

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
COORDENADORIA ESPECIAL DE OCEANOGRAFIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

Letícia Volcov Alves

Investigação em superfície e subsuperfície da área utilizada como jazida para o projeto de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, SC.

Florianópolis

2023

Letícia Volcov Alves

Investigação em superfície e subsuperfície da área utilizada como jazida para o projeto de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, SC.

Trabalho de Conclusão do Curso submetido ao Curso de Graduação em Oceanografia Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Antonio Henrique da Fontoura Klein.

Coorientador: Prof. João Thadeu de Menezes

Florianópolis

2023

Alves, Letícia Volcov

Investigação em superfície e subsuperfície da área utilizada como jazida para o projeto de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, SC. / Letícia Volcov Alves ; orientador, Antonio Henrique da Fontoura Klein, coorientador, João Thadeu de Menezes, 2023. 100 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Oceanografia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Oceanografia. 2. Sísmica. 3. Rochas sedimentares carbonáticas. 4. Conchas. I. Klein, Antonio Henrique da Fontoura. II. Menezes, João Thadeu de. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Oceanografia. IV. Título.

Letícia Volcov Alves

Investigação em superfície e subsuperfície da área utilizada como jazida para o projeto de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, SC.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso de Oceanografia.

Florianópolis, 16 de fevereiro de 2023.

Alessandra Larissa D'Oliveira Fonseca
Coordenação do Curso

Banca examinadora

Prof. Antonio Henrique da Fontoura Klein, Dr.
Orientador

Prof. Pedro de Souza Pereira, Dr.
UFSC

Prof. Anderson Biancini da Silva, Dr.
IMA

Florianópolis, 2023.

Dedico este trabalho ao meu sempre amado irmão, Samuel Felipe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e à minha família. Ao meu pai, Samuel, e minha mãe, Larissa, que com muito amor nunca mediram esforços e sacrifícios para a minha formação estudantil e de meu irmão, desde pequenos.

Aos amigos que a UFSC me deu: Ju, Dieni, Ronaldo, Cami, Amandinha e Lorena, Hillary, Lu, Renan, Khau, Lucas, Marcos, Wilson... e aos que eu esqueci aqui, mas o coração não esquece.

Ao professor Klein, pelos ensinamentos passados e pelo suporte em momentos difíceis enquanto bolsista PIBIC do laboratório, durante o período da pandemia. Assim como a Giuliana e Marcelo, que me coorientaram enquanto bolsista e contribuíram muito para o pouco que conheço hoje sobre o mundo da geofísica.

Às pessoas que foram anjos para a minha família durante a pandemia.

À toda a galera que eu morei junto em algum momento da faculdade, aprendi um pouquinho com cada um. Em especial, à dona Leny.

À UFSC, universidade pública e de qualidade, pela sua estrutura, biblioteca e restaurante, e ações afirmativas, das quais nós alunos podemos nos beneficiar, e que com certeza servem como suporte para que muitos permaneçam e concluam sua graduação, rumo a novos desafios...

Ao Grupo ACQUAPLAN pela oportunidade de estágio durante a operação da obra de alargamento em Balneário Camboriú, uma oportunidade que nunca imaginei possível. Agradeço aos meus colegas de trabalho que me acompanharam/apoiaram durante o desenvolvimento deste trabalho. Argel, Suellen, Marina, Anderson, Kaue, Mayara, Joshua, Isadora, Maranhão e Artur. E ao Wilson, do Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC/UFSC).

Por fim, agradeço a Prefeitura de Balneário Camboriú pelos dados cedidos, permitindo que este estudo fosse realizado.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo compreender a distribuição de conchas e rochas sedimentares carbonáticas, na área utilizada como jazida para a obra de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, Santa Catarina, ocorrida em 2021. Para isto, foi realizada uma reinterpretação de dados de batimetria, sonografia, perfilador tipo *chirp* (0,5-12 kHz), e testemunhos, coletados em 2019, momento anterior a execução da obra. Além destes dados, foram tratados dados de batimetria na área da jazida após a finalização da obra, dados da trajetória da draga durante os ciclos de dragagem, fornecidos pelo AIS da embarcação, e informações do material despejado em praia contido nos Relatórios Diários de Obra (RDOs). A análise batimétrica foi feita no software Global Mapper®, sonografia e sísmica no software SonarWiz® e a geração dos mapas com o trajeto da draga, no software ArcGis®. A análise dos testemunhos consistiu na análise dos registros fotográficos, laudos das análises granulométricas e táctil-visuais. Referente aos resultados, o mapeamento das rotas dos primeiros ciclos de despejo em praia, indicaram que as conchas e rochas sedimentares carbonáticas despejadas em praia, localizavam-se tanto no setor leste, quanto setor oeste da área da jazida. Estes materiais foram despejados em praia em maior quantidade durante os primeiros ciclos de despejo, e conforme foram ocorrendo os últimos ciclos, menos fragmentos de conchas e rochas foram sendo observados em praia. A análise dos pacotes sedimentares dos testemunhos, concluiu que toda a área do setor leste em suas primeiras camadas abaixo do fundo marinho, é composta pela presença de fragmentos de conchas, e validou a interpretação sísmica, visto que as frações dos pacotes sedimentares com concentrações de conchas coincidiram com os refletores acústicos de alta intensidade. Estes refletores também podem indicar a presença de rochas sedimentares carbonáticas em subsuperfície. Em subsuperfície, a interpretação sísmica, indicou que os refletores moderadamente transparentes, interrompendo a continuidade lateral dos refletores adjacentes, podem corresponder a presença de rochas sedimentares carbonáticas. Entretanto, o imageamento em superfície realizado pela sonografia, não acusou a presença de rochas. Apesar disso, foi possível distinguir as classes de fundo arenolamosa e arenosa na área de estudo, sendo este último composto por areia e biodetritos. Além disso, foi identificada na área de estudo, feições indicadoras de um antigo sistema de drenagem na região, descrito em literatura.

Palavras-chave: métodos diretos, métodos indiretos, substratos consolidados.

ABSTRACT

This work aimed to understand the distribution of shells and carbonate sedimentary rocks, in the area used as a deposit for the artificial feeding work of Praia Central de Balneário Camboriú, Santa Catarina, which occurred in 2021. For this, a reinterpretation of data from bathymetry, sonography, chirp-type profiler (0.5-12 kHz), and testimonies, collected in 2019, prior to the execution of the work. In addition to these data, bathymetry data in the deposit area after completion of the work, data on the trajectory of the dredger during the dredging cycles, provided by the vessel's AIS, and information on the material dumped on the beach contained in the Daily Work Reports (RDOs). The bathymetric analysis was carried out using the Global Mapper® software, sonography and seismic analysis using the SonarWiz® software and the generation of maps with the dredger's path using the ArcGis® software. The analysis of the testimonies consisted of the analysis of photographic records, granulometric and tactile-visual analysis reports. Regarding the results, the mapping of the routes of the first dumping cycles on the beach, indicated that the shells and carbonate sedimentary rocks dumped on the beach were located both in the east sector and in the west sector of the deposit area. These materials were dumped on the beach in greater quantities during the first dump cycles, and as the last cycles occurred, less fragments of shells and rocks were observed on the beach. The analysis of the sedimentary packages of the cores concluded that the entire area of the eastern sector, in its first layers below the seabed, is composed of the presence of shell fragments, and validated the seismic interpretation, since the fractions of the sedimentary packages with concentrations of shells coincided with high-intensity acoustic reflectors. These reflectors can also indicate the presence of carbonate sedimentary rocks in the subsurface. On the surface, the seismic interpretation indicated that the moderately transparent reflectors, interrupting the lateral continuity of adjacent reflectors, may correspond to the presence of carbonate sedimentary rocks. However, surface imaging carried out by sonography did not reveal the presence of rocks. Despite this, it was possible to distinguish the sandy-muddy and sandy bottom classes in the study area, the latter being composed of sand and biodebris. In addition, it was identified in the study area, indicative features of an old drainage system in the region, described in the literature.

Keywords: direct methods; indirect methods, consolidated substrates.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da área de estudo, com destaque para a localização da área da jazida.....	16
Figura 2 – Mapa com os resultados de Abreu (2010), considerando a cota batimétrica e a projeção da linha de costa há 6.500 anos, na isóbata de -20m, e 11.000 anos atrás, na isóbata de -32m.	18
Figura 3 – Dado bruto do perfil sísmico oo', acima, e sua interpretação, abaixo. FSS – Fície Sísmica Superior; Fície Sísmica Inferior; R0 – Fundo submarino; R1 – Refletor 1; R2 – Refletor 2.....	19
Figura 4 – Indicação da paleolaguna no extremo sul da área, a 7 metros abaixo do fundo marinho.	20
Figura 5 – Mapeamento sedimentar superficial da plataforma continental, considerando em (A) depósito de cascalho, (B) depósito de areia, (C) depósito de lama, e (D) distribuição do diâmetro médio de grãos.	21
Figura 6 – Mapa batimétrico gerado pela CPE, em área correspondente à área utilizada como jazida.	22
Figura 7 – Mosaico sonográfico gerado pela empresa CPE, em área correspondente à área utilizada como jazida.	23
Figura 8 – Plano de linhas executado pela SLI Coastal Solutions durante o levantamento hidrográfico realizado na área da jazida e pontos dos testemunhos. Linhas regulares espaçadas a cada 5m, e linhas de verificação a cada 290m.....	25
Figura 9 – (a). Ecobatímetro multifeixe modelo <i>Reson SeaBat 7125</i> . (b). Perfilador da velocidade do som modelo <i>AML Minos Profiler</i> . (c). Compensador de movimentos <i>Applanix POS MV WaveMaster V</i> . (d). Marégrafo.	26
Figura 10 – (a). Sistema Multifeixe para aquisição de dados de batimetria. (b). GPS modelo <i>Septentrio AsterU-Rx</i> . (c). Compensador de movimentos modelo <i>Octans GIV3000</i> . (d). perfilador da velocidade do som modelo <i>Mini SVS - Valeport MiniSVS</i>	27
Figura 11 – Equipamento sonar de varredura lateral (<i>Side Scan Sonar</i>), modelo <i>Edgetech 4200</i>	28
Figura 12 – Perfilador sísmico modelo <i>EdgeTech Full Spectrum chirp 512i</i>	29

Figura 13 – (A) Equipamento <i>Vibracore</i> modelo <i>SEAS VC-450</i> ; (B) Operação de aquisição de testemunho com o método <i>Vibracore</i> em campo.....	31
Figura 14 – Fluxograma das etapas de análise e processamento dos dados.	33
Figura 15 – Representação da grade regular com espaçamento de 1x1 metro, da batimetria anterior e posterior à obra.	34
Figura 16 – Ordem do processamento dos dados de sonografia para um mesmo sonograma. Em (a) Dado bruto; (b) Aplicação do Bottom track; (c) Aplicação do ganho EGN; (d) Aplicação do filtro <i>De-stripping</i> ; (e) Aplicação do filtro Nadir.....	35
Figura 17 – Aba do <i>software</i> SonarWiz® para aplicação dos diferentes algoritmos texturais. Sonograma em escala de cinza à esquerda, e texturas aplicas à direita.	37
Figura 18 – Classificação dos tipos de forma de leito.....	38
Figura 19 – Mapeamento das linhas sísmicas processadas na área de estudo e pontos de coleta de testemunhos com o método <i>Vibracore</i> (VB).....	40
Figura 20 – Tipos de filtros passa-banda e suas frequências de corte. (a) Filtro passa-banda baixo, (b) Filtro passa-banda alto, (c) Filtro passa-banda, (d) Filtro <i>notch</i>	42
Figura 21 – Ordem do processamento dos dados aquisitados com o perfilador sísmico tipo <i>chirp</i> , para uma mesma seção sísmica. Em (a) Dado bruto; (b) Aplicação do filtro <i>swell</i> ; (c) Aplicação do filtro passa-banda.....	43
Figura 22 – Batimetria da área de estudo, anterior às atividades de dragagem.	45
Figura 23 – Batimetria da área de estudo, posterior às atividades de dragagem, incluindo a divisão por setores da área da jazida, segundo estudo realizado pela SLI (2019).....	46
Figura 24 – Diferença entre valores de profundidades considerando a batimetria anterior e posterior às atividades de dragagem.....	47
Figura 25 – Mosaico sonográfico da área de estudo.	48
Figura 26 – Classes de fundo da área de estudo. Contorno externo aos sismogramas indicando fundo areno-lamoso, e contorno das reflexões mais claras, fundo arenoso.	49

Figura 27 – Registro do fundo arenoso com marcas onduladas sinuosas em (A), (B) (C), neste último foi identificado um cabo submarino e detritos.....	52
Figura 28 – (A) Registro de fundo arenoso com marcas onduladas; (B) Registro do fundo areno-lamoso com alvos não identificados e em (C) e (D) marcas onduladas catenárias.	53
Figura 29 – Identificação dos pacotes sedimentares de cada testemunho, de acordo com a profundidade. Destacado em pontilhado, a porção do pacote sedimentar retirado da área da jazida após a obra de alimentação artificial. Frações com concentrações de conchas, diferenciadas em vermelho e verde de acordo com a interpretação sísmica	56
Figura 30 – Mapeamento das feições do paleocanal identificado nas seções sísmicas hh', jj' e ll', assim como o sistema paleolaguna identificado por Abreu (2010).	62
Figura 31 – Mapeamento das rotas dos ciclos de dragagem 04, 05 e 07 e respectivo substrato despejado na faixa de areia da Praia Central de Balneário Camboriú.....	65
Figura 32 – Mapeamento das rotas dos ciclos de dragagem 10 e 11, e substrato despejado na faixa de areia da Praia Central de Balneário Camboriú.	66
Figura 33 – Mapeamento das rotas dos ciclos de dragagem 25, 27, 28, 34, 40, 96.	67
Figura 34 – Mapeamento dos ciclos de dragagem 159, 166 e 200 na área de estudo e respectivo substrato despejado em terra. Para os ciclos 159 e 166, o sinal do AIS sofreu interferência, e o mapeamento da rota foi cedido pela empresa ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental Ltda.	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	ÁREA DE ESTUDO	16
3.1	LOCALIZAÇÃO	16
3.2	ESTUDOS ANTERIORES E CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO	17
4	MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1	AQUISIÇÃO DOS DADOS	24
4.1.1	Investigação de Superfície de Fundo	25
4.1.1.1	<i>Batimetria multifeixe</i>	25
4.1.1.2	<i>Sonar de varredura lateral</i>	27
4.1.2	Investigação de Subsuperfície de Fundo	28
4.1.2.1	<i>Sísmica Rasa</i>	29
4.1.3	Testemunhagem	30
4.1.4	Dados de AIS	31
4.1.5	Relatórios Diários de Obra	31
4.2	PROCESSAMENTO DOS DADOS	32
4.2.1	Investigação de Superfície de Fundo	34
4.2.1.1	<i>Batimetria multifeixe</i>	34
4.2.1.2	<i>Sonar de varredura lateral</i>	35
4.2.2	Investigação de Subsuperfície	39
4.2.2.1	<i>Sísmica rasa</i>	41
4.2.3	Testemunhagem	43
4.2.4	Dados de AIS	44
4.2.5	Relatórios Diários de Obra	44

5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1	BATIMETRIA.....	44
5.2	SONOGRAFIA.....	48
5.3	ANÁLISE DOS PARÂMETROS SEDIMENTOLÓGICOS	54
5.4	SÍSMICA E TESTEMUNHOS	56
5.4.1	Interpretação Sísmica e Concentrações de Conchas	57
5.4.2	Interpretação Sísmica e a Identificação de Rochas Sedimentares Carbonáticas.....	58
5.4.3	Interpretação Sísmica e Feições Indicadoras de Paleoambientes.....	60
5.5	ANÁLISE DOS RELATÓRIOS DIÁRIOS DE OBRA E DADOS DOS CICLOS DE DRAGAGEM	63
6	CONCLUSÃO	69
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	71
	REFERÊNCIAS.....	72
	APÊNDICE A – Análise dos parâmetros sedimentológicos	76
	APÊNDICE B – Perfis Sísmicos.....	88

1 INTRODUÇÃO

Com o intuito de realizar obras de alimentação artificial, estudos sobre a caracterização e mapeamento dos sedimentos arenosos em área marinha, comumente tem sido realizados para identificação de potenciais áreas à serem utilizadas como jazida no interior da Plataforma Continental do estado de Santa Catarina, (DIEHL *et al.*, 1999; ABREU, 2001; MENEZES e KLEIN, 2004; ABREU, 2010).

O ampliamento da faixa litorânea pode ocorrer com intuito de realizar uma recuperação do ambiente praial, ou seja, aproximá-lo de suas características naturais, caso este ambiente esteja em processo de erosão costeira. Para litorais em erosão, os projetos de recuperação costeira contribuem com fatores socioeconômicos, além de aumentarem as áreas recreacionais (DEAN, 2002; GI-GERCO, 2018).

Adicional a isto, ressalta-se a importância da escolha da área a ser utilizada como jazida, a qual corresponde à área de empréstimo do sedimento. Parâmetros como o tamanho da jazida, sua distância até a costa, métodos de dragagem, composição dos sedimentos e compatibilidade com o tamanho do grão da praia a ser alimentada, devem ser considerados, tendo em vista o alto gasto envolvido em obras deste tipo e que o projeto final seja bem-sucedido em seus propósitos (GI-GERCO, 2018).

As análises destes parâmetros podem ser verificadas através da aquisição de dados em superfície e subsuperfície da área a ser utilizada como jazida. Métodos de aquisição indireta como a investigação sísmica, são capazes de oferecer características da disposição morfológica e geológica área de estudo, em alta resolução, e com alta taxa de recobrimento da área (SOUZA, 2006).

Complementarmente aos métodos indiretos, os métodos diretos, como coleta de amostra por testemunhos, além de fornecerem dados da sedimentologia do ambiente, permitem realizar a validação das informações coletadas pelos métodos indiretos (SOUZA, 2016).

Além disso, os ambientes costeiros localizados na plataforma continental, são ambientes propensos a alteração do seu espaço de acomodação sedimentar, devido a dinâmica litorânea oriunda das variações do nível médio do mar. Os registros destes

movimentos eustáticos, permanecem na plataforma continental e influenciam na disposição sedimentar (SOUZA, 2006; KEAREY, 2009; ABREU, 2010; COOPER, 2018; SOUZA *et al.*, 2018).

Referente a estas variações eustáticas, para a plataforma continental do norte do estado de Santa Catarina, Abreu (2010) desenvolveu um modelo de evolução geomorfológico, ao identificar um antigo sistema de drenagem continental.

A área de estudo de Abreu (2010), está inserida na área utilizada como jazida, durante a obra de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, ocorrida em 2021. A determinação da área a ser utilizada como jazida, foi identificada através de levantamentos geofísicos realizados em 2019, a pedido da Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú, pela empresa SLI Coastal Solutions.

Os dados obtidos por estes levantamentos, permitiram caracterizar detalhadamente a região, e gerar o relatório público intitulado “Serviços de levantamentos para a caracterização detalhada da jazida sedimentar, em nível de projeto executivo, prevista para a alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú - Relatório Integrado Final”.

Considerando isso, o presente trabalho buscou a partir dos dados cedidos pela Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú, reinterpretar as características geomorfológicas e sedimentares da área utilizada como jazida, durante a obra de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, tendo em vista o despejo em praia de grande quantidade de conchas e rochas sedimentares com acúmulo de conchas cimentadas, as quais podem ser consideradas carbonáticas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma análise investigativa, através da reinterpretação de dados de batimetria, sonografia, sísmica rasa e testemunhos, na área utilizada como jazida para a obra de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, Santa

Catarina, afim de compreender a distribuição de rochas sedimentares carbonáticas e conchas na área de estudo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

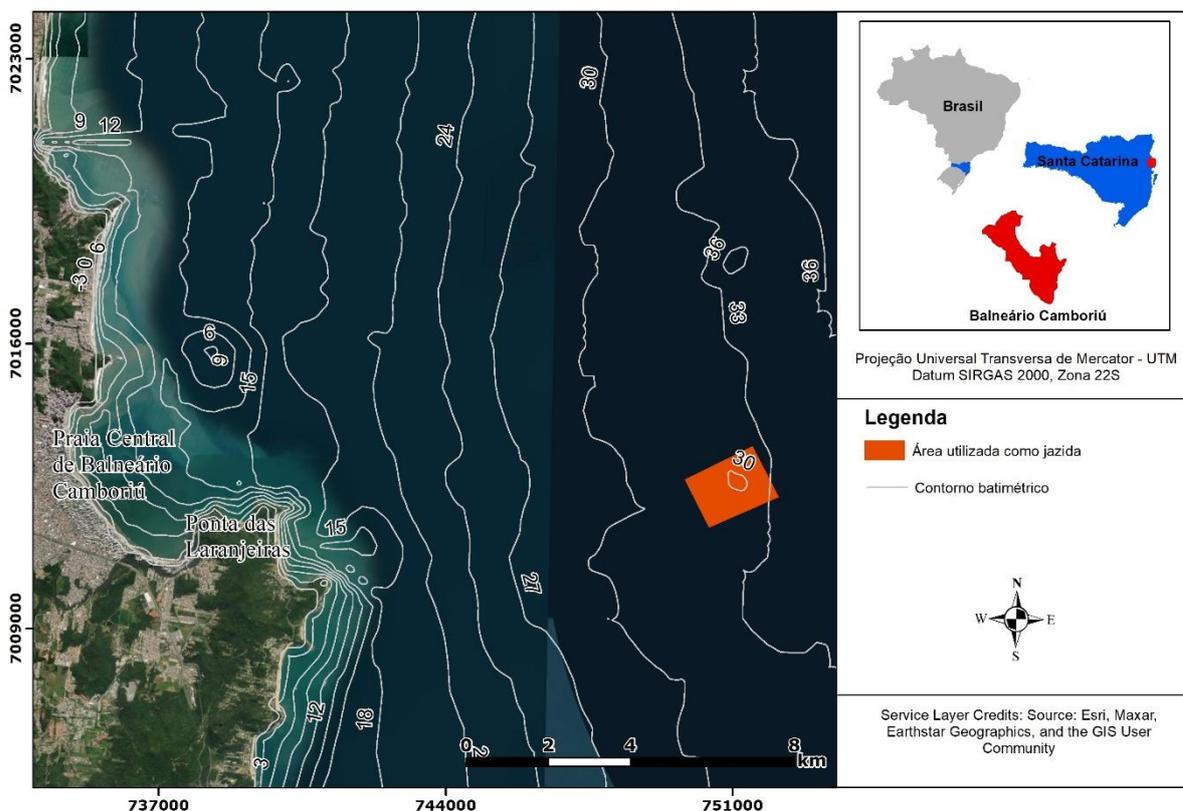
- Elaborar um mapa batimétrico anterior à obra de alimentação artificial da Praia de Balneário Camboriú.
- Elaborar um mapa batimétrico posterior à obra de alimentação artificial da Praia de Balneário Camboriú.
- Elaborar um mosaico sonográfico com a identificação das classes de fundo.
- Identificar os pacotes sedimentares dos testemunhos.
- Identificar os principais refletores sísmicos.
- Mapear os ciclos de dragagem com despejo de rochas sedimentares carbonáticas e alta quantidade conchas na Praia Central de Balneário Camboriú, através de dados de AIS.
- Correlacionar os resultados de investigação em superfície e subsuperfície, com informações pós-obra, como dados de AIS da draga e informações dos ciclos de despejo do sedimento na faixa de areia.

3 ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO

A área de estudo localiza-se na plataforma continental sul brasileira, na porção centro-norte do estado de Santa Catarina, entre as latitudes 27°20'S e 27°05'S, região do litoral catarinense segmentada como setor III, por Diehl e Horn Filho (1996), município de Balneário Camboriú, em região adjacente à Ponta das Laranjeiras. A área destacada em amarelo na Figura 1, localiza-se a aproximadamente 15 Km da Praia Central de Balneário Camboriú, em isóbata de 30m, e representa a área utilizada como jazida durante a obra de alimentação artificial desta mesma praia.

Figura 1 – Mapa da área de estudo, com destaque para a localização da área da jazida.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

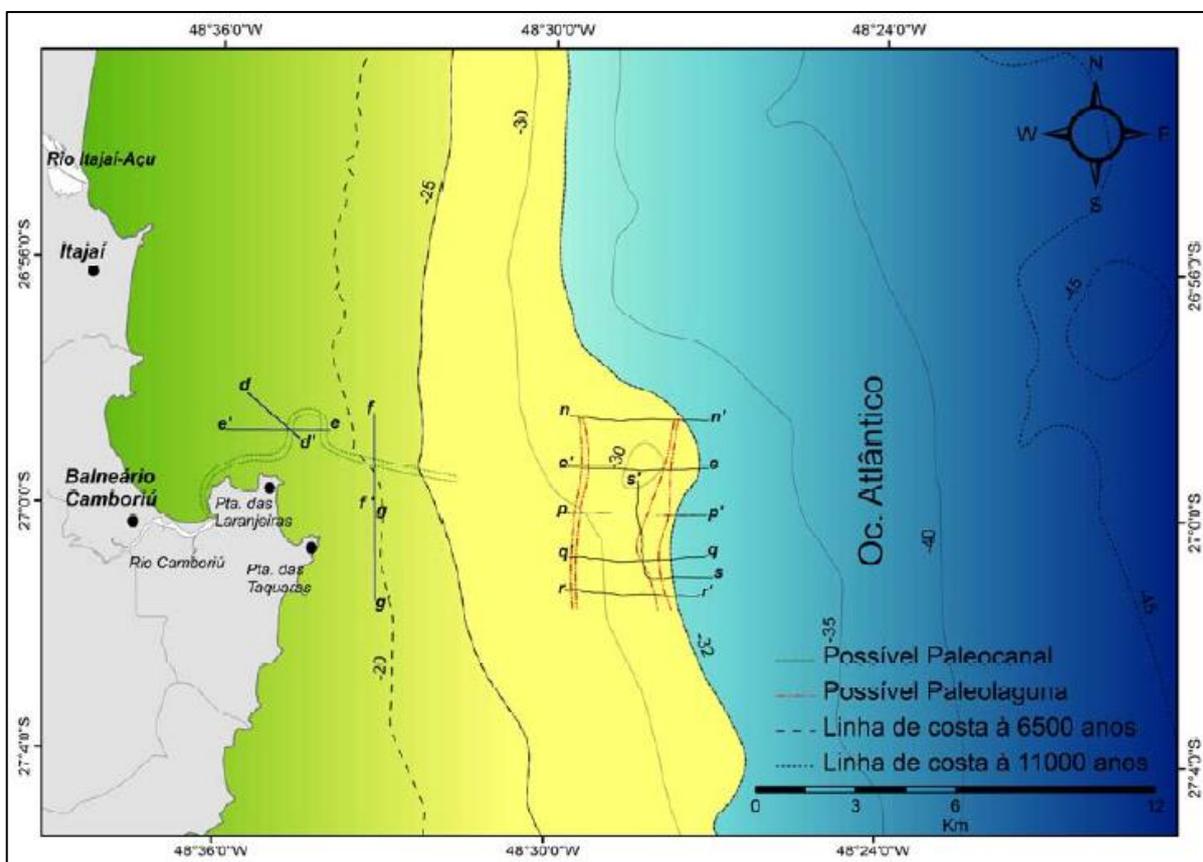
3.2 ESTUDOS ANTERIORES E CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

Referente ao relevo da plataforma continental interna adjacente ao estado de Santa Catarina, a partir da isóbata de 30m, Zembrusky *et al.* (1972) a descreveu com monótona, até a quebra da plataforma. Para as profundidades entre 20, 25 e 40 metros, Abreu (1998), identificou desníveis de relevo na plataforma continental entre a Ilha de São Francisco do Sul e a Ilha do Arvoredo.

A influência dos eventos de oscilação do nível do mar, ocorridos durante o Período quaternário nas feições morfológicas da plataforma continental interna, adjacente ao estado de Santa Catarina, foram discutidas em estudos anteriores voltados a sedimentologia (CORRÊA, 1979; CORRÊA, 1980; CORRÊA *et al.*, 1989; CORRÊA *et al.*, 1996; SILVA & ABREU, 2002; ABREU, 2010; COOPER *et al.*, 2016; COOPER *et al.*, 2018; COOPER *et al.*, 2019).

Em área próxima à área de estudo do presente trabalho, Abreu (2010); identificou na plataforma continental interna de Santa Catarina, paleoambientes. Estes, identificados como apresentado na Figura 2, correspondem a um possível sistema paleolagunar, em subsuperfície, entre as isóbatas de 30 e 32 metros, para os perfis sísmicos de n-n', o-o', p-p', q-q', r-r' a s-s', e um possível paleocanal, em isóbata de 20 metros, para os perfis sísmicos dd', ee', ff', gg'.

Figura 2 – Mapa com os resultados de Abreu (2010), considerando a cota batimétrica e a projeção da linha de costa há 6.500 anos, na isóbata de -20m, e 11.000 anos atrás, na isóbata de -32m.

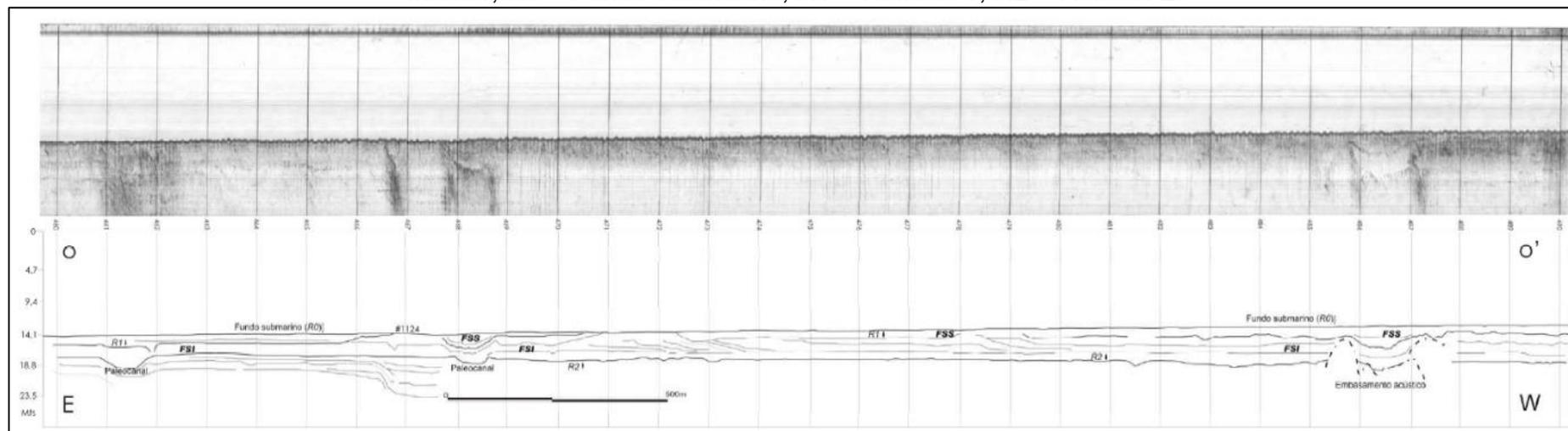


Fonte: Abreu (2010).

O perfil sísmico oo', Figura 3, descrito por Abreu (2010), intercepta a área de estudo do presente trabalho, e neste perfil, o autor identificou a presença de dois paleocanais e embasamento acústico. Estes dois paleocanais, compõe um antigo sistema barreira, composto por uma paleolaguna caracterizado até aonde o levantamento geofísico permitiu, como indicado na Figura 4.

