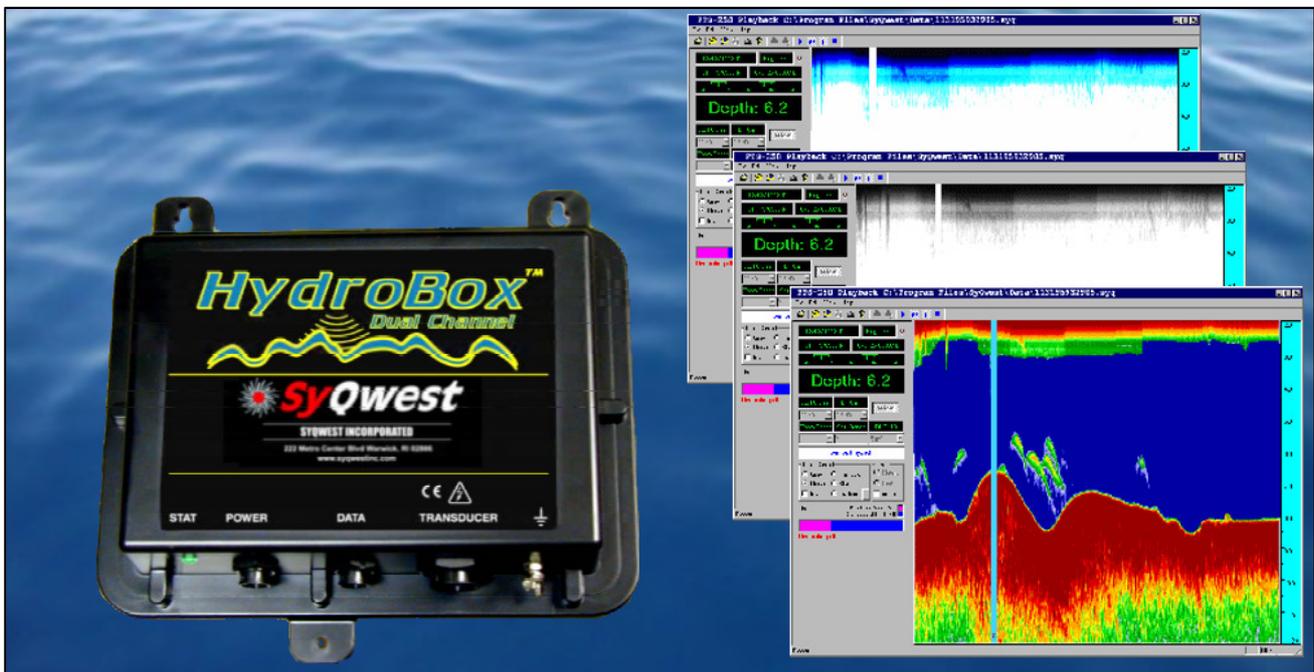


Figura 10: Ecosonda SyQwest, modelo HydroBox HD™ utilizada nos levantamentos batimétricos.

2.1.3 SISTEMA DE POSICIONAMENTO

O posicionamento da embarcação foi realizado com um sistema DGPS (*Differential Global Positioning System*) modelo Hemisphere R130, com diferencial fornecido pelo sistema Omnistar. O sistema consiste na utilização de uma constelação de satélites, a qual localiza o usuário através do número de série do receptor GPS utilizado, em um quadrante especificado por limites de latitude e longitude. Os dados de correção são enviados ao receptor de acordo com o quadrante, fornecendo acurácia de ordem decimétrica.

O levantamento foi referenciado ao sistema de coordenadas UTM (Sistema Universal Transverso de Mercator), Datum WGS 84, Zona 22S e ao Datum Vertical de Imbituba.

2.2 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DA PORÇÃO SUBAÉREA DOS PERFIS DE PRAIA

A porção subaérea dos perfis de praia foi levantada pelo método de caminhamento, com o uso de RTK-GPS, desde a duna, enrocamento ou calçadão, até a máxima profundidade permissível.

O levantamento foi realizado com o uso de um sistema GNSS RTK (*Real Time Kinematics*), da Marca CHC, modelo i80 (Figura 12), com precisão horizontal de 1cm +1ppm e precisão vertical 1,5cm +1ppm. O diagrama de fluxo do método utilizado é apresentado na Figura 11.

A Base do sistema foi instalada sobre um marco de apoio topográfico implantado na região do levantamento e, operando em modo cinemático em tempo real, foi realizado o caminhamento com controladora e Rover (Figura 12).

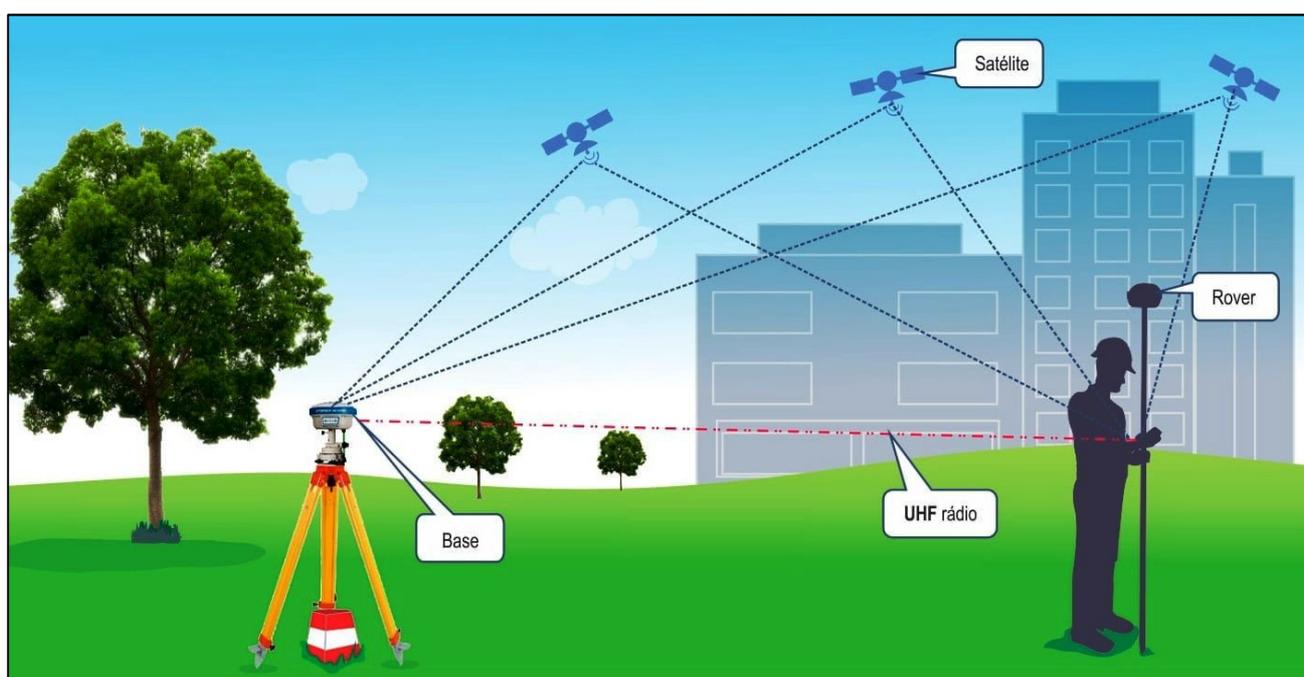


Figura 11: Fluxo esquemático do método de posicionamento GPS-RTK utilizado nos levantamentos das porções subaéreas dos perfis de praia.

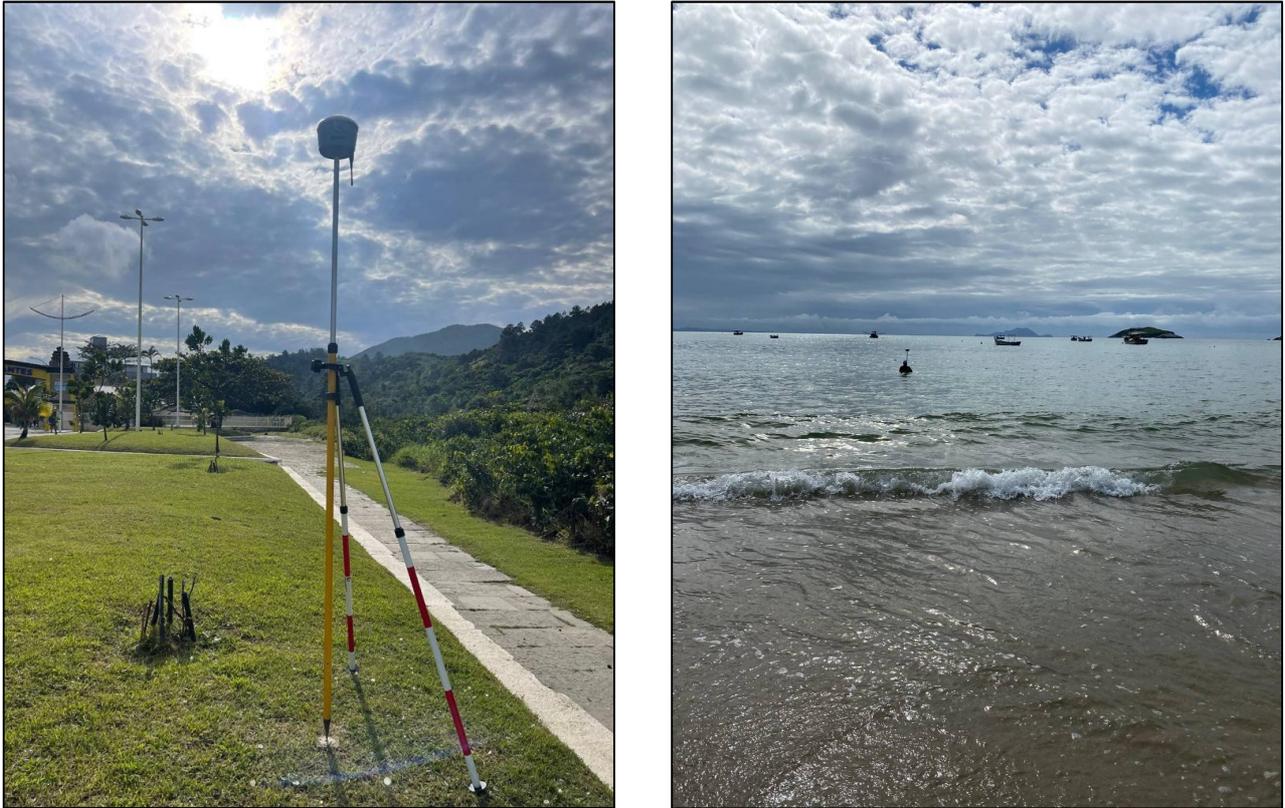


Figura 12: Instalação da Base do RTK-GPS sobre o marco de apoio topográfico implantado na praia (painel esquerdo) e medições por caminhamento com controladora e Rover, até profundidade permissível (painel direito).

2.3 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DE PERFIS DE PRAIA

Na Figura 13 e Figura 14, são apresentados, em planta, os resultados do levantamento de perfis topobatimétricos transversais, realizado ao longo da Praia de Navegantes/Gravatá.

Da Figura 15 até a Figura 45 são apresentados os 31 perfis topobatimétricos levantados ao longo da praia existente.

Topobatimetria Pré-Projeto - Praia de Navegantes/Gravatá

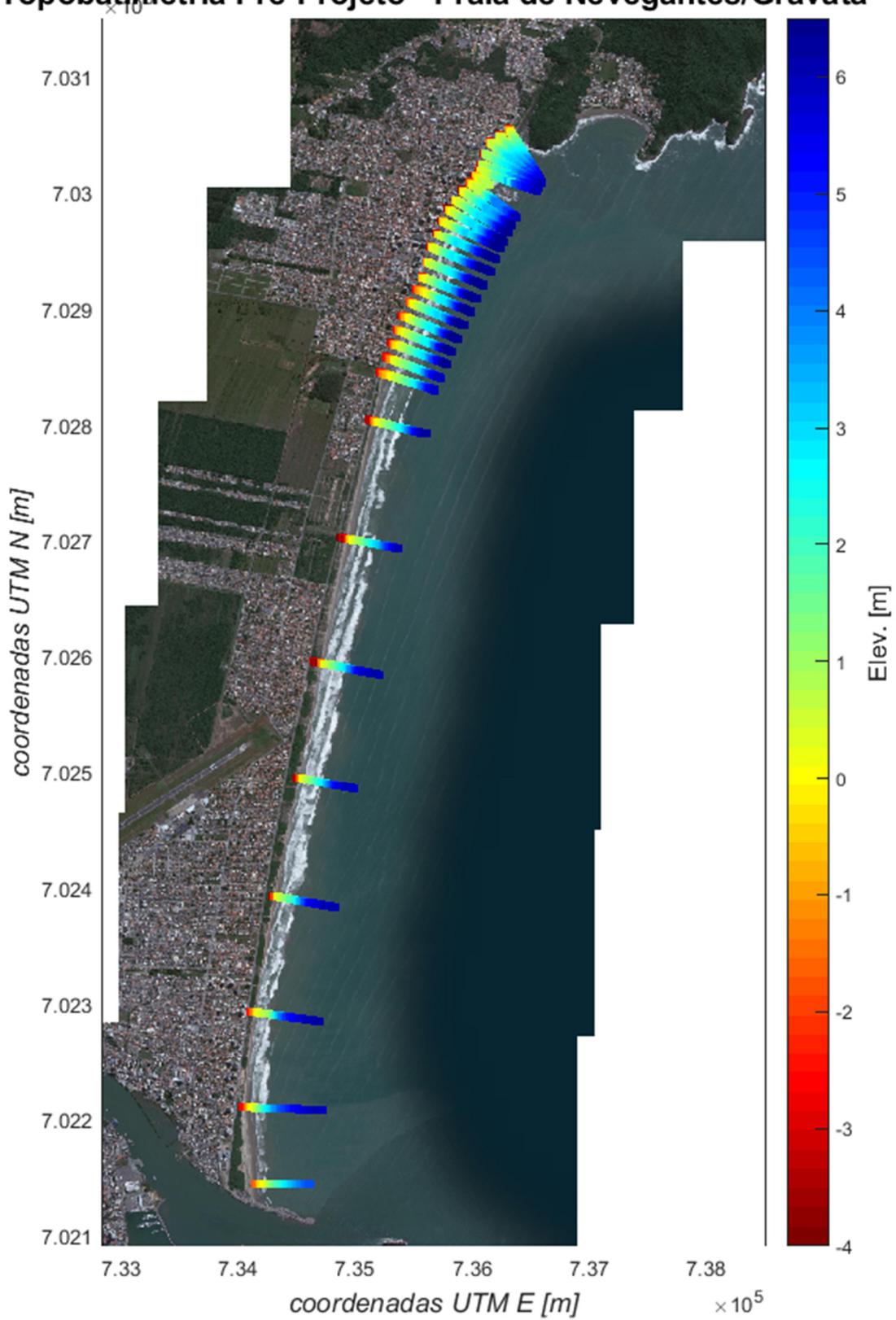


Figura 13: Perfis topobatimétricos transversais da Praia de Navegantes/Gravatá. Levantamento realizado em 20/06/2022.

Topobatimetria Pré-Projeto - Praia de Nevegantes/Gravatá

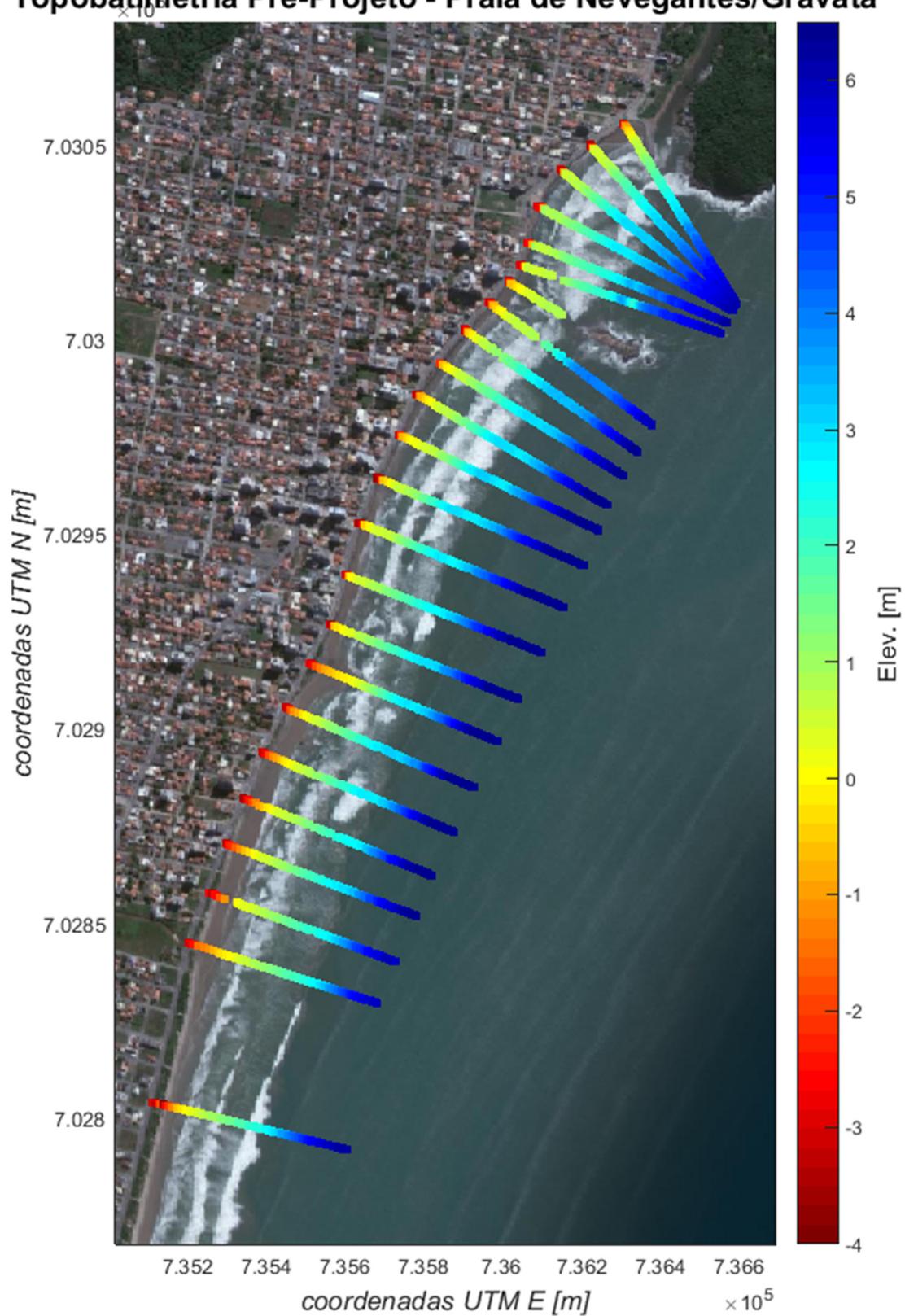


Figura 14: Perfis topobatimétricos transversais da Praia de Navegantes/Gravatá, com detalhe na região do projeto.

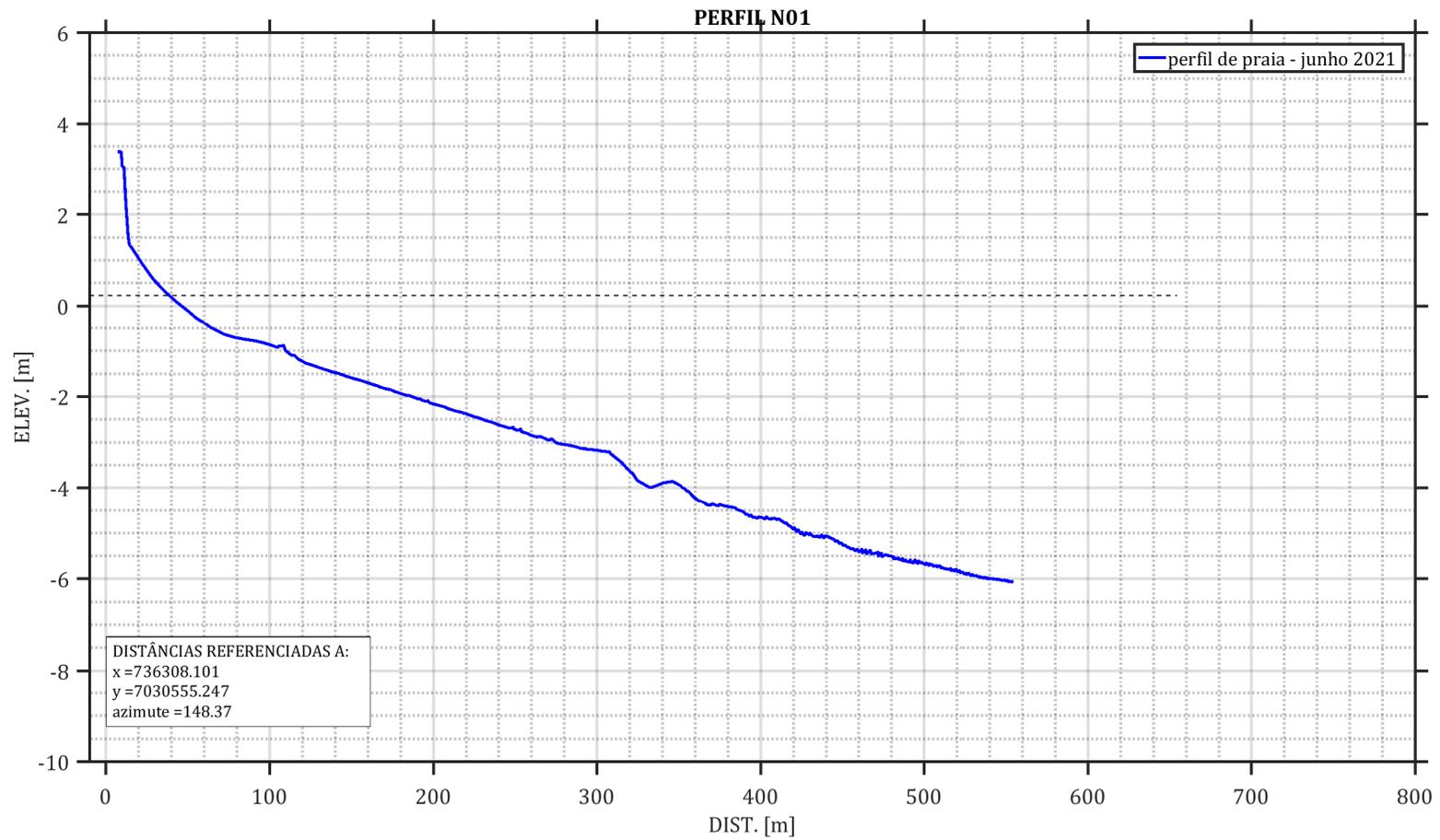


Figura 15: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N01.

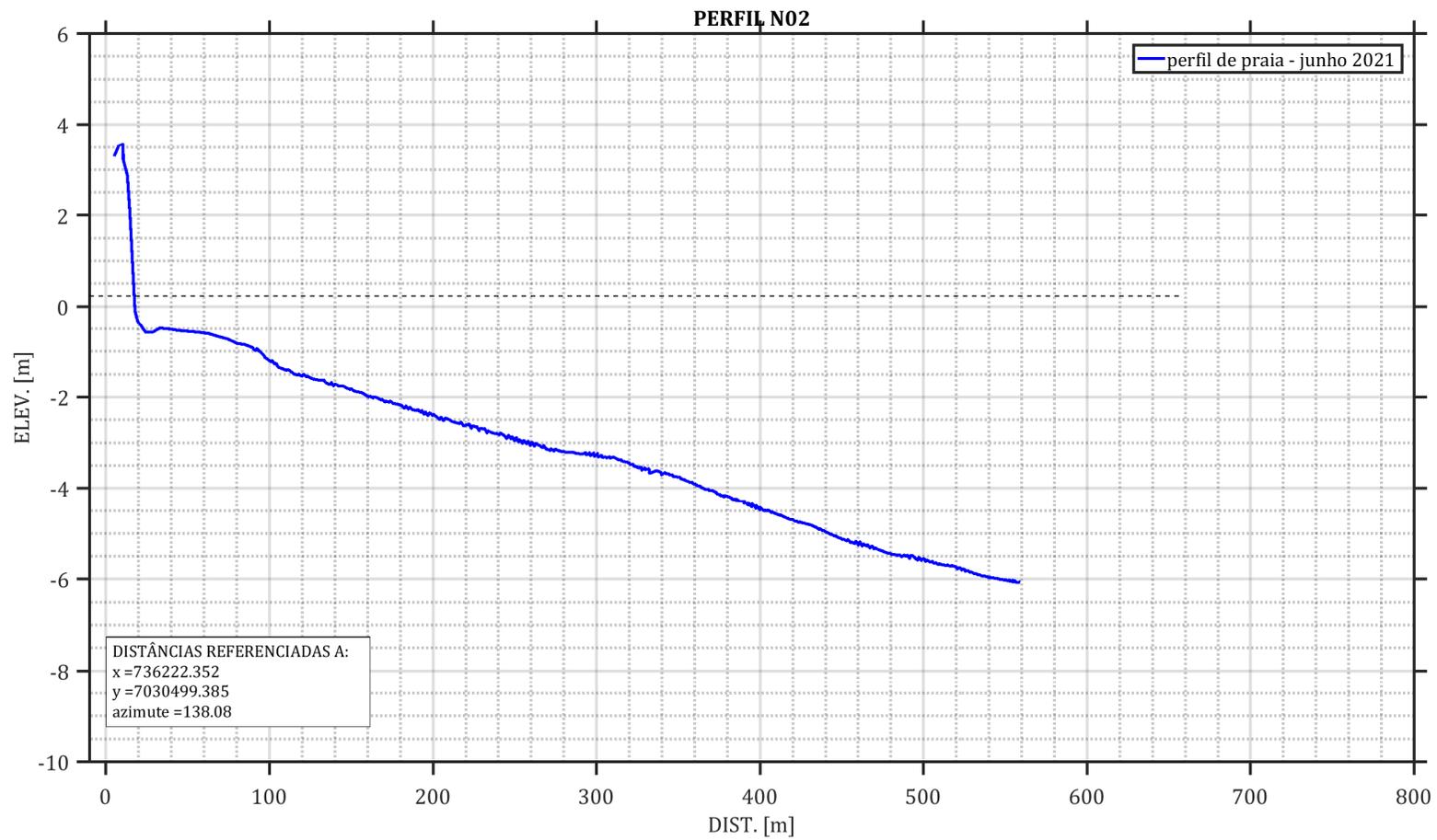


Figura 16: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N02.

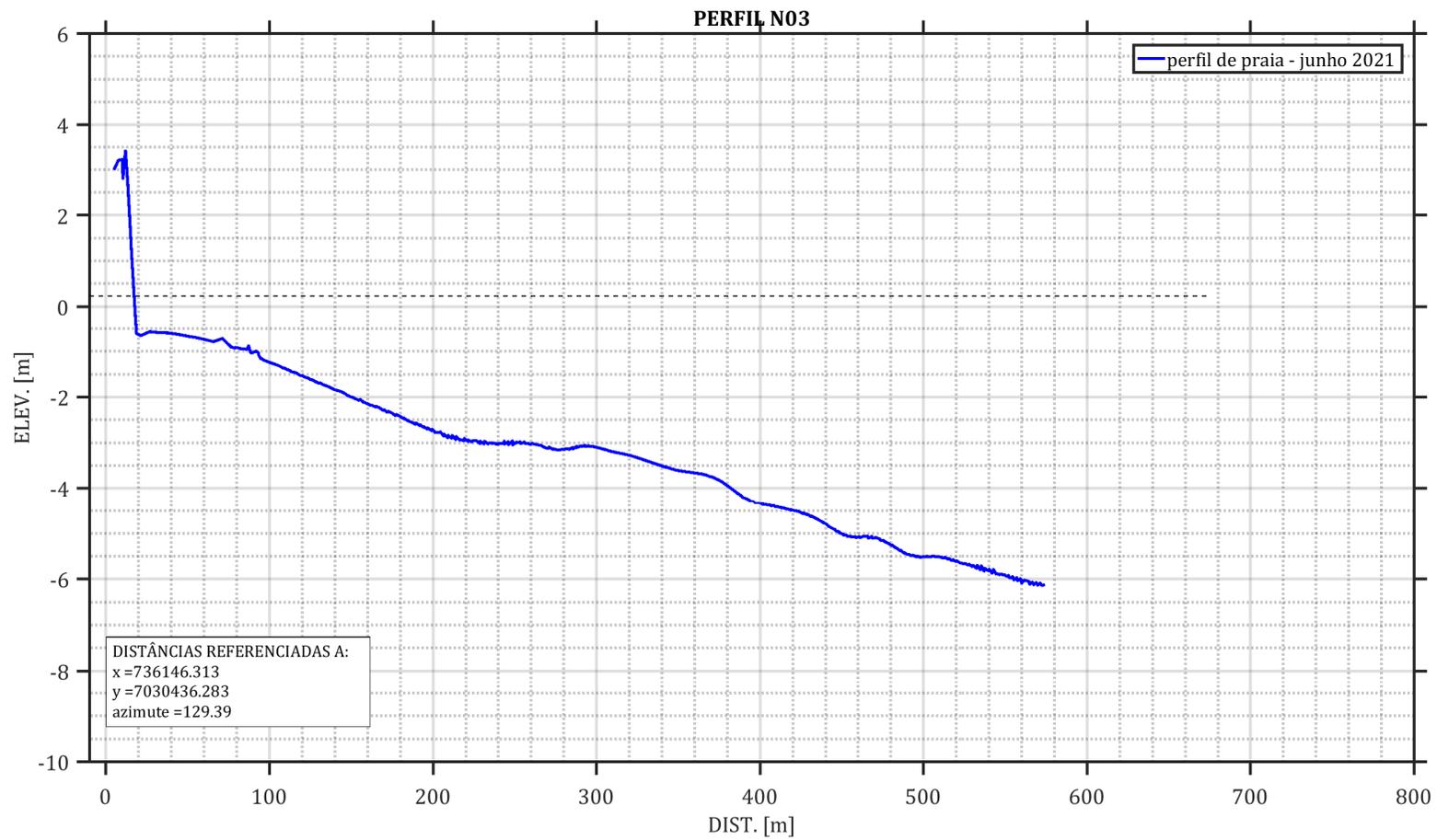


Figura 17: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N03.

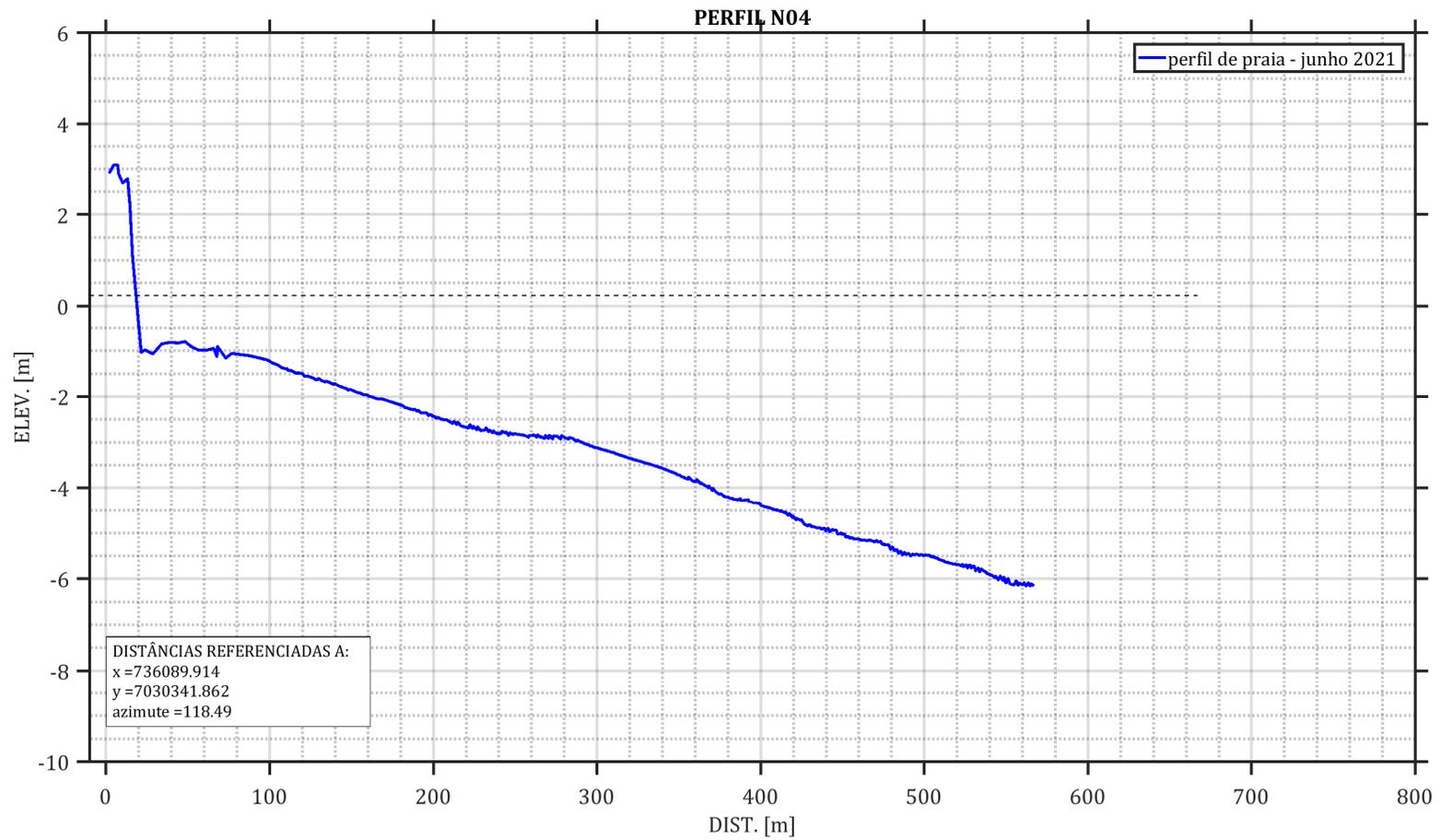


Figura 18: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N04.

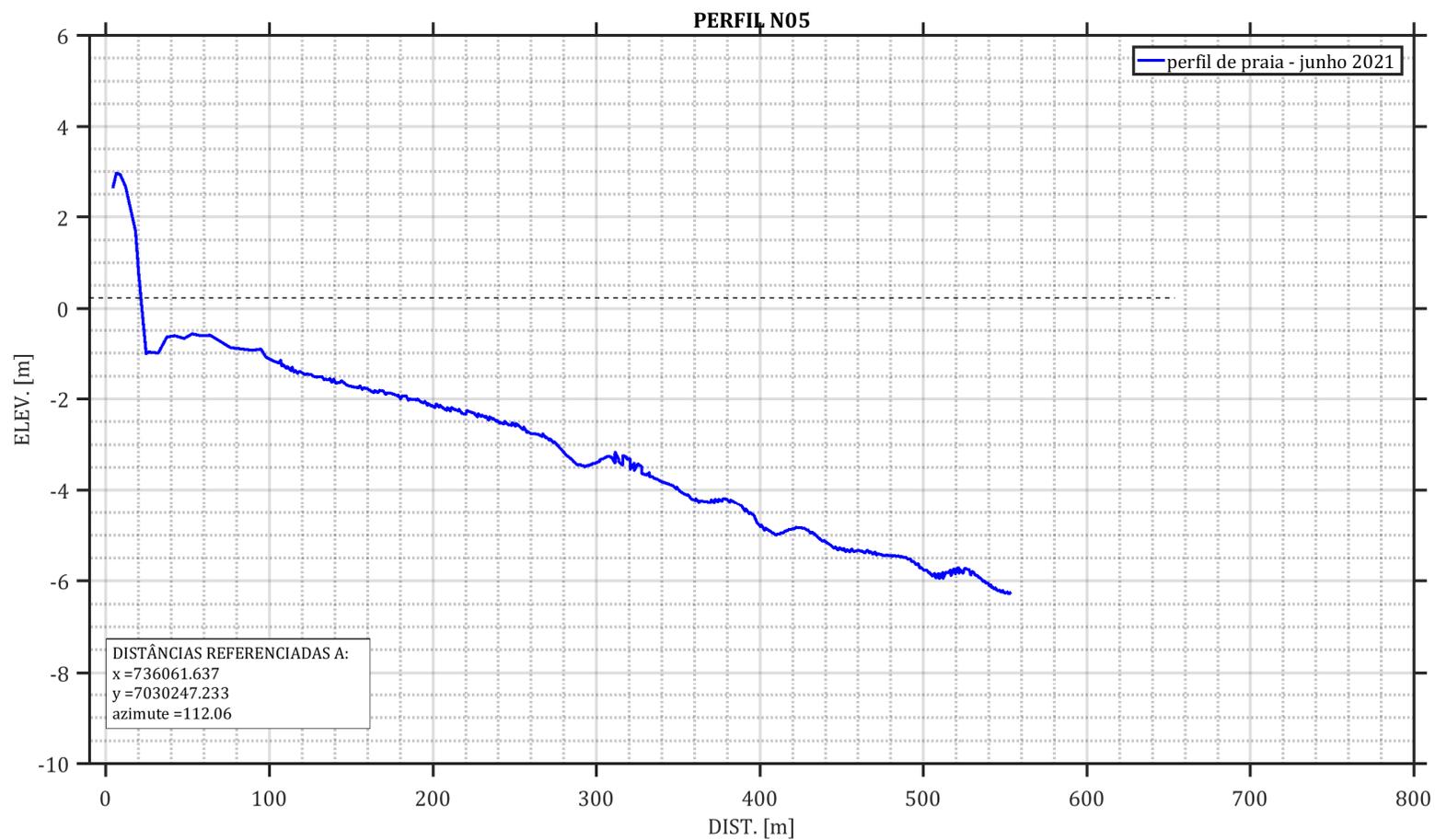


Figura 19: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N05.

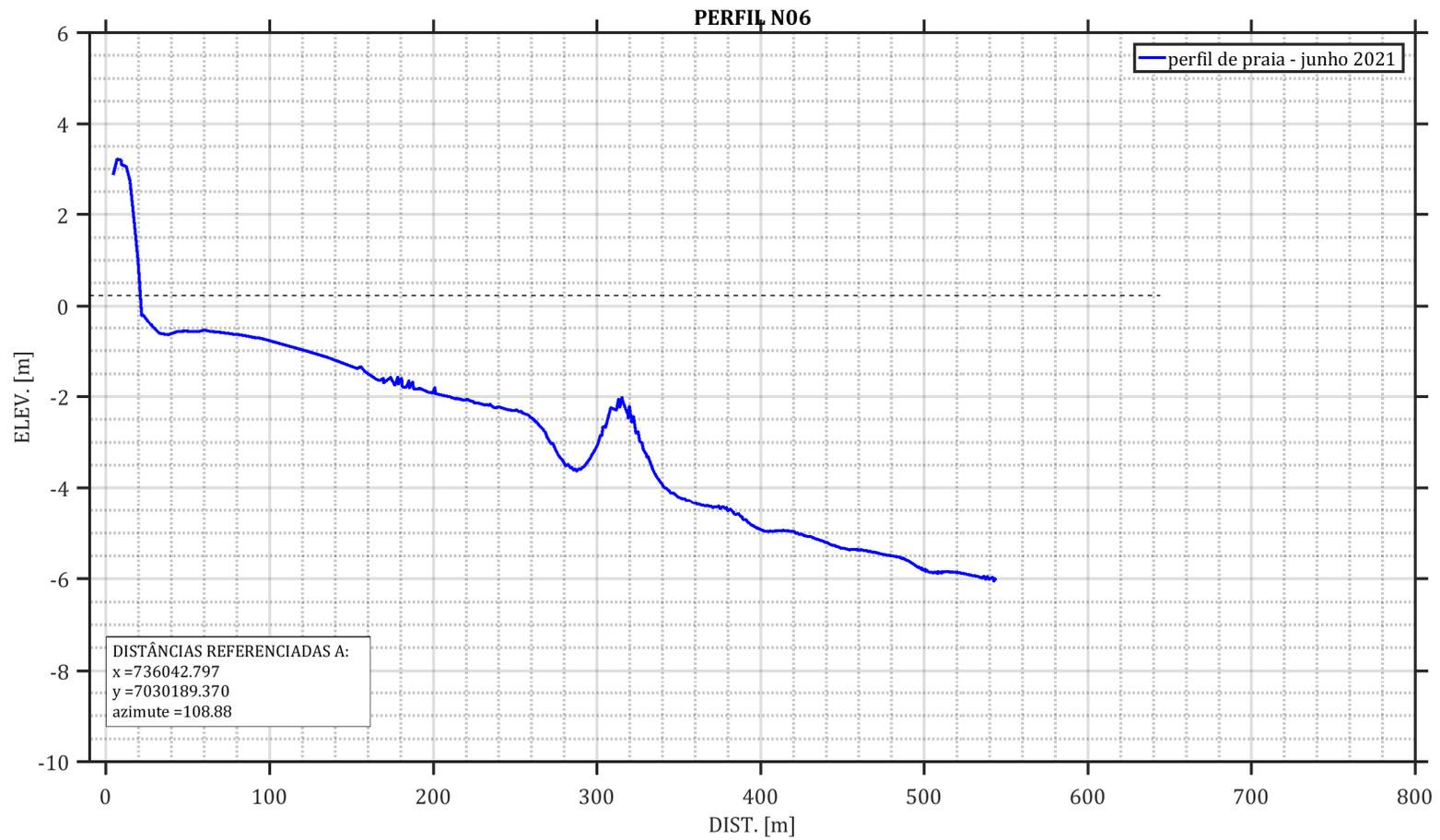


Figura 20: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N06.

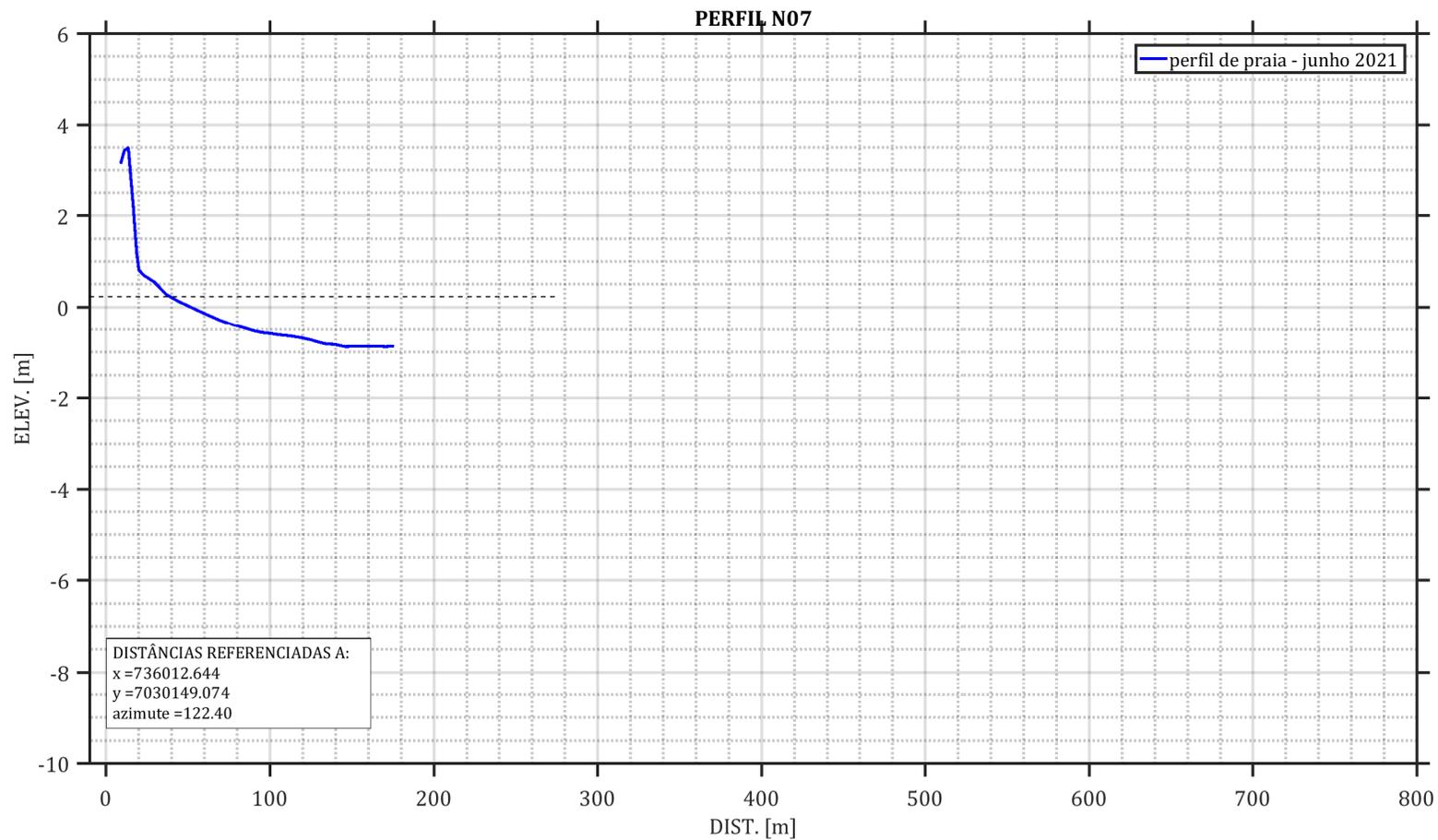


Figura 21: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N07.

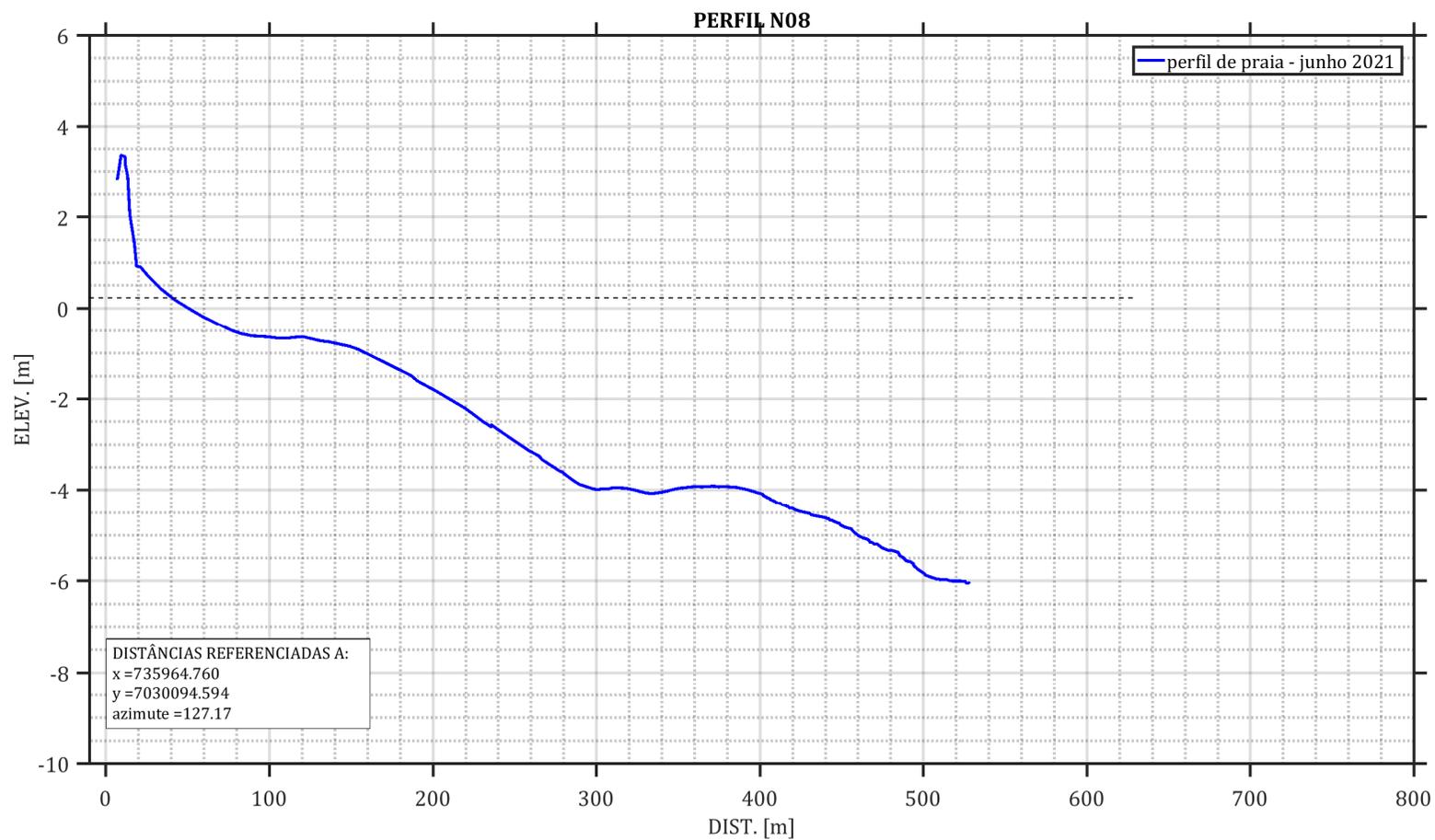


Figura 22: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N08.

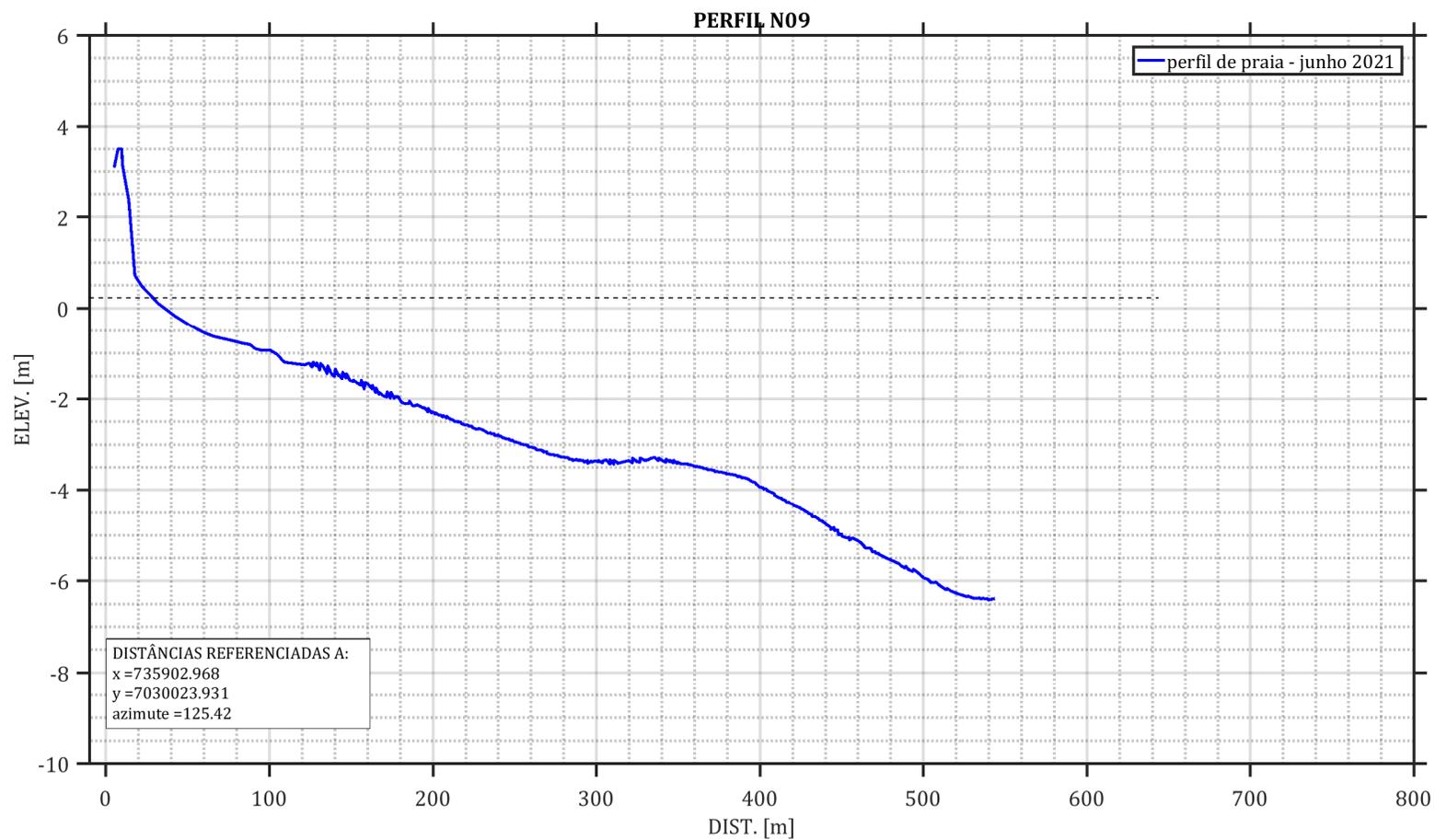


Figura 23: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N09.

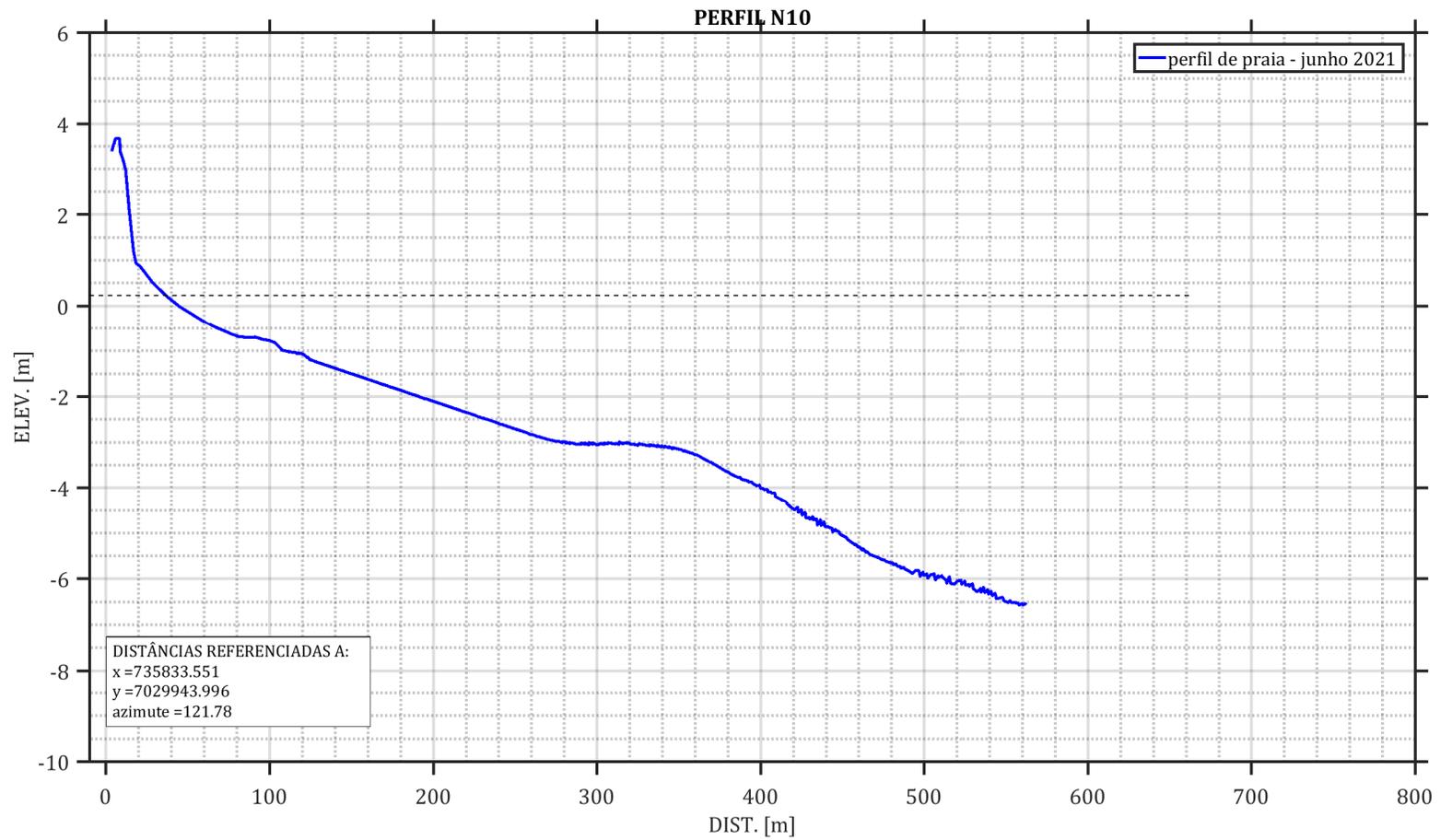


Figura 24: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N10.

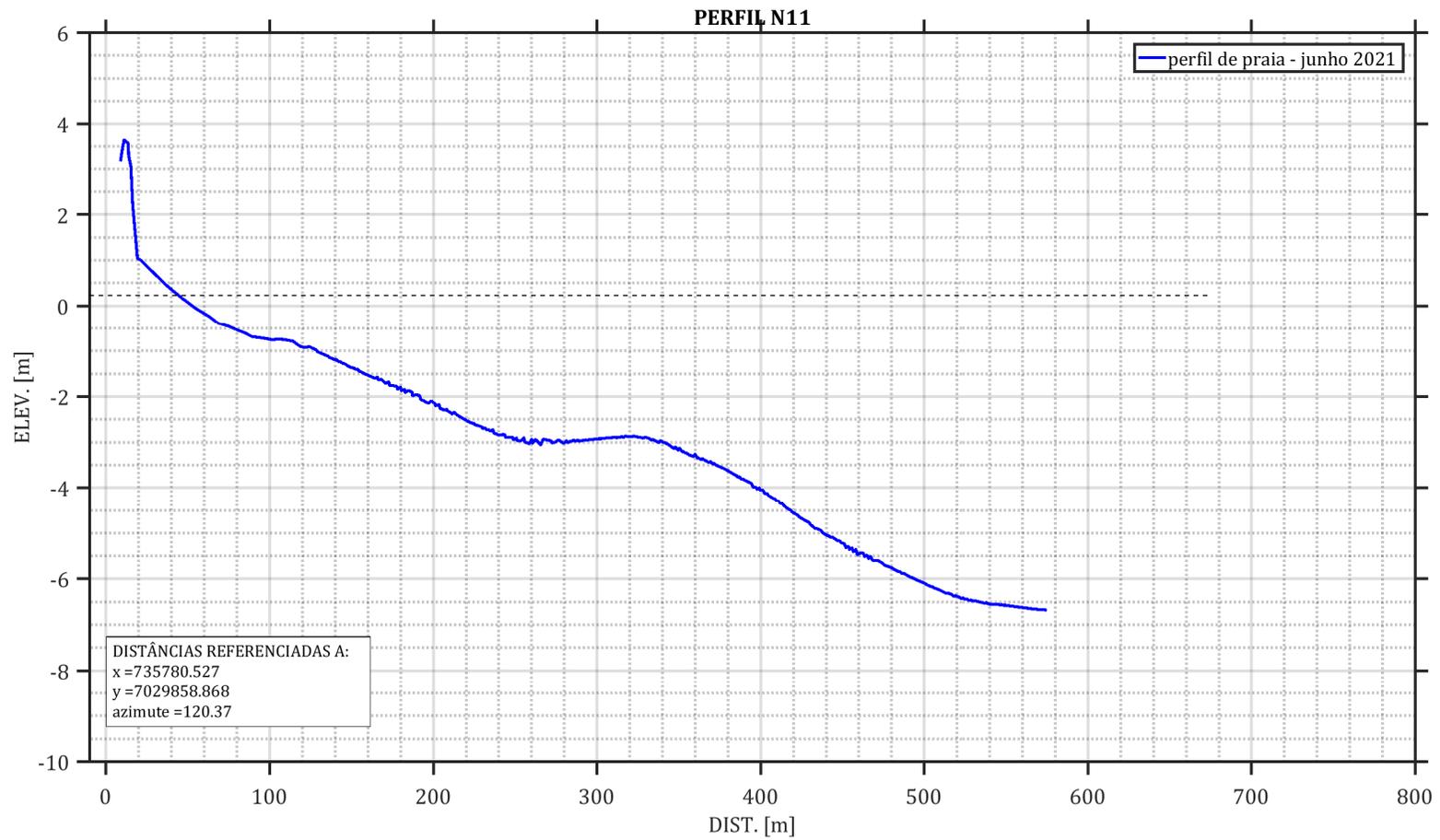


Figura 25: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N11.

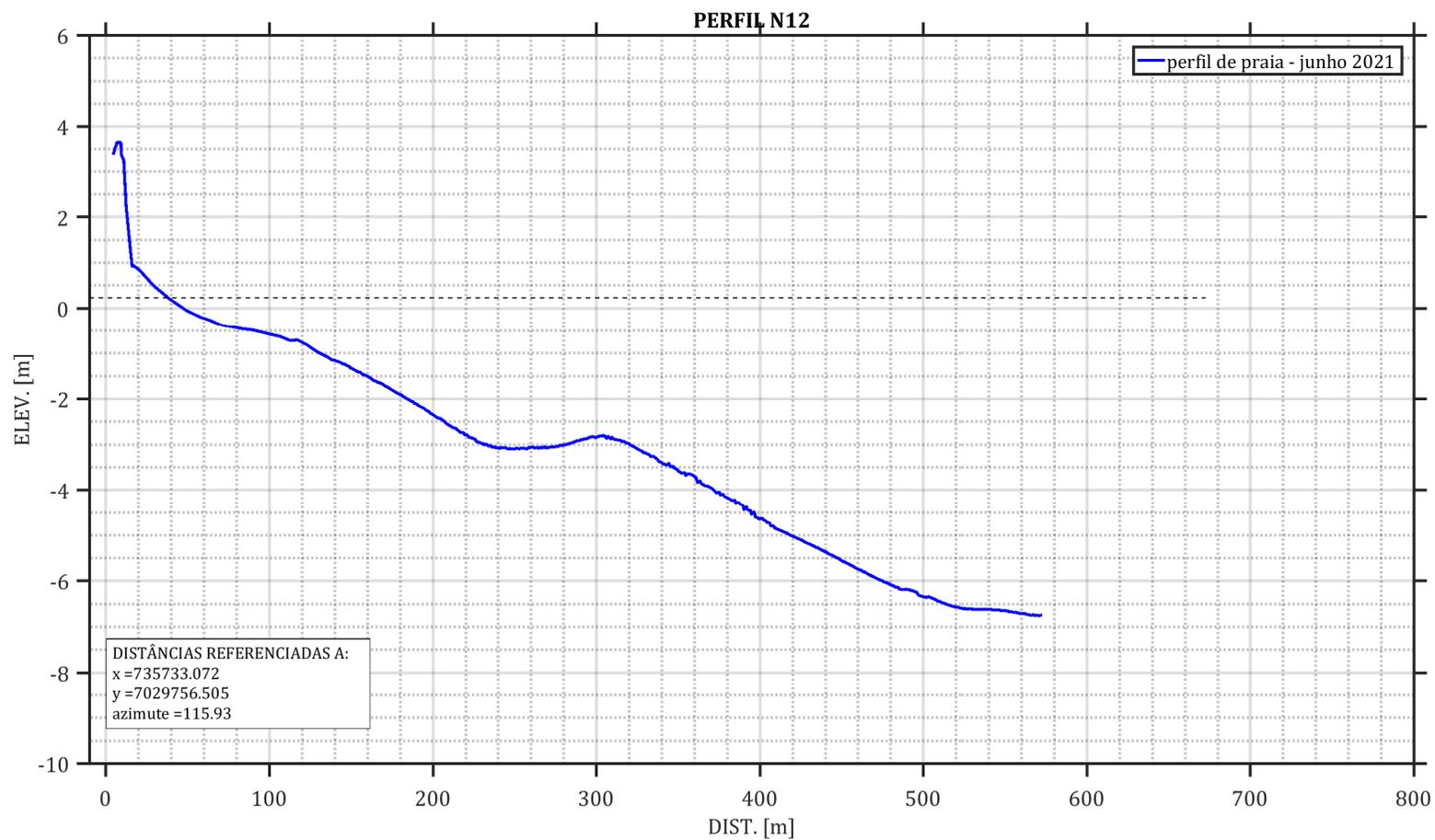


Figura 26: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N12.

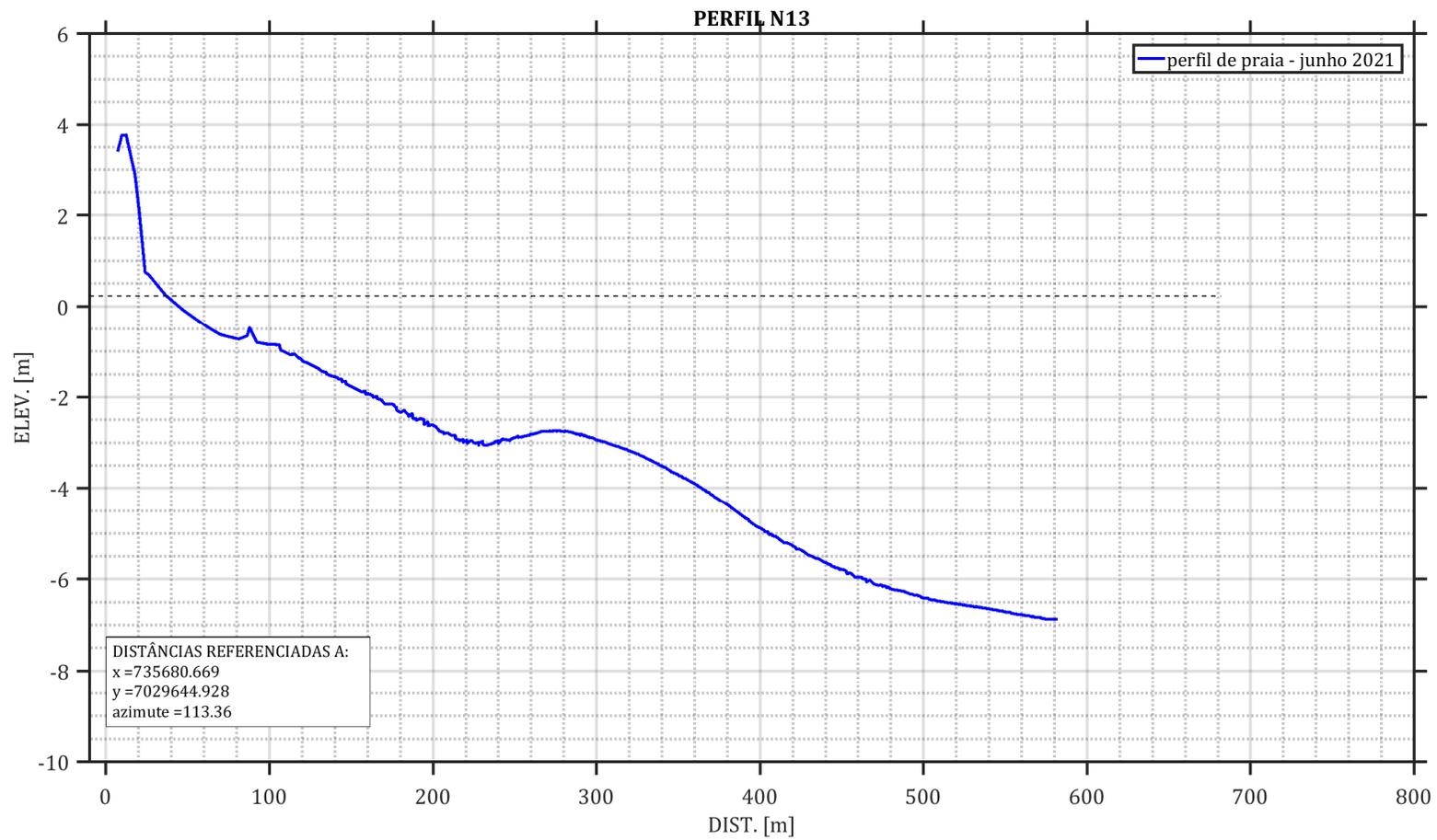


Figura 27: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N13.

