

Wilson Fabiano Leite Galvão

**INVESTIGAÇÃO DE SUB-SUPERFÍCIE DA PLATAFORMA
CONTINENTAL INTERNA NAS PROXIMIDADES DA ENSEADA DA
PINHEIRA, PALHOÇA – SC.**

Florianópolis

2018



Wilson Fabiano Leite Galvão

**INVESTIGAÇÃO DE SUB-SUPERFÍCIE DA
PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA NAS PROXIMIDADES DA ENSEADA
DA PINHEIRA, PALHOÇA – SC.**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em
Oceanografia do 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. Dr. Antonio Henrique da Fontoura
Klein

Florianópolis

2018

Galvão, Wilson Fabiano Leite
INVESTIGAÇÃO DE SUB-SUPERFÍCIE DA PLATAFORMA
CONTINENTAL INTERNA NAS PROXIMIDADES DA ENSEADA DA
PINHEIRA, PALHOÇA - SC. / Wilson Fabiano Leite
Galvão ; orientador, Antonio Henrique da Fontoura
Klein, 2018.
82 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em
Oceanografia, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Oceanografia. 2. oceanografia; oceanografia
geológica. 3. sismoestratigrafia; sísmica rasa;
investigação de subsuperfície. 4. Plataforma interna;
Quaternário tardio; Evolução Costeira; Paleocanais;
Paleobarreiras; Paleodrenagem. 5. Alinhamento de
falhas; Neotectônica. I. Klein, Antonio Henrique da
Fontoura. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Oceanografia. III. Título.

Wilson Fabiano Leite Galvão

**INVESTIGAÇÃO DE SUB-SUPERFÍCIE DA
PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA NAS PROXIMIDADES DA ENSEADA
DA PINHEIRA, PALHOÇA – SC**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Oceanografia” pela Universidade Federal de Santa Catarina e aprovado em sua forma final.

Local, 19 de novembro de 2018.

Prof^a. Dr^a. Juliana Leonel

Coordenadora do Curso de Bacharelado em Oceanografia

Prof. Dr. Antonio Henrique da Fontoura Klein

Universidade Federal de Santa Catarina

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jarbas Bonetti Filho

Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Arthur Antonio Machado

Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho aos meus queridos amigos, colegas de classe e trabalho, à minha família e, em especial, às Marias que me criaram e apoiam sempre que possível. Que eu possa retribuir toda ajuda e atenção à elxs.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, Vó Maria, Mãe Maria, Tia Lisa, Tia Bia, Tia Fá, Tio Beto, Tio Marquinho, Tio Eduardo, Larissa e Letícia por participarem da criação do homem que hoje sou.

À Maria Cristina, minha mãe, por tornar possível, junto de minha Avó, Dona Cida, e minhas tias e tios, as diversas experiências de vida que vivi, tanto acadêmicas, como pessoais e culturais.

Aos meus atuais e ex amigos pelo apoio nas diversas incertezas (e certezas) pelas quais passei, em especial ao Mateus e à Isabelle pelo tempo que dividimos no Laboratório de Oceanografia Costeira como membros do Capítulo estudantil “*SEG at UFSC*”, bem como à Lyla, Leandro, Falcão, Lorena, Le Paty, Fefê, Luiza, Carol, Ceci, Der, Xavier, Igor, Denise, Fox, Moisés, Elvis, Agno, Mateus, Carvalho, Guilherme, Gabi, Ágata, Larissa, Tamirez e todxs amigxs que fiz na turma de Oceanografia de 2012, em Vitória.

Aos amigos que fiz em Florianópolis, em especial ao Ricardo, Guilherme, Bianca, Natasha, Gandra, Maíra, Pedro e Ana, que me apoiaram sempre que possível.

Aos meus antigos amigos do peito Chico, Hélio, Bigorna, Luizão e Pedrão, que sempre acreditaram no meu potencial.

Aos músicos, cantores e compositores das músicas e melodias que me incentivaram e/ou acalmaram nos momentos de distração, em especial ao Kamau, Rashid e Projota.

Aos professores apaixonados pelo que fazem e puderam transmitir suas paixões em aula, como a Prof^ª Jacque Albino, o maior e melhor exemplo, em suas aulas de sedimentologia e estratigrafia de sequências que cursei na UFES, fossem teóricas ou práticas.

Aos colegas de trabalho do Laboratório de Oceanografia Costeira, em especial à Chaline, Bruna, Zélão, Ana, Arthur, Franco, Mayara, Faynna e Isadora, que me ajudaram sempre que possível, me salvando de eventuais problemas.

Obrigado à equipe que mantém o site “*Sci-Hub*” ativo, pois tornaram possível o acesso à diversos artigos científicos indisponíveis à não-pagantes. Afinal, o conhecimento não compartilhado não evolui.

Obrigado aos envolvidos neste trabalho, Prof. Dr. Klein, Dr. Meireles, Ms. Franco, Mateus e Bruna. Sem vocês a qualidade dessa pesquisa não seria mesma.

Obrigado ao CNPq, pelas bolsas de Iniciação Científica que recebi.

Obrigado, Prof. Klein pelas diversas oportunidades ofertadas durante esses últimos 2 anos de convívio. Também agradeço pelos vários ensinamentos e por ser um exemplo de profissional e de pessoa.

“Benditos sejam os obstáculos, pois ninguém ascende sobre pedra lisa. ”

Morya

“O sucesso é a soma de pequenos esforços - repetidos dia sim, e no outro dia também. ”

Robert Collier

RESUMO

O trabalho exposto consiste na investigação sísmica da Enseada da Pinheira, uma enseada protegida por promontórios rochosos, voltada para leste, cuja sua planície costeira composta por cordões litorâneos do tipo dunas frontais. A partir de perfis de sísmica rasa na região, dados de perfilador do tipo Boomer (500 – 2000 Hz), refletores sísmicos foram identificados, analisados e mapeados em perfis sísmicos de alta resolução. A análise sísmica foi feita no software SonarWiz® e a reconstrução da paleodrenagem feita em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), bem como no ambiente de edição de imagens. Na enseada, paleocanais foram encontrados na maioria dos perfis sísmicos, sugerindo a presença de fluxos d'água de canais meandantes na planície pretérita após o Nível Médio do Mar (NMM) descer 120 metros do atual, no Último Máximo Glacial, que truncam um sistema de barreira-laguna presente no pacote sedimentar abaixo da enseada. O trabalho também permitiu identificar cinco (5) Tratos de Sistema que instituíram diferentes ambientes deposicionais na região. Atividades sísmicas foram identificadas nos registros sísmicos (neotectônica) e um alinhamento de falhas é sugerido, enquanto uma análise direcional de alinhamentos da região suporta tal sugestão.

Palavras-chave: Sismoestratigrafia, sísmica de água rasa; investigação de subsuperfície; paleocanais; paleobarreiras; neotectônica

ABSTRACT

The present work consists in the investigation of the seismicstratigraphy of the Enseada da Pinheira, an inshore protected by rocky outcrops, facing east, has its coastal plain composed of fields made of frontal dunes. From shallow seismic profiles in the region, from Boomer (500 – 2000 Hz) type profilers, seismic reflectors were identified, analyzed and mapped on high resolution seismic profiles. The seismic analysis was performed in the SonarWiz® software and the reconstruction of paleodranagem in a Geographic Information System (GIS) environment, as well as in an image editing environment. In the cove, paleocannals were found in most of the seismic profiles, suggesting the presence of meandering channels in the remote plain after the Average Sea Level (NMM) descends 120 meters from the current one, in the Last Glacial Maximum, which truncate a barrier-lagoon system present in the sedimentary package below the cove. This work also allowed to identify five (5) System Tracts that instituted different depositional environments in the region. Seismic activities have been identified in seismic records and a flaw alignment is suggested, while a directional analysis of region alignments supports such a suggestion.