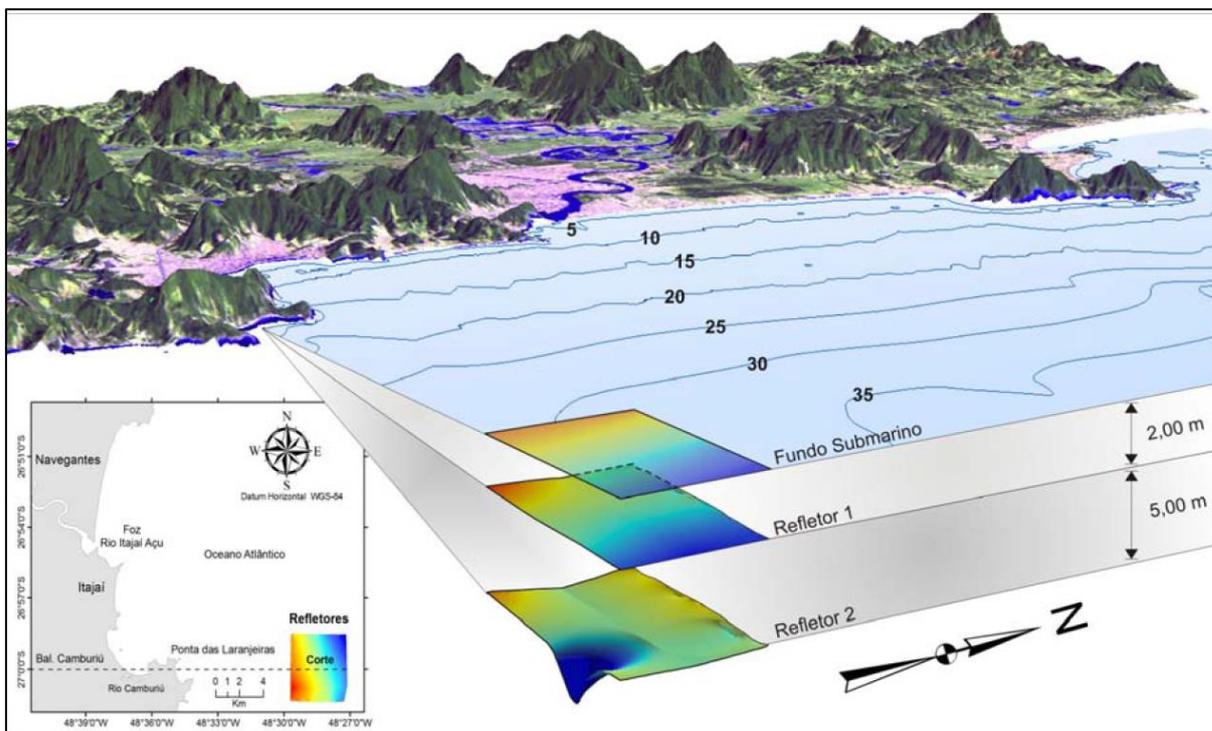
Ainda, de acordo com Abreu (2010), a região era uma antiga planície costeira, que em períodos de nível do mar inferior ao atual, sofreu ressecamento, devido a regressão marinha ocorrida na Época do Holoceno recente, entre 4,1 e 3,8 mil anos AP, e após a última transgressão, em aproximadamente 2 mil anos AP, sofreu soterramento. Estas oscilações eustáticas, somadas a ação das correntes marinhas, colaboraram para a formação das características sedimentares da área de estudo e preservação destes ambientes em subsuperfície (ABREU, 1998; ABREU 2010).

Figura 3 – Dado bruto do perfil sísmico oo', acima, e sua interpretação, abaixo. FSS – Fície Sísmica Superior; Fície Sísmica Inferior; R0 – Fundo submarino; R1 – Refletor 1; R2 – Refletor 2.



Fonte: Abreu (2010).

Figura 4 – Indicação da paleolaguna no extremo sul da área, a 7 metros abaixo do fundo marinho.

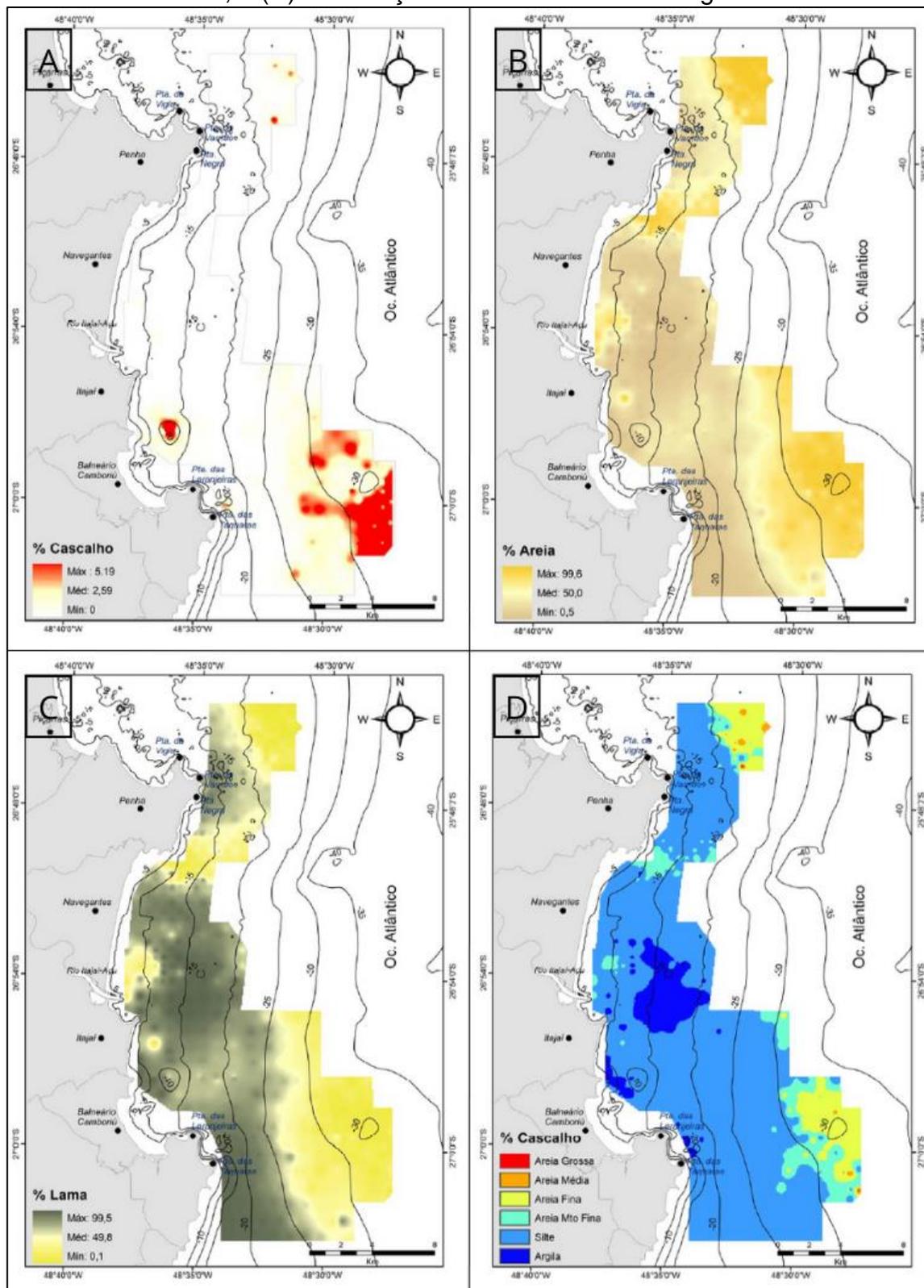


Fonte: Abreu (2010).

Para toda a área de estudo de Abreu (2010), a granulometria em superfície coletada com a draga *Van Veen*, apresentou predomínio de fácies lamosa, e com ocorrência de depósito de cascalho e areia. Considerando a área utilizada como jazida para a obra de alimentação artificial de Balneário Camboriú, esta corresponde à parte da região sul da área de estudo deste autor, como segue na Figura 5. Nesta porção, os resultados dos mapas sedimentares apresentaram maior presença de sedimento cascalhoso (Figura 5.A), se comparado às demais regiões, com uma amostra de máxima porcentagem, 5,27%, a 33 metros de profundidade.

Os depósitos de areia na porção sul se distribuíram entre 30m e 35m de profundidade (Figura 5.B), com predominância da classe areia fina. A classe lama ocorre em maiores porcentagens em áreas mais próximas à costa (Figura 5.C). Areias médias foram identificadas de forma esparsa entre 30m e 33m de profundidade. Areias grossas ocorreram de forma pontual (Figura 5.D), (ABREU, 2010).

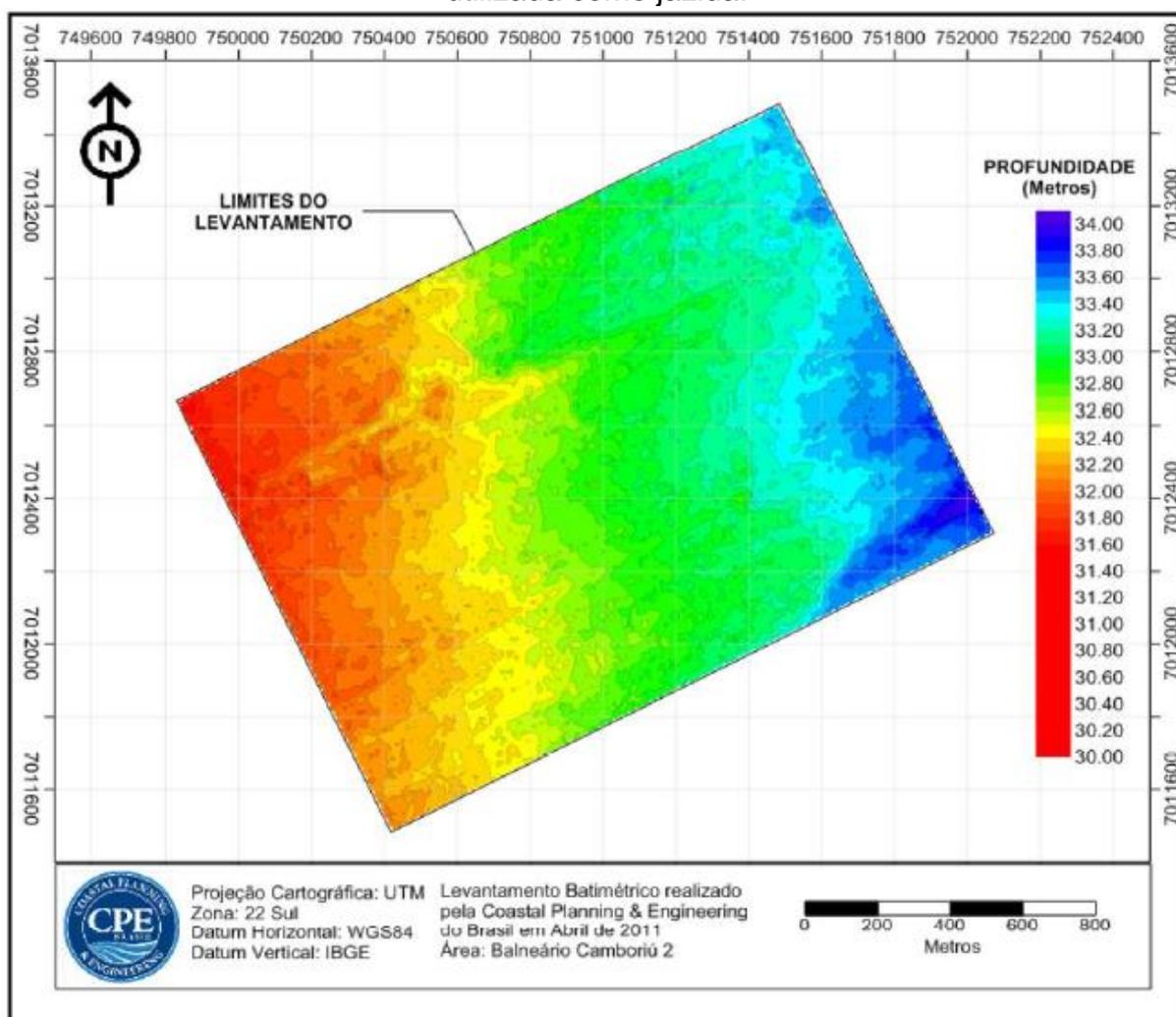
Figura 5 – Mapeamento sedimentar superficial da plataforma continental, considerando em (A) depósito de cascalho, (B) depósito de areia, (C) depósito de lama, e (D) distribuição do diâmetro médio de grãos.



Fonte: Abreu (2010).

Em 2011, a empresa CPE (Coastal Planning & Engineering do Brasil Ltda) realizou um levantamento batimétrico e sonográfico na mesma área de estudo deste presente trabalho, em profundidades entre 30 e 34 metros (Figura 6) Figura 5. Para este levantamento, a batimetria apresentou declividade suave e homogênea (SLI, 2019).

Figura 6 – Mapa batimétrico gerado pela CPE, em área correspondente à área utilizada como jazida.



Fonte: CPE, 2011 *apud* SLI (2019).

Referente aos dados de sonografia coletados pela CPE (2011), foram identificados substratos com textura homogênea, indicando substrato arenoso em superfície. Para as áreas com reflexão de sinal com coloração mais clara, devido a

maior reflexão, registrou-se a ocorrência de deposição de sedimento de maior granulometria, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 – Mosaico sonográfico gerado pela empresa CPE, em área correspondente à área utilizada como jazida.



Fonte: CPE, 2011 *apud* SLI (2019).

Em 2019, a pedido da Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú, novos levantamentos geofísicos foram executados na região, pela empresa SLI *Coastal Solutions*. Dados de batimetria, sonografia, sísmica, testemunhos, magnetometria e sedimentologia, foram adquiridos com o objetivo de identificar e classificar uma área para utilizar como jazida, considerando a previsão de execução da obra de

alimentação artificial na Praia Central de Balneário Camboriú, a qual se concretizou em 2021.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

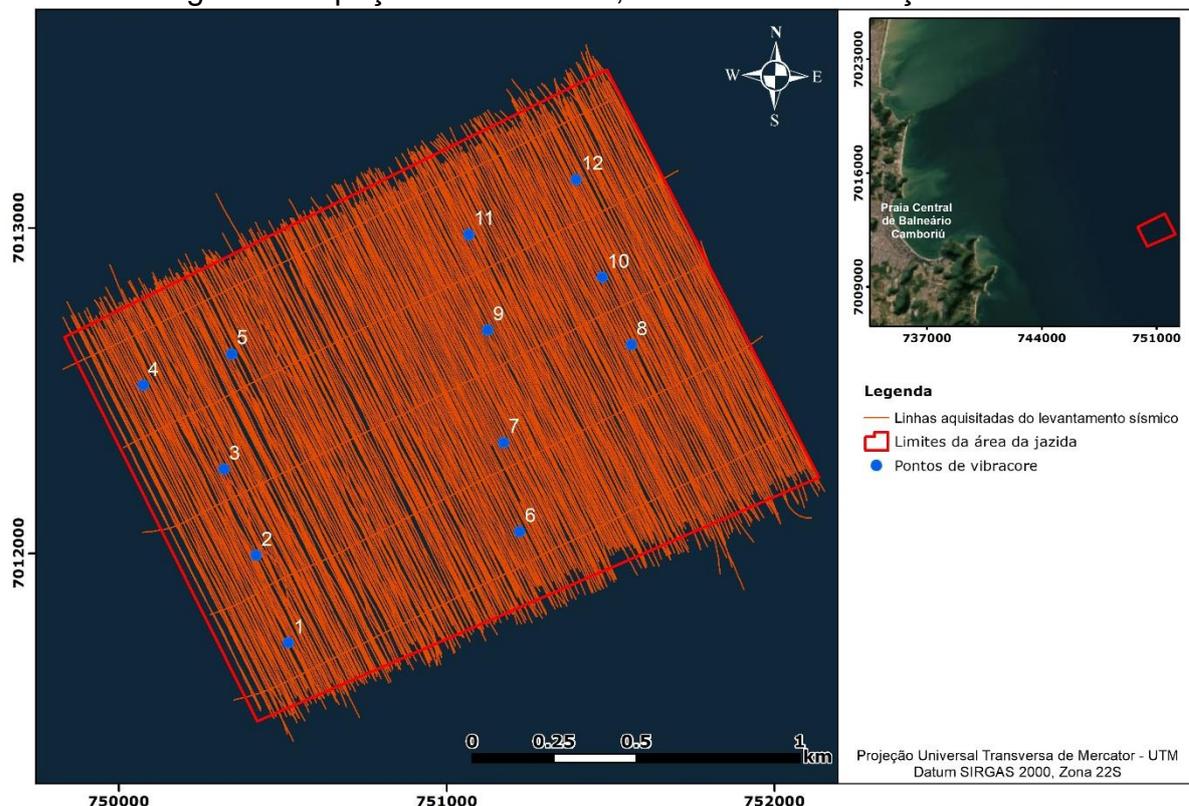
4.1 AQUISIÇÃO DOS DADOS

Os dados foram cedidos pela Prefeitura Municipal de Balneário Camboriú, e aquisitados pela empresa SLI *Coastal Solutions*, durante campanhas oceanográficas, ocorridas entre os dias 21/08/2019 e 26/10/2019. Nestes levantamentos, para a área utilizada como jazida, em 2021, para a obra de alimentação artificial da Praia Central de Balneário Camboriú, foram aquisitados dados de batimetria multifeixe, sonografia, sísmica rasa e coleta de testemunhos.

O plano de linhas do levantamento hidrográfico consistiu em um espaçamento de 20 metros entre linhas regulares, e 290 metros entre as linhas de verificação (Figura 8). A aquisição dos dados de batimetria, sonografia e sísmica ocorreu de forma simultânea, entretanto para a aquisição sísmica com o perfilador tipo *chirp* da fabricante *EdgeTech*, o espaçamento entre linhas regulares foi de 5 metros. A coleta dos 12 testemunhos, ocorreu pelo método *Vibracore* (SLI, 2019).

Após a realização da obra de alimentação artificial, a empresa ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental Ltda, responsável pelas atividades de monitoramento e fiscalização durante a obra de alimentação, cedeu os dados de batimetria multifeixe da área de estudo, posteriores à realização da obra, assim como dados de AIS da draga, e os Relatórios Diários de Obra, com informações dos ciclos de despejo ocorridos em terra, ou seja, na Praia Central de Balneário Camboriú.

Figura 8 – Plano de linhas executado pela SLI Coastal Solutions durante o levantamento hidrográfico realizado na área da jazida e pontos dos testemunhos. Linhas regulares espaçadas a cada 5m, e linhas de verificação a cada 290m.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.1.1 Investigação de Superfície de Fundo

4.1.1.1 Batimetria multifeixe

Para a investigação em superfície de fundo, a batimetria costuma ser utilizada para realizar o mapeamento da espessura da coluna d'água. Consiste num método acústico no qual a espessura da coluna d'água é determinada, de acordo com a velocidade que o som se propaga na água, e o tempo de retorno do primeiro sinal refletido. Ao conhecer estes valores, é possível estimar a profundidade do fundo marinho, e unir pontos com uma mesma profundidade, por meio da interpolação dos dados, gerando a batimetria do local (SOUZA, 2006).

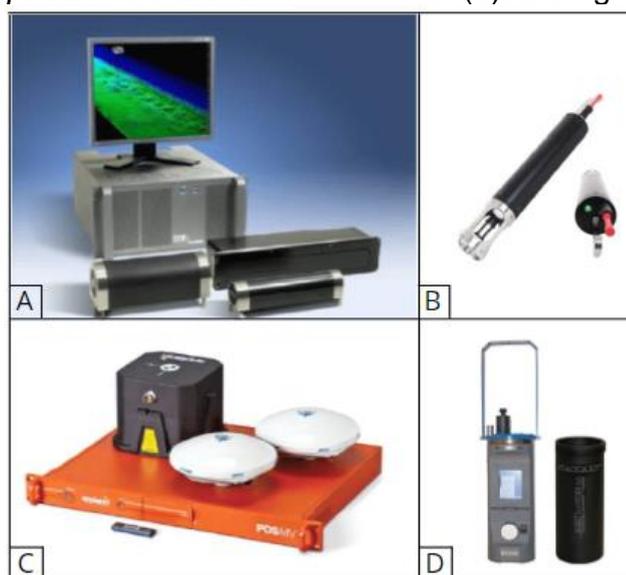
O equipamento ecobatímetro multifeixe emite um amplo feixe de sinais acústicos para ambos os lados da embarcação. Além disso, os dados são coletados

em sistema de varredura, e de forma contínua, permitindo amostrar em 100% a área investigada, (KEAREY, 2009; SOUZA, 2006). Para a aquisição dos dados batimétricos, primeiramente, foi realizada a instalação na embarcação do ecobatímetro multifeixe modelo *Reson SeaBat 7125* (Figura 9.A), o qual operou na faixa de frequência 200/400 kHz, em seguida, foi realizada a medição dos *offsets* entre os equipamentos.

Para realização da batimetria, testagens foram realizadas nos equipamentos para conferência de posicionamento da embarcação com dados do DGPS, calibração do MRU, calibração do *Gyrocompass*, e *PatchTest*. Este último, referente a calibração da inclinação dos ângulos com relação ao eixo das coordenadas da embarcação, *pitch*, *heave*, *roll*, foi medido com o compensador de movimentos *Applanix POS MV WaveMaster V5*, Figura 9.C.

Durante a aquisição dos dados de batimetria anterior à obra, (SLI, 2019), foram aquisitados sincronicamente, dados nível de maré, com marégrafo instalado no trapiche da Praia das Laranjeiras, Figura 9.D, para redução dos valores de profundidade. Perfis de velocidade do som, foram aquisitados com o perfilador da velocidade do som na água, modelo *AML Minos Profiler*, indicado na Figura 9.B.

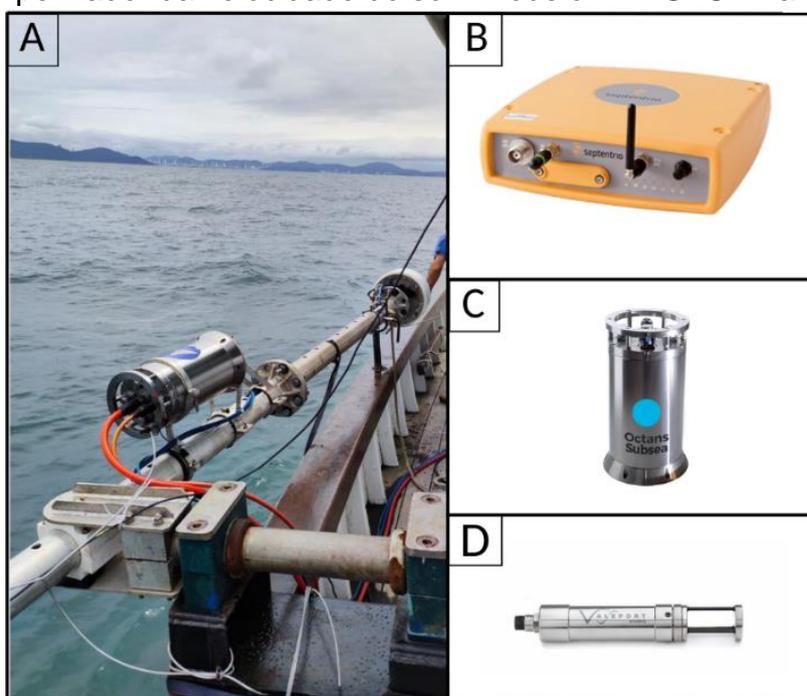
Figura 9 – (a). Ecobatímetro multifeixe modelo *Reson SeaBat 7125*. (b). Perfilador da velocidade do som modelo *AML Minos Profiler*. (c). Compensador de movimentos *Applanix POS MV WaveMaster V*. (d). Marégrafo.



Fonte: SLI (2019), material cedido pela empresa para uso acadêmico.

Os dados de batimetria posterior à obra de alimentação foram aquiridos no dia 06 e 07/11/2021, pela empresa ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental Ltda, igualmente em sistema multifeixe, como o ecobatímetro Multibeam - Kongsberg 2040c (Figura 10.A), GPS modelo Septentrio AsterU-Rx (Figura 10.B), compensador de movimentos modelo Octans GIV3000 (Figura 10.C), e perfilador da velocidade do som modelo Mini SVS - Valeport MiniSVS (Figura 10.D).

Figura 10 – (a). Sistema Multifeixe para aquisição de dados de batimetria. (b). GPS modelo Septentrio AsterU-Rx. (c). Compensador de movimentos modelo Octans GIV3000. (d). perfilador da velocidade do som modelo Mini SVS - Valeport MiniSVS.



Fonte: Elaborada pela autora com imagens cedidas pela ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental Ltda (2023).

4.1.1.2 *Sonar de varredura lateral*

O sonar de varredura lateral realiza o imageamento da superfície de fundo, e consiste num método sísmico de reflexão no qual a fonte sísmica propaga uma onda acústica pela coluna d'água, que irá atingir o fundo marinho e as camadas de estrato em subsuperfície, e por reflexão, o sinal emitido retornará a superfície, onde será detectado pelos receptores acústicos (KEAREY, 2009; SOUZA, 2016).

O sonar de varredura lateral, utiliza o sistema de forma de onda controlada, as fontes sísmicas com esta característica agem simultaneamente como emissoras e receptoras do sinal emitido (KEAREY, 2009). Este equipamento permite caracterizar a natureza da superfície de fundo, ao levar em consideração os níveis de energia dos sinais acústicos de retorno. Esta investigação da superfície, permite identificar estruturas lineares, falhas, contatos geológicos, afloramentos rochosos, e marcas onduladas, com indicação da sua forma, tamanho e orientação (AYRES NETO, 2000; SOUZA, 2006). Durante o levantamento geofísico, o sonar é rebocado pela embarcação e conectado por um cabo de comunicação, como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Equipamento sonar de varredura lateral (*Side Scan Sonar*), modelo *Edgetech 4200*.



Fonte: SLI (2019), material cedido pela empresa para uso acadêmico.

Os dados de imageamento obtidos com o equipamento sonar de varredura lateral, foram aqisitados com o modelo *Edgetech 4200*. Os dados foram coletados operando com frequências simultâneas de 300kHz, frequência baixa, com alcance de feixe em 230m, e 600 kHz, frequência alta, com alcance de feixe em 120m (SLI, 2019).

4.1.2 Investigação de Subsuperfície de Fundo

4.1.2.1 Sísmica Rasa

Para a aquisição dos dados de sísmica de alta resolução em subsuperfície, foi utilizado o perfilador sísmico modelo *EdgeTech Full Spectrum chirp 512i*, Figura 12. O sinal acústico, após ser captado pelos hidrofones, foi armazenado no computador via *software EdgeTech Discover®* (SLI, 2019).

Este perfilador sísmico, consiste em uma fonte sísmica ressonante, que assim como o sonar de varredura lateral, opera segundo o método sísmico de reflexão. Sua principal aplicação é realizar o mapeamento estrutural da área de estudo, obter a espessura das camadas de sedimentos inconsolidados, a profundidade do embasamento rochoso, e para áreas submersas rasas, é comumente utilizado por priorizar a resolução de seus alvos (SOUZA, 2006).

O funcionamento deste equipamento consiste na emissão de um amplo espectro de frequências moduladas, ao longo de um intervalo de tempo pré-definido, repetidamente, promovendo a ressonância das pastilhas piezelétricas. Estas pastilhas são acopladas à fonte, compondo o sistema fonte-hidrofone. Após a emissão do sinal acústico, os hidrofones captam o sinal, processam, por fim, o armazenam no computador como dado sísmico (SOUZA, 2006).

Figura 12 – Perfilador sísmico modelo *EdgeTech Full Spectrum chirp 512i*.



Fonte: SLI (2019), material cedido pela empresa para uso acadêmico.

A capacidade de frequência deste perfilador sísmico ocorre entre 0,5 a 12kHz. Os dados foram adquiridos entre os dias 30/08/2019 e 24/09/2019, perfazendo a área em linhas regulares espaçadas em 5 metros e linhas de verificação em 290 metros.

4.1.3 Testemunhagem

Após a determinação dos locais para perfuração, foram adquiridos 12 testemunhos utilizando o método *Vibracore*, modelo SEAS VC-450 (Figura 13), no sistema de coordenadas UTM 22S Datum WGS84.

O método *Vibracore* consiste numa técnica de amostragem de testemunho, no qual o pacote sedimentar retirado não sofre deformação, e é capaz de manter as camadas estratigráficas da área onde a sondagem foi realizada. Este método permite obter informações como limites entre pacotes sedimentares, texturas do sedimento, resistência à penetração, coloração, granulometria, fragmentos de conchas e matéria orgânica (KEAREY, 2009).

Os testemunhos foram registrados fotograficamente, com dimensões indicadas por uma trena. Para cada testemunho, foram coletadas amostras a cada 50cm, totalizando 144 amostras. Para cada amostra, foram realizados os seguintes procedimentos (SLI, 2019):

- Análise tátil-visual, com descrição da granulometria predominante, cor, segundo a classificação de Munset (1915), e observações gerais;
- Análise granulométrica, realizada através da técnica do peneiramento e segundo classificação de Wentworth (1922);
- Determinação do Teor de Matéria Orgânica (TMO), calculado pela diferença de peso inicial menos o final, após a queima da matéria orgânica com peróxido de hidrogênio;
- Determinação do Teor de Carbonato de Cálcio (TCC), calculado após a exclusão da matéria orgânica, pela diferença do peso inicial menos o final, após a queima do carbonato de cálcio (CaCO_3), com ácido clorídrico (HCl) 30%.

Figura 13 – (A) Equipamento *Vibracore* modelo *SEAS VC-450*; (B) Operação de aquisição de testemunho com o método *Vibracore* em campo.



Fonte: SLI (2019), material cedido pela empresa para uso acadêmico.

4.1.4 Dados de AIS

O AIS (*Automatic Identification System*) consiste num equipamento eletrônico instalado na embarcação e acoplado ao rádio VHF, capaz de transmitir e receber informações de identificação da embarcação, assim como rastrear em tempo real a sua rota, e são comumente utilizadas para o ordenamento do tráfego marinho (TIXERANT *et al.*, 2018).

4.1.5 Relatórios Diários de Obra

Durante a obra de alimentação artificial, foi realizado pela empresa ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental Ltda, as atividades de acompanhamento da execução da obra em terra, ou seja, na Praia Central de Balneário Camboriú. Os Relatórios Diários de Obra (RDOs), foram realizados por uma equipe de colaboradores, os quais descreveram as atividades ocorridas a cada ciclo, como tipo de material despejado, registro fotográfico e demais observações gerais.