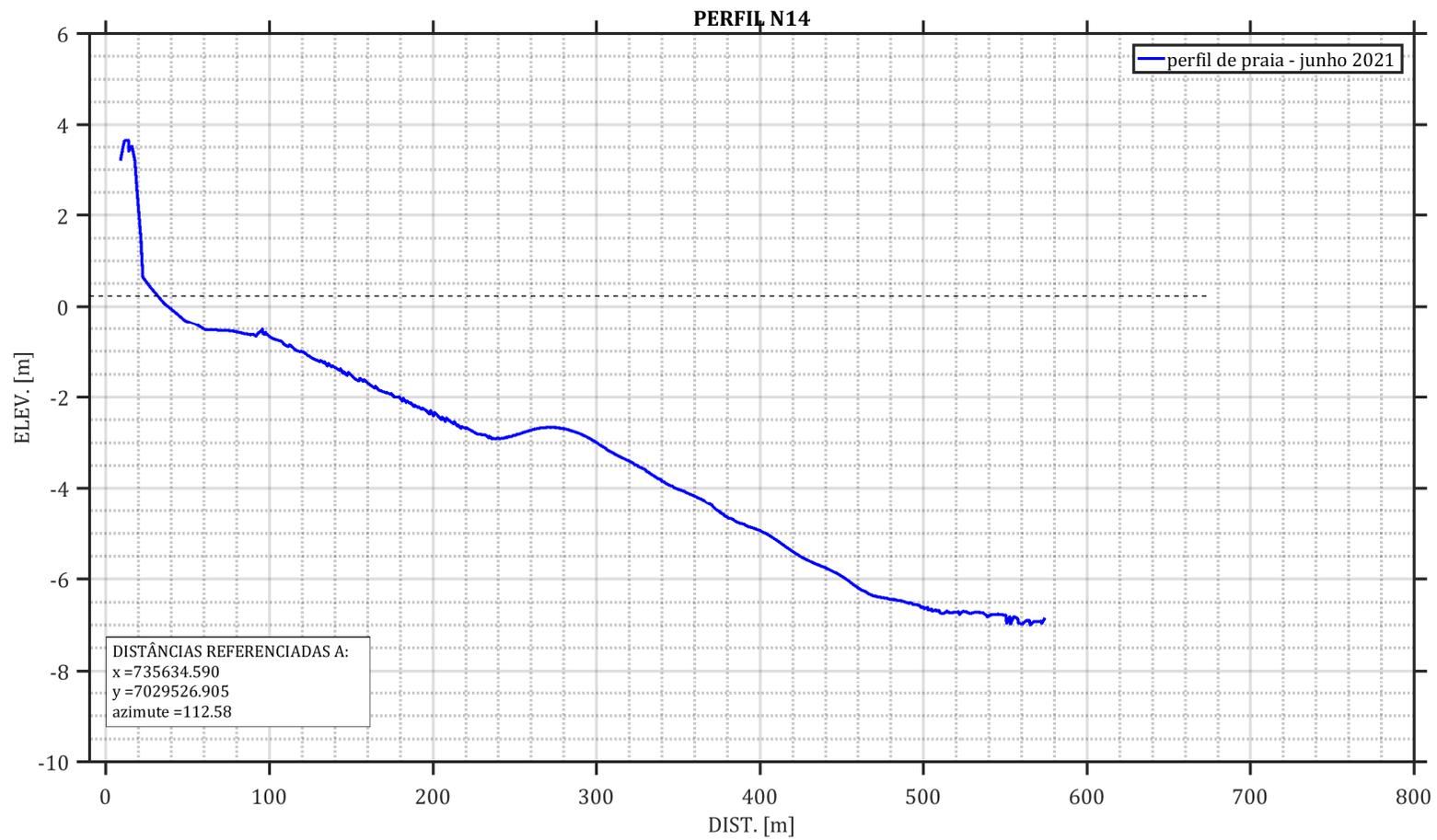


Figura 28: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N14.

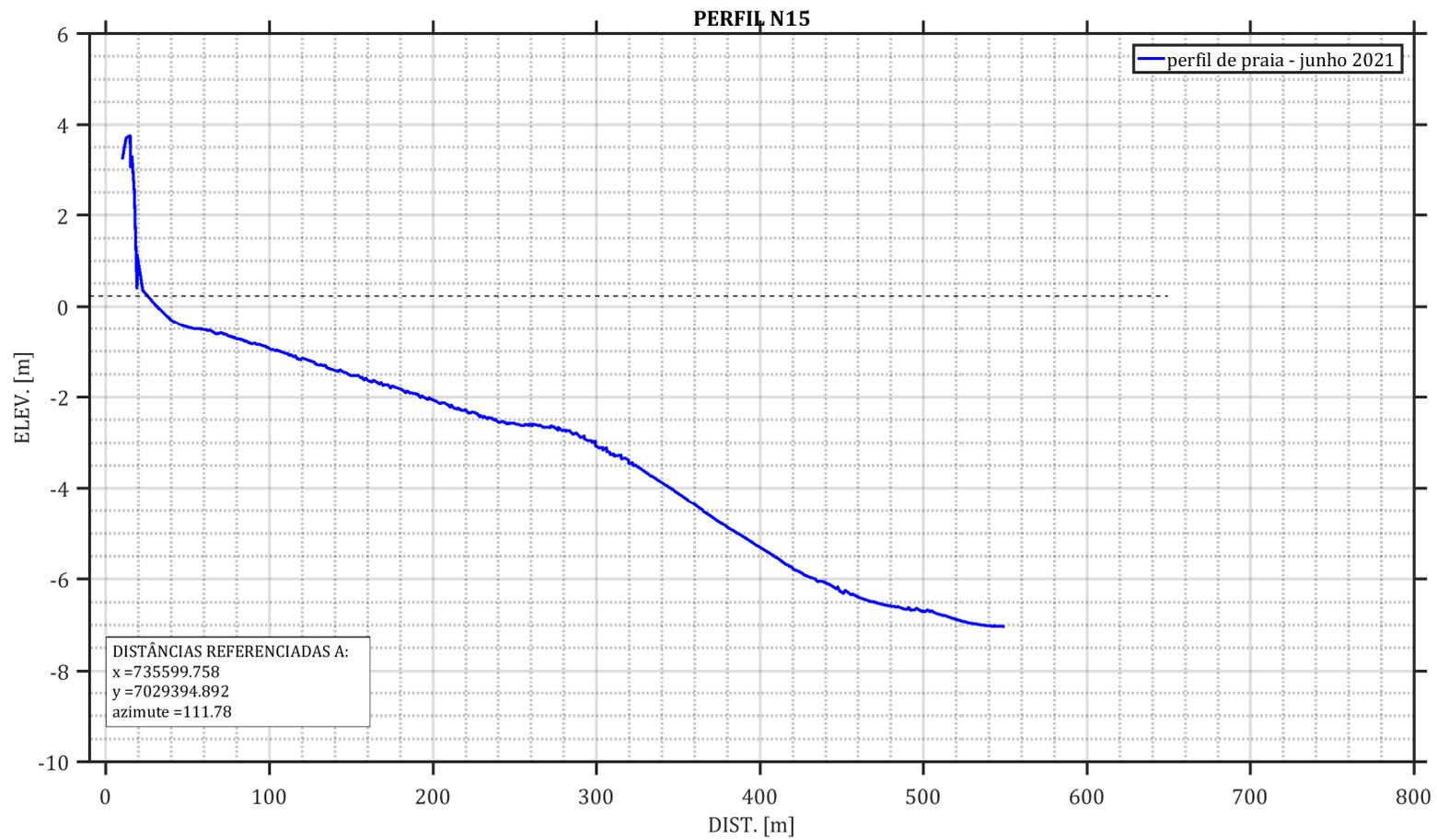


Figura 29: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N15.

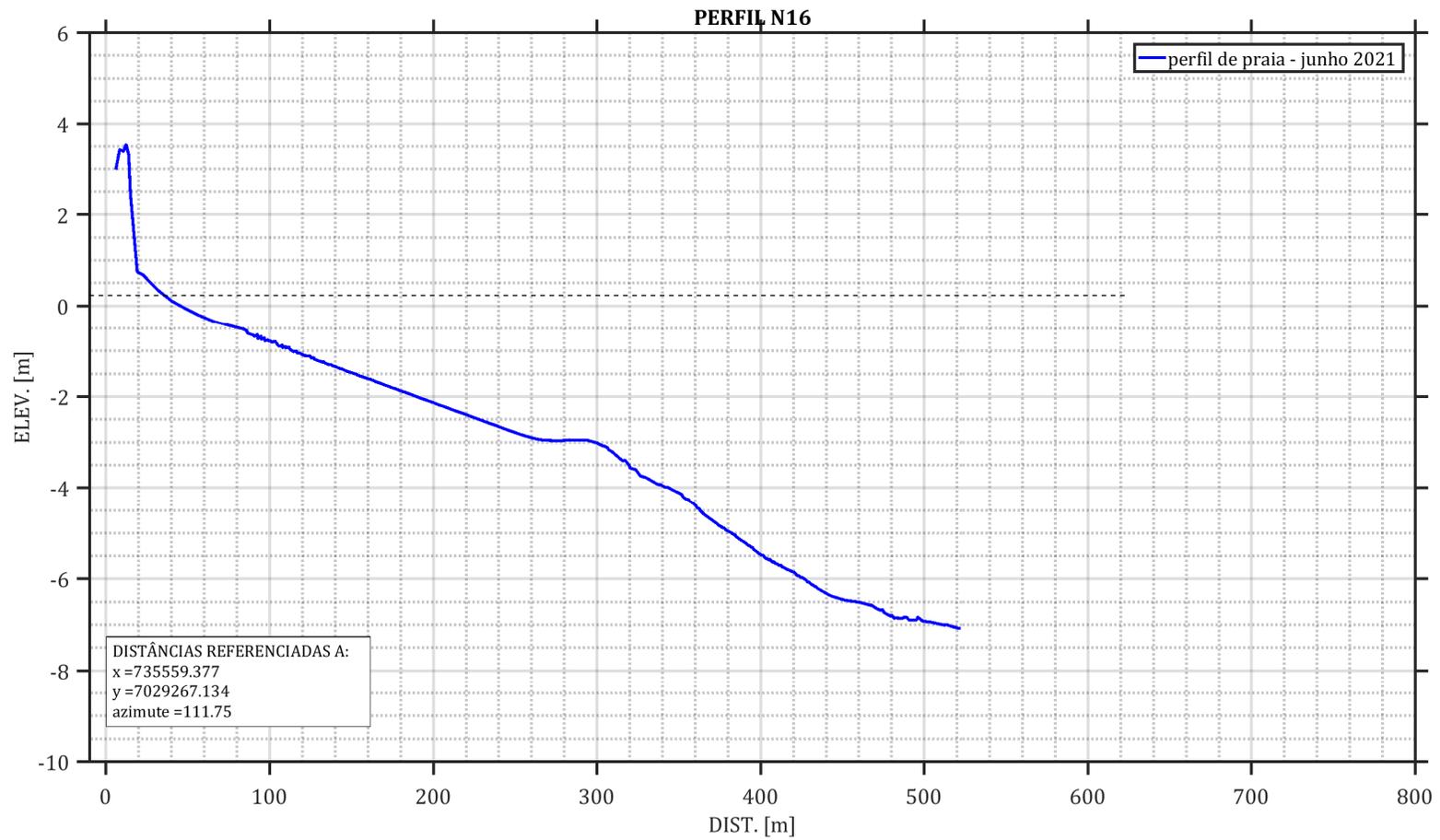


Figura 30: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N16.

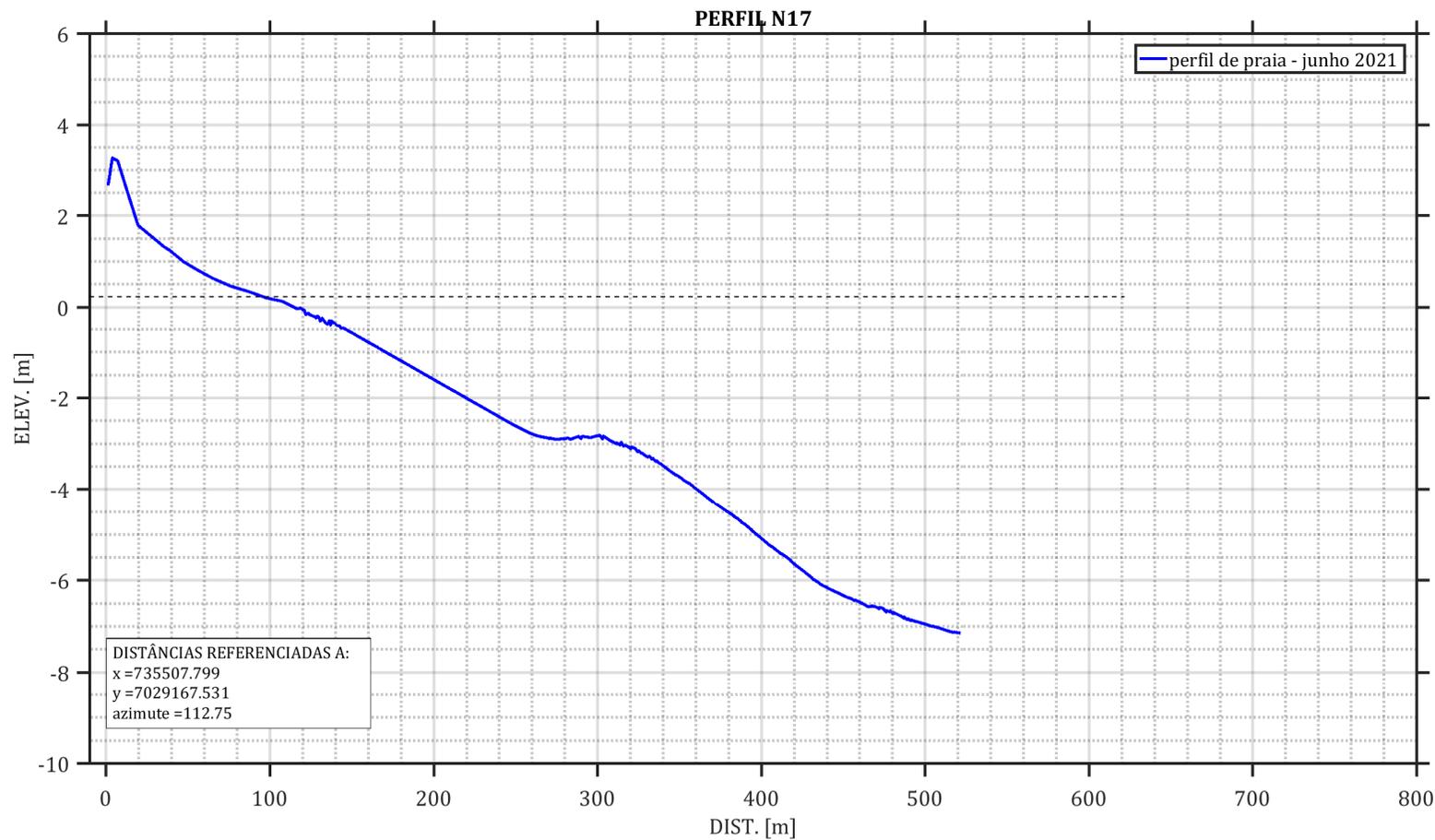


Figura 31: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N17.

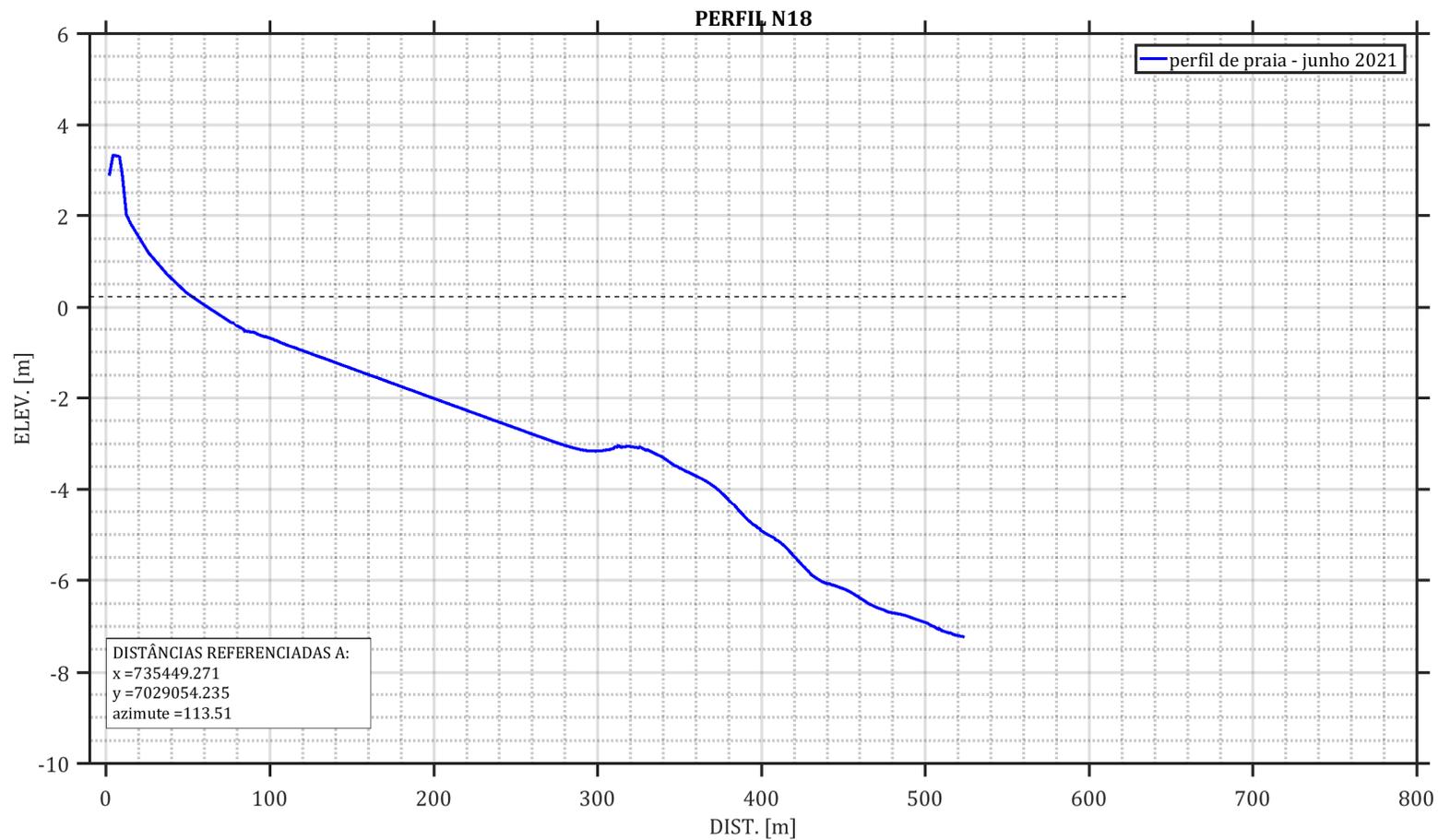


Figura 32: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N18.

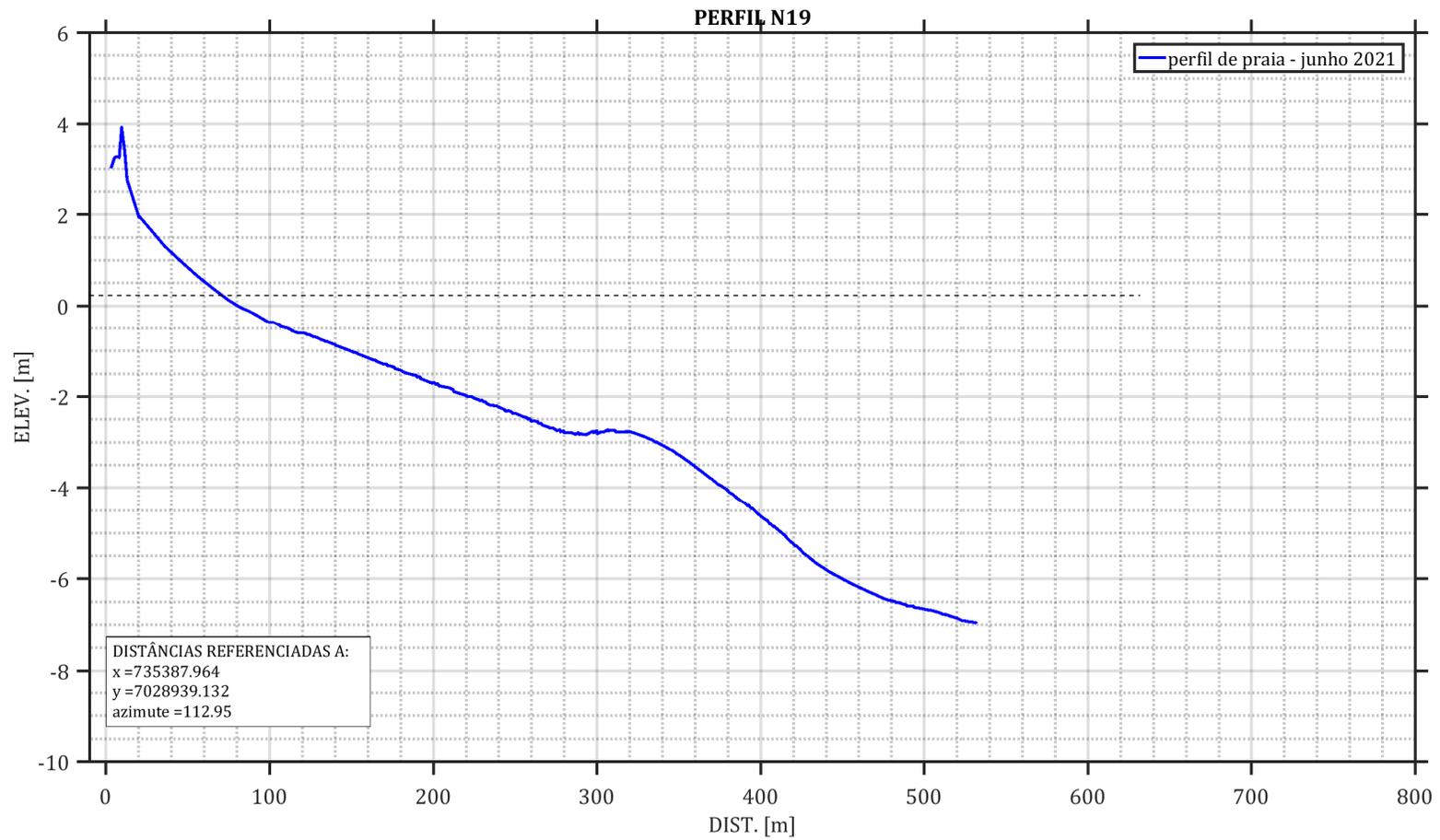


Figura 33: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N19.

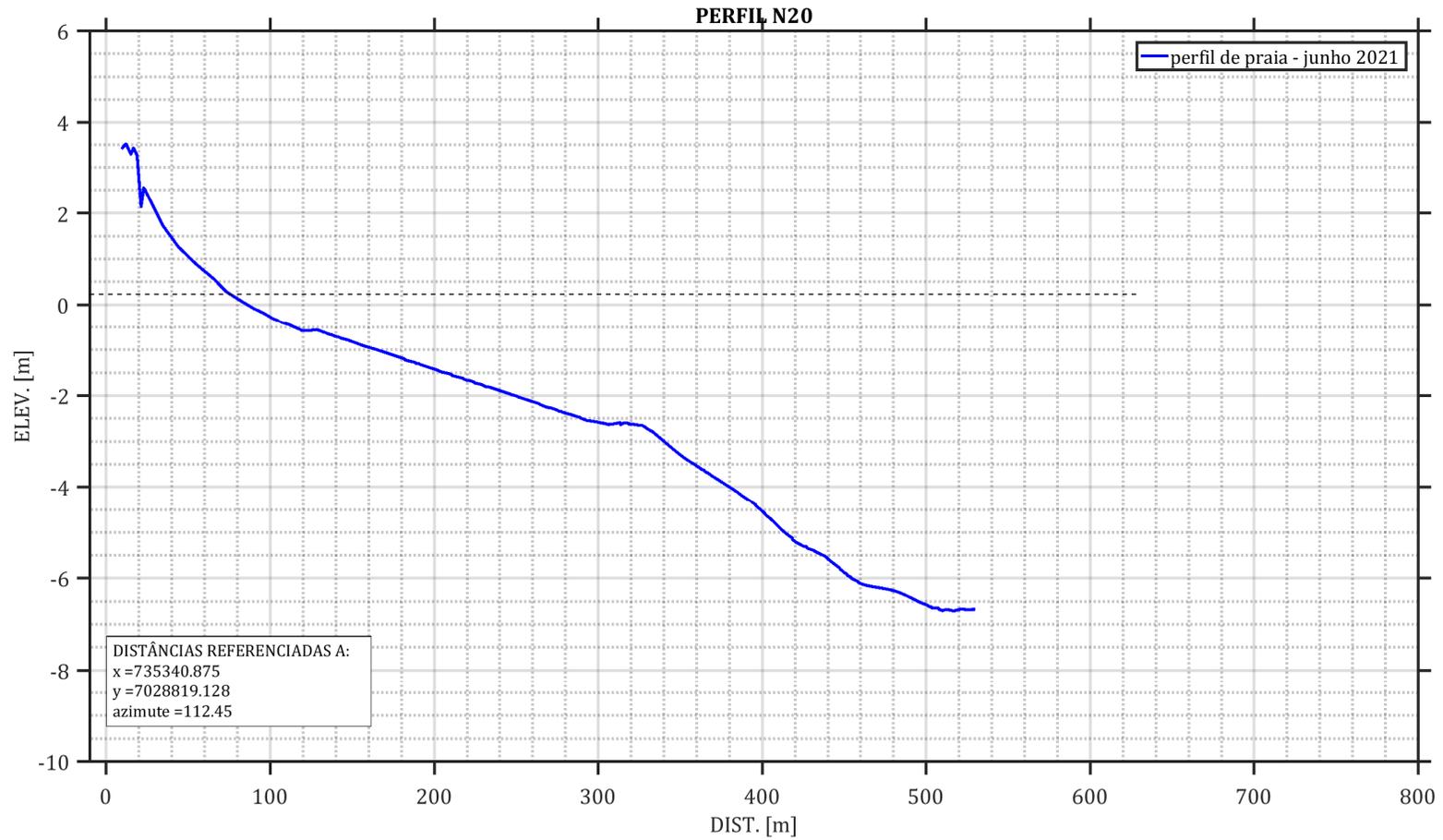


Figura 34: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N20.

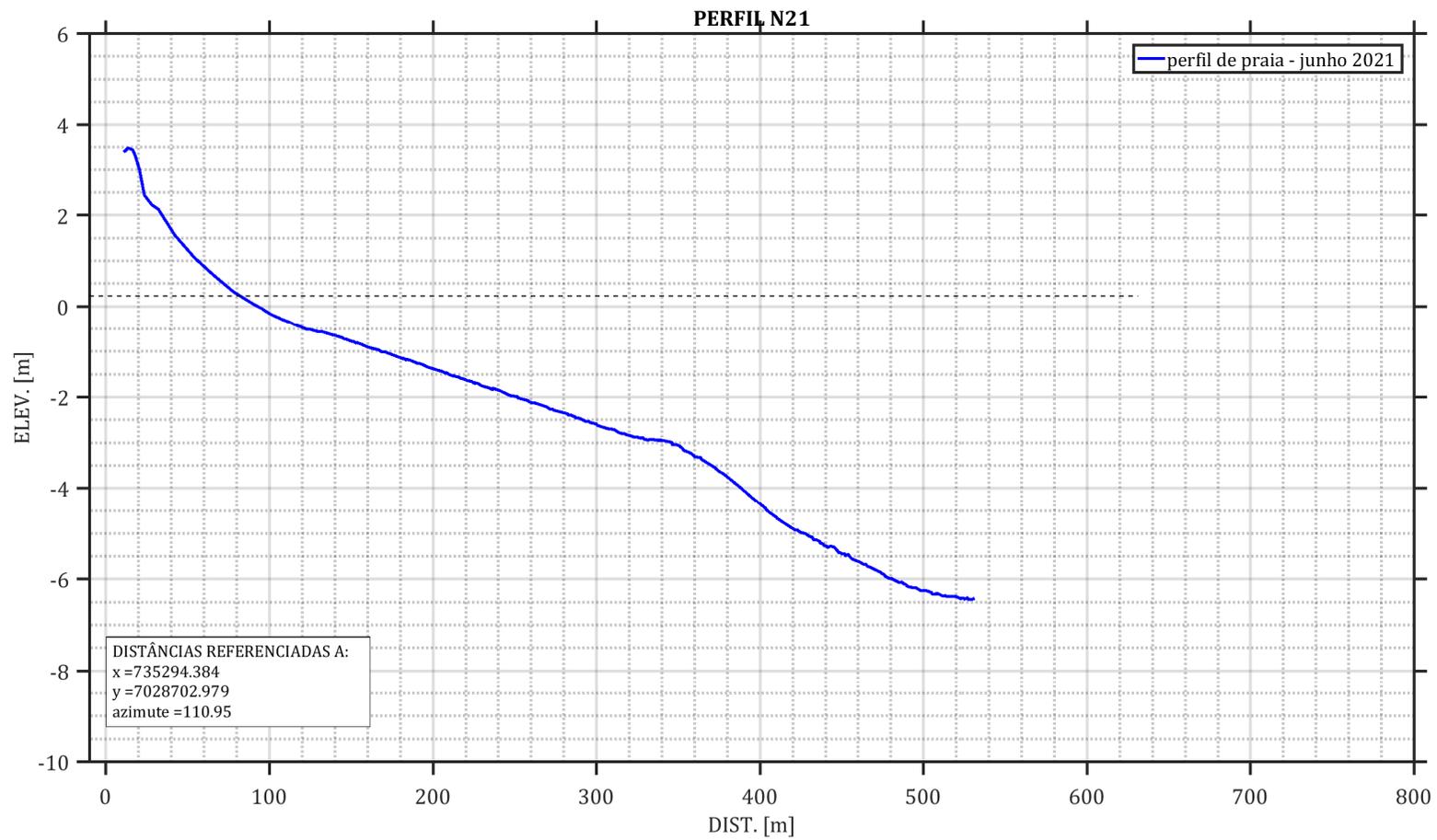


Figura 35: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N21.

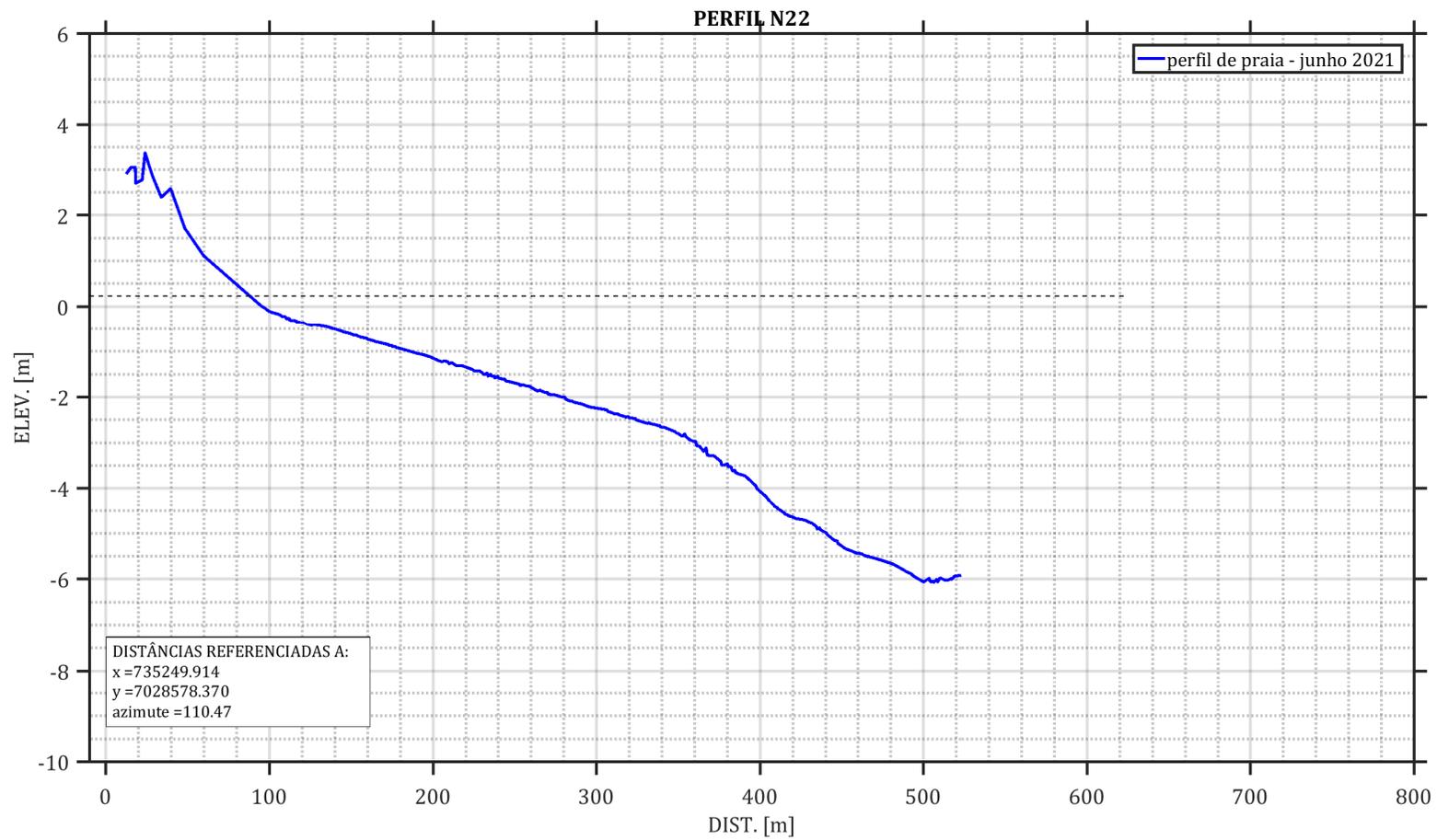


Figura 36: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N22.

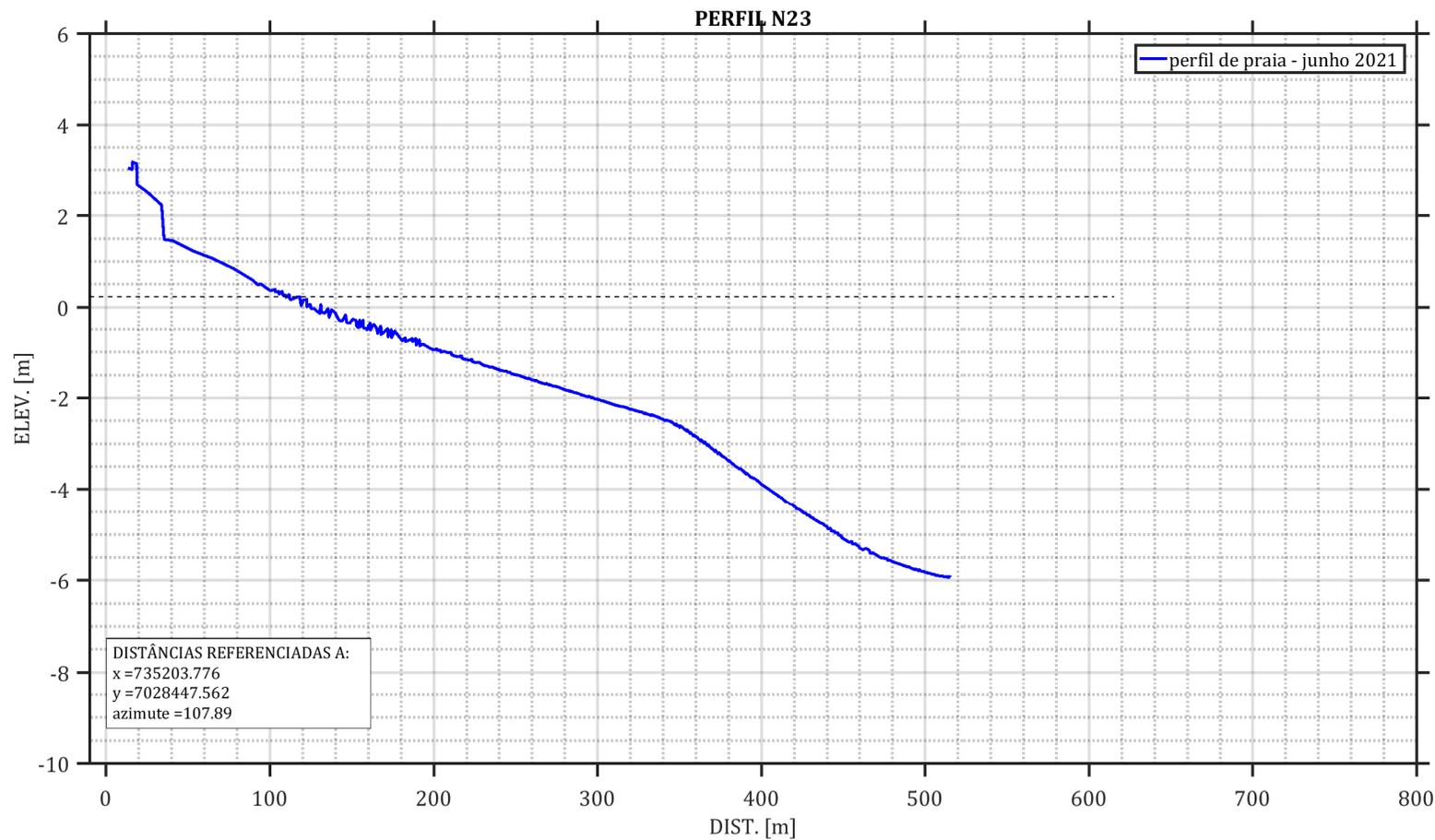


Figura 37: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N23.

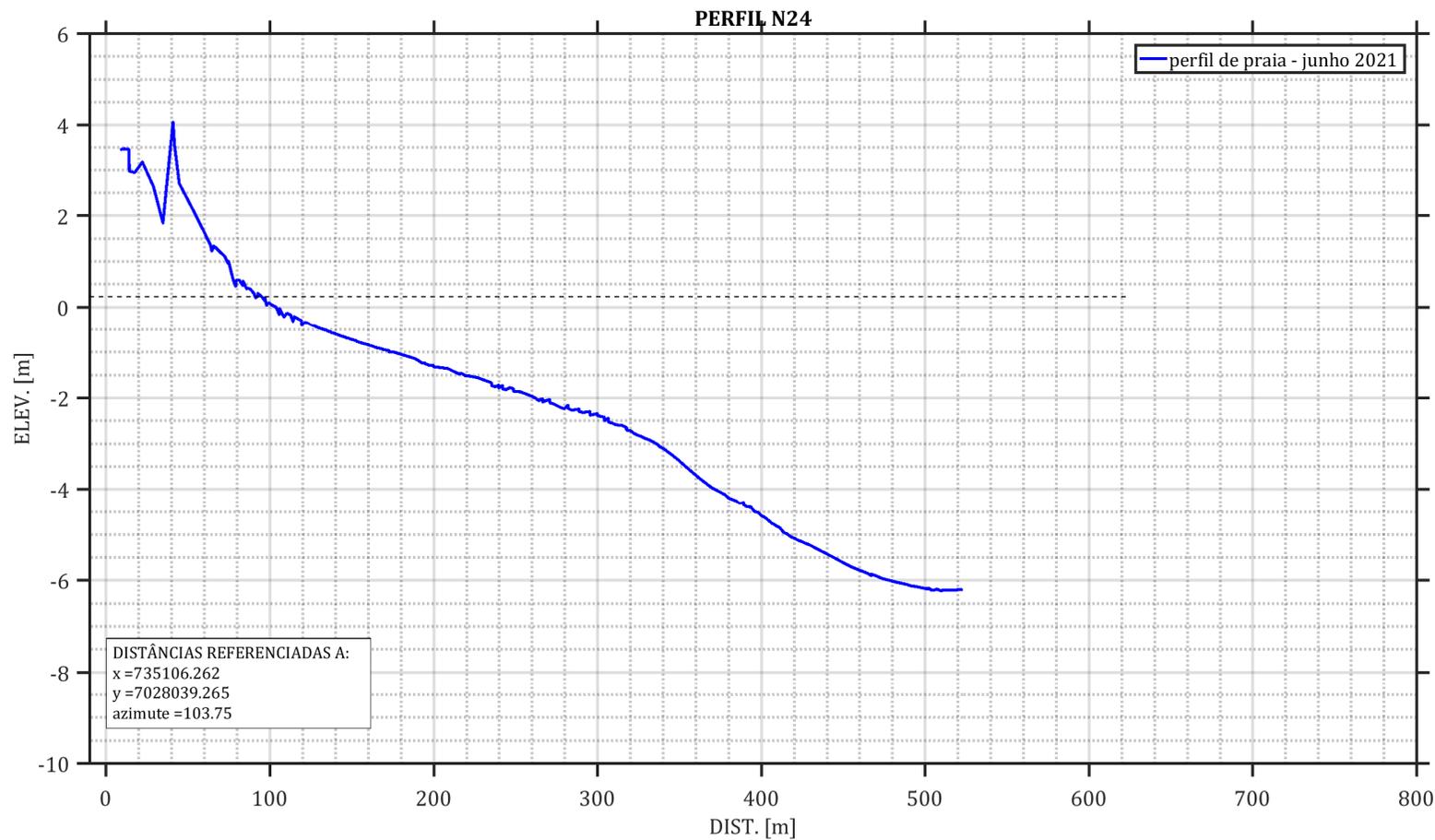


Figura 38: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N24.

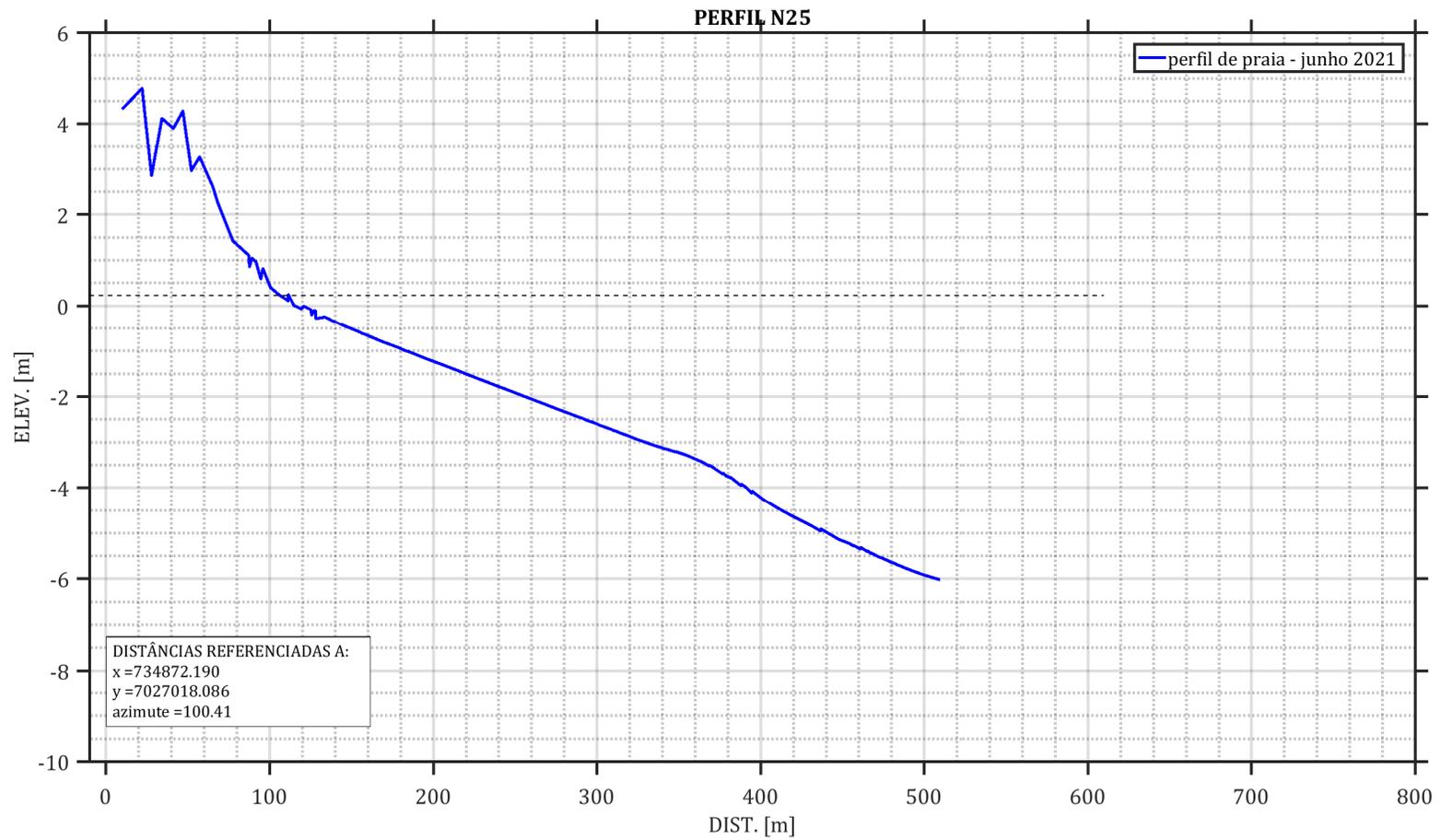


Figura 39: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N25.

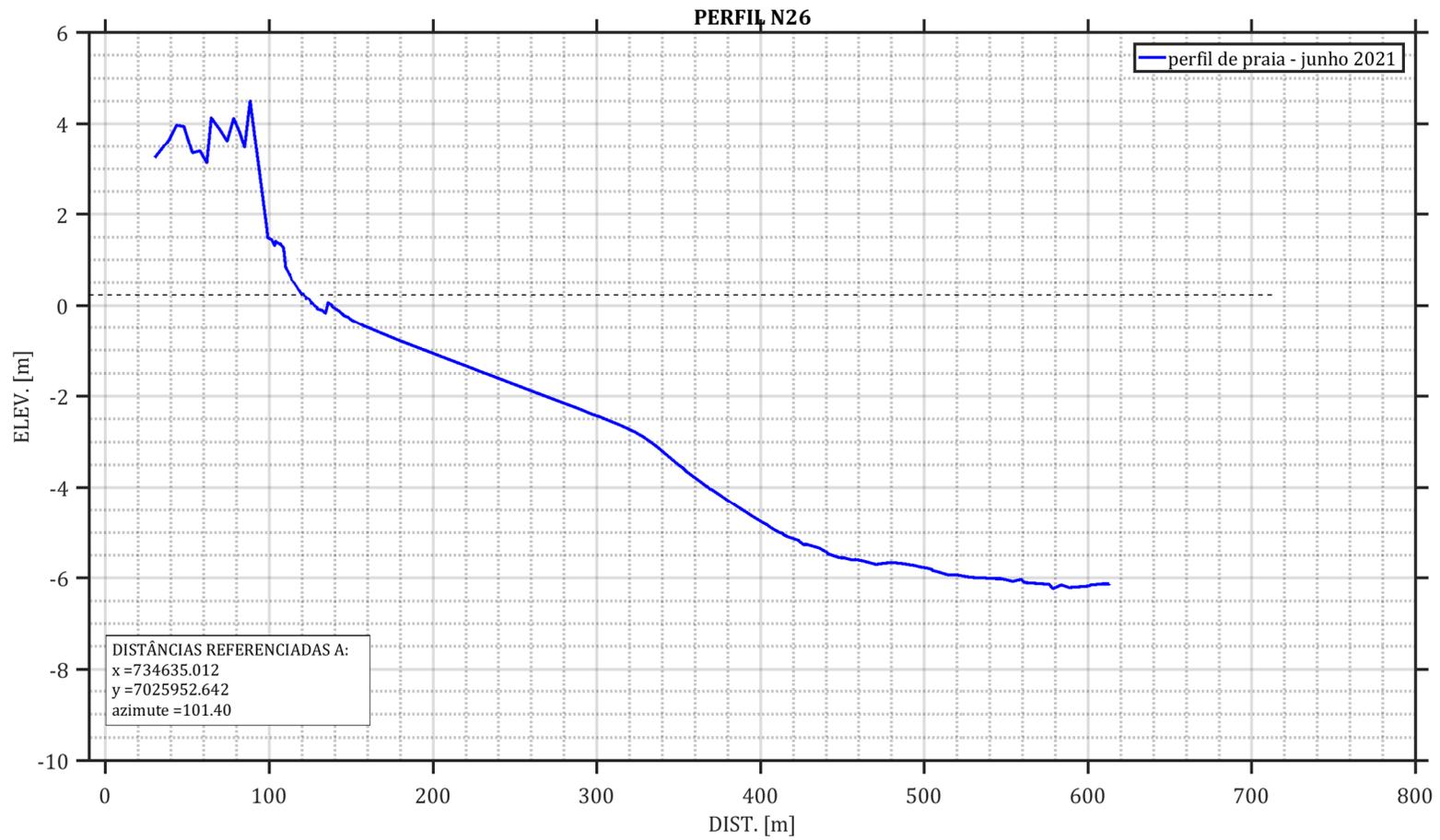


Figura 40: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N26.

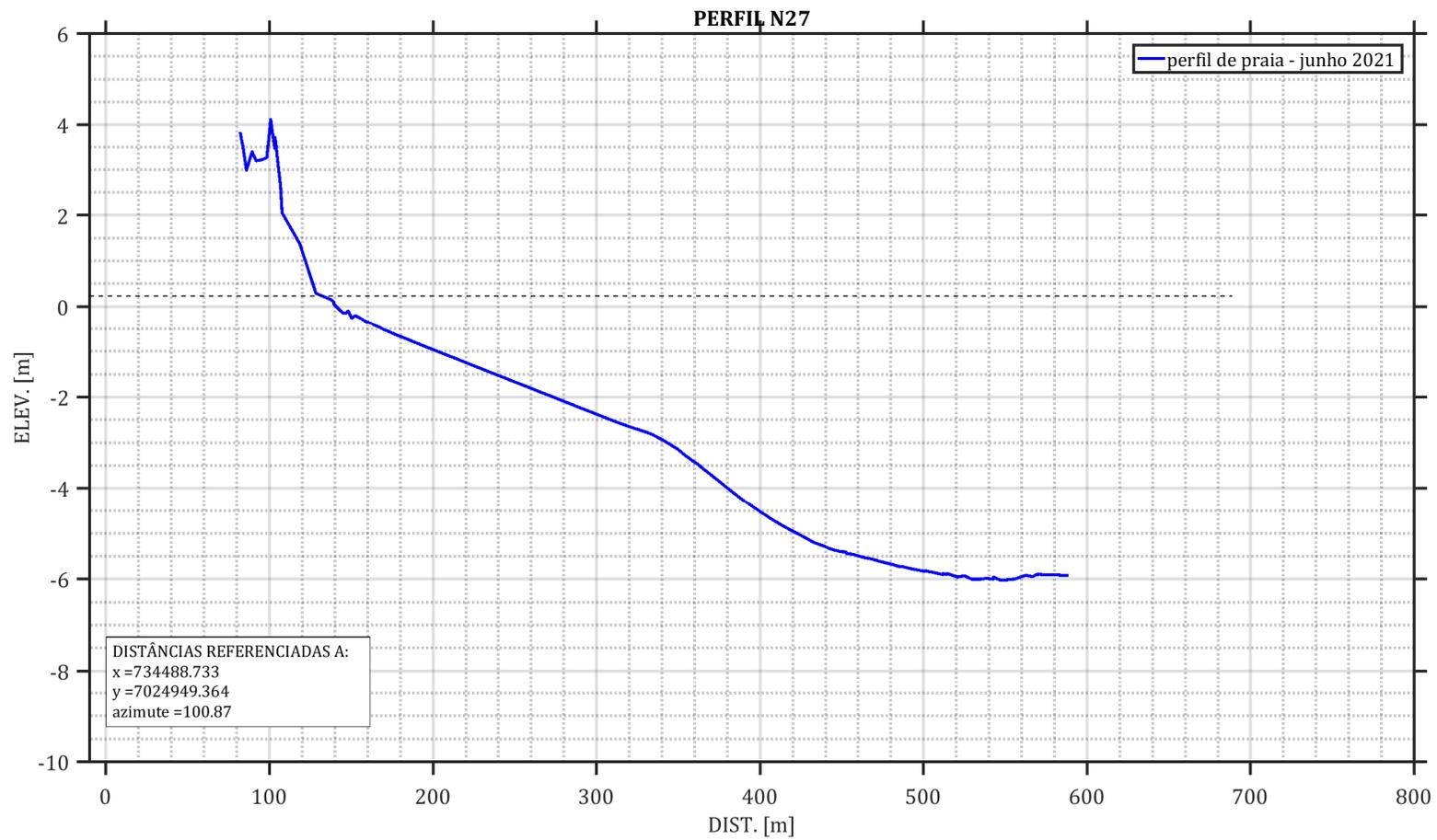


Figura 41: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N27.

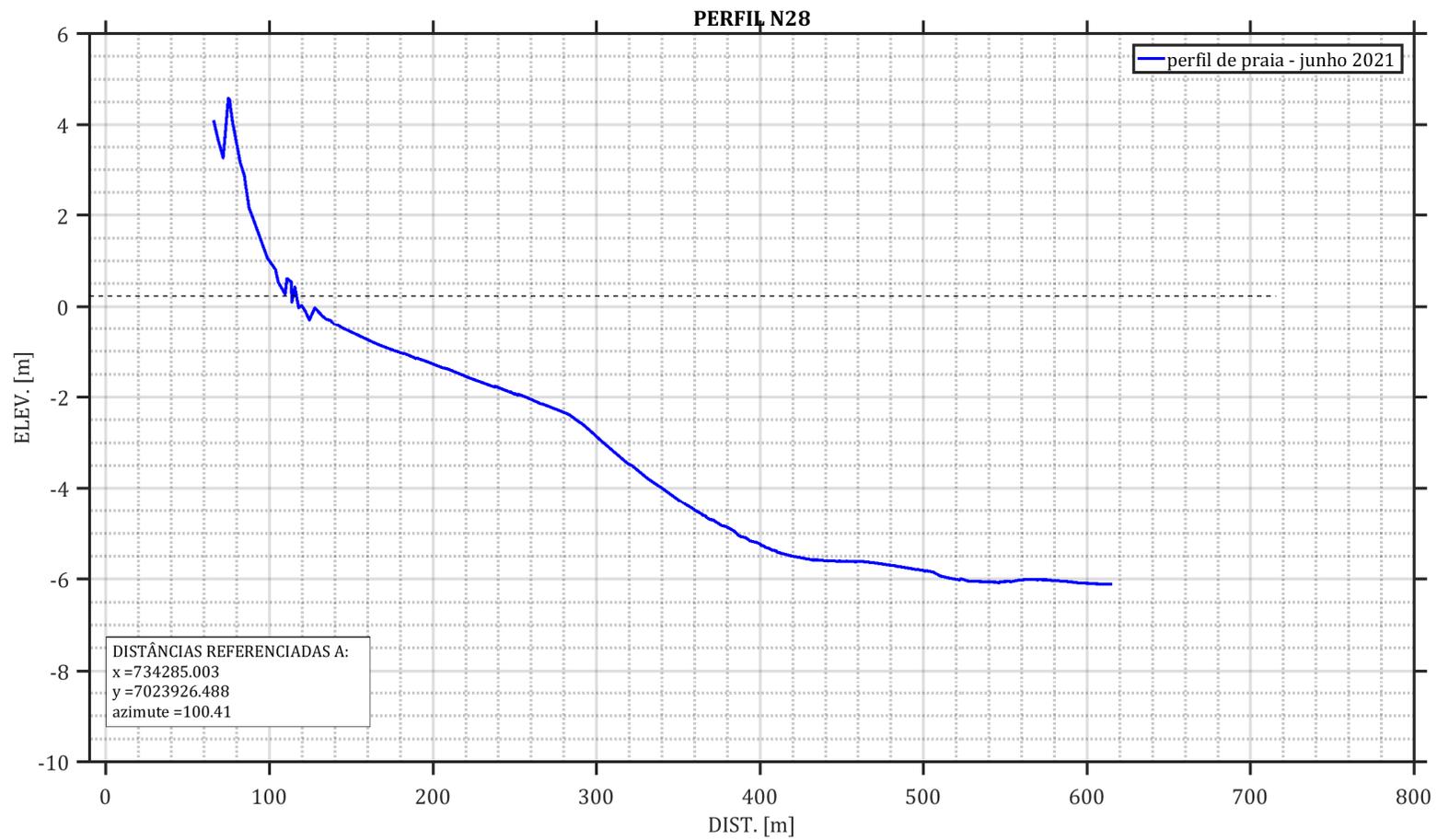


Figura 42: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N28.

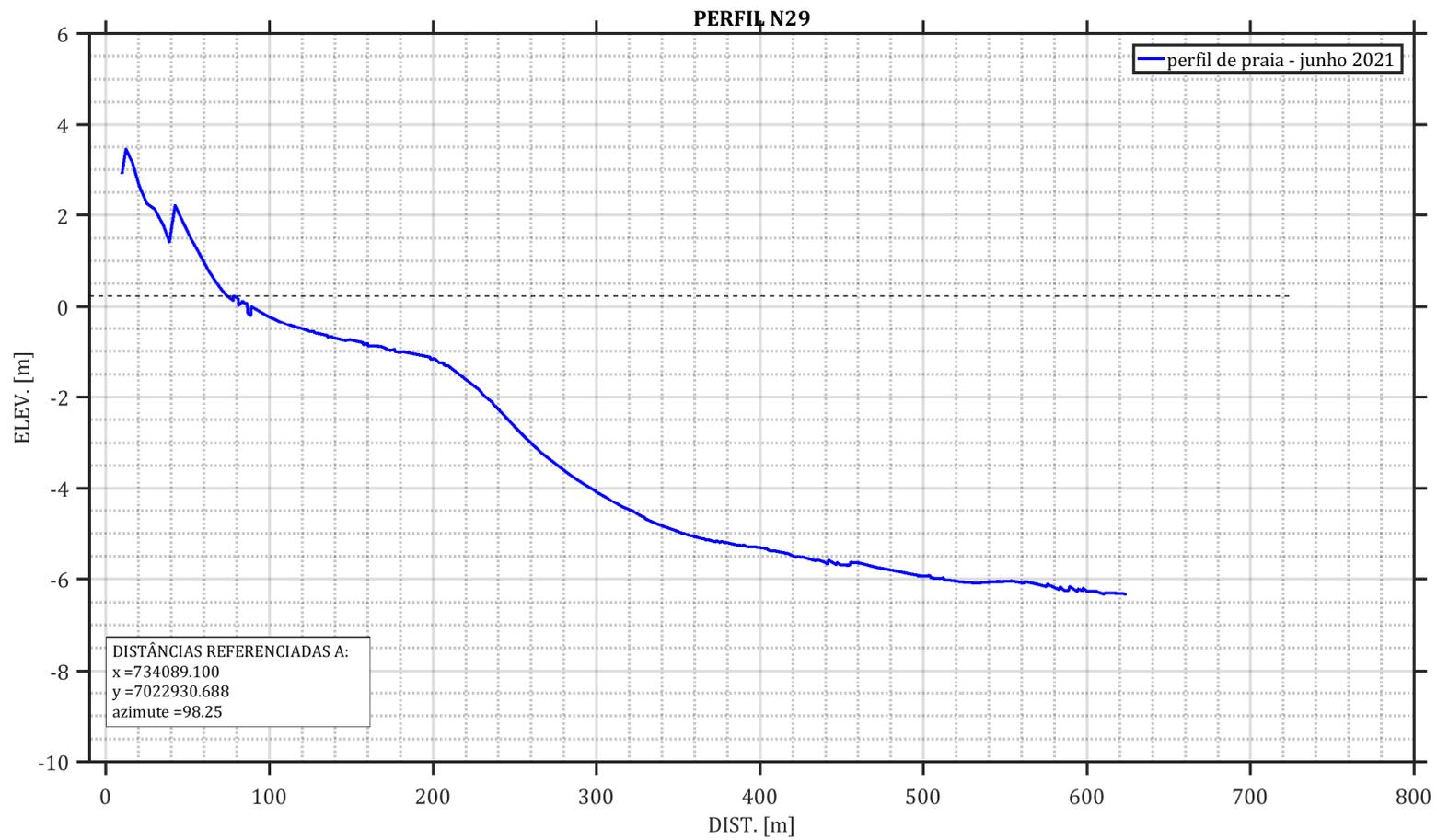


Figura 43: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N29.

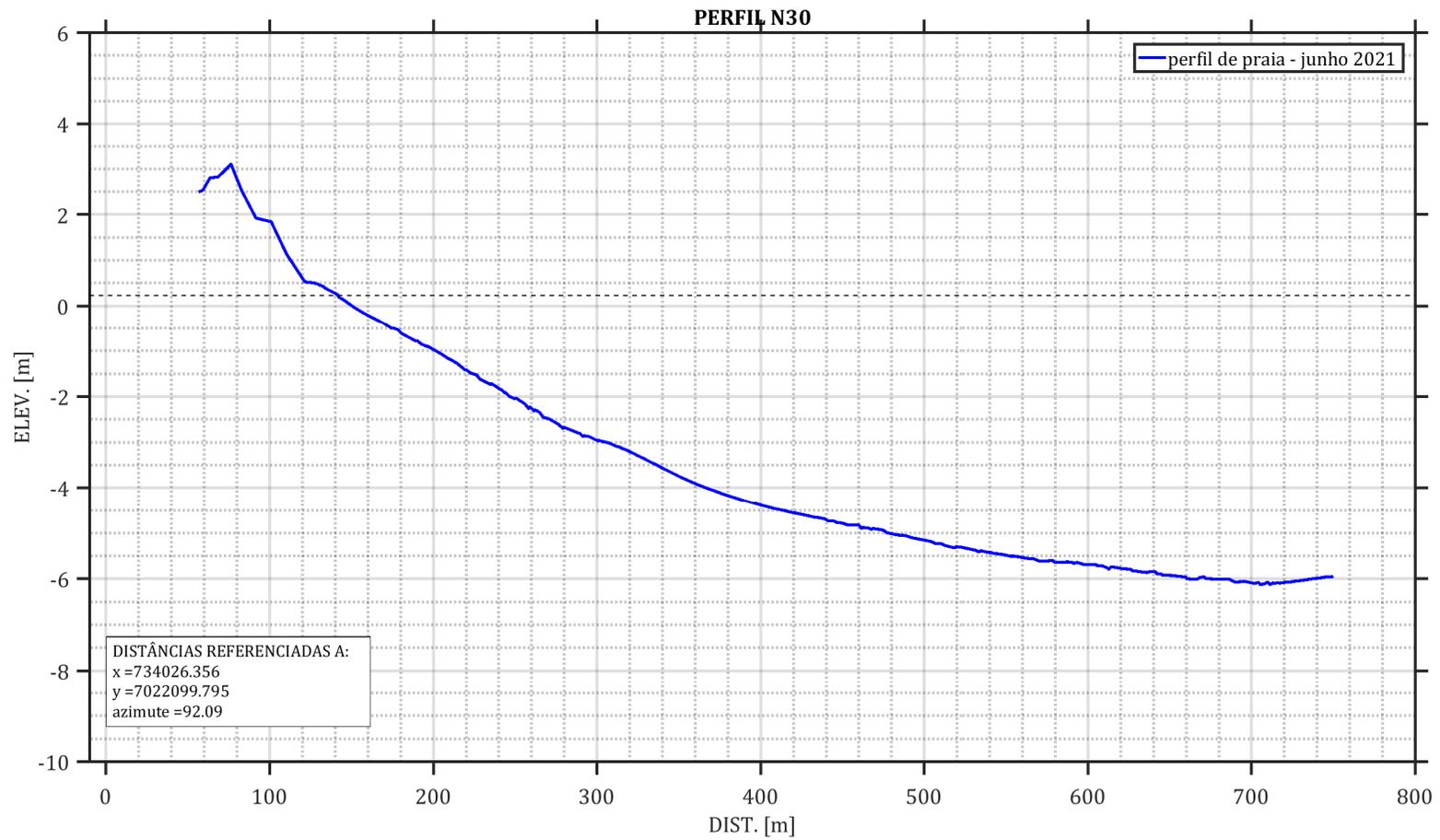


Figura 44: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N30.