Keywords: Sismostratigraphy, shallow water seismic; subsurface research; paleochannels; paleobarriers; neotectonic

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudo.....	4
Figura 2: Estuasia.	7
Figura 3: Formação de um oceano de margem passiva.....	9
Figura 4: Possíveis ambientes de deposição em costas temperadas	10
Figura 5: Principais ambientes de sedimentação possíveis em um sistema laguna-barreira ou ilha-barreira.	12
Figura 6: Ondas diretas e refletidas	13
Figura 7: Ilustração esquemática a respeito dos métodos de investigação, seus objetivos, frequências de operação e modelo de funcionamento	14
Figura 8: Padrões de terminação de reflexão em sequência a serem encontrados em um perfil sísmico	15
Figura 9: Padrões de configuração de reflexões sísmicas	16
Figura 10: Modelos mostrando diferentes comportamentos de amplitudes e continuidade, de acordo com a energia do ambiente deposicional	18
Figura 11: Formas externas de unidades de fácies sísmicas.....	19
Figura 12: Geometria externa e configuração das reflexões internas de preenchimento	19
Figura 13: Filtro passa banda.....	20
Figura 14: Sinal acústico modificado pelo AGC.....	21
Figura 15: Ganho TVG.....	22
Figura 16: Fluxograma esquemático do desenvolvimento da pesquisa.	23
Figura 17: Enseada da Pinheira com as linhas sísmicas.aquisitadas	24
Figura 18: Velocidade do som no sedimento	25
Figura 19: Melhoramento dos perfis sísmicos.....	26
Figura 20: Refletor 1 aflorando na Baía Sul. Em planta, a distribuição da Unidade I.	33
Figura 21: Disposição da Unidade I comparada aos afloramentos cristalinos, de idade Neoproterozóica.....	34
Figura 22: Refletor 2 demarcando a Unidade II.....	34
Figura 23: Refletores da Unidade III indicando agradação do depósito.	35
Figura 24: Unidade III apresentando retrogradação em direção à linha de costa (perfil <i>c-c'</i>) e agradação (perfil <i>a-a'</i>).....	35
Figura 25: Feições de preenchimento de canal identificadas	36

Figura 26: Unidade V delimitada pelas Unidades III, IV e VI.....	37
Figura 27: Distribuição da camada mais recente da Unidade VI	37
Figura 28: Unidade VII.	38
Figura 29: Perfil sísmico j-j' na Baía Sul.....	38
Figura 30: Linha sísmica j-j' com baixo retorno acústico.....	39
Figura 31: Barreiras ancoradas em promontórios.....	40
Figura 32: Drenagem na região durante o UMG.....	41
Figura 33: Comparação entre um vale inciso considerado como um canal por completo (direita) e um vale inciso subdividido	42
Figura 34: Canal de maré identificado por Hein et al., (2012), bem como no perfil g-g'	43
Figura 35: Batimetria interpolada da região entre do levantamento sísmico.....	44
Figura 36: Curva de variação do NMM para o fim Quaternário calibrada	45
Figura 37: Correlação entre unidades observadas na Planície Costeira e no pacote sedimentar da Enseada da Pinheira.....	47
Figura 38: Exemplos de estruturas oriundas de atividade sísmica.	48
Figura 39: Comparação em planta dos diversos alinhamentos estruturais publicados e o alinhamento proposto.	49
Figura 40: Diagramas Roseta indicando a frequência de direção dos alinhamentos.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Descrição das sismofacies observadas bem como seus respectivos padrões de preenchimentos.....	29
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGC – *Automatic gain control* (Controle de Ganho Automático)

CAD - *Computer-Aided Design* (Desenho Assistido de Computador)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LOC – Laboratório de Oceanografia Costeira

QGIS - QuantumGIS

NMM – Nível Médio do Mar

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIM – Superfície de Inundação Máxima

TVG – *Time Varied Gain* (Ganho Variado no Tempo)

TSR – Trato de Sistema de Regressão Forçada

TSNB – Trato de Sistema de Nível Baixo

TST – Trato de Sistema Transgressivo

TSNA – Trato de Sistema de Nível Alto

UMG – Último Máximo Glacial

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	3
2.1.	Objetivo geral	3
2.2.	Objetivos específicos.....	3
3.	ÁREA DE ESTUDO.....	4
4.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
4.1.	Estratigrafia de seqüências	6
4.2.	Principais forçantes	6
4.2.1.	Tratos de Sistema	7
4.3.	Margens passivas.....	8
4.4.	Atividade sísmica na margem passiva brasileira.....	9
4.5.	Sistema barreira.....	10
4.6.	Investigação Geofísica	12
4.6.1.	Método Sísmico de reflexão	13
4.6.2.	Sismoestratigrafia.....	14
4.6.3.	Filtros e Ganhos.....	20
4.7.	Modelo Digital	22
5.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
5.1.	Aquisição dos dados sísmicos	23
5.2.	Processamento	24
5.2.1.	Processamento Sísmico	24
5.2.2.	Geoprocessamento.....	27
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6.1.	Unidades sismoestratigráficas	28
6.2.	Interpretação das Unidades	39
6.3.	Análise direcional das falhas.....	48
7.	CONCLUSÃO	50
8.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	52

REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A – Perfis sísmicos.	59

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, o planeta Terra vem aquecendo cada vez mais. Em um clima cada vez mais quente, espera-se que o nível médio global dos oceanos venha a subir (STOCKER et al., 2001; LAROOUR et al., 2017), o que poderia trazer complicações para as populações costeiras (NICHOLLS & CAZENAVE, 2010). Ao mesmo tempo, durante o século XX, as zonas costeiras mudaram significativamente. Small & Nicholls (2003) apresentam dados da distribuição populacional mundial que indicam que, em 1990, 23% da população mundial vivia a 100 km de distância da costa. Assim, percebe-se que as zonas costeiras estão sujeitas a variações que podem vir a gerar implicações econômicas e sociais. A fim de amenizar, ou ainda, evitar possíveis problemas, o estudo de ambientes costeiros pretéritos se mostra fundamental, pois o que ocorreu no passado pode vir a ocorrer de forma similar no futuro.

Os ambientes costeiros são resultantes do espaço de acomodamento, do suprimento sedimentar, das variações do nível médio do mar e das condições ambientais dominadas por ondas ou marés (ROY et al., 1994). O estudo da estratigrafia da margem continental revela os processos ocorridos ao longo do tempo e do espaço, trazendo informações sobre a frequência e magnitude das forçantes ambientais (p.ex., variações do nível do mar, frequências de ondas de tempestade, temperatura) atuantes no passado, onde o Nível Médio do Mar (NMM) eventualmente divergia do atual. Além disso, o contexto geomorfológico de uma região afeta de maneira expressiva e única os ambientes costeiros, o que eventualmente motiva o estudo desses ambientes em diversas escalas quanto suas respostas às mudanças climáticas (p.ex., GONÇALVES, 1979; MALLINSON et al., 2011; HEIN et al., 2012; COOPER et al., 2016; DE LECEA et al., 2017; COOPER et al., 2018).

No Quaternário tardio (Holoceno), o NMM chegou a valores em torno de 120 abaixo do atual (CORREA, 1996), durante o Último Máximo Glacial (UMG) (CORREA, 1996 e MIX et al., 2001). Neste período, várias oscilações do nível médio do mar produziram diversas sucessões sedimentares que variam desde ambientes submersos à eólicos, indicando diferentes fases de transgressão e regressão da linha de costa. A esses diferentes cenários do NMM, estão relacionados os sistemas de barreiras arenosas (p.ex. RODRIGUEZ et al., 2005; HEIN et al., 2012; ZECCHINI et al., 2014; COOPER et al., 2016; DE LACEA et al., 2017) e os paleocanais (p.ex. WESCHENFELDER et al., 2008, WESCHENFELDER et al., 2014, BORTOLIN et al., 2018), que eventualmente corriam pela Plataforma Continental exposta até encontrarem o nível

de base, ligando as bacias de drenagem costeiras aos sistemas deposicionais marinhos (*offshore*).

Sistemas de barreiras arenosas são exemplos de formações geomorfológicas dirigidas por mudanças climáticas (ROY et al., 1994) e compõe cerca de 15% da linha de costa dos ambientes costeiros ao redor do mundo (DAVIES, 1980). Sabendo que mudanças na morfologia de ilhas barreiras são registradas nas sequências estratigráficas, pode-se assim perfeitamente indicar as configurações dos padrões climáticos do período em que foram depositadas. Ainda, Cooper et al. (2018) afirma que o comportamento em mesoescala desse sistema também depende do cenário geológico que abriga tal sistema e deve ser levado em consideração ao se estabelecer premissas para criação de um modelo evolutivo de barreiras. No estado de Santa Catarina, no Sul do Brasil, outras tantas pesquisas sobre tal ambiente e suas adjacências vêm sendo feitas (p.ex. DILLENBURG et al., 2006; FITZGERALD et al., 2007, BUYNEVICH et al., 2011; HEIN et al., 2012; HEIN et al., 2016; COOPER et al., 2016). Segundo Hein et al. (2012), a planície costeira da Pinheira (Palhoça, SC) expõe evidências de uma barreira arenosa, bem como uma laguna e possíveis aberturas do canal de maré no pacote sedimentar. Esse sistema de barreira teria sido formado pela migração de uma barreira próxima da costa, que teve início há 3,3 mil anos.