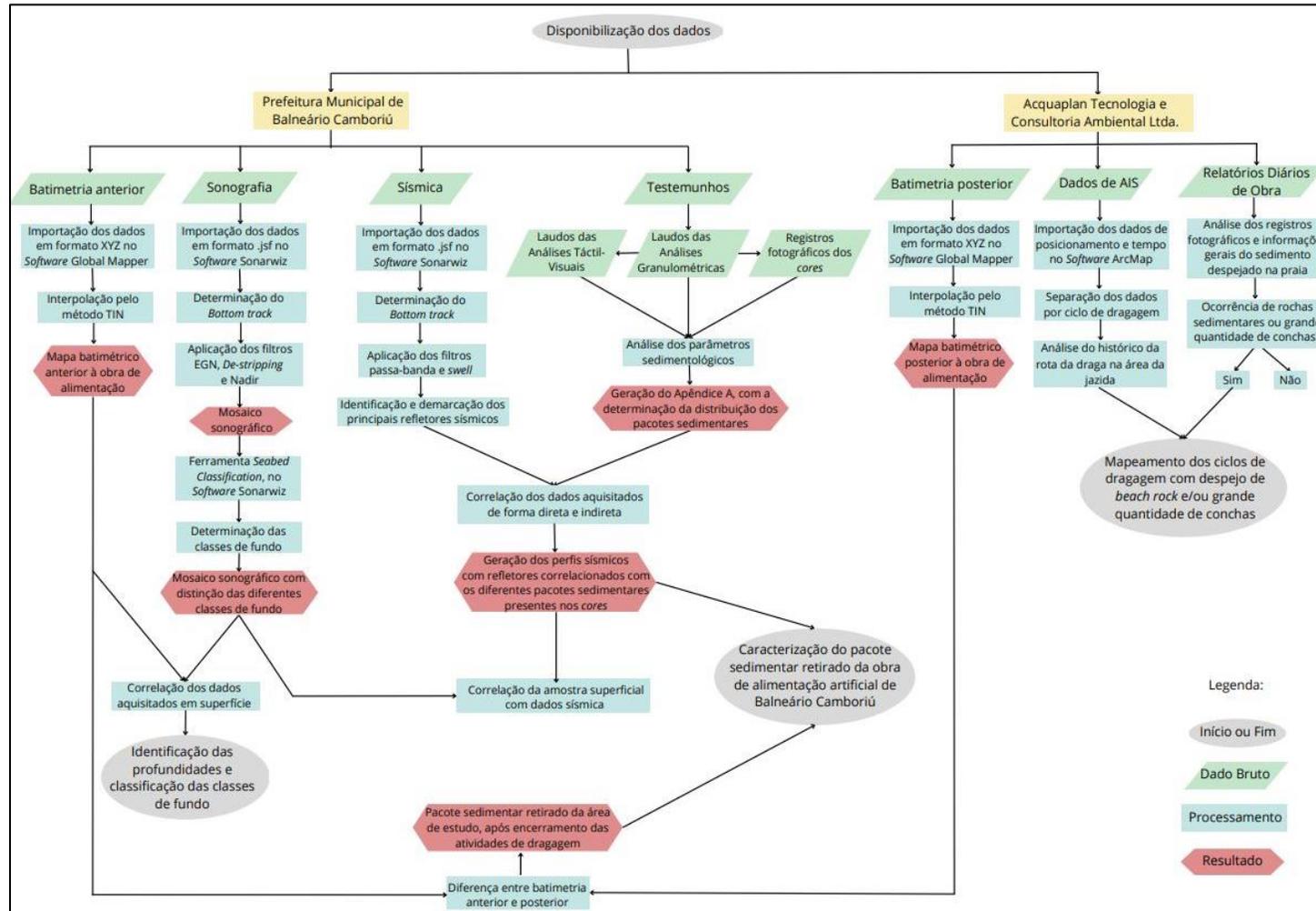
Para o acompanhamento das atividades da obra, um ciclo completo considera o tempo de viagem da draga da praia até a jazida, período de dragagem na jazida, período de viagem até o *pipeline* (tubos conectores), e período de despejo em terra.

Durante o período de execução da obra de alimentação artificial na Praia Central de Balneário Camboriú, para o registro das atividades, um ciclo de dragagem corresponde ao tempo enquanto a embarcação estava dragando na área da jazida, e um ciclo de despejo corresponde ao tempo de despejo do material em terra, ou seja, na praia.

4.2 PROCESSAMENTO DOS DADOS

A metodologia utilizada para o processamento dos dados, consistiu na importação dos dados brutos em *softwares* ou tratamentos em planilhas, seguido do processamento e interpretação, para posterior correlação entre os diferentes dados, e quando cabível, validação dos resultados. Segue na Figura 14, o fluxograma das etapas desenvolvidas, e em sequência, detalhamento do processamento dos dados.

Figura 14 – Fluxograma das etapas de análise e processamento dos dados.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

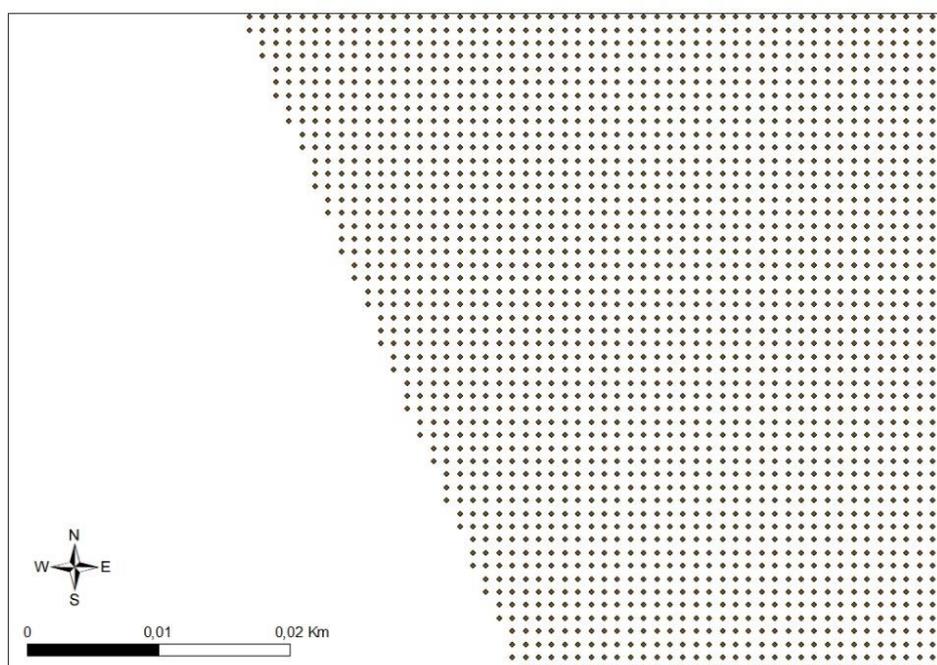
4.2.1 Investigação de Superfície de Fundo

4.2.1.1 Batimetria multifeixe

As batimetrias foram geradas a partir dos pontos em formato de dado XYZ, com espaçamento de 1x1 metro em grade regular (Figura 15), importados no *software Global Mapper 15*, e interpolados usando o método TIN (*Triangular Irregular Network*), também conhecido como Triangulação Delaunay.

Este método de interpolação forma mosaicos interconectados, a partir de pontos vizinhos mais próximos, os quais representam as coordenadas planialtimétricas do terreno (CHAVES, 2002). Para um espaçamento equidistante, como é o caso da grade regular, os triângulos gerados pela interpolação são equiláteros, diminuindo a porcentagem de erro no cálculo, ao não ocorrer a presença de ângulos agudos ou obtusos (PINTO, 1994).

Figura 15 – Representação da grade regular com espaçamento de 1x1 metro, da batimetria anterior e posterior à obra.

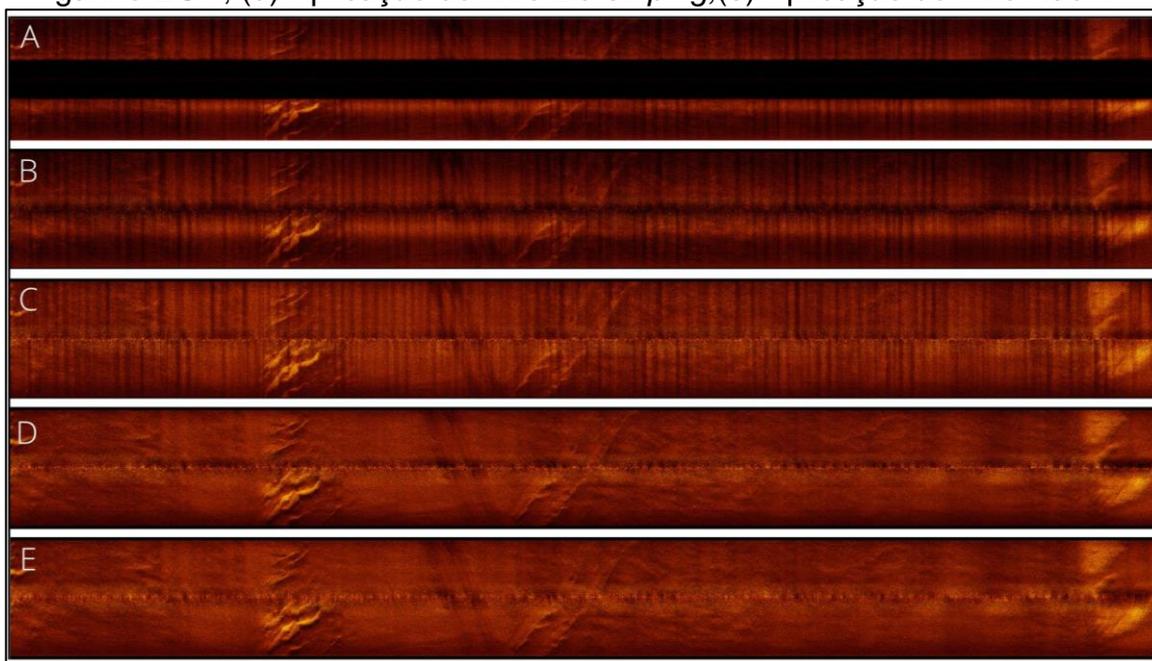


Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.2.1.2 Sonar de varredura lateral

Os dados de imageamento obtidos na frequência de 600 kHz com o sonar de varredura lateral foram reprocessados no *software* *SonarWiz*®. As etapas de processamento consistiram em importar o dado bruto (Figura 16.A), determinar o *Bottom Track* (Figura 16.B), procedimento que identifica a interface entre o fundo marinho e a coluna d'água. Aplicar o ganho EGN (Figura 16.C), o filtro *De-stripping* (Figura 16.D), e por fim, o filtro Nadir (Figura 16.E). Ao total foram tratados 40 sonogramas, perfazendo 59 km de linhas percorridas.

Figura 16 – Ordem do processamento dos dados de sonografia para um mesmo sonograma. Em (a) Dado bruto; (b) Aplicação do Bottom track; (c) Aplicação do ganho EGN; (d) Aplicação do filtro *De-stripping*; (e) Aplicação do filtro Nadir.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O filtro Nadir é comumente aplicado para processamento de dados de sonar de varredura lateral, e opera reduzindo a diferença de valores de pixel entre o nadir e valores fora do nadir. Em outras palavras, operam suavizando a diferença de pixels dos dados coletados pelo sonar de varredura lateral à estibordo e bombordo, com uma largura filtrada em graus (CHESAPEAKE TECHNOLOGY, 2021).

O filtro *De-striping*, suaviza o efeito perpendicular à direção de deslocamento, causado pelo movimento *pitch* da embarcação. Este filtro considera a quantidade de *ping* entre o início e o fim de uma faixa, para realizar a suavização do brilho da imagem. Isto é feito considerando o *ping* da imagem, com sua versão filtrada, caso haja diferença de brilho entre ambas, o filtro *De-striping* ajusta esta diferença (CHESAPEAKE TECHNOLOGY, 2021).

O ganho EGN (*Empirical Gain Normalization*), é uma função que soma os valores de amplitude do sonar de varredura lateral, e calcula a média de valores separadamente, para bombordo e estibordo, em todos os *pings*, por alcance (eixo x) e altitude (eixo y). O resultado do ganho é um padrão de feixe do sonar, o qual é calculado considerando empiricamente milhões de amostras de dados. Para melhor acurácia, uma tabela EGN por sonograma pode ser gerada (CHESAPEAKE TECHNOLOGY, 2021).

Para a classificação das classes de fundo, foi utilizada uma ferramenta disponível no software SonarWiz® “*Seabed Characterization*” (Figura 17). Esta ferramenta possui um manual, *Seabed Classification User Guide SW7*, e seu passo a passo foi seguido considerando a ordem: seleção do conjunto de dados; definição das estatísticas texturais; análise dos resultados das classes de fundo; filtragem dos resultados e remoção de classes espúrias.

Referente às estatísticas texturais, foram realizados testes de calibração, e os algoritmos que melhor se ajustaram à definição das diferentes classes foram: entropia, desvio padrão e contraste de grupo GLCM (*Grey-Level Co-occurrence Matrix*). Estes algoritmos operam em matriz de co-ocorrência de níveis de cinza das imagens acústicas (CHESAPEAKE TECHNOLOGY, 2017).

O desvio padrão opera considerando a tonalidade da imagem e suas características de reflectividade. Matematicamente, os valores da escala de cinza do mosaico sonográfico são calculados segundo a Equação 2, onde ξ é o valor do i -ésimo pixel da sub-imagem, e x é a média de todos os valores de pixel, sendo a sub-imagem, um sonograma, e o conjunto de sonogramas melhorado com filtros e ganhos, um mosaico sonográfico (CHESAPEAKE TECHNOLOGY, 2017).

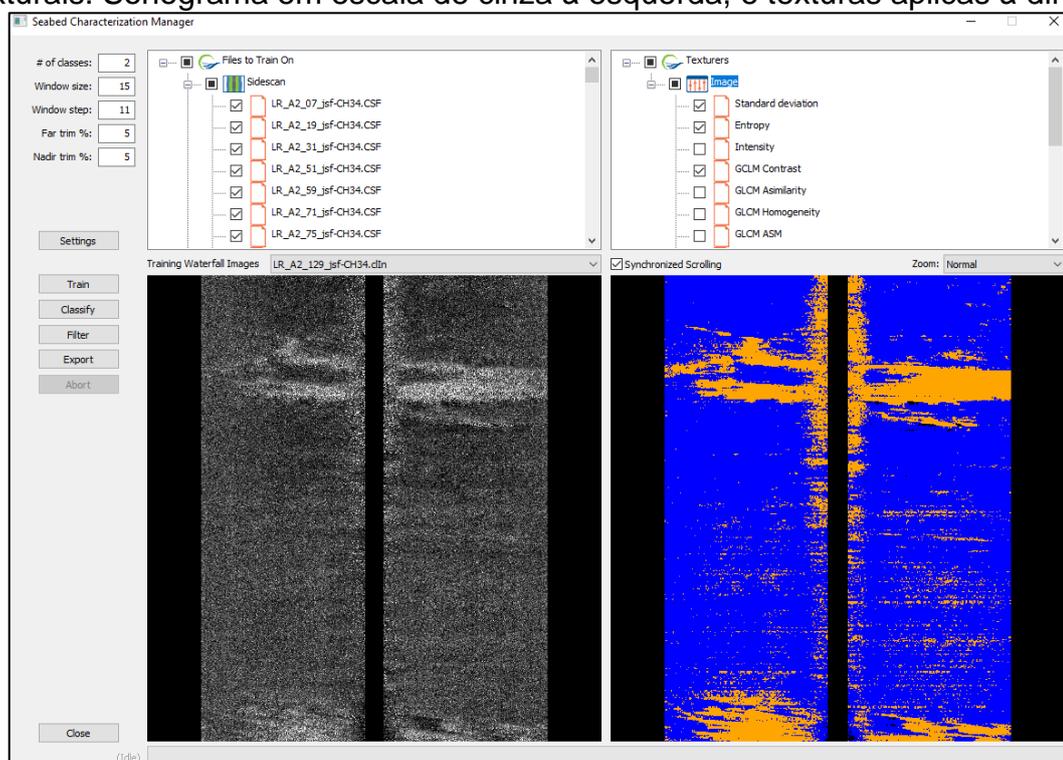
$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

A entropia, consiste numa grandeza que mede a ordenação da imagem (ou grau de liberdade) associado ao número de configurações que esta pode possuir, e é calculada segundo a Equação 3, onde x_i é o valor do i -ésimo pixel da sub-imagem. A tendência de configuração da imagem, consiste nas diferentes texturas que cada sonograma (ou imagem) pode apresentar. Imagens muito escuras ou muito brilhantes terão valores mais baixos (CHESAPEAKE TECHNOLOGY, 2017).

$$\sum_{i=0}^{N-1} x_i \cdot \ln(x_i) \quad (3)$$

A aplicação desta ferramenta foi possível devido à aplicação do ganho EGN e filtro Nadir, os quais são recomendados pelo manual, por ambos modificarem os pixels da imagem de uma mesma maneira, não prejudicando a classificação de classes.

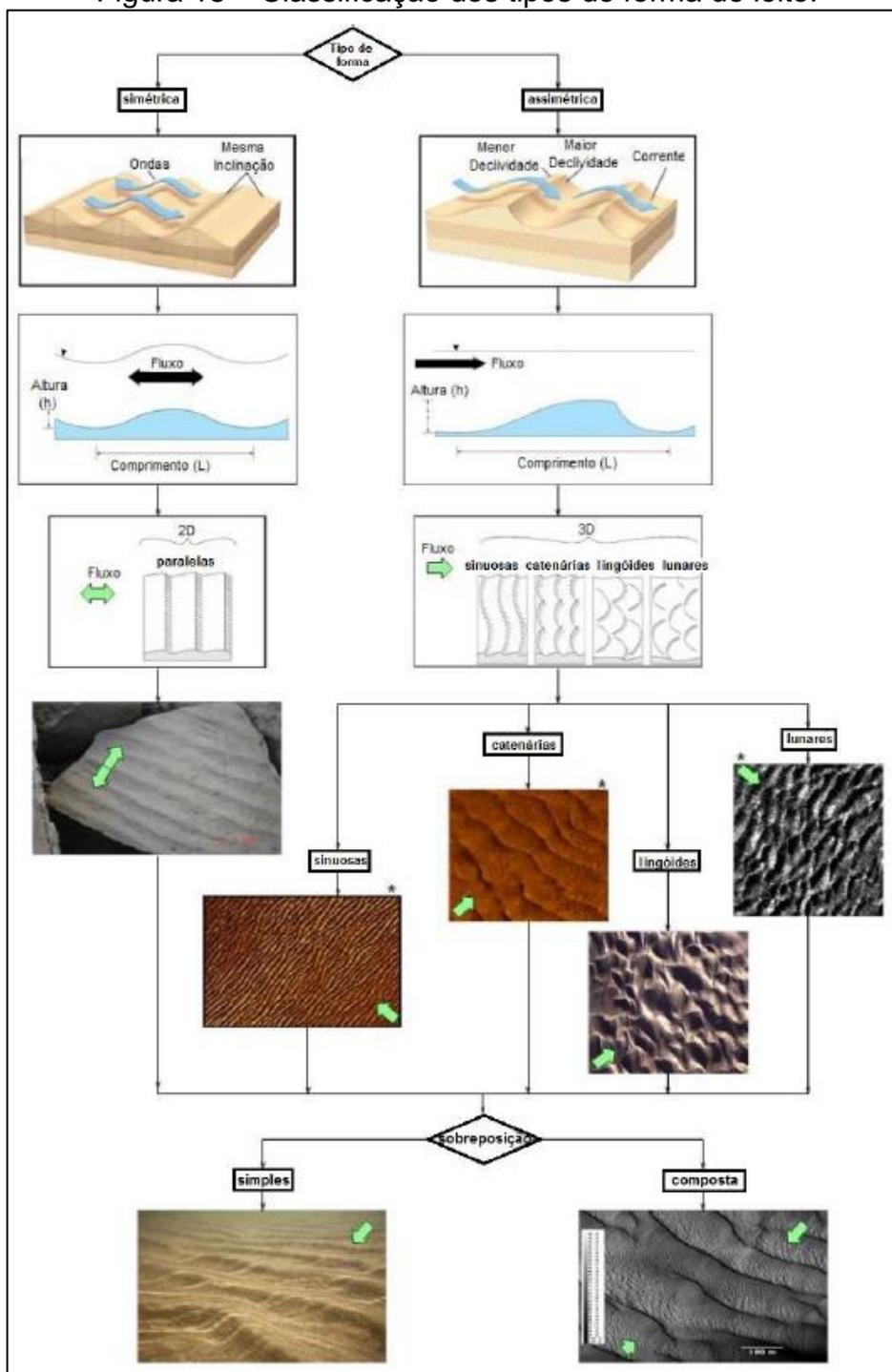
Figura 17 – Aba do *software* SonarWiz® para aplicação dos diferentes algoritmos texturais. Sonograma em escala de cinza à esquerda, e texturas aplicas à direita.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O resultado desta ferramenta foi analisado e comparado com a classificação das formas de leito gerada por Porpilho (2015), de forma visual, indicado na Figura 18, baseado no padrão adotado pela SEPM (Sociedade de Geologia Sedimentar), descrito por Ashley (1990).

Figura 18 – Classificação dos tipos de forma de leito.



Fonte: Porpilho (2015).

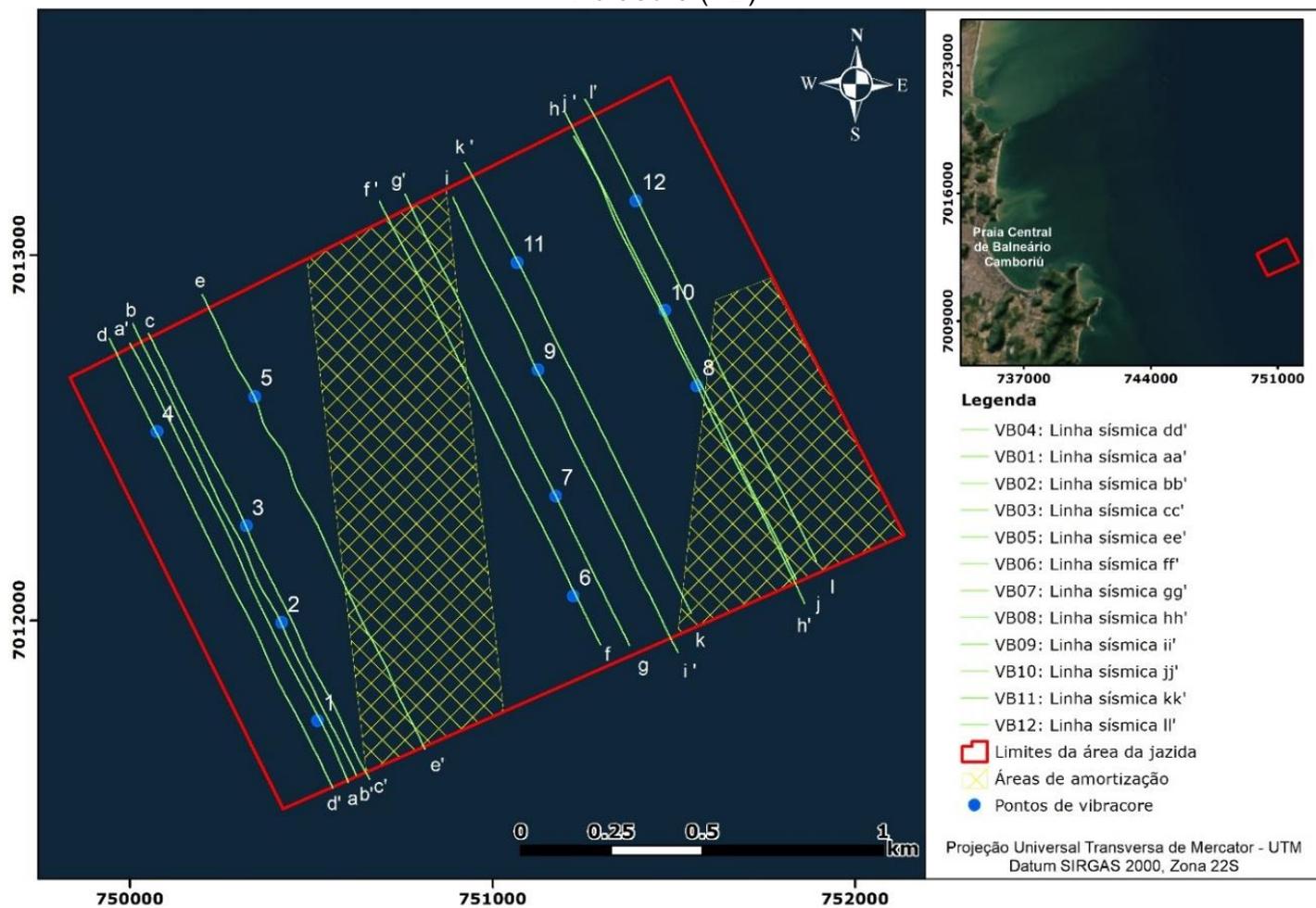
4.2.2 Investigação de Subsuperfície

Para o processamento sísmico em subsuperfície, foram consideradas as linhas sísmicas coincidentes com os pontos de coleta de testemunhos pelo método *Vibracore* (VB), como segue na Figura 19.

Nesta figura, destacado em amarelo na área de estudo são indicadas as áreas de amortecimento, classificadas assim, pelo estudo da SLI (2019). Estas áreas ocorrem na região central da área de estudo, a qual corresponde a uma região com presença de anomalia magnética, e no setor a sudeste, onde foram encontradas feições indicadoras de substrato consolidado, segundo os resultados do estudo da SLI.

A região com anomalia magnética foi identificada com a aquisição de dados de magnetometria durante o levantamento geofísico, e não serão abordados no presente trabalho. As feições indicadoras de substrato consolidado, a sudeste, foram identificadas no presente trabalho através da interpretação dos dados aquisitados com o perfilador sísmico tipo *chirp*, e serão abordadas em seu tópico.

Figura 19 – Mapeamento das linhas sísmicas processadas na área de estudo e pontos de coleta de testemunhos com o método *Vibracore* (VB)



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

4.2.2.1 *Sísmica rasa*

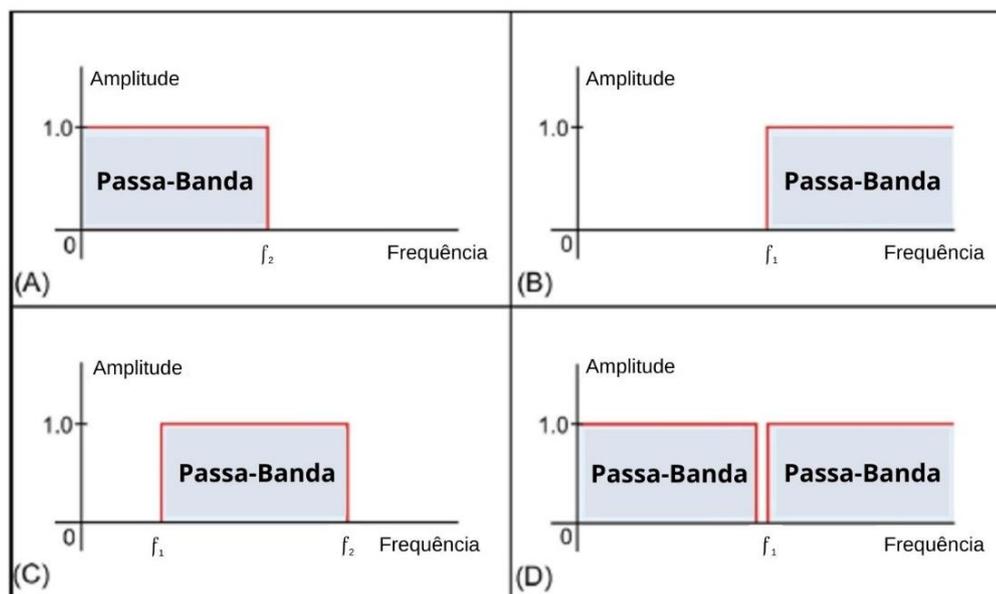
Os dados sísmicos adquiridos com o perfilador sísmico, foram reprocessados através do *software SonarWiz®*. Neste, para estimação da profundidade dos estratos, foi aplicada a velocidade média do deslocamento do sinal acústico em 1600 m/s. Este valor foi determinado segundo a classificação de Macedo *et al.* (2009), a qual agrega sedimentos arenosos e lamosos, presentes na região segundo Abreu (2010).

Durante os levantamentos geofísicos, os receptores do sinal acústico, não captam apenas os sinais sísmicos gerados pela fonte, também são captados ruídos, os quais não são de interesse para interpretação geofísica. Estes ruídos dificultam a interpretação do sinal, e devem ser atenuados para melhoramento da interpretação dos dados (KEAREY, 2009). A atenuação dos ruídos ocorre com a aplicação de filtros e ganhos, e suas aplicações são fundamentadas por processos matemáticos (DONDURUR, 2018).

Os filtros passa-banda são utilizados para especificar na seção sísmica a banda de frequência a ser analisada. Na Figura 20, estes filtros são demonstrados de acordo com a sua aplicação para o corte de frequências. O filtro passa-banda baixo, Figura 20.A, atenua ruídos de alta frequência e permite a passagem das frequências mais baixas, considerando um determinado valor de corte. É indicado para atenuar, por exemplo, ruídos de ondulação (DONDURUR, 2018) e ruídos de vento (KEAREY, 2009).

O filtro passa-banda alto (Figura 20.B), atenua ruídos de baixa frequência e permite a passagem das frequências mais altas, e pode ser aplicado para atenuar ruído aleatório (DONDURUR, 2018) e ruído da embarcação (KEAREY, 2009). Na Figura 20.C, é considerada a aplicação tanto do filtro passa-banda baixo, quanto do filtro passa-banda alto, gerando uma frequência de corte alta e baixa, respectivamente. Para atenuar um ruído pontual, o filtro *notch* (Figura 20.D), é utilizado (DONDURUR, 2018).

Figura 20 – Tipos de filtros passa-banda e suas frequências de corte. (a) Filtro passa-banda baixo, (b) Filtro passa-banda alto, (c) Filtro passa-banda, (d) Filtro *notch*.

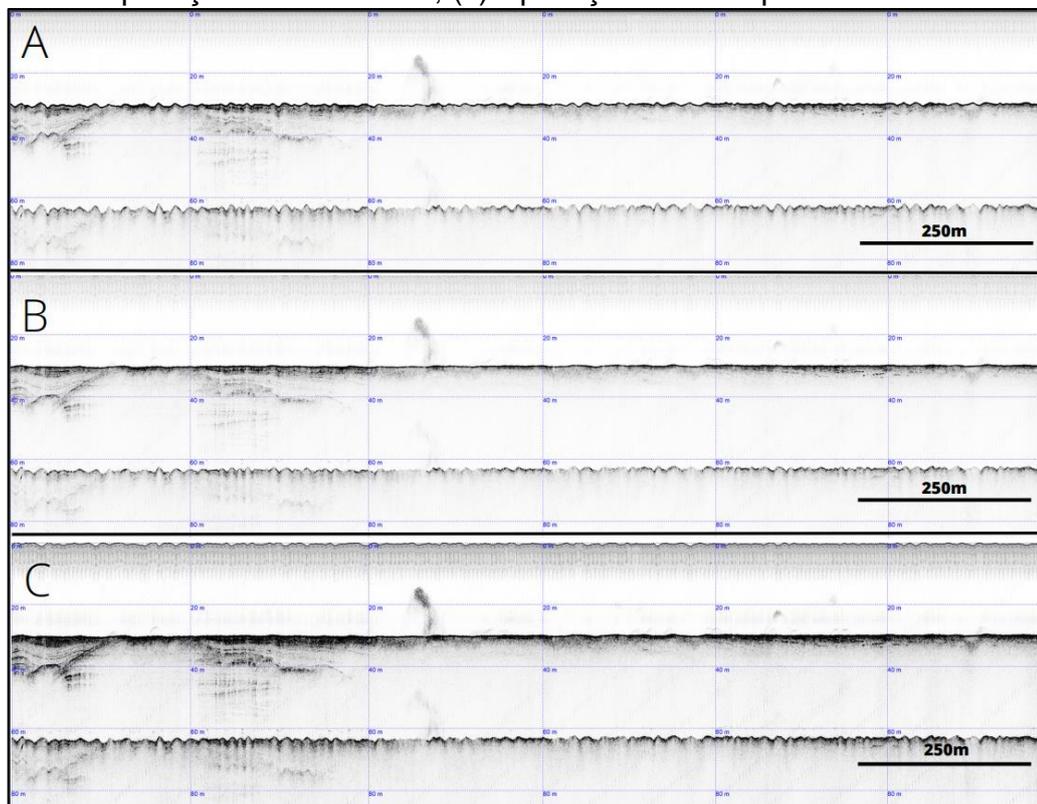


Fonte: Modificado de Dondurur (2018).

O filtro *swell* ativa a filtragem por expansão, suavizando o efeito da onda na imagem do perfil. O ruído provocado pelo *swell* é dominante nos dados sísmicos brutos, e é caracterizado por movimentos verticais de curto período. Este filtro, remove os efeitos causados pelo movimento *heave* da embarcação, no primeiro retorno do pulso do sonar. O período do *swell* é estimado em segundos e, ao ter rastreado o *bottom track*, linha de referência do filtro *swell*, um filtro passa banda baixa ajusta cada *ping* para cima ou para baixo, suavizando o fundo marinho e removendo o efeito de onda (CHESAPEAKE TECHNOLOGY, 2021).