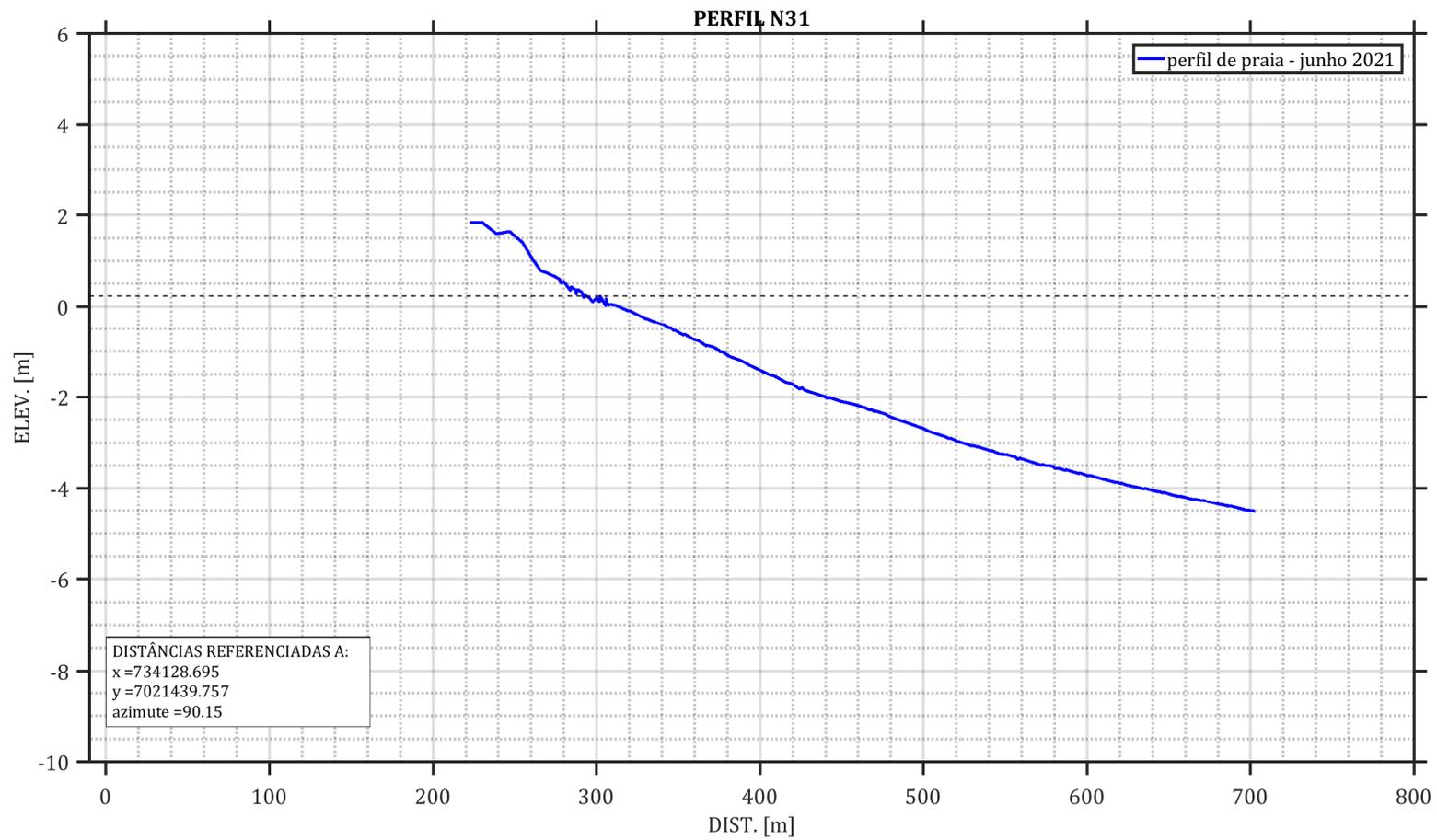


Figura 45: Perfil topobatimétrico da praia existente. Perfil N30.

As medições dos perfis topobatimétricos transversais realizadas na Praia de Navegantes/Gravatá mostram que a extremidade norte, entre o perfil N01 e o perfil N06, apresenta características levemente diferentes do tramo sul (do perfil N08 ao N31).

A porção norte se comporta como uma praia de enseada, com formato côncavo e fundo mais plano, influenciada pelos processos de difração de ondas no costão rochoso e Ilha do Gravatá, assim como pelos processos de reflexão no enrocamento situado em local no qual deveria se desenvolver a berma da praia seca e dunas frontais.

Da ilha do Gravatá em direção ao sul, a praia apresenta um banco longitudinal marcante, com crista localizada na altitude aproximada de -3,0 m.

A porção de praia emersa é mais estreita o tramo norte, com pontos nos quais é inexistente, e mais larga no tramo sul, onde há bermas e dunas frontais mais desenvolvidas.

3. SEDIMENTOLOGIA DA PRAIA NATIVA

Neste capítulo são apresentados os resultados das análises granulométricas de amostras sedimentos, coletadas na Praia do Gravatá no dia 08 de maio de 2022.

As análises laboratoriais foram realizadas para 3 amostras coletadas ao longo de 16 perfis transversais de praia, totalizando 48 amostras de material sedimentar, atividades realizadas com o objetivo de caracterizar a areia existente na praia nativa e dar subsídios às fases de prospecção de jazida e projeto de alimentação artificial.

A caracterização sedimentar das amostras consistiu na classificação táctil-visual, assim como ensaios laboratoriais para a quantificação do teor de carbonato de cálcio e análise granulométrica por peneiramento.

3.1 COLETA DAS AMOSTRAS

Ao longo de 16 perfis transversais de praia foram coletadas amostras superficiais de sedimentos, localizadas no sopé da duna frontal, na crista da berma e face praial, conforme ilustrado na Figura 46 e Figura 47.

Cada amostra possui, aproximadamente, 1 kg de sedimentos. O material foi acondicionado em sacolas plásticas, devidamente identificadas e enviadas para laboratório para realização de ensaios granulométricos.



Figura 46. Esquema ilustrativo dos pontos de coletas de amostras de sedimentos para caracterização da praia nativa.



Figura 47. Posições ao longo dos perfis de praia, nas quais foram coletadas as amostras de sedimentos na Praia do Gravatá. Perfil 1 ao 7.



Figura 48. Posições ao longo dos perfis de praia, nas quais foram coletadas as amostras de sedimentos na Praia do Gravatá. Perfil 8 ao 12.



Figura 49. Posições ao longo dos perfis de praia, nas quais foram coletadas as amostras de sedimentos na Praia do Gravatá. Perfil 13 ao 16.

Na Tabela 2 é apresentada a localização dos pontos de coleta.

Tabela 2. Localização dos pontos de coleta de sedimentos na Praia do Gravatá. Coordenadas em metros, Projeção Horizontal UTM, Zona 22 Sul, Datum WGS 84.

| Amostra | Ponto de Coleta | Coordenada (O) | Coordenada (S) |
|----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| NAV #1F | Face da praia | 736352,344 | 7030483,352 |
| NAV #1B | Berma | 736330,916 | 7030516,460 |
| NAV #1D | Duna Frontal | 736312,819 | 7030547,767 |
| NAV #2F | Face da praia | 736194,28 | 7030394,793 |
| NAV #2B | Berma | 736174,604 | 7030412,271 |
| NAV #2D | Duna Frontal | 736152,781 | 7030429,647 |
| NAV #3F | Face da praia | 736115,785 | 7030220,334 |
| NAV #3B | Berma | 736095,315 | 7030230,489 |
| NAV #3D | Duna Frontal | 736076,624 | 7030236,878 |
| NAV #4F | Face da praia | 736124,374 | 7030072,433 |
| NAV #4B | Berma | 736071,049 | 7030110,499 |
| NAV #4D | Duna Frontal | 736030,87 | 7030132,483 |
| NAV #5F | Face da praia | 735973,148 | 7029971,636 |
| NAV #5B | Berma | 735936,306 | 7029995,480 |
| NAV #5D | Duna Frontal | 735913,538 | 7030012,025 |
| NAV #6F | Face da praia | 735843,599 | 7029817,463 |
| NAV #6B | Berma | 735818,382 | 7029831,498 |
| NAV #6D | Duna Frontal | 735792,208 | 7029847,483 |
| NAV #7F | Face da praia | 735758,538 | 7029606,592 |
| NAV #7B | Berma | 735725,837 | 7029620,694 |
| NAV #7D | Duna Frontal | 735698,193 | 7029632,465 |
| NAV #8F | Face da praia | 735678,108 | 7029361,104 |
| NAV #8B | Berma | 735636,316 | 7029375,327 |
| NAV #8D | Duna Frontal | 735609,637 | 7029385,178 |
| NAV #9F | Face da praia | 735629,463 | 7029113,398 |
| NAV #9B | Berma | 735583,491 | 7029131,495 |
| NAV #9D | Duna Frontal | 735545,399 | 7029147,302 |
| NAV #10F | Face da praia | 735474,883 | 7028899,774 |
| NAV #10B | Berma | 735437,592 | 7028915,697 |
| NAV #10D | Duna Frontal | 735401,747 | 7028929,991 |
| NAV #11F | Face da praia | 735402,266 | 7028661,849 |
| NAV #11B | Berma | 735352,682 | 7028679,085 |
| NAV #11D | Duna Frontal | 735312,687 | 7028692,740 |
| NAV #12F | Face da praia | 735340,642 | 7028414,888 |
| NAV #12B | Berma | 735279,876 | 7028434,693 |
| NAV #12D | Duna Frontal | 735231,361 | 7028442,211 |
| NAV #13F | Face da praia | 735007,429 | 7026991,848 |
| NAV #13B | Berma | 734954,878 | 7027002,075 |
| NAV #13D | Duna Frontal | 734922,453 | 7027004,724 |
| NAV #14F | Face da praia | 734574,524 | 7024932,655 |
| NAV #14B | Berma | 734531,893 | 7024940,407 |
| NAV #14D | Duna Frontal | 734508,984 | 7024943,660 |
| NAV #15F | Face da praia | 734183,479 | 7022916,140 |
| NAV #15B | Berma | 734153,643 | 7022920,493 |
| NAV #15D | Duna Frontal | 734134,498 | 7022922,636 |
| NAV #16F | Face da praia | 734222,078 | 7021437,477 |
| NAV #16B | Berma | 734169,934 | 7021431,192 |
| NAV #16D | Duna Frontal | 734117,497 | 7021432,622 |

Os seguintes ensaios foram realizados: (i) análise tátil-visual das amostras, (ii) teor de carbonato de cálcio e (iii) teor de matéria orgânica, (iv) granulometria por peneiramento, conforme metodologia proposta por Suguio (1973). O tratamento estatístico das amostras foi realizado através do método dos momentos de Folk & Ward (1957) e a classificação granulométrica seguindo a escala de Wentworth (1922). A seguir é apresentada uma descrição dos métodos utilizados.

3.2 ANÁLISE TÁCTIL-VISUAL

Foi realizada uma classificação tátil-visual das amostras para descrever informações aproximadas de composição granulométrica, utilizando o fluxograma para a caracterização da textura de solo “USDA Soil Texturing Field Flow Chart” (Figura 50), mineralogia, presença de bioclastos e coloração com “Munsell Soil Color Chart”.

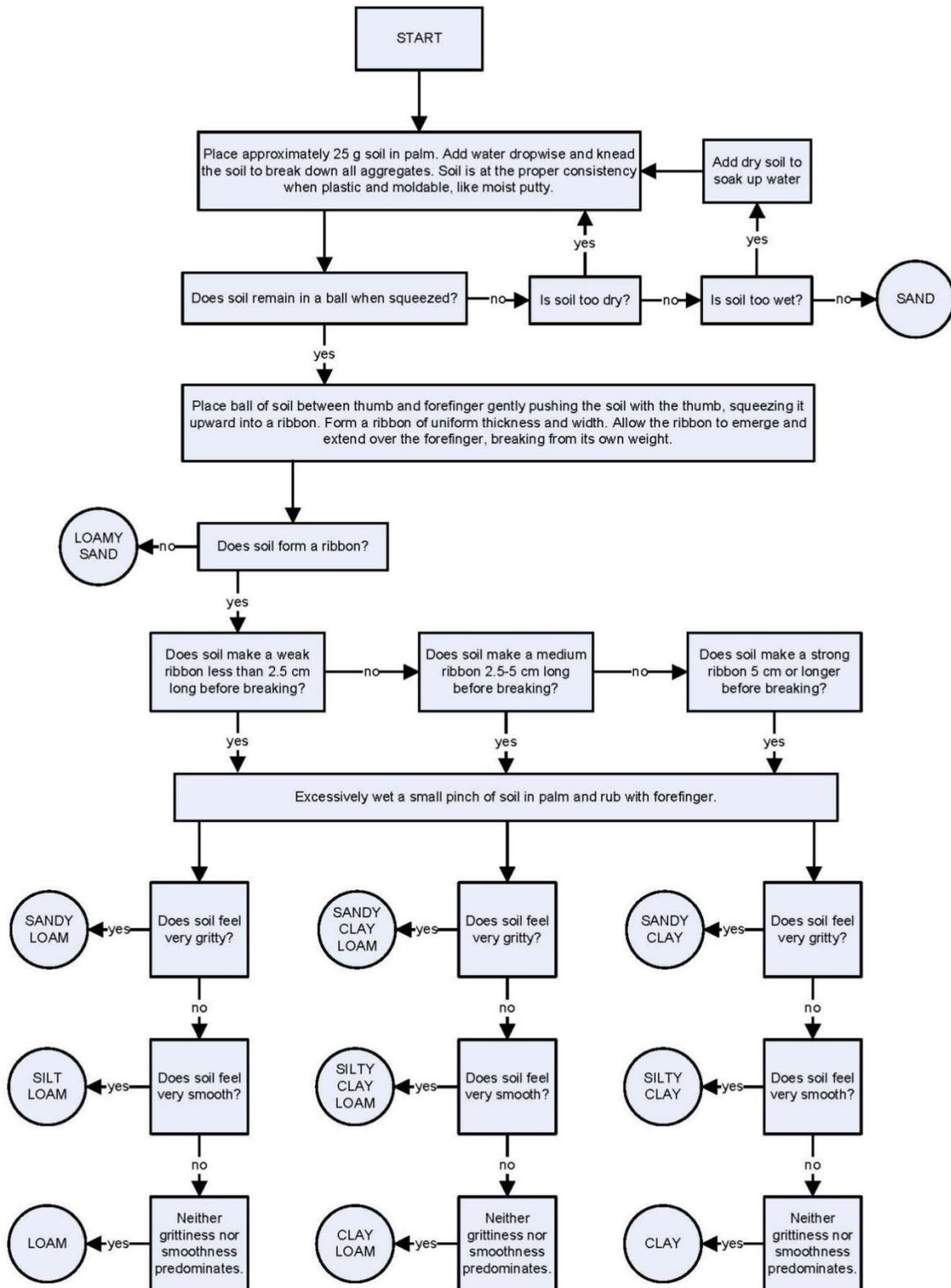


Figura 50: Diagrama de fluxo para análise de textura (THIEN, 1979).

O diagrama de escala de cor (*Munsell Chart*) utilizado nas análises é apresentado na Figura 51.

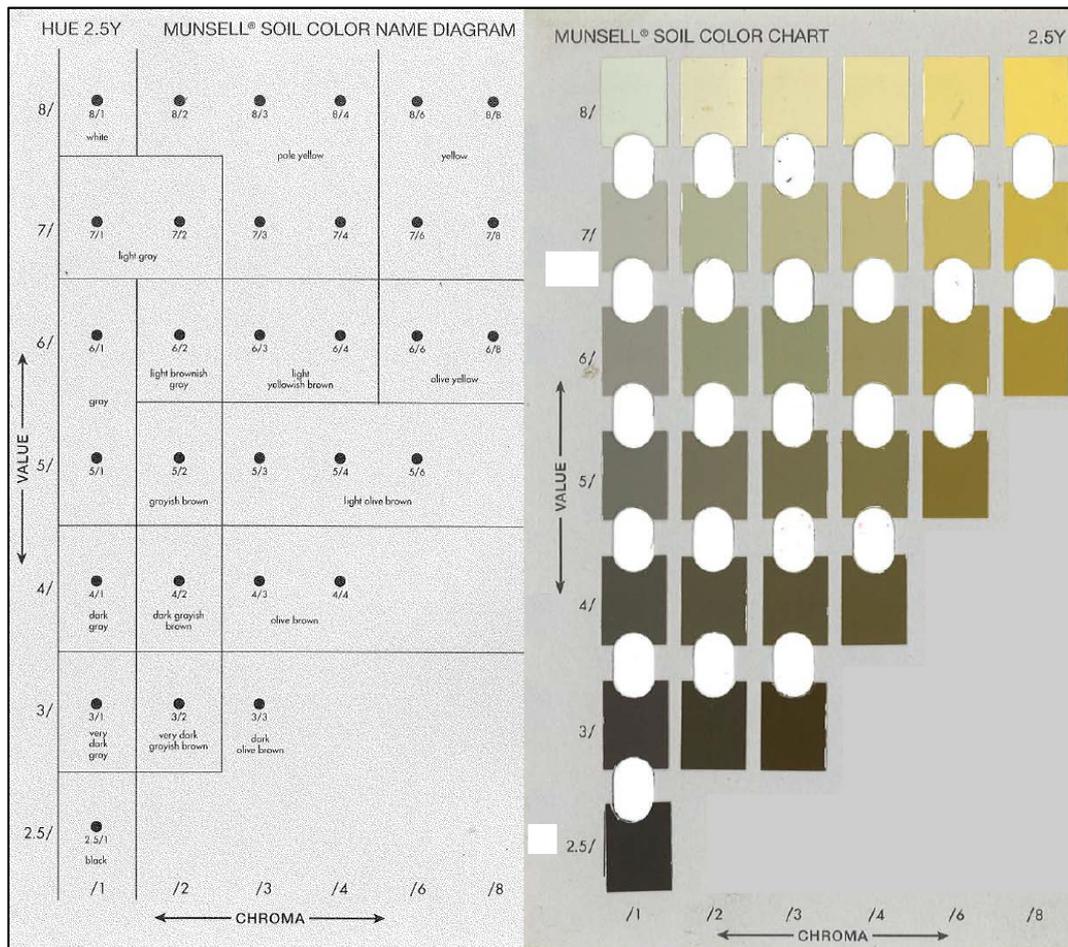


Figura 51: Diagrama de coloração (Munsell Chart) utilizado na análise dos sedimentos da área prospectada.

Os resultados da análise tátil visual das amostras de sedimentos são apresentados na Tabela 3 e Tabela 4.

Tabela 3. Classificação táctil-visual das amostras coletadas na Praia do Gravatá.

| ANÁLISE TÁCTIL-VISUAL | | | | | |
|-----------------------|---------------|------------|-------------------------|------------------|------------------------------------|
| AMOSTRA | CLASSIFICAÇÃO | BIOCLASTOS | COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA | MATÉRIA ORGÂNICA | COR ("Munsell Soil Color Chart") |
| NAV #1F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 4/2 Marrom acinzentado escuro |
| NAV #1B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 4/2 Marrom acinzentado escuro |
| NAV #1D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 4/2 Marrom acinzentado escuro |
| NAV #2F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 4/2 Marrom acinzentado escuro |
| NAV #2B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 4/2 Marrom acinzentado escuro |
| NAV #2D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 4/2 Marrom acinzentado escuro |
| NAV #3F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 4/2 Marrom acinzentado escuro |
| NAV #3B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 4/2 Marrom acinzentado escuro |
| NAV #3D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 4/2 Marrom acinzentado escuro |
| NAV #4F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #4B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #4D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #5F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #5B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #5D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #6F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #6B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #6D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #7F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #7B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #7D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #8F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #8B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #8D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |

Tabela 4. Classificação táctil-visual das amostras coletadas na Praia do Gravatá (continuação).

| ANÁLISE TÁCTIL-VISUAL | | | | | |
|-----------------------|------------------|------------|-------------------------|------------------|----------------------------------|
| AMOSTRA | CLASSIFICAÇÃO | BIOCLASTOS | COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA | MATÉRIA ORGÂNICA | COR ("Munsell Soil Color Chart") |
| NAV #9F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #9B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #9D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #10F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #10B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #10D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #11F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #11B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #11D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #12F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #12B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #12D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #13F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/2 Marrom acinzentado |
| NAV #13B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #13D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #14F | Areia fina/média | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/4 Marrom oliva claro |
| NAV #14B | Areia fina/média | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #14D | Areia fina/média | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #15F | Areia fina/média | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 5/4 Marrom oliva claro |
| NAV #15B | Areia fina/média | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #15D | Areia fina/média | Sim | Quartzo | Não | 2.5Y 6/3 Marrom amarelado claro |
| NAV #16F | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 5Y 8/2 Amarelo claro |
| NAV #16B | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 5Y 8/2 Amarelo claro |
| NAV #16D | Areia fina | Sim | Quartzo | Não | 5Y 7/2 Cinza claro |

Foi notada uma tendência de aumento do tamanho dos grãos nos perfis 14 e 15. Não foi notada a presença de matéria orgânica na análise táctil visual. Como será apresentado a seguir, apresentaram muito baixo teor de M.O. através da quantificação por reação química.

3.3 TEOR DE CARBONATO DE CÁLCIO

Para a determinação do teor de carbonato de cálcio (conchas e fragmentos), foi pesada uma quantidade de aproximadamente 50 g de cada amostra, para registro do peso inicial. O material sedimentar foi alocado em béqueres de 500 mL e adicionado ácido clorídrico conforme a necessidade de cada amostra para a reação química e consumo do carbonato de cálcio. Posteriormente, as amostras foram lavadas 3 vezes com água destilada para a remoção do produto de reação. Após a secagem em estufa (a 80 °C), o material foi pesado novamente para o registro do peso final. Com a diferença entre o peso inicial e final, quantificou-se o peso existente de carbonato de cálcio em cada amostra, realizando posteriormente o cálculo para determinação do teor de carbonato de cálcio, em porcentagem.

O peso inicial, peso final e a porcentagem de Carbonato de Cálcio obtida em cada amostra são apresentados na

Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 5. Teor de Carbonato de Cálcio das amostras coletadas na Praia de Navegantes.

| TEOR DE CARBONATO DE CÁLCIO | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-------------------|------------------|----------|
| AMOSTRA | PESO INICIAL | PESO FINAL | PESO C.C. | % |
| NAV #1F | 50,440 | 48,997 | 1,443 | 2,86 |
| NAV #1B | 50,570 | 49,084 | 1,486 | 2,94 |
| NAV #1D | 50,670 | 49,451 | 1,219 | 2,41 |
| NAV #2F | 50,560 | 49,751 | 0,809 | 1,60 |
| NAV #2B | 50,350 | 49,401 | 0,949 | 1,88 |
| NAV #2D | 50,580 | 49,149 | 1,431 | 2,83 |
| NAV #3F | 50,380 | 49,563 | 0,817 | 1,62 |
| NAV #3B | 50,453 | 49,188 | 1,265 | 2,51 |
| NAV #3D | 50,588 | 49,549 | 1,039 | 2,05 |
| NAV #4F | 50,352 | 49,162 | 1,190 | 2,36 |
| NAV #4B | 50,592 | 49,439 | 1,153 | 2,28 |
| NAV #4D | 50,620 | 49,472 | 1,148 | 2,27 |
| NAV #5F | 50,320 | 49,730 | 0,590 | 1,17 |
| NAV #5B | 50,680 | 49,354 | 1,326 | 2,62 |
| NAV #5D | 50,623 | 49,202 | 1,421 | 2,81 |
| NAV #6F | 50,689 | 49,478 | 1,211 | 2,39 |
| NAV #6B | 50,419 | 49,706 | 0,713 | 1,41 |
| NAV #6D | 50,430 | 48,874 | 1,556 | 3,09 |
| NAV #7F | 50,397 | 49,118 | 1,279 | 2,54 |
| NAV #7B | 50,330 | 48,775 | 1,555 | 3,09 |
| NAV #7D | 50,560 | 49,225 | 1,335 | 2,64 |
| NAV #8F | 50,501 | 49,257 | 1,244 | 2,46 |
| NAV #8B | 50,691 | 49,652 | 1,039 | 2,05 |
| NAV #8D | 50,550 | 49,229 | 1,321 | 2,61 |
| NAV #9F | 50,430 | 49,296 | 1,134 | 2,25 |
| NAV #9B | 50,705 | 48,500 | 2,205 | 4,35 |
| NAV #9D | 50,756 | 48,560 | 2,196 | 4,33 |
| NAV #10F | 50,570 | 48,725 | 1,845 | 3,65 |
| NAV #10B | 50,542 | 49,777 | 0,765 | 1,51 |
| NAV #10D | 50,650 | 48,861 | 1,789 | 3,53 |
| NAV #11F | 50,595 | 49,660 | 0,935 | 1,85 |
| NAV #11B | 50,587 | 48,968 | 1,619 | 3,20 |
| NAV #11D | 50,625 | 48,745 | 1,880 | 3,71 |
| NAV #12F | 50,691 | 49,776 | 0,915 | 1,81 |
| NAV #12B | 50,782 | 49,241 | 1,541 | 3,03 |
| NAV #12D | 50,588 | 48,735 | 1,853 | 3,66 |

Tabela 6. Teor de Carbonato de Cálcio das amostras coletadas na Praia de Navegantes (continuação).

| TEOR DE CARBONATO DE CÁLCIO | | | | |
|------------------------------------|---------------------|-------------------|------------------|----------|
| AMOSTRA | PESO INICIAL | PESO FINAL | PESO C.C. | % |
| NAV #13F | 50,590 | 49,208 | 1,382 | 2,73 |
| NAV #13B | 50,678 | 49,650 | 1,028 | 2,03 |
| NAV #13D | 50,652 | 49,820 | 0,832 | 1,64 |
| NAV #14F | 50,586 | 50,039 | 0,547 | 1,08 |
| NAV #14B | 50,500 | 49,895 | 0,605 | 1,20 |
| NAV #14D | 50,490 | 49,930 | 0,560 | 1,11 |
| NAV #15F | 50,663 | 49,643 | 1,020 | 2,01 |
| NAV #15B | 50,544 | 49,863 | 0,681 | 1,35 |
| NAV #15D | 50,742 | 50,314 | 0,428 | 0,84 |
| NAV #16F | 50,400 | 49,249 | 1,151 | 2,28 |
| NAV #16B | 50,536 | 48,673 | 1,863 | 3,69 |
| NAV #16D | 50,497 | 48,740 | 1,757 | 3,48 |

3.4 TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA.

O peso inicial, peso final e a porcentagem de matéria orgânica obtida em cada amostra são apresentados na Tabela 7 e Tabela 8.

Tabela 7. Teor de matéria orgânica das amostras coletadas na Praia de Navegantes.

| TEOR DE M.O. | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------|------------------|----------|
| AMOSTRA | PESO INICIAL | PESO FINAL | PESO M.O. | % |
| NAV #1F | 50,550 | 50,440 | 0,110 | 0,22 |
| NAV #1B | 50,590 | 50,570 | 0,020 | 0,04 |
| NAV #1D | 50,800 | 50,670 | 0,130 | 0,26 |
| NAV #2F | 50,700 | 50,560 | 0,140 | 0,28 |
| NAV #2B | 50,610 | 50,350 | 0,260 | 0,51 |
| NAV #2D | 50,750 | 50,580 | 0,170 | 0,33 |
| NAV #3F | 50,630 | 50,380 | 0,250 | 0,49 |
| NAV #3B | 50,620 | 50,453 | 0,167 | 0,33 |
| NAV #3D | 50,611 | 50,588 | 0,023 | 0,05 |
| NAV #4F | 50,422 | 50,352 | 0,070 | 0,14 |
| NAV #4B | 50,690 | 50,592 | 0,098 | 0,19 |
| NAV #4D | 50,793 | 50,620 | 0,173 | 0,34 |

Tabela 8. Teor de matéria orgânica das amostras coletadas na Praia de Navegantes (continuação).

| TEOR DE M.O. | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------|------------------|----------|
| AMOSTRA | PESO INICIAL | PESO FINAL | PESO M.O. | % |
| NAV #5F | 50,589 | 50,320 | 0,269 | 0,53 |
| NAV #5B | 50,894 | 50,680 | 0,214 | 0,42 |
| NAV #5D | 50,780 | 50,623 | 0,157 | 0,31 |
| NAV #6F | 50,780 | 50,689 | 0,091 | 0,18 |
| NAV #6B | 50,528 | 50,419 | 0,109 | 0,22 |
| NAV #6D | 50,644 | 50,430 | 0,214 | 0,42 |
| NAV #7F | 50,555 | 50,397 | 0,158 | 0,31 |
| NAV #7B | 50,615 | 50,330 | 0,285 | 0,56 |
| NAV #7D | 50,560 | 50,444 | 0,116 | 0,23 |
| NAV #8F | 50,685 | 50,501 | 0,184 | 0,36 |
| NAV #8B | 50,784 | 50,691 | 0,093 | 0,18 |
| NAV #8D | 50,600 | 50,550 | 0,050 | 0,10 |
| NAV #9F | 50,642 | 50,430 | 0,212 | 0,42 |
| NAV #9B | 50,790 | 50,705 | 0,085 | 0,17 |
| NAV #9D | 50,800 | 50,756 | 0,044 | 0,09 |
| NAV #10F | 50,650 | 50,570 | 0,080 | 0,16 |
| NAV #10B | 50,600 | 50,542 | 0,058 | 0,11 |
| NAV #10D | 50,730 | 50,650 | 0,080 | 0,16 |
| NAV #11F | 50,680 | 50,595 | 0,085 | 0,17 |
| NAV #11B | 50,606 | 50,587 | 0,019 | 0,04 |
| NAV #11D | 50,700 | 50,625 | 0,075 | 0,15 |
| NAV #12F | 50,718 | 50,691 | 0,027 | 0,05 |
| NAV #12B | 50,801 | 50,782 | 0,019 | 0,04 |
| NAV #12D | 50,618 | 50,588 | 0,030 | 0,06 |
| NAV #13F | 50,628 | 50,590 | 0,038 | 0,08 |
| NAV #13B | 50,717 | 50,678 | 0,039 | 0,08 |
| NAV #13D | 50,700 | 50,652 | 0,048 | 0,09 |
| NAV #14F | 50,710 | 50,586 | 0,124 | 0,24 |
| NAV #14B | 50,584 | 50,500 | 0,084 | 0,17 |
| NAV #14D | 50,538 | 50,490 | 0,048 | 0,09 |
| NAV #15F | 50,850 | 50,663 | 0,187 | 0,37 |
| NAV #15B | 50,608 | 50,544 | 0,064 | 0,13 |
| NAV #15D | 50,743 | 50,742 | 0,001 | 0,00 |
| NAV #16F | 50,581 | 50,400 | 0,181 | 0,36 |
| NAV #16B | 50,621 | 50,536 | 0,085 | 0,17 |
| NAV #16D | 50,614 | 50,497 | 0,117 | 0,23 |

3.5 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Os procedimentos realizados para análise granulométrica das amostras são apresentados abaixo.

Quarteamento: a amostra foi dividida e retirou-se uma porção de aproximadamente 300 g para análise. Outro montante foi armazenado.

Lavagem: a amostra quarteada foi lavada utilizando-se um Becker de 1000 mL e água destilada para retirada dos sais solúveis. O tempo de repouso para lavagem é o necessário para decantação dos sedimentos finos, com repetição do processo quando necessário.

Secagem: a amostra foi secada em estufa com temperatura de cerca de 80° C para retirada completa da umidade.

Pesagem inicial: a amostra já seca foi pesada em balança de precisão para determinação do peso inicial (P_i).

Peneiramento a seco (tamisação): a amostra foi submetida ao processo de tamisação a intervalo de $\frac{1}{4}$ de Phi (escala de Wentworth (1922)), que consiste na passagem da amostra em jogo de peneiras com diferentes diâmetros de tela, através de agitação mecânica, realizada durante 10 minutos. O material retido em cada peneira foi pesado para obter o percentual de cada fração ($P_f(n)$), segundo a fórmula: $P_f(n)/P_i$.

A porcentagem de ocorrência de cada classe granulométrica, por amostra coletada na praia nativa, é apresentada na Tabela 9.

Tabela 9: Porcentagem de ocorrência de cada classe granulométrica, por amostra coletada na praia nativa.

| FRAÇÃO DE MATERIAL RETIDO NAS PENEIRAS (%) | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|-----|--------------|-----|-------------|------|------------|-------|------------------|-------|-------|-------|
| mm | 1.41 | 1 | 0.707 | 0.5 | 0.354 | 0.25 | 0.177 | 0.125 | 0.088 | 0.062 | 0.031 | 0.016 |
| phi | -0.5 | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 5 | 6 |
| AMOSTRA | Areia muito grossa | | Areia grossa | | Areia média | | Areia fina | | Areia muito fina | | Silte | |
| NAV #1F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.9 | 6.7 | 72.1 | 15.3 | 4.8 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #1B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 4.7 | 73.0 | 18.5 | 3.8 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #1D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 1.7 | 67.4 | 21.6 | 9.0 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #2F | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 1.4 | 2.6 | 12.0 | 66.1 | 14.5 | 2.6 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #2B | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 12.3 | 70.8 | 13.2 | 1.7 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #2D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 2.0 | 10.6 | 68.6 | 13.2 | 4.7 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #3F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.1 | 8.6 | 67.6 | 17.3 | 5.2 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #3B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 7.7 | 76.5 | 10.7 | 3.9 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #3D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 7.4 | 74.8 | 11.5 | 4.5 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #4F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 6.5 | 70.6 | 18.4 | 3.6 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #4B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 5.6 | 67.0 | 20.1 | 6.8 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #4D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 7.3 | 77.7 | 11.9 | 2.5 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #5F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 3.4 | 77.1 | 15.6 | 3.8 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #5B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 8.8 | 76.1 | 11.7 | 2.7 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #5D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 8.8 | 76.1 | 11.7 | 2.7 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #6F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 7.9 | 78.4 | 8.7 | 4.8 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #6B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.8 | 77.8 | 12.5 | 5.8 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #6D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 7.1 | 82.6 | 7.3 | 2.8 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #7F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 12.5 | 69.4 | 11.6 | 5.6 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #7B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 7.8 | 72.6 | 14.6 | 4.5 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #7D | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.8 | 1.5 | 2.4 | 9.3 | 67.7 | 13.5 | 4.4 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #8F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 1.7 | 16.5 | 69.1 | 8.9 | 3.4 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #8B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 12.1 | 75.6 | 8.9 | 3.0 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #8D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 6.2 | 15.3 | 61.4 | 12.7 | 3.1 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #9F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 1.8 | 16.2 | 67.0 | 10.4 | 4.3 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #9B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.6 | 76.9 | 11.7 | 3.7 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #9D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 7.4 | 77.6 | 10.0 | 4.8 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #10F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 4.6 | 21.2 | 65.6 | 5.3 | 2.7 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #10B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 2.5 | 15.6 | 70.8 | 8.1 | 2.6 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #10D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 10.0 | 76.0 | 10.9 | 2.5 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #11F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 16.2 | 65.3 | 12.9 | 4.4 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #11B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 8.7 | 80.9 | 7.9 | 2.3 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #11D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 7.7 | 83.0 | 6.4 | 2.8 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #12F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 14.9 | 74.8 | 7.0 | 2.8 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #12B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 9.6 | 79.4 | 7.3 | 3.3 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #12D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 4.1 | 84.0 | 7.7 | 3.9 | 0.0 | 0.0 |

Tabela 10: Porcentagem de ocorrência de cada classe granulométrica, por amostra coletada na praia nativa (continuação).

| FRAÇÃO DE MATERIAL RETIDO NAS PENEIRAS (%) | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------|-----|--------------|------|-------------|------|------------|-------|------------------|-------|-------|-------|
| mm | 1.41 | 1 | 0.707 | 0.5 | 0.354 | 0.25 | 0.177 | 0.125 | 0.088 | 0.062 | 0.031 | 0.016 |
| phi | -0.5 | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 5 | 6 |
| AMOSTRA | Areia muito grossa | | Areia grossa | | Areia média | | Areia fina | | Areia muito fina | | Silte | |
| NAV #13F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.7 | 2.4 | 10.6 | 73.6 | 9.4 | 3.2 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #13B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 23.7 | 68.4 | 4.1 | 2.1 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #13D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 26.3 | 65.1 | 4.7 | 2.6 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #14F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 13.5 | 32.8 | 32.5 | 18.1 | 1.7 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #14B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 25.7 | 51.7 | 20.1 | 0.6 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #14D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 26.6 | 52.2 | 18.5 | 0.6 | 0.4 | 0.1 | 0.0 |
| NAV #15F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 16.0 | 45.2 | 34.9 | 1.0 | 0.5 | 0.8 | 0.0 |
| NAV #15B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.4 | 25.2 | 43.8 | 25.2 | 0.8 | 0.4 | 0.2 | 0.0 |
| NAV #15D | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 13.9 | 31.8 | 24.7 | 15.4 | 11.6 | 1.0 | 0.6 | 0.0 | 0.0 |
| NAV #16F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.6 | 4.1 | 65.2 | 24.5 | 5.1 | 0.4 | 0.0 |
| NAV #16B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.3 | 65.2 | 25.4 | 5.7 | 0.4 | 0.0 |
| NAV #16D | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 1.2 | 5.0 | 65.2 | 23.6 | 4.5 | 0.4 | 0.0 |

4. BUSCA DE JAZIDA DE AREIA EM ÁREA MARÍTIMA

Devido aos grandes volumes de areia necessários para um projeto de engordamento de praia, a dragagem em áreas de empréstimo *offshore* é o método preferido para fornecimento de sedimentos.

A busca por fontes de areia deve ser focada em procedimentos logísticos econômicos e eficientes, objetivando cobrir grandes áreas em tempo hábil e de modo custo-efetivo, identificando a presença de areia adequada e em quantidade suficiente para o projeto de restauração da praia.

A busca e caracterização da área de empréstimo é geralmente um dos fatores mais importantes na avaliação do desempenho do projeto de alimentação de praia.

A pesquisa por areia de qualidade em área marítima de uma maneira custo-efetiva carece de uma abordagem abrangente e sistemática. Pesquisas de areia demandam esforços multidisciplinares que exigem a participação de geólogos costeiros e geomorfologistas, geofísicos marinhos, hidrógrafos, engenheiros agrimensores e engenheiros costeiros. As pesquisas devem considerar vários fatores geológicos, dos quais os mais importantes incluem geologia histórica (evolução costeira), geomorfologia (desenvolvimento de relevo), estratigrafia (tipo e sequência de camadas sedimentares) e litologia (propriedades químicas e físicas de rochas ou estratos). Uma parte substancial dos dados necessários para avaliar esses fatores deve, na maioria dos casos, ser obtida através de esforços em coletas de campo (ou seja, levantamentos geofísicos e geotécnicos).

Os principais componentes dos programas de investigação para definição de uma jazida de areia adequada incluem o traçado inicial das linhas de navegação para a pesquisa, a seleção do local central, a seleção de pessoal e equipamentos, cronogramas e estimativas de custo. O programa deve ser flexível e receptivo às mudanças feitas no campo, com base na revisão dos dados na medida em que eles se tornam disponíveis. Embora existam muitos passos sequenciais no procedimento geral, algumas das fases mais importantes são indicadas a seguir:

- Fase I: Revisão de Literatura e Dados Anteriores;
- FASE II: Levantamento Geológico e Geofísico de Reconhecimento;

- Fase III: Levantamento Geofísico Detalhado;
- Fase IV: Investigações Geotécnicas Detalhadas e
- Fase V: Desenvolvimento de um Relatório Geotécnico.

As fases são pesquisas completas ou procedimentos que devem ser cuidadosamente integrados em uma abordagem abrangente para se encontrar areia no leito oceânico.

A busca de areia foi realizada adotando-se o método de eliminação de áreas (FINKL; KHALIL, 2005). A partir de extensa revisão bibliográfica e análise de dados secundários, que incluem investigações sobre as características dos sedimentos superficiais e levantamento geofísicos na região da plataforma continental interna adjacente à área do projeto, foram identificadas duas áreas potenciais para fornecimento de material arenoso (ABREU, 1998, 2010; MENEZES, 2002).

Na Figura 52 é apresentada a carta náutica 1904 do Centro de Hidrografia da Marinha, ilustrando através de polígonos azuis, a região que apresenta maior potencial para fornecimento de material sedimentar arenoso a distâncias viáveis para execução da obra da Praia do Gravatá.

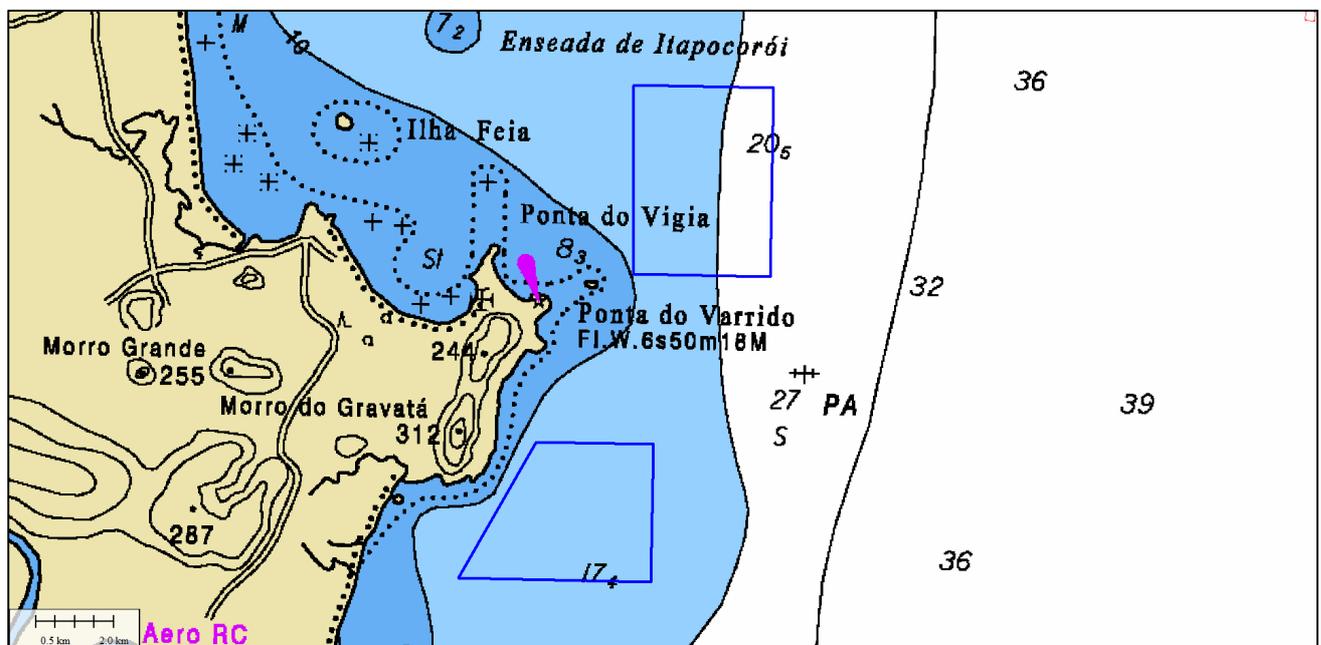


Figura 52: Polígonos azuis demarcando as áreas potenciais, situados ao largo da Praia do Gravatá (mais ao sul) e da Ponta do Vigia (mais ao norte).

4.1 ESTUDO DE SUBFUNDO – LEVANTAMENTO SÍSMICO NAS POTENCIAIS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO DE SEDIMENTOS ARENOSOS

Um levantamento geofísico de sísmica rasa de alta resolução foi realizado em 3 (três) áreas (Área Sul, Área Central e Área Norte), identificadas como as que apresentavam maior potencial para fornecimento de material sedimentar arenoso compatível com o da Praia do Gravatá.

Na Área Sul, o levantamento cobriu uma área total de cerca de 1,68 km², com navegação sobre uma malha com extensão linear de aproximadamente 30 km (Figura 53).

Na Área Central, o levantamento cobriu uma área total de cerca de 0,89 km², com navegação sobre uma malha com extensão linear de aproximadamente 19 km (Figura 54).

Na Área Norte, o levantamento cobriu uma área total de cerca de 2,39 km², com navegação sobre uma malha com extensão linear de aproximadamente 41 km (Figura 55).

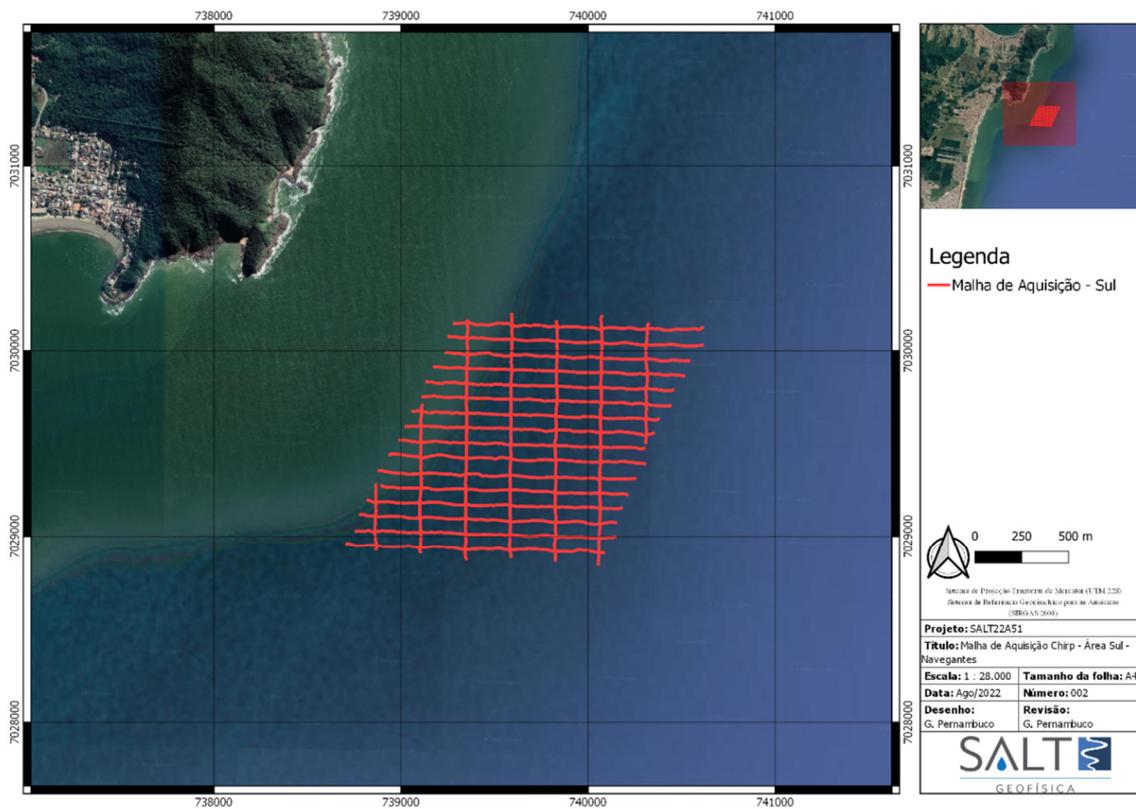


Figura 53. Malha de aquisição na Área Sul.

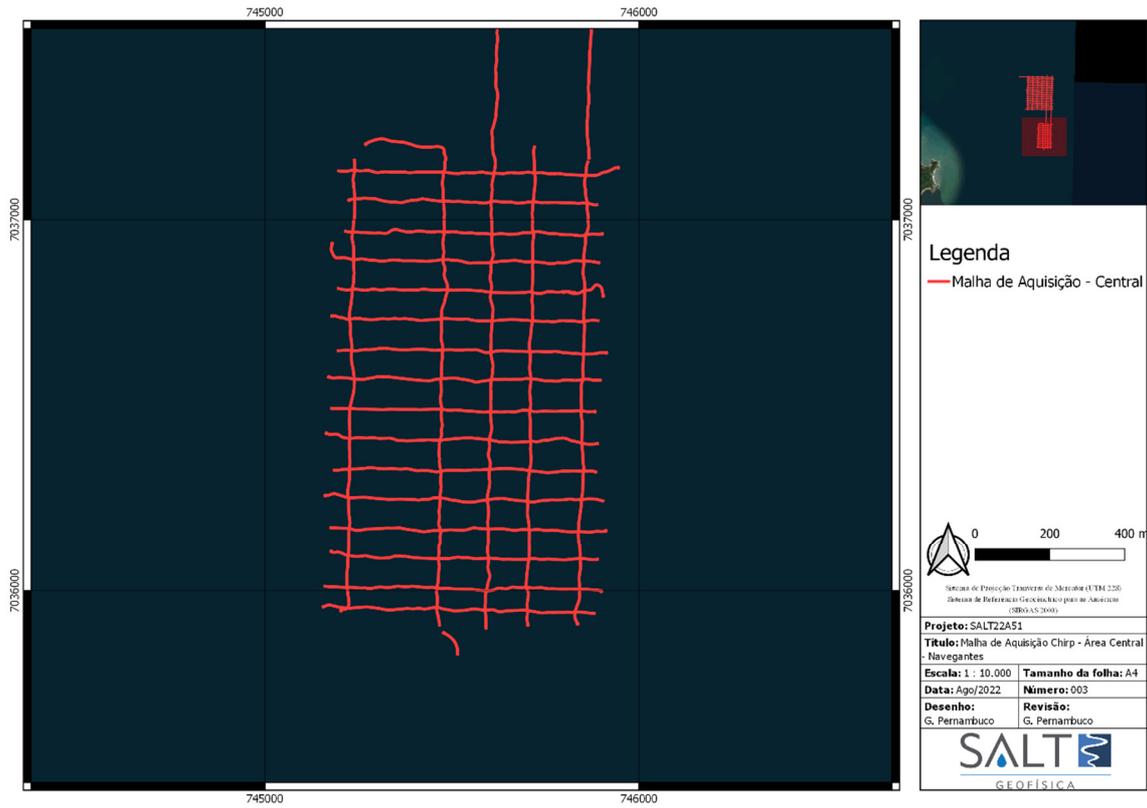


Figura 54: Malha de aquisição na Área Central.

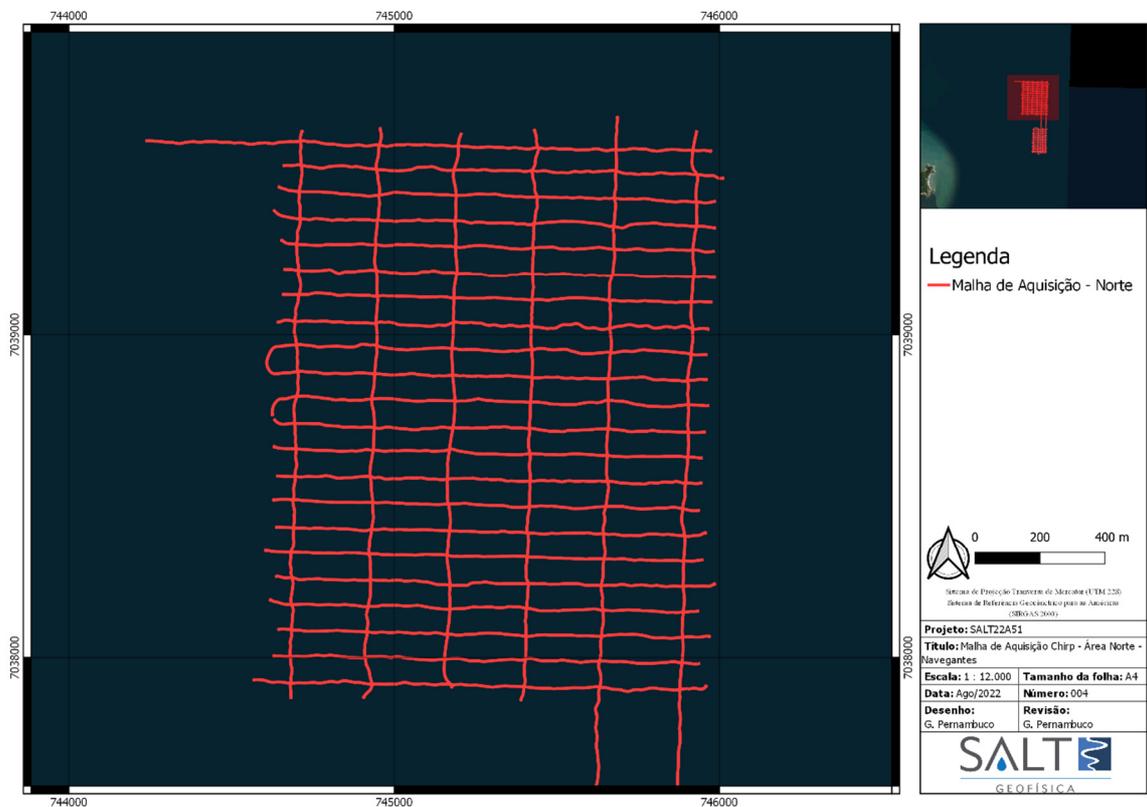


Figura 55: Malha de aquisição na Área Norte.

A bordo da embarcação *Araçá Dourado I* (Figura 56), foram adquiridas seções sísmicas com o objetivo de caracterizar o subfundo das áreas de interesse para o projeto.

Os trabalhos de campo ocorreram entre os dias 22 e 29 de junho de 2022, enquanto o processamento, a análise de dados e a elaboração do relatório técnico foram realizados durante o período de 4 de julho a 21 de novembro de 2022.



Figura 56: Embarcação *Araçá Dourado I*, utilizada para os levantamentos sísmicos na fase de investigação das potenciais áreas de empréstimo.

Neste capítulo são apresentados os princípios dos métodos utilizados, juntamente com os resultados, a análise e a interpretação das informações adquiridas.

4.1.1 PRINCÍPIOS DO MÉTODO

4.1.1.1 ONDAS SÍSMICAS

Uma das formas básicas de transferência de energia de um local a outro se dá por meio de ondas mecânicas, entre as quais se encontram as ondas sísmicas. Para a formação dessas ondas, deve existir uma fonte que ocasione uma perturbação, um meio onde essa perturbação atua e uma conexão física entre partículas adjacentes desse meio.

Neste caso, o meio em questão é composto por diferentes camadas de sedimentos ou rochas, além da própria coluna d'água. Existem dois tipos principais de ondas: longitudinais, também chamadas compressionais, e ondas transversais, ou de cisalhamento. Na

perfilagem sísmica, unicamente se lida com ondas compressoriais, já que as ondas do segundo tipo não se propagam em meios fluidos.

Na sísmica, ao invés de se falar em ondas, é mais comum utilizar o termo "pulsos sísmicos", que consistem em perturbações isoladas que se propagam idealmente com velocidade constante, mantendo sua forma e deformando elasticamente uma região limitada do meio até incidir numa interface que separa dois meios com diferentes propriedades físicas, onde uma fração da energia é transmitida para a região subjacente e outra é refletida.

Essas propriedades físicas que determinam a fração de energia refletida e transmitida, são a velocidade de propagação (v) das ondas compressoriais num determinado meio e a densidade de massa (ρ) desse meio. O produto destas duas grandezas define a impedância acústica do meio (Z), onde:

$$Z_i = v_i \rho_i$$

O contraste de impedância acústica entre dois meios adjacentes determinará como é feita a partição da energia entre a fração refletida e a transmitida, que é quantificada pelo coeficiente de reflexão R da interface, definido como a razão entre a amplitude do pulso refletido e do incidente, ou seja:

$$R = A_r / A_i$$

Na sísmica de alta resolução, o coeficiente de reflexão pode ser fortemente afetado pela dispersão devido a irregularidades nas interfaces, em particular na superfície do fundo, já que a ordem de grandeza das irregularidades encontradas é comparável à do comprimento de onda dos sinais gerados pela fonte.

A detecção do sinal refletido depende da amplitude do sinal gerado, do arranjo e sensibilidade dos receptores e de processos de perda de energia como a absorção e espalhamento geométrico.

Na perfilagem sísmica, ao lidarmos com fontes de alta frequência e baixa energia, os fatores que incidem na atenuação dos sinais acústicos são mais críticos. Dessa forma, existe a possibilidade de que um determinado refletor sísmico não seja mapeado, ou seja apenas de forma parcial. Além disso, por se tratar de um método indireto de prospecção, não é possível determinar com absoluta certeza a natureza do material mapeado, isto é, se o

refletor sísmico é uma feição sedimentar ou rochosa, por exemplo, sendo necessária a realização de pontos de amostragem direta para a correlação com os dados sísmicos e consequente melhora na interpretação.

4.1.1.2 PERFILAGEM SÍSMICA CONTÍNUA

A Perfilagem Sísmica Contínua (PSC) possui diversas aplicações, sendo as mais conhecidas ligadas à exploração de hidrocarbonetos. Entretanto, o recente uso de equipamentos de menores energias e especialmente desenvolvidos para águas rasas, tem suprido uma nova demanda da Engenharia Costeira.

Levantamentos sísmicos em regiões costeiras servem de ferramenta para:

- Planejamento de obras, como construção de píeres e plataformas.
- Planejamento e monitoramento de dragagens e áreas de descarte.
- Identificação e mapeamento de estruturas enterradas no leito marinho.
- Identificação de jazidas para extração de areia, ou mesmo de minerais metálicos.
- Mapeamento de topo rochoso e afloramentos.

Na PSC consideram-se duas categorias básicas de fontes de energia: ressonantes e impulsivas. As fontes ressonantes são aquelas cuja geração do sinal é feita por meio de um cristal piezelétrico que ao se contrair e expandir repetidamente cria um pulso de pressão sinusoidal com uma frequência condicionada pela frequência de ressonância do cristal. O equipamento *chirp* é uma fonte que funciona segundo esse princípio e o sinal gerado é chamado convencionalmente de pulsos de sonar.

4.1.2 MÉTODO E INSTRUMENTAÇÃO

Os equipamentos foram instalados na embarcação com seus *offsets* determinados em relação à posição da antena do GPS ($L=0$, $T=0$) e à linha d'água ($H=0$). A Figura 57 mostra o croqui com o posicionamento dos equipamentos, bem como seus valores de *offset* (em metros) para as direções L (longitudinal), T (transversal) e H (vertical).

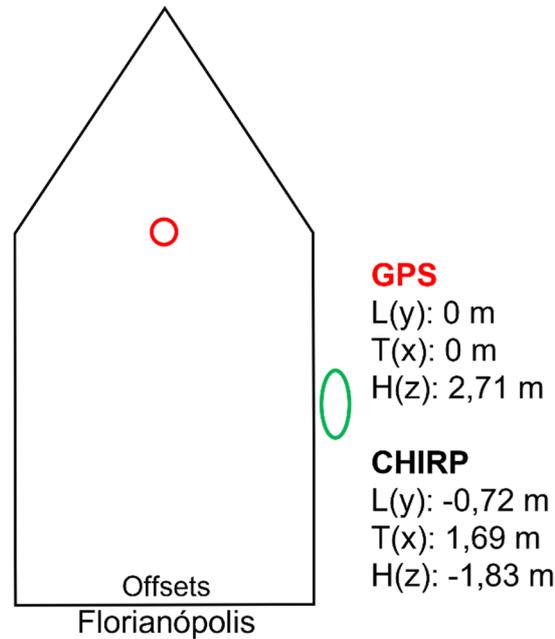


Figura 57: Croqui com a distribuição de equipamentos e valores de *offsets* (em metros).

4.1.3 EQUIPAMENTO UTILIZADO

O equipamento *chirp* é um perfilador teoricamente capaz de fornecer uma resolução vertical em escala de décimetros. A principal característica que destaca o *chirp* das outras fontes ressonantes é a sua forma de emissão: consiste em pulsos de frequência modulada (FM), gerados computacionalmente, que fazem uma "varredura" em diferentes intervalos de frequências, obtendo-se, assim, uma largura de banda necessária para alcançar a resolução temporal prevista teoricamente.

Para o presente estudo investigativo, foi utilizado um equipamento *chirp* modelo Meridata 2 - 9 kHz (Figura 58), acoplado a um sistema amplificador de sinal e transformador de impedância.

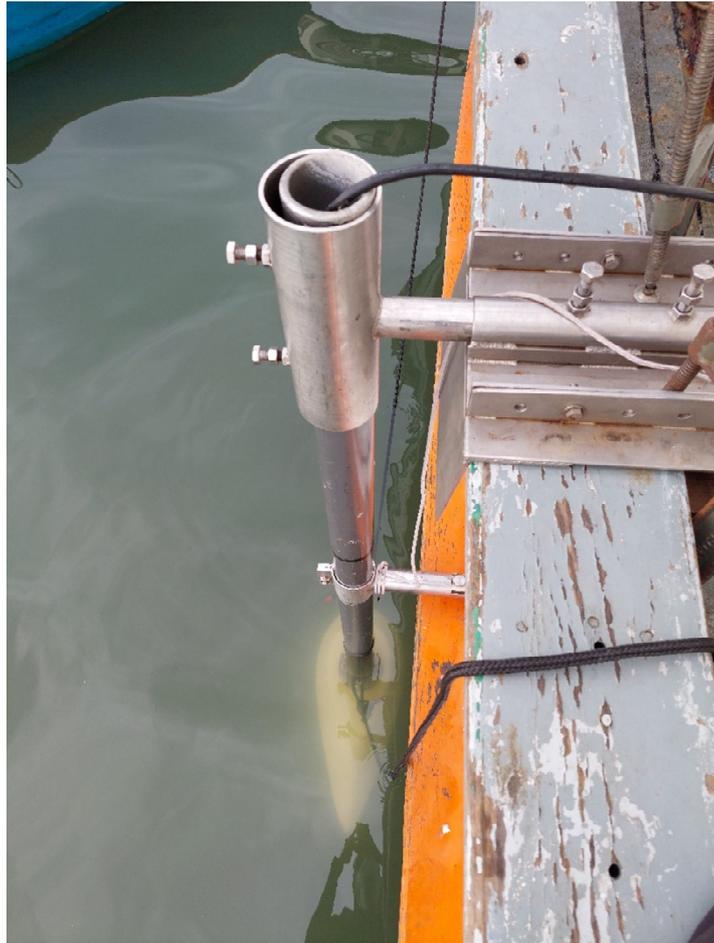


Figura 58: Perfilador de fundo CHIRP instalado na embarcação.

4.1.4 SISTEMA DE POSICIONAMENTO

A determinação da posição para todo o levantamento geofísico foi feita por meio de um sistema de posicionamento global ATLASLink, com datum SIRGAS 2000 (Figura 59). O sistema ATLASLink funciona com correção diferencial, o que o classifica como um DGPS. Entretanto, a tecnologia utilizada neste sistema aumenta a qualidade normal da correção diferencial, entregando uma precisão ainda maior, subdecimétrica.



Figura 59: Antena DGNS utilizada para determinar o posicionamento durante o levantamento.

4.1.5 MAREGRAFIA

A medição das variações de nível d'água ao longo do levantamento é fundamental para a correta localização vertical dos dados sísmicos. Para medir esta variação, foi instalado um marégrafo digital de pressão HOB0 MX2001, com barômetro acoplado. O equipamento foi instalado em um trapiche próximo à Delegacia da Capitania dos Portos de Itajaí (Ficha da Estação Maregráfica fornecida pelo Centro de Hidrografia da Marinha: F41 – 60235).

Os dados de maré e dados sísmicos foram reduzidos ao Nível de Referência local (Figura 60).

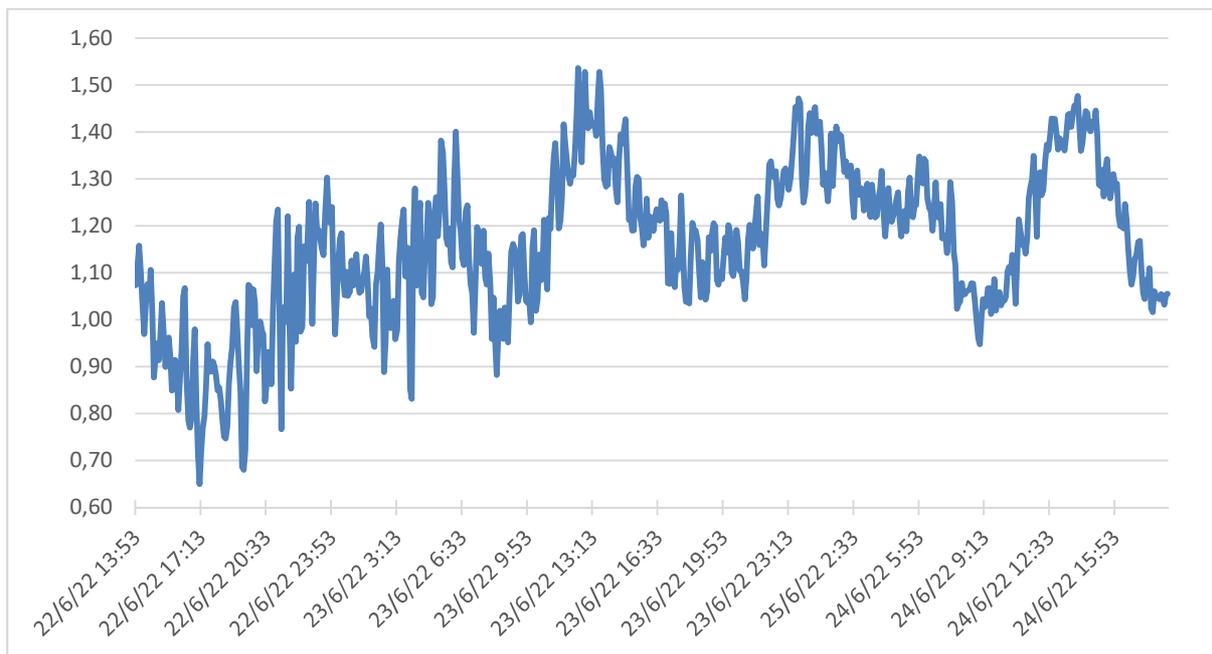


Figura 60: Variação de nível d'água registrada pelo marégrafo instalado nas proximidades da Delegacia da Capitania dos Portos de Itajaí.

Os dados reduzidos da maré foram utilizados no software de processamento dos dados sísmicos (MDPS).

4.1.6 PROCESSAMENTO DOS DADOS DOS DADOS DE SÍSMICA RASA

O processamento dos dados sísmicos foi realizado no software Meridata MDPS 5.2. Detalhes do processamento estão descritos a seguir.

- Os dados de sísmica foram processamentos com filtros de passa-banda, além de um controle de ganho variável no tempo (TVG) e envelopamento do sinal em algumas seções, para que determinados horizontes fossem ressaltados e as reflexões múltiplas e primárias melhor separadas.

- Para a definição das profundidades dos horizontes sísmicos, foram utilizadas velocidades de propagação do som nos sedimentos encontradas na bibliografia técnica. Entretanto, na bibliografia, não existem valores completamente aceitos para estas velocidades, havendo grandes variações de autor para autor. Alguns trabalhos ao comentarem sobre as velocidades do som em diferentes tipos de sedimento são aqueles de Nafe & Drake (1961)¹, Hamilton (1970)², Falcão e Ayres Neto (2010)³ e Duncan et al. (2013)⁴, entre outros. Sendo assim, foi utilizado um valor médio entre aqueles encontrados na bibliografia de 1.550 m.s⁻¹.
- À velocidade de propagação do som na água foi atribuído um valor de 1.500 m.s⁻¹, valor adquirido com a média das velocidades de propagação do som na água do mar na coluna d'água inteira.
- As interpolações realizadas para os dados sísmicos utilizaram o método da triangulação com interpolação linear do software Surfer 11, utilizando células de 10 m.
- Todos os dados gerados durante a aquisição e processamento foram referenciados no datum SIRGAS2000, utilizando-se a projeção UTM Zona 22 S para sua representação.

4.1.7 RESULTADOS E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS DE SÍSMICA RASA

Nesta sessão serão apresentados os resultados encontrados e a discussão dos mesmos, separados por área amostrada.

A abordagem fundamental para a análise e interpretação de perfis sísmicos é a identificação e mapeamento dos refletores sísmicos. Estes refletores representam as regiões de cada seção sísmica em que ocorrem contrastes de impedância acústica, gerando uma onda refletida com fase e amplitudes bem definidas. Para a caracterização de um refletor sísmico,

¹ Nafe, J. E. & Drake, C. L. 1961. Physical properties of marine sediments. Lamont Geological Observatory, Technical Report No. 2, CU361 NObsr 85077 Geology.