Tendo em vista a relevância do entendimento sobre o desenvolvimento dos ambientes costeiros (e. g. sistemas de barreira e paleodrenagens), o presente trabalho apresenta avanços na compreensão das respostas dos sistemas costeiros em relação às mudanças do nível do mar a partir de dados de sub-superfície em águas rasas para o Quaternário tardio.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Investigar a planície costeira da Pinheira e Plataforma Continental Interna, através da análise de sub-superfície sísmica da plataforma interna adjacente.

2.2 Objetivos específicos

- Entender a evolução do Holoceno tardio através da interpretação de feições presentes nos perfis sísmicos da Plataforma Continental Interna adjacente à planície costeira da Pinheira.
- Comparar os resultados encontrados com os estratos já descritos na planície costeira adjacente com a Plataforma Continental Interna.
- Propor uma paleodrenagem a partir de paleocanais encontrados nos perfis sísmicos.

3 ÁREA DE ESTUDO

A Enseada da Pinheira está localizada no litoral centro-sul, no município de Palhoça, imediatamente ao sul da Ilha de Santa Catarina, setor IV do Estado de Santa Catarina (DIEHL & HORN Filho 1996). A região, assim como o centro do estado e Florianópolis, apresenta afloramentos cristalinos pré-Cenozóicos, que ao longo da costa secciona e separa diversos embaiamentos e estuários (KLEIN et al., 2016). A enseada se encontra entre as coordenadas $48^{\circ}36'0'' - 48^{\circ}33'0''$ W e $27^{\circ}49'0'' - 27^{\circ}54'30''$ S e a região apresenta uma área aproximada de 40 km^2 (Figura 1).

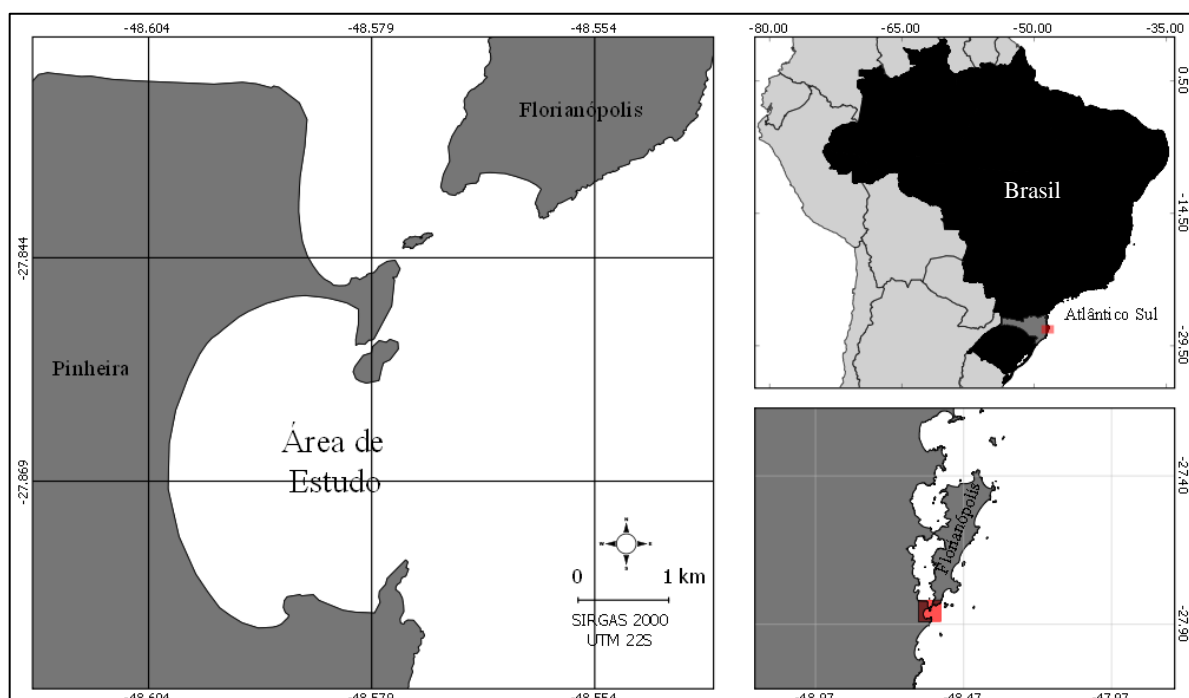


Figura 1: Área de estudo.

A Plataforma Continental Interna nesta região apresenta mergulho em um ângulo consistente de $0,1^{\circ}$ a $0,2^{\circ}$, convergindo para $0,01^{\circ}$ a medida que se distancia da costa em aproximadamente 5 km mar a dentro (HEIN ET AL, 2012, apud ANGULO et al., 2009).

Na região, os principais rios da região são o Rio Maciambu, ao norte, e o Rio da Madre, ao sul. Com uma bacia hidrográfica de 137 km^2 , apenas 20% do Rio Maciambu encontra-se na planície costeira (REITZ, 1960). Já o Rio da Madre, cuja bacia hidrográfica tem cerca de 305 km^2 , está presente em 70% na planície costeira. Ao contrário das planícies deposicionais do entorno (p.ex. Tijucas e Navegantes) sua planície costeira é desprovida de uma fonte recente de aporte de sedimento fluvial que percorra a planície (HEIN ET AL, 2012).

Delimitado por promontórios, o embaçamento simétrico, de 8,5 km de comprimento e 5 km de largura, é composto por cristas de dunas frontais bem desenvolvidas (KLEIN et al., 2016), que compõem a planície costeira. Essa, por sua vez, é cortada por riachos, encarregados pela drenagem dos aproximados 40 km² da planície costeira (HEIN ET AL, 2012).

Ao longo da costa o transporte é predominantemente para norte (DILLENBURG et al, 2000), apresentando predominância de marulho (*swell*) de leste e sudeste e ondas de tempestade com período médio de 12 s e altura de onda de 2 m (ARAUJO, 2003). Ao norte da área de estudo, na região de São Francisco do Sul, “a maré astronômica apresenta uma altura média de 70 cm, atingindo 105 cm durante a sizígia e 21 cm durante a quadratura” (TRUCCOLO, 1998), enquanto a média na região é de 64 cm segundo a tábua de maré para Florianópolis (Marinha do Brasil, 2018).

Os sedimentos presentes na zona costeira são majoritariamente retrabalhados (KLEIN et al., 2016) enquanto que os sedimentos modernos da Plataforma Interna podem ter parte de sua origem da pluma do Rio da Plata (MAHIQUES et al., 2004; MAHIQUES et al., 2008), transportada pela Corrente Costeira do Brasil (SOUZA & ROBSON, 2004, apud NAGAI et al., 2014) e pode chegar até a Ilha de São Sebastião (MAHIQUES et al., 2004; NAGAI et al., 2014), litoral norte de São Paulo.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Estratigrafia de sequências

O estudo de interações de rochas sedimentares dentro de um arcabouço cronoestratigráfico de camadas de mesma gênese, limitadas por superfícies erosivas ou de não-deposição, ou ainda, por suas correlações relativas se dá pela Estratigrafia de Sequências (FÁVERA, 2001). É a ferramenta que proporciona o entendimento dos hiatos deposicionais, sua gênese e magnitude temporal.

4.2 Principais forçantes

A essência da Estratigrafia de Sequências é compreender a pertinência das forçantes atuantes na sedimentação e, assim, seu objetivo em estudar e compreender os processos e possíveis causas que regem a ciclicidade na gênese das sequências deposicionais (HOLZ, 2012).

Os principais fatores que regem as mudanças dos padrões de estratos e a distribuição de litofácies são:

1. Subsidência tectônica;
2. Eustasia;
3. Aporte sedimentar;
4. Clima.

Os deslocamentos de origem tectônica afetam o substrato das bacias, podendo criar espaço de acomodação dado pela subsidência do mesmo, onde a subsidência se acentua em direção ao centro da bacia (FÁVERA, 2001).