Para o processamento dos dados, foi determinado o fundo marinho ou *Bottom track* e aplicado os filtros passa-banda e *swell*. O melhoramento da relação sinal/ruído, seguiu a ordem, conforme indicado na Figura 21. O dado bruto (Figura 21.A) foi importado, em seguida aplicado o filtro *swell* (Figura 21.B), filtro passa-banda (Figura 21.C), com frequência de corte entre 0,7 e 1,2 KHz, frequência de emissão do equipamento. Para o filtro passa banda, o espectro escolhido foi o “*Blackman*”, este, sugerido pelo manual do *software*.

Figura 21 – Ordem do processamento dos dados adquiridos com o perfilador sísmico tipo *chirp*, para uma mesma seção sísmica. Em (a) Dado bruto; (b) Aplicação do filtro *swell*; (c) Aplicação do filtro passa-banda.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

As seções sísmicas foram analisadas e demarcados os principais refletores sísmicos na área de estudo, de acordo com a sua profundidade de ocorrência, continuidade dos refletores, e intensidade. Para a identificação da continuidade dos refletores entre as diferentes seções sísmicas, foi realizada visualização 3D no *software* SonarWiz®.

Os refletores foram classificados de baixo para cima, considerando a cronologia de deposição, de acordo com o princípio da sobreposição, a qual considerada que estratos mais antigos são encontrados na base e estratos mais recentes no topo da coluna estratigráfica (SEVERIANO RIBEIRO, 2001).

4.2.3 Testemunhagem

Para a análise dos parâmetros sedimentológicos, obtidos através das coletas pelo método *Vibracore*, foram considerados: os laudos das análises tátil-visuais, laudos das análises granulométricas, e análise dos registros fotográficos de cada testemunho. Após a análise destes parâmetros, para determinação do pacote sedimentar, foi considerado a classe granulométrica predominante e a ocorrência ou não, de fragmentos de conchas.

4.2.4 Dados de AIS

Os dados de AIS, providos de informações de tempo (hora, minuto e segundo) e deslocamento (latitude e longitude) da draga, foram importados no *software* ArcMap. Neste, os dados foram separados por intervalo de tempo de ocorrência na área da jazida, sendo que cada intervalo representou um ciclo de dragagem.

4.2.5 Relatórios Diários de Obra

A partir dos Relatórios Diários de Obra (RDOs), foi realizada uma seleção dos dados, e escolhidos os ciclos de despejo com registro de rochas sedimentares carbonáticas ou grande quantidade de conchas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

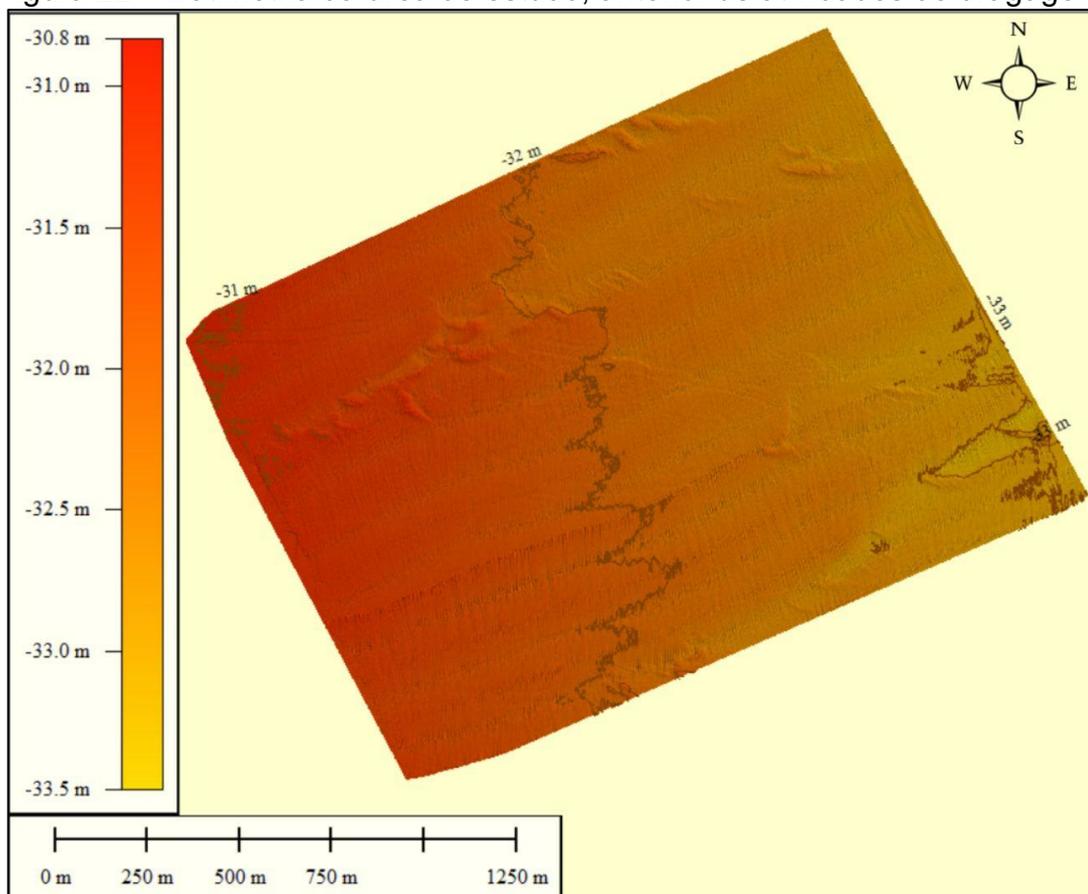
5.1 BATIMETRIA

Para visualização espacial da batimetria da área de estudo, foram geradas a batimetria anterior (Figura 22) e posterior (Figura 23), à obra de alimentação artificial. A batimetria anterior apresentou declividade suave, variando de 30,8m a 33,5m, conforme seu afastamento da costa.

Ao total foram interpolados 2.813.953 pontos para a batimetria anterior, e 2.855.908 pontos para a batimetria posterior ao processo de dragagem. A interpolação pelo método TIN possui como desvantagem apresentar aparência dentada, devido às

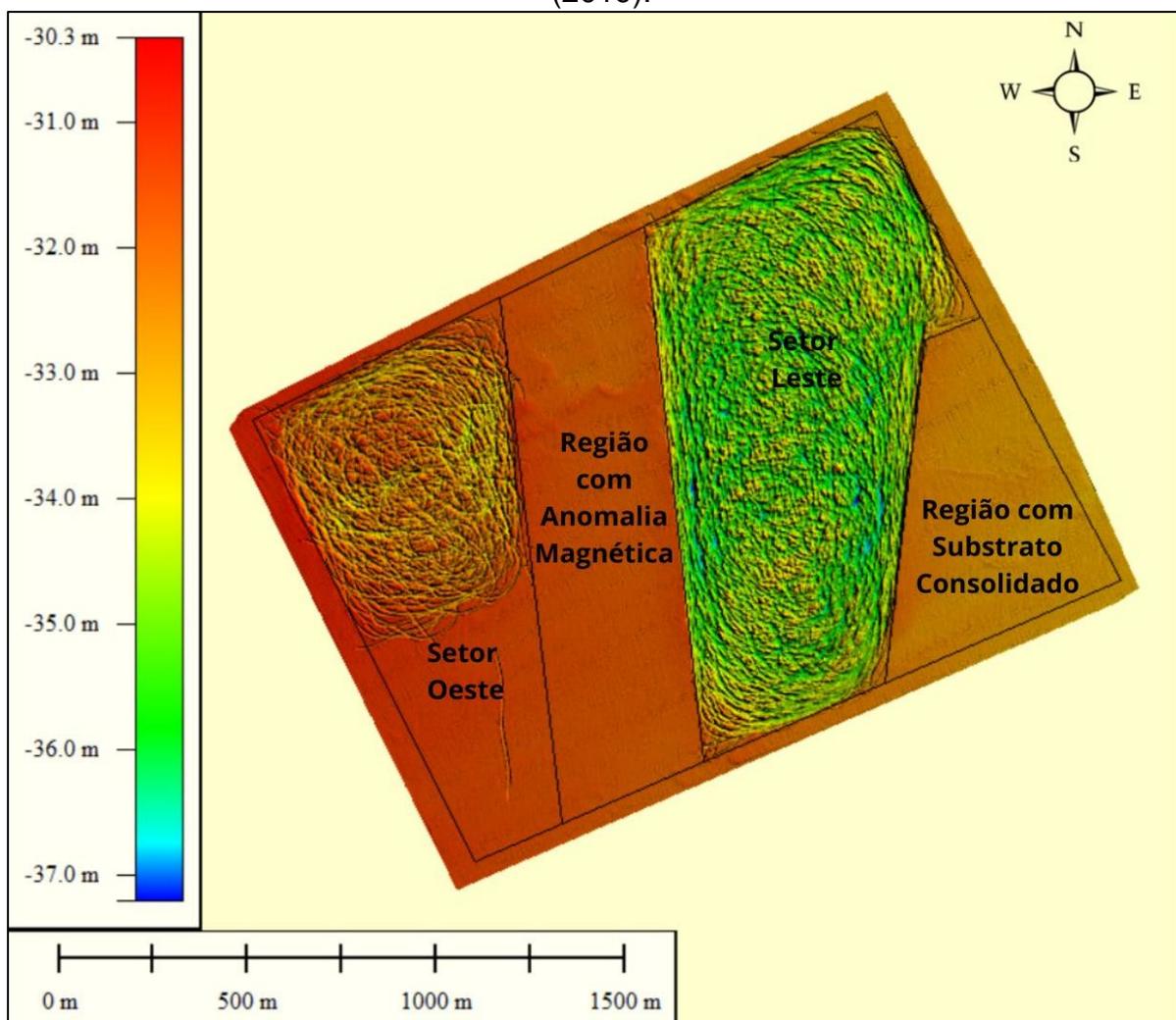
bordas formadas pela triangulação (NAKATI *et al.*, 2018), entretanto, devido à alta quantidade de pontos e declividade suave do ambiente, este efeito foi minimizado.

Figura 22 – Batimetria da área de estudo, anterior às atividades de dragagem.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

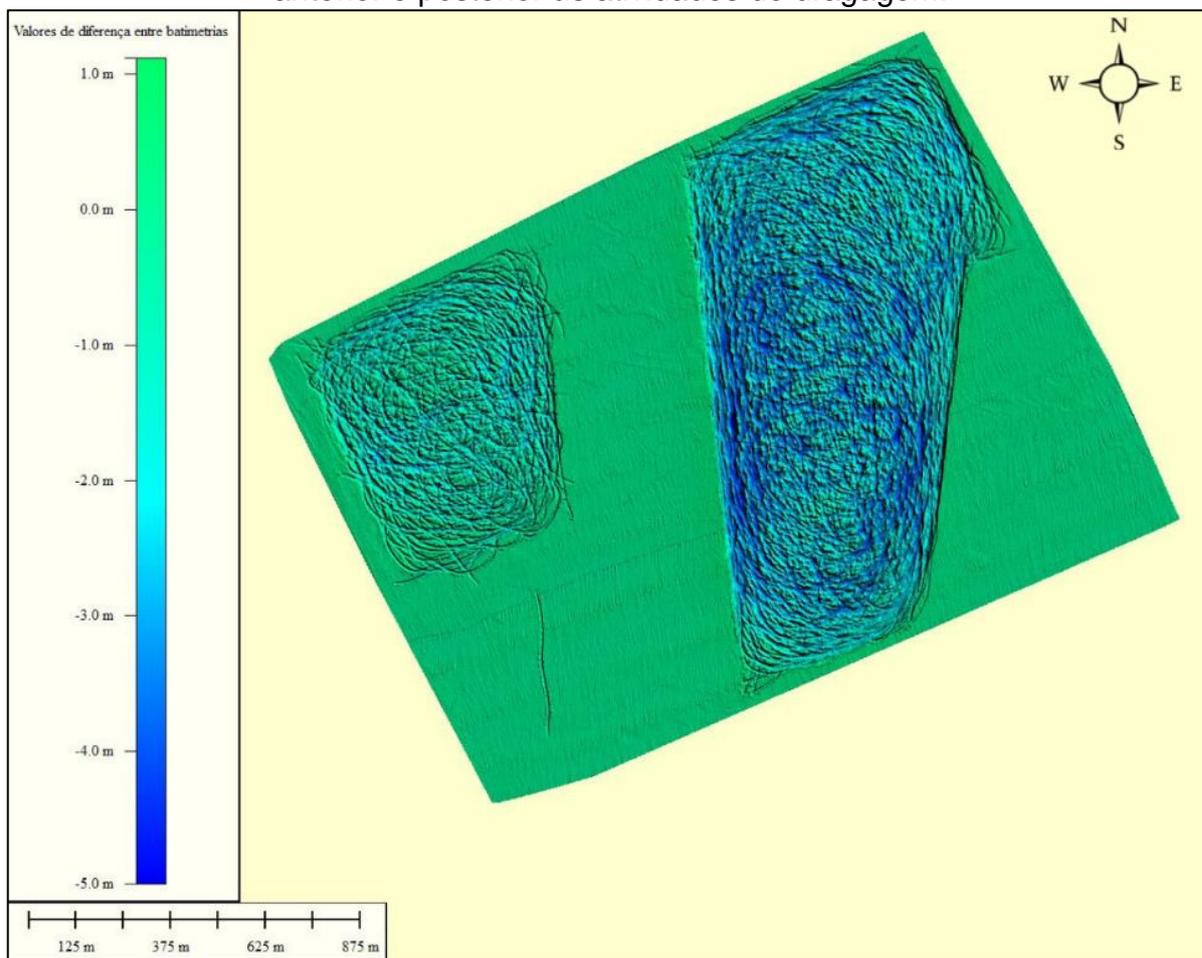
Figura 23 – Batimetria da área de estudo, posterior às atividades de dragagem, incluindo a divisão por setores da área da jazida, segundo estudo realizado pela SLI (2019).



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Observa-se na batimetria posterior, que as áreas da jazida que não foram dragadas, representam as áreas de amortecimento. Nos setores onde ocorreram as atividades de dragagem, leste e oeste, nota-se o registro em profundidade da rota circular que a embarcação percorreu enquanto realizava a dragagem. Nota-se que a região sul do setor oeste não foi dragada e que o setor leste foi dragado em maiores profundidades. A diferença de valores de profundidades entre as duas batimetrias, é representada na Figura 24.

Figura 24 – Diferença entre valores de profundidades considerando a batimetria anterior e posterior às atividades de dragagem.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

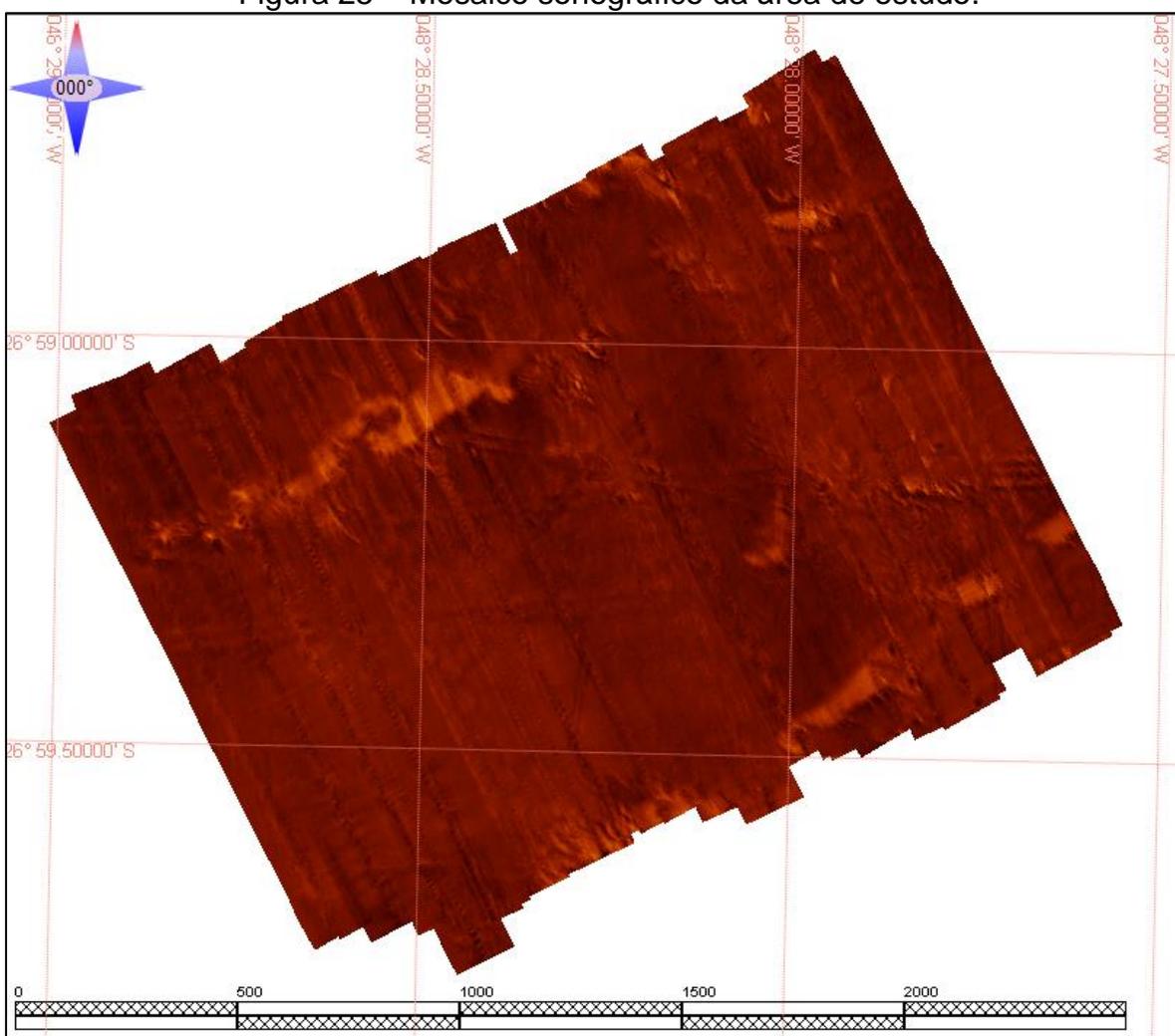
Para a análise das profundidades máximas e mínimas após as atividades de dragagem para o setor oeste, a região sul deste setor não foi considerada, obtendo-se a profundidade mínima de -30,41m e máxima de 34,78m. Para o setor leste, após a atividade de dragagem, foram registradas a profundidade mínima em -31,19m, e máxima em -37,21m. Áreas de amortecimento tenderam a manter seus valores de profundidade.

A profundidade média para os setores oeste e leste, após a atividade de dragagem, foi de -32,28m e -34,66m de profundidade, respectivamente. Com o registro da batimetria anterior e posterior à obra, foi calculada a diferença de volume entre ambas, resultando em 2.583.051m³, para uma área de 2.505.344m².

5.2 SONOGRAFIA

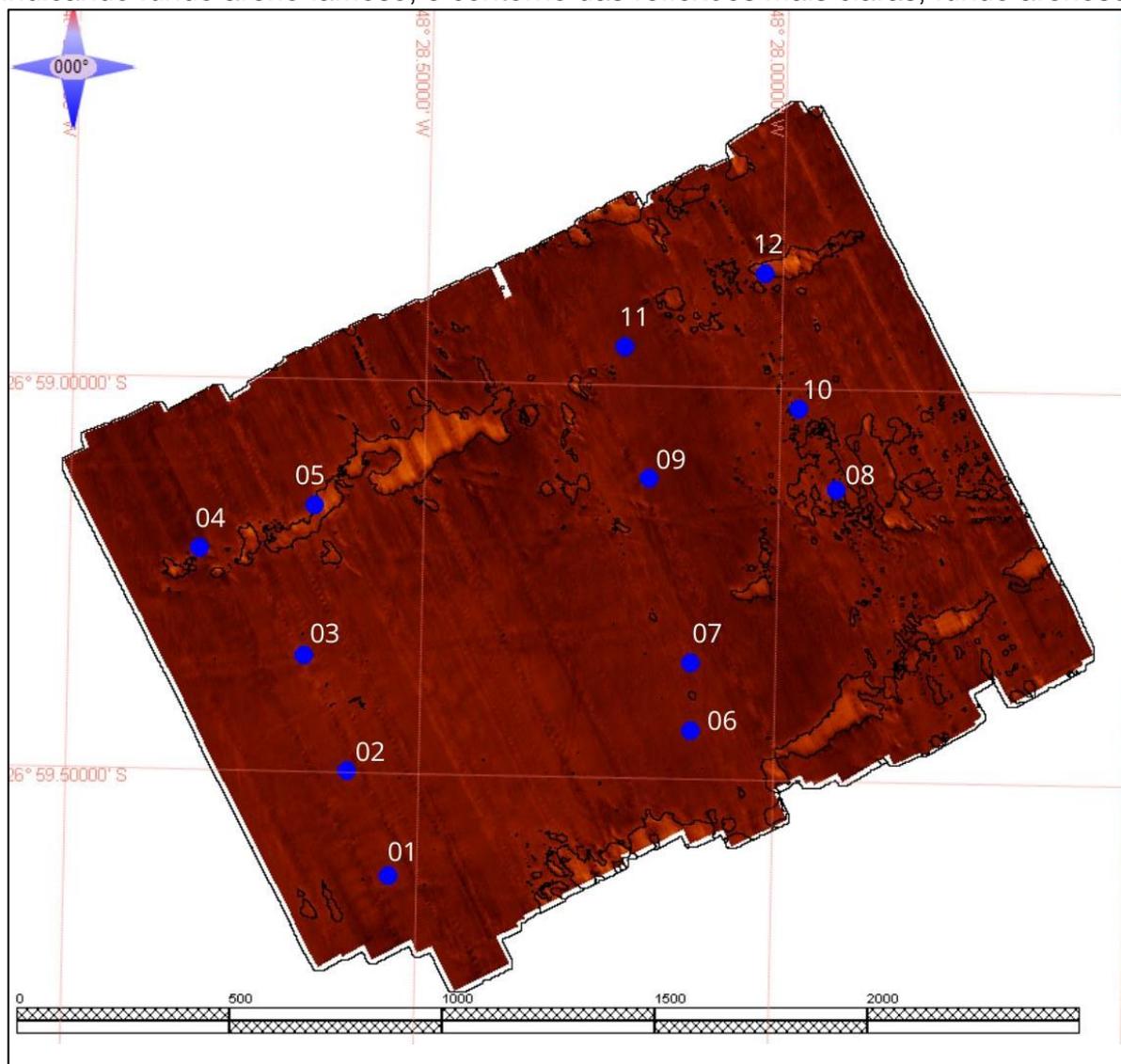
Os dados adquiridos com o sonar de varredura lateral permitiram gerar um mosaico da superfície de fundo com 100% de recobrimento da área de estudo (Figura 25). O resultado da ferramenta “*Seabed Characterization*”, Figura 26, gerou uma camada poligonal no contorno externo do mosaico sonográfico, e outra camada poligonal no contorno das reflexões mais claras, indicando respectivamente, a ocorrência das classes de fundo areno-lamosa e arenosa.

Figura 25 – Mosaico sonográfico da área de estudo.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 26 – Classes de fundo da área de estudo. Contorno externo aos sismogramas indicando fundo areno-lamoso, e contorno das reflexões mais claras, fundo arenoso.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A classificação do fundo arenoso ocorreu pela diferença na intensidade do retorno do sinal, visto que áreas mais claras e brilhosas indicam a predominância de sedimentos mais grossos e com maior rugosidade, em função das granulometrias maiores que refletem mais energia que sedimentos lamosos, (AYRES NETO, 2000; SOUZA, 2006; PORPILHO, 2015).

Estas áreas mais claras coincidiram com áreas de depressões batimétricas, indicadas no mapa batimétrico anterior à obra, e com a presença de marcas onduladas. As marcas onduladas presentes nas depressões foram classificadas como

forma de leito assimétrica e sinuosa, segundo a classificação de Porpilho (2015), e são indicadas na Figura 27.A e Figura 27.B.

Em apenas em um sonograma, indicado na (Figura 27.C), foram identificados alvos que podem indicar a existência de detritos em superfície, estes alvos foram encontrados em área de depressão e fundo arenoso. Os alvos apresentaram intensidade clara do sinal, e elevação em relação ao leito marinho, com a área escura do alvo representando a região de sombra. Para o mesmo sonograma, foi identificado uma estrutura alongada, descrita pelo Relatório da SLI (2019), como um cabo submarino, indicado na mesma figura.

Para a área com reflexões mais claras a noroeste, as depressões batimétricas são mais acentuadas e as marcas onduladas apresentaram-se mais rugosas (Figura 27), quando comparadas às marcas onduladas a sudeste (Figura 28.A), indicando o predomínio de areia com maior granulometria em superfície para as depressões à noroeste.

A classe de fundo areno-lamosa foi classificada considerando a menor intensidade da reflexão do sinal e por ocorrer sobre a superfície do fundo marinho uma camada fina de sedimento lamoso. A ocorrência de areia fina e sedimento lamoso para toda a superfície da área de estudo pode ter adquirido ao mosaico sonográfico, característica homogênea. Este tipo de fundo ocorre na Figura 28.B, onde foram destacados em círculos, alvos não identificados.

Feições de fundo identificadas como megaondulações catenárias, foram observadas na área de estudo, Figura 28.C e Figura 28.D, para a área de fundo areno-lamoso. Estas formas de leito são feições morfológicas formadas a partir do comportamento hidrodinâmico do local (VAN RIJN, 1993). E segundo Nichols (2009), a estabilidade do leito marinho se estabelece dado o tamanho do grão e a velocidade de correntes no local, sendo que para o regime de fluxo inferior, podem ocorrer as feições de marcas onduladas para tamanhos de sedimento siltosos, areia muito fina, areia fina e areia média.

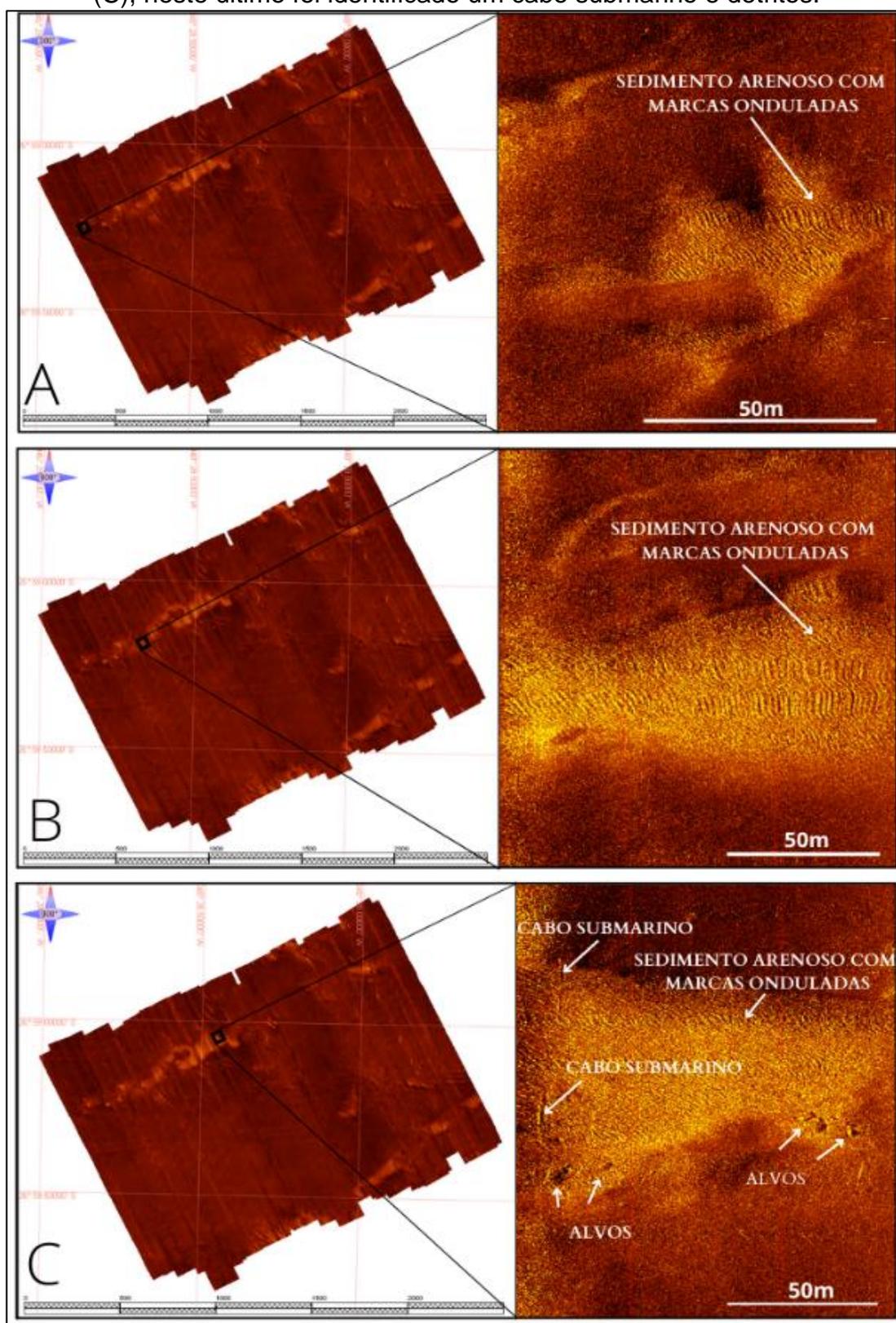
As áreas de depressões, protegidas por altos batimétricos podem facilitar a deposição de detritos neste local, como observado na Figura 27.C. Referente a identificação de rochas em superfície pelo imageamento realizado pelo sonar de varredura lateral, para Porpilho (2015), a resposta acústica da presença de rochas é

intensa, devido à alta impedância acústica deste material, dada a sua maior densidade se comparada aos sedimentos arenosos e lamosos.

Para Calliari *et al.* (1994), considerando o padrão sonográfico registrado pela ocorrência de *beach rocks* em superfície, estes substratos consistem em uma textura rugosa, com alternâncias entre faixas claras e escuras. Entretanto, outros tipos de sedimentos cimentados podem ser confundidos com *beach rocks* (HOPLEY, 1986; KELLETAT, 2006), e como para o presente trabalho as rochas sedimentares despejadas em praia não foram estudadas conforme sua composição mineralógica, não se pode afirmar que sejam *beach rocks*.