² Hamilton, E. L. 1970. Sound velocity and related properties of marine sediments, North Pacific. Journal of Geophysical Research, 75(23): 4423-4446.

³ Falcão, L. C. & Ayres Neto, A. 2010. Parâmetros físicos de sedimentos marinhos superficiais da região costeira de Caravelas, Sul da Bahia. Revista Brasileira de Geofísica, 28(2): 279-289.

⁴ Duncan, A. J.; Gavrilov, A. N.; McCauley, R. D.; & Parnum, I. M. 2013. Characteristics of sound propagation in shallow water over an elastic seabed with a thin cap-rock layer. J. Acoust. Soc. Am., 134(1): 207-215.

procura-se identificar sua continuidade ao longo do perfil, bem como seu tipo de terminação.

- O fato de um determinado refletor estar ausente em parte ou na totalidade de uma seção sísmica pode significar:
- Inexistência de fato da interface litológica que gera a reflexão sísmica;
- Variação lateral de granulometria ou grau de compactação, fazendo com que haja uma diminuição do contraste de impedância acústica;
- Presença de gás nos sedimentos.

4.1.7.1 ÁREA SUL

A perfilagem sísmica na Área Sul possibilitou a identificação de 4 refletores sísmicos, além do fundo:

- **REFLETOR 1 (R1):** Identificado em ciano. Refletor identificado de forma menos contínua na área do levantamento, concentrando-se na região nordeste e sul, apresentando morfologia irregular. Onde o refletor R1 foi identificado, a amplitude da primeira reflexão do fundo torna-se menor, indicando presença de um material, provavelmente, com menor granulometria, mas também associado a sedimentos arenosos, que permite maior penetração do sinal sísmico.
- **REFLETOR 2 (R2):** Identificado em laranja. Este refletor apresenta morfologia semelhante ao fundo e foi identificado por toda a área do levantamento. O R2 marca a segunda reflexão após o leito marinho e, provavelmente, está relacionada a sedimentos arenosos mais compactados e com maior granulometria em relação ao R1. Sua profundidade em relação ao fundo varia pouco em toda área do levantamento, mas suas maiores profundidades são encontradas na área leste.
- **REFLETOR 3 (R3):** Identificado em verde. Refletor foi identificado por toda a área do levantamento, com morfologia mais irregular que o R2. O refletor R3 apresenta maiores amplitudes que o R2, indicando um material, provavelmente, com maior granulometria, mas também associado a sedimentos arenosos.

- **REFLETOR 4 (R4):** Identificado em vermelho. Refletor foi identificado em praticamente toda a área do levantamento, com menos continuidade nas regiões sudoeste e central. O refletor R4 apresenta maior amplitude e morfologia angulosa, que podem indicar um material com maior grau de compactação e consolidação em relação ao R3.
- **FUNDO:** Identificado em amarelo. Representando a interface água/leito marinho.

Nos perfis apresentados, também estão identificadas múltiplas, na cor magenta. As múltiplas têm relação com as ondas sísmicas, refletindo novamente no horizonte sísmico após a reflexão primária. Com isso, a energia refletida entre os meios com diferente impedância acústica, ao retornar à superfície, é novamente refletida pela superfície da água em direção ao fundo em um processo que se repete até que toda a energia seja dissipada.

Nas Figura 62 à Figura 67 estão apresentadas seções transversais e longitudinais mais representativas dentro da área de estudo, indicando os refletores identificados. Os mapas de localização dos refletores estão apresentados das Figura 68 à Figura 71.

A característica sedimentar da área de interesse permitiu a penetração máxima do sinal de aproximadamente 12 m a partir do leito marinho (profundidade do refletor R4). Dada esta pouca penetração e as características das reflexões, é bastante provável que o fundo seja composto por sedimentos arenosos.

De uma forma geral, é possível observar, nos perfis destacados, que os refletores não possuem grande amplitude, indicando uma transição entre camadas semelhantes, formadas pelo mesmo tipo de sedimento, neste caso areia, com diferentes graus de compactação, teor de água ou diferentes granulometrias. O R1 está, provavelmente, associado a sedimentos arenosos mais finos. O R2, também indica predomínio de sedimentos arenosos, mas com provável maior granulometria. Já o R3 e R4 se diferenciam também pelo maior grau de compactação e consolidação.

Pelas características dos refletores e suas localizações, pode-se dividir a área de estudo em duas, Áreas 1 e 2, conforme a Figura 61 abaixo. A Área 1, contemplando a grande parte das regiões oeste, central e norte, locais onde o R1 não foi identificado. Nesta área ocorre menor penetração do sinal sísmico, que pode ser observada nos perfis destacados pelos

tons de cinza mais claro abaixo do fundo, conforme a Figura 65 destacando o Perfil T1, que demonstra claramente esta transição de tons mais claros e escuros.

Já a Área 2, contempla a parte nordeste, leste e sul da área do levantamento. Nesta área, onde o R1 foi identificado, houve maior penetração do sinal sísmico, que pode indicar maior presença de sedimentos mais finos acima do R1.

Estas diferenças estão associadas às camadas mais rasas, nas profundidades onde o R1 foi identificado, entre -0,59 a 1,88 metros. A partir do R2, observa-se homogeneidade entre as áreas, o R2 é encontrado por toda área de estudo, apresentando morfologia e profundidade com pouca variação em relação ao leito marinho.

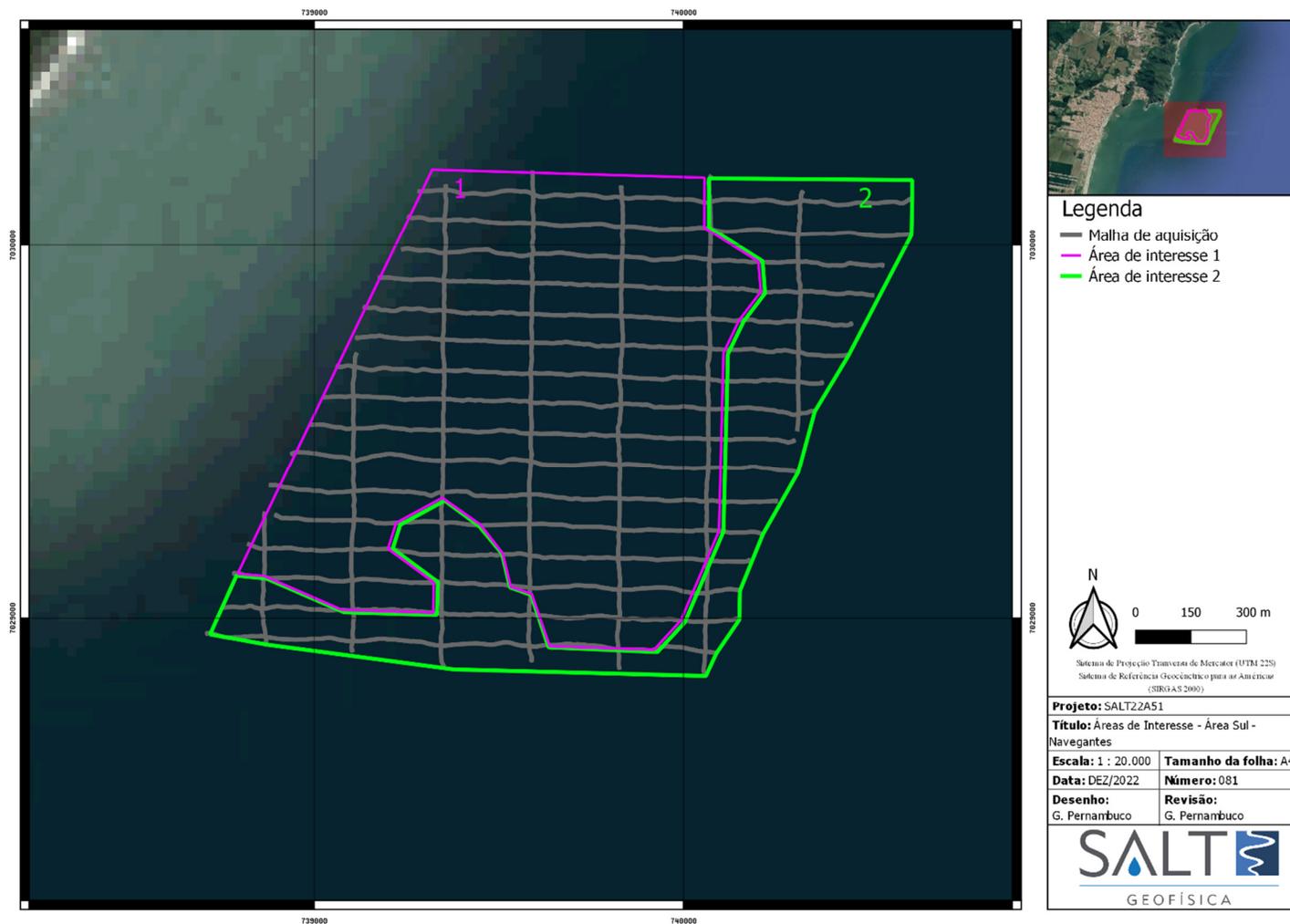


Figura 61: Área do levantamento dividida em áreas 1 e 2.

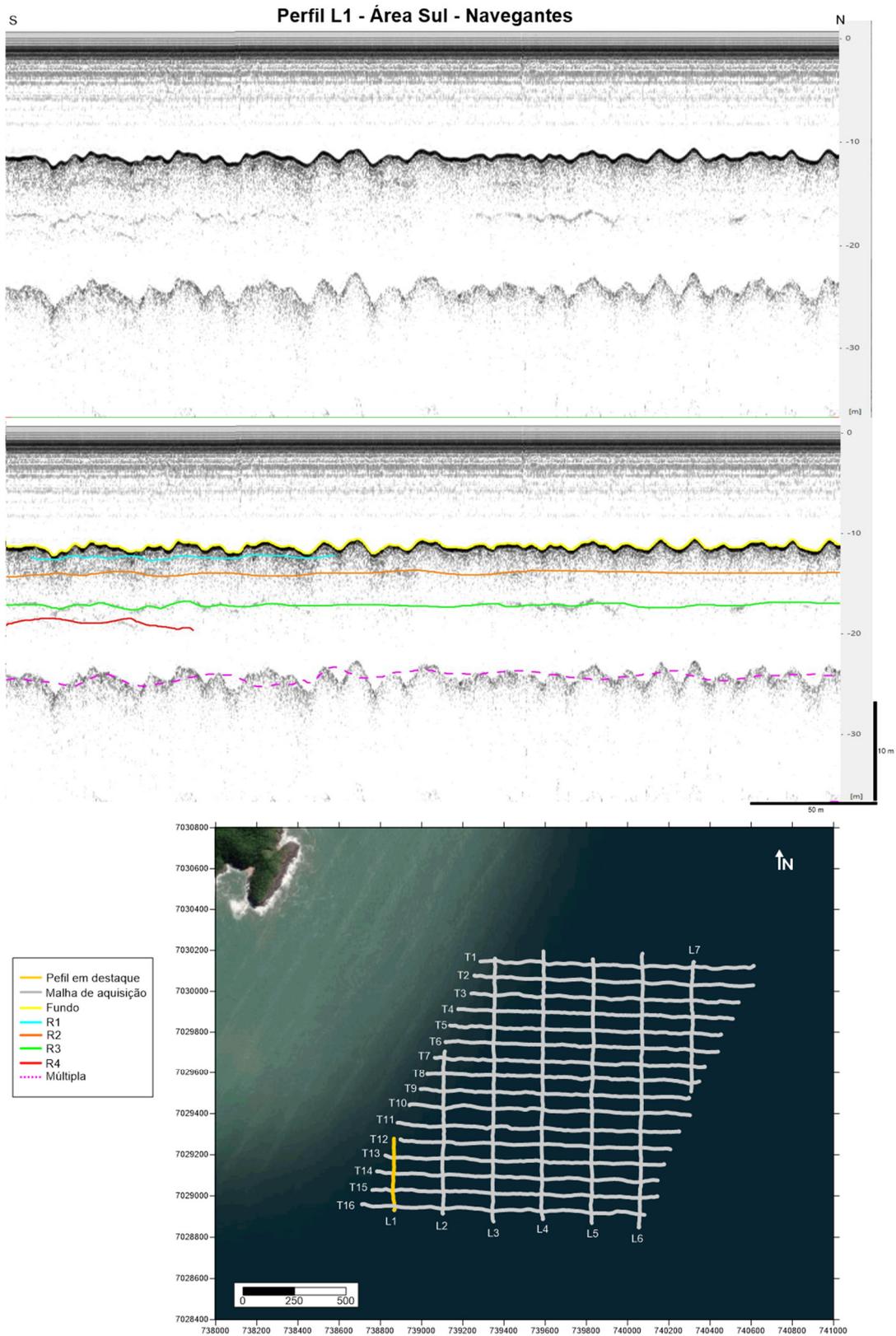


Figura 62: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes.

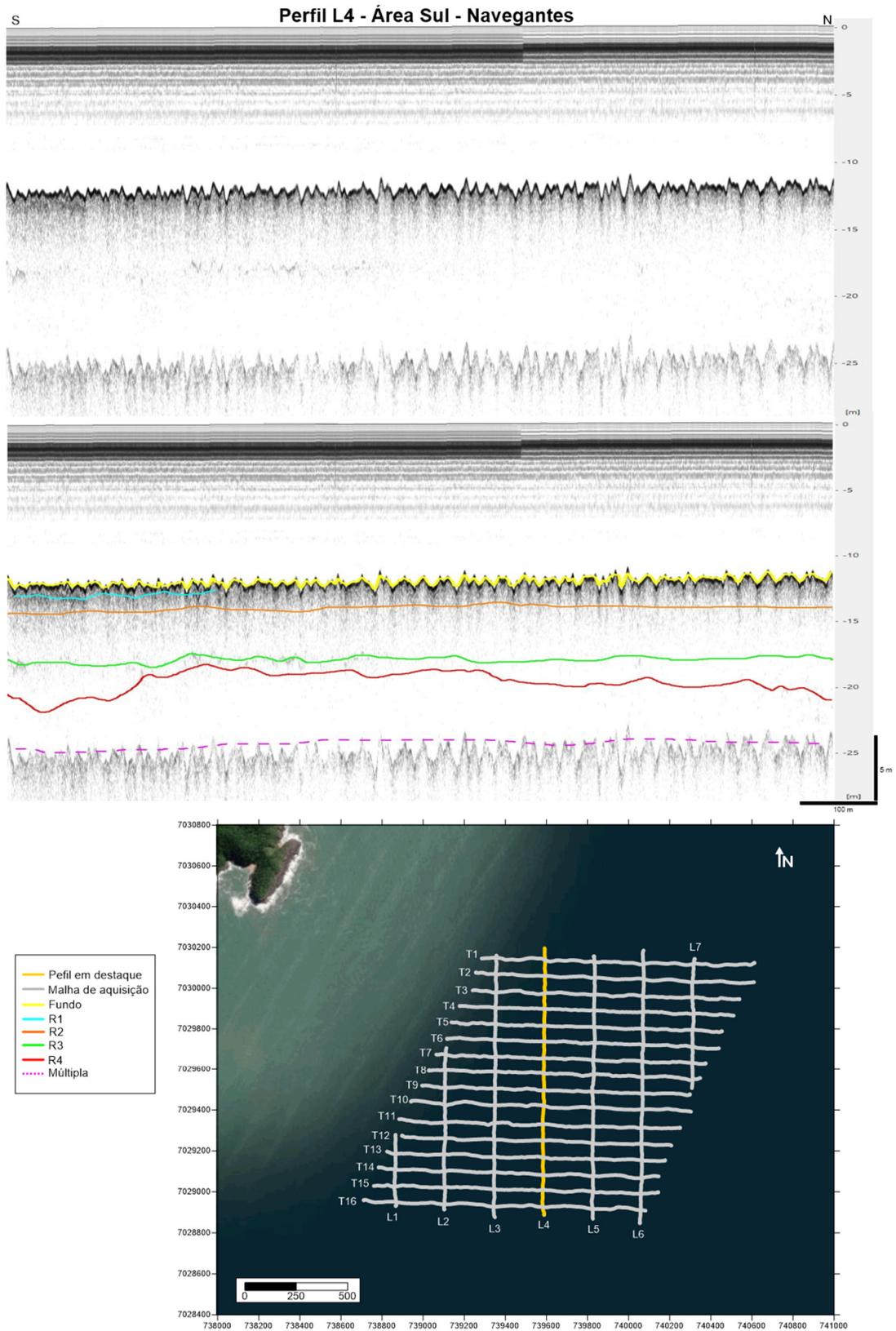


Figura 63: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes.

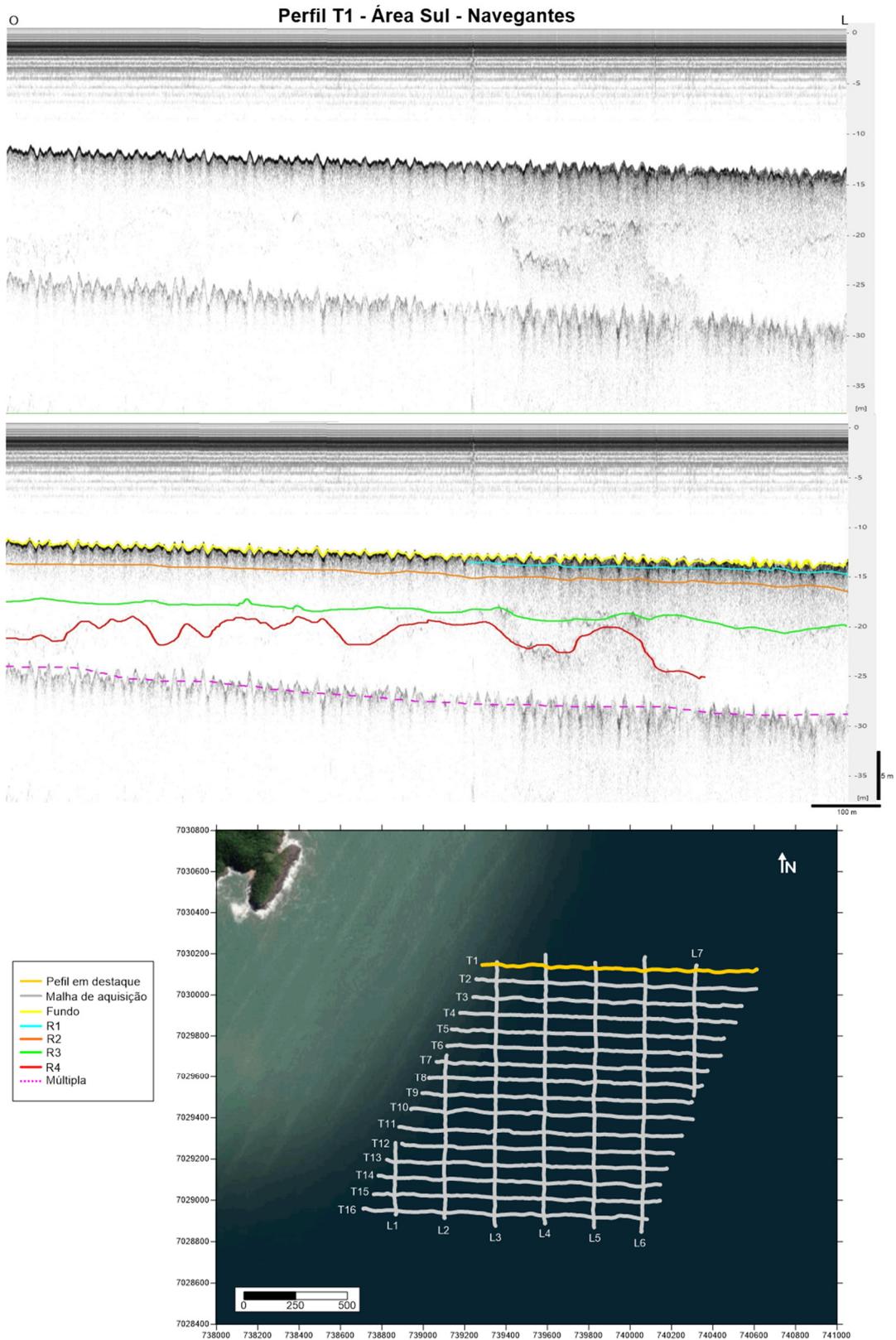


Figura 65: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes.

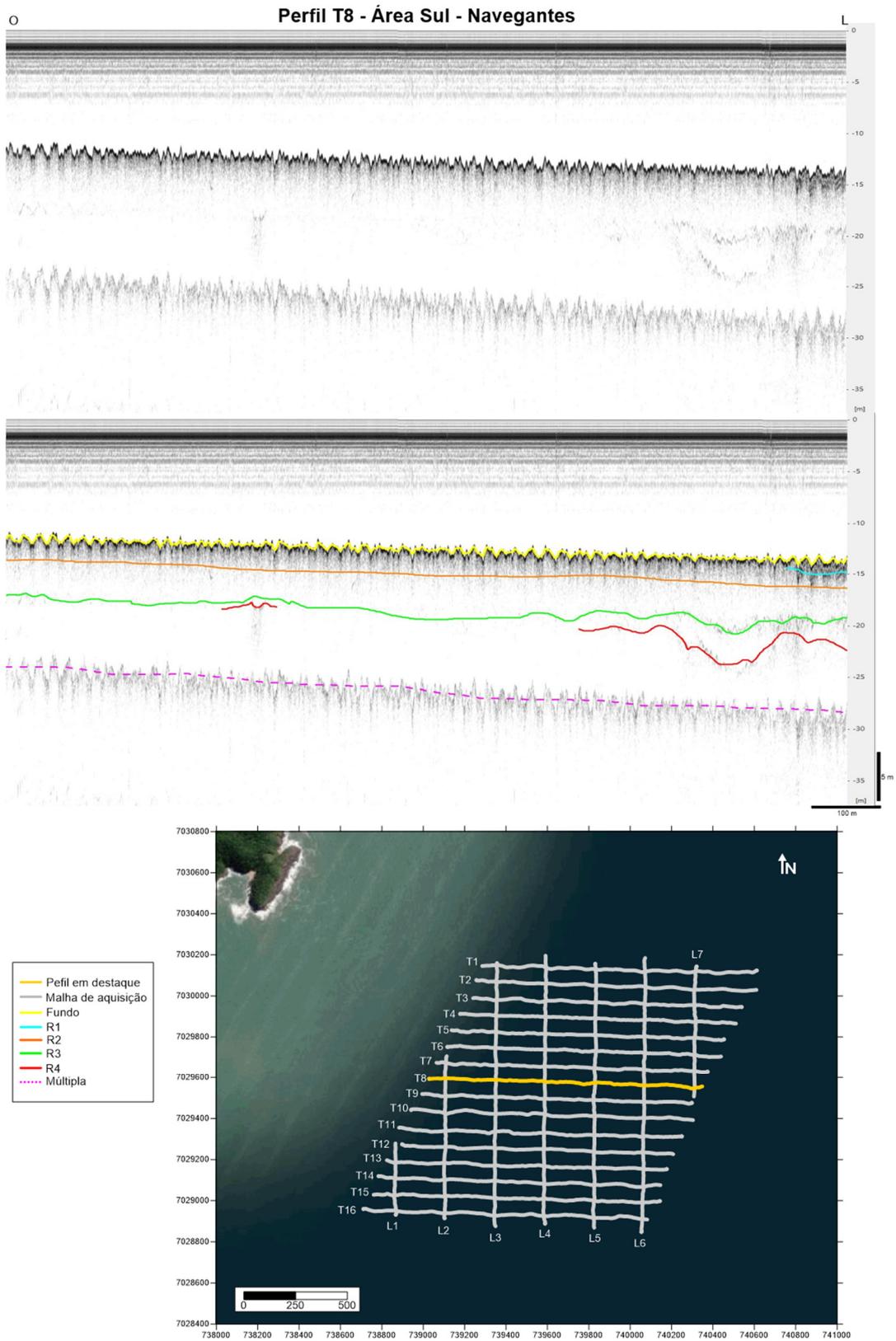


Figura 66: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes.

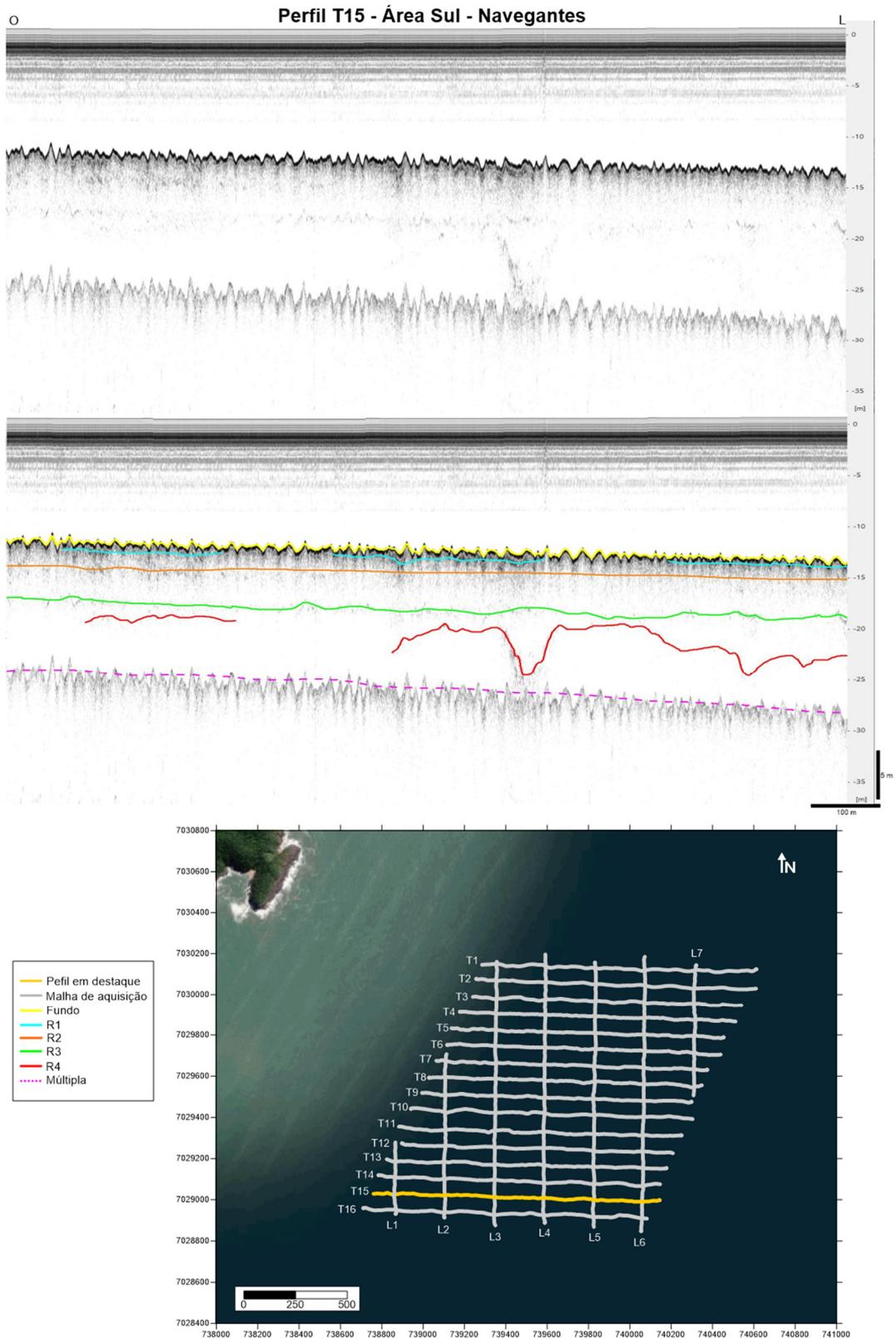


Figura 67: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes.

Os mapas de profundidades dos refletores sísmicos interpretados estão apresentados da Figura 72 a Figura 79, com profundidades referenciadas ao NR-DHN e em metros abaixo do fundo marinho.

O R1 concentra-se na parte nordeste da área do levantamento e com menos continuidade na área sul do levantamento. O mapa com sua superfície interpolada está apresentado na Figura 72. As profundidades referenciadas ao NR-DHN apresentam valores entre -12,45 m e -15,5 m e média de -14,2 m, com as maiores profundidades observadas na região leste. Sua profundidade abaixo do fundo marinho (Figura 73), varia de -0,59 m a 1,88 m, com média de 1,15 m, com as maiores profundidades em relação ao fundo observadas a noroeste da área.

Como o refletor R2 apresentou ótima continuidade lateral e foi identificado em toda a área do levantamento, foi possível criar uma superfície interpolada com suas profundidades. Na Figura 74, as profundidades do R2 referenciadas ao NR-DHN indicam uma profundidade média de -15,08 m, máxima de -17,04 m e mínima de -13,44 m, com as maiores profundidades encontradas na região leste. O R2 apresenta profundidade abaixo do fundo (Figura 75) com média de -2,51 m, máxima de -3,58 m e mínima de -1,71 m. As áreas em que ele está mais próximo do fundo estão localizadas na região sudeste, já as maiores profundidades abaixo do fundo são observadas em direção ao norte da área.

O Refletor R3 também foi identificado em toda a área do levantamento e com ótima continuidade lateral. Na Figura 76, as profundidades do R3 referenciadas ao NR-DHN indicam uma profundidade média de -18,66 m, máxima de -21,82 m e mínima de -16,68 m, com as maiores profundidades encontradas na região leste e as profundidades mínimas ocorrendo mais a oeste. Suas profundidades abaixo do fundo, apresentadas na Figura 77, variam entre -4,96 m e -8,13 m, com média de -6,09 m. Nas regiões leste e central são observadas as maiores profundidades em relação ao fundo.

O Refletor R4 foi identificado em praticamente toda a área do levantamento, com menos continuidade nas regiões sudoeste e central. Com isso, também foi possível criar superfícies interpoladas com suas profundidades. Na Figura 78, as profundidades do R4 referenciadas ao NR-DHN indicam uma profundidade média de -20,86 m, máxima de -25,93 m e mínima de -18,01 m, com as maiores profundidades encontradas na região leste. Já as profundidades mínimas ocorrem principalmente na área centro-oeste. Os dados de profundidade abaixo

do leito marinho (Figura 79) apresentam média de -8,17 m, máxima de -11,97 m e mínima de -5,84 m. O R4 apresenta suas maiores profundidades na região noroeste da área e as menores profundidades em direção ao leste da área do levantamento.

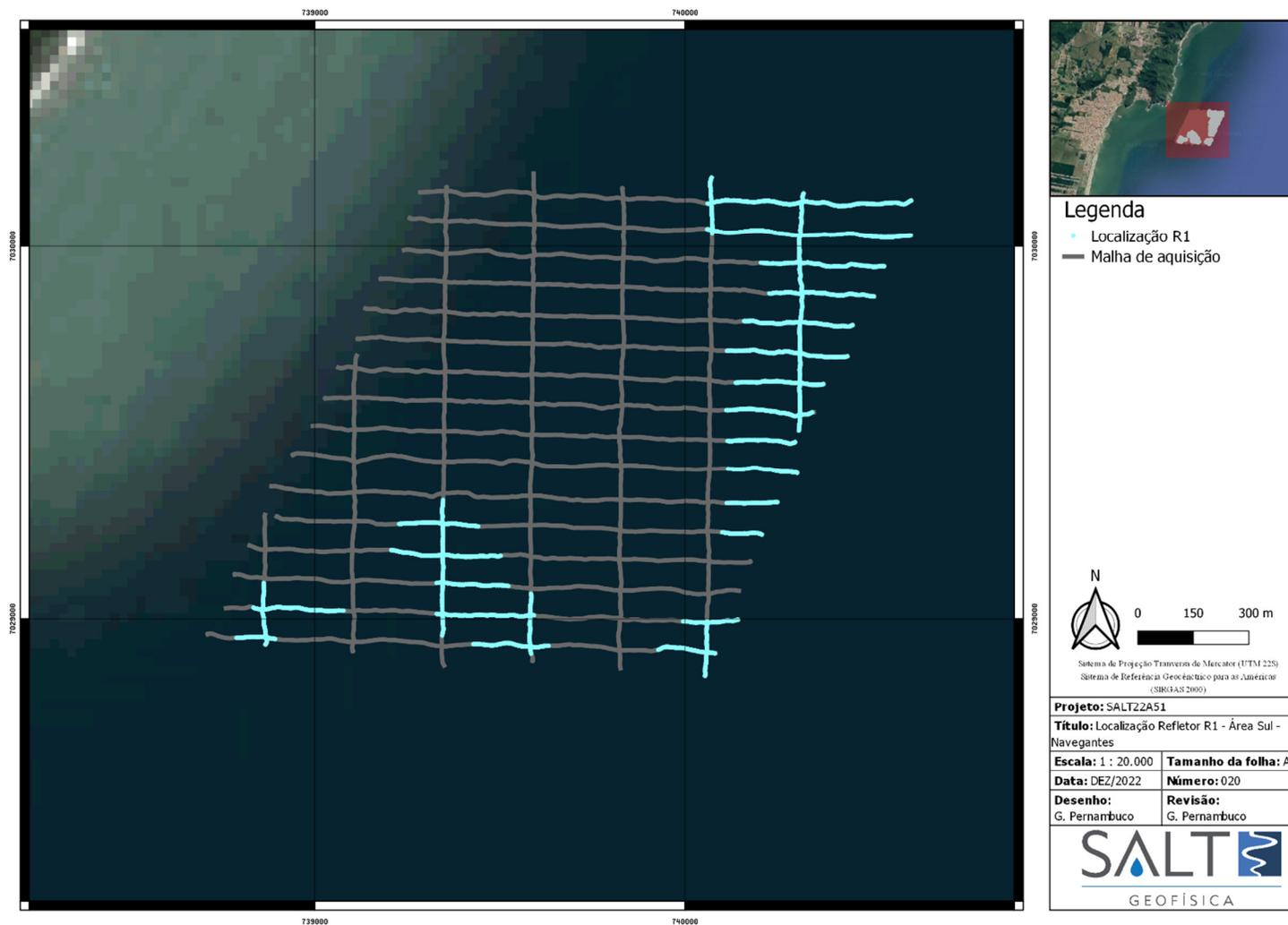


Figura 68: Mapa de localização do refletor sísmico R1.

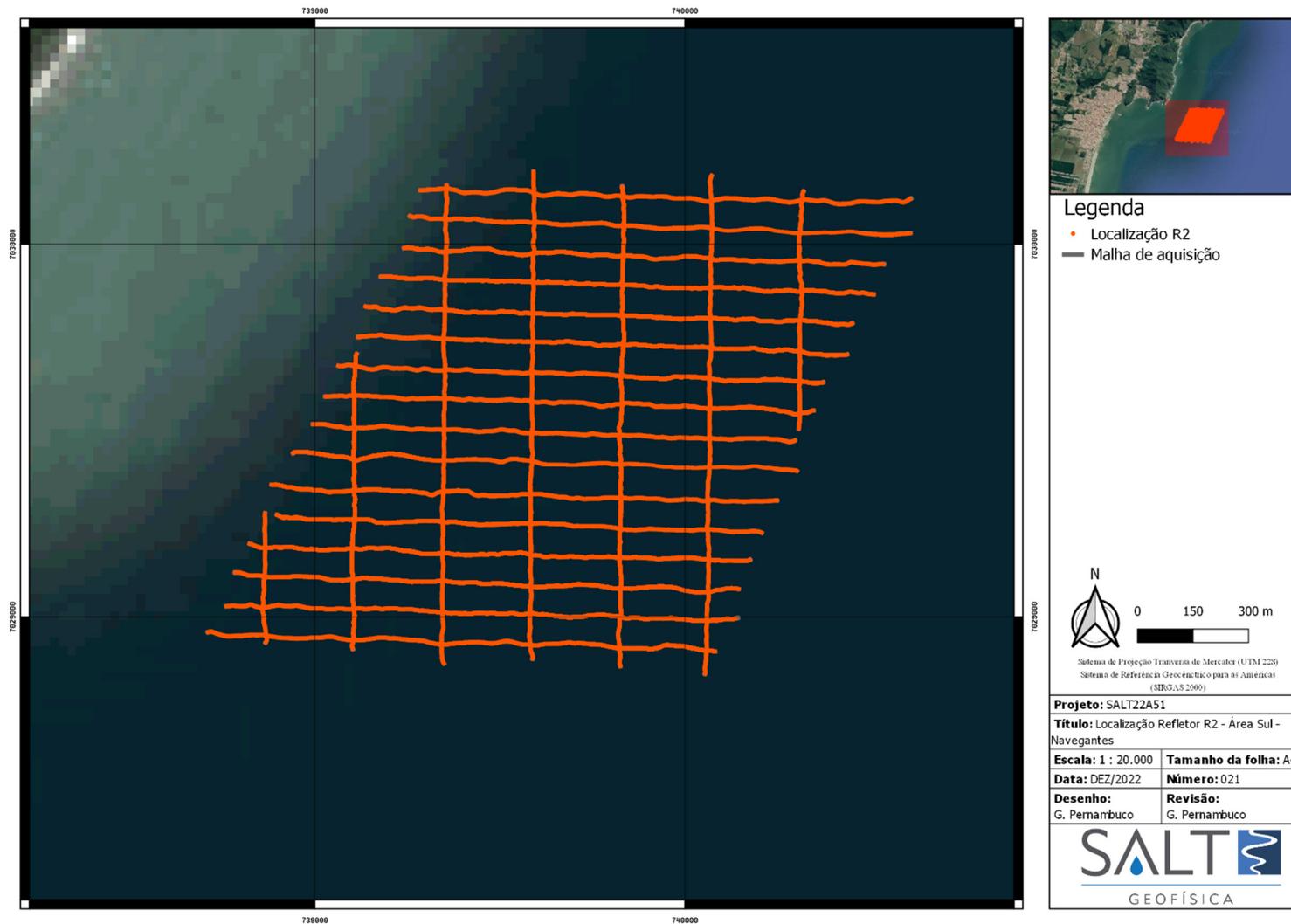


Figura 69: Mapa de localização do refletor sísmico R2.

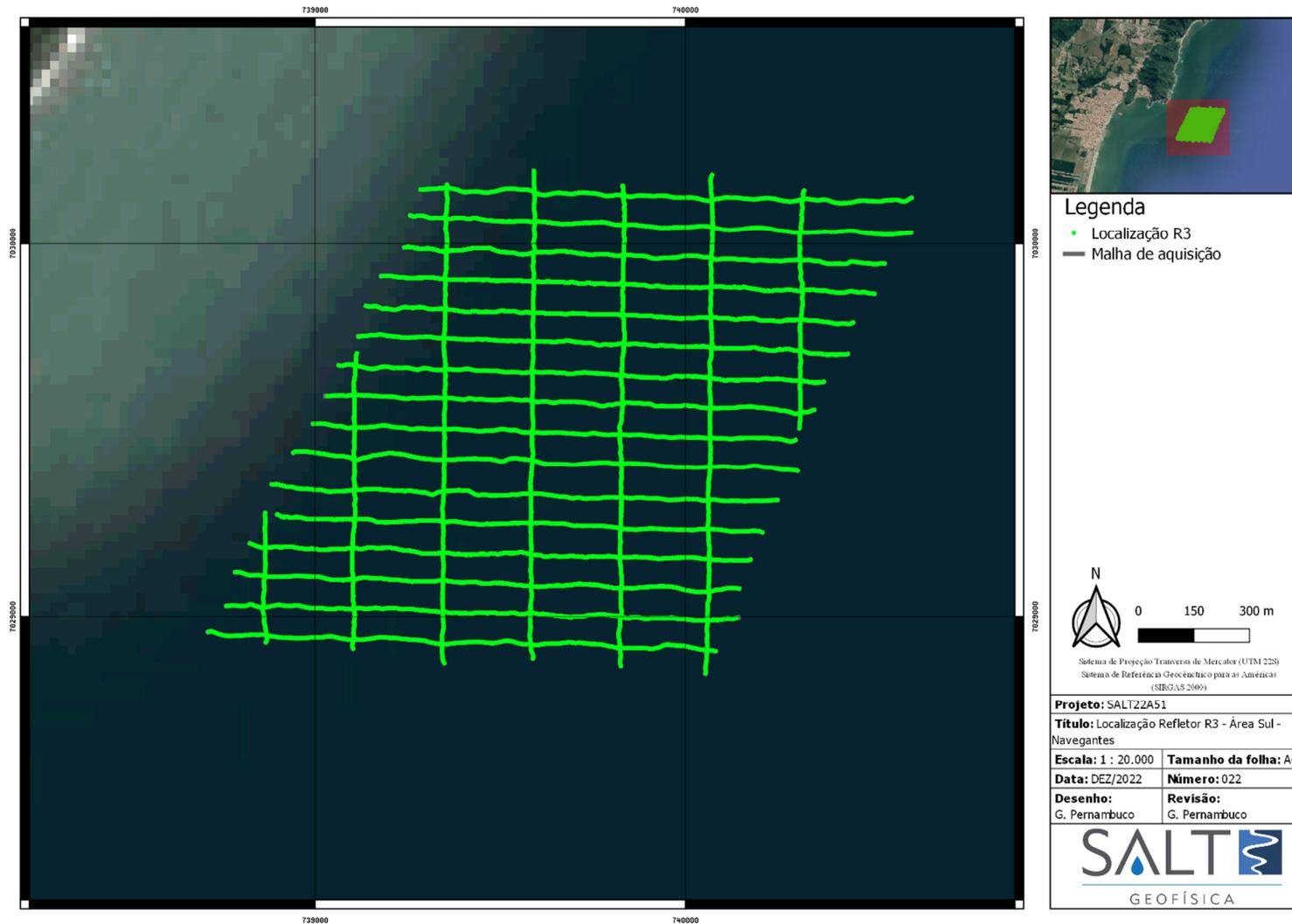


Figura 70: Mapa de localização do refletor sísmico R3



Figura 71: Mapa de localização do refletor sísmico R4.

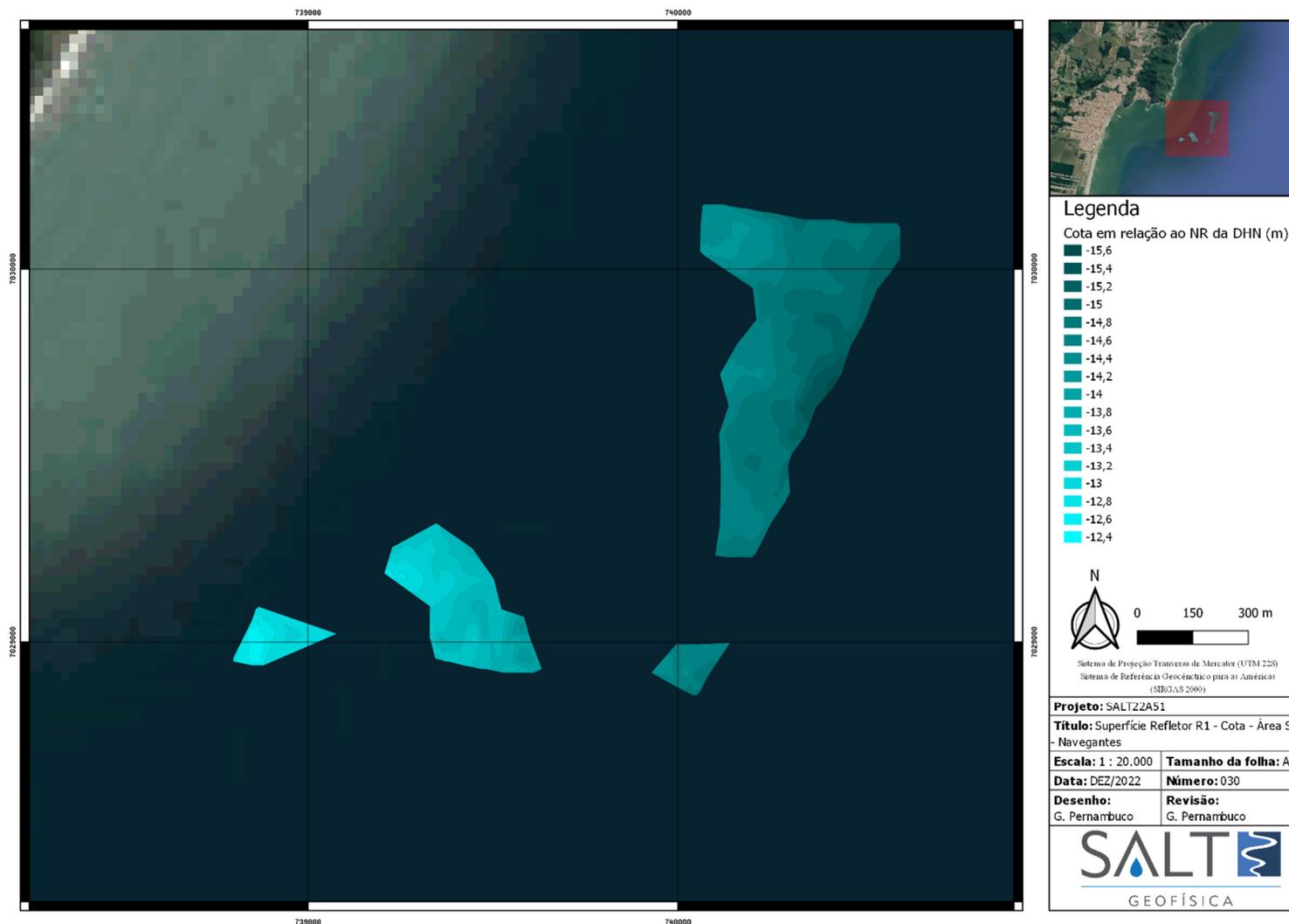


Figura 72: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN.

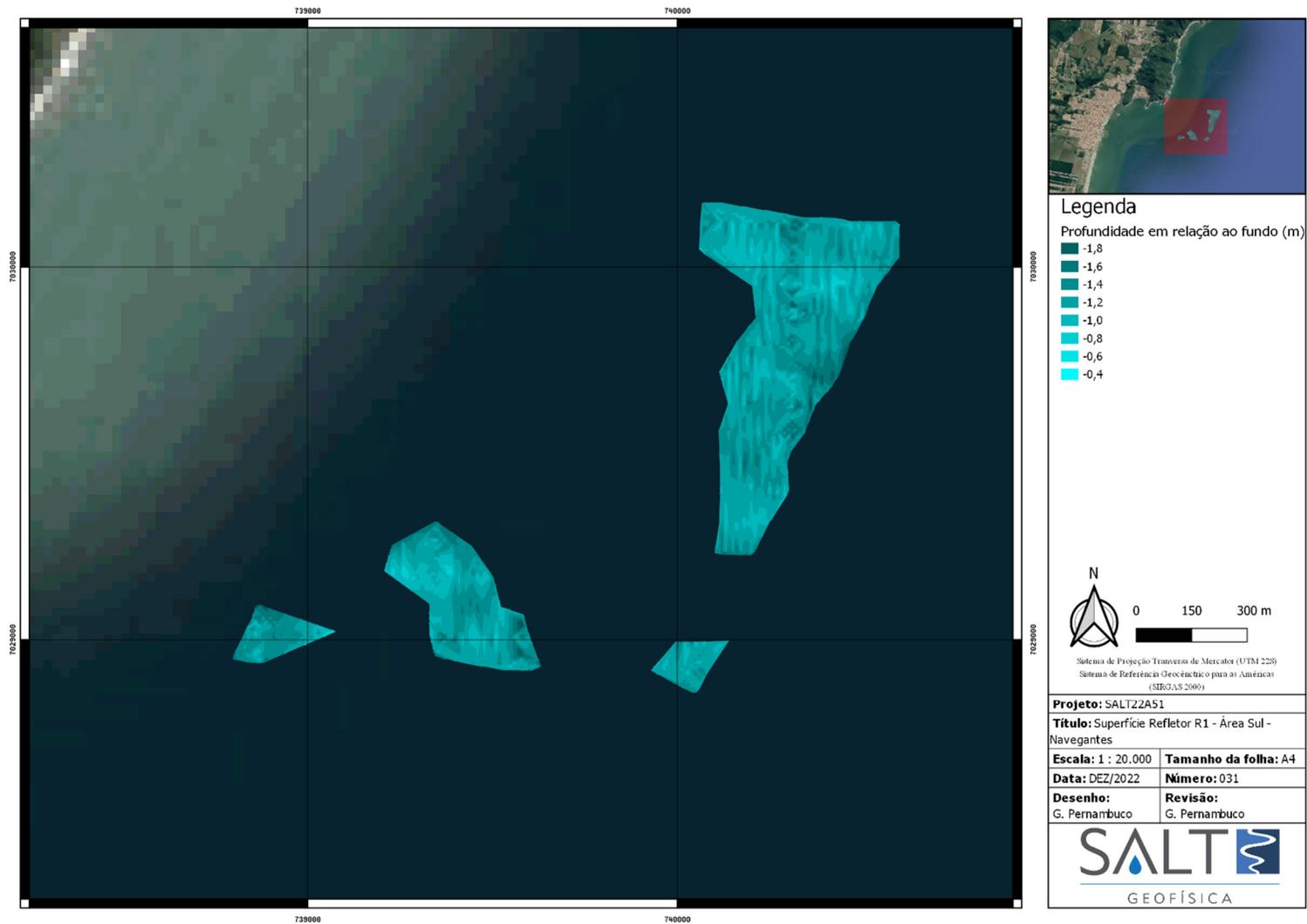


Figura 73: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros abaixo do fundo marinho.

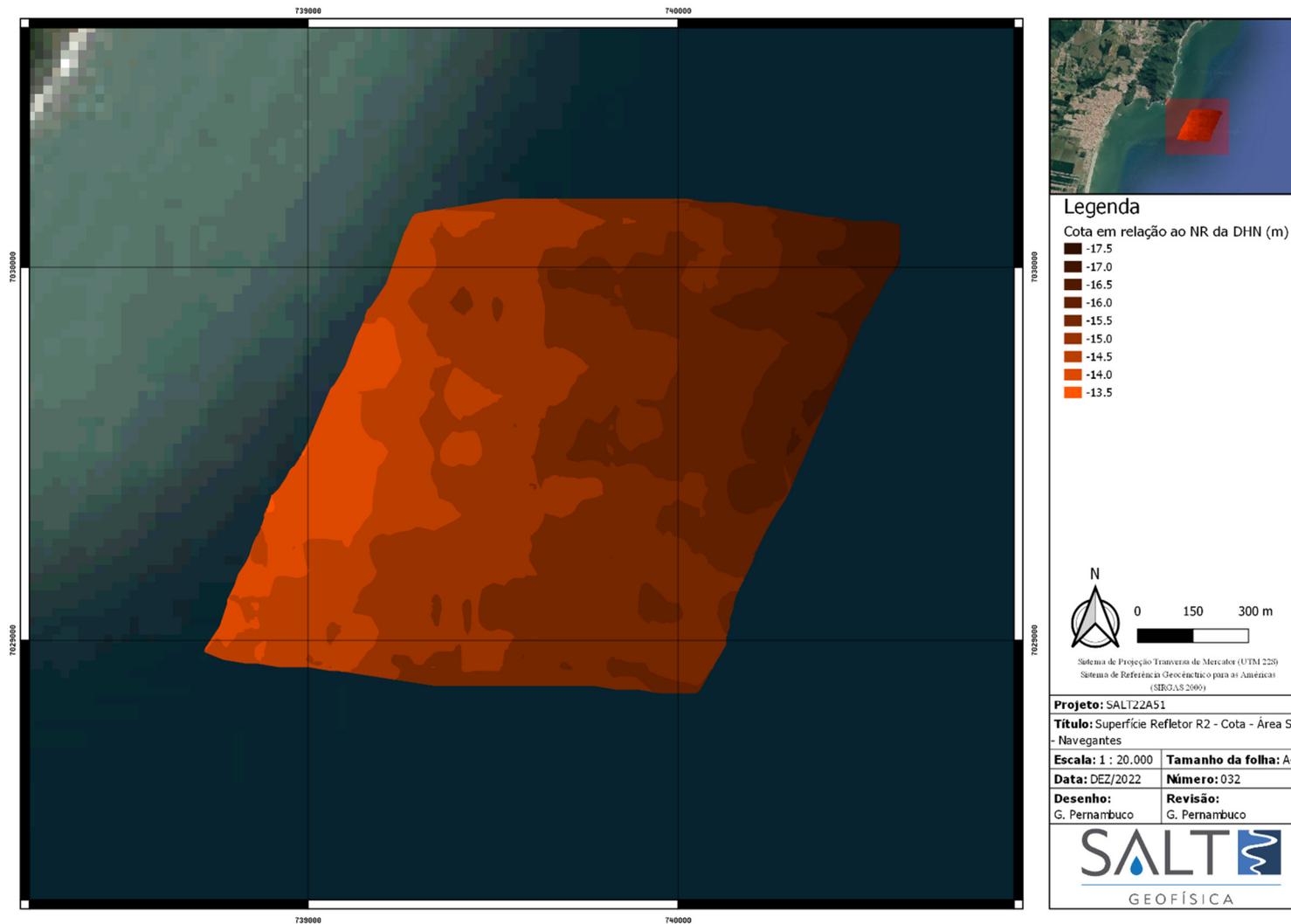


Figura 74: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN.

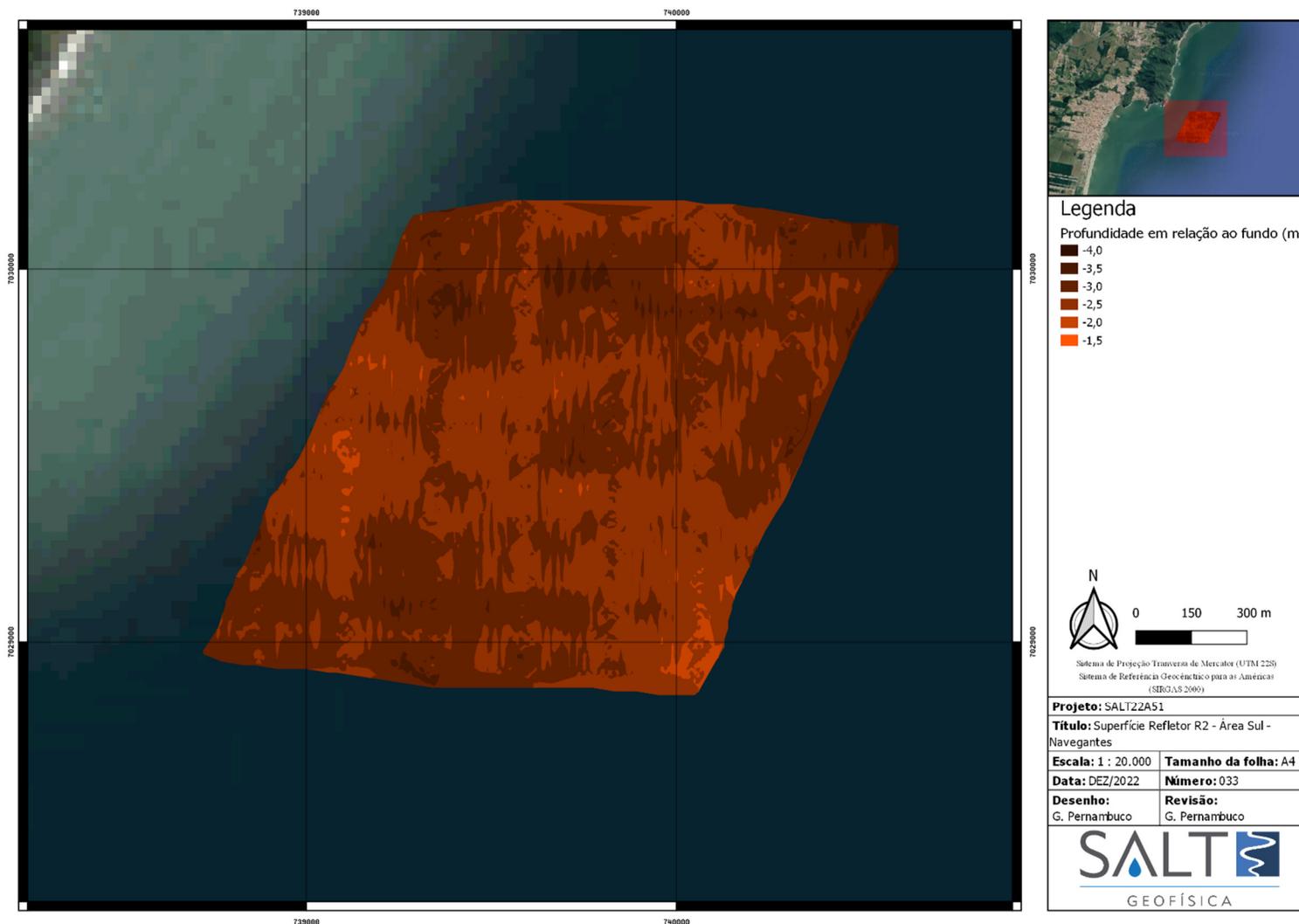


Figura 75: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros abaixo do fundo marinho.

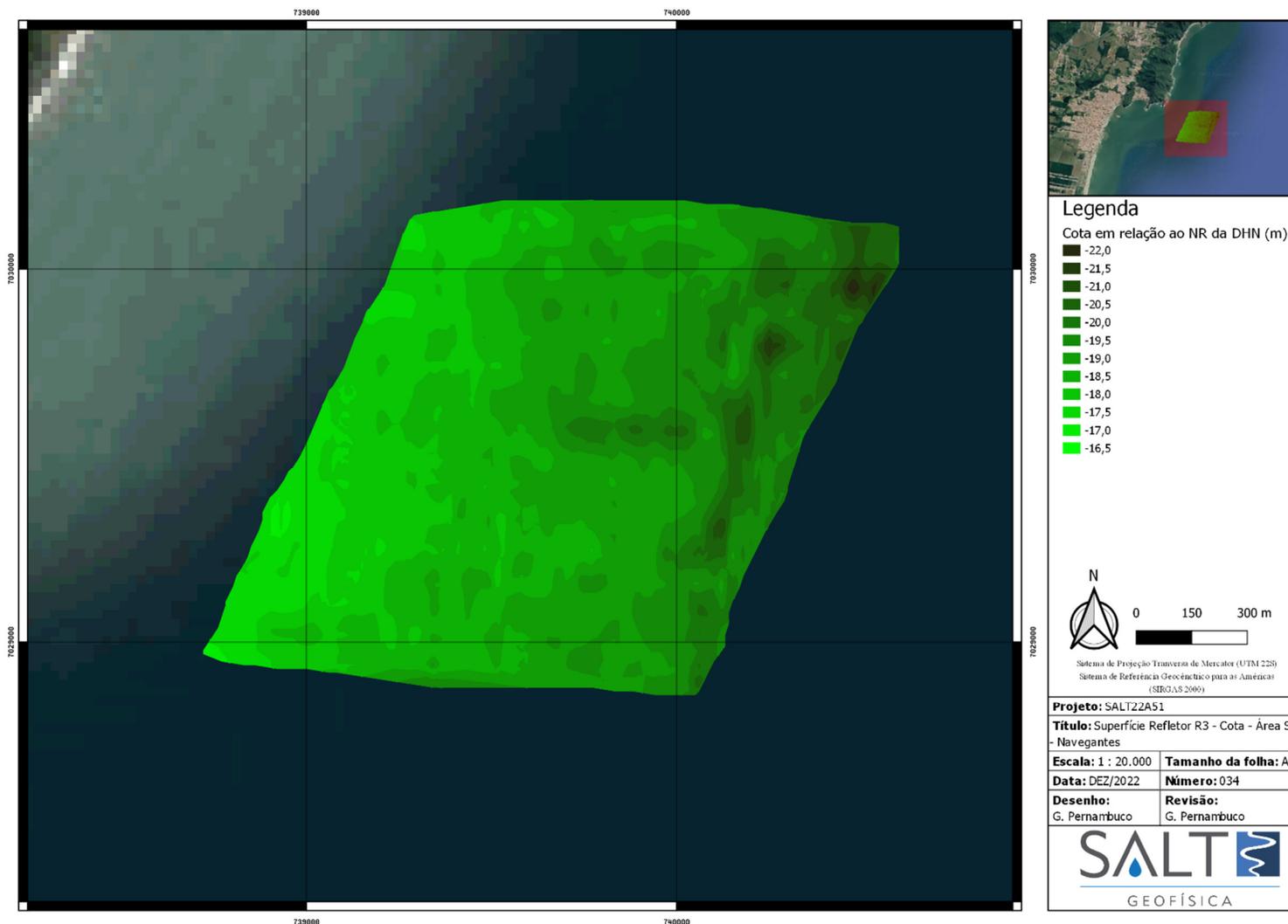


Figura 76: Mapa do refletor sísmico R3 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN.

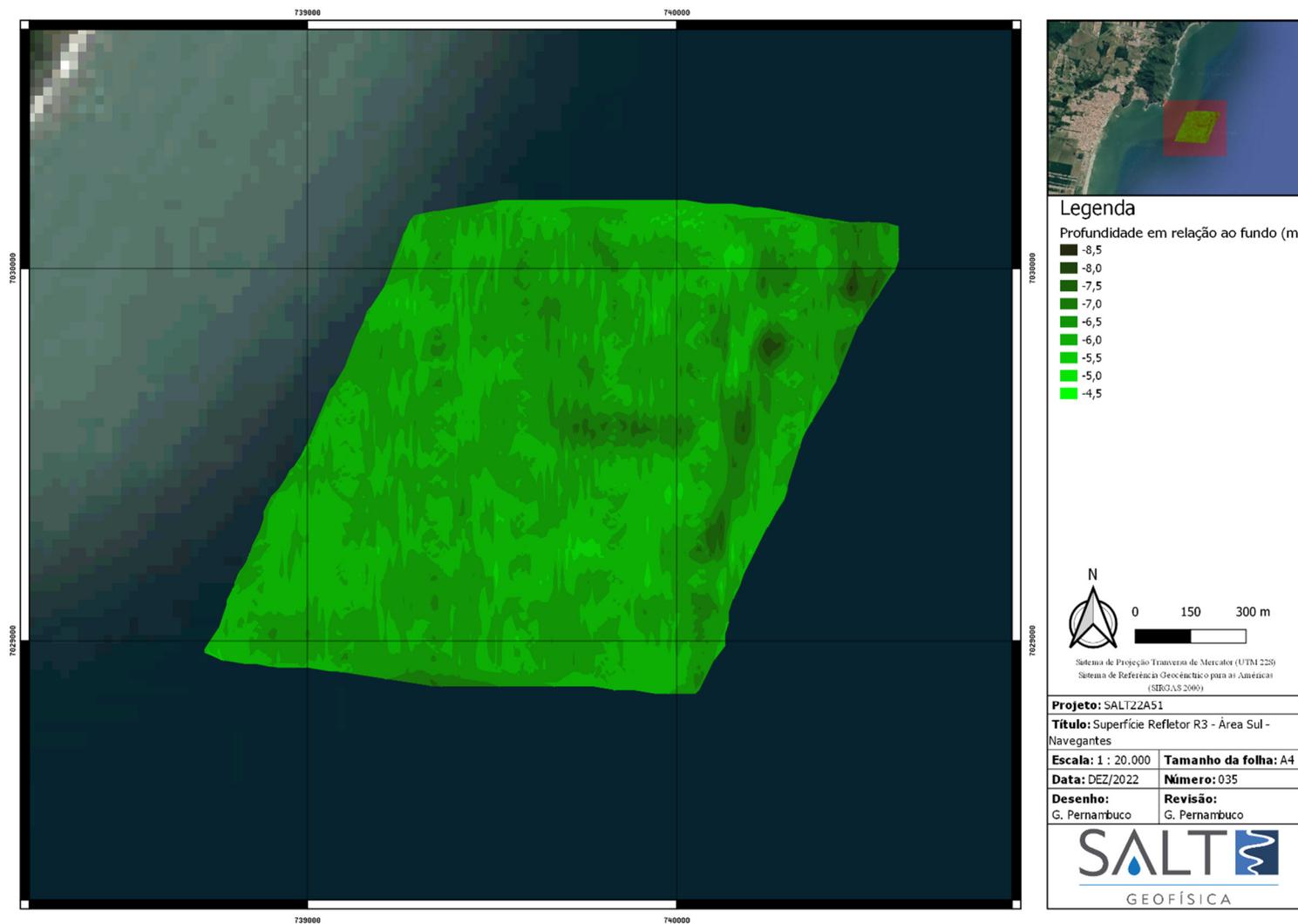


Figura 77: Mapa do refletor sísmico R3 apresentado em metros abaixo do fundo marinho.

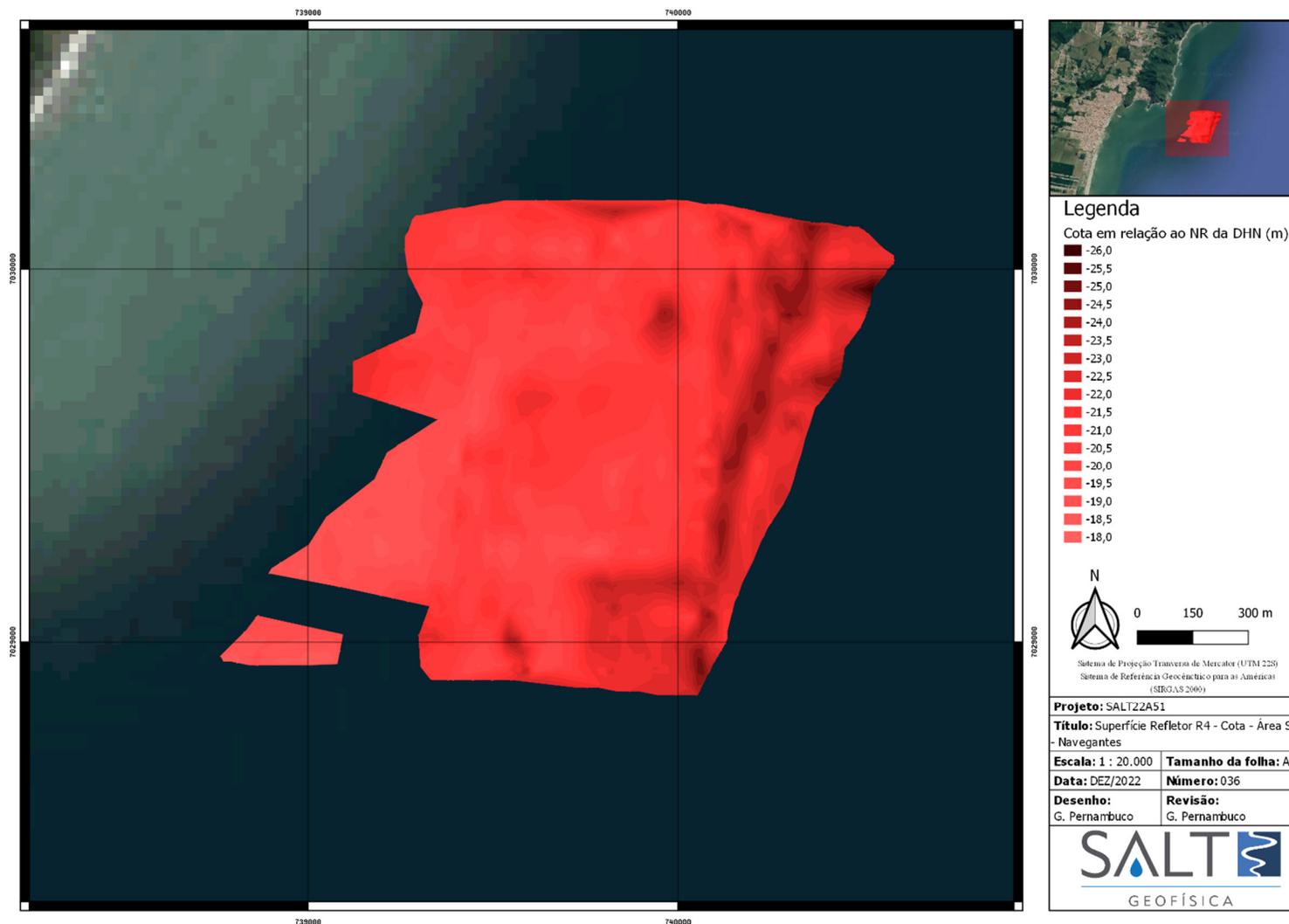


Figura 78: Mapa do refletor sísmico R4 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN.