Quanto à eustasia, Fávera (2001) a cita como elevação ou queda global das águas oceânicas em relação ao centro da Terra (Figura 2). Em suma, o fenômeno da eustasia ocorre da resultante de diversos fenômenos físicos e químicos (p.ex. Ciclos de Milankovich) que afetam a variação do volume de água líquida, diretamente ou não, presente nos oceanos.

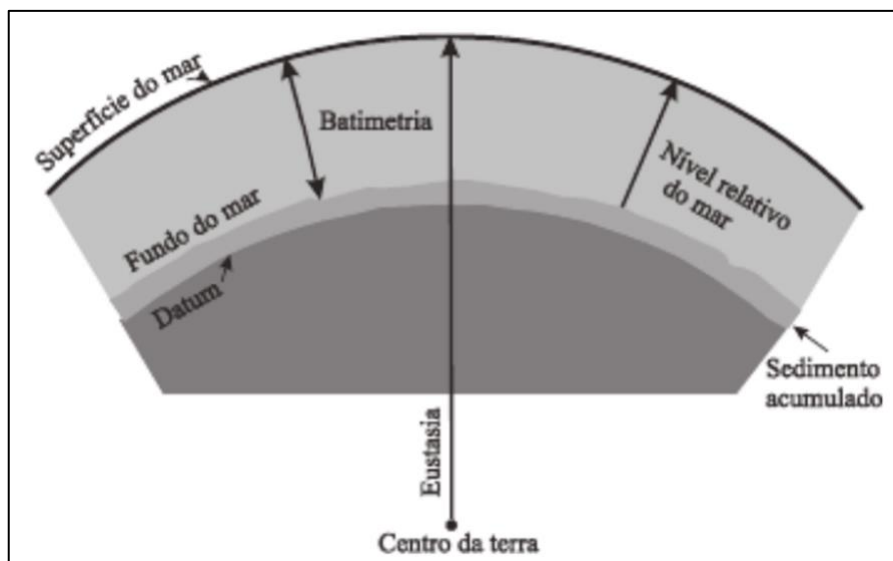


Figura 2: Estuasia por Posamentier et al. (1988) apud Fávera (2001).

Da combinação entre subsidência e eustasia temos a variação relativa do NMM, que trará implicações importantes no estabelecimento do espaço de acomodação, em que a deposição da bacia sedimentar ocorrerá (FÁVERA, 2001).

O aporte sedimentar diz respeito à quantidade de sedimento disponível a ser despejado no espaço de acomodação. Somada à taxa de criação de espaço de acomodação, a taxa de sedimentação estabelece se o ambiente estará em subida ou descida no NMM ao alterar ou conservar a profundidade da bacia (batimetria) (FÁVERA, 2001).

Por fim, o clima influencia no tipo de sedimento disponível (p.ex. varvitos em sistemas aluviais glaciais) (FÁVERA, 2001).

4.2.1 Tratos de Sistema

A principal unidade da Estratigrafia de Sequências é a sequência deposicional, ou simplesmente sequência. Em uma sequência, os padrões de deposição (fácies) podem estar associados a diferentes posições do NMM, que também são marcadas por discordâncias ou concordâncias relativas. O conjunto de tais padrões de deposição dão origem aos tratos de sistemas, que dividem uma sequência. Os tratos descritos por Ribeiro (2001), sistema são:

1. Trato de Sistema de Regressão Forçada (TSR), onde o NMM cai e com ele, os sistemas costeiros avançam na Plataforma e migram em direção ao talude. Ao mesmo tempo, os rios costeiros erodem a Plataforma.

2. Trato de Sistema de Nível Baixo (TSNB), onde o NMM se estabiliza em sua posição mais baixa. Nesta fase, há deposição dos vales incisos e, se o aporte sedimentar permitir, os sistemas costeiros podem progradar.
3. Trato de Sistema Transgressivo (TST), onde o NMM volta subir, onde eventualmente o aporte sedimentar é menor que a taxa de acomodação e os sistemas costeiros avançam em direção ao continente. Ainda, os vales incisos se tornam estuários e por ventura são inundados, cessando a deposição fluvial. Seu limite superior é marcado por uma Superfície de Máxima Inundação (SIM), que representa a superfície deposicional no momento de máxima transgressão da linha de costa, onde sedimentos marinhos podem sobrepõem depósitos costeiros.
4. Trato de Sistema de Nível Alto (TSNA), onde o NMM atinge seu máximo, em uma sequência. Nessa fase tanto agração e progradação ocorrem nos sistemas costeiros e a SIM é seu limite inferior.

4.3 Margens passivas

Margens passivas são definidas por Summerfield (1991) como sendo aquelas que não apresentam tectonismo altamente ativo e intenso, uma vez que estão localizadas em limites divergente de placas tectônicas. As margens passivas do tipo divergentes, caso da área de estudo, passam por duas fases em sua evolução (THOMAS & SUMMERFIELD,1987). A primeira fase (rifte) se dá pelo afinamento da litosfera com provável soerguimento associado (Figura 3A), enquanto a próxima etapa (subsidência) apresenta subsidência ao passo que a margem esfria e é submetida à acumulação ao longo da borda continental (Figura 3B).

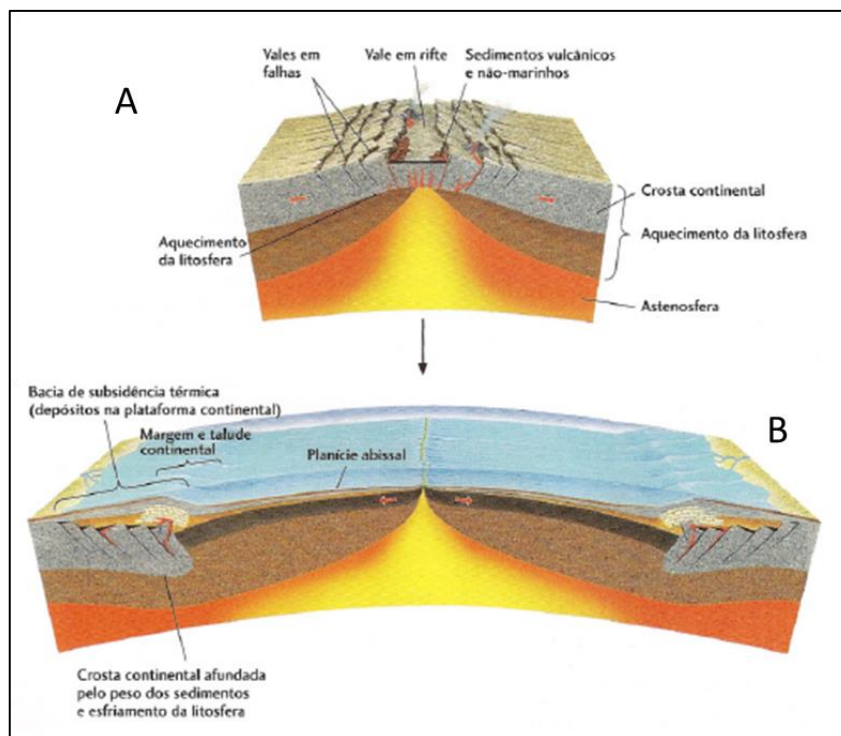


Figura 3: Formação de um oceano de margem passiva. A) fase rife; B) Abertura do oceano. Modificado de Press et al. (2006).

4.4 Atividade sísmica na margem passiva brasileira

Apesar de inserido na estável Plataforma Sul-Americana, estudos sismológicos desde a década de 1970 mostram que a sismicidade no Brasil não pode ser negligenciada (PRESS et al., 2006).

Especificamente no Brasil, a origem do neotectonismo está ligada diretamente à abertura do Atlântico Sul e à consequente migração do continente sul-americano que ocorre até os dias atuais, e, portanto, tal movimentação exerce uma compressão geral E – W no território brasileiro, podendo reativar falhas pretéritas e gerar sismos (HASUI, 1990).

Atualmente, em estudos voltados à neotectônica, se utiliza alinhamentos estruturais (p.ex.p.ex. serras cristalinas e drenagem de vales retilíneos) na identificação desses eventos. Ao mesmo tempo, estudos recentes vêm relatando atividades de sismos na Plataforma Continental (SOUZA et al., 2008; ASSUMPÇÃO, 2011). Ademais, nas proximidades da área de estudo, na região da Baía de Tijuca, Cooper et al. (2016) identificam falhas e deformações do pacote sedimentar depositados no quaternário tardio.