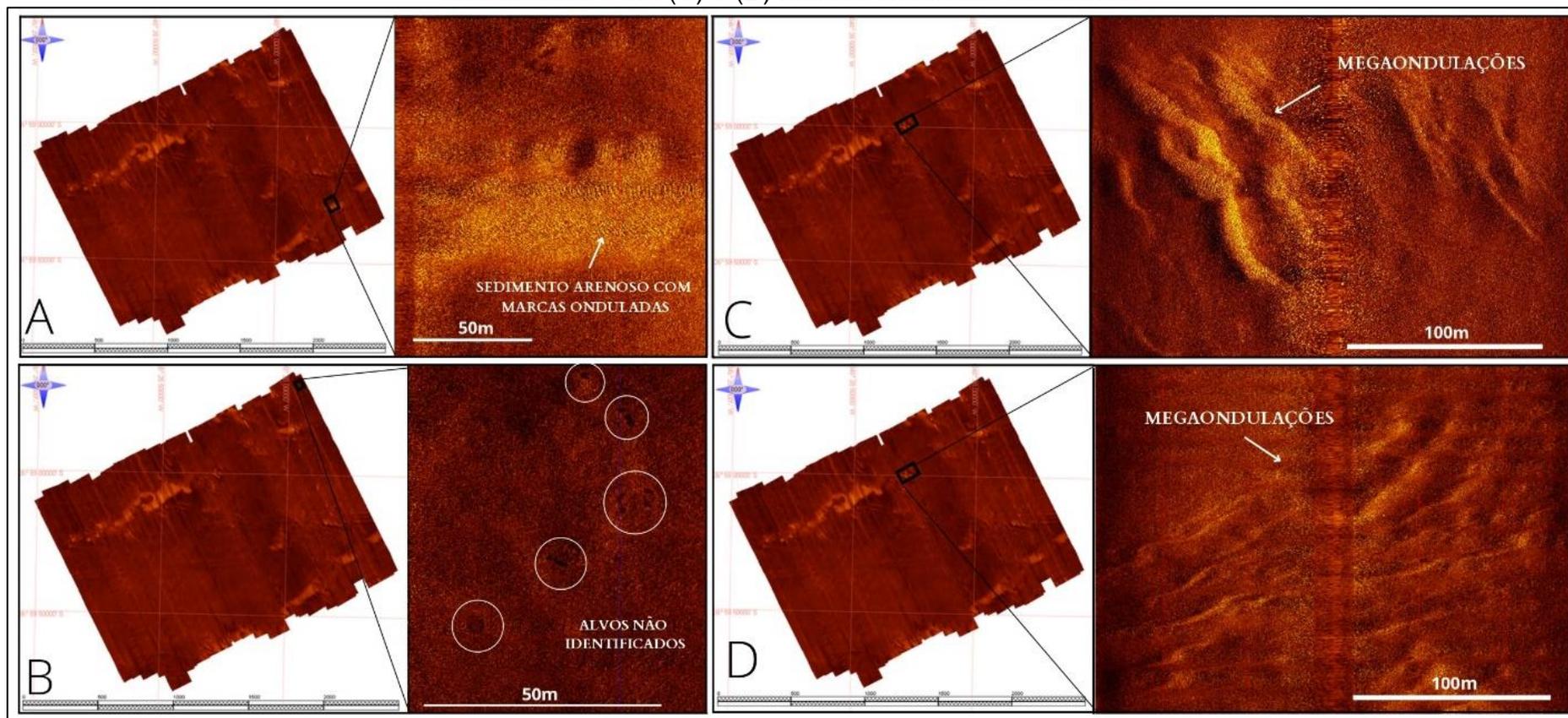
Apesar disso, considerando a alta intensidade da reflexão do sinal para substratos rochosos, não foram encontrados registros das rochas sedimentares carbonáticas despejadas em praia, pelo imageamento do sonar de varredura lateral. Caso estas rochas estejam distribuídas em fundo classificado como arenoso, o padrão de reflexão das marcas onduladas pode ter dificultado a distinção e identificação das rochas, ou elas não ocorrem em superfície.

Figura 27 – Registro do fundo arenoso com marcas onduladas sinuosas em (A), (B) (C), neste último foi identificado um cabo submarino e detritos.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 28 – (A) Registro de fundo arenoso com marcas onduladas; (B) Registro do fundo areno-lamoso com alvos não identificados e em (C) e (D) marcas onduladas catenárias.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

5.3 ANÁLISE DOS PARÂMETROS SEDIMENTOLÓGICOS

A análise dos parâmetros sedimentológicos, permitiu identificar e classificar os pacotes sedimentares coletados pelo método *Vibracore*. Para esta classificação, foi considerada a maior porcentagem da classe granulométrica ocorrente para cada amostra, e a presença ou não, de fragmentos de conchas.

Os resultados da identificação dos pacotes sedimentares são apresentados no Apêndice A, composto por informações como registro fotográfico de cada testemunho, coordenadas, profundidade, porcentagens granulométricas, cor, teor de matéria orgânica e carbonato de cálcio.

Os resultados são apresentados de forma compilada na Figura 29, e para os testemunhos em área onde ocorreu a atividade de dragagem, testemunhos 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11 e 12, foi adicionado em destaque, a profundidade do pacote sedimentar retirado de cada um, de acordo com a diferença entre os valores de batimetria anterior e posterior à obra de alimentação.

As frações dos pacotes sedimentares com concentração de conchas, foram diferenciados na figura em vermelho e verde, de acordo com o refletor sísmico ao qual estes coincidiram, e serão discutidos no tópico referente à interpretação sísmica.

Ao analisar os pacotes sedimentares, observa-se o predomínio da classe areia fina, sem a presença de fragmentos de conchas. Entretanto, a porcentagem dos demais tamanhos de grãos, ocorreram em quantidade considerável para muitos dos pacotes com predominância de areia fina, conforme detalhado no Apêndice A. Apesar de não haver pacote com predominância de sedimentos grosseiros, as classes areia grossa, muito grossa, e grânulo, estiveram presentes em menor ou maior porcentagem em todos os testemunhos.

O testemunho 01 apresentou a maior porcentagem de areia média com fragmentos de conchas na área de estudo, além de duas frações do pacote com concentração de conchas, possivelmente por isso, esta área, apesar de ocorrer no setor leste, não foi dragada. Após o testemunho 01, o testemunho 05 foi o que apresentou maior quantidade de areia média, porém a partir da profundidade de 3,1m.

Em superfície, os fragmentos de conchas não foram visualizados nos registros fotográficos para os testemunhos 01, 02 e 03, entretanto, a partir das profundidades

entre 0,4 e 0,9 m de profundidade, foram observados. Para os demais testemunhos, de 04 ao 12, foram identificados fragmentos de conchas em superfície e nas primeiras camadas sedimentares nos registros fotográficos.

As porcentagens de ocorrência de granulometria, matéria orgânica e carbonato de cálcio, fazem referência as amostras coletadas a cada 50cm, sendo assim, as primeiras amostras de cada testemunho não podem validar os resultados de imageamento em superfície, realizado pelo sonar de varredura lateral.

Entretanto, os testemunhos 04 e 05, ocorrentes no setor leste com maior depressão batimétrica, em fundo classificado como arenoso e com presença de marcas onduladas, apresentaram maior distribuição de fragmentos de conchas em sua extensão, se comparado aos demais testemunhos, à exceção do testemunho 01. Isto indica a possível ocorrência de areia com biodetritos em área classificada como fundo arenoso pela sonografia.

sísmica aa', referente ao testemunho 01; seção sísmica bb' com o testemunho 02; seção sísmica cc' com o testemunho 03; seção sísmica dd' com o testemunho 04; seção sísmica ee' com o testemunho 05; seção sísmica ff' com o testemunho 06; seção sísmica gg' com o testemunho 07; seção sísmica hh' com o testemunho 08; seção sísmica ii' com o testemunho 09; seção sísmica jj' com o testemunho 10; seção sísmica kk' com o testemunho 11; e seção sísmica ll' com o testemunho 12.

O fundo marinho foi identificado como refletor 04. O primeiro refletor logo abaixo do fundo marinho, com alta continuidade lateral e alta intensidade, foi identificado como refletor 03. Abaixo deste, foi identificado o refletor 02 pela sua alta intensidade, e profundidade abaixo do refletor 03. Para as seções sísmicas aa', dd', ff' hh', jj', kk' e ll', o refletor 02 apresentou maior concordância e continuidade lateral com o refletor 03, se comparado às seções sísmicas cc', ee', gg', ii'. Para a seção sísmica bb', este não foi visualizado. O refletor 04 foi demarcado como base do paleocanal encontrado na área de estudo, nas seções sísmicas hh', jj', ll', com alta intensidade do sinal.

5.4.1 Interpretação Sísmica e Concentrações de Conchas

Para a seção sísmica aa' (ver Apêndice B), os refletores sísmicos 02 e 03, coincidiram com as frações com concentrações de fragmentos de conchas no testemunho 01, em profundidade entre 1,0m e 1,2m para o refletor 03, e entre 3,2m e 3,4m para o refletor 02.

Para a seção ff', a fração com concentrações de conchas no testemunho 06, ocorreu entre 1,5m e 1,7m, coincidente à profundidade do refletor 02. Percebe-se pelo registro fotográfico do testemunho 06, que além de fragmentos de conchas, foram retiradas conchas inteiras pelo testemunho, e que a região deste testemunho e profundidade do refletor 02, correspondem à área da jazida que teve seu pacote sedimentar dragado, conforme Figura 29.

Para a seção sísmica jj', a fração com concentração de conchas ocorreu de forma mais distribuída, entre 2,2m e 2,6m, no refletor 02. Para esta seção sísmica, o pacote retirado durante a atividade de dragagem correspondeu à profundidade de 2,4m, ou seja, parte deste substrato foi removido.

Segundo Chopra e Marfurt (2005), a intensidade da reflexão do sinal, pode acusar alterações na impedância acústica, litologia e porosidade do substrato. Sendo que a intensidade do sinal, está relacionada com a amplitude do sinal, entretanto este último, é dado quantitativamente em decibéis.

Segundo Demarco *et al.* (2017), valores elevados de amplitude podem indicar a predominância de sedimentos arenosos, enquanto valores mais baixos podem indicar a predominância de sedimentos mais finos. Esta correlação ocorre devido ao contraste de impedância acústica entre um substrato e seu adjacente, e este contraste ocorre devido à diferença de densidade entre os substratos.

Considerando que intensidade do sinal pode ser associada à composição sedimentar dos estratos, e a presença significativa de fragmentos de conchas distribuídos ao longo dos pacotes sedimentares (além das frações com concentrações de conchas presentes nos testemunhos 01, 06 e 10), observou-se que para as seções sísmicas aa', bb', cc', dd', ee', ff', gg', hh', ii', e kk' (ver Apêndice B), a ocorrência de alta intensidade nas primeiras camadas de sedimento, coincidiu com os pacotes sedimentares com presença de fragmentos de conchas. Entretanto para os testemunhos das seções sísmicas jj' e ll', esta correlação não ocorreu. Isto pode ser explicado por a diferença de impedância acústica nos perfis sísmicos, acusar a diferença de densidade entre substratos adjacentes, e não necessariamente, um pacote sedimentar específico.

Ademais, ao comparar a distribuição da intensidade do sinal ao longo dos perfis sísmicos com as áreas acusadas como superfície de fundo arenoso pela sonografia, as áreas de alta intensidade não se apresentam exclusivas à estas superfícies de fundo arenoso.

5.4.2 Interpretação Sísmica e a Identificação de Rochas Sedimentares Carbonáticas

As seções sísmicas aa', cc', ee', gg', hh', jj', kk' e ll' (ver Apêndice B), apresentaram logo abaixo do fundo marinho, refletores moderadamente transparentes, que coincidem com a interrupção da continuidade lateral do refletor 03

e 02. Esta interrupção, pode ser causada pela ausência do sinal durante a aquisição dos dados ou pela ocorrência de um substrato diferente de seus adjacentes.

Cooper *et al.* (2018), para dados de sísmica rasa, interpretou superfícies irregulares de alto contraste acústico, e com refletores acústicos internos moderadamente transparentes, como substrato arenoso cimentado, indicadores da presença de *beach rocks* ou eolianito.

Entretanto, não foram observados refletores irregulares com alto contraste acústico para os perfis sísmicos onde foram observados os refletores transparentes. Isto pode indicar um contraste de impedância acústica mais suavizado para com os refletores 03 e 02, do que os padrões sísmicos indicadores de *beach rocks*, conforme descrito por Cooper *et al.* (2018).

O padrão de reflexão do sinal ocorre conforme for o contraste de impedância acústica acusado pelos refletores sísmicos, que depende das características gerais do substrato, como exemplo o tamanho do grão, grau de compactação e rugosidade do fundo (AYRES NETO, 2000), necessitando da análise destes parâmetros relacionados à densidade do material rochoso, para comparação com os padrões das reflexões sísmicas indicadoras de *beach rocks*.

A composição da rocha sedimentar carbonática também deve ser levada em consideração. Sua porcentagem de sedimentos arenosos, finos e carbonáticos, podem alterar a sua classificação para coquinas, margas ou *beack rocks*. Além disso, a origem deste material também deve ser levada em consideração para classificação do substrato.

Apesar disso, a interpretação dos registros sísmicos indica que as rochas sedimentares carbonáticas despejadas em praia durante a obra de alimentação artificial, possam ocorrer em áreas onde estes refletores transparentes estão presentes. Considerando que os refletores R3 e R2 corresponderam em profundidade à ocorrência de concentração de conchas, os horizontes sísmicos com maior impedância acústica também podem indicar substrato consolidado, como rochas sedimentares carbonáticas.

5.4.3 Interpretação Sísmica e Feições Indicadoras de Paleoambientes

Para a seção sísmica dd', foram identificadas clinoformas em forma de truncamentos erosivos nos refletores internos ao R3, indicando migração de sedimento. Entretanto, o sentido de migração não foi inferido, considerando que a seção sísmica é paralela à linha de costa, sendo necessário para isto, a análise de seções sísmicas perpendiculares à linha de costa.

Truncamentos erosivos também foram identificados na área por Abreu (2010), na sismofácies estratigráfica definida pelo autor como Fácies Sísmica Superior (FSS), esta, ocorrente entre 1 e 2 metros, de profundidade, ou seja, em profundidades coincidentes aos refletores sísmicos R2 e R3 mapeados pelo presente trabalho.

A área da região sul da área de estudo coincidiu com a região de Abreu (2010), onde foi identificado um sistema paleolagunar, e para as seções sísmicas hh', jj' e ll' (Apêndice B), foi identificado o refletor 01, o qual corresponde à base de um paleocanal, considerando sua estrutura em forma de depressão, preenchida por camadas adjacentes inclinadas.

Na seção sísmica ll', esta depressão abaixo do Refletor 03 é preenchida em seu interior por uma terminação em mergulho acima - *toplap* com alta intensidade. Este tipo de preenchimento, indica alta taxa de sedimentação no paleocanal e pode indicar o nível do mar em período de estabilização (SEVERIANO RIBEIRO, 2001).

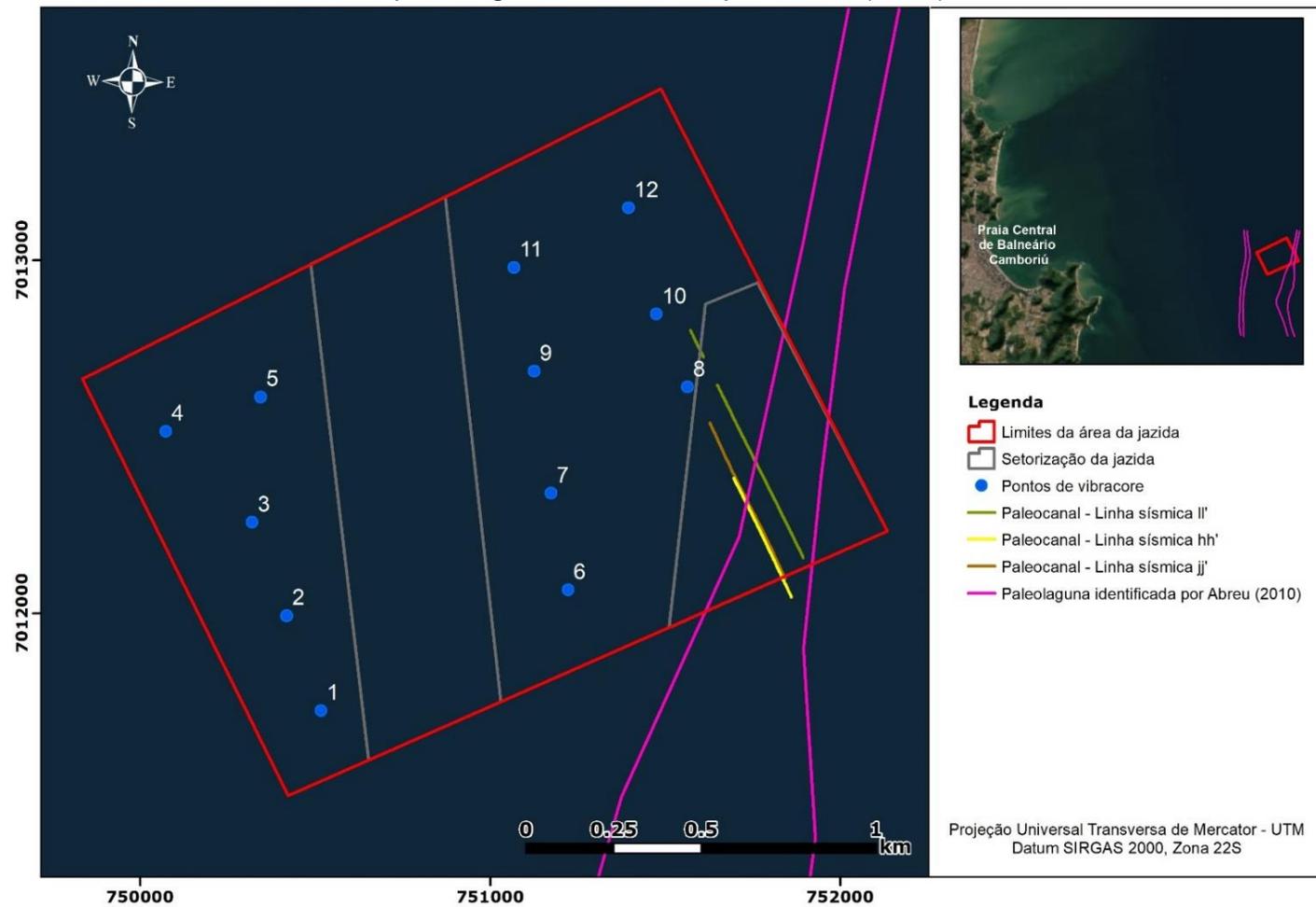
Ainda para a seção sísmica ll', foi identificado pela continuação do refletor R1, um segundo paleocanal em maiores profundidades. Estes paleocanais podem indicar um antigo sistema barreira na região, o qual foi descrito e identificado por Abreu (2010). Apesar de a localização deste paleoambiente ser uma área de amortização, para a obra de alargamento de Balneário Camboriú, a presença de barreira arenosa comumente envolve a ocorrência de tamanhos de grãos grosseiros e *beach rock*, as quais podem ser evidências de uma antiga linha de costa (COOPER *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2018).

Estudos realizados pelo grupo ACQUAPLAN, identificaram e classificaram à nível de família e espécie, as conchas despejadas na praia durante a obra de alimentação artificial. Nestes, observa-se que as atividades de dragagem trouxeram para a faixa de areia da Praia Central de Balneário Camboriú, organismos em bom

estado de preservação do filo Mollusca, classificados nas classes Bivalvia, Gastropoda e Scaphopoda, todos de origem marinha (ACQUAPLAN, 2022; BELTRÃO *et al.*, 2023).

Na Figura 30, são destacados os refletores 01 identificados no presente trabalho, e a paleolaguna identificada por Abreu (2010), na mesma região. Esta região corresponde à área de amortecimento da jazida, identificado com substrato consolidado. Abaixo do refletor 01, foram observadas feições indicadoras de substrato consolidado compondo a base do paleocanal, para as seções sísmicas hh', jj' e ll'.

Figura 30 – Mapeamento das feições do paleocanal identificado nas seções sísmicas hh', jj' e ll', assim como o sistema paleolaguna identificado por Abreu (2010).



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

5.5 ANÁLISE DOS RELATÓRIOS DIÁRIOS DE OBRA E DADOS DOS CICLOS DE DRAGAGEM

A análise dos Relatórios Diários de Obra (RDOs), permitiu identificar em quais ciclos de despejo houveram ocorrência de despejos de grande quantidade de conchas e/ou rochas sedimentares carbonáticas na faixa de areia da Praia Central de Balneário Camboriú.

O mapeamento dos 202 ciclos ocorridos durante a obra, permitiu observar que os primeiros ciclos de dragagem, até o de número 36, ocorreram de forma intercalada entre o setor leste e oeste da área de estudo. Para estes ciclos iniciais, foram observados em praia um volume considerável de conchas durante os despejos dos ciclos 04 e 05, (Figura 31), e despejo de rochas sedimentares carbonáticas durante os despejos dos ciclos 07, (Figura 31), 10 ou 11, (Figura 32).

Como as atividades de dragagem ocorreram de forma ininterrupta durante o final de agosto, setembro e outubro, para os ciclos ocorridos durante a madrugada, não foi possível afirmar com certeza, que as rochas sedimentares observadas em praia foram despejadas no respectivo ciclo, no seguinte, ou em ambos. Esta situação ocorreu para os ciclos 10 e 11, entretanto, em ambos a atividade de dragagem aconteceu no setor oeste.

Para o ciclo 25 e 27 foi observado o despejo de rochas sedimentares na praia Central de Balneário Camboriú, porém sem registro fotográfico do substrato. A falta de registro fotográfico também ocorreu para os ciclos 27, 28, 34, com observação de despejo de significativa quantidade de conchas na praia. As rotas de dragagem destes ciclos, são indicadas na Figura 33.

Do ciclo de despejo de número 37 até o 126, a área dragada na jazida concentrou-se no setor leste, e para o ciclo 40, Figura 33, foram observadas rochas sedimentares carbonáticas e sedimento de médio a grosseiro, porém sem registro fotográfico. O próximo ciclo com registro de sedimentos médios e grossos, e com grande quantidade de conchas, foi o ciclo 96, indicado na mesma figura.

A partir do ciclo 127 ao ciclo 168, a área de dragagem voltou a acontecer nos dois setores da jazida, sendo no setor leste, mais concentrado na área sul. Para estes ciclos, foi observado o despejo de serrapilheira e pedaços de madeira na praia,

durante o despejo de número 159, o mesmo ocorreu para o ciclo 200, ambos indicados na Figura 34.

Para o ciclo 166, foi observado o maior fragmento de rocha sedimentar entre os ciclos (Figura 34), entretanto, este foi fotografado enquanto o observador estava a bordo da draga, e não chegou a ser despejado em terra. Esta evidência, mostra que os tamanhos de rochas sedimentares carbonáticas despejadas em terra poderiam ser maiores, e que o mecanismo hidráulico da draga pode ter fragmentado estas rochas em porções menores.

Do ciclo 169 até o último, 202, a área dragada ocorreu no setor leste, e segundo as observações dos RDOs, conforme foram ocorrendo os últimos ciclos, menos fragmentos de conchas foram sendo observados na praia.

Figura 31 – Mapeamento das rotas dos ciclos de dragagem 04, 05 e 07 e respectivo substrato despejado na faixa de areia da Praia Central de Balneário Camboriú.

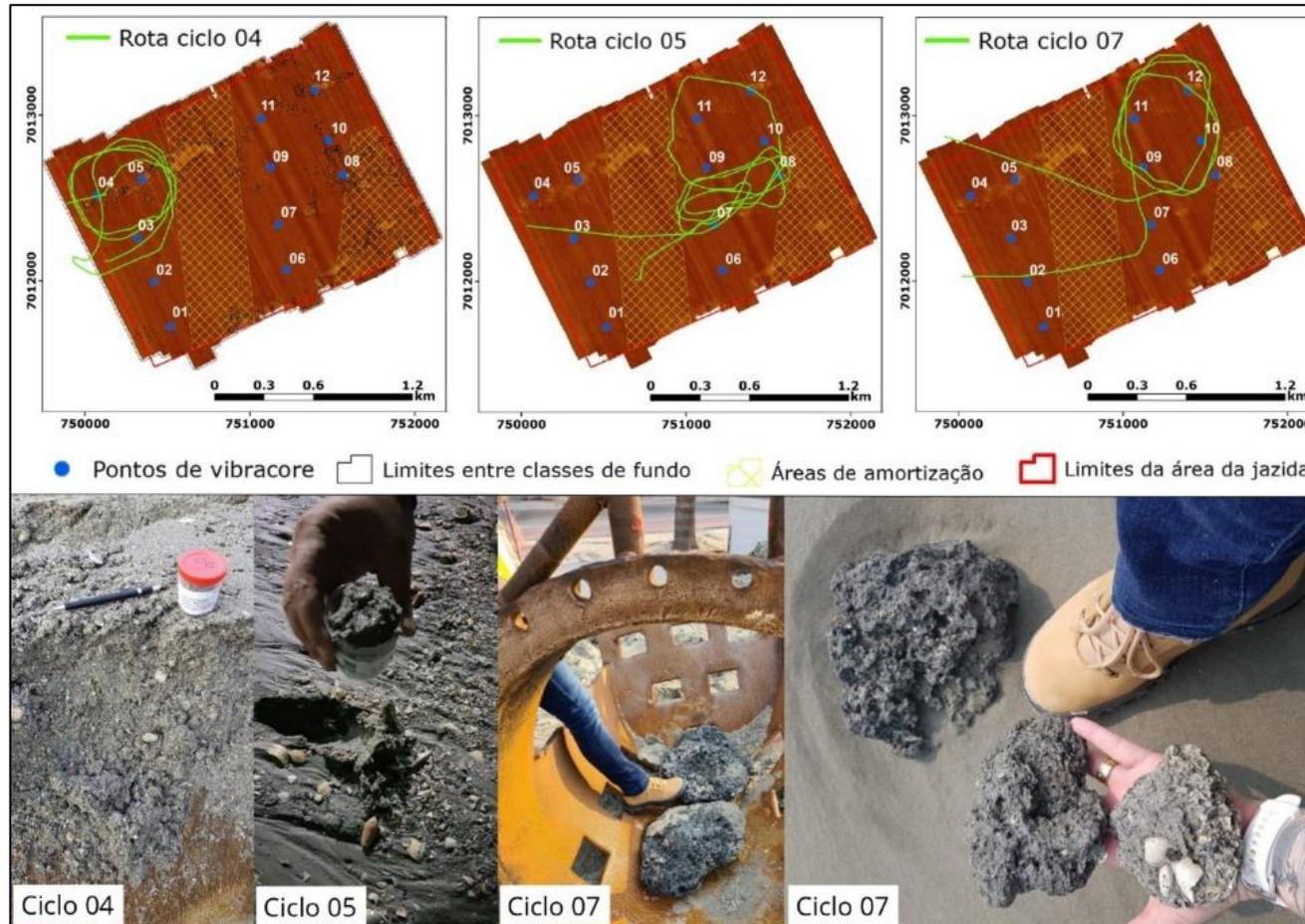


Figura 32 – Mapeamento das rotas dos ciclos de dragagem 10 e 11, e substrato despejado na faixa de areia da Praia Central de Balneário Camboriú.

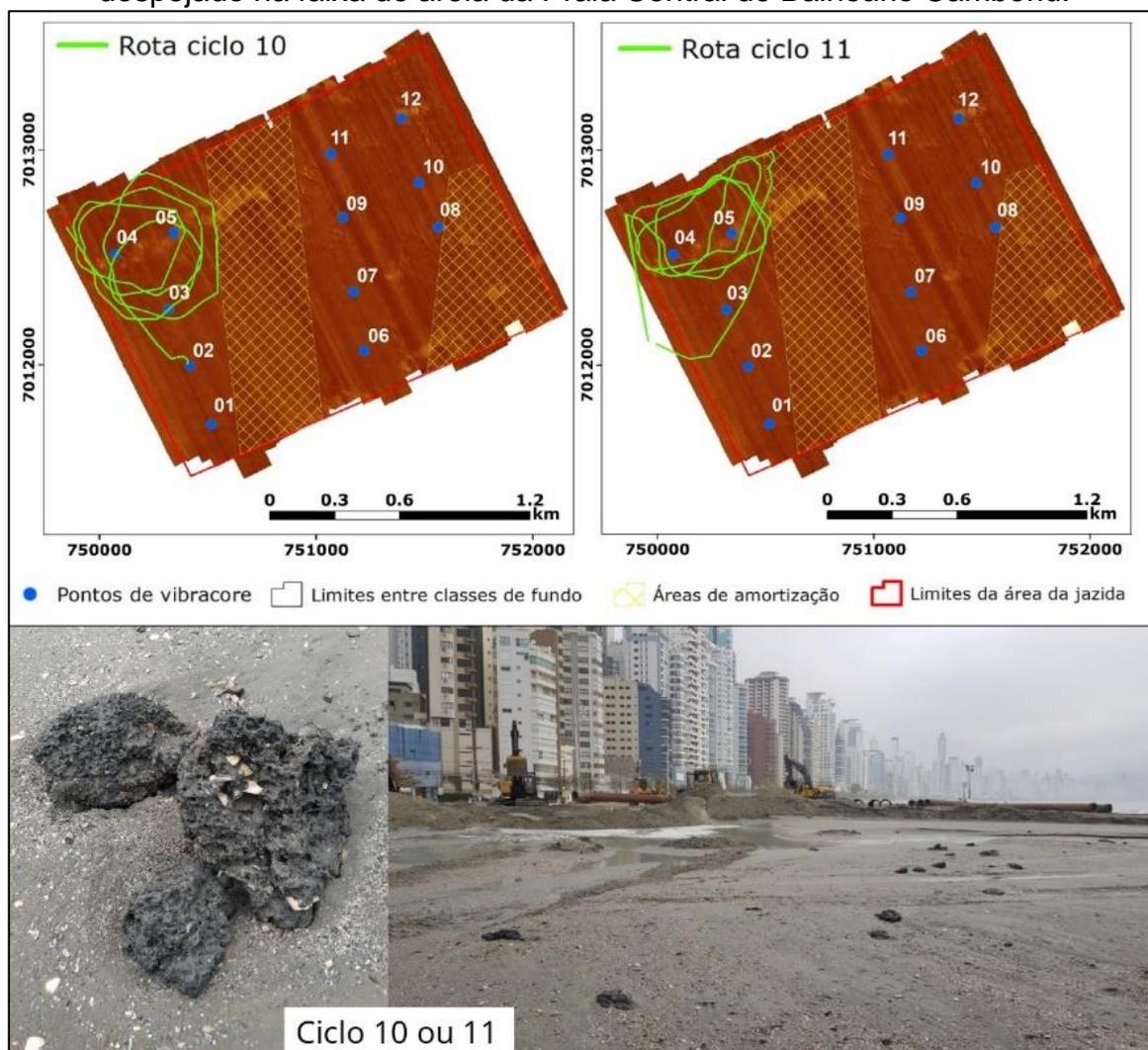


Figura 33 – Mapeamento das rotas dos ciclos de dragagem 25, 27, 28, 34, 40, 96.