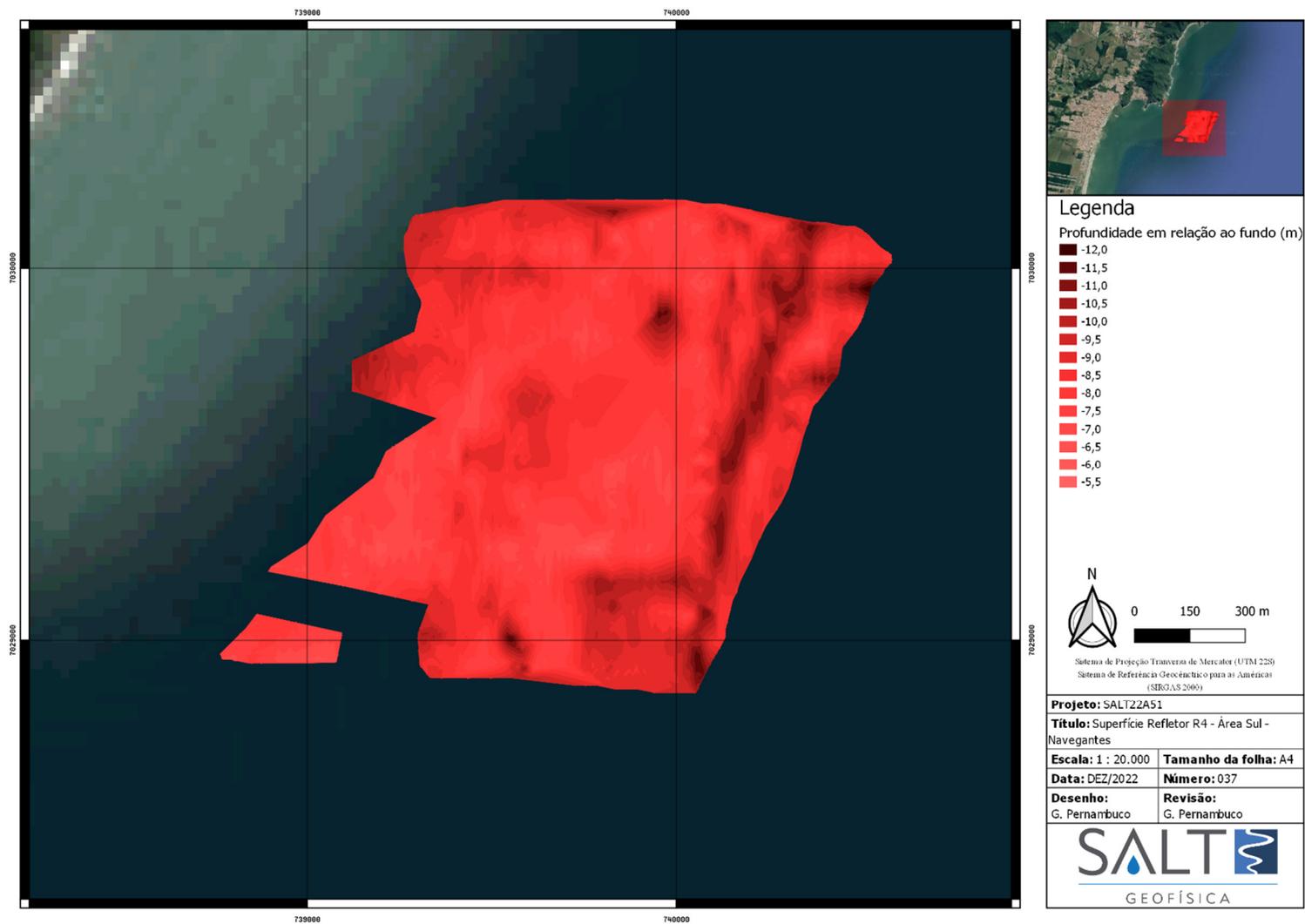


Figura 79: Mapa do refletor sísmico R4 apresentado em metros abaixo do fundo marinho.

4.1.7.2 ÁREA CENTRAL

A perfilagem sísmica na região da Central de Navegantes possibilitou a identificação de 2 refletores sísmicos, além do fundo:

- **REFLETOR 1 (R1):** Identificado em azul escuro. Este refletor apresenta morfologia irregular em relação ao fundo e foi identificado nas regiões nordeste, sudeste e sul da área do levantamento. O R1 marca a primeira reflexão após o leito marinho e, provavelmente, está relacionado a sedimentos arenosos mais finos acima dele, pois onde é identificado, ocorre uma maior penetração do sinal sísmico. Sua profundidade em relação ao fundo varia pouco em toda área do levantamento, mas suas maiores profundidades são encontradas na área norte.
- **REFLETOR 2 (R2):** Identificado em roxo. Refletor identificado em toda área do levantamento e com boa continuidade lateral. Este refletor apresenta morfologia semelhante ao fundo e, provavelmente, indica a presença de sedimentos arenosos mais grossos e compactados em relação ao R1. Suas maiores profundidades em relação ao fundo são observadas na parte sul.
- **FUNDO:** Identificado em amarelo. Representando a interface água/leito marinho.

Nos perfis apresentados também estão identificadas múltiplas, na cor magenta. As múltiplas têm relação com as ondas sísmicas refletindo novamente no horizonte sísmico após a reflexão primária. Com isso, a energia refletida entre os meios com diferente impedância acústica, ao retornar à superfície, é novamente refletida pela superfície da água em direção ao fundo em um processo que se repete até que toda a energia seja dissipada.

Nas Figura 81 à Figura 85 estão apresentadas seções transversais e longitudinais mais representativas dentro da área de estudo, indicando os refletores identificados. Os mapas de localização dos refletores estão apresentados das Figura 86 à Figura 87.

A característica sedimentar da área de interesse permitiu a penetração máxima do sinal de aproximadamente 3 m a partir do leito marinho (profundidade do refletor R2). Dada esta pouca penetração e as características das reflexões, é bastante provável que o fundo seja composto por sedimentos arenosos e com maior granulometria.

É possível observar, nos perfis destacados, que os refletores R1 e R2 não possuem grande amplitude, indicando uma transição entre camadas semelhantes, formadas pelo mesmo tipo de sedimento, neste caso areia, com diferentes graus de compactação, teor de água ou diferentes granulometrias. O R1 está provavelmente associado a sedimentos arenosos mais finos, pois onde é identificado observa-se maior penetração do sinal sísmico. Essa maior penetração pode ser determinada pelos tons de cinza mais escuros nos perfis, como nos Perfis L2 e L5 (Figura 81 e Figura 82). O R2 está associado a sedimentos com provável maior granulometria e compactação em relação ao R1. Como pode ser observado no perfis em destaque, a morfologia do R2 varia pouco.

Pelas características dos refletores, suas localizações e diferenças na penetração do sinal sísmico, pode-se dividir a área do levantamento em três, conforme apresentado na Figura 80, abaixo. As áreas 2 e 3 apresentam as mesmas características, identificadas pela maior penetração do sinal sísmico e presença do R1, indicando a provável presença de material mais fino entre o fundo e o R1.

Na Área 1, localizada na parte leste e central, o R1 não foi identificado e a penetração do sinal sísmico foi menor, indicando presença de sedimentos de maior granulometria e compactação. Esta menor penetração do sinal sísmico, representada por tons de cinza mais claro, é bem representada na Figura 84 com o Perfil T7.

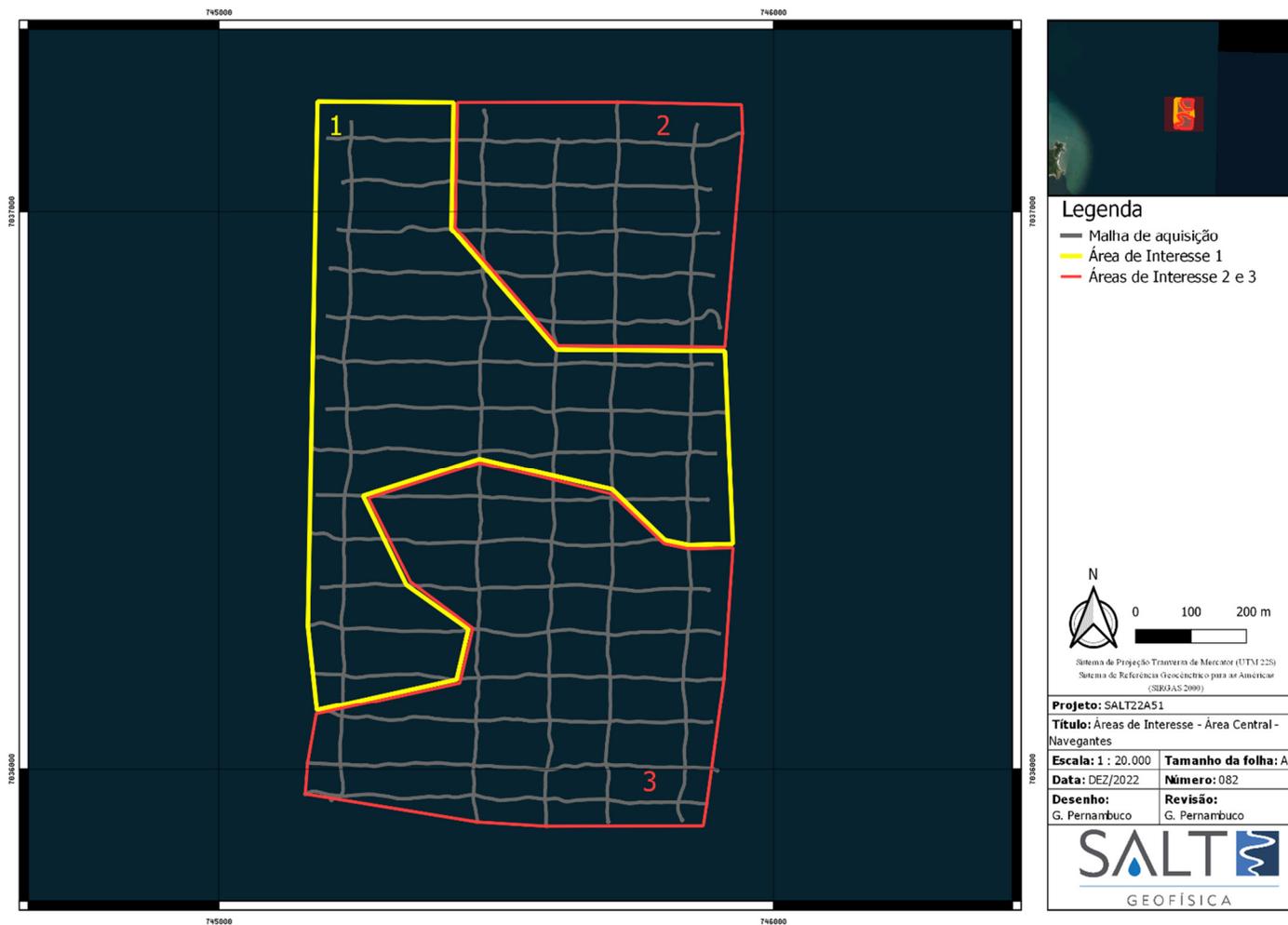


Figura 80: Área do levantamento dividida em áreas 1, 2 e 3.

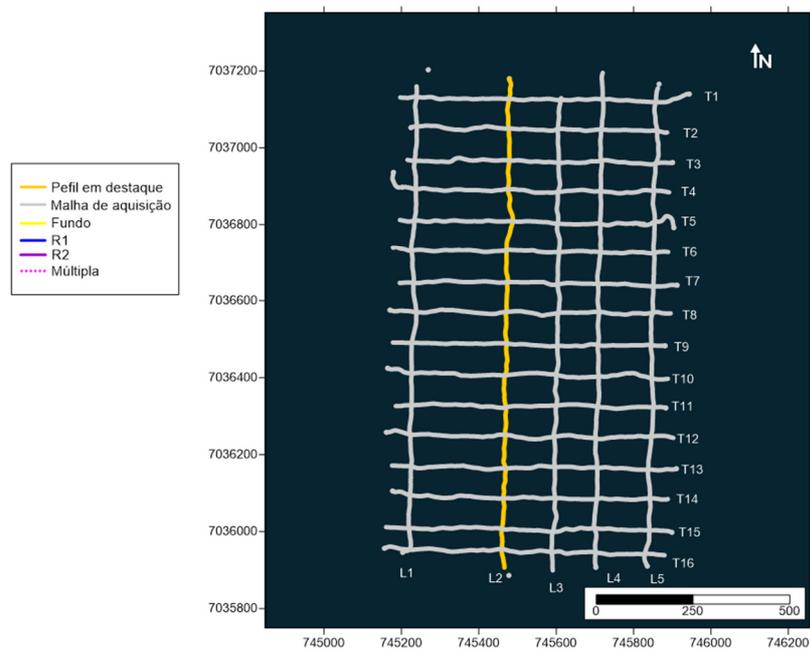
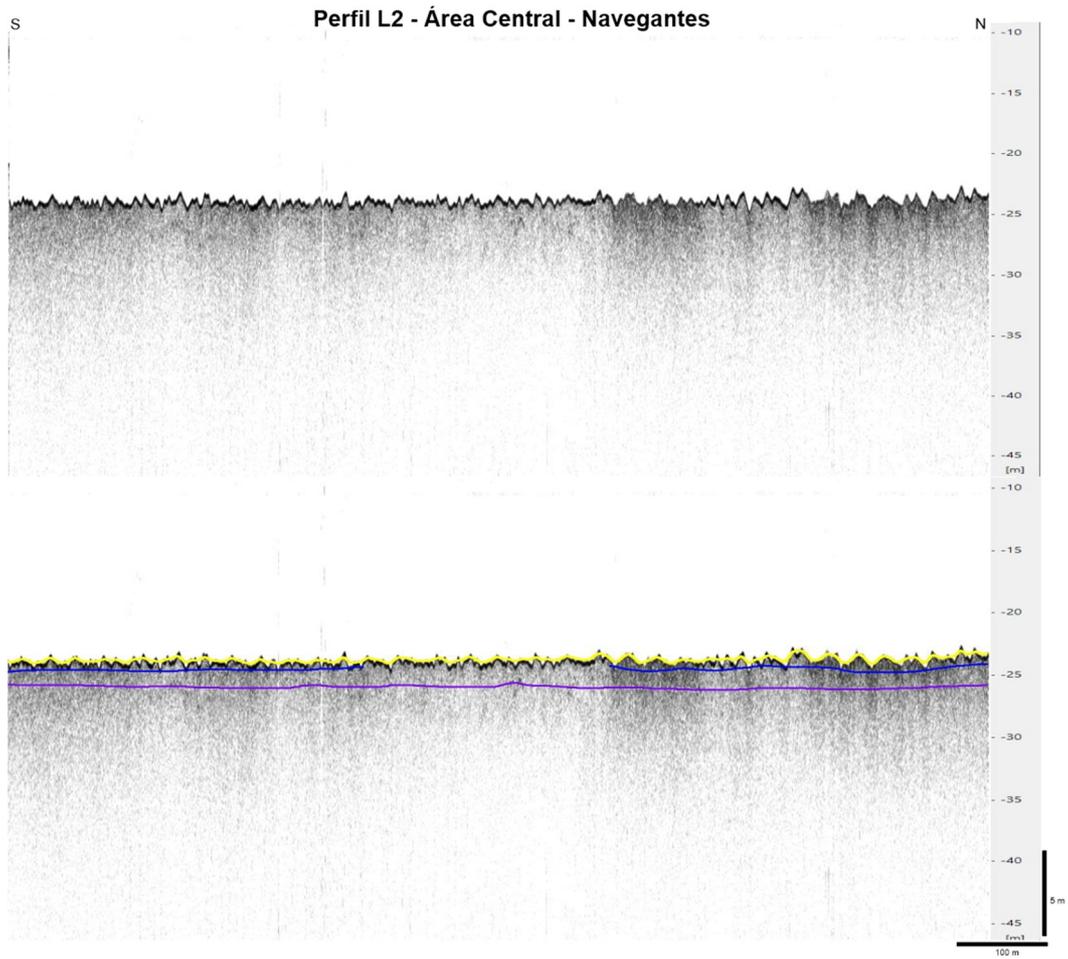


Figura 81: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes.

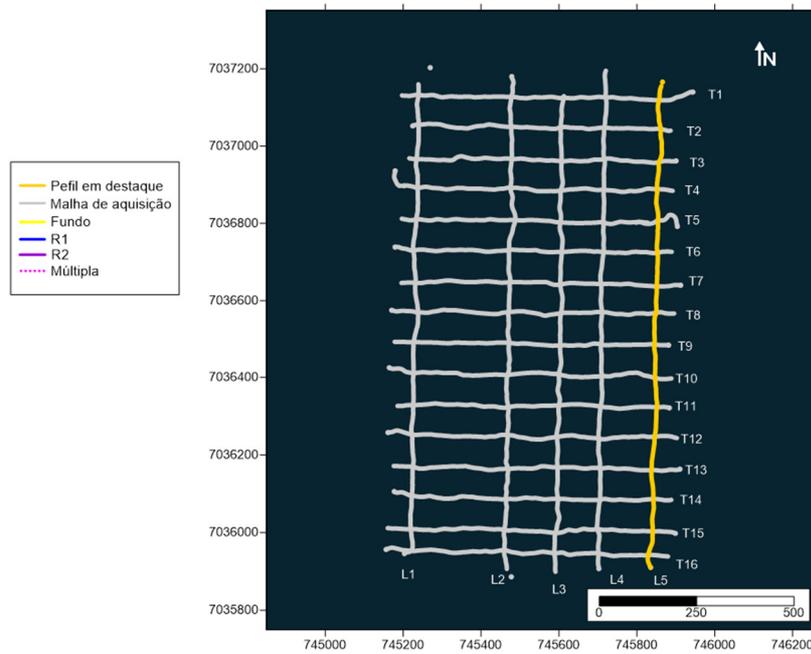
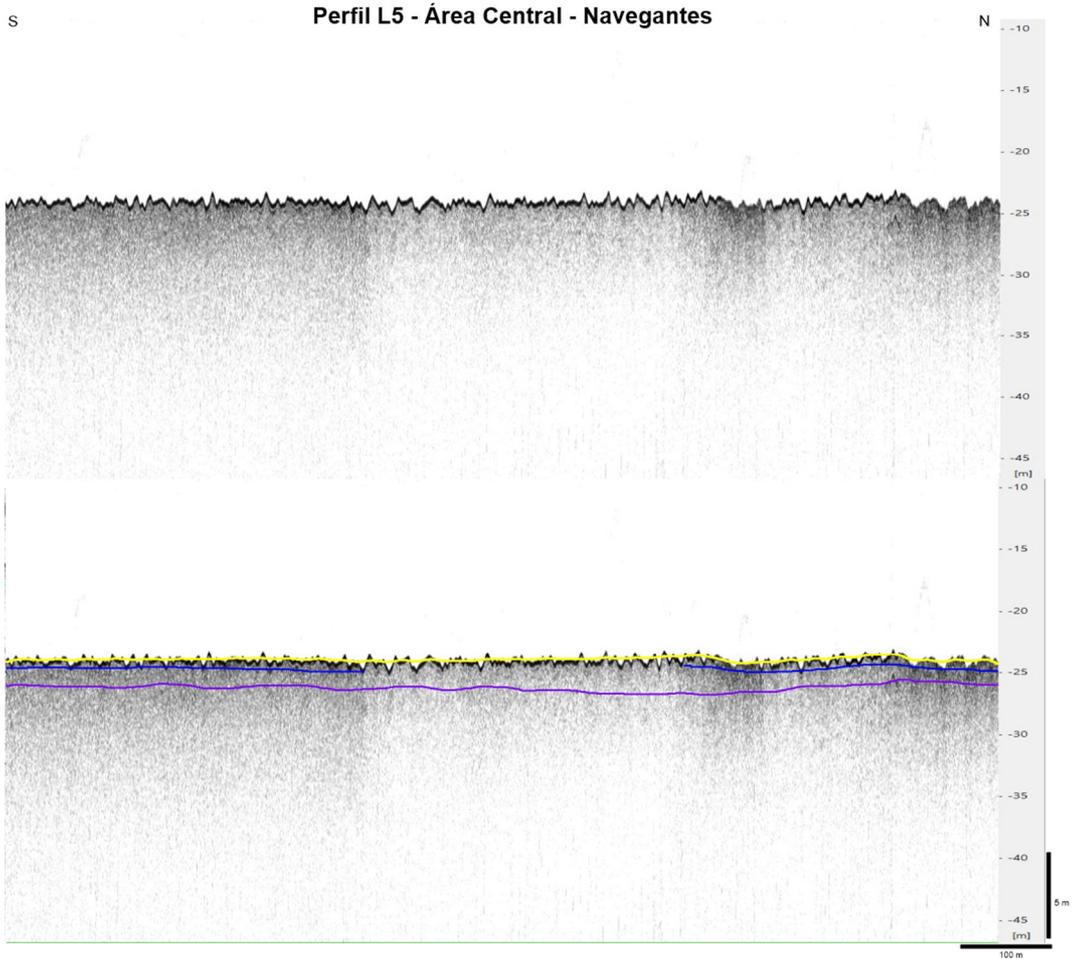


Figura 82: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes.

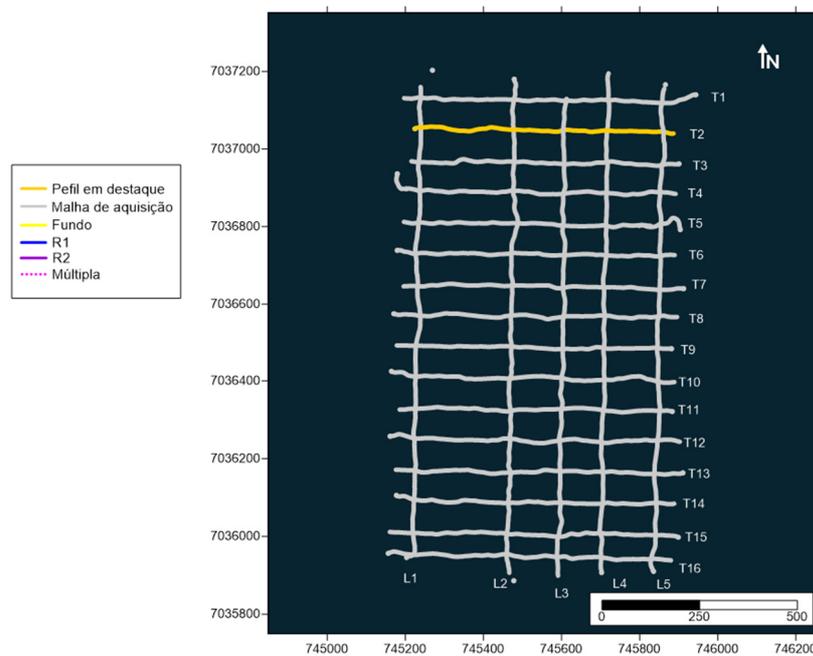
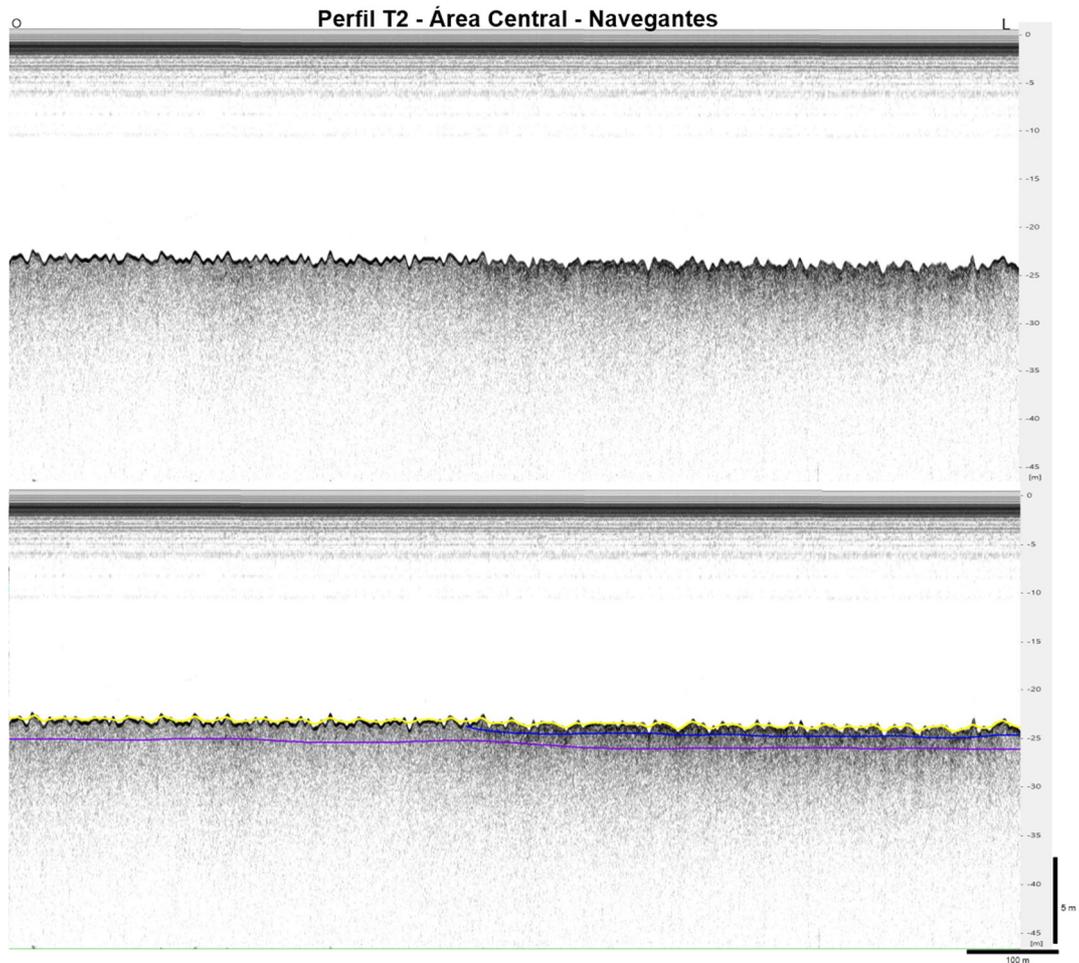


Figura 83: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes.

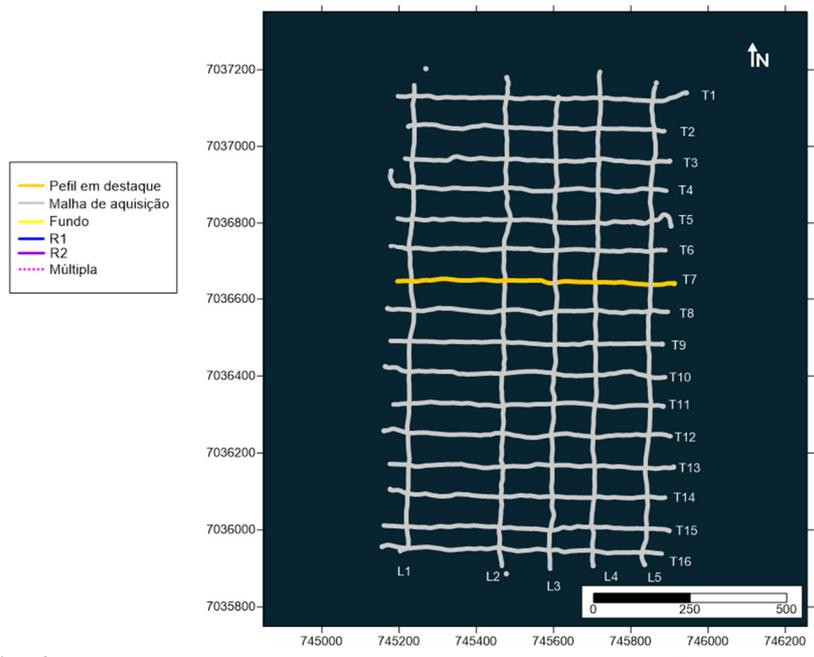
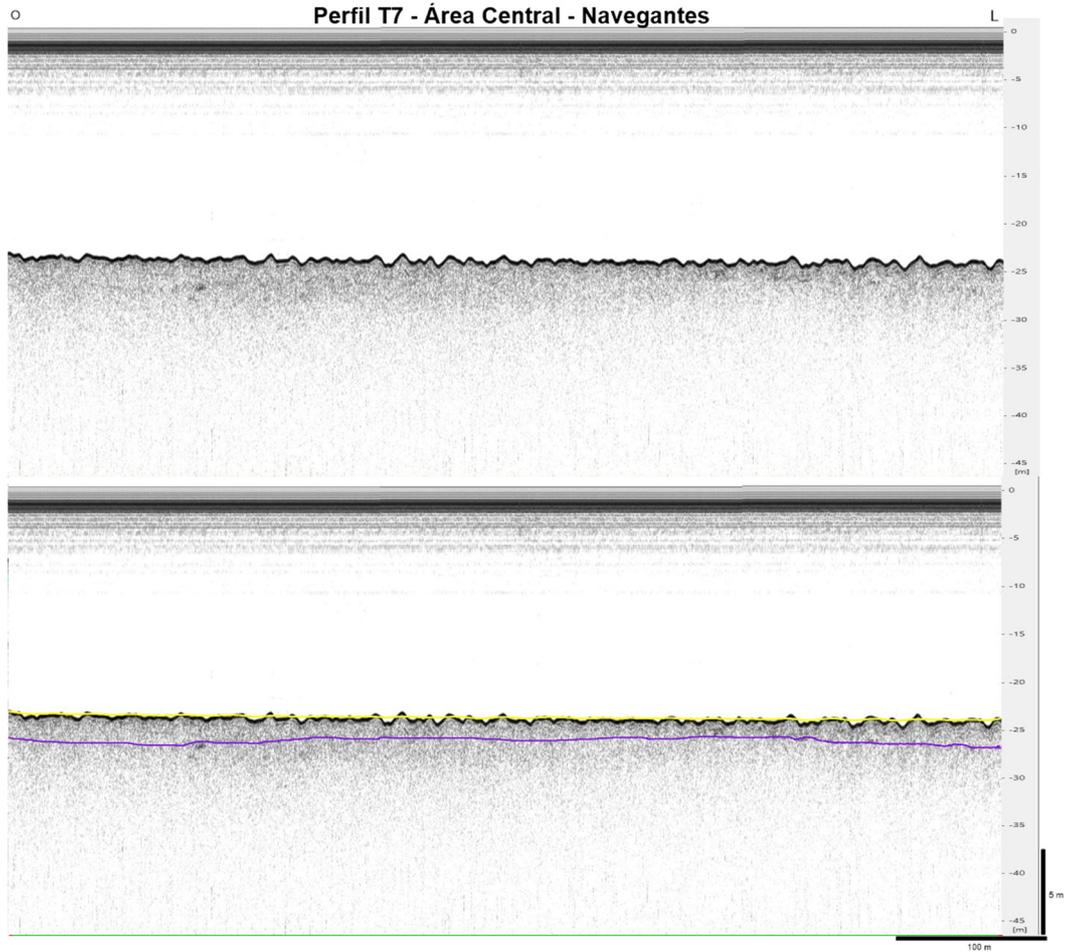


Figura 84: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes.

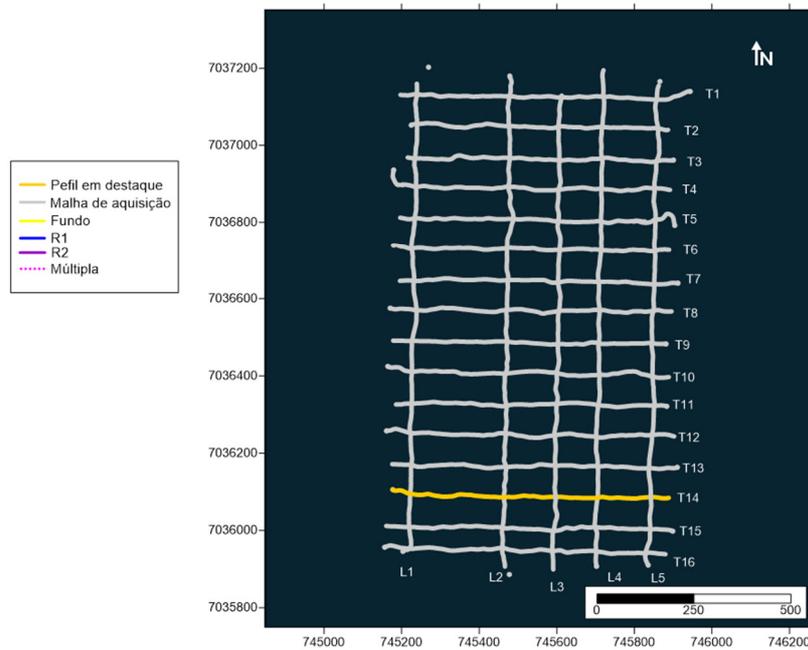
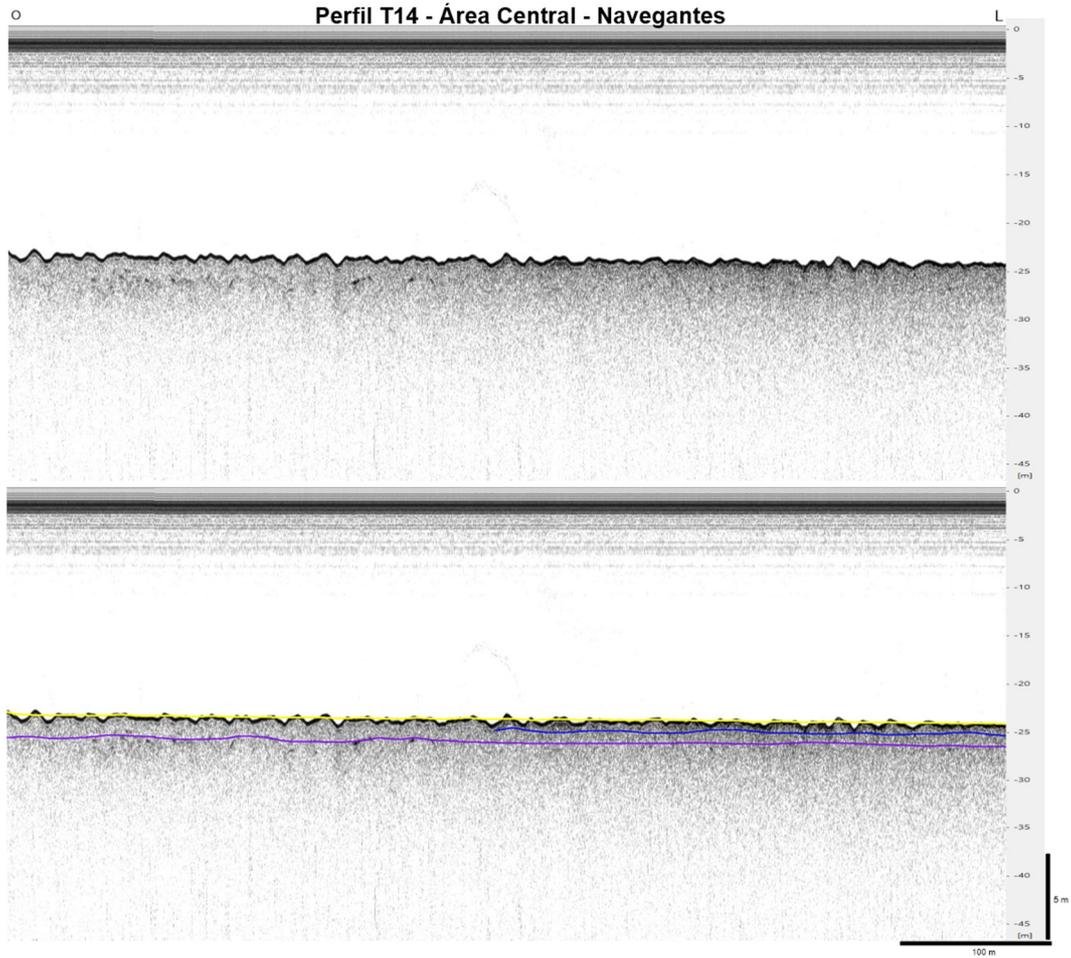


Figura 85: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes.

Os mapas de profundidades dos refletores sísmicos interpretados estão apresentados da Figura 88 a Figura 91, tanto a profundidade referenciada ao NR-DHN, como a profundidade em metros abaixo do fundo marinho

O Refletor R1 concentra-se nas regiões nordeste e sudeste da área do levantamento, onde apresenta boa continuidade lateral, sendo possível a criação de superfícies interpoladas com suas profundidades. Na Figura 88, as profundidades do R1 referenciadas ao NR-DHN indicam uma profundidade média de -24,81 m, máxima de -25,58 m e mínima de -24,03 m, com a maiores profundidades encontradas em direção ao leste. O mapa com sua superfície interpolada apresentado na Figura 89, com profundidades abaixo do fundo marinho, apresentam média de -1,09 m, máxima de -1,94 m e mínima de -0,63 m. O R1, de forma geral, encontra-se próximo do fundo por toda área onde foi identificado, com as maiores profundidades localizadas na região norte.

Como o refletor R2 apresentou ótima continuidade lateral e foi identificado em toda a área do levantamento. Foi possível criar uma superfície interpolada com suas profundidades. Na Figura 90, as profundidades do R2 referenciadas ao NR-DHN indicam uma profundidade média de -25,94 m e pequena variação, com máxima de -26,91 m e mínima de -25,09 m, com a maiores profundidades encontradas na região leste e as profundidades mínimas ocorrendo mais ao noroeste. As profundidades do R2 em relação ao fundo marinho também apresentam pouca variação. Na Figura 91 a superfície interpolada mostra profundidades de -1,52 m a 3,01 m, com média de -2,32 m. As maiores profundidades são observadas ao sul da área do levantamento.

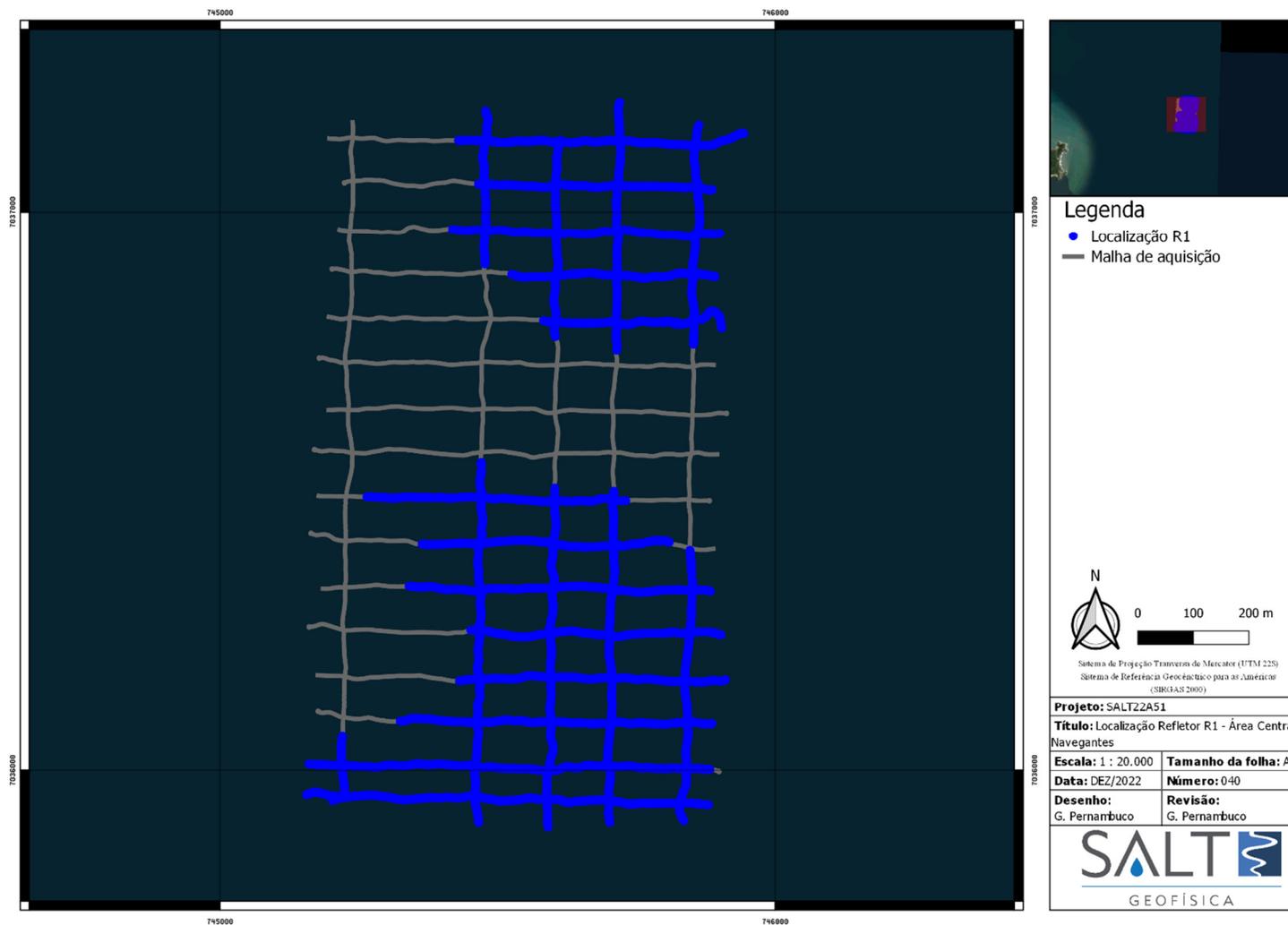


Figura 86: Mapa de localização do refletor sísmico R1.

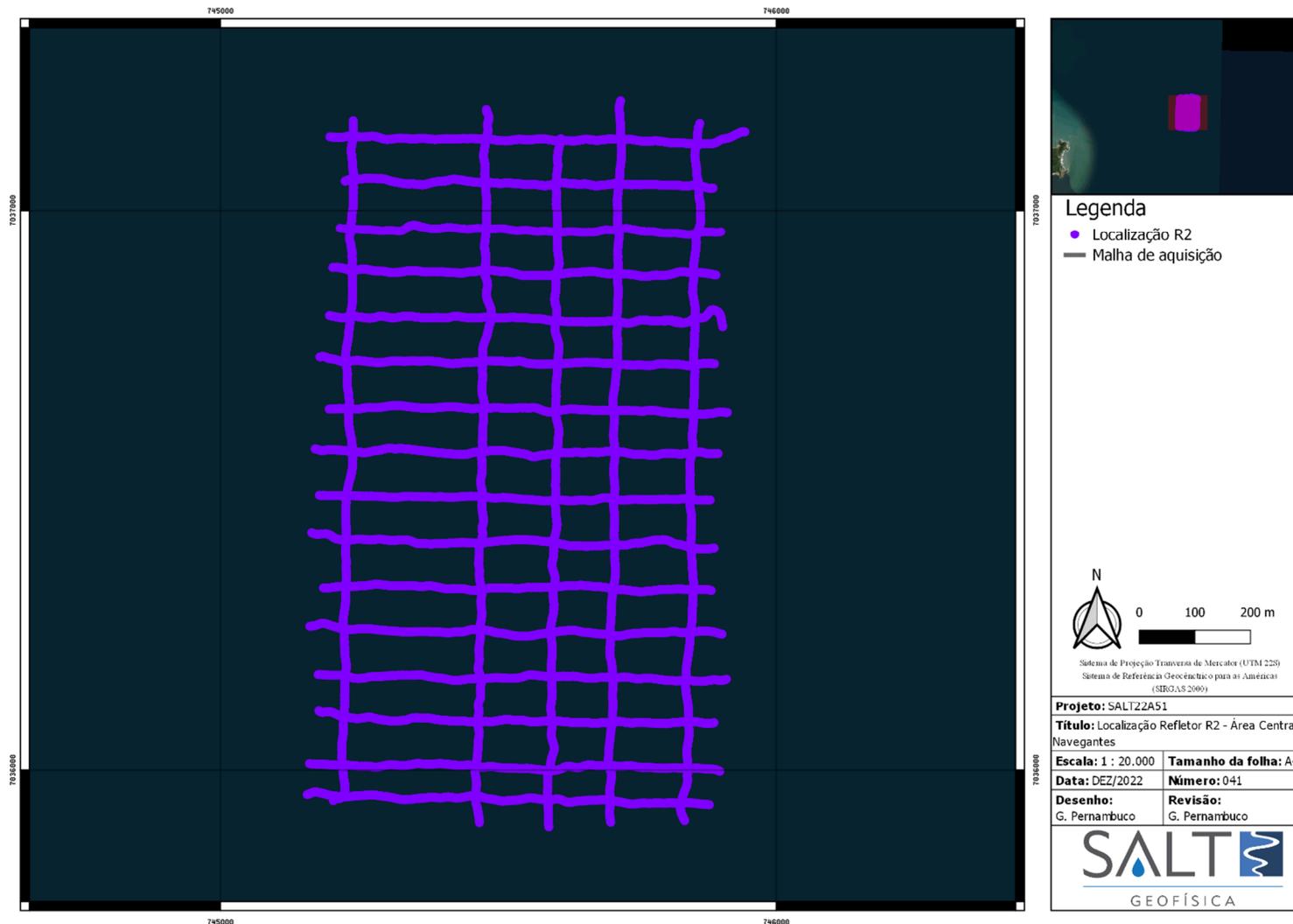


Figura 87: Mapa de localização do refletor sísmico R2

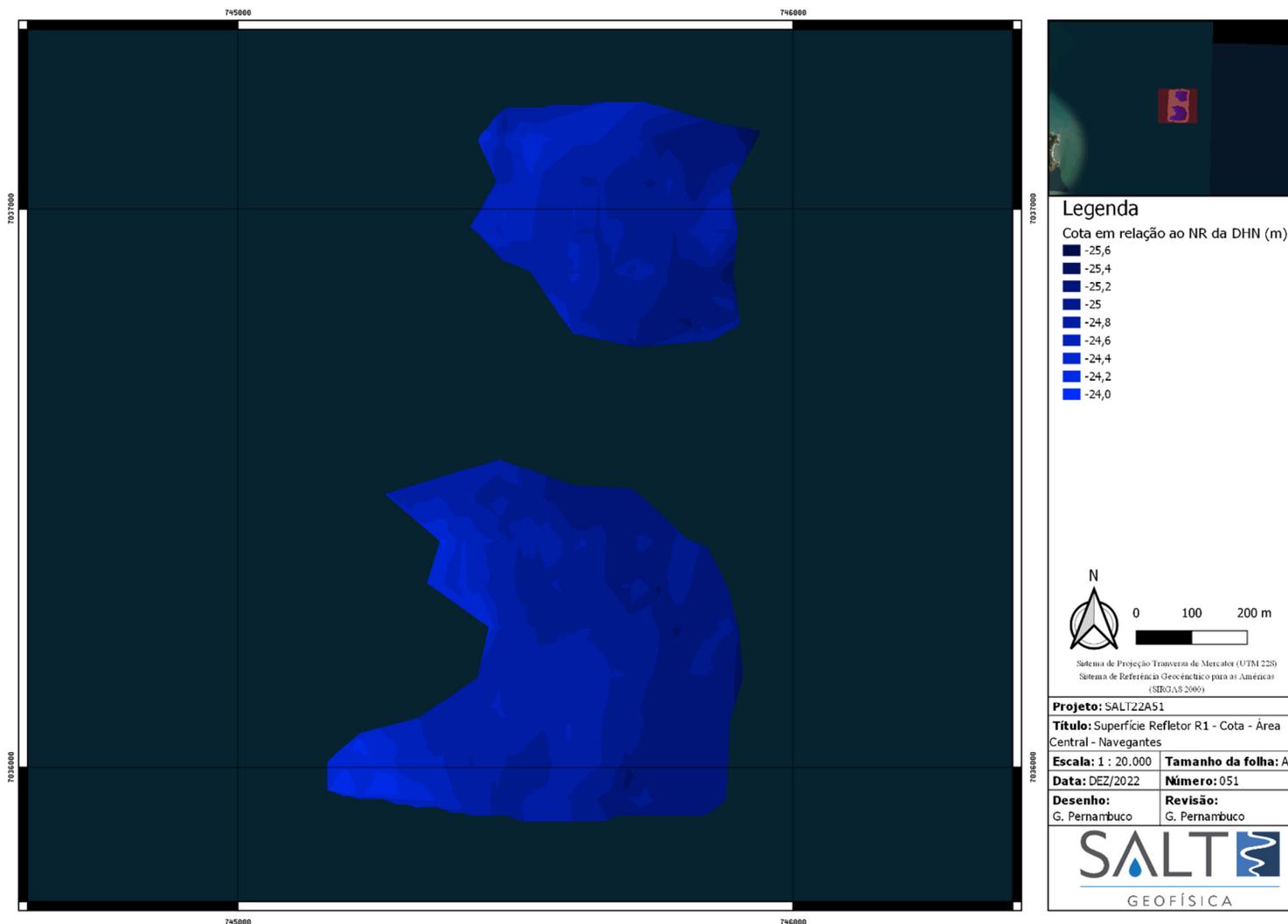


Figura 88: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN.

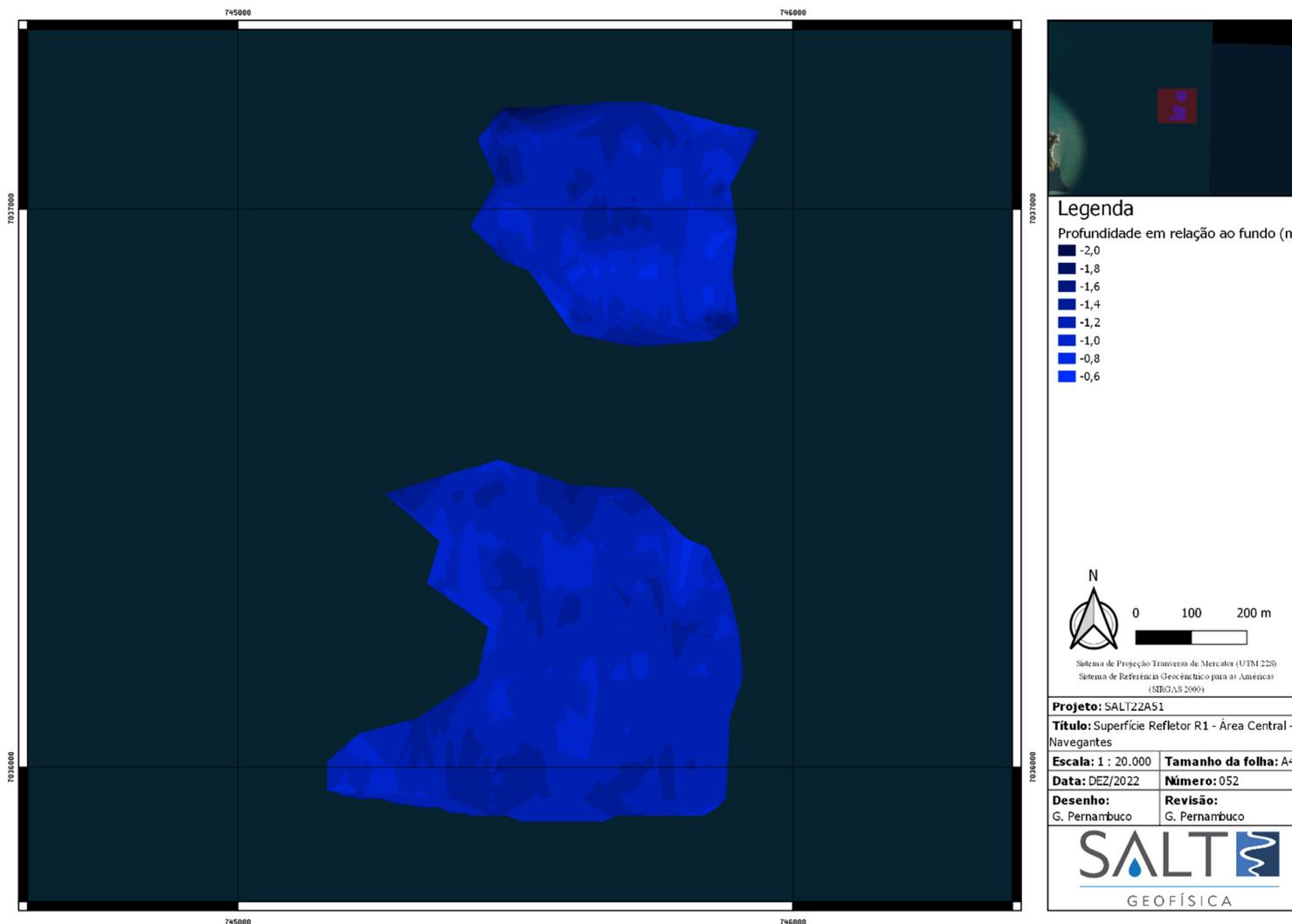


Figura 89: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros abaixo do fundo marinho.

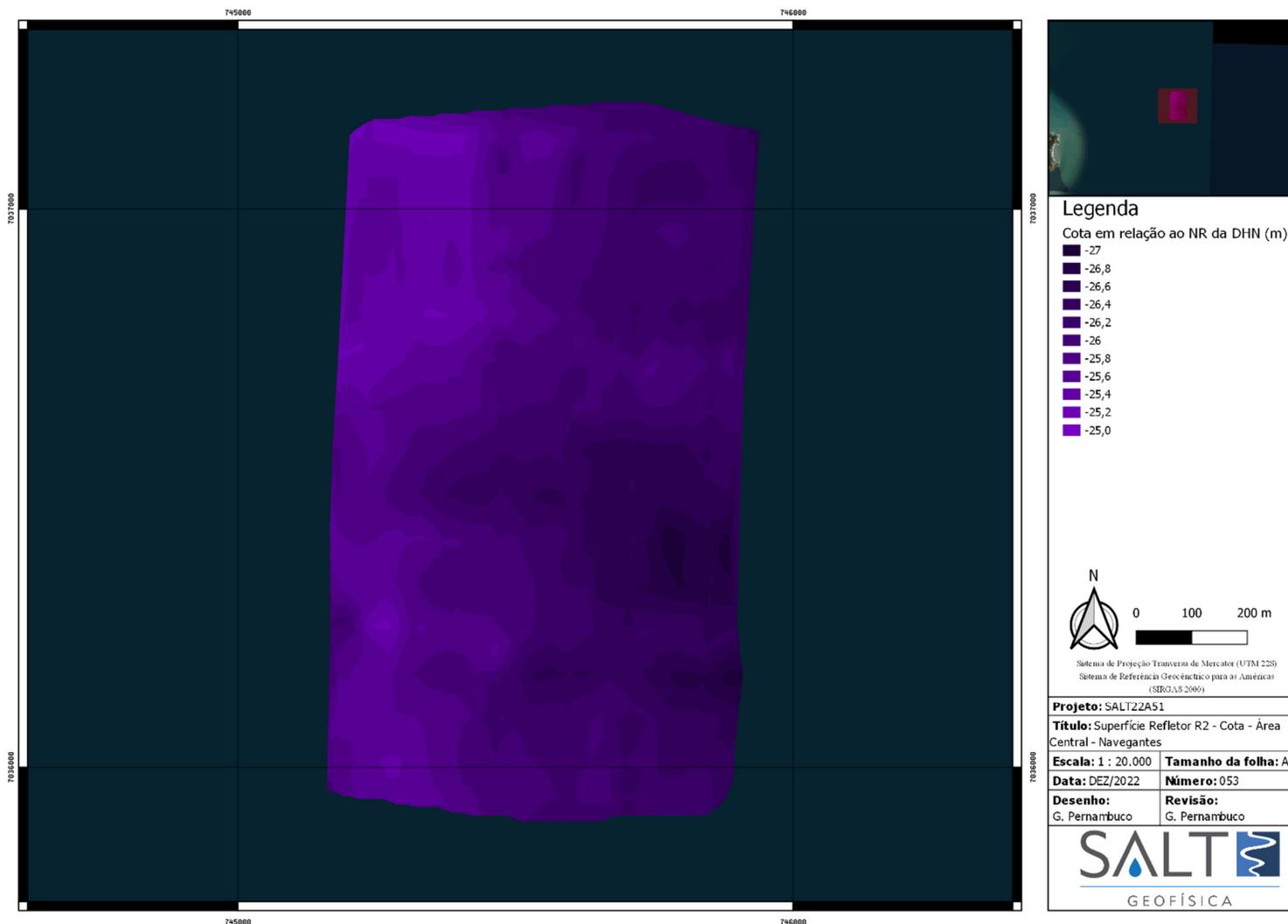


Figura 90: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN.

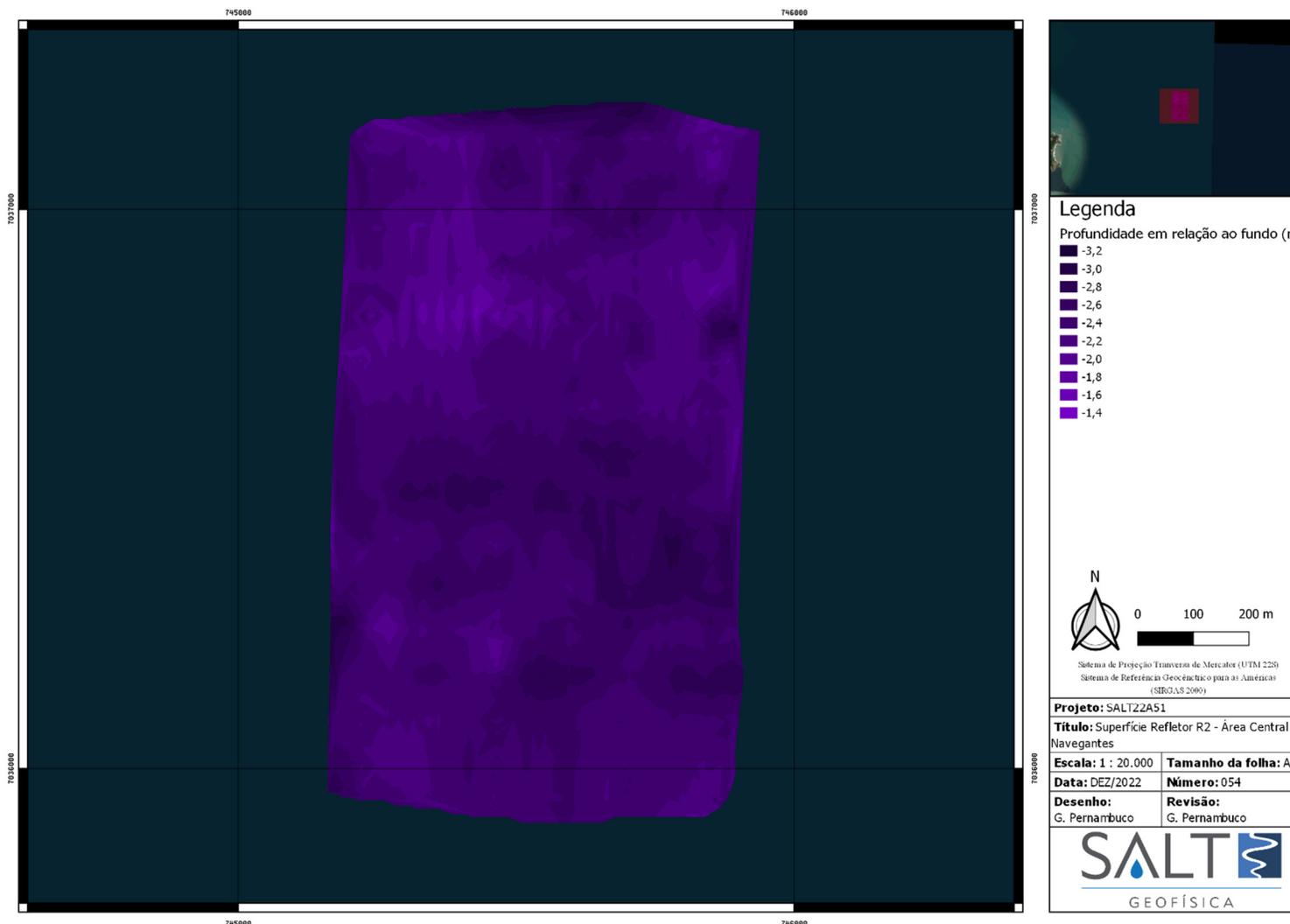


Figura 91: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros abaixo do fundo marinho.

4.1.7.3 ÁREA NORTE

A perfilagem sísmica na Área Norte possibilitou a identificação de 4 refletores sísmicos, além do fundo:

- **REFLETOR 1 (R1):** Identificado em azul escuro. Este refletor apresenta morfologia regular e foi identificado por praticamente toda área do levantamento, com exceção da região nordeste e de um pequeno trecho da região oeste, quando a ascensão do R3 e R4 limitam sua continuidade lateral. O R1 apresenta pequena amplitude, estando, provavelmente, associado a sedimentos arenosos com menor granulometria. Sua profundidade em relação ao fundo varia pouco em toda área do levantamento, mas suas maiores profundidades são encontradas na área norte.
- **REFLETOR 2 (R2):** Identificado em roxo. Refletor identificado em praticamente toda área do levantamento e com boa continuidade lateral, mas assim como o R1, é limitado lateralmente nas regiões nordeste e oeste pela ascensão do R3 e R4. Esse refletor provavelmente indica uma camada de sedimentos arenosos mais compactados em relação ao R1. O R2 apresenta morfologia regular, suas maiores profundidades em relação ao fundo também são observadas ao norte.
- **REFLETOR 3 (R3):** Identificado em laranja. Refletor identificado de forma menos contínua na área do levantamento, concentrando-se na região nordeste e em pequena área da região oeste, apresentando morfologia mais irregular. O Refletor R3 apresenta maiores amplitudes que R2 e R1, indicando um material, provavelmente, com maior granulometria, mas também associado a sedimentos arenosos.
- **REFLETOR 3 (R4):** Identificado em vermelho. Refletor identificado de forma menos contínua na área do levantamento, identificado nas mesmas localizações que o R3, também apresentando morfologia irregular. O Refletor R4 apresenta amplitudes um pouco maiores que R3, indicando um material também arenoso, mas com provável maior grau de compactação.
- **FUNDO:** Identificado em amarelo. Representando a interface água/leito marinho.

Nos perfis apresentados também estão identificadas múltiplas, na cor magenta. As múltiplas têm relação com as ondas sísmicas refletindo novamente no horizonte sísmico após a reflexão primária. Com isso, a energia refletida entre os meios com diferente impedância acústica, ao retornar à superfície, é novamente refletida pela superfície da água em direção ao fundo em um processo que se repete até que toda a energia seja dissipada.

Nas Figura 93 à Figura 98 estão apresentadas seções transversais e longitudinais mais representativas dentro da área de estudo, indicando os refletores identificados. Os mapas de localização dos refletores estão apresentados das Figura 99 à Figura 102.

A característica sedimentar da área de interesse permitiu a penetração máxima do sinal de aproximadamente -8,20 metros a partir do leito marinho (profundidade do refletor R4). Dada esta penetração e as características das reflexões, é bastante provável que nas camadas superficiais, o fundo seja composto predominantemente de sedimentos arenosos.

Os refletores R1 e R2 não possuem grande amplitude, indicando uma transição entre camadas semelhantes, formadas pelo mesmo tipo de sedimento, neste caso areia, com diferentes graus de compactação, teor de água ou diferentes granulometrias. O R1, provavelmente, associado a sedimentos arenosos com menor granulometria, já o R2, que apresenta morfologia mais regular e semelhante ao fundo, também está associado com sedimentos arenosos, mas com maior grau de compactação em relação ao R1. Estas características do R1 e R2, podem ser observadas em todos o Perfis apresentados, com destaque para o Perfil T20 (Figura 98). Estes refletores são encontrados em toda área do levantamento com exceção da região nordeste e de uma pequena área de região oeste, quando sua continuidade lateral é limitada pela ascensão dos Refletores R3 e R4.

Já os Refletores R3 e R4, apresentam morfologia mais irregular e uma variação maior de amplitude em relação ao fundo, podendo indicar uma camada de material mais grosso e compactado, os locais onde são identificados, representados pela região nordeste e pequena área na região oeste, indicam áreas mais heterogêneas. Pode ser observada com maior destaque nos Perfis L4, L6 e T4 (Figura 94, Figura 95 e Figura 96) as características destes refletores.

Através das características dos refletores e suas localizações, pode-se dividir a área do levantamento em três, Áreas, 1, 2 e 3, conforme a Figura 92 abaixo. A Área 1 é caracterizada

pela maior homogeneidade, local onde são identificados os Refletores R1 e R2, com suas menores amplitudes e morfologias mais regulares, podendo estar relacionados a sedimentos mais finos e menos compactados em comparação ao R3 e R4.

As Áreas 2 e 3, localizadas nas regiões nordeste e em pequena parte da região oeste, são caracterizadas pela maior heterogeneidade nos primeiros metros abaixo do leito marinho, devido a presença dos Refletores R3 e R4 com suas maiores amplitudes e morfologias mais irregulares, que podem indicar a maior presença de sedimentos mais grosso e compactados.