4.5 Sistema barreira

Nos ambientes costeiros, as áreas de interface terra-mar podem conter diversos setores, que são definidos pela herança geológica e pela dinâmica física do meio. Dentre eles, encontram-se as falésias, ilhas, estuários, planícies costeiras, tombolos, barreiras arenosas, etc. (Figura 4).

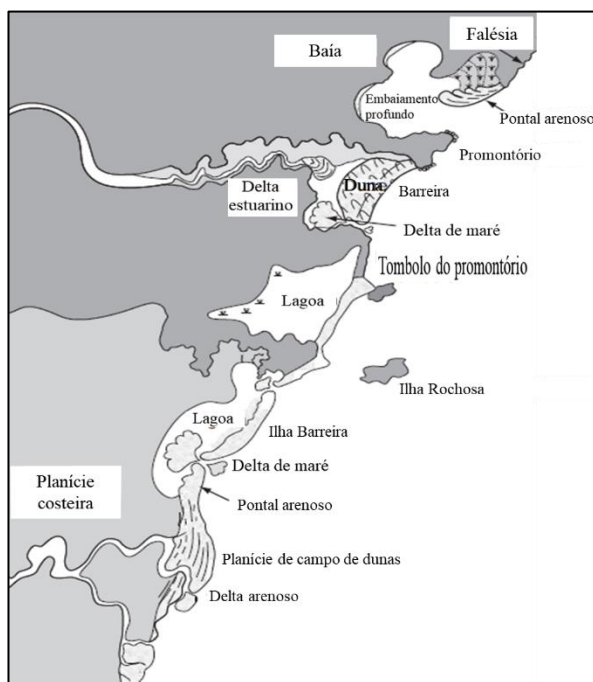


Figura 4: Possíveis ambientes de deposição em costas temperadas, latitudes onde a área de estudo se insere. Modificado de Cooper (2007).

Os sistemas de barreira como um todo geram um corpo estreito de sedimentos alongados paralelamente em direção à deposição ao oceano, ou à linha de costa (BOGGS, 2005).

Os sistemas barreira ocupam uma proporção significativa do litoral mundial. São compostos principalmente de areia, com uma minoria significativa de barreiras dominadas por cascalho concentradas em áreas anteriormente glaciadas (ORFORD et al., 1991). As ilhas de barreira, no oceano, ocorrem em cerca de 10% das zonas costeiras (STUTZ E PILKEY, 2011), que somadas aos exemplos ligados ao continente (sistemas de laguna-barreira), as barreiras compõem cerca de 15% da costa oceânica do mundo (DAVIES, 1980). Ainda, também são difundidas em locais de baixa energia, com limitações de lagoas e baías (COOPER et al., 2007; PILKEY et al., 2009).

Ilhas barreira são cercadas por todos os lados por ambientes que são regularmente submersos. Assim, uma ilha tem em sua frente o oceano aberto e uma laguna a separa do

continente. Elas são delimitadas em cada extremidade por entradas que permitem a troca de água e sedimentos entre o ambiente lagunar e de mar aberto.

Diferentemente das Ilhas Barreiras, num sistema Laguna-Barreira, com exceção da parte anexada ao continente, ambientes submersos (e. g. pântano, lagoa ou estuário) cercam a barreira. As lagoas formadas entre as barreiras e o continente variam consideravelmente em largura (POPP, 1987). Uma abertura pode ou não estar presente, através da qual a água flui entre a lagoa e o oceano. Em alguns casos, essas aberturas são características efêmeras ou sazonais regidas pelo do fluxo de água doce (COOPER, 2001).

Em termos morfodinâmicos, as barreiras são sistemas sedimentares dinâmicos e não consolidados, respondendo a vários fatores. Dentre esses fatores, em longo prazo, temos as mudanças de nível do mar ou dos padrões de tempestade (COOPER et al., 2018, apud STONE et al., 2004; HOUSER et al., 2008).

As aberturas em ambos sistemas de barreiras podem ou não conter deltas de enchente e vazante (Figura 5). A presença e a morfologia desses deltas são controladas pelas forças relativas das ondas e correntes de marés, juntamente com a exigência de um espaço de acomodação adequado para se formarem (OERTEL, 1985).

Os sedimentos da parte posterior da barreira são depositados em vários sub-ambientes da lagoa, em direção ao continente. Depósitos de leques de sobrelavagem (*washover*) ocorrem quando ondas de tempestade transpassam e erodem as barreiras, depositando lóbulos de sedimentos na lagoa (Figura 5). Os sedimentos de leques de sobrelavagem consistem predominantemente de areia de grão fino a médio, que exhibe laminações planares sub-horizontais de estratificação em direção ao continente.

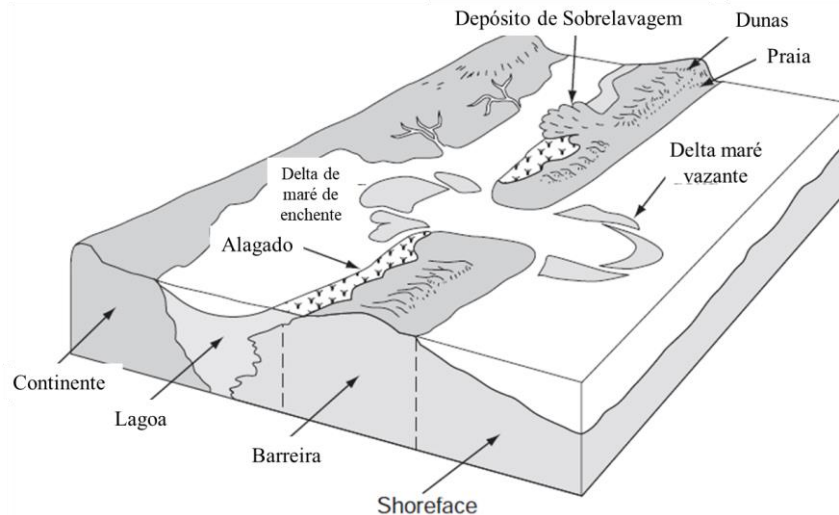


Figura 5: Principais ambientes de sedimentação possíveis em um sistema laguna-barreira ou ilha-barreira. Modificado de Cooper (2007).

Por fim, Cooper et al., (2018) demonstram que a herança geológica do ambiente em que uma barreira se formará, juntamente com as forças físicas do meio, governam a morfologia das barreiras, tornando esses sistemas ímpares em relação aos seus semelhantes, em uma evolução de mesoescala.

4.6 Investigação Geofísica

Diferentemente da análise de amostras de matérias *in situ*, como na Geologia, a Geofísica utiliza os fundamentos matemáticos e físicos afim de investigar a Terra, onde os dados a serem analisados provêm de parâmetros físicos, que variam de acordo com a composição de um meio, tanto lateralmente, como verticalmente. Assim, atividades são desenvolvidas em diferentes escalas, variando entre estudos de evolutivos de uma determinada costa em processos erosivos, em microescala, até estudos de disposição de camadas litológicas que compõem o interior da Terra. (KEAREY et al., 2009)

Uma das diversas ferramentas da Geofísica, a sísmica baseia-se na propagação e reflexão de ondas acústicas que são transmitidas através da coluna d'água e das camadas sedimentares. Assim, o sinal refletido é caracterizado pela quantidade de energia que passa de um meio para o outro que, por sua vez, depende do tipo de sedimento, da rugosidade do fundo, da impedância acústica e do ângulo de incidência do sinal acústico emitido (AYRES NETO, 2000).

4.6.1 Método Sísmico de reflexão

O método sísmico de reflexão emprega os princípios da ótica geométrica que regem a reflexão de ondas planas incidentes numa superfície refletora (MARTINS, 2001). O princípio físico que define se haverá, ou não, tais reflexões é o contraste de impedância entre dois meios. A impedância, neste contexto denominada impedância acústica, é dada pelo produto entre densidade e a velocidade da onda no meio:

$$I = \rho V,$$

Onde, I é a impedância acústica, ρ é a densidade do meio e V é a velocidade do som no meio.

Segundo Souza (2006), a diferença de impedância acústica dada pela diferença de densidade dos meios se comporta como um filtro para a onda, que terá parte de seu feixe refletido, enquanto outra parte segue propagando no meio e eventualmente também pode refletir. As ondas refletidas são captadas pelos hidrofones arranjados (Figura 6). Por fim, Sylwester (1991) conta que a reflexão da onda está diretamente relacionada com a diferença de densidade dos meios.