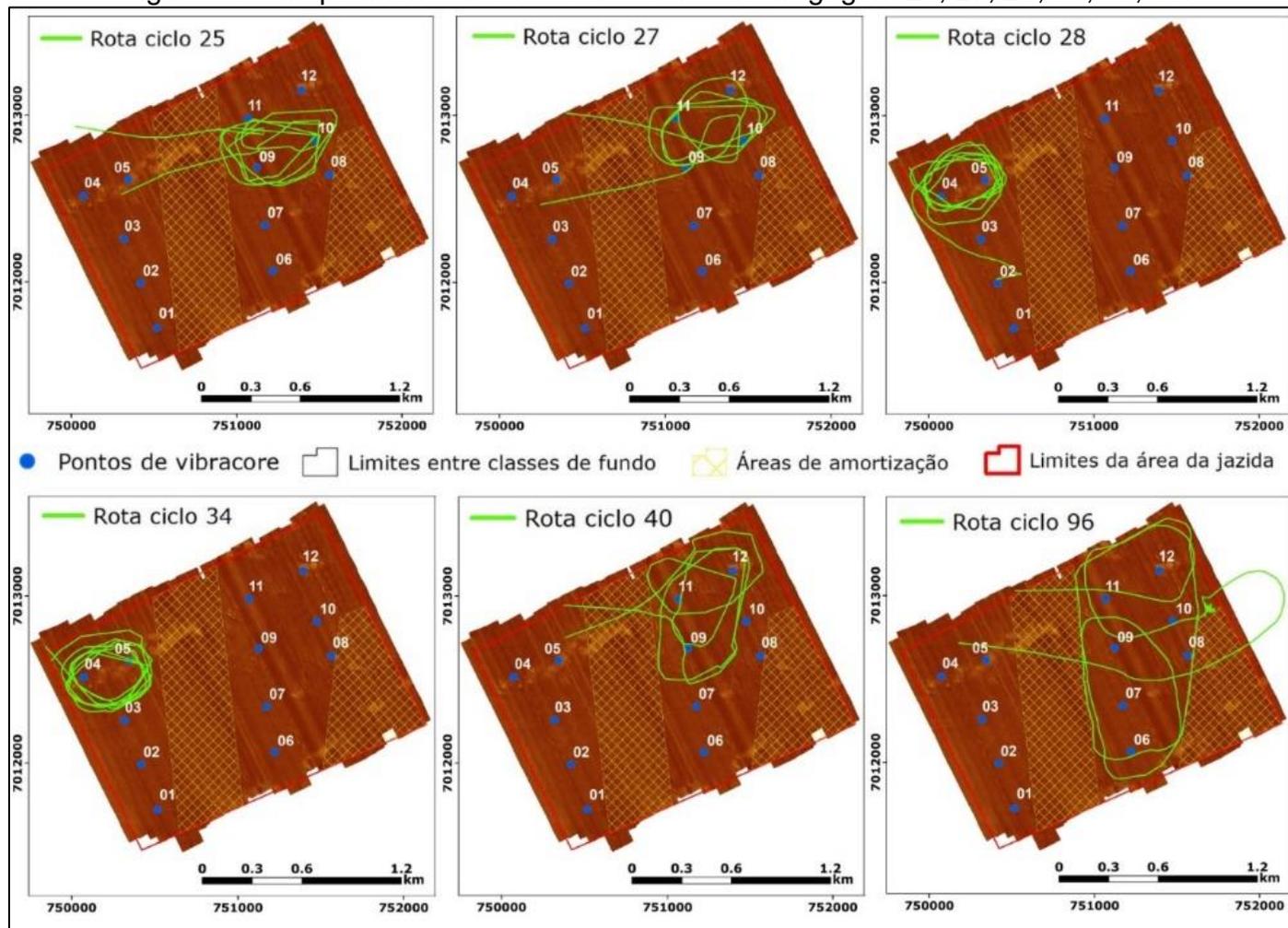
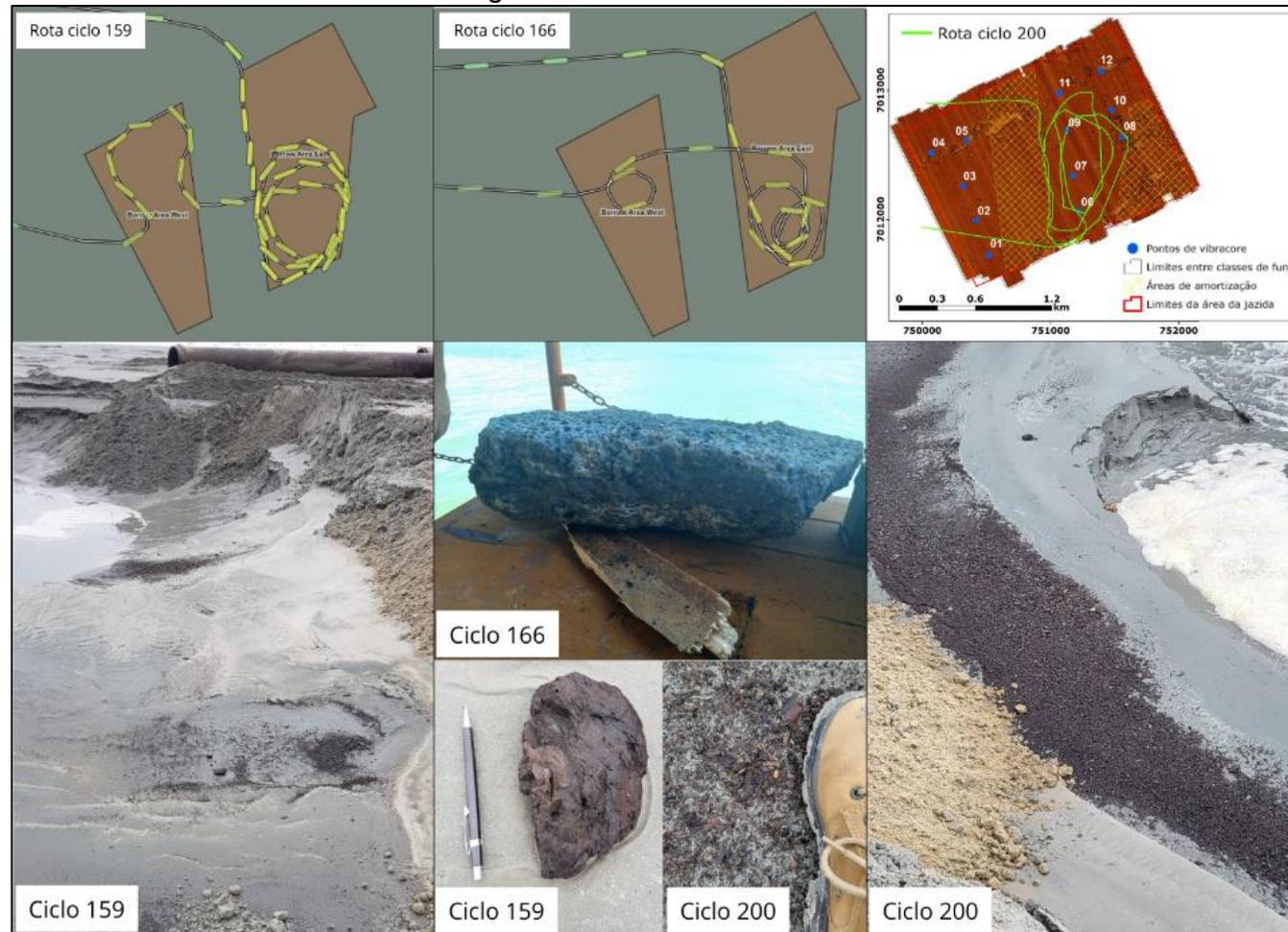


Figura 34 – Mapeamento dos ciclos de dragagem 159, 166 e 200 na área de estudo e respectivo substrato despejado em terra.
 Para os ciclos 159 e 166, o sinal do AIS sofreu interferência, e o mapeamento da rota foi cedido pela empresa ACQUAPLAN Tecnologia e Consultoria Ambiental Ltda.



6 CONCLUSÃO

Com a análise dos Relatórios Diários de Obra, foi possível constatar que a ocorrência de despejos com maiores quantidades de conchas e rochas sedimentares carbonáticas ocorreram durante os primeiros ciclos de dragagem da obra de alimentação, indicando que estes substratos estavam distribuídos em superfície da área de estudo. O mapeamento das rotas dos ciclos 04, 10, 11, 28 e 34, com registro de despejo destes substratos, coincidem com o trajeto da draga em área classificada pela sonografia como fundo arenoso para o setor oeste, sendo que este setor, segundo a diferença batimétrica entre a batimetria anterior e posterior à obra, foi menos dragado que o setor leste.

Referente ao setor leste, a presença de conchas e rochas sedimentares carbonáticas nos despejos dos primeiros ciclos dragados em superfície, ciclos 05, 07, 25, 27 e 40, também sustentam o argumento de que estes substratos ocorram em superfície para este setor. Para o setor leste, os resultados de sonografia indicam algumas regiões em superfície classificadas como fundo arenoso, entretanto os resultados das análises sedimentológicas concluem que toda a área do setor leste é composta em superfície pela presença de fragmentos de conchas.

Para frações com concentrações de conchas, os refletores 03 e 02 identificados na interpretação sísmica contribuíram para compreender a localização dos fragmentos de conchas na área de estudo, devido à alta impedância acústica deste substrato. Para identificação de feições indicadoras de rochas sedimentares carbonáticas, a interpretação dos registros sísmicos indica que estas possam ocorrer logo abaixo do fundo marinho, em áreas onde os refletores acústicos moderadamente transparentes estão presentes. Em maiores profundidades, as rochas sedimentares podem ocorrer onde são encontrados os refletores com maior impedância acústica.

Sabendo-se que houveram rochas sedimentares carbonáticas despejadas nos primeiros ciclos de despejo em praia, logo coletadas em superfície, a identificação destas rochas pelo imageamento em superfície pode ter sido dificultada por questões relacionadas ao desempenho do sonar de varredura lateral em campo, interferindo na qualidade do dado, ou por ocorrerem em superfície arenosa em áreas coincidentes às

marcas onduladas visualizadas, dificultando a diferenciação entre os padrões sonográficos de reflexão por imageamento.

Pela análise sedimentológica, concluiu-se que para a área de estudo ocorre a predominância de areia fina, compatível com a granulometria da enseada de Balneário Camboriú. Apesar disso, esta classe apresentou para alguns pacotes sedimentares, fragmentos de conchas e considerável percentual de sedimentos mais grosseiros, como areia média e areia grossa, e em menor quantidade areia muito grossa e grânulos.

A classificação dos pacotes sedimentares, fragmentos de conchas identificados nos registros fotográficos, e o teor de carbonato de cálcio, acusaram ocorrência de conchas com predomínio para as primeiras camadas de sedimento para os testemunhos de 04 ao 12, estes localizados em área dragada.

A diferença entre a batimetria anterior e posterior à obra, permitiu observar que o pacote retirado da área da jazida, foi justamente o identificado para as camadas mais superficiais do setor leste e oeste, com concentrações de areia fina e fragmentos de conchas em superfície.

Além da investigação da distribuição de fragmentos de conchas e rochas sedimentares carbonáticas em superfície e subsuperfície de fundo, foi encontrado nas seções sísmicas hh', jj', e ll', feições indicadoras de paleocanais, em região coincidente ao antigo sistema de drenagem identificado na literatura por Abreu, 2010.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Realizar uma análise interpretativa do processo evolutivo da área de estudo, considerando estudos anteriores e as feições indicadoras de paleoambientes identificadas no presente trabalho.
- Utilizar o *software* Rockware®, para geração e visualização em perfil 2D das seções transversais da continuidade dos testemunhos, com o objetivo de compreender melhor a distribuição e correlação entre os pacotes sedimentares.
- Realizar uma análise correlacional à ocorrência de barreira arenosa oblíquas à costa em superfície e a existência e paleocanais em subsuperfície, como descrito em literatura por Browder e McNinch (2006).
- Realizar datação radiométrica isotópica em fragmentos de conchas, rochas sedimentares carbonáticas e pedaços de madeira despejadas na Praia Central de Balneário Camboriú.
- Realizar análise mineralógica das rochas sedimentares carbonáticas despejadas durante a execução da obra, na Praia Central de Balneário Camboriú.

REFERÊNCIAS

ACQUAPLAN CONSULTORIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL (Balneário Camboriú). **As Conchas de Balneário Camboriú**: Conheça as espécies reveladas pelas obras de alimentação da praia central. Balneário Camboriú, 2022.

ABREU, J. G. N. **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, 1998

ABREU, J.G.N. 2001. Operações Geocosta: Distribuição Sedimentar na Plataforma Continental Interna adjacente ao litoral centro-norte do Estado de Santa Catarina. Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Congresso, 8º, **Boletim de Resumos**: 557-559, Imbé, Brasil. 2001.

ABREU, J.G.N. **Sedimentologia, sismoestratigrafia e evolução da Plataforma Continental Interna na área sob influência dos rios Itajaí-Açu e Camboriú, litoral centro-norte de Santa Catarina**. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

AYRES NETO, A. Uso da sísmica de reflexão de alta resolução e da sonografia na exploração mineral submarina. **Brasilian Journal of Geophysics**, v.18, n. 3, 2000.

BELTRÃO, M.C.; CUNHA, N.J.R.; DIEHL, F.L. LIST OF CONCHIFERA IDENTIFIED DURING A BEACH NOURISHMENT IN BALNEARIO CAMBORIU, BRAZIL. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, 27(1). 2023.

BROWDER, A.G., MCNINCH, J.E. Linking framework geology and nearshore morphology: correlation of paleo-channels with shore-oblique sandbars and gravel outcrops. **Maryne Geology**. 231, 141–162. 2006.

CALLIARI, L.J., ESTEVES, L.S., OLIVEIRA, C.P.L., TOZZI, H.A.M., PEREIRA DA SILVA, R., CARDOSO, J.N. Padrões sonográficos e sedimentológicos de um afloramento de *beach rock* na plataforma interna do Rio Grande do Sul (COMEMIR/OSNLR). **Notas Técnicas** 7: 27-32, 1984.

CHAVES, M.A. **Modelos digitais de elevação hidrologicamente consistentes para a Bacia Amazônica**. 2002. 115 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

CHESAPEAKE TECHNOLOGY. **SonarWiz Seabed Characterization User Guide**. Revision 2.0. Mountain View, CA. 45p. 2017.

CHESAPEAKE TECHNOLOGY. **SonarWiz 7.7 User Guide**: revision 7.07.03. Califórnia, 1524p, 2021.

COOPER, J.A.G.; GREEN, A.N.; MEIRELES, R.P. Klein, A.H.F.; Souza,; J.TOLDO, E.E. . Sandy barrier overstepping and preservation linked to rapid sea level rise and geological setting. **Marine Geology**, v. 382, p. 80-91, 2016.

COOPER, J. A. G., MEIRELES, R.P., GREEN, A.N., KLEIN, A.H.F., TOLDO, E.E. Late Quaternary stratigraphic evolution of the inner continental shelf in response to sea-level change, Santa Catarina, Brazil. **Marine Geology**, Volume 397, p. 1-17, 2018.

COOPER, J.A.G.; GREEN, A.N.; MEIRELES, R.; KLEIN, A.H.F.; DE ABREU, J.G.N.; TOLDO, E.E. Tidal strait to embayment: Seismic stratigraphy and evolution of a rock-bounded embayment in the context of Holocene sea level change. **Marine Geology**, v. 415, p. 105972, 2019.

CORRÊA, I.C.S. Paleolinhas de Costa na Plataforma Continental entre São Paulo e Santa Catarina. In: Simpósio Regional de Geologia, 2., Rio Claro. **Atas...** Rio Claro: SBG, p. 269-278, 1979.

CORRÊA, I.C.S., ADE, M.A.B. Contribuição ao Estudo da Paleogeografia da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 1. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, p. 37-48, 1987.

CORRÊA, I.C.S. Les Variations du Niveau de la Mer Durant les Derniers 17.500. Ans BP: l'Exemple de la Plate-forme Continentale du Rio Grande do Sul-Brésil. **Marine Geology**, v. 130(1), p.163-178, 1996.

DEAN, R. G. Beach Nourishment: Theory and Practice. Singapura: **World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.**, v. 18, 324 p. 2002.

DONDURUR, D. **Acquisition and processing of marine seismic data**, Elsevier, Netherlands, United Kingdom, United States. v. 1, 606 f, 2018.

DEMARCO, L.F.W, KLEIN, A.H.F., SOUZA, J.A.G. Marine substrate response from the analysis of seismic attributes in CHIRP sub-bottom profiles. **Brazilian Journal Of Oceanography** v. 65, n. 3, p. 332-345, 2017.

DIEHL, F.L. & HORN FILHO, N.O. Compartimentação geológico-geomorfológica da zona litorânea e planície costeira do Estado de Santa Catarina. **Notas Técnicas**, 9, 39-50, 1996.

DIEHL, F.L.; ABREU, J.G.N.; KLEIN, A.H.F.; SIEGLE, E.; FACHIN, S.; SILVA, R.P.; SANTOS, M.I.F.; CARVALHO, J.L.; SCHETINI, C.I.F.; SCHUMACHER, D. & CARUSO Jr., F. Avaliação do Potencial de Recursos Arenosos da Plataforma Continental Interna para Engordamento Artificial de Praias nos Litorais de Navegantes e Balneário Camboriú, Santa Catarina. Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Congresso, 7ª, **Anais**, CD-ROM, Porto Seguro, Brasil. 1999.

GI-GERCO - Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro. **Guia de diretrizes de prevenção e proteção à erosão costeira**. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - CIRM: Brasília, 114 p. 2018.

HOPLEY, D. Beachrock as a sea-level indicator. In: VAN DE PLASSCHE, O. (Ed.), **Sea-level Research**. Galliard Printers, Great Yarmouth, pp. 157–173. 1986.

KEAREY, P.; BROOKS, M.I; HILL, I. Geofísica de exploração. **Oficina de Textos**, 2009.

KELLETTAT, D. Beachrock as Sea-Level Indicator? Remarks from a Geomorphological Point of View. **Journal of Coastal Research**, v. 226, p. 1558– 1564. 2006.

MACEDO, H. C., FIGUEIREDO JR, A. G. D., MACHADO, J. C. Propriedades acústicas (velocidade de propagação e coeficiente de atenuação) de sedimentos marinhos coletados nas proximidades da Ilha do Cabo Frio, RJ. **Revista Brasileira de Geofísica**, 27(2), 195-204, 2009.

MENEZES, J. T.; KLEIN, A.H.F. Morphology and Sedimentology Characterization of Nourishment Project at Navegantes Beach. International Coastal Symposium, 8º, Summary, 92. Itajaí, Brasil. 2004.

NAKATI, R. M.; MARTINS, I. P.; DARZI, L. B. G.; ENCINA, C. C. C.; PARANHOS, A. C. Geoprocessing as a Tool for Analyzing Possible Great Solid Waste Generators. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 41, n. 3, p. 64-70, 4 dez. Instituto de Geociências – UFRJ, 2018.

NICHOLS, G. **Sedimentology and Stratigraphy**. 2º ed. United Kingdom: Wiley-Blackwell, 2009.

PINTO, S. **Um Sistema de Representação de Relevos**. Dissertação de Mestrado., DCC/ICEX/UFMG, Belo Horizonte, 1994.

PORPILHO, D. **Padrão morfológico e sonográfico da plataforma continental interna adjacente ao setor leste da Ilha de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 136 f. 2015.

SLI COASTAL SOLUTIONS. **SERVIÇOS DE LEVANTAMENTOS PARA CARACTERIZAÇÃO DETALHADA DA JAZIDA SEDIMENTAR, EM NÍVEL DE PROJETO EXECUTIVO, PREVISTA PARA A ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DA PRAIA CENTRAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ – RELATÓRIO INTGRADO FINAL**. Florianópolis, Santa Catarina, 2019.

SEVERIANO RIBEIRO, H.J.P. **Estratigrafia de Sequências – Fundamentos e Aplicações**. Edition: 1. Editora Unisinos. São Leopoldo, Brasil, 2001.

SOUZA, L.A.P. **Revisão Crítica da Aplicabilidade dos Métodos Geofísicos na Investigação de Áreas Submersas Rasas**. Tese de Doutorado – Curso de Pós-Graduação em Ciências, área de Oceanografia Química e Geológica. Universidade de São Paulo, São Paulo. 311p, 2006.

SOUZA, C.R.G., SUGUIO, K., OLIVEIRA, A.M.S., OLIVEIRA, P.E. Quaternário do Brasil. **Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**. 2ª Ed. 382p. 2018.

TIXERANT, M. Le; GUYADER, D. Le; GOURMELON, F.; QUEFFELEC, B.. How can Automatic Identification System (AIS) data be used for maritime spatial planning? **Ocean & Coastal Management**, [S.L.], v. 166, p. 18-30, dez. 2018. Elsevier BV.

WENTWORTH, C. R. A. Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. **Journal of Geology**, p. 377-392, 1922.

ZEMBRUSKY, S.G.; BARRETO, H.T.; PALMA, J.C.; MILLIMAN, J.D. 1972. Estudo Preliminar das Províncias Geomorfológicas da Margem Continental Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26., Belém. **Anais...** Belém: SBG, p. 87-209,1972.

Vibracore 02		Coordenadas X: 750418.1; Y: 7011993.61		Dificuldade de penetração: média		Resistência: média	
Registro Fotográfico	Profundidade real (m)	Profundidade (m)	Pacote Sedimentar	Granulometria (Wentworth, 1922)	Cor (Munset, 1915)	Matéria Orgânica (MO) (%)	Carbonato de Cálcio (%)
	-31.95	0	Areia fina com MO	1.778% areia muito grossa 7.927% areia grossa 13.455% areia média 39.400% areia fina 17.154% areia muito fina 20.286% silte	cinza escuro 2.5y 4/1	1.71	7.58
	-32.05	0.1					
	-32.15	0.2					
	-32.25	0.3					
	-32.35	0.4					
	-32.45	0.5	Areia fina, MO e fragmentos de conchas	2.364% areia grossa 20.638% areia média 57.749% areia fina 14.978% areia muito fina 4.271% silte	cinza 2.5y 6/1	1.2	19.19
	-32.55	0.6					
	-32.65	0.7					
	-32.75	0.8	Areia fina	0.763% areia grossa 18.139% areia média 69.749% areia fina 10.925% areia muito fina 0.424% silte	cinza 2.5y 6/1	0.38	0.85
	-32.85	0.9					
	-32.95	1					
	-33.05	1.1					
	-33.15	1.2					
	-33.25	1.3					
	-33.35	1.4					
	-33.45	1.5					
	-33.55	1.6					
	-33.65	1.7					
	-33.75	1.8					
	-33.85	1.9					
	-33.95	2					
	-34.05	2.1					
	-34.15	2.2					
	-34.25	2.3					
	-34.35	2.4					
	-34.45	2.5	Areia fina com fragmentos de conchas	2.301% areia grossa 22.890% areia média 62.800% areia fina 11.730% areia muito fina 0.279% silte	cinza 2.5y 5/1	0.26	0.66
	-34.55	2.6					
	-34.65	2.7					
	-34.75	2.8					
	-34.85	2.9					
	-34.95	3					
	-35.05	3.1					
-35.15	3.2						
-35.25	3.3						
-35.35	3.4						
-35.45	3.5						
-35.55	3.6						
-35.65	3.7						
-35.75	3.8						
-35.85	3.9						
-35.95	4						
-36.05	4.1						
-36.15	4.2						
-36.25	4.3						
-36.35	4.4						
-36.45	4.5						
-36.55	4.6						
-36.65	4.7						
-36.75	4.8						
-	-		10.310% grânulo 4.000% areia muito grossa 3.631% areia grossa 19.969% areia média 52.845% areia fina 9.186% areia muito fina 0.060% silte		0.46	1.76	
-	-		4.686% grânulo 7.685% areia muito grossa 15.359% areia grossa 24.895% areia média 40.340% areia fina 6.986% areia muito fina 0.048% silte		0.75	12.51	

Vibracore 03		Coordenadas X: 750319.57; Y: 7012258.08		Dificuldade de penetração: média		Resistência: média	
Registro Fotográfico	Profundidade real (m)	Profundidade (m)	Pacote Sedimentar	Granulometria (Wentworth, 1922)	Cor (Munsell, 1915)	Matéria Orgânica (MO) (%)	Carbonato de Cálcio (%)
	-31.89	0	Areia fina com MO	1.151% Areia Média 63.695% Areia Fina 16.324% Areia Muito Fina 18.830% Silte	cinza escuro 2.5y 4/1	1.69	11.12
	-31.99	0.1					
	-32.09	0.2					
	-32.19	0.3					
	-32.29	0.4					
	-32.39	0.5					
	-32.49	0.6					
	-32.59	0.7					
	-32.69	0.8					
	-32.79	0.9	Areia fina, MO e fragmentos de conchas	1.535% Areia Média 45.760% Areia Fina 18.936% Areia Muito Fina 33.768% Silte	2.21	9.47	
	-32.89	1					
	-32.99	1.1					
	-33.09	1.2					
	-33.19	1.3					
	-33.29	1.4					
	-33.39	1.5					
	-33.49	1.6					
	-33.59	1.7					
	-33.69	1.8	Areia fina	1.265% areia grossa 22.234% areia média 63.404% areia fina 12.041% areia muito fina 1.056% silte	0.47	1.23	
	-33.79	1.9					
	-33.89	2					
	-33.99	2.1					
	-34.09	2.2					
	-34.19	2.3					
	-34.29	2.4					
	-34.39	2.5					
	-34.49	2.6					
	-34.59	2.7					
	-34.69	2.8					
	-34.79	2.9					
	-34.89	3					
	-34.99	3.1					
-35.09	3.2						
-35.19	3.3						
-35.29	3.4	3.484% areia grossa 34.334% areia média 55.625% areia fina 6.489% areia muito fina 0.068% silte	cinza 2.5y 5/1	0.68	0.24		
-35.39	3.5						
-35.49	3.6						
-35.59	3.7						
-35.69	3.8						
-35.79	3.9						
-35.89	4						
-35.99	4.1						
-36.09	4.2	5.232% areia grossa 41.721% areia média 49.070% areia fina 3.924% areia muito fina 0.052% silte	0.29	0.98			
-36.19	4.3						
-36.29	4.4						
-	-						
-	-	2.737% areia grossa 32.001% areia média 54.988% areia fina 9.832% areia muito fina 0.442% silte	0.47	1.18			
-	-						
-	-						

Vibracore 04		Coordenadas X: 750073.00; Y: 7012516.00		Dificuldade de penetração: média		Resistência: média	
Registro Fotográfico	Profundidade real (m)	Profundidade (m)	Pacote Sedimentar	Granulometria (Wentworth, 1922)	Cor (Munsell, 1915)	Matéria Orgânica (MO) (%)	Carbonato de Cálcio (%)
	-31.74	0	Areia fina, MO e fragmentos de conchas	1.598% Areia Grossa 22.188% Areia Média 50.752% Areia Fina 11.385% Areia Muito Fina 14.077% Silte	cinza escuro 2.5y 4/1	0.89	10.15
	-31.84	0.1					
	-31.94	0.2					
	-32.04	0.3					
	-32.14	0.4					
	-32.24	0.5					
	-32.34	0.6					
	-32.44	0.7					
	-32.54	0.8					
	-32.64	0.9					
	-32.74	1					
	-32.84	1.1	Areia fina com fragmentos de conchas	3.511% Grânulo 5.598% Areia Muito grossa 2.588% Areia Grossa 6.927% Areia Média 54.865% Areia Fina 25.581% Areia Muito Fina 0.930% Silte	cinza escuro 2.5y 5/1	0.39	1.49
	-32.94	1.2					
	-33.04	1.3					
	-33.14	1.4					
	-33.24	1.5					
	-33.34	1.6					
	-33.44	1.7					
	-33.54	1.8					
	-33.64	1.9					
	-33.74	2					
	-33.84	2.1					
	-33.94	2.2					
	-34.04	2.3					
	-34.14	2.4					
	-34.24	2.5					
	-34.34	2.6					
	-34.44	2.7					
	-34.54	2.8					
	-34.64	2.9					
-34.74	3						
-34.84	3.1						
-34.94	3.2						
-35.04	3.3						
-35.14	3.4						
-35.24	3.5						
-35.34	3.6						
-35.44	3.7						
-35.54	3.8						
-35.64	3.9						
-35.74	4						
-35.84	4.1						
-35.94	4.2						
-36.04	4.3						
-36.14	4.4						
-36.24	4.5						
			5.690% grânulo 7.063% areia muito grossa 2.184% areia grossa 6.929% areia média 57.114% areia fina 20.729% areia muito fina		0.57	1.11	
			2.272% grânulo 4.989% areia muito grossa 2.452% areia grossa 6.851% areia média 58.481% areia fina 24.694% areia muito fina				
			2.272% grânulo 4.989% areia muito grossa 2.452% areia grossa 6.851% areia média 58.481% areia fina 24.694% areia muito fina		0.82	12.22	
			3.068% grânulo 6.918% areia muito grossa 2.505% areia grossa 6.022% areia média 56.568% areia fina 24.620% areia muito fina				
			8.159% grânulo 4.931% areia muito grossa 2.139% areia grossa 12.905% areia média 56.435% areia fina 15.124% areia muito fina		0.42	0.61	

Vibracore 05		Coordenadas X: 750343.00; Y: 7012613.00		Dificuldade de penetração: média		Resistência: baixa					
Registro Fotográfico	Profundidade real (m)	Profundidade (m)	Pacote Sedimentar	Granulometria (Wentworth, 1922)	Cor (Munsell, 1915)	Matéria Orgânica (MO) (%)	Carbonato de Cálcio (%)				
	-31.88	0	Areia fina, MO e fragmentos de conchas	4.935% areia grossa 28.707% areia média 49.660% areia fina 8.423% areia muito fina 8.274% silte	cinza escuro 2.5y 4/1	0.68	11.85				
	-31.98	0.1									
	-32.08	0.2									
	-32.18	0.3									
	-32.28	0.4									
	-32.38	0.5									
	-32.48	0.6	Areia fina	9.234% areia média 56.780% areia fina 14.752% areia muito fina 19.234% silte	cinza 2.5y 5/1	1.59	13.72				
	-32.58	0.7									
	-32.68	0.8									
	-32.78	0.9									
	-32.88	1									
	-32.98	1.1									
	-33.08	1.2									
	-33.18	1.3									
	-33.28	1.4									
	-33.38	1.5									
	-33.48	1.6									
	-33.58	1.7									
	-33.68	1.8	MO	6.952% grânulo 4.117% areia muito grossa 0.862% areia grossa 10.932% areia média 59.786% areia fina 15.297% areia muito fina 2.055% silte							
	-33.78	1.9									
	-33.88	2									
	-33.98	2.1									
	-34.08	2.2									
	-34.18	2.3									
	-34.28	2.4									
	-34.38	2.5									
	-34.48	2.6									
	-34.58	2.7									
	-34.68	2.8									
	-34.78	2.9									
	-34.88	3	Areia fina com fragmentos de conchas	5.804% grânulo 2.815% areia muito grossa 1.571% areia grossa 16.112% areia média 60.692% areia fina 12.335% areia muito fina 0.671% silte							
	-34.98	3.1									
	-35.08	3.2									
-35.18	3.3										
-35.28	3.4										
-35.38	3.5										
-35.48	3.6										
-35.58	3.7										
-35.68	3.8										
-35.78	3.9										
-35.88	4										
-35.98	4.1										
-36.08	4.2	Areia média com fragmentos de conchas	1.832% areia grossa 32.865% areia média 58.553% areia fina 6.676% areia muito fina 0.074% silte								
-36.18	4.3										
-36.28	4.4										
-36.38	4.5										
-36.48	4.6										
-36.58	4.7										
-36.68	4.8										
-36.78	4.9										
-36.88	5										
-36.98	5.1										
-37.08	5.2										
-37.18	5.3										
-37.28	5.4		5.764% grânulo 22.906% areia média 61.718% areia fina 9.213% areia muito fina 0.271% silte			4.33					
-37.38	5.5										
			0.765% seixo 0.913% grânulo 8.899% areia muito grossa 30.910% areia grossa 34.805% areia média 20.842% areia fina 2.866% areia muito fina	cinza claro 2.5y 7/1		0.67	7.4				
			9.210% grânulo 12.361% areia muito grossa 23.214% areia grossa 36.508% areia média 17.049% areia fina 1.658% areia muito fina								
			1.607% seixo 5.517% grânulo 23.220% areia muito grossa 28.799% areia grossa 28.629% areia média 11.468% areia fina 0.761% areia muito fina								
			0.398% grânulo 11.708% areia muito grossa 38.446% areia grossa 35.804% areia média 11.988% areia fina 1.657% areia muito fina								
			1.597% grânulo 4.059% areia muito grossa 23.533% areia grossa 46.062% areia média 23.310% areia fina 1.440% areia muito fina								
										0.6	12.92
										6.13	0.01
										2.38	21.25
										0.45	6.44