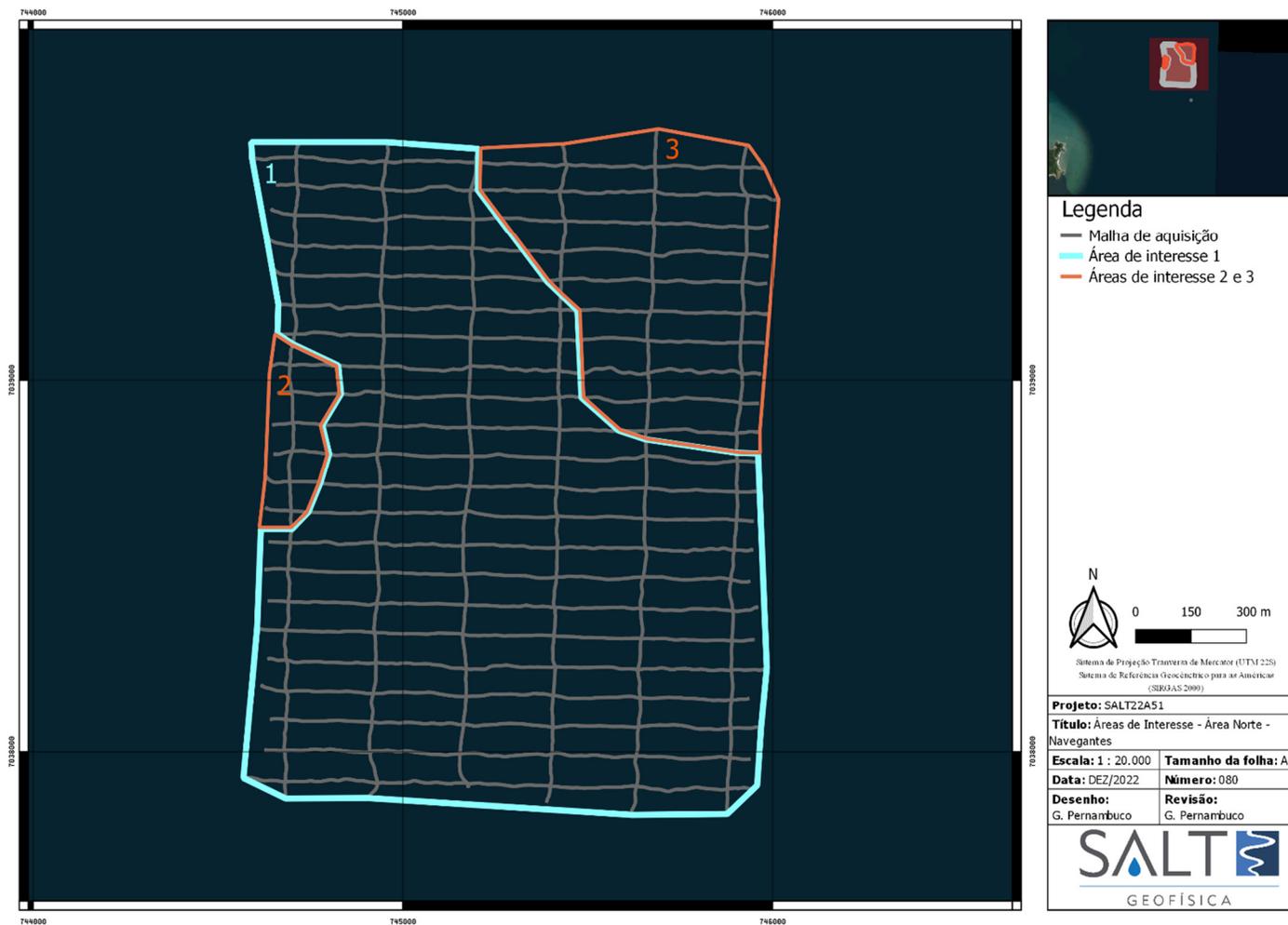


Figura 92: Área do levantamento dividida em áreas 1, 2 e 3.

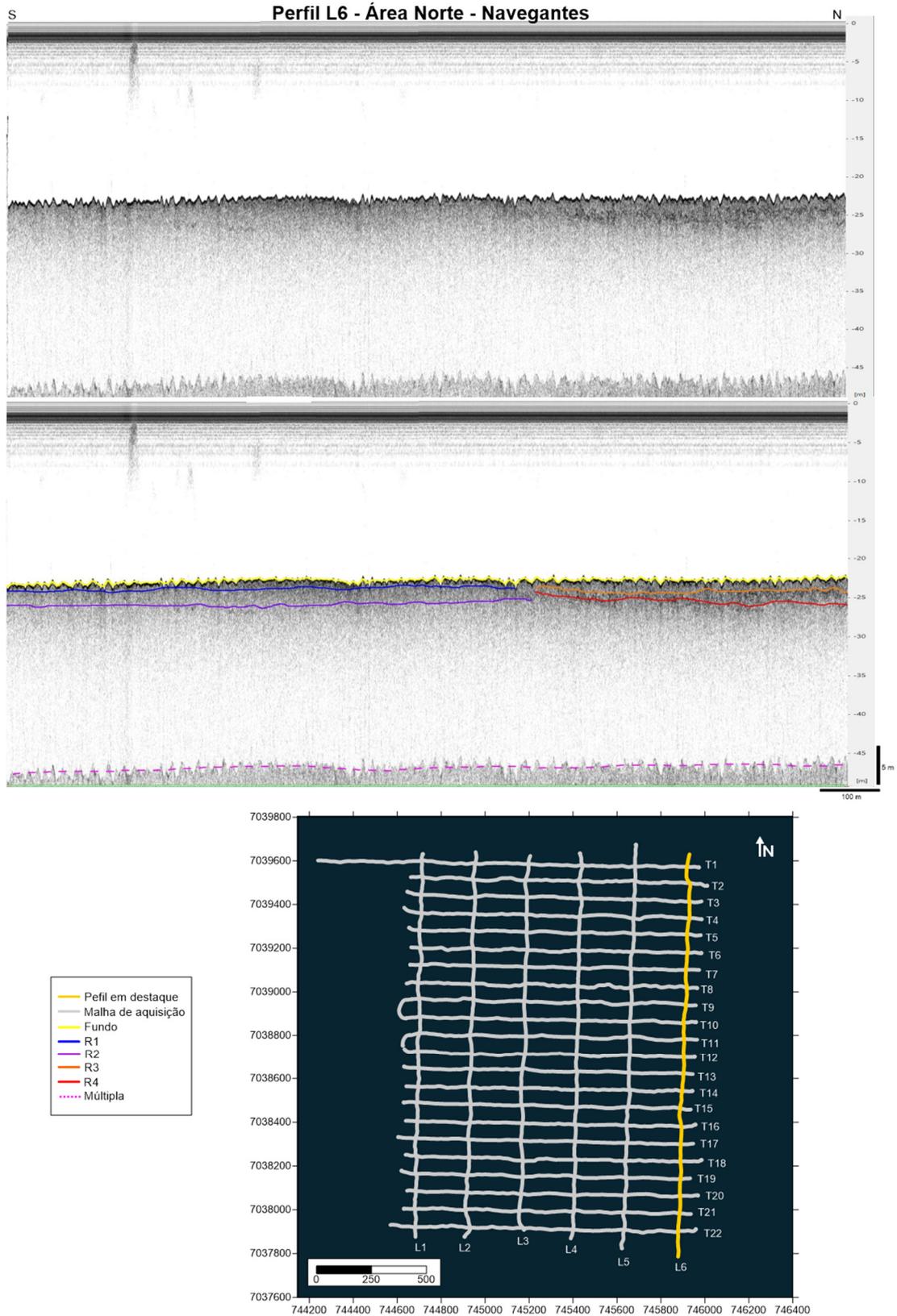


Figura 95: Seção sísmica longitudinal apresentada de sul para norte. Exagero vertical de 10 vezes.

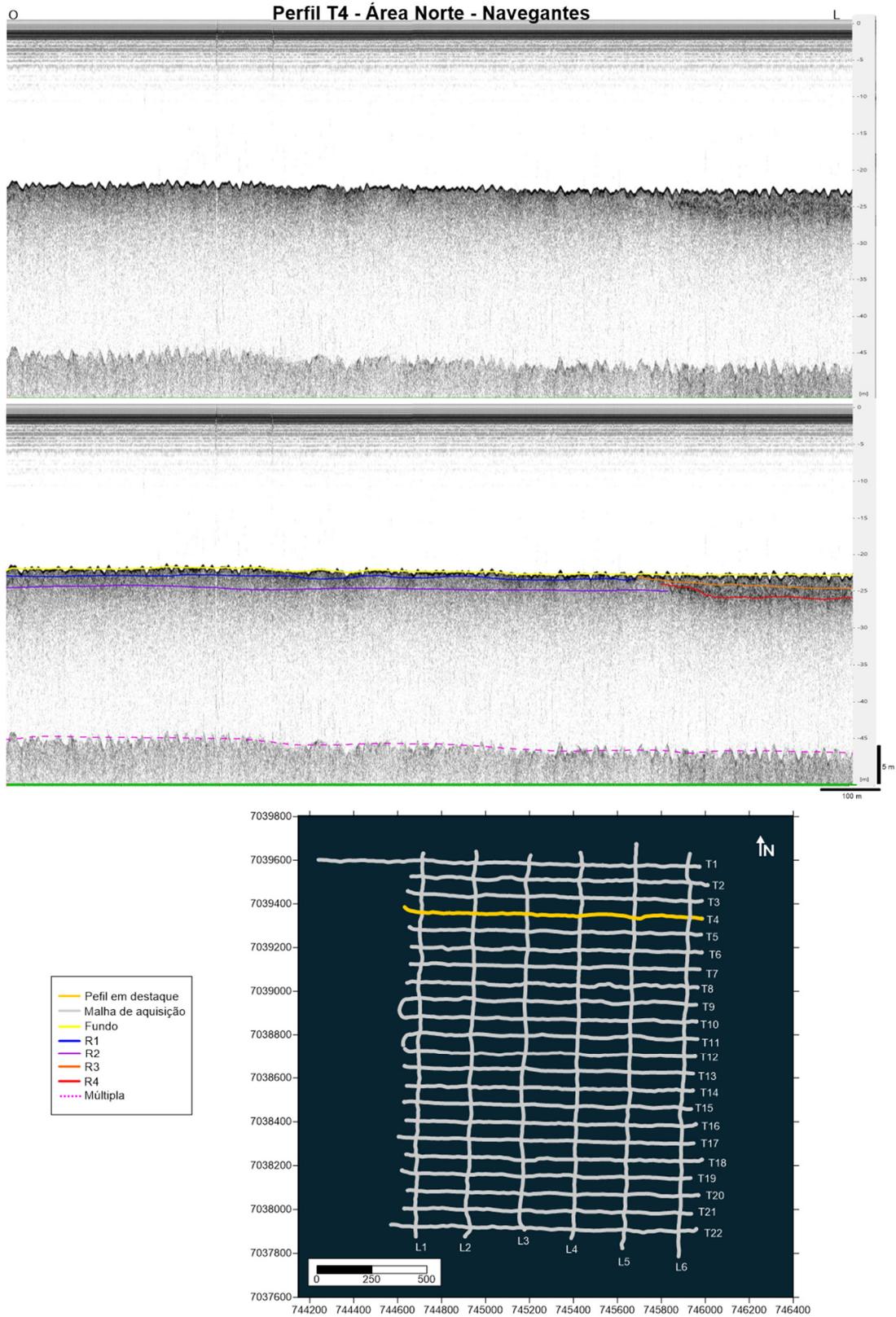


Figura 96: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes.

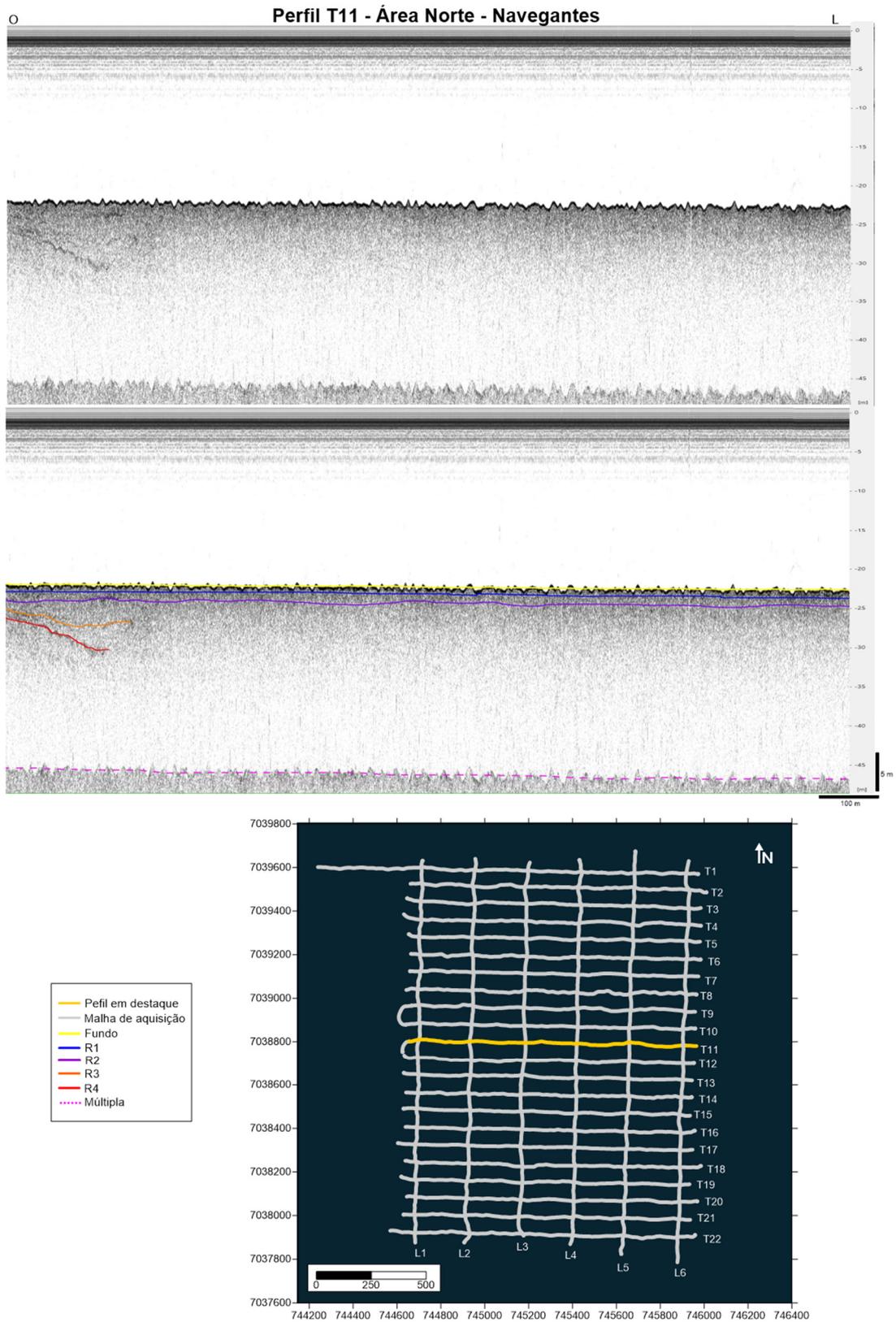


Figura 97: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes.

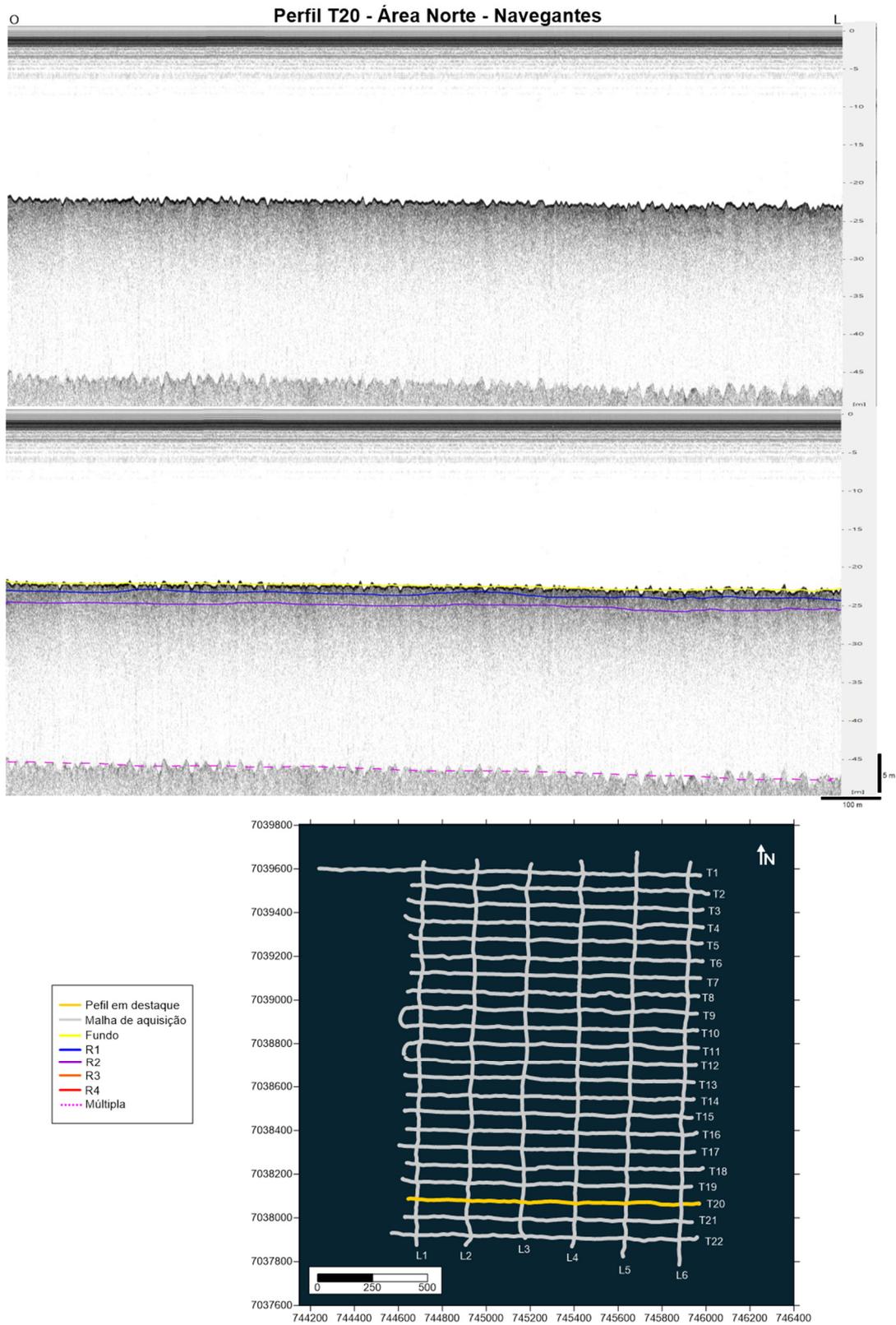


Figura 98: Seção sísmica transversal apresentada de oeste para leste. Exagero vertical de 10 vezes.

Os mapas de profundidades dos refletores sísmicos interpretados estão apresentados da Figura 103 a Figura 110, com a profundidade referenciada ao NR-DHN e a profundidade em metros abaixo do fundo marinho.

O Refletor R1 apresentou ótima continuidade lateral, foi identificado em toda área do levantamento, com exceção da região nordeste. Com isso, foi possível criar uma superfície interpolada com suas profundidades. Na Figura 103, as profundidades do R1 referenciadas ao NR-DHN indicam profundidades com pouca variação, apresentando média de -23,45 m, máxima de -24,52 m e mínima de -22,78 m, com as maiores profundidades encontradas na região sudeste. As profundidades mínimas ocorrem na região central. O R1 se mantém próximo ao fundo em toda área onde é identificado. Na Figura 104 está indicada a superfície interpolada com as profundidades abaixo do leito marinho. As profundidades variam entre -0,39 m e -1,61 m, com média de -0,96 m. As maiores profundidades em relação ao fundo são observadas a noroeste da área do levantamento.

Na Figura 105 está indicada a superfície interpolada com as profundidades do refletor R2, referenciadas ao NR-DHN. O refletor R2 também apresenta boa continuidade lateral e é identificado em toda área, com exceção da região nordeste. As profundidades variam entre -23,97 m e -25,98 m, com média de -24,82 m. As profundidades variam pouco, com os maiores valores localizados a sudoeste da área. Na Figura 106 está indicada a superfície interpolada, com as profundidades do refletor R2 referenciadas ao leito marinho. O R2, assim como R1, apresenta maiores profundidades em direção a noroeste da área, com os valores abaixo do fundo variando entre -1,62 m e -3,23 m e média -2,31 m.

O Refletor 3 concentra-se na parte nordeste da área do levantamento e em uma pequena área na região oeste. O mapa com sua superfície interpolada e as profundidades referenciadas ao NR-DHN, é apresentado na Figura 107. Os dados de profundidade apresentam média de -24,35 m, máxima de -27,48 m e mínima de -23,15 m. O R3 apresenta suas maiores profundidades na região oeste da área e as menores profundidades em direção ao leste. O R3 se mantém próximo ao fundo na região nordeste, enquanto na região oeste, ele se afasta do fundo, apresentando as maiores profundidades. O mapa com a superfície do R3 apresentada em relação ao fundo marinho (Figura 108) mostram média de -1,68 m, máxima de -5,48 m e mínima de -0,50 m.

Na Figura 109 está indicada a superfície interpolada com as profundidades do refletor R4 referenciadas ao NR-DHN. O R4, assim como R3, é identificado na parte nordeste da área do levantamento e em uma pequena área na região oeste, com as maiores profundidades em direção a oeste, com os valores variando entre -23,78 m e -30,13 m e média -25,63 m. Na Figura 110, os dados de profundidade abaixo do leito marinho apresentam média de -2,96 m, máxima de -8,20 m e mínima de -1,16 m. O R4 apresenta suas maiores profundidades na região oeste da área e as menores profundidades em direção a nordeste.

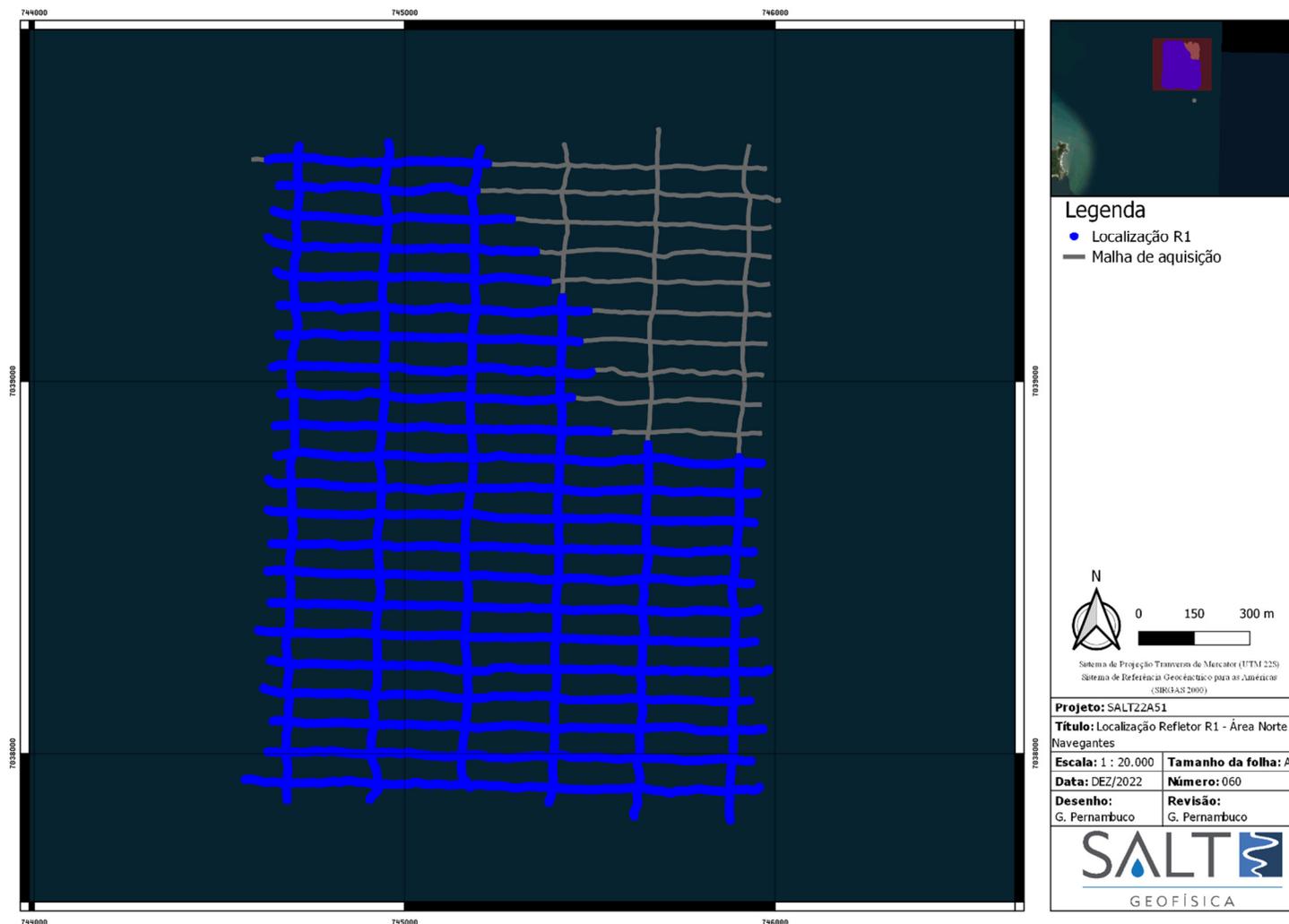


Figura 99: Mapa de localização do refletor sísmico R1.

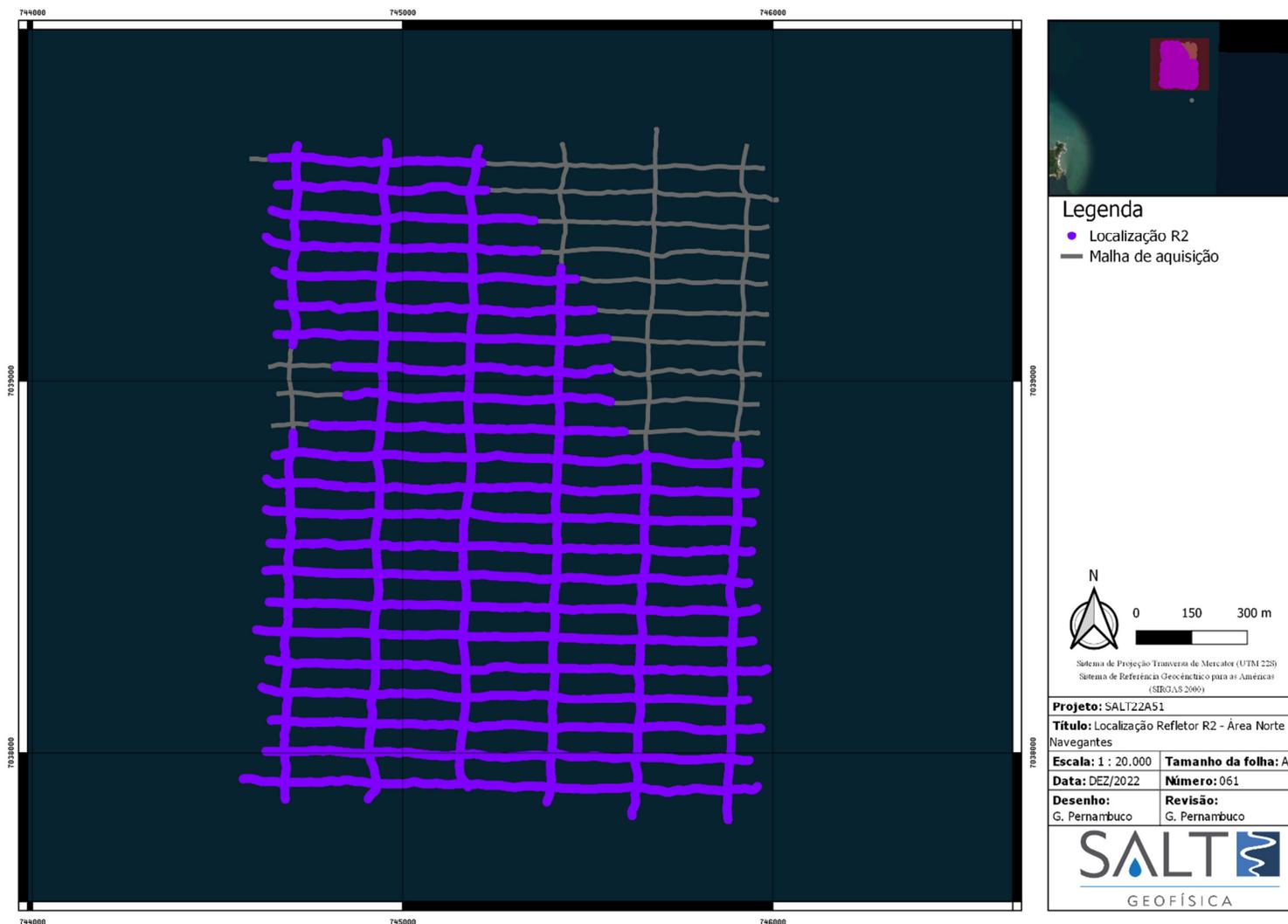


Figura 100: Mapa de localização do refletor sísmico R2.

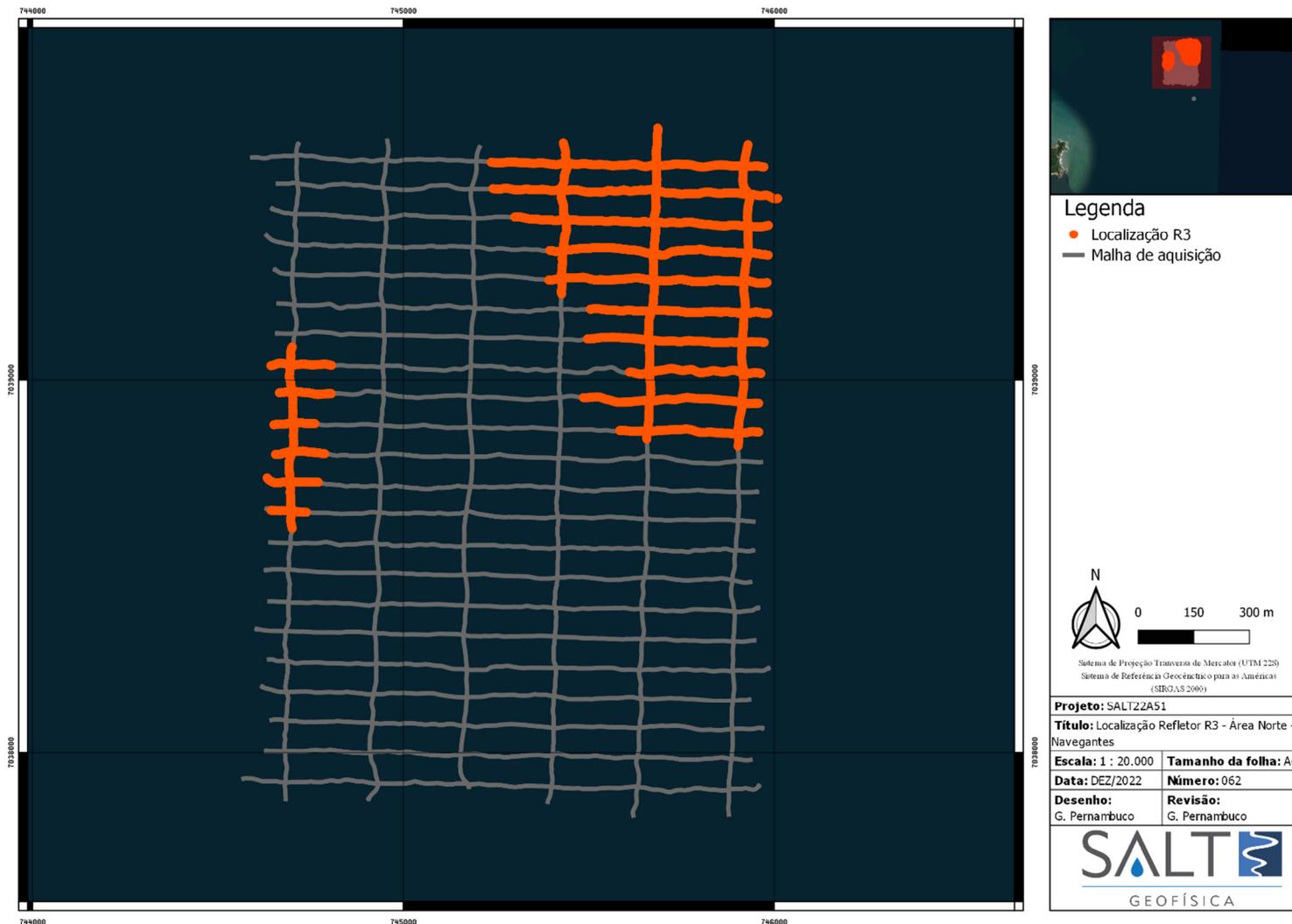


Figura 101: Mapa de localização do refletor sísmico R3.

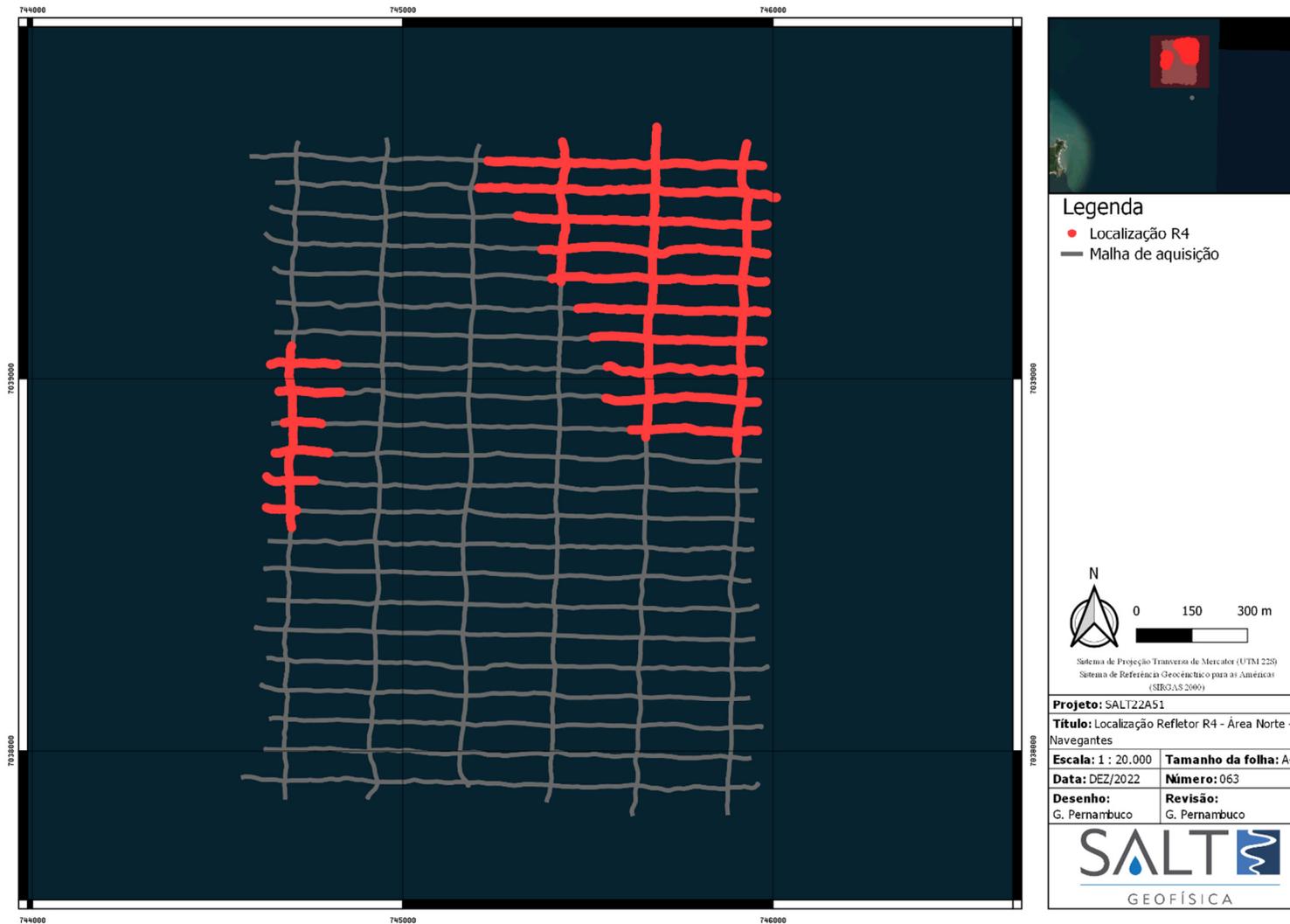


Figura 102: Mapa de localização do refletor sísmico R4.

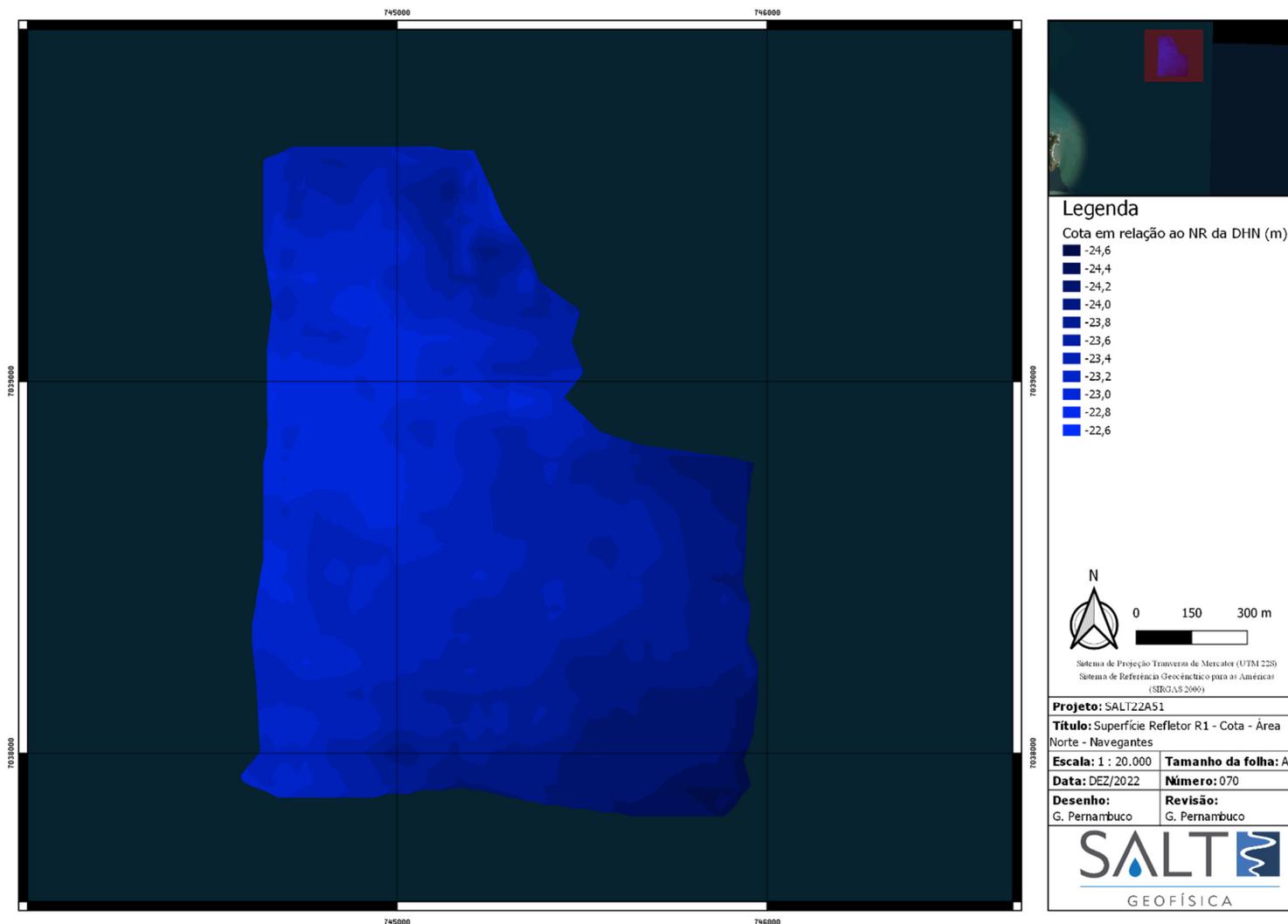


Figura 103: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN.

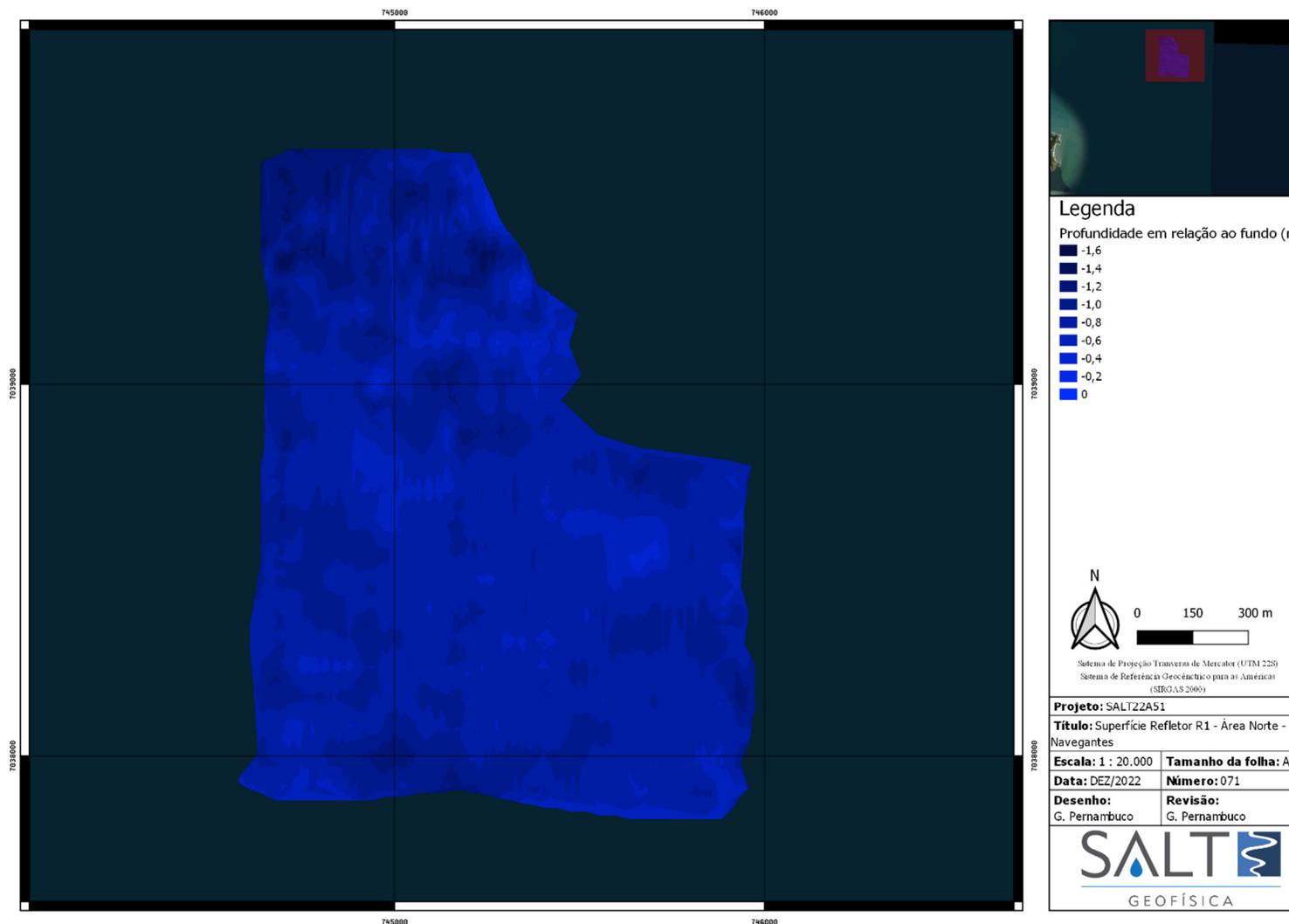


Figura 104: Mapa do refletor sísmico R1 apresentado em metros abaixo do fundo marinho.

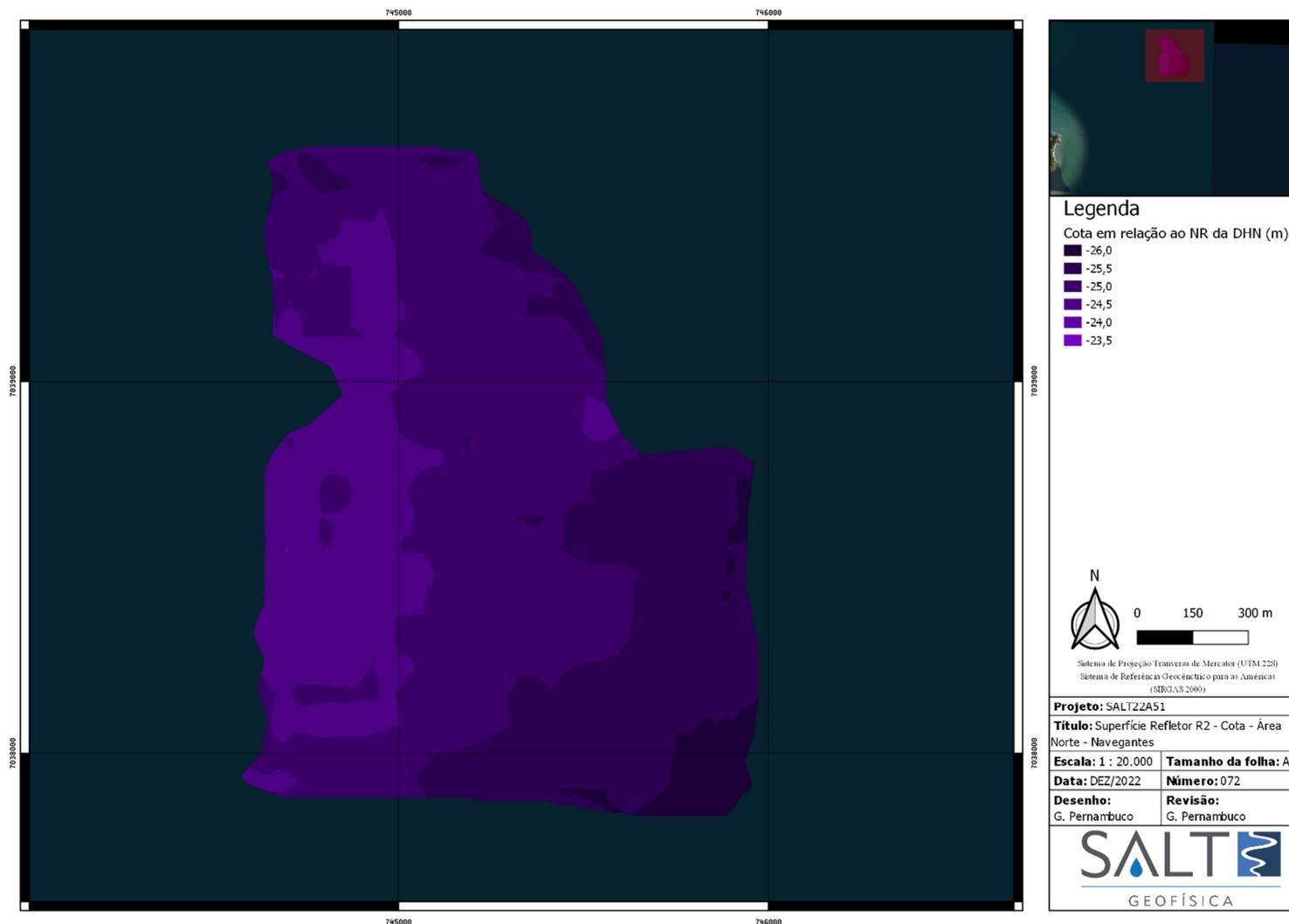


Figura 105: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN.

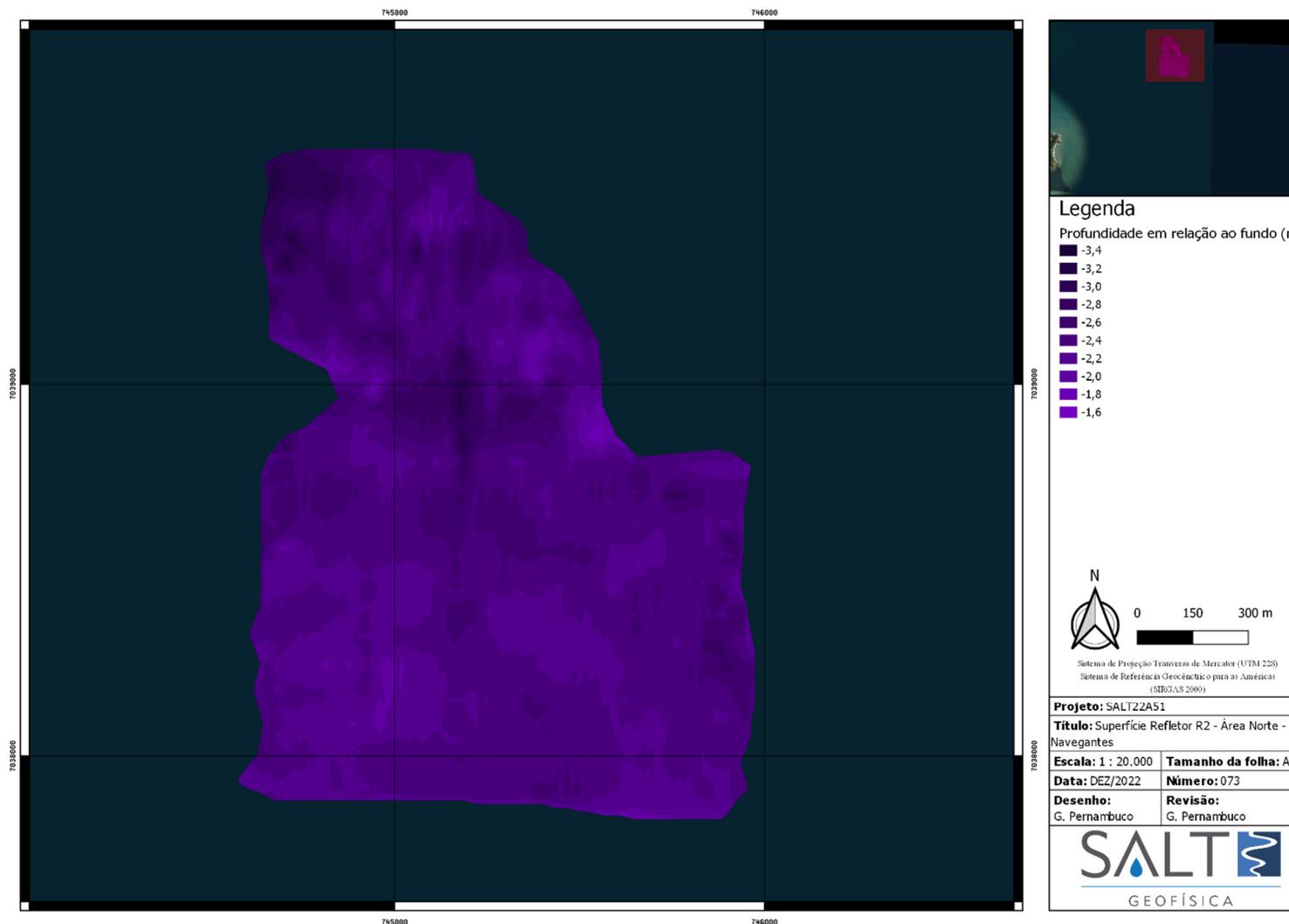


Figura 106: Mapa do refletor sísmico R2 apresentado em metros abaixo do fundo marinho.

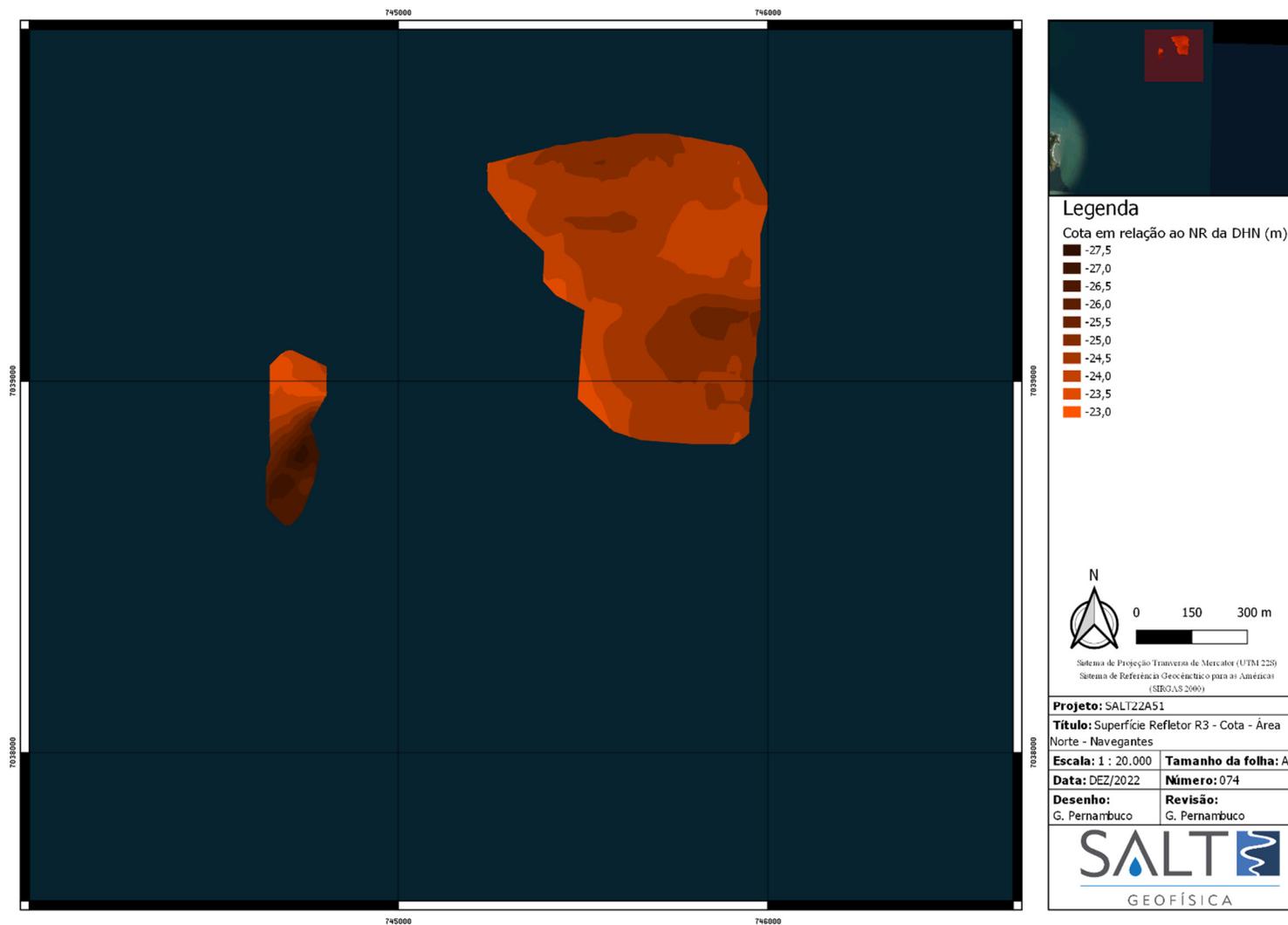


Figura 107: Mapa do refletor sísmico R3 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN.

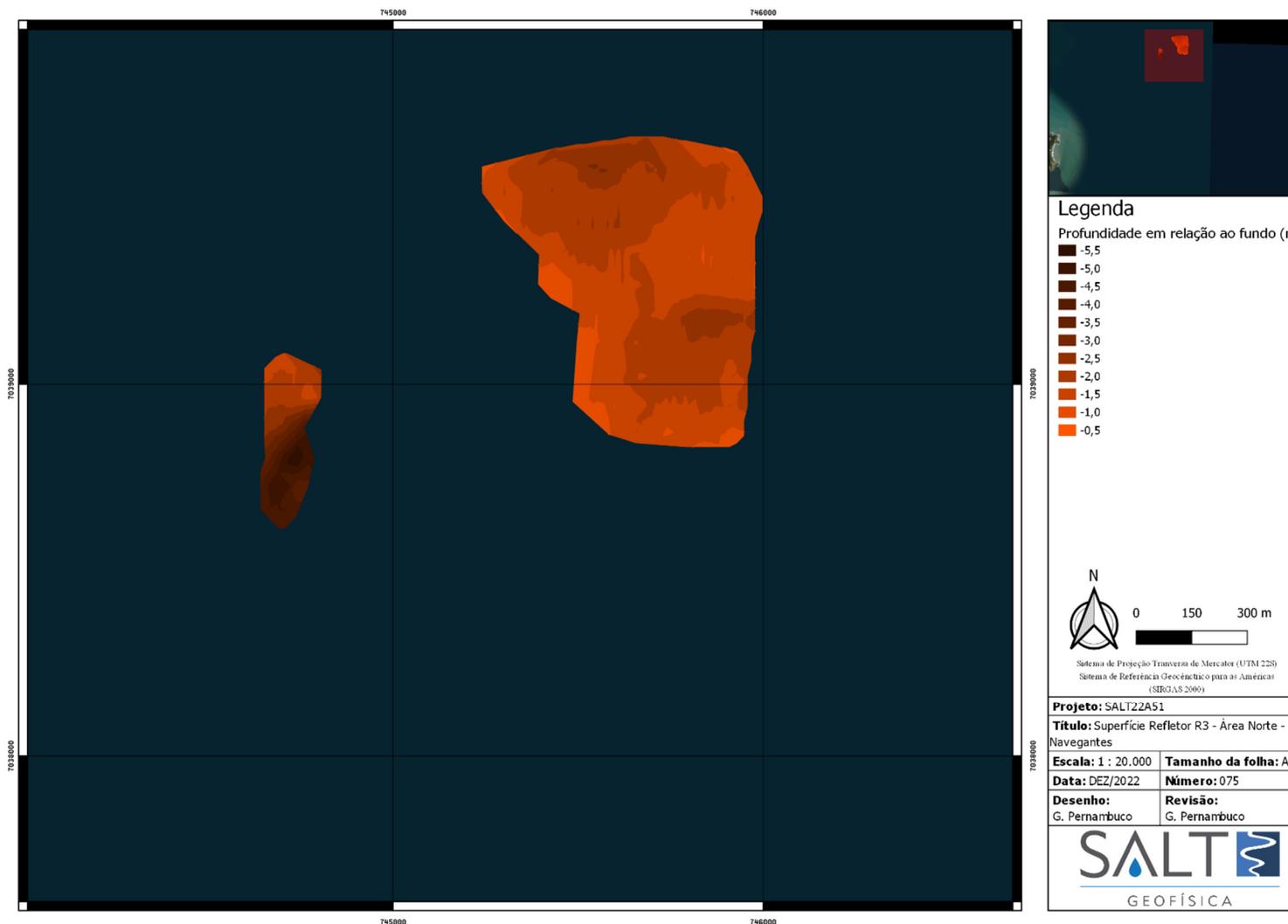


Figura 108: Mapa do refletor sísmico R3 apresentado em metros abaixo do fundo marinho.

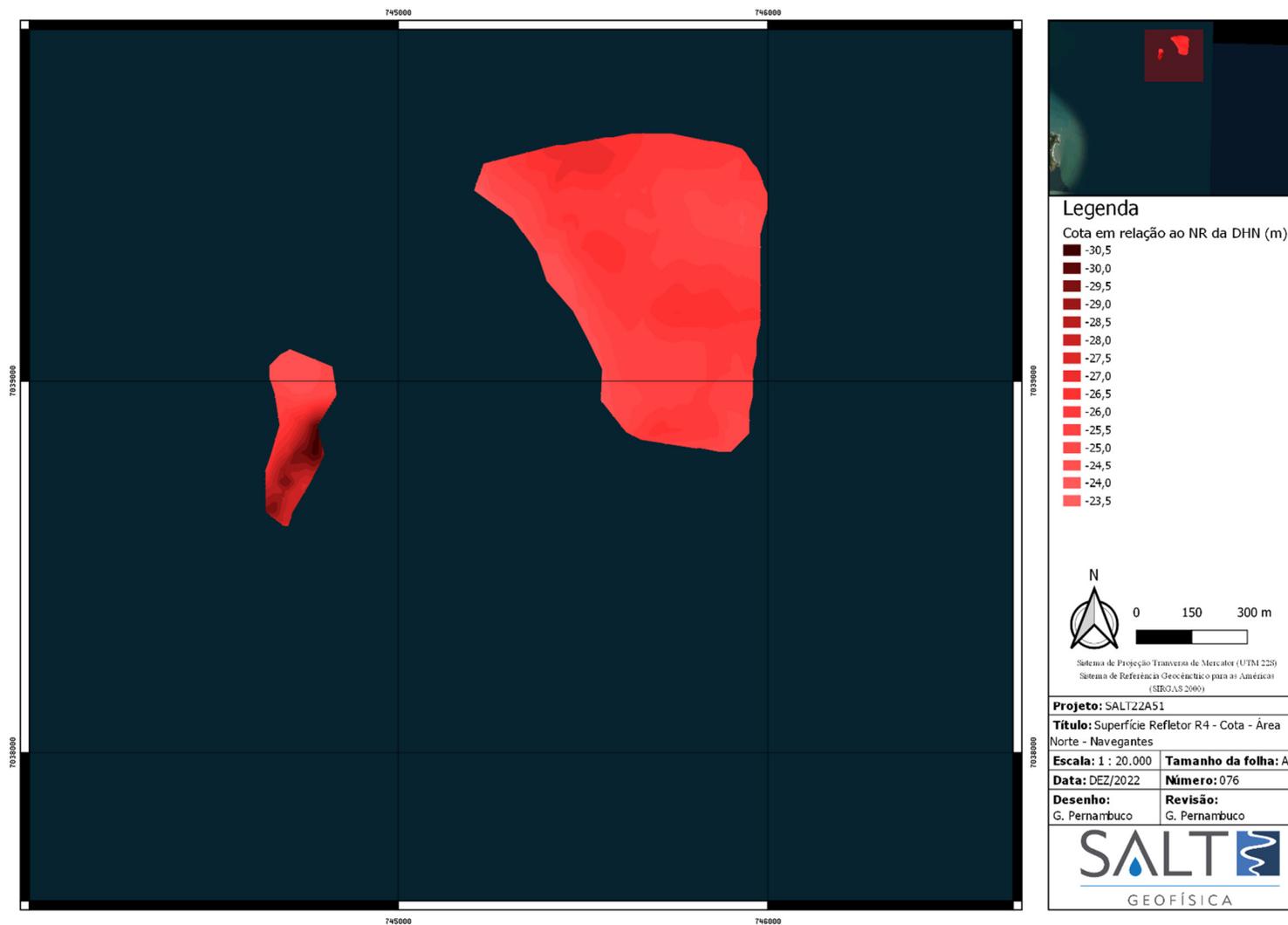


Figura 109: Mapa do refletor sísmico R4 apresentado em metros e referenciado verticalmente ao NR da DHN.

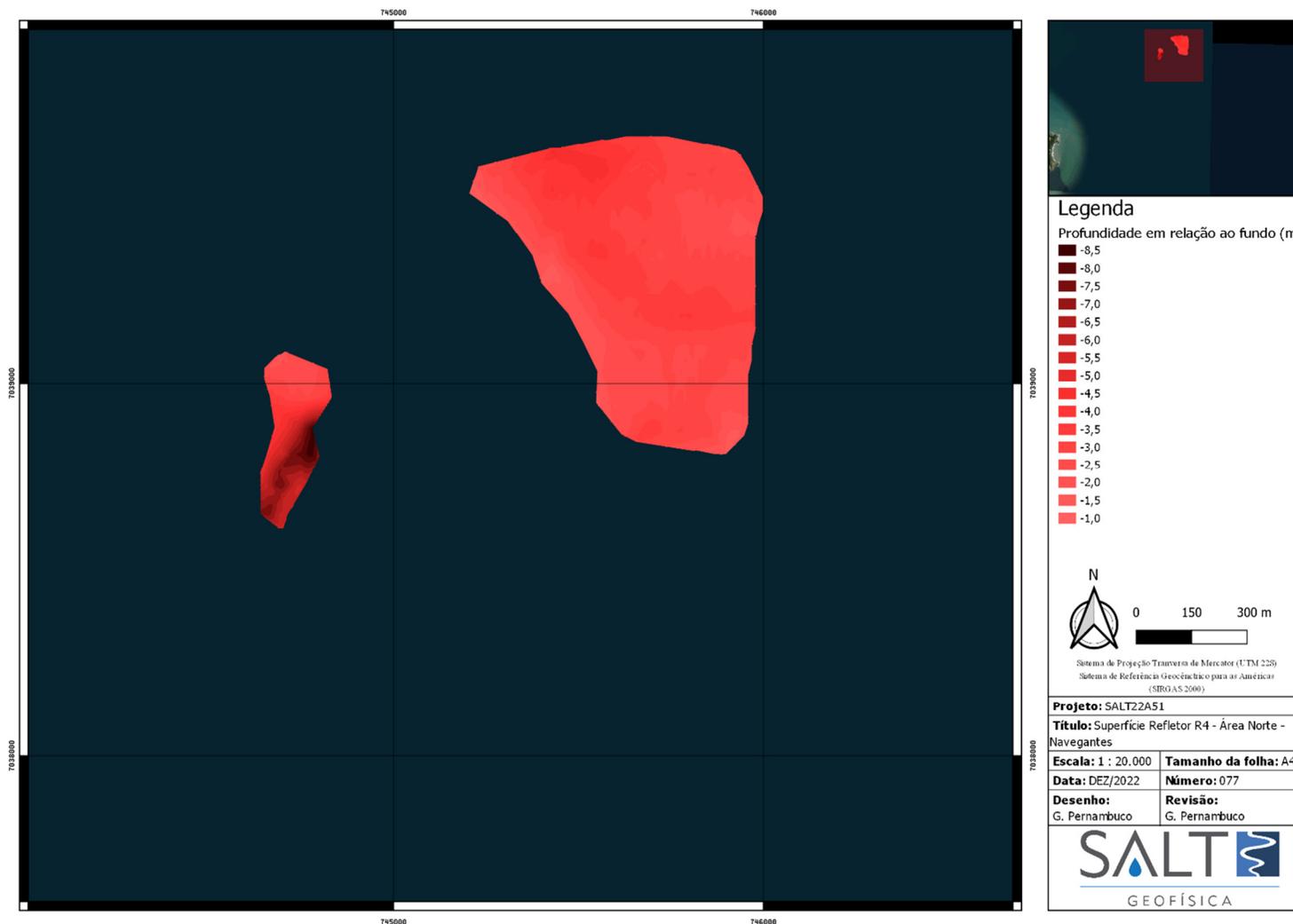


Figura 110: Mapa do refletor sísmico R4 apresentado em metros abaixo do fundo marinho.