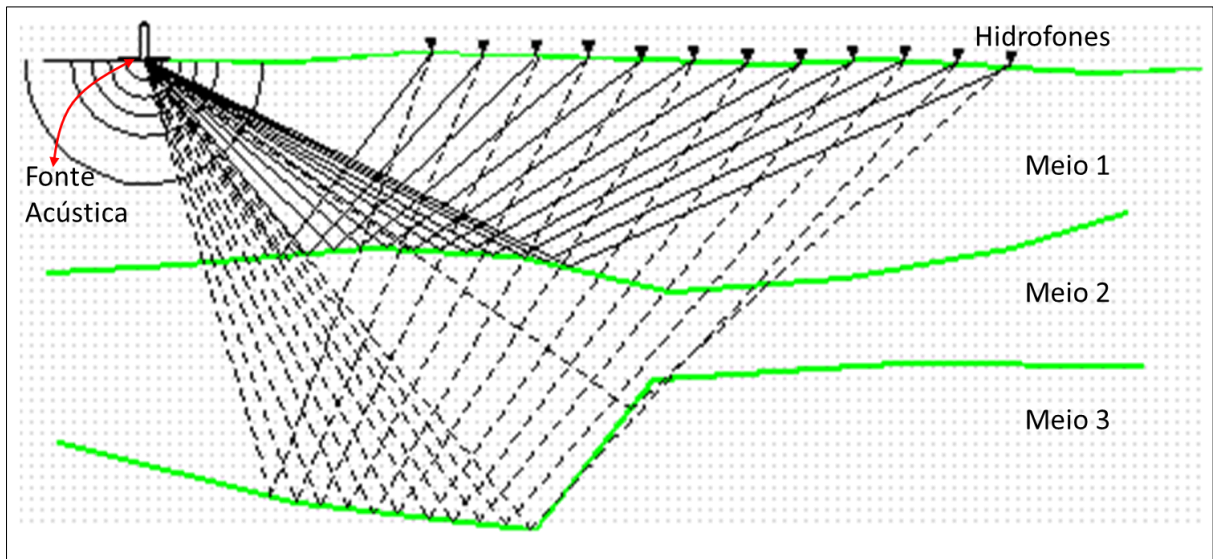


Figura 6: Ondas diretas e refletidas (Modificado de EEG-GEOFISICA).

Durante eventos de variação do NMM, a deposição de sedimentos pode variar tanto em quantidade, como em qualidade (p.ex.p.ex. granulometria e tamanho), com a deposição de origem continental e fluvial em meio oceânico e vice-versa. Essa variação de textura e volume

sedimentar apresenta estratos de densidades variadas. Isto posto, a sísmica de reflexão de alta frequência (500 – 20.000 Hz), baixa penetração e alta resolução pode ser utilizada para fins de análise e identificação de estruturas superficiais e de subsuperfície do assoalho marinho (SYLWESTER, 1991), como por exemplo paleocanais e paleobarreiras relacionados a eventos de subida e descida relativa do NMM, ou ainda, para mapeamento e quantificação de minerais (p.ex. MARTINS, 2017).

No mapeamento sísmico de uma região, aspectos como a escala dos objetos a serem analisados são importantes na definição da resolução a ser usada e, conseqüentemente, qual o tipo de equipamento, afirmam Morang et al. (1997). Nesse contexto, Souza (2006) atribui para cada método de investigação um objetivo específico (Figura 7), onde determinados equipamentos devem ser utilizados para diferentes tipos de investigação.



Figura 7: Ilustração esquemática a respeito dos métodos de investigação, seus objetivos, frequências de operação e modelo de funcionamento. Fonte: Souza (2006).

4.6.2 Sismoestratigrafia

A interpretação estratigráfica dos dados sísmicos através da abordagem geológica, através do conceito de Estratigrafia de Sequências, é dada pela Sismoestratigrafia (VAIL et al., 1977).

O reconhecimento de que refletores sísmicos apresentam natureza cronoestratigráfica e que podem ser tratados como linhas de tempo, é o alicerce da sismoestratigrafia. Segundo Ayres & Neto (2004), o mapeamento da morfologia do assoalho oceânico e a exploração da espessura, natureza e estruturas da coluna sedimentar, podem ser feitos através do método sísmico de reflexão.

Entretanto, a associação dos refletores sísmicos com camadas estratigráficas, deve considerar que as reflexões sísmicas não precisam corresponder aos contatos geológicos necessariamente, uma vez que elas representam linhas de tempo (síncronas), que eventualmente refletem as ondas sonoras. Tais reflexões são dadas pela mudança relativa de impedância acústica do meio, também ocorrem quando há a presença de encontros de limites de unidades litológicas de diferentes linhas litológicas (diácronas), caracterizando superfícies de discordância, segundo Ribeiro (2001).

Da Estratigrafia de Sequências, Vail (1987) define os procedimentos para se efetuar interpretações sismo-estratigráficas na análise de uma bacia sedimentar. A partir das sequências sísmicas, discontinuidades dos padrões de terminações são identificados (Figura 8), unidades sismoestratigráficas são reconhecidas, e então, a análise sismofaciológica é realizada. Da análise sismofaciológica, se faz a correlação das sequências deposicionais, interpretação do ambiente deposicional e estimativa das litofácies (MITCHUM et al., 1977).

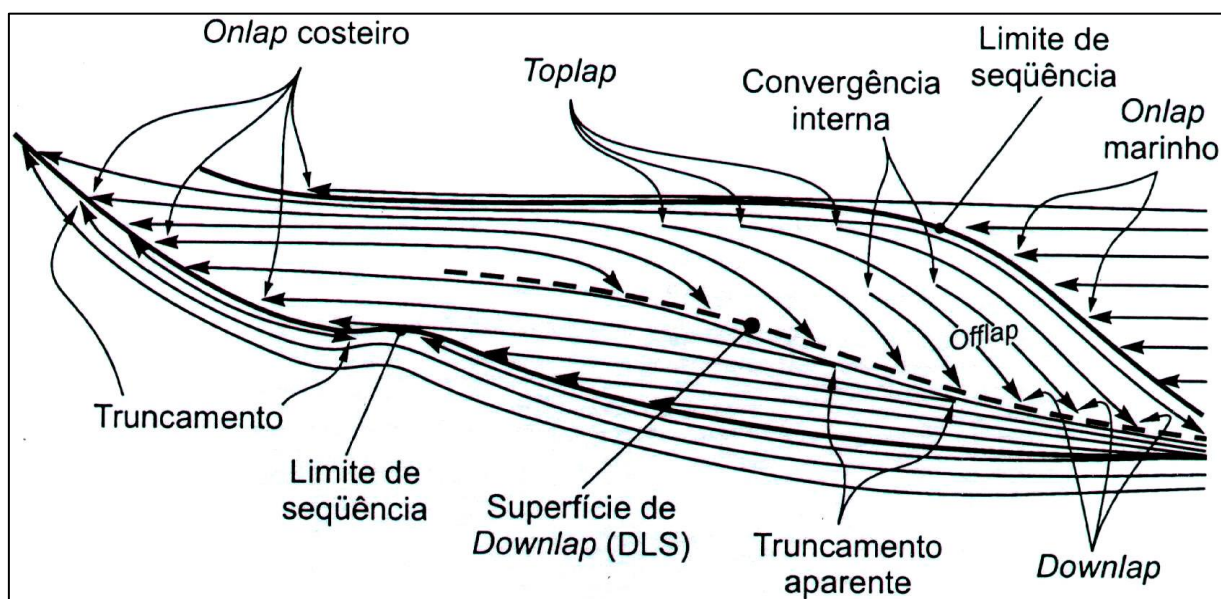


Figura 8: Padrões de terminação de reflexão em sequência a serem encontrados em um perfil sísmico (VAIL et al., 1987 apud SEVERIANO RIBEIRO, 2001).

Na análise de sismofacies, as configurações internas das reflexões são atributos valiosos para a interpretação do ambiente deposicional em questão. Assim, Mitchun et al. (1977), apud Ribeiro (2001) descrevem os padrões de disposição de refletores que por ventura aparecem nos perfis sísmicos (Figura 9).