Vibracore 06		Coordenadas X: 751221.88; Y: 7012066.2		Dificuldade de penetração: alta		Resistência: baixa	
Registro Fotográfico	Profundidade real (m)	Profundidade (m)	Pacote Sedimentar	Granulometria (Wentworth, 1922)	Cor (Munsell, 1915)	Matéria Orgânica (MO) (%)	Carbonato de Cálcio (%)
	-32.65	0.10	Areia fina, MO e fragmentos de conchas	0.063% areia média 37.079% areia fina 31.851% areia muito fina 31.008% silte	cinza escuro 2.5y 4/1	1.42	10.86
	-32.75	0.20					
	-32.85	0.30					
	-32.95	0.40		0.514% areia muito grossa 5.867% areia grossa 15.368% areia média 47.755% areia fina 17.068% areia muito fina 13.427% silte		2.36	12.25
	-33.05	0.50					
	-33.15	0.60					
	-33.25	0.70					
	-33.35	0.80					
	-33.45	0.90					
	-33.55	1.00		0.133% areia média 48.878% areia fina 40.155% areia muito fina 10.834% silte		1.83	9.63
	-33.65	1.10					
	-33.75	1.20					
	-33.85	1.30	Concentração de conchas	0.516% areia muito grossa 13.992% areia grossa 19.695% areia média 39.761% areia fina 15.898% areia muito fina 10.137% silte	0.55	35.1	
	-33.95	1.40					
	-34.05	1.50					
	-34.15	1.60	Areia fina, MO e fragmentos de conchas	0.494% areia grossa 13.162% areia média 68.252% areia fina 16.507% areia muito fina 1.585% silte	cinza claro 2.5y 7/1	0.59	1.14
	-34.25	1.70					
	-34.35	1.80					
	-34.45	1.90					
	-34.55	2.00					
	-34.65	2.10					
	-34.75	2.20					
	-34.85	2.30					
	-34.95	2.40					
	-35.05	2.50					
	-35.15	2.60					
	-35.25	2.70					
	-35.35	2.80					
	-35.45	2.90					
	-35.55	3.00	3.051% grânulo 5.049% areia muito grossa 2.695% areia grossa 8.597% areia média 61.089% areia fina 19.242% areia muito fina 0.277% silte	0.64	0.4		
	-35.65	3.10					
	-35.75	3.20					
	-35.85	3.30	Areia fina	21.804% areia média 63.717% areia fina 12.789% areia muito fina	0.62	1.46	
-35.95	3.40						
-36.05	3.50						
-36.15	3.60						
-36.25	3.70						
-36.35	3.80						
-36.45	3.90						
-36.55	4.00						
-36.65	4.10						
-36.75	4.20						
-36.85	4.30						
-36.95	4.40	23.592% areia média 69.760% areia fina 5.887% areia muito fina					0.33
-37.05	4.50						
-37.15	4.60						
-37.25	4.70	8.417% grânulo 1.542% areia muito grossa 16.745% areia média 63.433% areia fina 9.203% areia muito fina	0.46	0.72			
-37.35	4.80						
-37.45	4.90						
-37.55	5.00	7.339% grânulo 1.422% areia muito grossa 0.651% areia grossa 16.704% areia média 64.130% areia fina 9.519% areia muito fina	0.62	0.62			
-37.65	5.10						
-37.75	5.20						
-37.85	5.30						
-37.95	5.40						
-38.05	5.50						

Vibracore 07		Coordenadas: X: 751173; Y: 7012340		Dificuldade de penetração: média		Resistência: média		
Registro Fotográfico	Profundidade real (m)	Profundidade (m)	Pacote Sedimentar	Granulometria (Wentworth, 1922)	Cor (Munset, 1915)	Matéria Orgânica (MO) (%)	Carbonato de Cálcio (%)	
	-32.70	0.10	Areia fina, MO e fragmentos de conchas	6.123% areia grossa 29.814% areia média 45.395% areia fina 10.685% areia muito fina 7.983% silte	cinza escuro 2.5y 4/1	2.23	13.16	
	-32.80	0.20						
	-32.90	0.30						
	-33.00	0.40		2.909% areia média 58.443% areia fina 19.363% areia muito fina 19.286% silte		0.84	15.08	
	-33.10	0.50						
	-33.20	0.60						
	-33.30	0.70		8.312% areia média 62.800% areia fina 17.691% areia muito fina 11.197% silte		0	11.62	
	-33.40	0.80						
	-33.50	0.90						
	-33.60	1.00		Areia fina		0.440% areia grossa 11.891% areia média 62.230% areia fina 19.304% areia muito fina 6.134% silte	3.54	0.46
	-33.70	1.10						
	-33.80	1.20						
	-33.90	1.30				10.015% grânulo 2.296% areia muito grossa 1.439% areia grossa 21.874% areia média 53.252% areia fina 10.409% areia muito fina 0.715% silte	0.72	0.66
	-34.00	1.40						
	-34.10	1.50						
	-34.20	1.60	1.220% areia grossa 19.784% areia média 63.965% areia fina 14.506% areia muito fina 0.525% silte		0.64	0.62		
	-34.30	1.70						
	-34.40	1.80						
	-34.50	1.90	1.921% grânulo 3.982% areia muito grossa 3.238% areia grossa 14.510% areia média 56.381% areia fina 17.721% areia muito fina 2.247% silte		1.54	0.81		
	-34.60	2.00						
	-34.70	2.10						
	-34.80	2.20	18.985% areia média 66.619% areia fina 12.335% areia muito fina 1.982% silte		1.83	0.94		
	-34.90	2.30						
	-35.00	2.40						
	-35.10	2.50	6.799% areia grossa 55.254% areia média 36.397% areia fina 1.550% areia muito fina	cinza claro 2.5y 7/1	0.44	1.33		
	-35.20	2.60						
	-35.30	2.70						
	-35.40	2.80						
	-35.50	2.90						
	-35.60	3.00						
	-35.70	3.10						
	-35.80	3.20						
-35.90	3.30							
-36.00	3.40							
-36.10	3.50							
-36.20	3.60							
-36.30	3.70							
-36.40	3.80							
-36.50	3.90							
-36.60	4.00							
-36.70	4.10							
-36.80	4.20							
-36.90	4.30							
-37.00	4.40							
-	-							

Vibracore 08		Coordenadas X: 751563.00; Y: 7012641.00		Dificuldade de penetração: alta		Resistência: baixa																	
Registro Fotográfico	Profundidade real (m)	Profundidade (m)	Pacote Sedimentar	Granulometria (Wentworth, 1922)	Cor (Munset, 1915)	Materia Orgânica (MO) (%)	Carbonato de Cálcio (%)																
	-33.13	0.10	Areia fina, MO e fragmentos de conchas	0.059% areia muito grossa 8.548% areia grossa 29.793% areia média 49.514% areia fina 10.097% areia muito fina 1.989% silte	cinza 2.5y 5/1	0.95	21.44																
	-33.23	0.20		1.883% areia grossa 25.188% areia média 57.480% areia fina 12.844% areia muito fina 2.605% silte				0.55	6.26														
	-33.33	0.30		4.498% areia grossa 31.846% areia média 52.317% areia fina 9.782% areia muito fina 1.557% silte						0.83	3.01												
	-33.43	0.40		3.619% grânulo 7.489% areia muito grossa 2.110% areia grossa 5.494% areia média 52.487% areia fina 28.121% areia muito fina 0.680% silte								0.4	0.44										
	-33.53	0.50		0.018% grânulo 4.378% areia muito grossa 3.662% areia grossa 8.474% areia média 59.960% areia fina 23.163% areia muito fina 0.345% silte										0.38	0.35								
	-33.63	0.60		2.844% grânulo 6.436% areia muito grossa 2.801% areia grossa 7.347% areia média 58.204% areia fina 22.009% areia muito fina 0.359% silte												0.58	0.34						
	-33.73	0.70		6.360% grânulo 7.837% areia muito grossa 1.881% areia grossa 5.769% areia média 54.221% areia fina 23.423% areia muito fina 0.509% silte														0.65	0.5				
	-33.83	0.80		6.360% grânulo 7.837% areia média grossa 1.881% areia grossa 5.769% areia média 54.221% areia fina 23.423% areia muito fina 0.509% silte																0.65	0.5		
	-33.93	0.90		6.941% areia média 60.064% areia fina 30.494% areia muito fina 2.501% silte																		0.67	1.84
	-34.03	1.00		7.064% areia média 63.039% areia fina 29.512% areia muito fina 0.385% silte																			
	-34.13	1.10	1.764% grânulo 6.916% areia muito grossa 2.948% areia grossa 5.839% areia média 52.572% areia fina 29.361% areia muito fina 0.600% silte	0.43	0.29																		
	-34.23	1.20				0.43	0.29																
	-34.33	1.30						0.43	0.29														
	-34.43	1.40								0.43	0.29												
	-34.53	1.50										0.43	0.29										
	-34.63	1.60												0.43	0.29								
	-34.73	1.70														0.43	0.29						
	-34.83	1.80																0.43	0.29				
	-34.93	1.90																		0.43	0.29		
	-35.03	2.00																				0.43	0.29
	-35.13	2.10		0.43	0.29																		
	-35.23	2.20				0.43	0.29																
	-35.33	2.30						0.43	0.29														
	-35.43	2.40								0.43	0.29												
	-35.53	2.50										0.43	0.29										
	-35.63	2.60												0.43	0.29								
	-35.73	2.70														0.43	0.29						
	-35.83	2.80																0.43	0.29				
	-35.93	2.90																		0.43	0.29		
	-36.03	3.00																				0.43	0.29
	-36.13	3.10		0.43	0.29																		
	-36.23	3.20				0.43	0.29																
	-36.33	3.30						0.43	0.29														
-36.43	3.40		0.43							0.29													
-36.53	3.50										0.43	0.29											
-36.63	3.60												0.43	0.29									
-36.73	3.70														0.43	0.29							
-36.83	3.80																0.43	0.29					
-36.93	3.90																		0.43	0.29			
-37.03	4.00																				0.43	0.29	
-37.13	4.10			0.43	0.29																		
-37.23	4.20					0.43	0.29																
-37.33	4.30							0.43	0.29														
-37.43	4.40		0.43							0.29													
-37.53	4.50										0.43	0.29											
-37.63	4.60												0.43	0.29									
-37.73	4.70														0.43	0.29							
-37.83	4.80																0.43	0.29					
-37.93	4.90																		0.43	0.29			
-38.03	5.00																				0.43	0.29	
-38.13	5.10			0.43	0.29																		
-38.23	5.20					0.43	0.29																
-38.33	5.30							0.43	0.29														
-38.43	5.40		0.43							0.29													
-38.53	5.50										0.43	0.29											

Vibracore 09		Coordenadas X: 751125.00; Y: 7012686.00		Dificuldade de penetração: média		Resistência: média	
Registro Fotográfico	Profundidade real (m)	Profundidade (m)	Pacote Sedimentar	Granulometria (Wentworth, 1922)	Cor (Munset, 1915)	Matéria Orgânica (MO) (%)	Carbonato de Cálcio (%)
	-32.70	0.10	Areia fina, MO e fragmentos de conchas	3.329% areia grossa 28.750% areia média 48.356% areia fina 10.150% areia muito fina 9.414% silte	cinza 2.5y 5/1	37.08	3.89
	-32.80	0.20					
	-32.90	0.30					
	-33.00	0.40					
	-33.10	0.50					
	-33.20	0.60	Areia fina	0.126% areia grossa 37.744% areia média 55.228% areia fina 6.501% areia muito fina 0.401% silte	cinza 2.5y 6/1	0.22	5.51
	-33.30	0.70					
	-33.40	0.80					
	-33.50	0.90					
	-33.60	1.00					
	-33.70	1.10		5.211% grânulo 1.619% areia muito grossa 2.832% areia grossa 35.569% areia média 49.100% areia fina 5.471% areia muito fina 0.197% silte		0.37	1.88
	-33.80	1.20					
	-33.90	1.30					
	-34.00	1.40					
	-34.10	1.50					
	-34.20	1.60		2.763% areia grossa 35.520% areia média 54.833% areia fina 6.671% areia muito fina 0.213% silte		0.3	1.33
	-34.30	1.70					
	-34.40	1.80					
	-34.50	1.90					
	-34.60	2.00					
	-34.70	2.10		3.712% grânulo 3.030% areia muito grossa 3.549% areia grossa 17.403% areia média 51.599% areia fina 19.088% areia muito fina 1.619% silte		0.89	1.23
	-34.80	2.20					
	-34.90	2.30					
	-35.00	2.40					
	-35.10	2.50					
	-35.20	2.60		7.877% grânulo 2.249% areia muito grossa 1.907% areia grossa 20.645% areia média 54.800% areia fina 12.000% areia muito fina 0.522% silte		0.51	2.98
	-35.30	2.70					
	-35.40	2.80					
	-35.50	2.90					
	-35.60	3.00					
	-35.70	3.10	4.342% grânulo 2.607% areia muito grossa 5.060% areia grossa 33.566% areia média 47.290% areia fina 6.909% areia muito fina 0.226% silte	0.33	1.3		
	-35.80	3.20					
	-35.90	3.30					
-36.00	3.40						
-36.10	3.50						
-36.20	3.60	0.442% areia grossa 11.659% areia média 64.630% areia fina 22.918% areia muito fina 0.351% silte	cinza claro 2.5y 7/1	0.38	0.49		
-36.30	3.70						
-36.40	3.80						
-36.50	3.90						
-36.60	4.00						
-36.70	4.10	5.069% grânulo 8.548% areia muito grossa 2.325% areia grossa 5.917% areia média 53.882% areia fina 23.924% areia muito fina 0.336% silte	0.37	0.36			
-36.80	4.20						
-36.90	4.30						
-37.00	4.40						
-37.10	4.50						
-37.20	4.60	5.606% grânulo 6.816% areia muito grossa 2.367% areia grossa 7.343% areia média 54.356% areia fina 22.924% areia muito fina 0.588% silte	0.31	3.05			
-37.30	4.70						
-37.40	4.80						
-	-						
-	-						

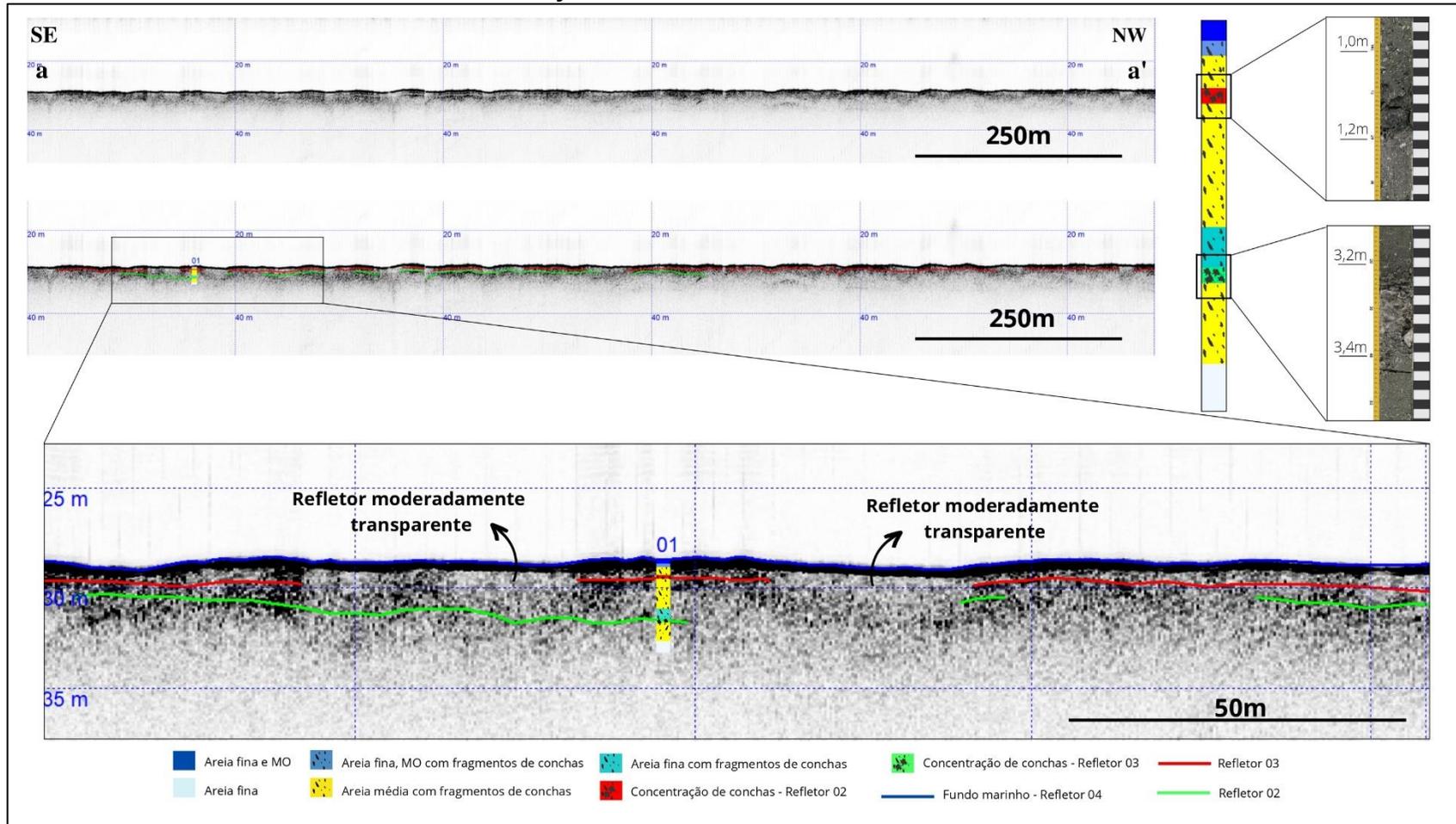
Vibracore 10		Coordenadas X: 751474.00; Y: 7012848.00		Dificuldade de penetração: alta		Resistência: alta	
Registro Fotográfico	Profundidade real (m)	Profundidade (m)	Pacote Sedimentar	Granulometria (Wentworth, 1922)	Cor (Munsell, 1915)	Matéria Orgânica (MO) (%)	Carbonato de Cálcio (%)
	-32.94	0.10	Areia fina com fragmentos de conchas	5.406% areia grossa 27.190% areia média 48.358% areia fina 11.746% areia muito fina 7.299% silte	cinza escuro 2.5y 4/1	0.61	19.1
	-33.04	0.20					
	-33.14	0.30					
	-33.24	0.40	Areia fina	0.078% areia grossa 7.764% areia média 59.876% areia fina 31.267% areia muito fina 1.015% silte	cinza 2.5y 5/1	0.94	1.95
	-33.34	0.50					
	-33.44	0.60					
	-33.54	0.70					
	-33.64	0.80					
	-33.74	0.90					
	-33.84	1.00					
	-33.94	1.10					
	-34.04	1.20					
	-34.14	1.30					
	-34.24	1.40					
	-34.34	1.50					
	-34.44	1.60					
	-34.54	1.70					
	-34.64	1.80					
	-34.74	1.90					
	-34.84	2.00					
	-34.94	2.10					
	-35.04	2.20	Concentração de conchas	7.252% areia média 62.247% areia fina 29.553% areia muito fina 0.948% silte	cinza 2.5y 6/1	0.94	0.74
	-35.14	2.30					
-35.24	2.40						
-35.34	2.50	Areia fina com fragmentos de conchas	2.850% seixo 2.374% grânulo 5.802% areia média grossa 9.975% areia grossa 30.259% areia média 42.936% areia fina 5.738% areia muito fina 0.065% silte	cinza 2.5y 6/1	0.57	14.93	
-35.44	2.60						
-35.54	2.70						
-35.64	2.80						
-35.74	2.90						
-35.84	3.00						
-35.94	3.10						
-36.04	3.20	2.374% grânulo 5.802% areia média grossa 9.975% areia grossa 30.259% areia média 42.936% areia fina 5.738% areia muito fina 0.065% silte	cinza 2.5y 6/1	0.62	5.86		
-36.14	3.30						
-36.24	3.40						
-36.34	3.50						

Vibracore 11		Coordenadas X: 751067; Y: 7012980		Dificuldade de penetração: média		Resistência: alta	
Registro Fotográfico	Profundidade real (m)	Profundidade (m)	Pacote Sedimentar	Granulometria (Wentworth, 1922)	Cor (Munset, 1915)	Matéria Orgânica (MO) (%)	Carbonato de Cálcio (%)
	-32.82	0.10	Areia fina, MO e fragmentos de conchas	13.891% areia média 65.753% areia fina 15.420% areia muito fina 4.806% silte	cinza escuro 2.5y 4/1	1.91	10.16
	-32.92	0.20					
	-33.02	0.30					
	-33.12	0.40					
	-33.22	0.50					
	-33.32	0.60					
	-33.42	0.70					
	-33.52	0.80					
	-33.62	0.90	Areia fina	10.449% areia média 67.323% areia fina 15.899% areia muito fina 6.329% silte	cinza 2.5y 6/1	1.36	25.74
	-33.72	1.00					
	-33.82	1.10					
	-33.92	1.20					
	-34.02	1.30					
	-34.12	1.40					
	-34.22	1.50					
	-34.32	1.60					
	-34.42	1.70					
	-34.52	1.80					
	-34.62	1.90					
	-34.72	2.00					
	-34.82	2.10					
	-34.92	2.20					
	-35.02	2.30					
	-35.12	2.40					
	-35.22	2.50					
	-35.32	2.60					
	-35.42	2.70					
	-35.52	2.80					
	-35.62	2.90					
	-35.72	3.00					
	-35.82	3.10					
	-35.92	3.20					
-36.02	3.30						
-36.12	3.40						
-36.22	3.50						
-36.32	3.60						
-36.42	3.70						
-36.52	3.80						
-36.62	3.90						
-36.72	4.00						
-36.82	4.10						
-36.92	4.20						
-37.02	4.30						
-37.12	4.40						
-37.22	4.50						
			11.556% grânulo 5.606% areia muito grossa 0.108% areia grossa 8.824% areia média 55.357% areia fina 16.618% areia muito fina 1.930% silte			0.62	2.09
			4.487% grânulo 4.976% areia muito grossa 2.375% areia grossa 9.388% areia média 57.483% areia fina 20.677% areia muito fina 0.614% silte			0.91	0.84
			3.624% grânulo 7.001% areia muito grossa 2.647% areia grossa 7.160% areia média 56.140% areia fina 22.939% areia muito fina 0.489% silte			0.58	0.59
			2.805% grânulo 6.176% areia muito grossa 3.183% areia grossa 7.277% areia média 56.508% areia fina 23.739% areia muito fina 0.312% silte			0.48	1.28
			2.622% areia média 67.115% areia fina 29.534% areia muito fina 0.729% silte			0.38	0.02
			0.115% areia grossa 9.492% areia média 62.899% areia fina 26.816% areia muito fina 0.678% silte			1.42	10.63
			5.148% grânulo 6.090% areia muito grossa 2.324% areia grossa 9.110% areia média 55.616% areia fina 21.206% areia muito fina 0.506% silte			0.49	0.47

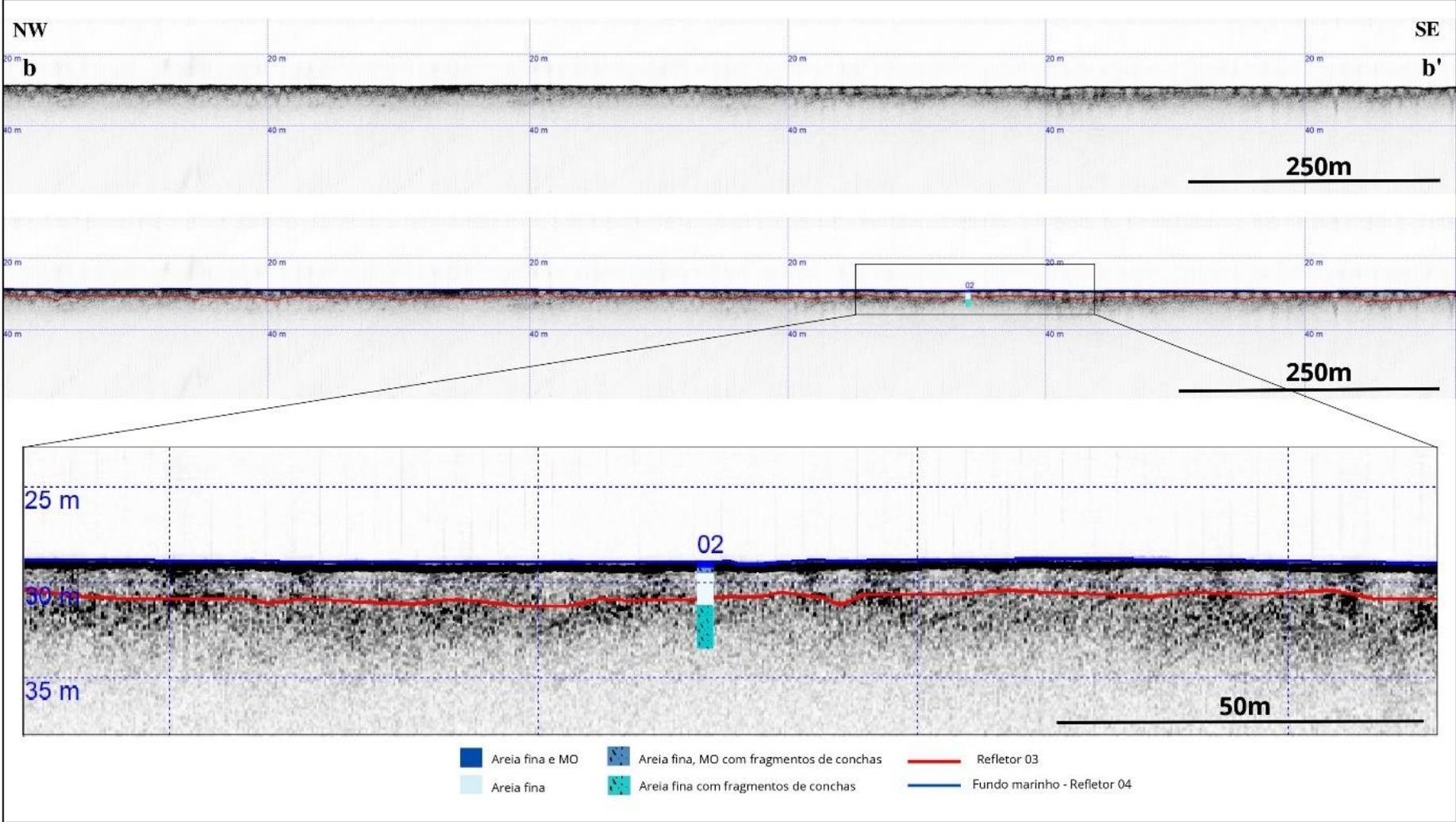
Vibracore 12		Coordenadas X: 751394.00; Y: 7013149.00		Dificuldade de penetração: alta		Resistência: média	
Registro Fotográfico	Profundidade real (m)	Profundidade (m)	Pacote Sedimentar	Granulometria (Wentworth, 1922)	Cor (Munsell, 1915)	Matéria Orgânica (MO) (%)	Carbonato de Cálcio (%)
	-33.00	0.10	Areia fina, MO e fragmentos de conchas	5.920% grânulo 10.636% areia muito grossa 7.965% areia grossa 17.522% areia média 46.038% areia fina 10.902% areia muito fina 1.018% silte	cinza escuro 2.5y 4/1	1.26	9.05
	-33.10	0.20					
	-33.20	0.30					
	-33.30	0.40					
	-33.40	0.50					
	-33.50	0.60					
	-33.60	0.70					
	-33.70	0.80					
	-33.80	0.90					
	-33.90	1.00					
	-34.00	1.10	Areia fina	2.908% grânulo 6.721% areia muito grossa 2.789% areia grossa 7.044% areia média 53.952% areia fina 23.699% areia muito fina 2.887% silte	cinza 2.5y 5/1	0.97	9.16
	-34.10	1.20					
	-34.20	1.30					
	-34.30	1.40					
	-34.40	1.50					
	-34.50	1.60					
	-34.60	1.70					
	-34.70	1.80					
	-34.80	1.90					
	-34.90	2.00					
	-35.00	2.10					
	-35.10	2.20					
	-35.20	2.30					
	-35.30	2.40					
	-35.40	2.50					
	-35.50	2.60					
	-35.60	2.70					
	-35.70	2.80					
	-35.80	2.90					
	-35.90	3.00					
-36.00	3.10						
-36.10	3.20						
-36.20	3.30						
-36.30	3.40						
-36.40	3.50						
-36.50	3.60						
-36.60	3.70						
-36.70	3.80						
-36.80	3.90						
-36.90	4.00						
-37.00	4.10						
-37.10	4.20						
-37.20	4.30						
-37.30	4.40						
-37.40	4.50						
-37.50	4.60						
-37.60	4.70						
-37.70	4.80						
-37.80	4.90						
-37.90	5.00						
			7.136% areia média 63.679% areia fina 28.777% areia muito fina 0.408% silte			0.38	0.57
			6.858% areia média 58.352% areia fina 33.624% areia muito fina 1.166% silte			0.81	0.56
			3.517% grânulo 7.548% areia muito grossa 2.385% areia grossa 5.444% areia média 52.899% areia fina 27.846% areia muito fina 0.361% silte			0.46	0.38
			7.425% areia média 62.467% areia fina 29.457% areia muito fina 0.651% silte			0.5	0.03
			7.101% areia média 59.461% areia fina 32.838% areia muito fina 0.600% silte			0.49	0.06
			1.315% grânulo 5.779% areia muito grossa 3.020% areia grossa 6.883% areia média 55.111% areia fina 27.498% areia muito fina 0.394% silte			0.69	0
			7.425% areia média 62.467% areia fina 29.457% areia média fina 0.651% silte			0.37	1.71
			0.104% areia grossa 10.441% areia média 68.592% areia fina 20.371% areia muito fina 0.492% silte			0.43	0.02

APÊNDICE B – Perfis Sísmicos

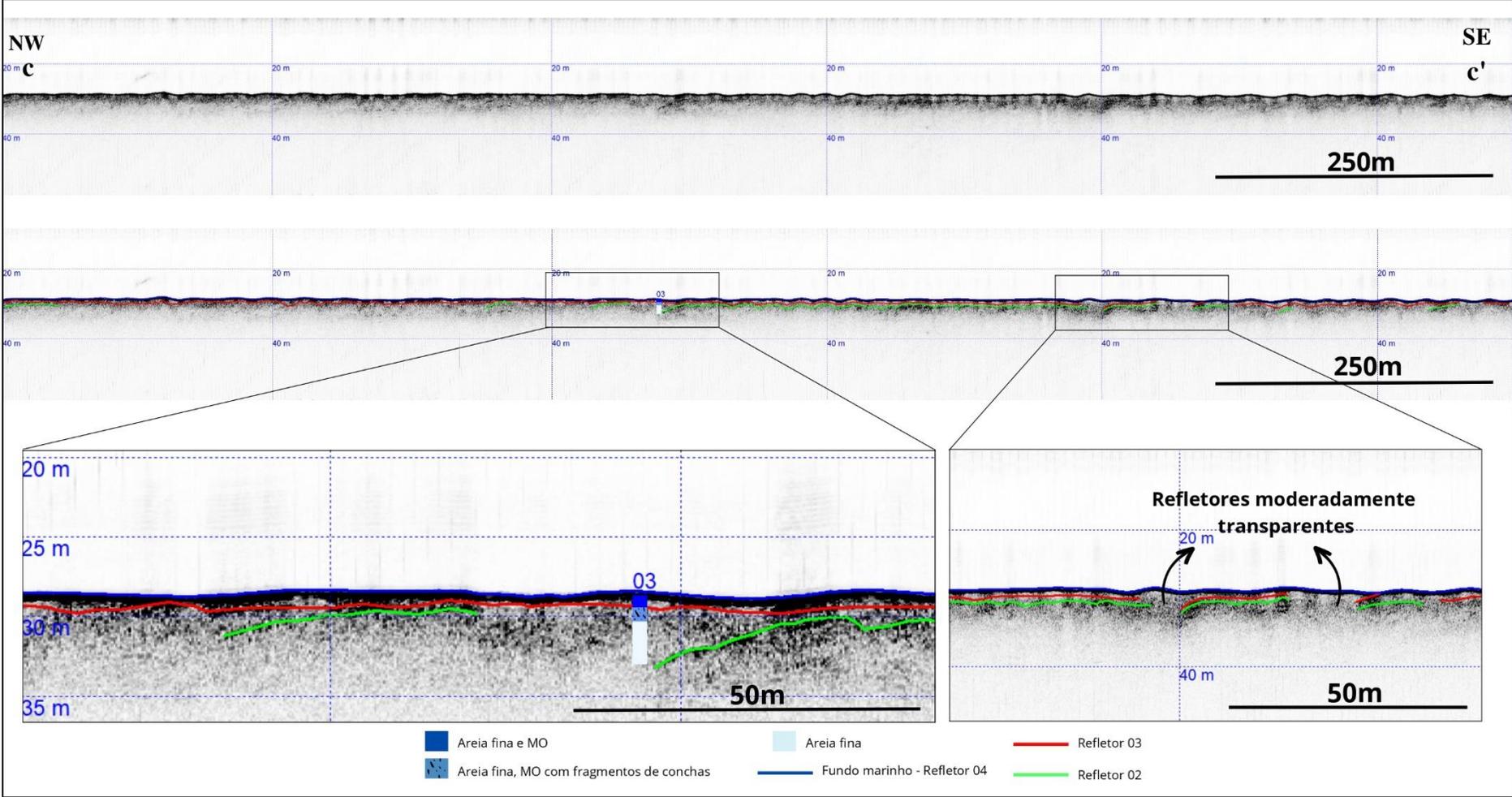
Seção sísmica aa', testemunho 01.