4.1.8 CONCLUSÕES SOBRE O LEVANTAMENTO DE DADOS DE SÍSMICA RASA

De uma forma geral, para as 3 áreas do levantamento, a baixa penetração dos sinais sísmicos e as características dos refletores não indicam uma mudança de tipo de sedimento nas áreas, sendo provável se tratar de sedimentos arenosos com diferentes graus de compactação, granulometria e teor de água.

Na Área Sul foram identificados 4 refletores sísmicos, além do leito marinho. Pelas características dos refletores, suas localizações e diferenças na penetração do sinal sísmico, pode-se dividir a área em duas. A Área 1 contempla a grande parte das regiões oeste, central e norte, locais onde o R1 não foi identificado. Nesta área ocorre menor penetração do sinal sísmico. A Área 2, contempla a parte nordeste, leste e sul da área do levantamento. Nesta área, onde o R1 foi identificado, houve maior penetração do sinal sísmico, que pode indicar maior presença de sedimentos mais finos acima do R1.

Para a Área Central, foram identificados 2 refletores sísmicos, além do leito marinho. Pelas características dos refletores, suas localizações e diferenças na penetração do sinal sísmico, pode-se dividir a área do levantamento em três. As Áreas 2 e 3 apresentam as mesmas características, identificadas pela maior penetração do sinal sísmico e presença do R1, indicando a presença de material mais fino entre o fundo e o R1. Na Área 1, localizada na parte leste e central, o R1 não foi identificado e a penetração do sinal sísmico foi menor, indicando presença de sedimentos de maior granulometria e compactação.

Já na Área Norte, foram identificados 4 refletores. Através das características dos refletores e suas localizações, pode-se dividir a área do levantamento em três. A Área 1 é caracterizada pela maior homogeneidade, local onde são identificados os Refletores R1 e R2, com suas menores amplitudes e morfologias mais regulares, podendo estar relacionados a sedimentos mais finos e menos compactados. As áreas 2 e 3, localizadas nas regiões nordeste e em pequena parte da região oeste, são caracterizadas pela maior heterogeneidade nos primeiros metros abaixo do leito marinho, devido à presença dos Refletores R3 e R4, com suas maiores amplitudes e morfologias mais irregulares, que podem indicar a maior presença de sedimentos mais grossos e compactados.

Finalmente, ressalta-se que a interpretação sísmica é indireta e, portanto, deve ser confirmada por dados diretos, tais como as sondagens físicas dos sedimentos, apresentadas a seguir.

4.2 SONDAGEM GEOTÉCNICA DO TIPO VIBRACORE E SEDIMENTOLOGIA DA ÁREA DA JAZIDA SUBMARINA

Para caracterização do pacote sedimentar das áreas prospectadas, foram realizadas investigações geotécnicas pelo método de sondagem vibracore. O vibracore é um método de amostragem que visa não perturbar as amostras de sedimentos nas diferentes camadas e/ou lâminas geológicas. É feito a partir da vibração e cravação de tubos de alumínio e é destinado para regiões marinhas ou transicionais (estuarinas) com substratos (solos) que apresentam baixa resistência, não consolidados ou semi-consolidados. O processo de vibração pode ser gerado por um pistão pneumático, hidráulico ou elétrico.

Foram executados 14 (quatorze) furos de sondagem vibracore na Área Sul (Figura 111), 8 (oito) furos na Área Central e 25 (vinte e cinco) furos na Área Norte.



Figura 111: Localização dos 14 pontos de sondagem vibracore realizados na Área Sul, com referência às linhas de sísmica rasa executadas.



Figura 112: Localização dos 8 pontos de sondagem vibracore realizados na Área Central, com referência às linhas de sísmica rasa executados.

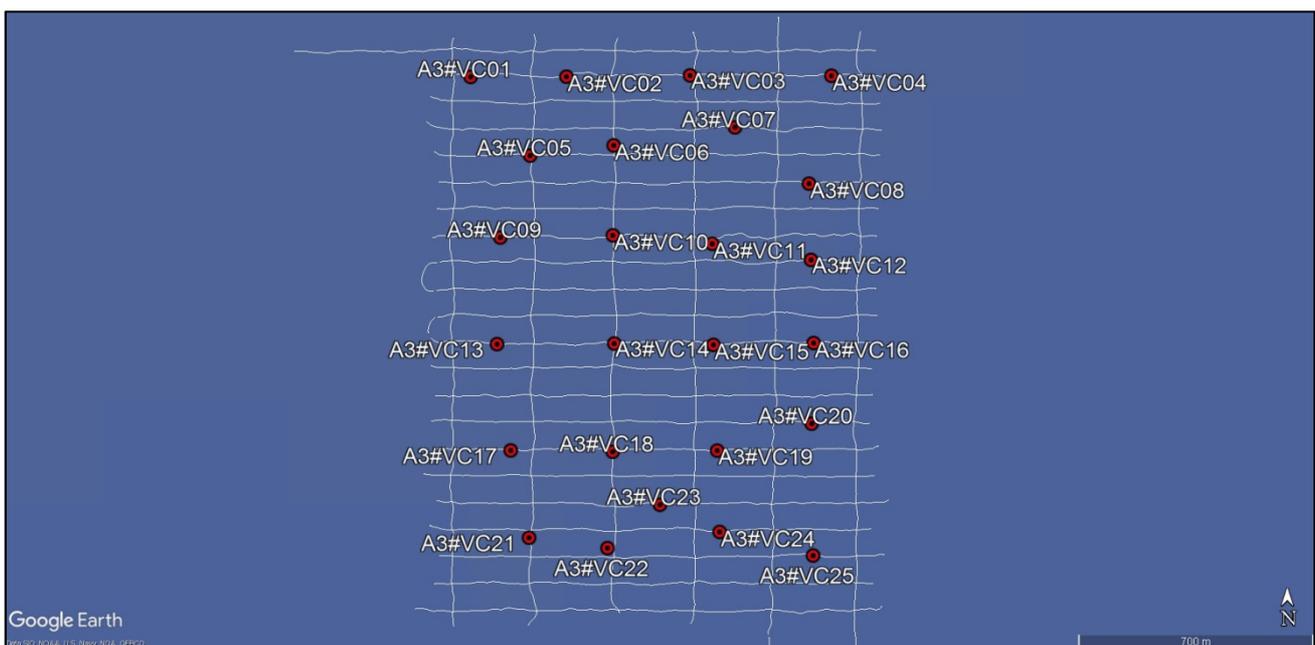


Figura 113: Localização dos 25 pontos de sondagem vibracore realizados na Área Norte, com referência às linhas de sísmica rasa executados.

Para esta amostragem, foram utilizados tubos de alumínio com 6 m de comprimento, 4" (polegadas) de diâmetro e 1,5 mm de espessura da parede. Para auxiliar na penetração, foi utilizado um pistão elétrico.

Para garantir a verticalidade do tubo, um mergulhador verifica e afere a extremidade inferior do tubo no leito, ao mesmo tempo em que a equipe, na embarcação, apoia na sustentação da parte superior.



Figura 114: Equipe de mergulho durante operação (painel esquerdo) e auxílio a bordo para manter o tubo na posição vertical (painel direito).

Para realizar a coleta, primeiramente é feita a marcação do ponto de amostragem utilizando o sistema de posicionamento DGPS da embarcação e uma haste sinalizadora ou boia de arinque (Figura 115 e Figura 116). Então, fundeia-se a embarcação com a popa posicionada no ponto de amostragem. O fundeio foi realizado com o apoio de uma âncora na proa e duas âncoras na popa (que foram posicionadas com a ajuda do bote de apoio), de forma a evitar que a embarcação se movimente durante a amostragem.

Cada cano foi cravado até oferecer resistência e parar de penetrar. Com a ajuda de um guincho, foi desenterrado e fechado com uma tampa na parte inferior, pelo mergulhador, e então içado.

Uma vez com os canos das amostras a bordo, os mesmos foram identificados e fechados nas extremidades, para serem abertos e avaliados posteriormente, em laboratório.



Figura 115: Sistema de posicionamento DGPS da embarcação.



Figura 116: Procedimento de cravação de uma haste sinalizadora para auxiliar no posicionamento do furo de sondagem vibracore.

Em laboratório, os tubos foram fixados em uma bancada e, com a ajuda de uma serra circular e espátulas, abertos longitudinalmente. Em seguida, sub-amostras representativas de cada camada sedimentar identificada ao longo do tubo foram coletadas, submetidas à análise táctil visual e separadas para posterior análise granulométrica (Figura 117).

A metade intacta dos tubos foi, então, fotografada em intervalos de 2,0 m (Figura 118) e embalada para ser estocada.



Figura 117: Análise tátil-visual e descrição das amostras vibracore.



Figura 118: Aparato com iluminação e câmera para fotografia dos cores.

A classificação táctil-visual das sub-amostras, objetivou um reconhecimento preliminar quanto às suas características de cor, odor, textura e presença de organismos vivos e/ou detriticos.

A caracterização sedimentar das sub-amostras consistiu na análise granulométrica por peneiramento, bem como na quantificação do conteúdo de carbonato de cálcio, matéria orgânica e teor de finos.

Da Figura 119 até a Figura 165 são apresentadas as descrições sedimentológicas e granulométricas de cada furo de sondagem vibracore, com quantificações dos teores de finos (silte+argila) e carbonato de cálcio (CaCO_3).

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A1_VC#01 | | | | |
|---|---------------|---------|--|--|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 1 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 35' 39,94" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 50' 21,40" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 12 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,00 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A1_VC#01A | 270 | | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 7/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | | | | | 0 |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | NAV_A1_VC#01B | 117 | | Lama com areia fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | | | |
| 4 | #01C | 20 | | Areia muito fina. Quartzo; 2.5y 7/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | | | |

Figura 119: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#01.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A1_VC#02 | | | |
|----------------------------|---------------|---|---------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 1 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 35' 25,81" O | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 50' 21,40" S | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 12,5 m | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,10 m | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A1_VC#02A | | 67 | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | VC#02B | | 53 | Lama ; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | 1 | | |
| 2 | NAV_A1_VC#02C | | 197 | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 2 | | |
| 3 | NAV_A1_VC#02D | | 93 | Lama com areia fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | 3 | | |
| 4 | | | | | 4 | | |

NAV_A1_VC#02

Figura 120: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#02.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A1_VC#03 | | | | |
|----------------------------|---------------|---|---------------------------|--|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 1 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 35' 11,02" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 50' 21,65" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 13,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,40 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_A1_VC#03A | 300 | | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | 0 | 10 |
| 3 | NAV_A1_VC#03B | 80 | | Lama com areia muito fina ; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | 3 | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 4 | 03D VC#03C | 53 | | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 4 | | | |
| | | | | | | | | |
| | | 10 | | Lama com areia muito fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. Lamosa | | | | |

NAV_A1_VC#03

Figura 121: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#03.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A1_VC#04 | | | | |
|---|---------------|---------|--|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 1 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 35' 31,55" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 50' 10,62" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 12 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,50 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A1_VC#04A | 255 | | Areia muito fina . Quartzos; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | | | | | 0 |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | NAV_A1_VC#04B | 185 | | Lama com areia fina. Quartzos; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | | | |
| 4 | | | | | | | |
| | #04C | 10 | | Areia muito fina. Quartzos; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | | | |
| | | | | | NAV_A1_VC#04 | | |

Figura 122: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#04.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A1_VC#05 | | | | |
|---|---------------|---------|--|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 1 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 35' 17,85" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 50' 10,92" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 12,5 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,30 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostragem | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A1_VC#05A | 270 | | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | | | | | 0 |
| 2 | NAV_A1_VC#05B | 160 | | Lama com areia fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |

Figura 123: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#05.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A1_VC#06 | | | | |
|---|---------------|---------|--|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 1 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 35' 06,56" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 50' 11,00" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 13,5 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,50 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura do amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A1_VC#06A | 270 | | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | | | | | 0 |
| 2 | NAV_A1_VC#06B | 175 | | Lama com areia fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | #06C | 10 | | Areia muito fina. Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | | | |
| | | | | | | | |

NAV_A1_VC#06

Figura 124: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#06.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A1_VC#07 | | | | | |
|---|---------------|---------|--|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|--|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 1 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 35' 29,40" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 50' 03,01" S | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 12 m | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,60 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_A1_VC#07A | 300 | | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | 0 | 10 | 90 | | |
| 3 | NAV_A1_VC#07B | 150 | | Lama com areia fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | 3 | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| #07C | | 10 | | Areia muito fina. Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | | | | |

NAV_A1_VC#07

Figura 125: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#07.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A1_VC#08 | | | | | |
|---|---------------|---------|---|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 1 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAÇÃO: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 35' 19,27" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 50' 03,29" S | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 12,5 m | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAÇÃO: 4,30 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_A1_VC#08A | 270 | | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | NAV_A1_VC#08B | 160 | | Lama com areia fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | | 0 | 9 | 91 |
| 4 | | | | | | | | |
| | | | | | NAV_A1_VC#08 | | | |

Figura 126: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#08.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A1_VC#09 | | | | | |
|---|---------------|---|--|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 1 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 35' 07,88" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 50' 03,29" S | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 13 m | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 3,90 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_A1_VC#09A |  | 290 | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | 0 | 10 |
| 3 | NAV_A1_VC#09B |  | 140 | Lama com areia fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | 3 | | | |
| 4 | | | | | | | | |

Figura 127: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#09.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A1_VC#10 | | | |
|----------------------------|---------------|---|--------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 1 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 34' 54,98" O | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 50' 03,25" S | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 14 m | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,50 m | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura do núcleo (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | VC#10A | | 40 | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| | VC#10B | | 50 | Lama com areia muito fina ; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | | | |
| 1 | NAV_A1_VC#10C | | 170 | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 1 | | |
| 2 | NAV_A1_#10D | | 190 | Lama com areia muito fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. Lamosa | 2 | | |
| 3 | | | | | 3 | | |
| 4 | | | | | 4 | | |

Figura 128: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#10.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A1_VC#11 | | | | | |
|---|---------------|---------|--|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 1 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 35' 26,48" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 49' 52,31" S | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 12,5 m | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,50 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_A1_VC#11A | 275 | | Areia muito fina . Quartzos; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | NAV_A1_VC#11B | 175 | | Lama com areia fina. Quartzos; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | | 0 | 10 | 90 |
| 4 | | | | | | | | |

NAV_A1_VC#11

Figura 129: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#11.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A1_VC#12 | | | | | |
|---|---------------|---------|--|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 1 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 35' 15,75" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 49' 52,68" S | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 12,5 m | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,60 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_A1_VC#12A | 290 | | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | NAV_A1_VC#12B | 140 | | Lama com areia fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | | 0 | 8 | 92 |
| 4 | | | | | | | | |

NAV_A1_VC#12

Figura 130: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#12.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A1_VC#13 | | | | | |
|---|---------------|---------|--|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 1 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 35' 04,86" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 49' 52,68" S | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 13 m | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,60 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_A1_VC#13A | 290 | | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | NAV_A1_VC#13B | 170 | | Lama com areia fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | | 0 | 10 | 90 |
| 4 | | | | | | | | |

Figura 131: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#13.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A1_VC#14 | | | | |
|---|---------------|---------|--|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 1 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 34' 54,34" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 49' 52,80" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 13,5 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,60 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A1_VC#14A | 260 | | Areia muito fina . Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acizentado. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | | | | | 0 |
| 2 | NAV_A1_VC#14B | 200 | | Lama com areia fina. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Lamosa | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |

NAV_A1_VC#14

Figura 132: Descrição do furo de sondagem NAV_A1_VC#14.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A2_VC#01 | | | | |
|---|---------------|---------------|--|--|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 2 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 31' 55,52" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 46' 30,42" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 22 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,40 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A2_VC#01A | [Barra Preta] | 80 | Areia fina e média com lama e fragmentos de conchas . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | 1 | | |
| 2 | NAV_A2_VC#01B | [Barra Preta] | 160 | | | | |

NAV_A2_VC#01

Figura 133: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#01.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A2_VC#02 | | | | |
|---|---------------|---------------------|--|--|-----------------------|--|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 2 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 31' 43,91" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 46' 30,35" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 22 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 1,60 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | textura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A2_VC#02A | [Imagem de amostra] | 95 | Areia fina e média com lama e fragmentos de conchas . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | | NAV_A2_VC#02B | 55 | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | 1 |
| | | | | | NAV_A2_VC#02 | | |

Figura 134: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#02.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A2_VC#03 | | | |
|----------------------------|---------------|---|---------------------------|--|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 2 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 31' 54,82" O | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 46' 20,17" S | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 22 m | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 1,45 m | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | textura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A2_VC#03A | [Imagem de amostra] | 80 | Areia fina e média com lama e fragmentos de conchas . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | 65 | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | 1 | | |
| | | | | | | | NAV_A2_VC#03 |

Figura 135: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#03.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A2_VC#04 | | | | |
|---|---------------|---------------|--|--|-----------------------|--|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 2 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 31' 43,97" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 46' 20,08" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 22 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 1,80 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Gulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A2_VC#04A | [Barra preta] | 95 | Areia fina e média com lama e fragmentos de conchas . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 4/2 Marron acizentado escuro. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | NAV_A2_VC#04B | [Barra listrada] | 85 | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | 1 |

NAV_A2_VC#04

Figura 136: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#04.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A2_VC#05 | | | | |
|---|---------------|---------------|--|--|--|---------------------|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 2 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 31' 56,01" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 46' 09,63" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21,5 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 1,80 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Gulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A2_VC#05A | [Barra Preta] | 95 | Areia fina e média com lama e fragmentos de conchas . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 4/2 Marron acizentado escuro. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | NAV_A2_VC#05B | 85 | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | 1 | |

NAV_A2_VC#05

Figura 137: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#05.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A2_VC#06 | | | | |
|---|---------------|---------------|--|--|-----------------------|---------------------|--|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 2 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 31' 44,30" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 46' 11,60" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 22 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 1,85 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Gulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A2_VC#06A | [Barra Preta] | 95 | Areia fina e média com lama e fragmentos de conchas . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 4/2 Marron acizentado escuro. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | | NAV_A2_VC#06B | [Barra Listrada] | 90 | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa |

NAV_A2_VC#06

Figura 138: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#06.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A2_VC#07 | | | | |
|---|---------------|---------------------|--|--|-----------------------|--|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 2 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 31' 55,29" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 46' 01,86" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21,5 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,30 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | textura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A2_VC#07A | [Imagem de amostra] | 90 | Areia fina e média com lama e fragmentos de conchas . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 4/2 Marron acizentado escuro. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | | NAV_A2_VC#07B | 140 | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | 1 |
| 2 | | | | | | | |

NAV_A2_VC#07

Figura 139: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#07.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A2_VC#08 | | | | |
|---|---------------|---------|---|--|-----------------------|--|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 2 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAÇÃO: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 31' 44,20" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 46' 00,82" S | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21,5 m | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAÇÃO: 2,00 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura do amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_A2_VC#08A | | 80 | Areia fina e média com lama e fragmentos de conchas . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| 1 | | | | NAV_A2_VC#08B | 120 | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | 1 |
| 2 | | | | | 2 | | |

NAV_A2_VC#08

Figura 140: Descrição do furo de sondagem NAV_A2_VC#08.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#01 | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------------|---|-----------------------|------------------------|-----------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 32' 20,22" O | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 44' 39,51" S | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20 m | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 1,80 m | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_VC#01A |  | 80 | Areia fina e média com traços de lama em 24 e 30 cm . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | | |
| | | | | | | | 3 |
| 1 | NAV_VC#01B |  | 40 | Areia fina e média. Quartzo; 2.5y 7/1 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | 1 | | |
| | | | | | 2 | 2 | 98 |

NAV_A3_VC#01

Figura 141: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#01.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A3_VC#02 | | | | | |
|---|-------------|--|--|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 3 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 32' 09.90" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 44' 39,49" S | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,25 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Gulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#02A |  | 40 | Areia fina e média com traços de lama em 24 e 30 cm . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 2 | 98 |
| | | | | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 7/2 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | | | | |
| 1 | NAV_VC#02B |  | 185 | | 1 | 1 | 3 | 97 |
| 2 | | | | | | | | |

NAV_A3_VC#02

Figura 142: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#02.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#03 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 31' 56,57" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 44' 39,37" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,00 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | textura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#03A | | 50 | Areia fina e média com traços de lama em 24 e 30 cm . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 1 | 99 |
| 1 | NAV_VC#03B | | 110 | Areia fina com traços de lama . Quartzo; 2.5y 5/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | 1 | 1 | 7 | 93 |
| 2 | | | | Depósito estratificado de areia fina e lama. Quartzo; 2.5y 7/2 Cinza claro. TEXTURA: Areno lamosa | 2 | | | |
| 3 | NAV_VC#03B | | 240 | | 3 | 1 | 25 | 75 |
| 4 | | | | | 4 | | | |

NAV_A3_VC#03

Figura 143: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#03.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A3_VC#04 | | | | | |
|---|-------------|--------------------------|--|--|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 3 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 31' 41,35" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 44' 39,40" S | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21 m | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 1,25 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#04A | [Hatched pattern] | 50 | Areia fina e média . Quartzo e Fragmentos de conchas; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 2 | 1 | 99 |
| | | | 75 | Areia fina com laminas de lama 50 e 117cm. Quartzo; 2.5y 7/2 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 0 | 2 | 98 |
| 1 | NAV_VC#04B | [Vertical lines pattern] | | | 1 | | | |

NAV_A3_VC#04

Figura 144: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#04.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A3_VC#05 | | | | | |
|---|-------------|---------|--|---|-----------------------|---------------------|---|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 3 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 32' 13,81" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 44' 47,12" S | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20 m | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,25 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#05A | 60 | 60 | Areia fina e média . Quartzos; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 4 | 2 | 98 |
| 1 | | | | NAV_VC#05B | 165 | 165 | Areia fina . Quartzos; 2.5y 7/2 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | 1 |
| 2 | | | | | 2 | | | |

NAV_A3_VC#05

Figura 145: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#05.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#06 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|--|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 32' 04,81" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 44' 46,14" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,4 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | textura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#06A | [diagonal lines] | 40 | Areia fina e média . Quartzos; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 2 | 98 |
| | | | | Areia fina com traços de lama, fragmentos de concha em 95 cm . Quartzos; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | 3 | 8 | 92 | |
| | NAV_VC#06B | [cross-hatch] | 60 | | | | | |
| 1 | | | | Areia fina com lamina de lama em 165 e 205 cm . Quartzos; 2.5y 7/2 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | 1 | | | |
| | NAV_VC#06C | [vertical lines] | 140 | | | 0 | 3 | 97 |
| 2 | | | | | 2 | | | |

NAV_A3_VC#06

Figura 146: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#06.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#07 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 31' 51,74" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 44' 44,40" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,84 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | | TESTES DE LABORATÓRIO | | |
| | Amostra | textura | espessura da amostra (cm) | | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) |
| 0 | NAV_VC#07A | | 45 | Areia fina com lamina de lama em 10 e 40 cm . Quartzos; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 3 | 97 |
| | NAV_VC#07B | | 51 | Areia fina. Quartzos; 2.5y 7/2 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | | 2 | 4 | 96 |
| 1 | NAV_VC#07C | | 284 | Camada estratificada de areia fina e lama. Quartzos; 2.5y 4/2 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | 1 | | | |
| 2 | | | | | 2 | | | |
| | | | | | | 1 | 27 | 73 |
| 3 | | | | | 3 | | | |

Figura 147: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#07.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#08 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|--------------------------|--|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 35' 19,27" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 50' 02,94" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21,0 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,10 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | textura | espessura da camada (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#08A | [diagonal lines] | 40 | Areia fina. Quartzo; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 1 | 1 | 99 |
| | | | | Areia fina com lamina de lama em 65 e 87 cm. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza . TEXTURA: Arenosa | 1 | 5 | 95 | |
| 1 | | | | Camada homogenea de areia fina . Quartzo; 2.5y 7/2 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | 1 | 2 | 98 | |
| | NAV_VC#08B | [cross-hatch] | 70 | | | | | |
| | NAV_VC#08C | [vertical lines] | 100 | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |

NAV_A3_VC#08

Figura 148: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#08.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#09 | | | | |
|----------------------------|------------------|---|---------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 32' 17,02" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 44' 55,05" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,45 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | VC#09A VC#09B | [Hatched pattern] | 40 | Areia fina e média . Quartzos; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 4 | 1 | 99 |
| | | | 40 | Areia fina com traços de lama. Quartzos; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | | 4 | 5 | 95 |
| 1 | | | | Areia fina com lamina de lama em 125, 300, 360, 425 cm . Quartzos; 2.5y 6/1 Cinza . TEXTURA: Arenosa | 1 | | | |
| 2 | NAV_VC#09C | [Vertical lines pattern] | 365 | | 2 | 2 | 5 | 95 |
| 3 | | | | | 3 | | | |
| 4 | | | | | 4 | | | |

NAV_A3_VC#09

Figura 149: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#09.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#10 | | | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|------------------|-----------------------|---|--------------------------|---|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 32' 04,90" O | | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 44' 54,84" S | | | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,4 m | | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | | TESTES DE LABORATÓRIO | | | | |
| | Amostra | textura | espessura da amostra (cm) | | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | | |
| 0 | NAV_VC#10A | [diagonal lines] | 50 | Areia fina e média . Quartzos; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 1 | 99 | | |
| | | | | NAV_VC#10B | [cross-hatch] | 40 | Areia fina com traços de lama e fragmentos de concha. Quartzos; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | 4 | 7 | 93 |
| 1 | | | | NAV_VC#10C | [vertical lines] | 150 | Areia fina . Quartzos; 2.5y 6/1 Cinza . TEXTURA: Arenosa | 1 | 2 | 98 |
| 2 | | | | | 2 | | | | | |

NAV_A3_VC#10

Figura 150: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#10.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#11 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 31' 54,19" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 44' 55,67" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 1,8 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | textura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#11A | [diagonal lines] | 25 | Areia fina e média . Quartzos; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 1 | 99 |
| | | | 40 | Areia fina com traços de lama e fragmentos de concha. Quartzos; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | 1 | 1 | 6 | 94 |
| | NAV_VC#11B | [cross-hatch] | | Areia fina. Quartzos; 2.5y 6/1 Cinza . TEXTURA: Arenosa | 1 | 1 | 2 | 98 |
| 1 | NAV_VC#11C | [vertical lines] | 115 | | | | | |

NAV_A3_VC#11

Figura 151: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#11.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A3_VC#12 | | | | | |
|---|-------------|---------|---|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 3 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 31' 43,54" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 44' 57,21" S | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21 m | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 3 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#1 | | 20 | Areia fina e média . Quartzos; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 2 | 2 | 98 |
| | | | | Areia fina. Quartzos; 2.5y 6/1 Cinza . TEXTURA: Arenosa | | | | |
| 1 | NAV_VC#12B | | 140 | | 1 | 1 | 4 | 96 |
| 2 | NAV_VC#12C | | 140 | Areia fina e média com lamina grossas (5-10 cm) em 170, 187, 215 e 240cm. Quartzos; 2.5y 6/14 cinza e 4/1 Cinza escuro . TEXTURA: Arenosa | 2 | 1 | 12 | 88 |
| 3 | | | | | 3 | | | |

NAV_A3_VC#12

Figura 152: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#12.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#13 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 32' 17,38" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 45' 05,47" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,3 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#13A | | 55 | Areia fina e média . Quartzos; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 2 | 98 |
| 1 | NAV_VC#13B | | 60 | Areia fina com traços de lama e fragmentos de conchas. Quartzos; 2.5y 4/1 Cinza escuro . TEXTURA: Arenosa | 1 | 2 | 2 | 98 |
| 3 | NAV_VC#13C | | 315 | Areia fina e média com lama. Quartzos; 2.5y 7/1 Cinza claro . TEXTURA: Arenosa | 3 | 7 | 4 | 96 |
| 4 | | | | | 4 | | | |

NAV_A3_VC#13

Figura 153: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#13.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#14 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------------|---|-----------------------|------------------------|-----------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 32' 04,75" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 45' 05,40" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 3,10 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | VC#14A | [diagonal lines] | 30 | Areia fina e média . Quartzos; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 1 | 99 |
| | | | 60 | Areia fina com lama. Quartzos; 2.5y 4/1 Cinza escuro . TEXTURA: Arenosa | | 5 | 5 | 95 |
| 1 | NAV_VC#14B | [solid black] | 55 | Areia fina com traços de lama mosqueada. Quartzos; 2.5y 7/1 Cinza claro . TEXTURA: Arenosa | 1 | 1 | 2 | 98 |
| | NAV_VC#14C | [cross-hatch] | 165 | Areia fina. Quartzos; 2.5y 4/1 Cinza claro . TEXTURA: Arenosa | 2 | 0 | 2 | 98 |
| 2 | NAV_VC#14D | [vertical lines] | | | 3 | | | |

NAV_A3_VC#14

Figura 154: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#14.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#15 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------------|---|-----------------------|------------------------|-----------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 31' 54,06" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 45' 05,53" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#15A | [diagonal lines] | 40 | Areia fina e média . Quartzo; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 2 | 98 |
| | | | | Areia fina e média com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | | 3 | 2 | 98 |
| | NAV_VC#15B | [cross-hatch] | 50 | | | | | |
| 1 | NAV_VC#15C | [vertical lines] | 100 | Areia fina. Quartzo; 2.5y 7/1 Cinza claro . TEXTURA: Arenosa | 1 | 1 | 2 | 98 |
| 2 | | | | | | | | |

NAV_A3_VC#15

Figura 155: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#15.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#17 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 32' 15,90" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 45' 15,75" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 4,50 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | VC#17A | | 35 | Areia fina e média . Quartzo; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 4 | 2 | 98 |
| 1 | NAV_VC#17B | | 105 | Areia fina e média com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/2 Cinza amarronzado claro . TEXTURA: Arenosa | 1 | 4 | 5 | 95 |
| 2 | NAV_VC#17C | | 210 | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 7/1 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | 2 | 1 | 2 | 98 |
| 4 | NAV_VC#17D | | 100 | Areia fina e lama estratificado. Quartzo; 2.5y 7/1 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | 4 | 1 | 7 | 93 |
| NAV_A3_VC#17 | | | | | | | | |

Figura 157: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#17.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#18 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 32' 04,92" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 45' 15,88" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 3 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | textura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#18A | [diagonal lines] | 35 | Areia fina e média . Quartzo; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 2 | 98 |
| | | | | Areia fina com lama e fragmentos de conchas. Quartzo; 2.5y 5/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | | | | |
| | NAV_VC#18B | [cross-hatch] | 75 | | 1 | 1 | 99 | |
| 1 | | | | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 7/1 Cinza claro . TEXTURA: Arenosa | 1 | | | |
| 2 | NAV_VC#18C | [vertical lines] | 190 | | 2 | 5 | 6 | 94 |
| 3 | | | | | 3 | | | |

NAV_A3_VC#18

Figura 158: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#18.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#19 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 31' 53,65" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 45' 15,76" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 20,5 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 3,15 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | textura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | VC#19A | [diagonal lines] | 35 | Areia fina e média . Quartzo; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 2 | 2 | 98 |
| | | | 90 | Areia fina com lama e fragmentos de conchas. Quartzo; 2.5y 5/2 Marron acinzentado. TEXTURA: Arenosa | 1 | 5 | 6 | 94 |
| 1 | NAV_VC#19B | [cross-hatch] | | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | 2 | 2 | 3 | 97 |
| 2 | | | 190 | | | 3 | | |
| 3 | NAV_VC#19C | [vertical lines] | | | | | | |

NAV_A3_VC#19

Figura 159: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#19.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#20 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 31' 43,48" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 45' 13,15" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 1,3 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | NAV_VC#20A | [diagonal lines] | 35 | Areia fina e média . Quartzo; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 2 | 1 | 99 |
| | | | 45 | Areia fina com lama e fragmentos de conchas. Quartzo; 2.5y 6/2 Cinza. TEXTURA: Arenosa | 6 | 4 | 96 | |
| 1 | | | 50 | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 7/1 Cinza claro . TEXTURA: Arenosa | 1 | 1 | 2 | 98 |
| | NAV_VC#20B | [cross-hatch] | | | | | | |
| | NAV_VC#20C | [vertical lines] | | | | | | |

NAV_A3_VC#20

Figura 160: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#20.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#21 | | | | | |
|----------------------------|--|---|---------------------------|---|---|---------------------|--------------------------|----|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 32' 13,93" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 45' 24,20" S | | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21 m | | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,05 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | | |
| 0 | VC#21A NAV_VC#21B NAV_VC#21C | 20 115 70 | 20 | Areia fina e média . Quartzo; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 4 | 96 | |
| | | | | | Areia fina com lama e fragmentos de conchas. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | | 6 | 7 | 93 |
| | | | | | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | | 1 | 2 | 98 |
| 1 | | | | | 1 | | | | |
| 2 | | | | | 2 | | | | |

NAV_A3_VC#21

Figura 161: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#21.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#22 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 32' 05,48" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 45' 25,20" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,8 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | VC#22A | [diagonal lines] | 20 | Areia fina e média . Quartzo; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 2 | 98 |
| | | | 115 | Areia fina com lama e fragmentos de conchas. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | 1 | 4 | 9 | 91 |
| 1 | NAV_VC#22B | [cross-hatch] | | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 6/1 Cinza. TEXTURA: Arenosa | 2 | 3 | 6 | 94 |
| 2 | NAV_VC#22C | [vertical lines] | 70 | | | | | |

NAV_A3_VC#22

Figura 162: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#22.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#23 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 31' 59,83" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 45' 21,00" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,2 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | VC#23A | [diagonal lines] | 25 | Areia fina e média . Quartzo; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 4 | 3 | 97 |
| | | | 110 | Areia fina com lama e fragmentos de conchas. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | 1 | 5 | 8 | 92 |
| 1 | NAV_VC#23B | [cross-hatch] | | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 7/1 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | 2 | 1 | 2 | 98 |
| 2 | | | 85 | | | | | |
| | NAV_VC#23C | [vertical lines] | | | | | | |

NAV_A3_VC#23

Figura 163: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#23.

| PROJETO: | | Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | Log do furo NAV_A3_VC#24 | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------|---|-----------------------|--|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: | | Área 3 | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: | | Vibracore | | Coordenada X: 48° 31' 53,40" O | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: | | GVC 22 EX | | Coordenada Y: 26° 45' 23,64" S | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21 m | | | | |
| | | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 2,2 m | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Ganulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura do amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | VC#24A | 20 | 20 | Areia fina e média . Quartzo; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 3 | 2 | 98 |
| | | | | Areia fina com lama e fragmentos de conchas. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | | | | |
| | NAV_VC#24B | 90 | 90 | | | 4 | 7 | 93 |
| 1 | | | | | | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 7/1 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | 1 | |
| | NAV_VC#24C | 110 | 110 | | | 1 | 2 | 98 |
| 2 | | | | | | | 2 | |

NAV_A3_VC#24

Figura 164: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#24.

| PROJETO: Busca de jazida Navegantes, Santa Catarina | | | Log do furo NAV_A3_VC#25 | | | | | |
|---|-------------|---|--|--|-----------------------|---------------------|--------------------------|----|
| IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Área 3 | | | EPSG:31976 - SIRGAS 2000 / GEO 22S : | | | | | |
| MÉTODO DE SONDAAGEM: Vibracore | | | Coordenada X: 48° 31' 43,33" O | | | | | |
| EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO: GVC 22 EX | | | Coordenada Y: 26° 45' 25,92" S | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE DA COLUNA D'AGUA : 21 m | | | | | |
| | | | PROFUNDIDADE TOTAL DA SONDAAGEM: 1,45 m | | | | | |
| PROFUNDIDADE (metros) | AMOSTRAGENS | | | DESCRIÇÃO TÁCTIL-VISUAL Granulometria; composição predominante, cor (Munsell soil color charts), textura. | TESTES DE LABORATÓRIO | | | |
| | Amostra | leitura | espessura da amostra (cm) | | % CaCO3 | % Finos (<0,062 mm) | % Grosseiros (>0,062 mm) | |
| 0 | VC#25A |  | 10 | Areia fina e média com lama. Quartzo; 2.5y 7/4 Amarelo claro. TEXTURA: Arenosa | 0 | 4 | 12 | 88 |
| | | | 90 | Areia fina com lama e fragmentos de conchas. Quartzo; 2.5y 4/1 Cinza escuro. TEXTURA: Arenosa | 7 | 6 | 94 | |
| 1 | NAV_VC#25B |  | | | 1 | 8 | 1 | 99 |
| | NAV_VC#25C |  | 45 | Areia fina com traços de lama. Quartzo; 2.5y 7/1 Cinza claro. TEXTURA: Arenosa | | | | |

NAV_A3_VC#25

Figura 165: Descrição do furo de sondagem NAV_A3_VC#25.

Da Figura 166 até a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** são apresentadas as fotografias dos amostradores vibracore abertos.



Figura 166: Fotografia das amostras vibracore #01 à #06, coletadas na Área Sul. 0-356 cm.



Figura 167: Fotografia das amostras vibracore #06 à #10, coletadas na Área Sul. 0-315 cm.



Figura 168: Fotografia das amostras vibracore #11 à #14, coletadas na Área Sul. 0-306 cm.



Figura 169: Fotografia das amostras vibracore #01 à #08, coletadas na Área Central. 0-238 cm.



Figura 170: Fotografia das amostras vibracore #01 à #04, coletadas na Área Norte. 0-244 cm.



Figura 171: Fotografia das amostras vibracore #05 à #08, coletadas na Área Norte. 0-209 cm.



Figura 172: Fotografia das amostras vibracore #09 à #12, coletadas na Área Norte. 0-243 cm.



Figura 173: Fotografia das amostras vibracore #13 à #16, coletadas na Área Norte. 0-250 cm.



Figura 174: Fotografia das amostras vibracore #17 à #20, coletadas na Área Norte. 0-228 cm.



Figura 175: Fotografia das amostras vibracore #21 à #25, coletadas na Área Norte. 0-243 cm.

Com base nos resultados das análises tácteis-visuais, a Área Central foi imediatamente descartada, por apresentar uma camada espessa de areia fina/média e lama, com coloração marrom acinzentada escura (2.5y 4/1).

Fundamentados nos resultados a sísmica rasa e análise táctil-visual das amostras *vibracore* coletadas, foi selecionada a área com material sedimentar arenoso de melhor qualidade, localizada na Área Norte prospectada.

No APÊNDICE I deste documento é fornecida uma planilha em formato *.xls contendo os resultados das análises sedimentológicas de cada sub-amostra coletada nos vibracores da Área Sul e Área Norte, contendo:

- Análise táctil visual
- Granulometria
- Teor de finos de CaCO_3
- Estatística granulométrica

5. ANÁLISE DE COMPATIBILIDADE DOS SEDIMENTOS DA ÁREA DE EMPRÉSTIMO COM OS SEDIMENTOS DA PRAIA NATIVA

Normalmente, o material proveniente de áreas de empréstimo marítimas não é exatamente igual ao material nativo da praia. O fator mais importante na análise de compatibilidade de sedimentos em projetos de alimentação artificial de praias consiste na comparação da distribuição de tamanhos de grão do material de origem com o material nativo. De maneira secundária, a coloração, o grau de seleção, o conteúdo de matéria orgânica e de carbonato de cálcio são incluídos nessa análise.

A distribuição de tamanhos de grão do material de empréstimo tem um efeito significativo na forma do perfil de equilíbrio da praia alimentada, nas taxas de perda de areia e em como a praia responderá a tempestades. Em geral, o material de origem semelhante ou mais grosseiro que o da praia nativa será mais estável após a colocação. Se o material de origem for mais fino que o da praia receptora, será mais suscetível à erosão. Assim, uma análise sobre a compatibilidade da areia da área de empréstimo é importante na previsão do desempenho da alimentação artificial e do volume de areia necessário para obter a vida útil desejada.

5.1 COMPÓSITO DA JAZIDA

A síntese de materiais compósitos se dá por misturar compostos diferentes com o intuito de imprimir novas propriedades aos materiais. É prática comum se caracterizar a área de empréstimo de sedimentos para uma obra de alimentação artificial de praia a partir do seu compósito.

Inicialmente é feito o compósito de cada amostrador coletado pelo método vibracore, de modo a obter o tamanho de grão mediano (D_{50}), grau de seleção, porcentagem de finos, porcentagem de matéria orgânica e porcentagem de carbonato de cálcio, através da média dos valores dos parâmetros de cada sub-amostra de sedimento coletada dentro do amostrador, ponderada pelo comprimento efetivo dessa sub-amostra, tal como apresentado na Tabela 11.

Em seguida, é calculado o compósito da área potencial, através da média ponderada do compósito de cada amostrador vibracore, pelo seu comprimento efetivo, chegando-se, assim, à caracterização de todo o pacote sedimentar (compósito da jazida) (Tabela 12).

Tabela 11: Compósito de cada amostra vibracore coletada na área de empréstimo.

| Amostra | Profundidade (cm) | Comprimento efetivo (cm) | Diâmetro mediano (mm) | % Carbonato de Cálcio | % Finos |
|------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| VC_1A | 0-60 | 60.00 | 0.24 | 2.63 | 2.99 |
| VC_1B | 60-160 | 100.00 | 0.17 | 2.13 | 1.78 |
| Composito VC_01 | | 160.00 | 0.20 | 2.32 | 2.23 |
| VC_2A | 0-40 | 40.00 | 0.21 | 2.75 | 2.42 |
| VC_2B | 40-160 | 120.00 | 0.14 | 0.90 | 2.95 |
| Composito VC_02 | | 160.00 | 0.16 | 1.36 | 2.82 |
| VC_5A | 0-60 | 60.00 | 0.27 | 4.39 | 1.86 |
| VC_5B | 60-160 | 100.00 | 0.15 | 1.91 | 2.97 |
| Composito VC_05 | | 160.00 | 0.19 | 2.84 | 2.55 |
| VC_6A | 0-40 | 40.00 | 0.22 | 2.74 | 1.59 |
| VC_6B | 40-100 | 60.00 | 0.15 | 2.66 | 8.00 |
| VC_6C | 100-160 | 60.00 | 0.15 | 0.40 | 3.28 |
| Composito VC_06 | | 160.00 | 0.17 | 1.83 | 4.63 |
| VC_9A | 0-40 | 40.00 | 0.27 | 3.75 | 1.12 |
| VC_9B | 40-80 | 40.00 | 0.16 | 3.66 | 5.11 |
| VC_9C | 80-160 | 80.00 | 0.11 | 2.31 | 4.55 |
| Composito VC_09 | | 160.00 | 0.16 | 3.01 | 3.83 |
| VC_10A | 0-50 | 50.00 | 0.29 | 3.00 | 1.40 |
| VC_10B | 50-90 | 40.00 | 0.15 | 3.68 | 6.41 |
| VC_10C | 90-160 | 70.00 | 0.13 | 1.34 | 2.10 |
| Composito VC_10 | | 160.00 | 0.19 | 2.44 | 2.96 |

Tabela 12: Compósito final da área de empréstimo.

| Amostra | Comprimento efetivo (cm) | Diâmetro mediano (mm) | % Carbonato de Cálcio | % Finos |
|------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| Composito VC_01 | 160.00 | 0.20 | 2.32 | 2.23 |
| Composito VC_02 | 160.00 | 0.16 | 1.36 | 2.82 |
| Composito VC_05 | 160.00 | 0.19 | 2.84 | 2.55 |
| Composito VC_06 | 160.00 | 0.17 | 1.83 | 4.63 |
| Composito VC_09 | 160.00 | 0.16 | 3.01 | 3.83 |
| Composito VC_10 | 160.00 | 0.19 | 2.44 | 2.96 |
| Composito 001 | 960.00 | 0.18 | 2.30 | 3.17 |

O compósito da jazida apresenta diâmetro mediano equivalente a 0,18 mm (areia fina), 2,30 % de carbonato de cálcio e 3,17 % de finos.

5.2 COMPÓSITO DA PRAIA NATIVA

O objetivo na determinação no compósito da praia nativa é obter uma descrição homogênea das características granulométricas, a partir da análise das amostras de sedimentos coletadas em diferentes perfis de praia e em diferentes locais ao longo dos perfis.

Na Tabela 13 é apresentado o compósito da praia nativa, obtido através da média aritmética de cada amostra de sedimento coletada ao longo dos perfis de praia representativos da área de projeto (perfil 1 ao 12).

O compósito da praia nativa, calculado a partir da média aritmética de todas as amostras de sedimentos coletadas, apresenta diâmetro mediano equivalente a 0,15 mm (areia fina), 2,59 % de carbonato de cálcio e 0,00 % de finos.

Os resultados demonstram que área de empréstimo selecionada é composta por material homogêneo, compatível com o da praia nativa, com predomínio de areia fina ($D_{50} = 0,18$ mm) e coloração adequada.

Tabela 13: Compósito da praia nativa, obtido através da média aritmética de cada amostra de sedimento coletada ao longo da praia (sopé da duna (D), berma (B) e face praial (F)).

| Amostra | Classificação | Diâmetro mediano (mm) | % Carbonato de Cálcio | % Finos |
|--------------|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| NAV #1F | Areia fina | 0.14 | 2.86 | 0.00 |
| NAV #1B | Areia fina | 0.14 | 2.94 | 0.00 |
| NAV #1D | Areia fina | 0.14 | 2.41 | 0.00 |
| NAV #2F | Areia fina | 0.15 | 1.60 | 0.00 |
| NAV #2B | Areia fina | 0.15 | 1.88 | 0.00 |
| NAV #2D | Areia fina | 0.15 | 2.83 | 0.00 |
| NAV #3F | Areia fina | 0.14 | 1.62 | 0.00 |
| NAV #3B | Areia fina | 0.15 | 2.51 | 0.00 |
| NAV #3D | Areia fina | 0.15 | 2.05 | 0.00 |
| NAV #4F | Areia fina | 0.14 | 2.36 | 0.00 |
| NAV #4B | Areia fina | 0.14 | 2.28 | 0.00 |
| NAV #4D | Areia fina | 0.15 | 2.27 | 0.00 |
| NAV #5F | Areia fina | 0.14 | 1.17 | 0.00 |
| NAV #5B | Areia fina | 0.15 | 2.62 | 0.00 |
| NAV #5D | Areia fina | 0.15 | 2.81 | 0.00 |
| NAV #6F | Areia fina | 0.15 | 2.39 | 0.00 |
| NAV #6B | Areia fina | 0.14 | 1.41 | 0.00 |
| NAV #6D | Areia fina | 0.15 | 3.09 | 0.00 |
| NAV #7F | Areia fina | 0.15 | 2.54 | 0.00 |
| NAV #7B | Areia fina | 0.14 | 3.09 | 0.00 |
| NAV #7D | Areia fina | 0.15 | 2.64 | 0.00 |
| NAV #8F | Areia fina | 0.15 | 2.46 | 0.00 |
| NAV #8B | Areia fina | 0.15 | 2.05 | 0.00 |
| NAV #8D | Areia fina | 0.15 | 2.61 | 0.00 |
| NAV #9F | Areia fina | 0.15 | 2.25 | 0.00 |
| NAV #9B | Areia fina | 0.15 | 4.35 | 0.00 |
| NAV #9D | Areia fina | 0.15 | 4.33 | 0.00 |
| NAV #10F | Areia fina | 0.16 | 3.65 | 0.00 |
| NAV #10B | Areia fina | 0.15 | 1.51 | 0.00 |
| NAV #10D | Areia fina | 0.15 | 3.53 | 0.00 |
| NAV #11F | Areia fina | 0.15 | 1.85 | 0.00 |
| NAV #11B | Areia fina | 0.15 | 3.20 | 0.00 |
| NAV #11D | Areia fina | 0.15 | 3.71 | 0.00 |
| NAV #12F | Areia fina | 0.15 | 1.81 | 0.00 |
| NAV #12B | Areia fina | 0.15 | 3.03 | 0.00 |
| NAV #12D | Areia fina | 0.15 | 3.66 | 0.00 |
| média | - | 0.15 | 2.59 | 0.00 |

6. PROJETO DE ENGENHARIA DA PRAIA

6.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA SOLUÇÃO PROPOSTA

A proposta de enchimento da Praia do Gravatá está fundamentada no conhecimento dos processos morfológicos e morfodinâmicos atuais e se dará, principalmente, nas subunidades fisiográficas 1 e 2, fazendo uso das estruturas naturais existentes e artificiais a serem adaptadas, para garantir apoio lateral ao enchimento de praia.

Consiste, fundamentalmente, na construção de duas praias de enseada em equilíbrio estático. A primeira estará apoiada lateralmente pelo molhe do Rio Gravatá e pela Ilha do Gravatá e, a segunda, estará apoiada lateralmente pela ilha do Gravatá e pela Pedra da Miraguaia.

Um volume de sacrifício será disposto entre a Pedra da Miraguaia e o Ribeirão das Pedras, o qual deverá sofrer maior perda, para sul, pelo processo de difusão lateral.

Neste projeto, não estamos considerando a construção de qualquer estrutura rígida ao sul da área alimentada. Os preceitos de Engenharia Costeira utilizados para esta decisão estão fundamentados no conceito de “Working with Nature”, ou “Soluções Baseadas na Natureza”. Dentro de um processo resiliente e de gestão adaptativa, serão utilizados os processos naturais para ajudar a resolver o problema de degradação e vulnerabilidade deste tramo da costa.

A solução baseada na natureza deve incluir um programa de manutenção e monitoramento para garantir a largura desejada da linha de costa, por meio de processos de realimentação de areia. Nesse processo contínuo, decisões fundamentadas em medições poderão indicar a necessidade de implantação de estruturas rígidas de contenção.

6.2 DESENHO FUNCIONAL DE PRAIAS DE ENSEADA EM EQUILÍBRIO ESTÁTICO

O projeto de engenharia proposto utiliza o conceito de praia de enseada em equilíbrio estático e fará uso do molhe do Rio Gravatá, da Ilha do Gravatá e da Pedra da Miraguaia como estruturas de contenção lateral.

O tipo de praia proposto apresenta a vantagem de diminuir, ou eliminar por completo, as perdas de areia em sentido longitudinal à costa. Em outras palavras, possibilita a construção de uma praia estável, com baixa necessidade de manutenção ou realimentação ao longo dos anos.

O uso de estruturas do tipo quebra-mar, molhe ou espigão, para apoio de praias de enseada em equilíbrio estático é uma alternativa efetiva e amplamente utilizada ao redor do mundo para contenção e estabilização de enchimentos de praia. Os principais objetivos do uso da combinação de estruturas e enchimentos de praias de enseada são:

- aumento da vida útil da praia;
- criação de espaço para recreio;
- criação de habitat para pássaros e animais marinhos;
- fornecimento de proteção às infraestruturas urbanas frente à ação das ondas e marés durante eventos extremos.

O principal inconveniente na adoção deste tipo de intervenção costeira é o bloqueio parcial ou completo de sedimentos nos compartimentos criados, o que pode acarretar déficit de material nas praias adjacentes localizadas a sotamar das estruturas (na direção do transporte longitudinal de sedimentos).

O tipo de solução de engenharia proposto é muito utilizado em áreas costeiras recreativas, na frente de parques, resorts e áreas urbanas. Exemplos são apresentados na Figura 176 e Figura 177.



Figura 176: Exemplo de aplicação de estruturas de contenção e estabilização de praias de enseada em equilíbrio estático – Maumee Bay State Park, Ohio, EUA.

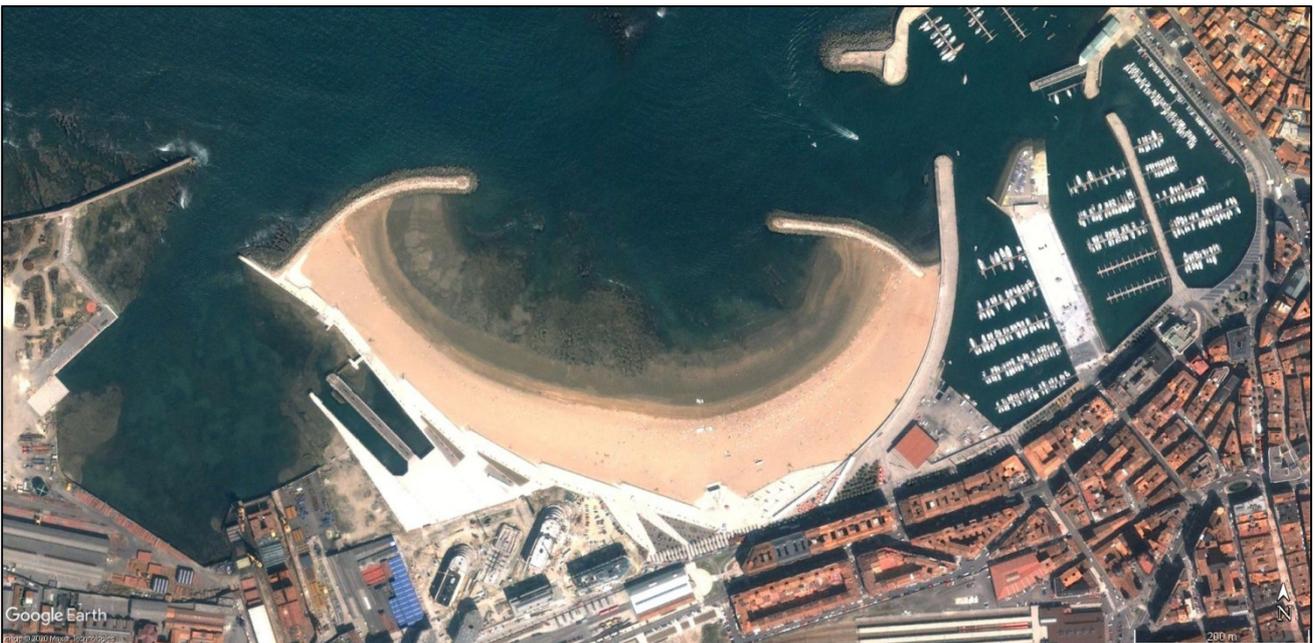


Figura 177: Exemplo de aplicação de estruturas de contenção e estabilização de uma praia de enseada em equilíbrio estático – Playa Poniente, Gijón, Espanha.

6.3 ESTABILIDADE MORFODINÂMICA DA PRAIA NO LONGO PRAZO

O estudo da forma em planta e perfil de praia na escala de longo prazo (anos, décadas), está fundamentado na hipótese de equilíbrio. Essa hipótese sustenta que, uma praia com um tamanho de grão definido, submetida a uma solicitação ou dinâmica atuante constante, desenvolverá uma configuração (planta e perfil) que não evoluirá com o tempo (Medina et al., 1995). Existem diversas formulações que permitem estimar o perfil de equilíbrio (por exemplo, Dean (1977); Vellinga (1982); Larson (1991)), ou a forma em planta de equilíbrio (por exemplo, Silvester (1970); Garau (1979); Hsu y Evans (1989)).

O objetivo da análise de longo prazo é determinar qual será forma final da praia (planta-perfil) e/ou a evolução temporal desta forma na escala de anos, a fim de assegurar que a funcionalidade da praia se mantenha durante sua vida útil. As formulações existentes para esta escala de tempo não tentam analisar os processos, mas as magnitudes agregadas aos mesmos.

6.3.1 PERFIL DE EQUILÍBRIO

O perfil de praia se define como a variação da cota com a distância, contada a partir de uma linha base, podendo esta ser uma feição costeira ou urbana (sopé da duna, muro, calçadão, etc.), ou um plano horizontal de referência (Média das Preamares, Nível Médio do Mar, dentre outros). A forma do perfil de praia depende da granulometria do sedimento, já que o transporte transversal é função das ações hidrodinâmicas, das dimensões das partículas e de seu peso. Ao mesmo tempo, é de se supor que a ondulação será afetada pelos câmbios na configuração do perfil, já que as ondas respondem à configuração das batimétricas. Tal circunstância leva a concluir que existe uma relação biunívoca de equilíbrio entre a dinâmica marinha e a forma do perfil.

O perfil de equilíbrio pode ser definido como o resultante do balanço entre forças construtivas e destrutivas que ocorre em condições de ondulação estacionária, para um sedimento em particular (Dean, 1991). O perfil de equilíbrio é um conceito teórico que unicamente será possível alcançar em laboratório, onde as condições estão controladas. No entanto, conforme indicado por González (1995), as variações dos parâmetros hidrodinâmicos e sedimentares em uma praia estão restritas a um range de valores conhecidos, de modo que a variabilidade do perfil está limitada. Deste modo, existe uma forma do perfil de praia que se apresentará com maior frequência, estado modal do perfil de praia, e que se considera como o perfil de equilíbrio da mesma.

A definição do perfil de equilíbrio de uma praia exige a determinação da: (1) forma do perfil de equilíbrio e (2) profundidade de fechamento, ambos explicados em detalhe posteriormente.

As aplicações deste “perfil de equilíbrio” são múltiplas, destacando-se sua utilização em obras de alimentação e restauração de praias e em múltiplos modelos numéricos e conceituais que devem supor uma configuração prévia da forma do perfil de praia. O perfil de equilíbrio é utilizado, junto com a planta de equilíbrio, na cubicação do volume de areia necessário em uma alimentação de praia ou no dimensionamento do comprimento e cotas de obras de proteção costeira, tais como espigões de contenção de areia ou quebra-mares destacados.

Historicamente, foram propostos diferentes modelos de perfil de equilíbrio, sendo o perfil parabólico de Brunn um dos mais conhecidos, formulação posteriormente melhorada por Dean.

6.3.1.1 PROFUNDIDADE LIMITE DO PERFIL ATIVO

Naturalmente, a partir de certa profundidade, o perfil de equilíbrio já não responde ativamente às ações da ondulação incidente, definindo-se uma profundidade a partir da qual o transporte de sedimentos transversal e longitudinal não tem uma magnitude apreciável. Esta profundidade é conhecida como *profundidade de fechamento*, ou *profundidade limite do perfil ativo*, e pode ser estimada pela expressão:

$$h^* = 1.75H_{S12} - 57,9 \left(\frac{H_{S12}^2}{gT_s^2} \right) \quad \text{proposta por Birkemeier (1985), ou:}$$

$$h^* = 2,28H_{S12} - 68,5 \left(\frac{H_{S12}^2}{gT_s^2} \right) \quad \text{proposta por Hallermeier (1981), onde:}$$

H_{S12} = altura significativa local que é excedida 12 horas ao ano;

T_s = período significativo, associado à H_{S12} .

6.3.1.2 MODELO TEÓRICO DE EQUILÍBRIO EM PERFIL

A descrição analítica do perfil de praia foi estudada por vários autores, entre eles Bowen, Dalrymple, Fredsøe, Dally y Dean. Em geral, todos os modelos apresentam um perfil de equilíbrio côncavo, onde a inclinação da praia decresce conforme nos distanciamos da costa. Esta descrição

consistente de um sem-número de perfis medidos em campo. Geralmente, todos os modelos assumem que o perfil se forma em função de uma ondulação que se dissipa paulatinamente conforme se propaga até a costa.

Existem diversas formulações que permitem descrever um perfil de praia quando conhecido o tamanho dos grãos do material existente e a ondulação atuante. Dean (1977), por exemplo, obteve, a partir de dados referentes a praias em diversos lugares do mundo, as seguintes características para um perfil de equilíbrio:

- Equação do perfil:

$$h = A \cdot x^{\frac{2}{3}}$$

- Valor do parâmetro de forma A:

$$A = k \omega^{0.44}$$

h = profundidade (m);

x = distância (m);

ω = velocidade de queda do grão (m/s);

g = gravidade (m/s²).

Esta formulação é válida até a profundidade de fechamento, descrita anteriormente.

Nota-se que a forma do perfil depende única e exclusivamente do tamanho do sedimento, através do parâmetro de forma A, enquanto a ondulação nos determina a cota de finalização do perfil, h^* . Deste modo, uma praia de areia fina terá uma inclinação mais suave que uma praia de areia grossa. Do mesmo modo, uma praia aberta à ondulação, isto é, exposta a ondas de maior altura, terá um perfil ativo mais longo que outra praia situada em um local abrigado.

O valor do coeficiente k , que relaciona o parâmetro A com a velocidade de queda do grão, obtido por Dean (1977), foi de $k = 0,51$.

6.3.2 FORMA EM PLANTA DE EQUILÍBRO

Os modelos de forma em planta de equilíbrio de praias de enseada definem a forma da linha de costa em função das características médias das ondas incidentes. São modelos empíricos que com pouca informação sobre a dinâmica marinha permitem prever a linha de costa de equilíbrio e, portanto, são de grande utilidade em estudos de engenharia costeira e especificamente no desenho de praias.

Praias em Equilíbrio Estático

Entende-se que uma praia alcançou uma forma em planta de equilíbrio se sua forma em planta não varia frente à ação das ondas incidentes, constantes no tempo. Se além de manter uma forma constante no tempo, o transporte longitudinal residual é nulo, a praia estará em equilíbrio estático. Para que isso ocorra é necessário que os efeitos das correntes longitudinais se anulem, existindo, por tanto, um equilíbrio entre as correntes geradas pelo gradiente de altura de onda e pela incidência oblíqua da ondulação na zona de arrebentação. Estabelecendo como condição a igualdade entre ambas as correntes, pode-se encontrar a forma em planta de praia requerida para satisfazer a igualdade.

Neste processo, analisa-se somente o estado final de equilíbrio, não sendo de interesse o tempo requerido para que a praia alcance esse estado.

Se não existe nenhum obstáculo à propagação, não existirão gradientes de altura e, conseqüentemente, a condição de equilíbrio exige que a praia seja paralela às frentes de onda. Se existem elementos que geram gradientes, como molhes, quebra-mares, cabos ou costões rochosos que ocasionem difração das ondas, a forma em planta da praia adotará uma curvatura em forma de “gancho” ou “meio coração” característica, facilmente reconhecida em:

- Praias apoiadas em um costão rochoso, molhe ou entre quebra-mares;
- Tômbolos e saliências.

É importante ressaltar que a existência de uma praia em equilíbrio, tal como descrito anteriormente, não é possível na natureza, posto que a ondulação está continuamente variando. No entanto, a reduzida velocidade de variação das características das ondulações, faz com que a forma em planta não seja capaz de responder instantaneamente a essas mudanças e tenda a se colocar, como se descreverá mais adiante, em disposição de equilíbrio com as características

médias energéticas das ondulações. A praia terá, portanto, uma posição de equilíbrio modal, com oscilações ao redor desta posição. Essas oscilações são em geral débeis, exceto se existir uma ondulação estacionária numa direção. Em todo caso, na análise de longo prazo, deve-se considerar exclusivamente a posição de equilíbrio média anual, sendo as oscilações objeto de análise de médio prazo.

Praias apoiadas em promontórios ou entre quebra-mares

A presença de um costão rochoso, espigão ou quebra-mar, gera uma zona na qual os efeitos de difração produzidos pelo obstáculo são apreciáveis. Mais além dessa zona, a ondulação não é modificada por essas estruturas e, portanto, a praia em equilíbrio neste setor será paralela às frentes de onda. O limite que separa a zona de influência da difração, da zona inalterada (P_0) é função da distância em número de comprimento de onda (Y/L), que existe entre o ponto de controle (ou ponto de difração) e o prolongamento da linha de costa que passa por P_0 , medida em uma perpendicular às frentes de onda (Figura 178).

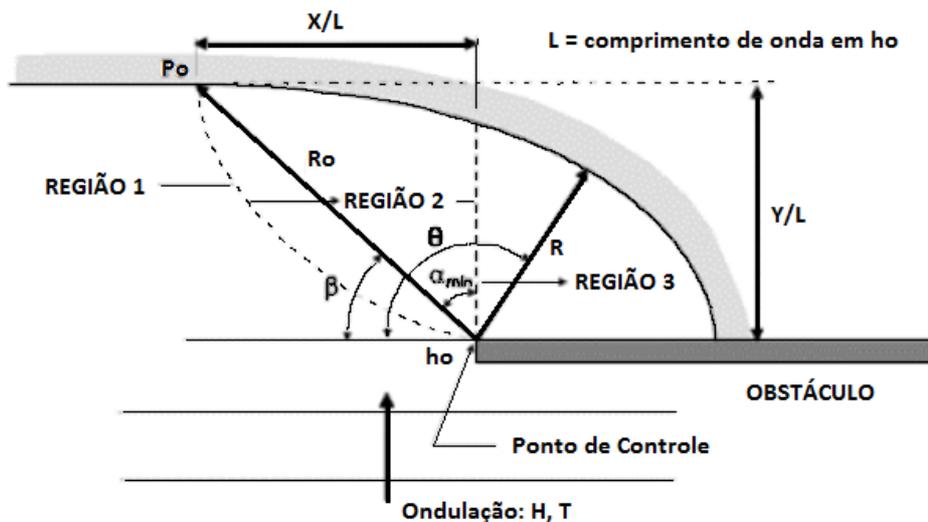


Figura 178: Parâmetros da formulação de Hsu e Evans (1989) para a forma em planta de equilíbrio estático.

Conhecida esta distância adimensional (Y/L), pode-se determinar o ângulo α_{min} formado entre a reta normal às frentes de onda que incidem no ponto de difração e a linha que une este e o ponto de controle P_0 .

A forma da linha de costa, ou forma em planta da praia, na zona de sombra (regiões 2 e 3), vem definida pela expressão parabólica:

$$\left(\frac{R}{R_0}\right) = C_0 + C_1 \left(\frac{\beta}{\theta}\right) + C_2 \left(\frac{\beta}{\theta}\right)^2$$

onde:

R = raio vetor, tomado desde o ponto de difração, que define a forma da praia;

R_0 = raio vetor, tomado desde o ponto de difração, correspondente ao extremo não abrigado da praia;

C_0, C_1, C_2 = coeficientes (função de β);

β = ângulo (fixo) formado entre a frente de onda e o raio vetor R_0 ;

θ = ângulo (variável) entre a frente de onda e o raio vetor R .

É importante salientar que a expressão parabólica anteriormente citada é válida mesmo no caso em que a praia não seja completa, ou seja, uma praia encaixada entre dois salientes e onde só existe parte das regiões 3 e 2 (Figura 178).

Neste caso se procederá prolongando, de maneira fictícia, a linha de costa até o P_0 , utilizando as mesmas expressões de α_{min} , Y/L definidas anteriormente.

Em regiões com maré, a expressão parabólica é válida tanto para a linha de preamar como a de baixa-mar (note-se que não são linhas paralelas ao variar Y/L). Outro aspecto digno de menção é que a forma em planta de equilíbrio estático é independente da granulometria do sedimento e da altura de onda incidente, sendo os parâmetros que governam a forma em planta a direção das frentes de onda no ponto de difração e a distância adimensional entre este e a linha de costa (Y/L). No que diz respeito a estes parâmetros, cabe destacar:

- Direção das frentes de onda

Como comentado anteriormente, a forma em planta de uma praia não é capaz de responder instantaneamente às mudanças de direção da ondulação e tende a colocar-se em uma posição em equilíbrio com as condições médias energéticas da mesma. Consequentemente, a direção das

frentes de onda que se deve utilizar no estudo de longo prazo da forma em planta é a definida pelo fluxo médio anual de energia \vec{F}_P no ponto de controle, ou ponto de difração,

$$\vec{F}_P = \sum_{i=1}^N H_i^2 \vec{C}_{g,i}$$

onde: C_g é a celeridade de grupo, H a altura de onda e N todas as ondulações do ano. Não obstante, se verificará esta direção com a disposição de praias adjacentes.