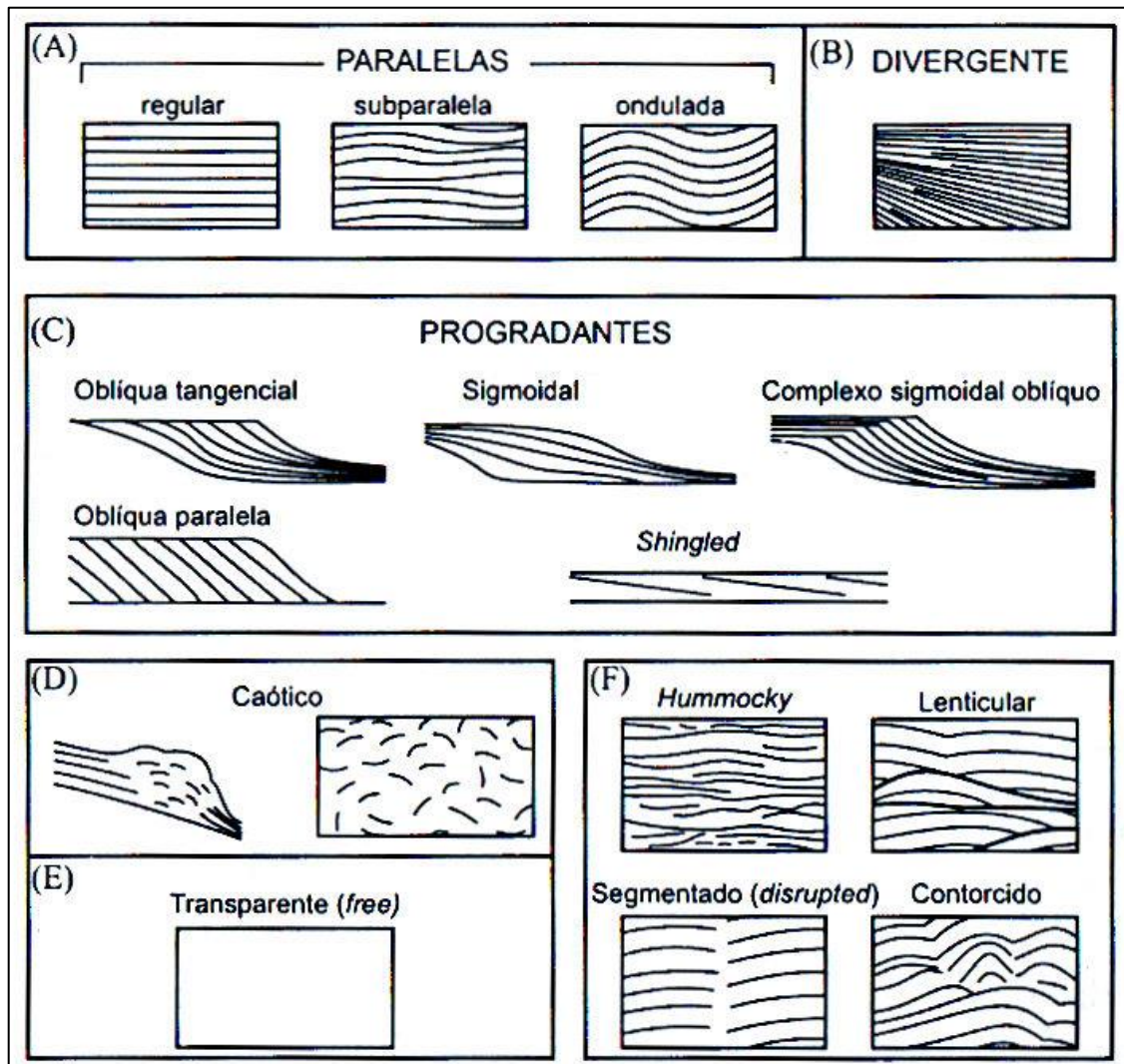


Figura 9: Padrões de configuração de reflexões sísmicas: (A) Paralelas e Subparalelas; (B) Divergente; (C) Progradantes; (D) Caótica; (E) Transparente; (F) Hummocky, lenticular, segmentada e contorcida (MITCHUM et al. 1977a apud SEVERIANO RIBEIRO, 2001).

Algumas interpretações dos padrões de refletores são descritas por Mitchun et al. (1977), apud Ribeiro (2001):

- Configurações paralelas e subparalelas indicam taxa de deposição uniforme sobre uma superfície estável ou uniformemente subsidente (ou bloco subsidente);
- Configurações divergentes mostram variações na taxa de deposição e/ou inclinação progressiva do substrato, concomitantemente com a sedimentação;

- Configurações progradantes ocorrem em áreas onde os estratos se superpõem lateralmente, consistindo em superfícies inclinadas cliniformas (paralelas e tangenciais, sigmoidais e *shingled*), que diferem em função das variações na razão de deposição e profundidade da lâmina d'água;
- Configurações caóticas apresentam reflexões discordantes e descontínuas, sugerindo um ambiente deposicional de alta e variável energia, deformações recentes ou pós-deposicionais, tais como dobramentos, falhas, estruturas de escorregamento ou convolutas;
- Configurações transparentes onde há ausência de reflexões indicam pacotes sedimentares intensamente redobrados ou litologias homogêneas (p.ex. arenitos espessos);
- Configurações *hummocky* apresentam segmentos de reflexões subparalelos, irregulares e descontínuos, gerando um padrão aleatório, marcado por terminações de reflexões desordenadas. Interpreta-se tal configuração como estratos formando pequenos lobos interdigitados e inclinados, em frente de escorregamento de pequenas lâminas d'água.

Ainda sobre a interpretação de sismofacies, a amplitude, em conjunto com a continuidade lateral do refletor sísmico são importantes para sua interpretação e, em seguida, do modelo geológico da área. Amplitudes de alta e baixa energia, contínuas ou descontínuas podem ser encontradas (Figura 10). Quando há refletores de alta amplitude e continuidade considerável, se trata de uma alternância de alta e baixa energia (extremos de energia bem reconhecidos e distintos) em um meio relativamente extenso e uniforme (p.ex. arenito), ao passo que baixa amplitude e pouca continuidade implicam energia variável durante a deposição (variação energética aleatória, sem eventos energéticos extremos identificáveis), afirma Ribeiro (2001).

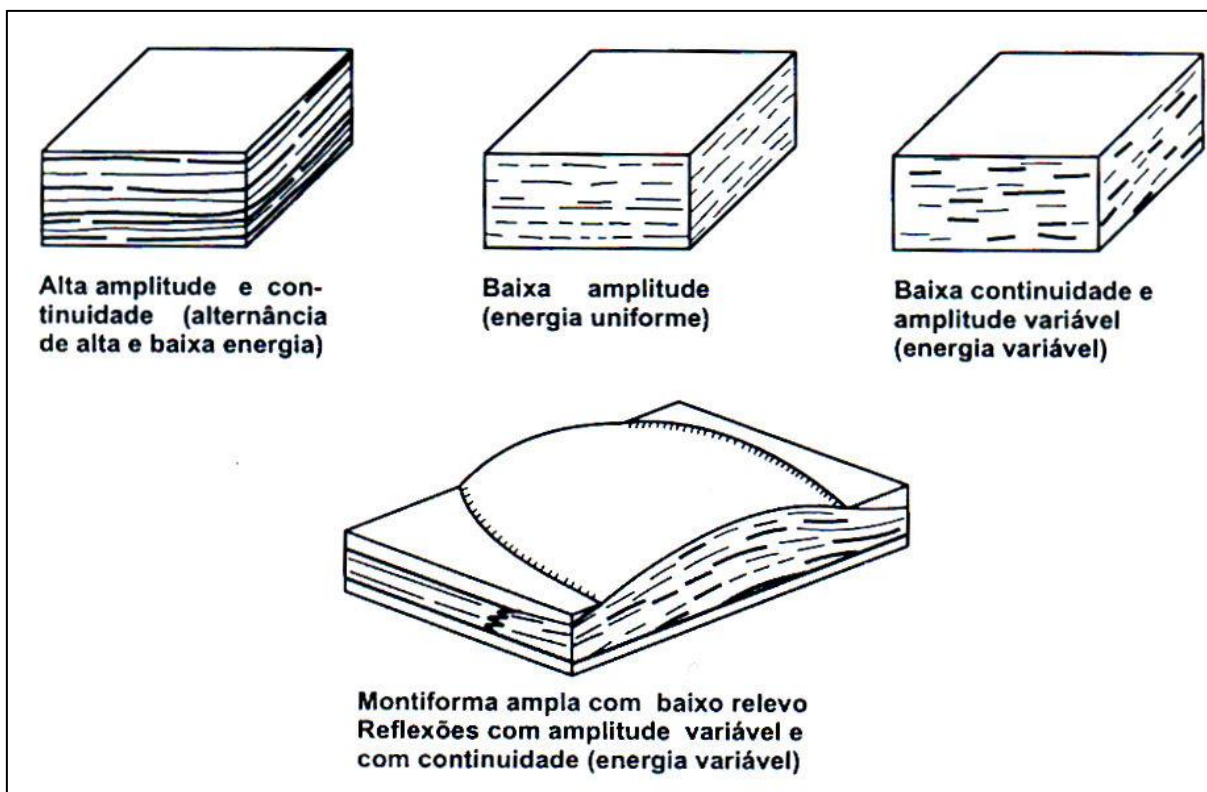


Figura 10: Modelos mostrando diferentes comportamentos de amplitudes e continuidade, de acordo com a energia do ambiente deposicional (MITCHUM JR et al. 1977 apud RIBEIRO, 2001)

A geometria (forma externa) da fácies sísmica exprime a expressão em 3D da fácies estudada, constituindo uma característica importante para a análise do meio deposicional. Os principais tipos são os lençóis (*sheet*), cunhas (*wedges*), bancos (*banks*), lentes (*lens*), montiformas (*mounds*) e preenchimento de canal (Figura 11).