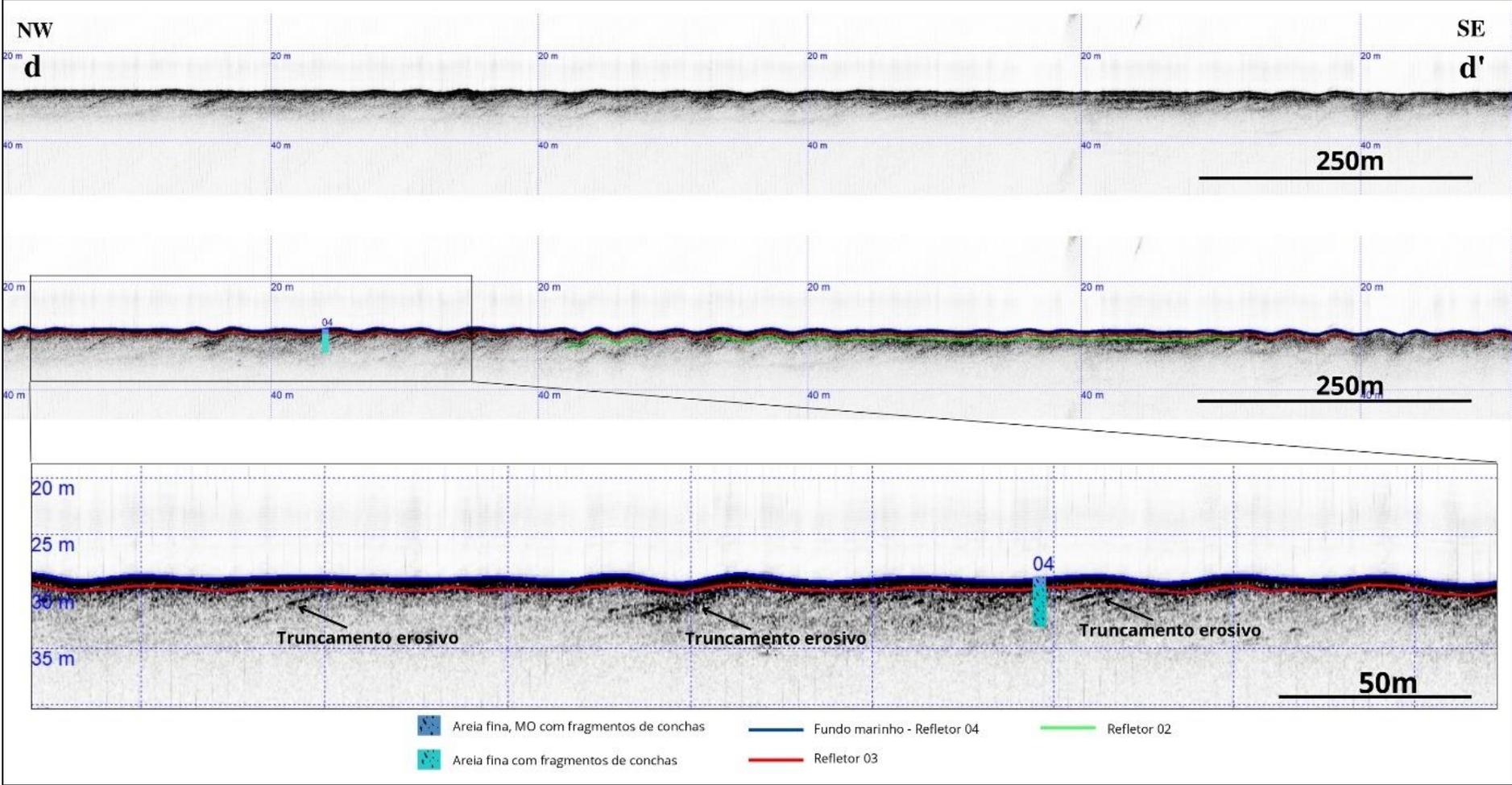
Seção sísmica bb', testemunho 02.



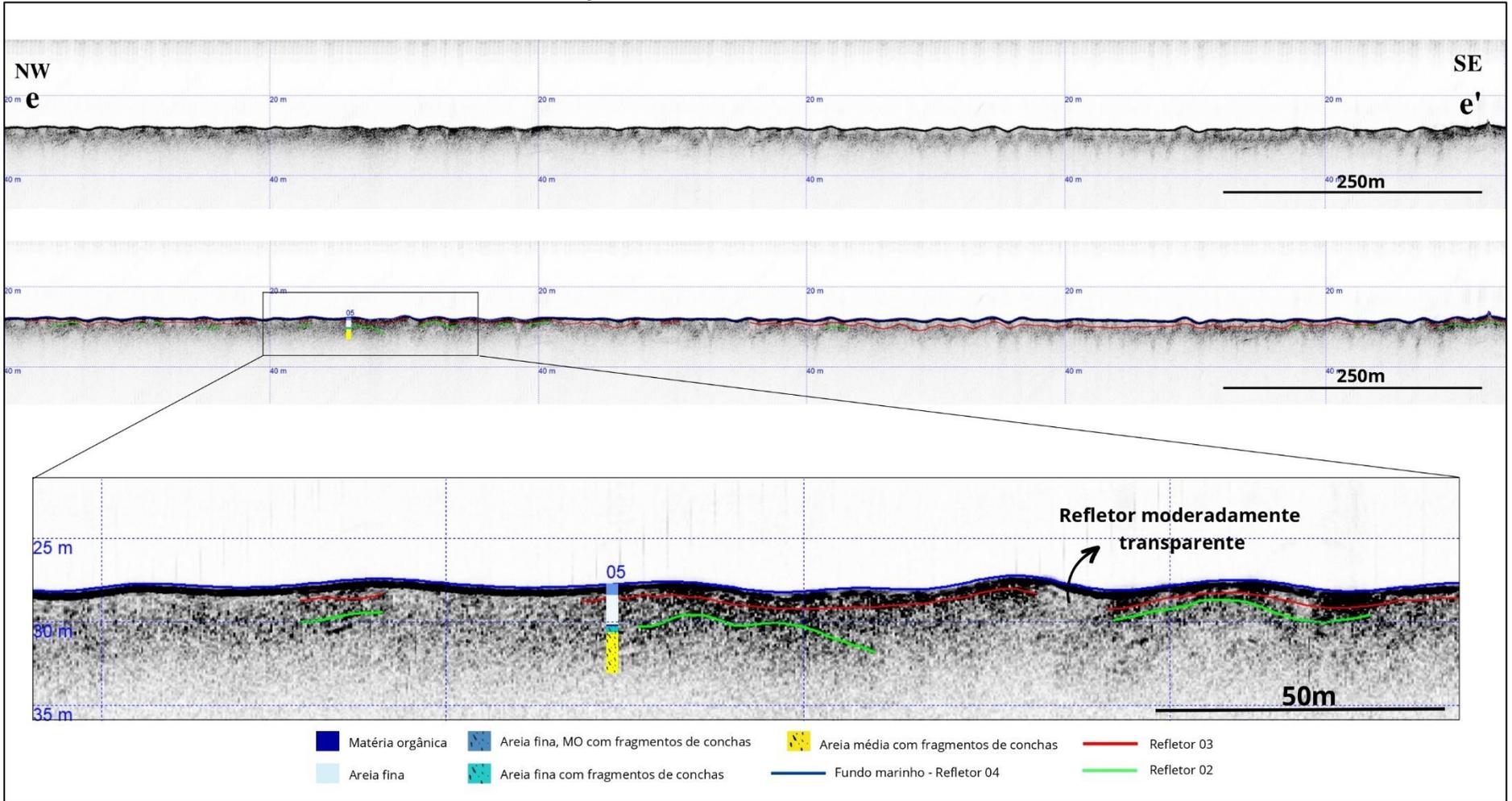
Seção sísmica cc', testemunho 03.



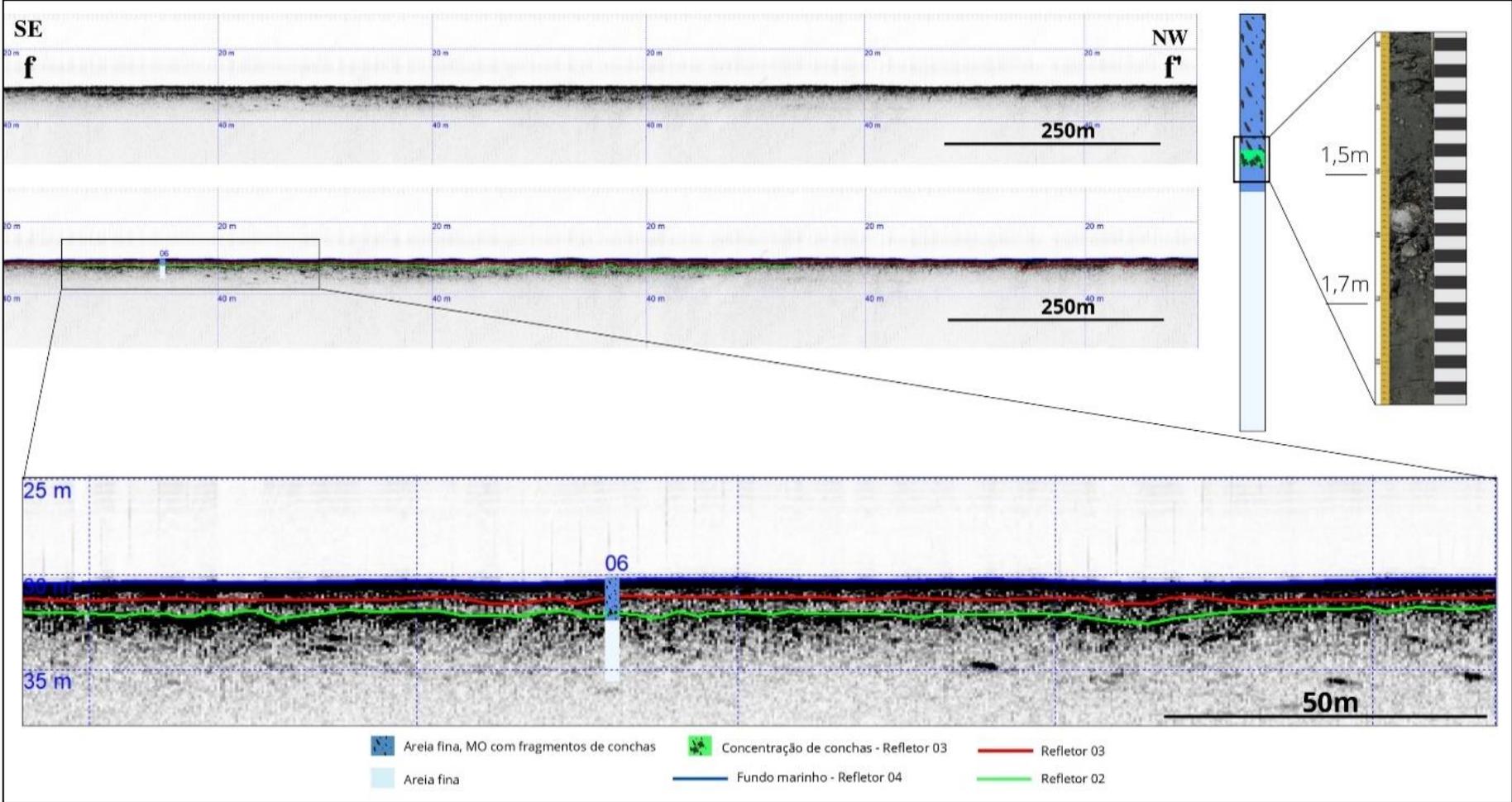
Seção sísmica dd', testemunho 04.



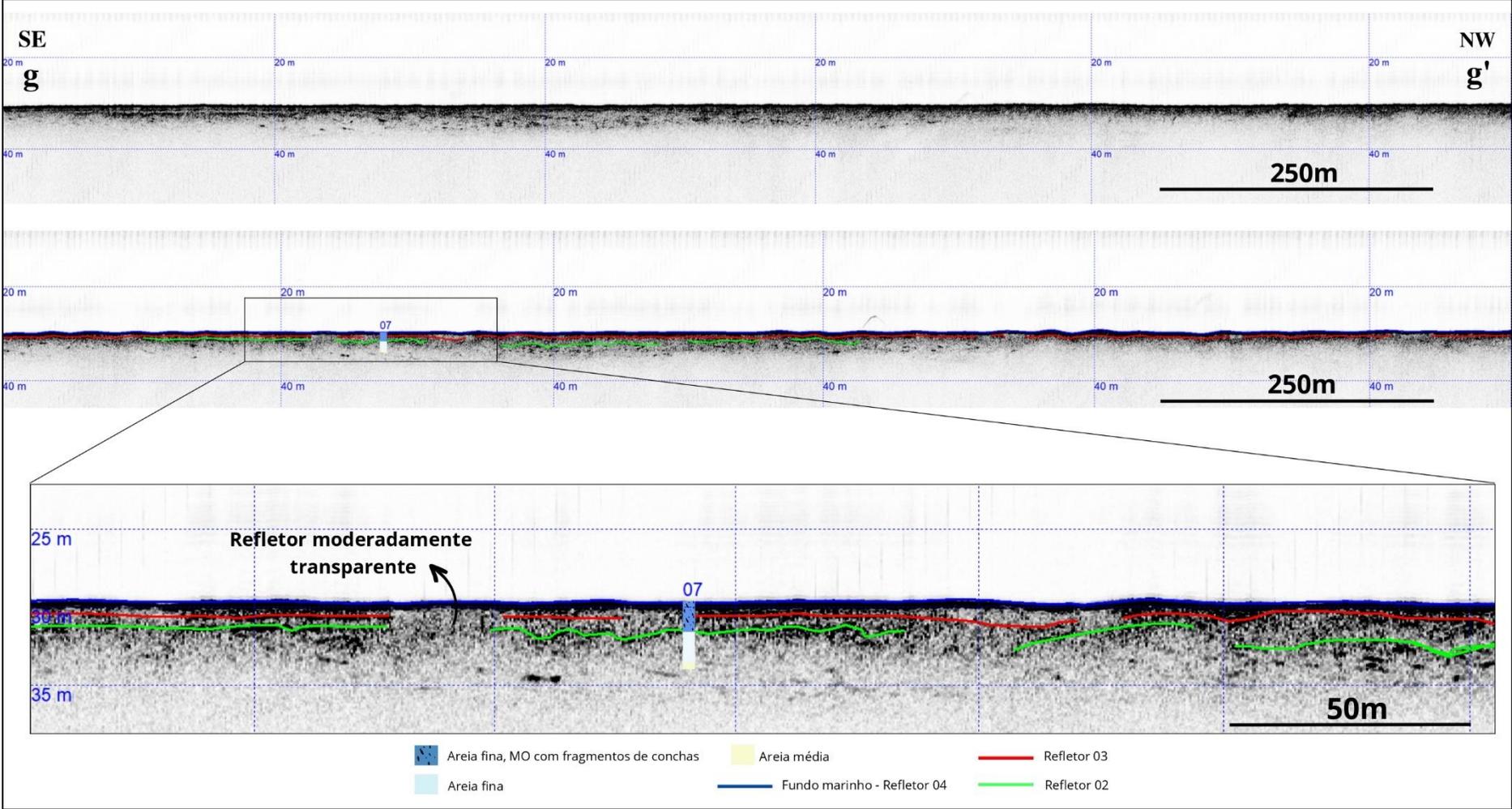
Seção sísmica ee', testemunho 05.



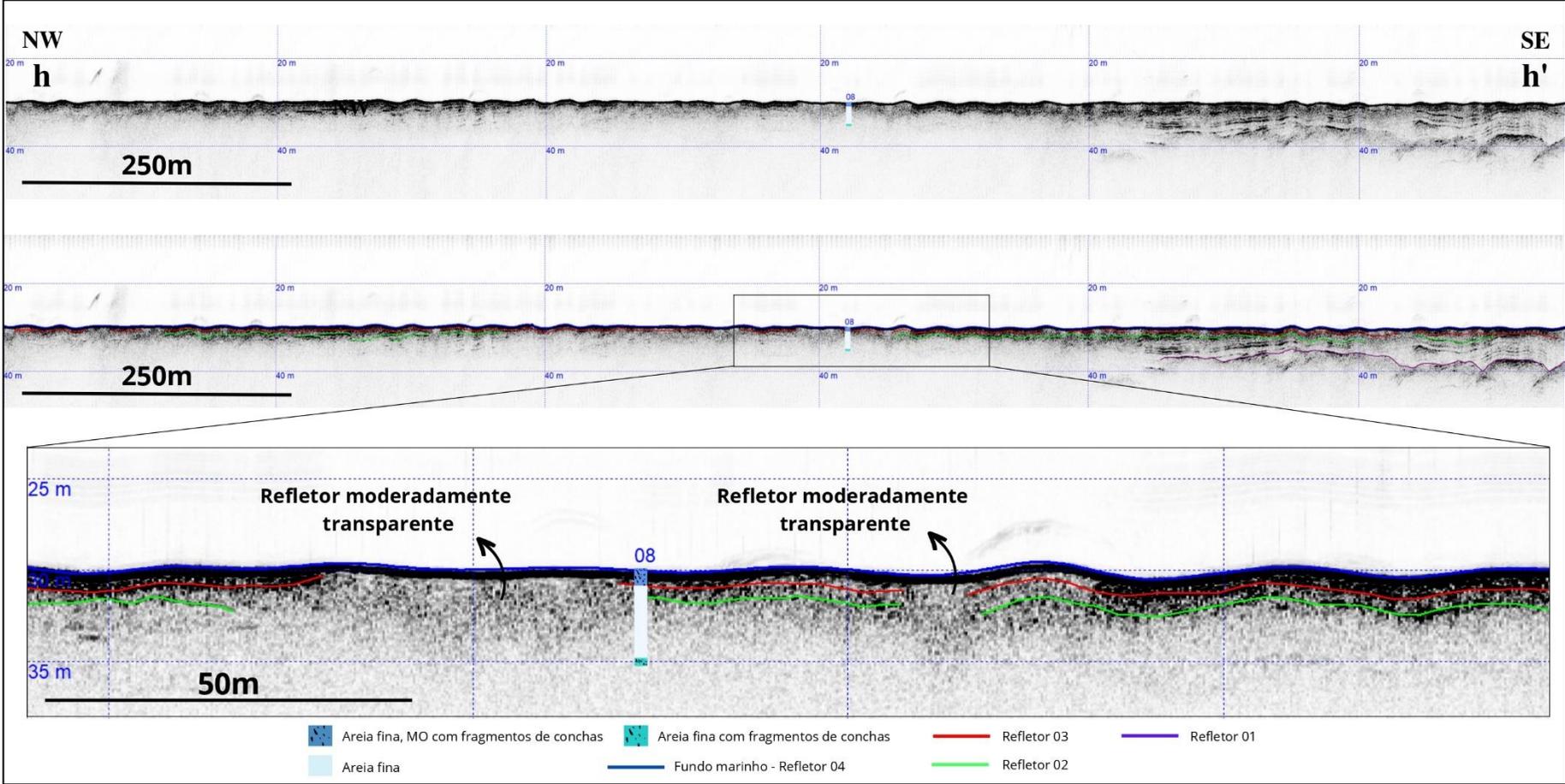
Seção sísmica ff', testemunho 06.



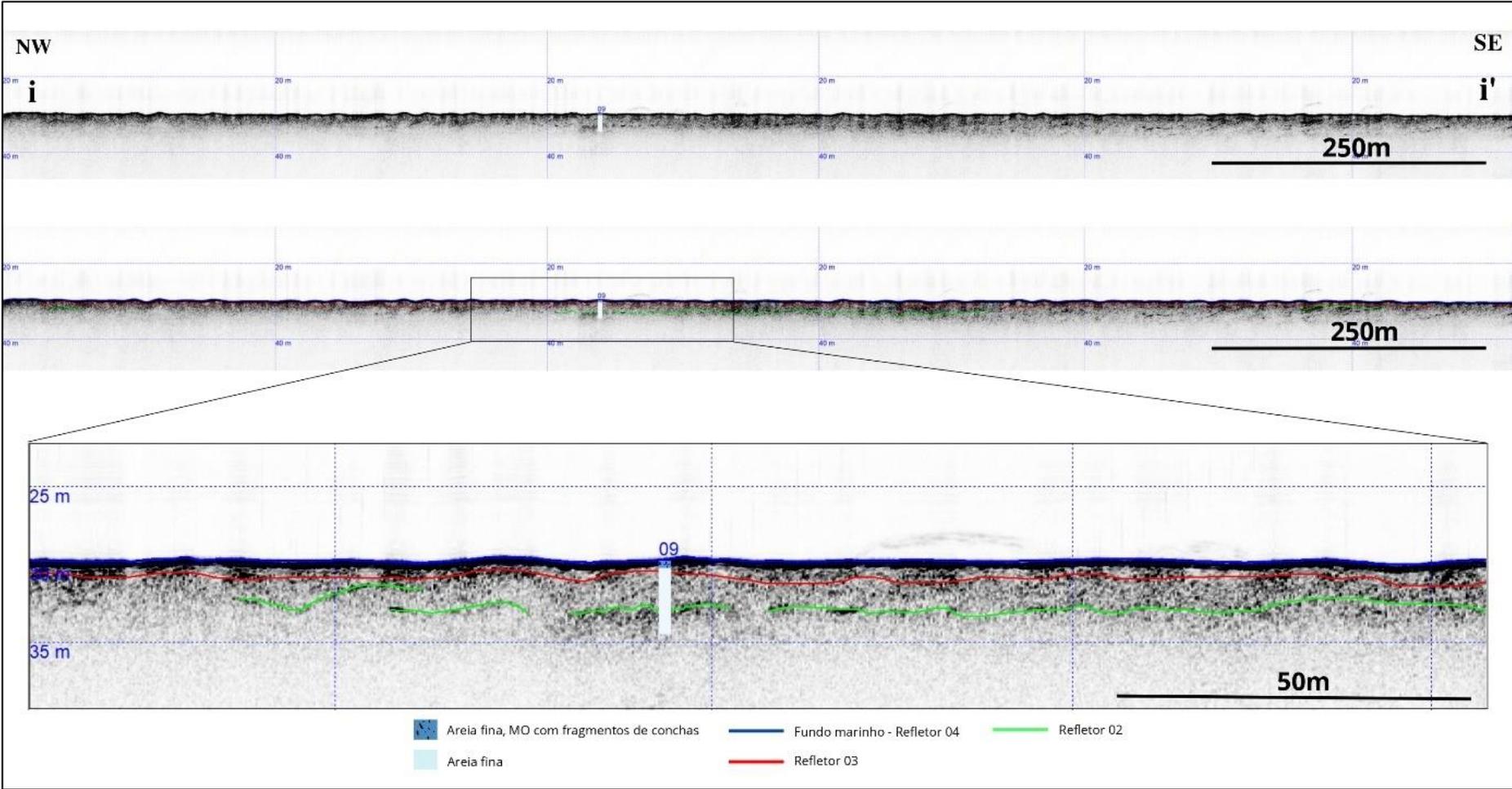
Seção sísmica gg', testemunho 07.



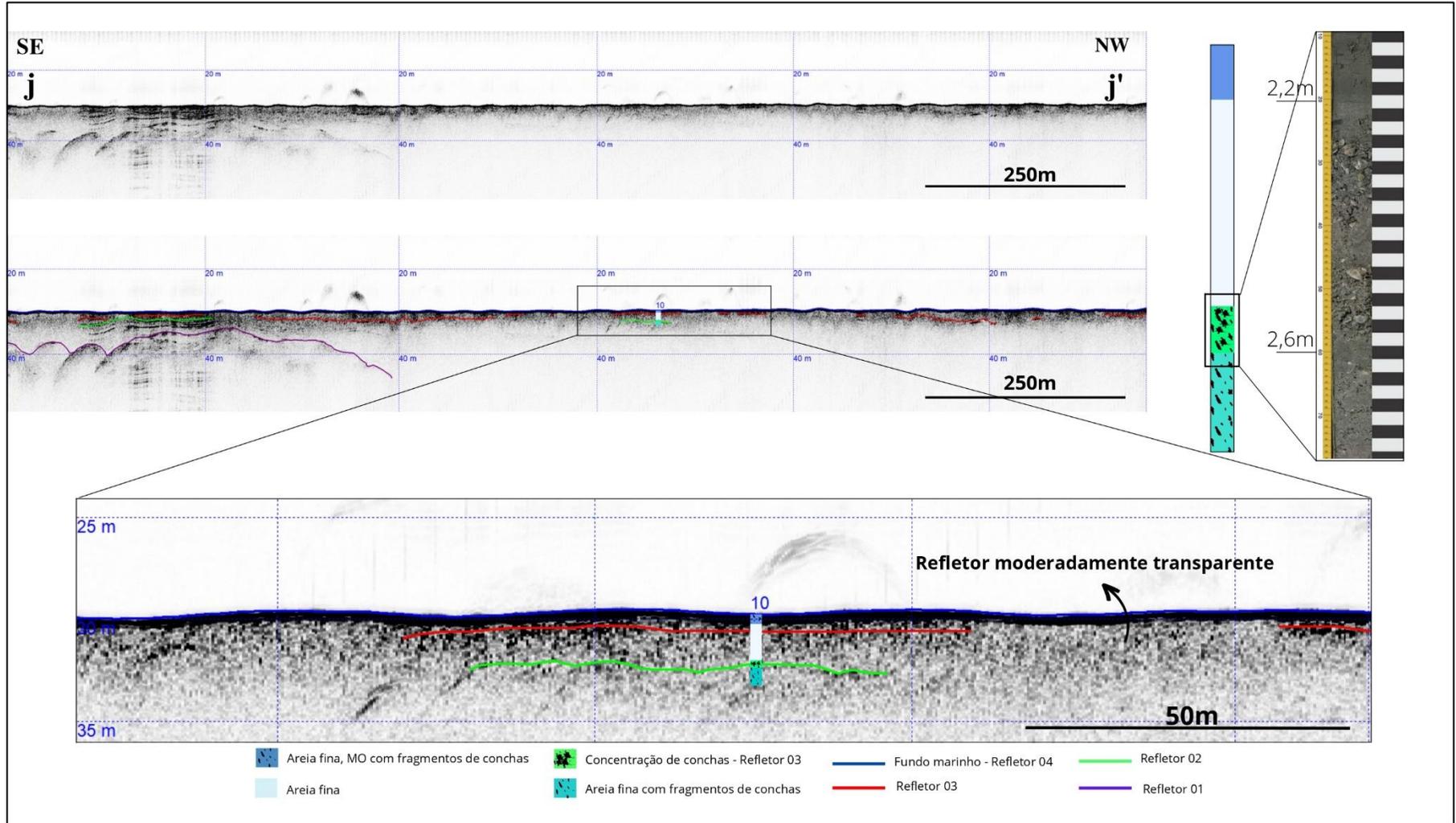
Seção sísmica hh', testemunho 08.



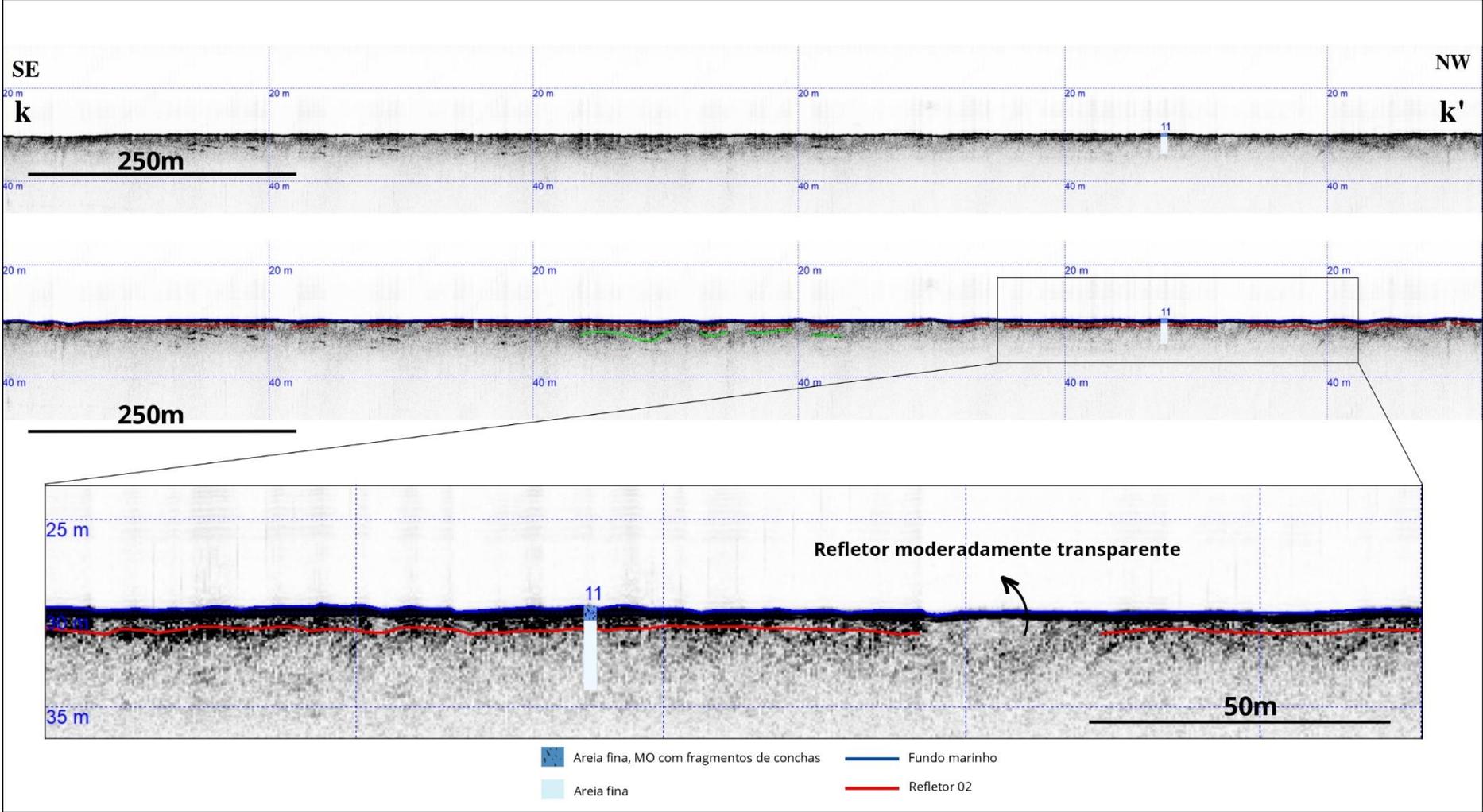
Seção sísmica ii', testemunho 09.



Seção sísmica jj', testemunho 10.



Seção sísmica kk', testemunho 11.



Seção sísmica II', testemunho 12.