No caso em que não exista um ponto de difração ou que este não afete a praia, o alinhamento da mesma será paralelo à frente de onda correspondente com a direção do fluxo médio de energia.

- Distância adimensional

A influência da distância adimensional é especialmente relevante no caso de praias próximas ao ponto de controle. Para valores de Y/L maiores que 8, a variação de α_{min} com a distância Y/L é de escassa magnitude.

6.3.3 RESPOSTA DA FORMA EM PLANTA DE UMA PRAIA A ESTRUTURAS DESTACADAS DA COSTA - BASE TEÓRICA

Estruturas destacadas da costa, naturais ou artificiais, uma vez dispostas de forma aproximadamente paralela à linha de costa, subtraem a zona interna da incidência direta da agitação marítima. Adicionalmente, acabam por criar condições em que a difração e refração das ondas nas extremidades da estrutura propiciam, na zona de sombra, transporte sedimentar convergente, do que resulta a acumulação de sedimentos.

A acumulação de sedimentos na zona de sombra de estruturas destacadas pode dar origem a feições de dois tipos: (1) tómbolo ou (2) saliência. O tómbolo corresponde a uma acumulação de sedimentos que se prolonga da praia até a estrutura, o que, dependendo do pretendido, poderá ser ou não benéfico, visto que pode interromper o transporte longitudinal de sedimentos para as porções de praia adjacentes. A saliência, mais curta que o tómbolo, não atinge a estrutura, permitindo com que o transporte longitudinal de sedimentos não seja interrompido (Figura 179).

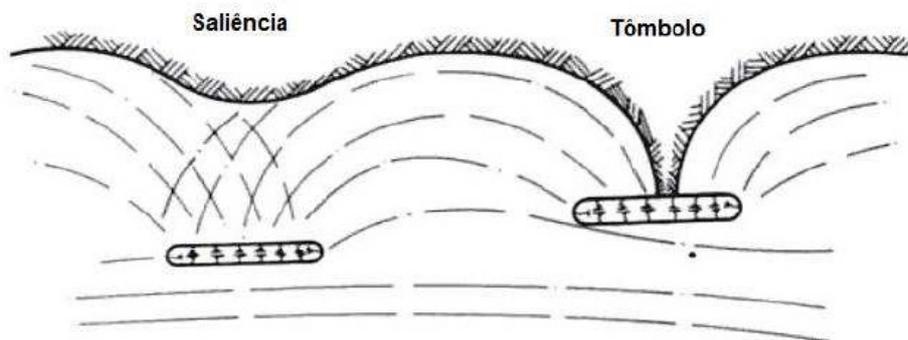


Figura 179: Diferença entre saliência e tómbolo.

As estruturas destacadas da costa podem ser caracterizadas a partir de alguns parâmetros, conforme apresentado na Figura 180.

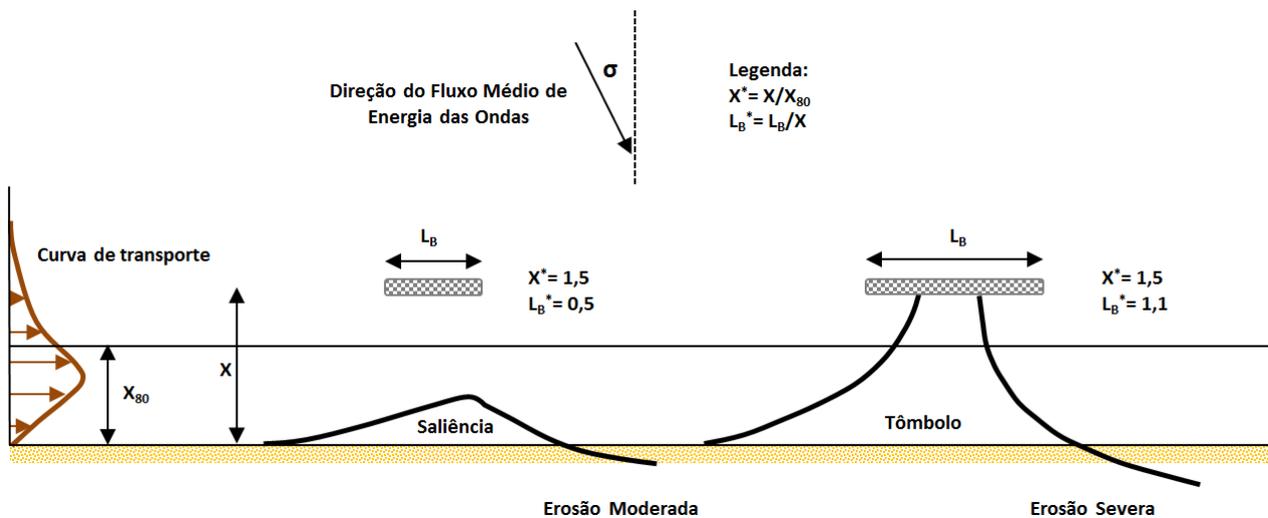


Figura 180: Definição dos parâmetros que caracterizam estruturas destacadas da costa e as formas de acumulação.

Os parâmetros mais importantes são:

- L_B : comprimento da estrutura;
- x : distância da estrutura até a costa;
- x_{80} : largura da zona de surf; aproximadamente 80 % do transporte litorâneo ocorre dessa linha em direção à terra.

As distâncias e comprimentos adimensionais são dadas por:

- $L_B^* = L_B/x$ comprimento da estrutura, relativo à distância da estrutura até a costa;
- $x^* = x/x_{80}$ distância da estrutura até a costa, relativa à largura da zona de surf.

As formas de acumulação associadas são definidas como:

- Saliência: quando o comprimento adimensional da estrutura L_B^* é menor que aproximadamente 0,6 a 0,7, uma saliência em forma de sino se formará na linha de costa, na zona de sombra da estrutura. No entanto, outros parâmetros além do comprimento da estrutura e distância irão influenciar o padrão de acumulação;
- Tômbolo: Quando o comprimento adimensional da estrutura L_B^* é maior do que aproximadamente 0,9 a 1,0, a acumulação de areia atrás da estrutura irá conectar a praia ao quebra-mar, com a formação de um tômbolo. Novamente, outros parâmetros além do comprimento da estrutura e distância irão influenciar o padrão de acumulação.

Estruturas destacadas fornecem abrigo às ondas incidentes, pelo que o transporte litorâneo por trás do quebra-mar é diminuído e o padrão de transporte adjacente ao quebra-mar é modificado. Essas características são utilizadas de diferentes maneiras através de diferentes tipos de estruturas, com variação dos parâmetros relevantes. Existem três tipos diferentes, como pode ser visto na Figura 181.

- Estrutura *offshore*;
- Estrutura costeira;
- Estrutura praial.

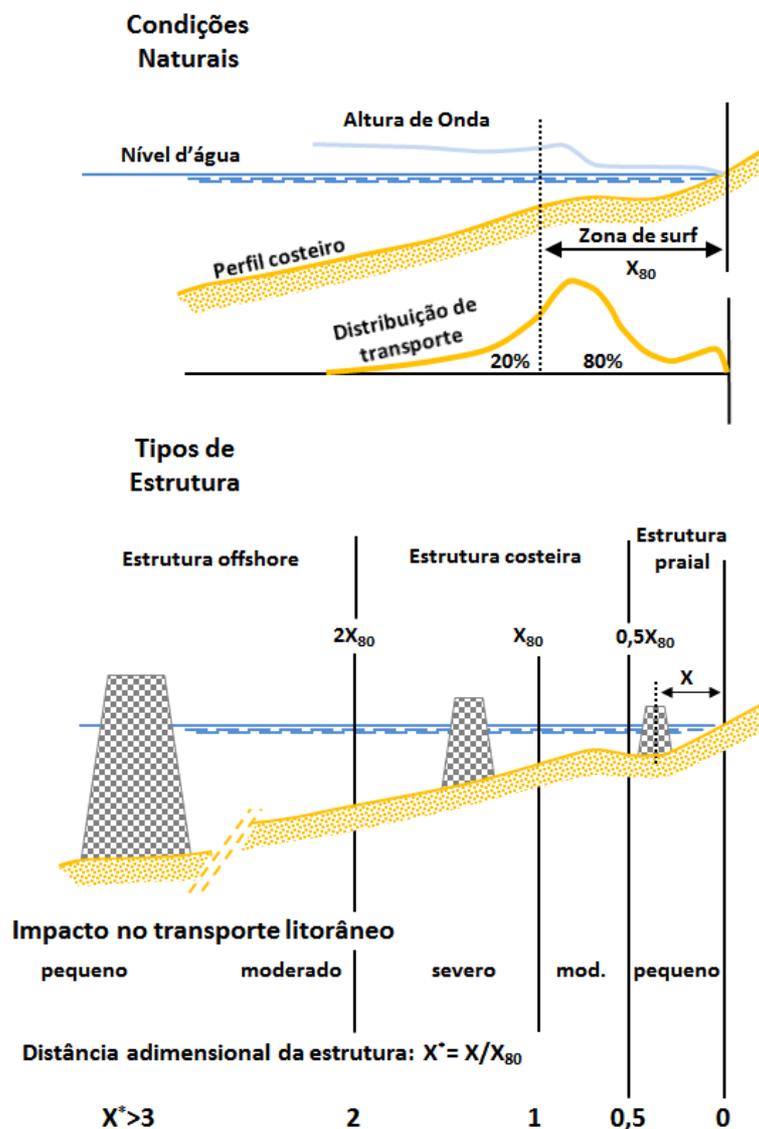


Figura 181: Tipos de estruturas em função dos principais parâmetros.

Como se verá adiante, os conceitos de praia em equilíbrio estático e os parâmetros que definem a formação de tômbolos ou saliências serão base para o desenho da Praia do Gravatá, uma vez que se pretende utilizar a Ilha do Gravatá e a Pedra da Miraguaia como estruturas de apoio e estabilização da praia alimentada.

6.4 REFERENCIAIS PLANIMÉTRICOS E ALTIMÉTRICOS

Para o projeto da praia, foi utilizado o sistema referencial de localização terrestre baseado em coordenadas métricas, projeção UTM, Datum Horizontal WGS 84, Fuso 22S, Meridiano Central - 51°.

As altitudes encontram-se referenciadas ao Datum Vertical do Sistema Geodésico Brasileiro (Altitudes Normais).

A compatibilização dos referenciais altimétricos do IBGE e da DHN foi feita a partir de transporte de altitude, por nivelamento geométrico de alta precisão, tendo como partida a RN 3011J (Figura 182) e, como chegada, a RN1-DHN, localizada no interior da Delegacia da Capitania dos Portos, em Itajaí (Figura 183).

| | | |
|--|---|---|
| | 60 235 | F-41 - Padrão - Nova Delegacia da Capitania dos Portos em Itajaí - 60235 - Versão 1/2012 |
| | F-41 | DESCRIÇÃO DE ESTAÇÃO MAREGRÁFICA |
| Estação Nova Delegacia da Capitania dos Portos em Itajaí | Estado SC | Localidade Itajaí |
| LH 024/09 | Carta N°. 1801 - Porto de Itajaí | Navio NHI Sirius |
| | | Ano 2009 |
| Coordenadas geográficas Lat 26° 54' 21,28" S Long 048° 39' 12,02" W Datum WGS -84 Fuso +3 | O nível de redução está <u>189,6</u> centímetros acima do zero da régua de 2009/2010/2011. Fonte de informação: Tipo de marégrafo: Kalesto - OTT Zero do marégrafo coincide com do zero da régua. | |
| Descrição das régua de marés Régua de madeira padrão DHN com 4,00 metros de comprimento, numerada e graduada de 10 cm em 10 cm nas cores branca, preta e encarnada. Parafusos que fixaram a régua estão na marca de 3,07cm (inferior) e 3,85 cm (superior). A régua de marés foi fixada na extremidade mais a montante do pier da Delegacia, junto à Estação Maregráfica. Esta ficha foi compilada das F-41-1801-003/09 e F-41-1801-001/10. Atualizada em 17/12/2012. | Descrição das referências de nível RN1-DHN - Localizada na Nova Delegacia da Capitania dos Portos em Itajaí e com a indicação RN1 cravada na sua calota, encontra-se no final do pier à esquerda, próximo à régua de marés e a escada do cais. Lat: 26° 54' 21,2884" S - Long: 048° 39' 12,0201" W. Implantada em 2009. RN2-DHN - Localizada na Nova Delegacia da Capitania dos Portos em Itajaí e com a indicação RN2 cravada na sua calota, encontra-se nas proximidades do início do pier, à direita, próximo a sua placa de inauguração. Implantada em 2009 RN3-DHN - Localizada na Nova Delegacia da Capitania dos Portos em Itajaí e com a indicação RN3 cravada na sua calota, encontra-se no cais, na direção da RN2, nas proximidades do prédio da Delegacia. Implantada em 2009. RN-SCLJ2 - Localizada no Pier Turístico de Itajaí (em frente à Praça Vidal Ramos), apresenta a indicação RN-SCLJ2 cravada em sua calota. Implantada em 2002. | |
| Arquivo Técnico a ser preenchida no CHM Recebida em: DHN-6016-A Documento de referência: LH-024/09 - RA-016/10 LH-021/10 - LH-Costa Sul III/PNBOIA IV/11 - LH-007/12 - RA-332/12 | Pessoal que tomou parte na montagem Equipe de 2009: 1°SG-HN Antonio Carlos - 2°SG-HN Lessa 3°SG-HN Tomaz - 3°SG-HN Pereira 3°SG-HN Fonseca - 3°SG-HN Joaci CB-HN Roque Chefe da equipe: CT Gizo | Equipe de 2012: 1° T Oliveira Santos 3°SG-HN Celijilson 3°SG-HN Nepomuceno CB-HN Candido Chefe da equipe: CT Bambace |
| Atenção Usuários: Devido a uma provável oscilação do cais (ressonância), em função do vento e das correntes sob a estrutura do cais onde se encontram implantadas as RRNN, pode ocorrer a inversão da posição relativa das RN1-DHN e RN2-DHN, quando da realização dos nivelamentos geométricos. | | |
| Diagrama | Esquema | |
| Observações 1 - Período de observação para obtenção dos elementos de maré: período de 01/04/2010 a 01/04/2011. 2 - A análise harmônica foi efetuada usando o método harmônico, sendo os dados processados pelo BNDO. | | |

Figura 182: Ficha da Estação Maregráfica F-41 60235 – Nova Delegacia da Capitania dos Portos em Itajaí, emitida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil.

| | | | | | |
|----------------|--------------|----------------------------|-------|----------------------|--------------------------|
| Estação : | 3011J | Nome da Estação : | 3011J | Tipo : | Referência de Nível - RN |
| Município : | ITAJAÍ | | | UF : | SC |
| Última Visita: | 15/10/2018 | Situação Marco Principal : | BOM | Última Atualização : | 02/04/2019 |
| Conexões : | EG : 8120707 | | | Inscrição chapa : | RN 3011J |

| DADOS PLANIMÉTRICOS | | DADOS ALTIMÉTRICOS | | DADOS GRAVIMÉTRICOS | |
|---------------------|------------------|---|------------------------|---------------------|------------|
| Latitude | 26° 54' 17,00" S | Altitude Normal(m) | 2,5095 | Gravidade(mGal) | 979,050,02 |
| Longitude | 48° 39' 20,00" W | Fonte | Nivelamento Geométrico | Datum | RGFB |
| Fonte | GPS Navegação | Sigma Altitude(m) | 0,036 | Data Medição | 21/06/2013 |
| Origem | | Datum | Imbituba | Data Cálculo | 27/03/2019 |
| Datum | SIRGAS2000 | Data Medição | 09/12/1995 | | |
| Data Medição | 15/10/2018 | Data Cálculo | 30/07/2018 | | |
| Data Cálculo | | Número Geopotencial (m ² /s ²) | 24,570 | | |
| Sigma Latitude(m) | | | | | |
| Sigma Longitude(m) | | | | | |
| UTM(N) | 7.021.961 | | | | |
| UTM(E) | 732.839 | | | | |
| MC | -51 | | | | |

- Ajustamento Altimétrico Simultâneo da Rede Altimétrica em 30/07/2018 - REALT 2018 2ª edição disponível em : <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101666.pdf>
- Ajustamento Planimétrico SIRGAS2000 em 23/11/2004 e 06/03/2006 - Relatório em : ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf
- Para obtenção de Altitude Ortométrica referente a levantamento SAT utilizar o MAPGEO2015 disponível em : <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/10855-modelo-de-ondulacao-geoidal.html>
- As informações de coordenadas estão relacionadas ao sistema SIRGAS2000, em conformidade com a RPR 01/2015 de 24/02/2015 disponível em : ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_2015_sirgas2000.pdf

| Localização |
|------------------------------|
| Indisponível temporariamente |
| Descrição |
| Indisponível temporariamente |

Foto(s)

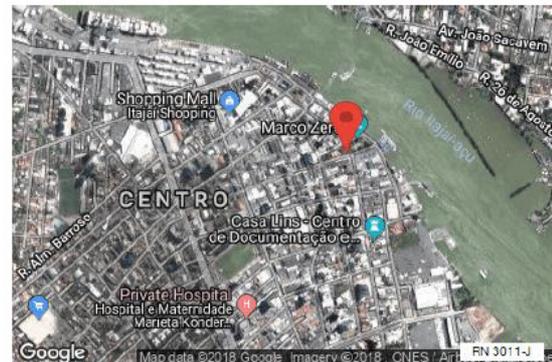


Figura 183: Detalhes da Referência de Nível RN 3011J utilizada para compatibilização dos referenciais altimétricos oficiais do IBGE e DHN.

Na Figura 184, é apresentada a relação entre o referencial altimétrico do SGB (IBGE), o Nível de Referência da DHN e os principais planos horizontais maregráficos, onde MHHW é a média das preamares superiores, NM o nível médio do mar e MLLW a média das baixa-mares inferiores.

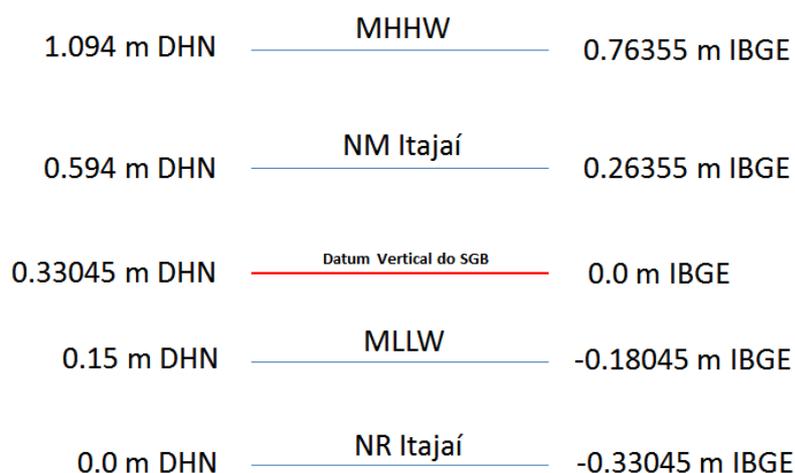


Figura 184: relação entre o referencial altimétrico do SGB (IBGE), o Nível de Referência da DHN e os principais planos horizontais mareográficos locais.

6.5 CRITÉRIOS DE PROJETO DA PRAIA

Os cálculos para obtenção do volume total de areia necessário para o enchimento da Praia do Gravatá foram realizados considerando os seguintes critérios de desenho:

- largura da berma projetada: variável (de 80 m a 100 m);
- cota da berma de construção: +2,30 m IBGE (+2,63 m DHN);
- talude da berma de construção, desde o sopé da duna até a crista da berma, em direção ao mar: 1:70;
- talude de construção, desde a crista da berma até o fundo primitivo, em direção ao mar: 1:10;
- largura do topo da duna: 7,0 m;
- cota da crista da duna: +3,50 m IBGE (+3,83 m DHN);
- talude de construção da duna, em direção ao mar: 1:6;
- diâmetro mediano do grão do compósito da área de empréstimo (D_{50}): 0,18 mm;
- nível médio do mar: +0,26 m IBGE (+0,594 m DHN);
- média das preamares superiores (MHHW): +0,76 m IBGE;
- maré meteorológica TR 10 anos: 0,975 m.

A definição da cota da berma e duna foi feita com base na análise dos perfis transversais da praia existente, nos tramos saudáveis da Praia de Navegantes, dados de maré astronômica e de maré meteorológica com período de retorno de 10 anos. A maré meteorológica com período de retorno

de 10 anos foi obtida a partir do ajuste da Distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV) aos máximos anuais desta variável, com base em 60 anos de dados, com auxílio dos módulos IH-DATA e IH-AMEVA, pertencentes ao Sistema de Modelagem Costeira - SMC-Brasil. O resultado do ajuste é apresentado na Figura 185.

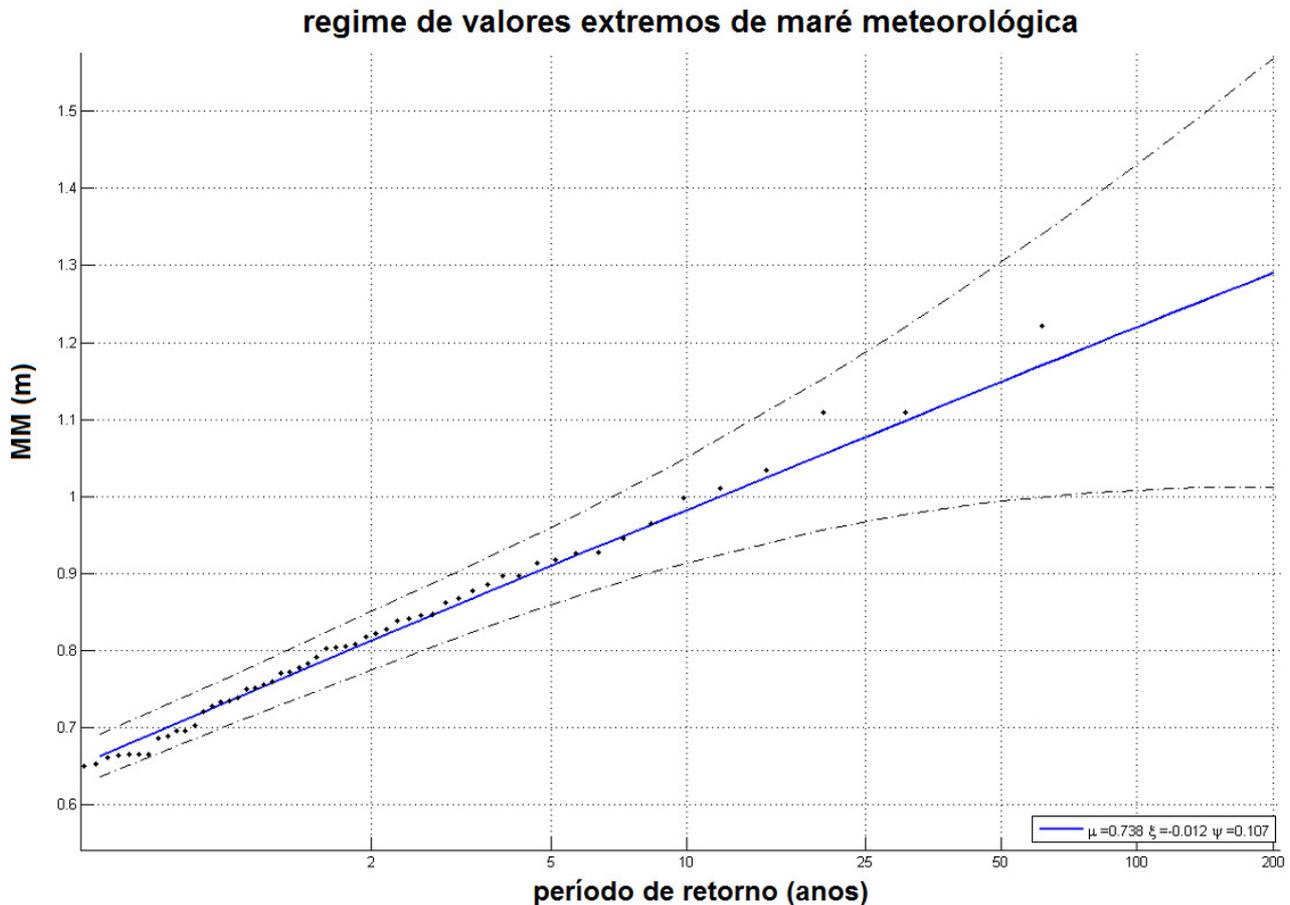


Figura 185: Período de retorno da variável maré meteorológica na região de Navegantes. Ajuste da Distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV) aos máximos anuais - 60 anos de dados.

6.6 ESTIMATIVA DO PERFIL DE EQUILÍBRIO DA PRAIA PROPOSTA

Assume-se, para fins de dimensionamento da praia, que seu perfil de equilíbrio será um perfil teórico de Dean (1977), considerando para tal, os parâmetros de onda resultantes do estudo de modelagem computacional de geração e propagação de ondas.

6.7 ESTIMATIVA DA FORMA EM PLANTA DE EQUILÍBRIO DA PRAIA PROPOSTA

Para que se possa reter uma praia em uma baía, ou enseada, são necessários alguns contornos impermeáveis laterais e de fundo, que confinem o sedimento e evitem com que haja transporte para fora da unidade fisiográfica. Baseado na concepção de estabilidade da forma em planta de

uma praia, projetou-se uma praia em equilíbrio estático, usando a equação parabólica de Hsu e Evans (1989), condicionada pela presença dos pontos de difração presentes no molhe do Rio Gravatá, Ilha do Gravatá e Pedra da Miraguaia.

Para a modelagem da forma em planta em equilíbrio estático, foi aplicado o método proposto por Gonzalez e Medina (2002), implementado através da ferramenta computacional SMC (*Sistema de Modelado Costero*), desenvolvida pelo *Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas (G.I.O.C.)* da *Universidad de Cantabria* e *Dirección General de Costas* do *Ministerio de Medio Ambiente* da Espanha, a qual faz parte de um sistema denominado *Modelo de Ayuda a la Gestión del Litoral*.

A partir do ajuste iterativo da equação parabólica, a linha de costa foi deslocada em direção ao mar até que fosse formado um tómbolo no tardoz da Ilha do Gravatá e outro menor no tardoz da Pedra da Miraguaia. Espera-se, com isso, que o transporte de sedimentos entre as diferentes unidades fisiográficas seja diminuído, ocorrendo praticamente somente durante eventos extremos de maré meteorológica positiva.

Na Figura 186 é apresentada uma vista geral da forma em planta de equilíbrio estimada para a Praia do Gravatá, a partir do ajuste do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989) em cada sub-unidade fisiográfica.

Na Figura 187 é apresentada a forma em planta de equilíbrio estimada a partir do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989), com detalhe na sub-unidade fisiográfica localizada entre a desembocadura do Rio Gravatá e a Ilha do Gravatá.

Na Figura 188 é apresentada a forma em planta de equilíbrio estimada a partir do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989), com detalhe na sub-unidade fisiográfica localizada entre a Ilha do Gravatá e a Pedra da Miraguaia.

Na Figura 189 é apresentada a forma em planta de equilíbrio estimada a partir do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989), com detalhe na sub-unidade fisiográfica localizada entre a Pedra da Miraguaia e o Ribeirão das Pedras. Este tramo da praia não conta qualquer estrutura de apoio lateral do enchimento, ao sul, e pode ser considerado como uma área de sacrifício localizada na extremidade do enchimento.



Figura 186: Vista geral da forma em planta de equilíbrio da Praia do Gravatá, estimada a partir do ajuste do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989). A linha amarela corresponde à linha de costa projetada.



Figura 187: Forma em planta de equilíbrio estimada a partir do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989), com detalhe na sub-unidade fisiográfica localizada entre a desembocadura do Rio Gravatá e a Ilha do Gravatá. A linha amarela corresponde à linha de costa estimada.



Figura 188: Forma em planta de equilíbrio estimada a partir do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989), com detalhe na sub-unidade fisiográfica localizada entre a Ilha do Gravatá e a Pedra da Miraguaia. A linha amarela corresponde à linha de costa estimada.



Figura 189: Forma em planta de equilíbrio estimada a partir do modelo parabólico de Hsu e Evans (1989), com detalhe na sub-unidade fisiográfica localizada entre a Pedra da Miraguaia e o Ribeirão das Pedras. A linha amarela corresponde à linha de costa estimada.

7. DETALHAMENTOS DO PROJETO PARA CONSTRUÇÃO

A área do projeto de enchimento da praia tem início no molhe do Rio Gravatá e se estende por aproximadamente 2.300 m, até aproximadamente 115 m ao norte da foz do Ribeirão das Pedras. A extremidade norte do enchimento estará apoiada lateralmente no molhe e a extremidade sul será finalizada em formato cônico, em transição suave com a praia nativa (“taper” para diminuição da difusão lateral).

O projeto da praia foi desenvolvido com uma berma de construção de aproximadamente 90 m, para obtenção de uma largura de equilíbrio de, aproximadamente, 70 m. A berma estará situada na cota +2,3 m IBGE (+2,63 m DHN), no ponto de transição com a duna, e terá um talude de 1:70 em direção ao mar, com o objetivo de diminuir a formação de escarpamentos na fase de equilíbrio inicial.

Foi projetada uma duna frontal com base de aproximadamente 14 m de largura, crista de 7 m de largura, situada na cota +3,5 m IBGE (+3,83 m DHN), com talude de 1V:6H em direção ao mar, apoiada, no tardez, no enrocamento existente ao longo da costa.

O volume total de sedimentos para construção da praia e duna é de 420.258,84 m³.

Uma vista geral do projeto e uma seção tipo de construção, é apresentada na Figura 190.

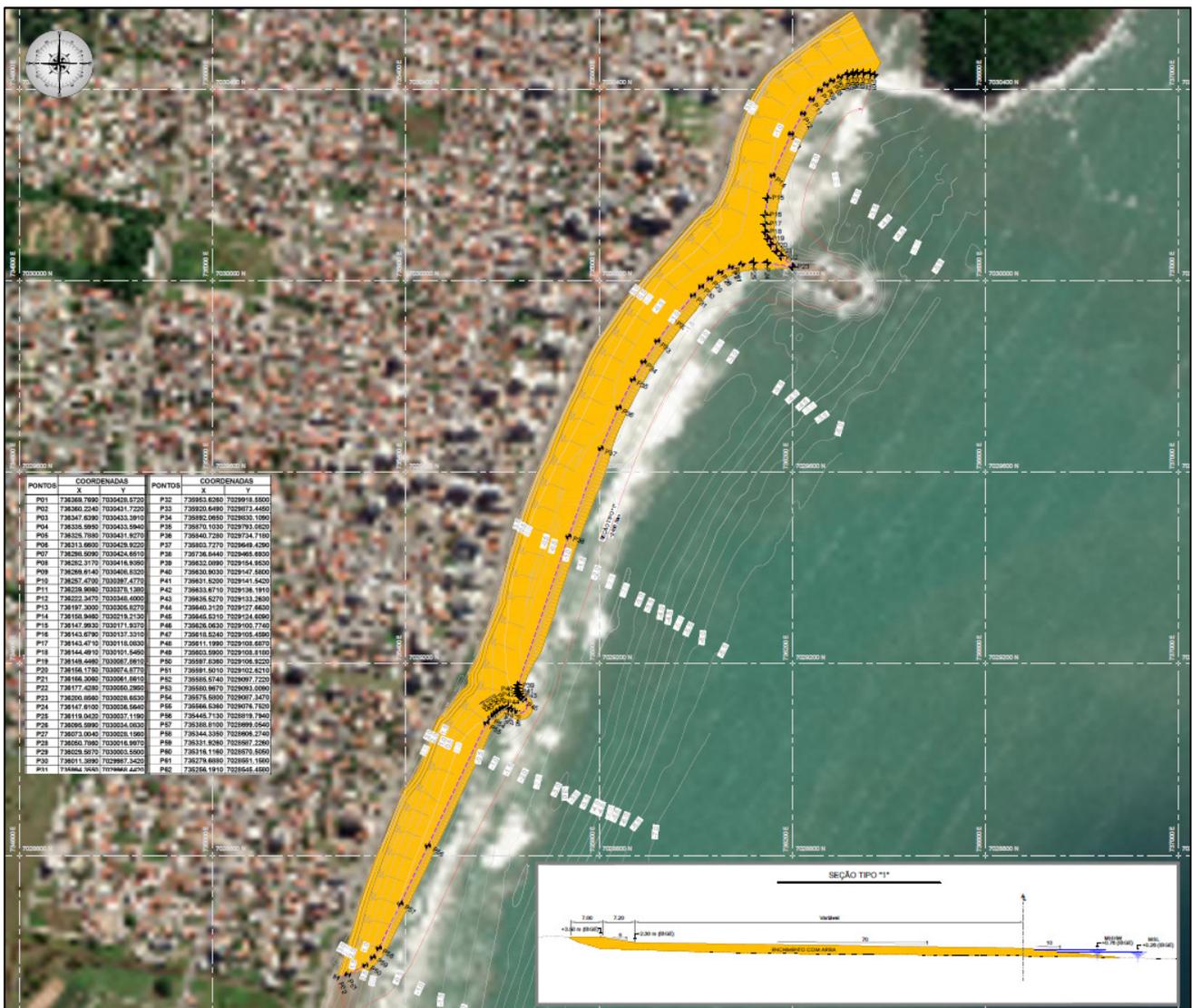


Figura 190: Vista geral do projeto de enchimento da Praia do Gravatá, com detalhe em uma seção tipo de construção.

A área de empréstimo oceânica está localizada a aproximadamente 12 Km de distância da área do projeto, num local com lâmina d’água de aproximadamente 23 m. Possui área total de 332.707 m² e poderá ser dragada até o limite de 1,6 m a partir da superfície do leito marinho existente (Figura 191).



Figura 191: Área de empréstimo oceânica, localizada ao largo da Ponta da Vigia, a aproximadamente 12 Km de distância da área do projeto, num local com aproximadamente 23 m de profundidade.

No APÊNDICE II são apresentados os planos gerais do projeto de engenharia.

No APÊNDICE III são apresentados os detalhamentos dos perfis de construção.

No APÊNDICE IV são apresentados os detalhamentos da área de empréstimo, seus limites coordenados, plano de sinalização e planos de corte.

8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E DIRETRIZES EXECUTIVAS DOS SERVIÇOS

8.1 GENERALIDADES

O material de boa qualidade prospectado, compatível com as características da praia nativa, deverá ser dragado da área de empréstimo com o uso de uma draga auto-transportadora (TSHD). A empresa encarregada deverá comprovar sua experiência na execução de obras de alimentação artificial de praias, demonstrando que possui equipamentos de dragagem capazes de operar em ambiente marinho e que é capaz de cumprir com o cronograma e o prazo total de execução especificado neste projeto.

A construção deve evoluir da extremidade sul até a extremidade norte da área do projeto, de acordo com a sequência construtiva ilustrada no APÊNDICE V deste documento. A construção é executada por equipamento de dragagem, tramos de tubulação de recalque e equipamentos de terraplenagem.

O método executivo apresentado nesta memória descritiva está de acordo com a experiência da equipe de projeto com obras de engenharia costeira e de alimentação artificial de praias. Alterações no plano de execução poderão ser propostas pela empresa CONTRATADA, desde que previamente aprovadas pela Engenharia da CONTRATANTE.

8.2 TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS

A CONTRATADA deve fazer sua própria investigação sobre as vias de acesso por terra, dimensões de canais, incluindo limites de profundidades para transporte e acesso aos locais de trabalho e operação da draga, limites de carga de rodovias e pontes, assim como outras condições que afetam o transporte de todos os equipamentos até a área do projeto.

8.3 ACESSO À ÁREA DE TRABALHO MARÍTIMO

A CONTRATADA deve fornecer acesso à CONTRATANTE, da draga e para a draga e outros equipamentos flutuantes disponíveis, para fins de observação das atividades de construção ou dos testes de monitoramento ambiental. A CONTRATADA deverá fornecer embarcação, tripulação, trabalhadores e materiais que fazem parte do equipamento comum da planta de dragagem, que possam ser minimamente necessários para a observação das atividades. Se a CONTRATADA recusar, negligenciar ou atrasar o cumprimento desses requisitos, equipamentos específicos podem

ser fornecidos e mantidos pela CONTRATANTE, e os custos dos mesmos serão deduzidos de quaisquer valores devidos ou a tornar-sem devidos à CONTRATADA.

8.4 ÁREA DE TRABALHO E SERVIÇOS PRELIMINARES

As áreas de praia onde a alimentação deve ser realizada são mostradas nos desenhos do projeto (APÊNDICE II e APÊNDICE III). Antes da colocação do material de enchimento na praia, a CONTRATADA deverá remover todos os destroços, troncos e detritos similares situados dentro dos limites da área de construção, que possam interferir na execução das seções do projeto. Todos os materiais removidos tornar-se-ão propriedade da CONTRATADA e serão descartados de acordo com todas as regulamentações locais, estaduais e federais aplicáveis.

Durante os trabalhos, haverá interrupção completa das atividades recreativas na praia. Por motivos de segurança, a CONTRATADA poderá excluir o público das áreas de trabalho nas imediações de suas operações de colocação de material de enchimento e terraplenagem. O acesso à construção e acessos adicionais para ingresso e saída para a área de construção, e/ou armazenamento temporário de material, deve ser implantado e mantido pela CONTRATADA, com a aprovação da Engenharia da CONTRATANTE.

8.5 COLOCAÇÃO DE MATERIAL NAS SEÇÕES DE ENCHIMENTO DA PRAIA

O material dragado deve ser disposto na seção de enchimento diretamente a partir da saída do tubo de descarga da draga, ou estocando o material dragado, em uma área aprovada pela FISCALIZADORA, e transportando o material por equipamento de terraplenagem até a seção de enchimento. Uma combinação dos dois métodos acima também pode ser utilizada. O material dragado deve ser colocado no local e dentro das tolerâncias prescritas nas seções de projeto, de acordo com o subparágrafo “Tolerâncias” desta especificação (seção 8.27), a menos que aprovado de outra forma pela Engenharia da CONTRATANTE e FISCALIZADORA.

A CONTRATADA deverá redistribuir qualquer material depositado em locais não designados ou aprovados pela FISCALIZADORA. A CONTRATADA deverá remover o material e depositá-lo onde for designado, por conta própria.

O material de enchimento dragado deve ser colocado na praia, nas cotas especificadas, nas seções transversais apresentadas nos desenhos do projeto, contidos no APÊNDICE III deste documento, a menos que indicado de outra forma pela Engenharia da CONTRATANTE.

A CONTRATADA não será obrigada a terraplenar o material disposto abaixo do nível médio do mar.

Terraplenagem e movimentação de equipamentos de construção não serão permitidos fora dos limites de construção especificados no projeto, exceto para entrada e saída do local de construção.

A CONTRATADA deverá fazer verificações periódicas da diferença entre o volume de material retirado dos prismas da jazida e a quantidade de material retido na praia durante a execução do trabalho.

A CONTRATADA deverá manter a seção de enchimento em condições satisfatórias em todos os momentos, até a conclusão final e aceitação do trabalho.

8.6 MATERIAL ADEQUADO PARA ENCHIMENTO DE PRAIA

A dragagem deve ser realizada de modo que o material mais adequado disponível para a área de disposição na praia seja colocado dentro das seções prescritas no projeto. Este material deve ser composto predominantemente por grãos de areia, com não mais de 10 % de finos ($D_{50} < 0,0625$ mm). Os limites da área de empréstimo oceânica estão indicados no APÊNDICE IV deste documento. Prevê-se que o material dentro de todo o prisma da área de empréstimo e à profundidade, conforme observado nos planos, incluindo os taludes laterais, contenha material adequado para disposição na praia. Se a draga encontrar materiais inadequados para colocação na praia, a CONTRATADA será orientada pela FISCALIZADORA a se deslocar para o local mais satisfatório dentro da área de empréstimo indicada, para descarte.

Para verificar a qualidade do material colocado na área de disposição na praia, a FISCALIZADORA se reserva o direito de coletar pelo menos uma amostra de areia por dia na área preenchida, perto da descarga da tubulação. A FISCALIZADORA será responsável por analisar a amostra.

8.7 MATERIAIS INADEQUADOS

Objetos questionáveis, tais como tocos, raízes, troncos, ou outros detritos orgânicos ou inorgânicos com um diâmetro de 5,0 cm ou mais e/ou um comprimento de 30 cm ou mais, ou acúmulos de pequeno crescimento vegetativo, ou detritos, devem ser coletados e colocados em uma área de

disposição fornecida pela CONTRATADA e aprovada pela FISCALIZADORA, na medida em que o trabalho avança. Matérias repreensíveis, como grandes bolas de material argiloso, devem ser quebradas e dispersas e/ou misturadas com o material da engorda.

8.8 MECANISMO DE REMOÇÃO DE MATERIAL GROSSEIRO NA EXTREMIDADE DA LINHA DE DRAGAGEM

A CONTRATADA deverá utilizar mecanismo de separação de material grosseiro, com uma malha de, no máximo, 3/4" (19,05 mm), acoplado na extremidade da linha de dragagem, no ponto de disposição na praia.

Os custos de construção e manutenção dessas estruturas são de responsabilidade da CONTRATADA.

Caso a descarga da tubulação individual seja excessiva para o bom funcionamento do mecanismo de separação, deve-se dividir o tramo final em dois, na forma de Y.

A destinação final do material retido na malha deve ser previamente aprovada pela FISCALIZADORA e estar em conformidade com a legislação local, estadual e federal.



Figura 192: Mecanismo de separação de material grosseiro, com uma malha de, no máximo, 3/4", acoplado na extremidade da linha de dragagem, no ponto de disposição na praia.



Figura 193: Retirada do apetrecho de separação de material grosseiro utilizado na extremidade da linha de recalque de sedimentos na praia, para lavagem, separação e destinação final do material grosseiro retido.

8.9 DIQUES TEMPORÁRIOS

Para material disposto diretamente na seção de enchimento, a CONTRATADA poderá, a seu critério, construir diques longitudinais temporários para reter o material de engorda de praia dentro dos limites da seção transversal de projeto. Todo esse sistema será construído acima da cota da média das baixa-mares inferiores (MLLW).

Anteparas, revestimentos, pilares, tubos de escoamento de águas pluviais, estruturas de passagem e outras estruturas dentro da seção de engorda devem ser protegidos pela CONTRATADA para evitar danos aos mesmos pelas operações da CONTRATADA. Quaisquer danos avaliados como resultantes de operações indevidas ficarão a encargo da CONTRATADA. Se o material dragado for estocado provisoriamente na praia, para ser transportado com equipamento com rodas ou esteiras, a CONTRATADA deverá fornecer diques, aterros, anteparas temporárias e vertedouros para confinar o material dentro das áreas de estoque aprovadas.

No final da operação de colocação do enchimento de praia, quaisquer diques ou aterros que não estejam incorporados no trabalho deverão ser dispostos nas elevações circundantes existentes. Se algum material for depositado em qualquer local não indicado pela FISCALIZADORA, a

CONTRATADA poderá ser solicitada a remover esse material e depositá-lo novamente onde for destinado, às suas custas.

8.10 ÁREA DE EMPRÉSTIMO MARÍTIMA

A CONTRATADA deverá utilizar a área de empréstimo oceânica autorizada, apresentada nos desenhos de projeto. A área de empréstimo oceânica possui, no total, 332.707 m² e está localizada a aproximadamente 12 Km da Praia do Gravatá, em local com aproximadamente 23 m de profundidade. Será permitida a dragagem somente na área especificada. A realocação de material dragado dentro dos limites das áreas de empréstimo designadas pode ser requerida, como indicado anteriormente.

O volume total disponível na jazida é de 500.000 m³, 15,9 % a mais do que o volume necessário para preencher o gabarito da praia projetada.

No APÊNDICE III são apresentados os pormenores da jazida e do plano de corte.

8.11 SISTEMA DE POSICIONAMENTO DA DRAGA

Relatórios diários de controle de qualidade devem incluir plotagem da posição da draga no dia anterior, ilustrando os limites da área da jazida. As posições fixas numeradas não podem exceder o intervalo de 2 minutos. As coordenadas das posições fixas e a profundidade (x, y, z) da cabeça do aparato de dragagem, devem ser fornecidos diariamente.

Posição fixa da draga durante mobilização e desmobilização deve, também, ser fornecida à CONTRATANTE em relatório de controle de qualidade diário.

8.12 DETRITOS NA ÁREA DE DRAGAGEM

A CONTRATADA será responsável por qualquer objeto detritico rochoso, metálico, ou de outra composição, encontrado na área de empréstimo e não identificado durante a fase de projeto.

Todo levantamento de campo complementar que a CONSTRUTORA julgar necessário, quer seja nas fases pré-certame, pós-certame, ou durante a construção, será executado às custas da CONSTRUTORA.

Todos os danos aos equipamentos de dragagem ocorridos devido à presença de material detritico na área de empréstimo, serão de inteira responsabilidade da CONSTRUTORA.

8.13 DESCARGA POR TUBULAÇÃO

Quando o material é disposto de forma controlada diretamente na seção de enchimento, os pontos de descarga de material dragado devem ser manipulados e controlados pela CONTRATADA de tal forma a minimizar a perda de material na zona de arrebentação de ondas. A descarga deve ser controlada por diques temporários, aterros, canalizações ou outros métodos necessários para evitar danos ou erosão da plataforma de praia e duna existentes.

8.14 TUBULAÇÕES SUBMERSAS

No caso de a CONTRATADA decidir submergir sua tubulação, a localização da tubulação submersa deverá ser marcada com sinais, boias e bandeiras, para atender às exigências da Marinha do Brasil, conforme estabelecido na NORMAN 17.

8.15 TUBULAÇÕES FLUTUANTES

Caso a tubulação não esteja apoiada no fundo, ela será considerada uma tubulação flutuante e deverá estar visível na superfície e claramente marcada. Em nenhum caso a tubulação poderá estar entre a superfície e o fundo, ou ficar parcialmente submersa sem os devidos procedimentos de sinalização exigidos na NORMAN 17.

8.16 VAZAMENTOS NA TUBULAÇÃO

As conexões da tubulação devem ser mantidas adequadamente ajustadas para evitar vazamentos de material dragado para fora da seção de construção na praia ou áreas de estocagem. A CONTRATADA deverá assegurar que a tubulação permaneça livre de vazamentos. Caso ocorram vazamentos na tubulação, a CONTRATADA deverá cessar imediatamente as operações de bombeamento até que o vazamento seja reparado.

8.17 BOMBAS AUXILIARES (“BOOSTER PUMPS”)

No caso de serem necessárias bombas auxiliares ao longo do trajeto da tubulação de dragagem, elas devem ser localizadas de forma a minimizar a perturbação aos moradores da localidade.

8.18 EMBARCAÇÕES

A CONTRATADA deverá certificar-se de que todas as embarcações usadas na execução deste projeto sejam comandadas, equipadas, navegadas e/ou operadas de modo a estar em estrita conformidade com os regulamentos gerais da Marinha do Brasil.

8.19 SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA DO TRABALHO

É extremamente importante neste tipo de obra, a sinalização e segurança dos trabalhos no sentido de salvaguardar os trabalhadores e terceiros, sejam eles pessoas ou bens. Neste sentido, a equipe técnica disponível na obra, em colaboração com o departamento de prevenção e segurança da empresa vencedora da licitação deverá apresentar à FISCALIZADORA um conjunto de normas e procedimentos que depois de aprovados serão aplicados nas frentes de trabalho.

É necessária a instalação de um conjunto de marcas e sinais, tendo em vista garantir adequadas condições de circulação e segurança.

De acordo com as condições de trabalho, os trabalhadores utilizarão vestuário adequado, dotado de elementos refletores, bem como o indispensável equipamento de proteção para tarefas específicas.

Contudo, entendemos necessário promover, antes e durante a execução da obra, reuniões de trabalho com a FISCALIZADORA, no sentido de conjuntamente se encontrarem as melhores soluções para os riscos previsíveis, de modo a atingir os objetivos propostos.

8.20 CERCAS DE SEGURANÇA TEMPORÁRIAS

Antes que qualquer bombeamento ou descarga de material de enchimento de praia possa ocorrer, a CONTRATADA deverá fornecer e erguer cercas de segurança temporárias a uma distância de 100 m em cada lado do ponto de descarga de material de enchimento. A cerca de segurança temporária deve abranger totalmente a área geral no entorno do ponto de descarga na praia e deve ser movida ao longo da praia em conjunto com a localização do ponto de descarga. A intenção do cercado de segurança é restringir e limitar o acesso do público ao redor da área geral do ponto de descarga. A vedação de segurança temporária deve ser de alta visibilidade, cor de laranja, polietileno de alta densidade ou aprovada de forma equivalente, com no mínimo 1,0 m de altura, apoiada e bem presa a postes de aço espaçados em, no máximo, 3,0 m. A cerca de segurança deve

ser mantida pela CONTRATADA durante a vigência do contrato. Após a conclusão e aceitação do trabalho de enchimento da praia, passa a ser propriedade da CONTRATADA e deve ser removida do local de trabalho.

8.21 SINAIS DE AVISO TEMPORÁRIO

Antes que qualquer bombeamento ou descarga de material possa ocorrer, a CONTRATADA deverá fornecer e erguer sinais de advertência temporários ao longo e ao redor do perímetro externo da cerca temporária de segurança. Um sinal de aviso temporário deve ser colocado ao longo de cada lado da cerca temporária de segurança e para cada direção acessível ao público. O sinal de aviso temporário deve ser movido ao longo da praia em conjunto com a localização do ponto de descarga e a cerca temporária de segurança. A intenção dos sinais é alertar o público sobre os perigos das operações de enchimento da praia, dos equipamentos de construção e do ponto de descarga. As faces dos sinais devem ser de vinil não reflexivo. Nenhum pagamento direto será feito pelos sinais de advertência. Os sinais de advertência deverão ser mantidos pela CONTRATADA durante a vigência do contrato e, após a conclusão e aceitação do trabalho de enchimento da praia, tornar-se-ão propriedade da CONTRATADA e deverão ser removidos do local de trabalho.

8.22 MATERIAIS DE MEDIÇÃO E CONTROLE DE VOLUMES

A CONTRATADA deverá fornecer as estacas, equipamentos, ferramentas, materiais e toda a mão-de-obra que possa ser necessária para qualquer parte do trabalho de medição de volumes, verificação de pontos de controle e de elevações. Toda e qualquer estaca usada na área de disposição na praia, em levantamentos de campo ou qualquer outro componente da construção, deve ser composta de eletroduto metálico, para facilitar a recuperação. Estacas de madeira, plástico ou outros materiais, não serão aceitas. Será responsabilidade da CONTRATADA manter e preservar todos os monumentos, estacas e outras marcas, até que seja autorizada a removê-los.

8.23 PRECAUÇÕES DE SEGURANÇA DAS ESTACAS

A CONTRATADA deverá remover todas as estacas de nível de cada seção concluída, imediatamente após a conclusão da seção. Após a conclusão de uma seção, a CONTRATADA deverá realizar uma pesquisa usando um detector de metais adequadamente sensível para localizar todas as estacas colocadas pela CONTRATADA na área.

A CONTRATADA deverá numerar cada estaca usada para construção e registrar, em uma folha de registro, a data e a hora em que uma estaca foi estabelecida, juntamente com o número da estaca. Após a remoção, a CONTRATADA deverá registrar na referida folha de registro, a data e a hora em que a estaca de classificação foi removida. A folha de registro listando a configuração e a remoção das estacas deve ser disponibilizada à FISCALIZADORA em todos os momentos. Cópias da referida folha de registro devem ser enviadas à FISCALIZADORA com o pedido final de pagamento ou mediante solicitação do CONTRATANTE ou da FISCALIZADORA. O volume executado pela CONTRATADA não será elegível para pagamento até que ateste por escrito que todas as estacas em seções concluídas foram removidas. Quaisquer estacas graduadas deixadas na praia serão de exclusiva responsabilidade da CONTRATADA. Quaisquer ferimentos ocorridos devido a estacas deixadas na praia pela CONTRATADA serão de responsabilidade da CONTRATADA. Se a CONTRATADA não remover as estacas em tempo hábil, o CONTRATANTE poderá retirar as estacas e deduzir o custo do pagamento final da CONTRATADA.

8.24 TRABALHO EM TORNO DE ESTRUTURAS EXISTENTES

A CONTRATADA deverá ter extrema cautela em torno das estruturas existentes.

Sacos de Areia e Estacas de Madeira: nenhum material de engorda de praia deve ser colocado sobre sacos de areia ou estacas de madeira expostos.

Estruturas de Acesso à Praia: após finalização da alimentação de praia, a CONTRATADA será responsável por restaurar os acessos, passarelas ou qualquer outra infraestrutura perturbada, à sua condição original ou condição melhor que a original.

8.25 MONITORAMENTO DAS OPERAÇÕES DE ENCHIMENTO DE PRAIA

A CONTRATADA deverá fornecer monitoramento em tempo integral da colocação do material de enchimento de praia para assegurar que o trabalho esteja de acordo com os Documentos do Contrato. O monitoramento deve ser fornecido até que todo o trabalho seja realizado e a limpeza das instalações tenha sido concluída. O monitoramento em tempo integral deve ser definido como tendo, no mínimo, um representante da CONTRATADA na área da descarga do tubo, em todos os momentos durante a construção. O monitor deve ter um rádio portátil durante todo o período de monitoramento, o qual será utilizado para emitir instruções para a(s) draga(s) que estiverem trabalhando na área de empréstimo.

8.26 TERRAPLENAGEM FINAL

Após a conclusão de todas as operações de engorda, o enchimento de praia deve ser terraplenado de acordo com as linhas, cotas e taludes indicados, de modo a eliminar qualquer bolsão não drenado, elevações e depressões abruptas nas superfícies de enchimento da praia. Qualquer banco ou escarpa causados pela ação das ondas sobre a berma de construção deve ser trabalhado até atingir um declive suave, conforme orientação da FISCALIZADORA.

8.27 TOLERÂNCIAS

Uma tolerância de quinze (15) centímetros para cima e quinze (15) centímetros para baixo da cota da berma e duna prescrita será permitida na superfície acabada da área de disposição na praia. Estas tolerâncias não são aplicáveis para pagamento.

Abaixo da linha d'água, o material de enchimento poderá assumir sua inclinação natural, conforme condições de nível de água e ação de ondas. A CONTRATADA será responsável pela conformação final do material acima do nível médio do mar. A CONTRATADA pode, a seu critério, colocar o enchimento de praia inicialmente em locais com elevações de berma maiores que as de projeto, para facilitar o manuseio e o controle de volumes. No entanto, as elevações finais devem ser as indicadas nos desenhos.

Para atingir o gabarito de construção na porção submersa, a CONTRATADA poderá ser obrigada a trabalhar sem diques de contenção. A CONTRATADA deverá completar o enchimento nas elevações e taludes mostrados nos planos, a menos que instruído de outra forma pela Engenharia da CONTRATANTE.

8.28 GRADEAMENTO FINAL DA PRAIA

A praia concluída deve ser gradeada a partir da linha d'água até o final da área de enchimento em direção a terra, ou, no caso de a praia existente ter sido perturbada por equipamentos de construção em movimento ao longo da praia, até o limite dessa perturbação. O gradeamento deve ser a uma profundidade de 50 cm e a praia deve ser regularizada antes da aceitação final.

8.29 PROCEDIMENTOS DE PAGAMENTO

O pagamento das atividades de construção (dragagem e terraplenagem) deve ser realizado mediante fiscalização do volume de areia colocado na praia. A fiscalização deverá ser executada por empresa independente da empresa vencedora da licitação de dragagem e construção.

Os perfis construtivos devem servir de base como áreas de controle para pagamento. Em cada perfil, devem ser instaladas estacas com as cotas a serem atingidas, ao longo de todo o perfil.

A empresa fiscalizadora examinará as diferenças de volume de areia entre as condições da praia Antes da Dragagem (AD) e Pós-Dragagem (PD), na área da engorda. Um levantamento pré-construção (AD) na área de enchimento deve ser realizado não mais do que um mês antes do início das obras. Nenhum enchimento pode ser feito entre duas estações até que essas estações tenham passado por levantamento pré-construção e sem que esse levantamento tenha sido apresentado e aprovado pela Engenharia da CONTRATANTE. Poderão ser realizados levantamentos pontuais para verificação.

As medições de perfil praial e aferição de volumes de pagamento deverão ser realizadas por companhia especializada, com o auxílio de RTK-GPS (parte emersa) e trenó submarino ou veículos automatizados (CRAB ou jet-sky) em zonas submersas do perfil da praia. A liberação do pagamento só deverá ser realizada mediante acordos de cálculos de volume entre a empresa de dragagem vencedora da licitação e a empresa de engenharia responsável pela supervisão.

Os levantamentos na praia devem ser feitos imediatamente ou o mais breve possível após a colocação do material. Ilustrações de equipamentos de medição e aferição são apresentadas na Figura 194 e Figura 195.



Figura 194: Equipamento para medição de perfil praiar na parte submersa (trenó submarino).



Figura 195: Preenchimento do volume de construção com detalhes do estaqueamento ao longo do perfil, utilizado para controle de cotas em tempo real durante a construção.

Na Figura 196 é apresentado um exemplo de obra de engorda finalizada e terraplenada, com praia devidamente dimensionada, ajustada e gradeada para limpeza de detritos oriundos de construção.



Figura 196: Obra de alimentação artificial finalizada e terraplenada, com praia devidamente dimensionada, ajustada e gradeada para limpeza de detritos oriundos de construção.

8.30 LIMITES DE PAGAMENTO

Volumes dispostos serão mostrados nos desenhos de cada estação amostral de fiscalização. Se os metros cúbicos por metro (densidade volumétrica) colocados forem inferiores a 10 % do volume projetado em qualquer estação, a CONTRATADA poderá ser obrigado a retornar a essa estação e a colocar material adicional. Se a densidade volumétrica exceder a densidade especificada, a CONTRATADA não receberá mais de 10 % do excedente. Além desta restrição, o volume final não pode exceder o total de remoção permitido para exploração da jazida (500.000 m³).

8.31 CONTROLE DOS LEVANTAMENTOS

Todos os levantamentos realizados pela CONTRATADA devem ser referenciados à linha de base mostrada nos desenhos de projeto (APÊNDICE II e APÊNDICE III). As estações amostrais de perfis de praia devem ser referenciadas a partir da origem da linha de base e os deslocamentos apresentados a partir da origem (0,0). As elevações fornecidas em todos os conjuntos de dados devem estar em metros, em relação ao Datum Vertical de Imbituba do SGB.

Ao menos três monumentos de apoio topográfico materializados no terreno deverão ser fornecidos no início da obra, os quais servirão de referência para os levantamentos.

Os dados que não estejam de acordo com esses requisitos serão rejeitados. Se for necessário tempo profissional para reconciliar os dados fornecidos que não atendam a esses requisitos, as taxas referentes a esse período serão cobradas da CONTRATADA. O progresso e os pagamentos finais não serão aprovados até que o levantamento de dados e volumes computados sejam recebidos e aprovados pela FISCALIZADORA.

8.32 DISCREPÂNCIA ENTRE LEVANTAMENTOS

Se houver discrepância entre levantamentos realizados pela FISCALIZADORA e pela CONTRATADA, as partes tentarão resolver a discrepância. Se a discrepância não puder ser resolvida, o levantamento realizado pela FISCALIZADORA será usado para calcular o volume para fins de pagamento.

A FISCALIZADORA se reserva o direito de realizar novos levantamentos, para verificar as medições da CONTRATADA. A FISCALIZADORA deve avisar com antecedência mínima de 24 h sobre a intenção de realizar novos levantamentos. Acomodações devem ser fornecidas pela FISCALIZADORA, a um representante da CONTRATADA, para observar e inspecionar as operações de levantamento da FISCALIZADORA.

A CONTRATADA terá o direito de receber os dados brutos coletados pela FISCALIZADORA.

No caso de ser determinado pela FISCALIZADORA que os levantamentos da CONTRATADA são deficientes, os custos suportados pela FISCALIZADORA para resolver as deficiências serão deduzidos do pagamento da CONTRATADA.

8.33 FOTOGRAFIAS DE CONSTRUÇÃO

Deverão ser fornecidas fotografias periódicas da construção, em formato digital, mostrando o avanço da alimentação e o alcance da praia preenchida, ilustrando as situações antes e após as operações de enchimento.

Deverão ser fornecidos arquivos impressos com fotografias rotuladas para identificar a data e a área de trabalho, por estação e alcance correspondente dos perfis transversais definidos nos desenhos.

8.34 CONTROLE DE QUALIDADE

A CONTRATADA deverá manter registros da produção diária estimada, tanto de bombeamento como de levantamentos *in loco* (pode ser não-oficial com base em levantamentos não certificados AD e PD), de atrasos e/ou outras interrupções no trabalho. Um registro de cada dia (período de 24 horas) deve ser enviado à FISCALIZADORA.

A CONTRATADA deverá estabelecer e manter o controle de qualidade da área de disposição na praia e de todas as demais operações relacionadas, para assegurar o cumprimento dos requisitos do contrato. A CONTRATADA deverá inspecionar o cumprimento dos requisitos do contrato e registrar a inspeção de todas as operações, incluindo, mas não se limitando ao seguinte:

- (a) O material de enchimento é colocado dentro das tolerâncias especificadas;
- (b) A dragagem está confinada dentro dos limites da jazida designada;
- (c) O fluxo de material na extremidade da tubulação não flui em direção à terra, para fora da seção de enchimento ou outros limites estabelecidos pela FISCALIZADORA;
- (d) Os danos na berma e na duna existentes são mantidos no mínimo possíveis;
- (e) O controle adequado é fornecido para evitar a perda desnecessária de material pelo fluxo em direção ao mar do material da tubulação;
- (f) A tubulação é inspecionada periodicamente quanto a vazamentos, conforme especificado;
- (g) Todas as juntas da linha de dragagem estão apertadas e sólidas.

8.35 SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA PARA BANHISTAS

Antes da liberação da praia para uso recreativo, devem ser instalados sistemas de sinalização aos usuários, incluindo placas informativas e boias limitando a área segura para banho.

Placas informativas devem orientar os banhistas a respeito do risco existente, em função das correntes marítimas e alterações na morfologia da praia durante a fase de construção.

Os encargos para fabricação e instalação desse sistema serão por parte da CONTRATADA. A quantidade, os materiais e o conteúdo das informações deverão ser aprovados pela FISCALIZADORA. Exemplos de boias para delimitação de área para banho e placa de sinalização são apresentados na Figura 197.

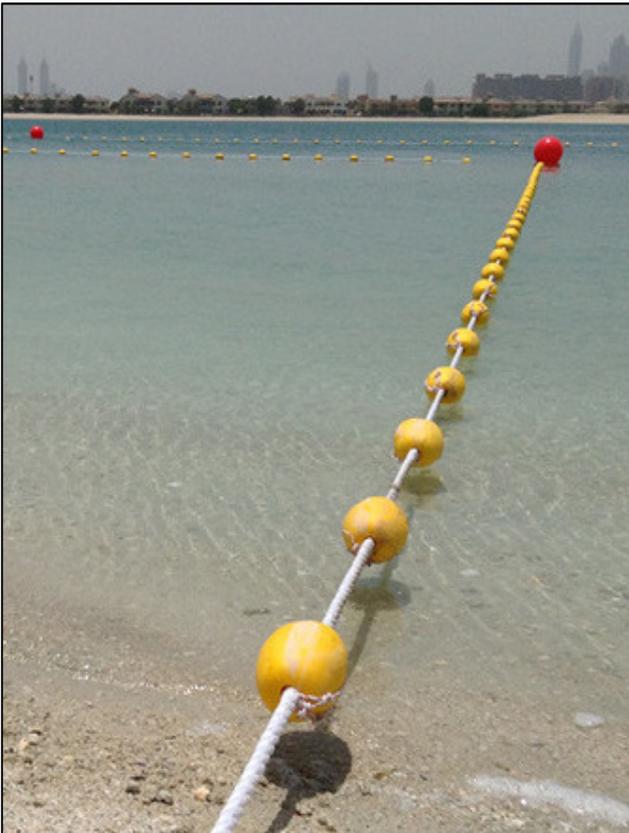


Figura 197: Exemplo de boias para delimitação da área permitida para banho e placa informativa.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J. G. N. (1998). Contribuição à sedimentologia da plataforma interna de Santa Catarina entre a foz dos rios Tijucas e Itapocu. Niterói. 62p. Dissertação de Mestrado. Programa de Geologia e Geofísica Marinha. Universidade Federal Fluminense.
- ABREU, J. G. N. (2010). Sedimentologia, sismoestratigrafia e evolução da plataforma continental interna na área sob influência dos rios Itajaí-Açu e Camboriú, litoral Centro-norte de Santa Catarina. Porto Alegre. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BIRKEMEIER, A.W. (1985). Field Data of Seaward Limit of Profile Change. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, ASCE. Vol. III, No. 3, May.
- DEAN, R. G. (1977). Equilibrium beach profiles: U.S. Atlantic and Gulf Coasts. *Ocean Eng. Rep. No. 12*, Dept. of Civil Eng., Univ. of Delaware, Newark, Del.
- DEAN, R. G. (1991). Equilibrium beach profiles: Characteristics and Applications. *Journal of Coastal Research*, Vol. 7. No. 1.
- GARAU, C. (1979). Condicionantes de la estabilidad de playas. Análisis de la función polar de los salientes. *II Curso de Ingeniería Oceanográfica y Portuaria*. Santander.
- GONZALEZ, E. M.; MEDINA, R. (2002) A New Methodology for the Design of Static Equilibrium Beaches and the Application in Nourishment Projects. *Proceedings, 28th International Conference on Coastal Engineering*, ASCE, Vol. 4, pp. 3753-3764.
- HALLERMEIER, J.R., 1981. A Profile Zonation for Seasonal Sand Beaches from Wave Climate. *Coastal Engineering*. ELSEVIER. No. 4, pp. 253-277.
- HSU, J.R-C.; EVANS, C. (1989). Parabolic Bay Shapes and Applications. *Proc. Instn. Civil Engrs., Part 2*, London, Vol. 87, pp. 557-570.
- LARSON, M. (1991). Equilibrium Profile of a Beach with Varying Grain Size. *Proc. Coastal Sediments'91*. ASCE, pp. 905-919.

- MENEZES, J.T. (2002). Alimentação Artificial do Segmento Praial Navegantes/Gravatá. SC. Florianópolis. 114 p. Dissertação (Mestrado em Geografia. Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina).
- SILVESTER, R. (1970). Growth of crenulated shaped bays to equilibrium. J. of Waterways and Harbours Division. 96, WW2, 275-287.
- VELLINGA, P. (1982). Beach and dune erosion during storm surges. Coastal Engineering. 6, 806-819.