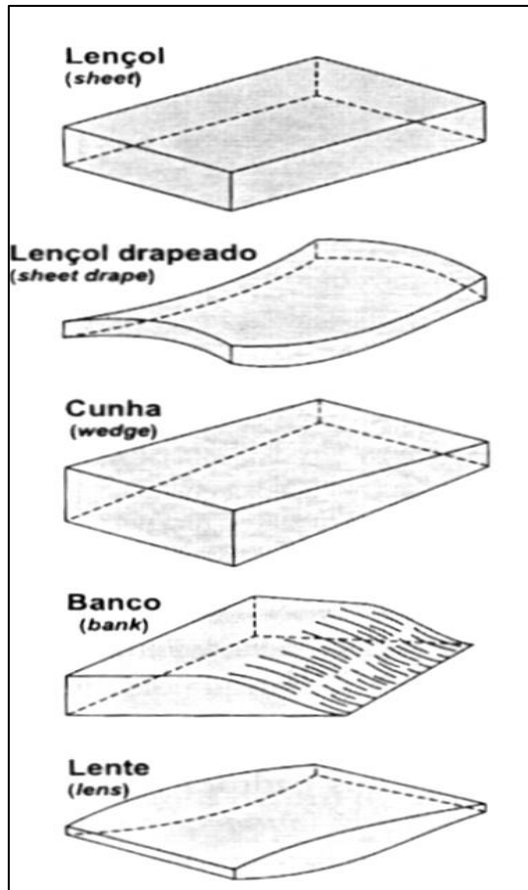


Figura 11: Formas externas de unidades de fácies sísmicas (MITCHUM JR et al. 1977 apud RIBEIRO, 2001).

Padrões de preenchimento são interpretados como estratos que preenchem feições negativas de uma superfície deposicional, sendo ela erosiva ou não, onde sua forma externa pode representar preenchimento de canal, de cânion submarino, de depressão, de bacia ou sopé de talude (Figura 12).

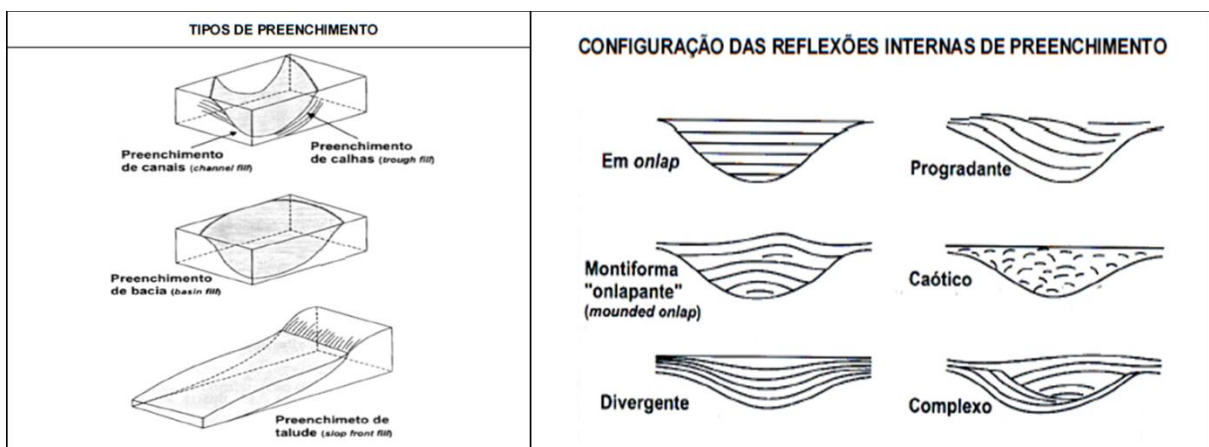


Figura 12: Geometria externa e configuração das reflexões internas de preenchimento (Modificado de RIBEIRO, 2001).

4.6.3 . Filtros e Ganhos

Pelo fato de que os hidrofones não serem seletivos quanto aos sinais sonoros coletados, alguns filtros devem ser utilizados afim de remover respostas acústicas fora do interesse da pesquisa. Um filtro amplamente utilizado é o passa-banda (Figura 13), o qual Brunetta (2005) afirma ser um filtro que estipula qual faixa de frequência é útil e a única a ser utilizada (MARINO et al., 2013).

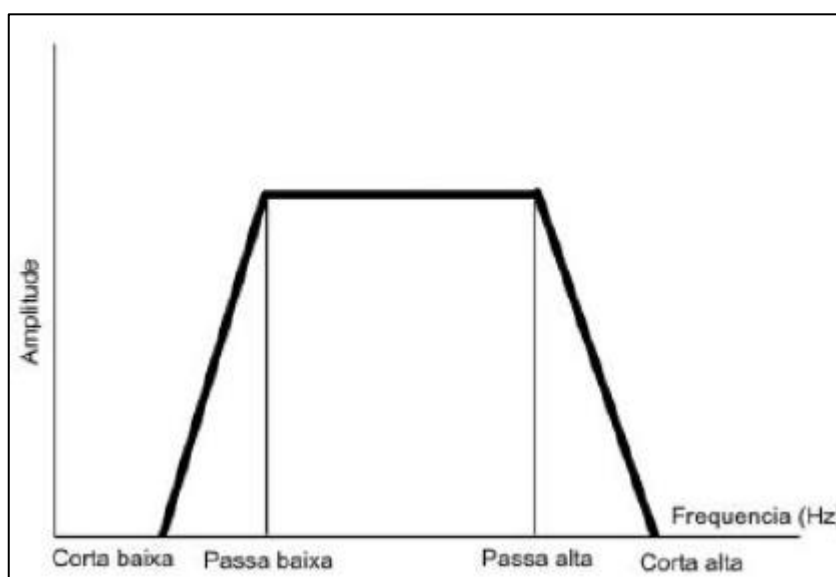


Figura 13: Filtro passa banda (BRUNETTA, 2005).

Tal método de “corte” do espectro de frequência pode ser feito de diversos métodos. Várias vezes o uso de tal filtro pode trazer incertezas, o que nos leva à necessidade da prática de tentativa e erro até que a imagem sísmica seja coerente (BRUNETTA. 2005).

Além do passa banda, também se utiliza o Filtro *Swell*. Tal filtro nos dá a correção estática que restaura a coerência de um perfil sísmico de alta resolução. Tal coerência é perdida quando há um movimento relativo entre a fonte e o receptor dado pelo movimento das ondas do mar (CHESAPEAKE TECHNOLOGY, 2016).

Com a atenuação do sinal sísmico aumentando conforme ele viaja pelo meio, o retorno do mesmo que chega nos hidrofones pode não ser suficiente para a representação dos refletores sísmicos (KEAREY et al., 2009). Por esse motivo, ganhos em cima do sinal acústico devem ser utilizados.

Por ser efetuado através de formulações matemáticas que dependem do tempo, o uso de um único ganho pode não abranger toda extensão, em termos de profundidade, do perfil

sísmico. Assim, em geral, se utiliza mais de um tipo de ganho do sinal acústico. O AGC (do inglês *Automatic Gain Control*), é o tratamento onde se trabalha com a equalização de uma janela (em milissegundos) do sinal acústico através da amplitude média do intervalo (Figura 14), que tipicamente varia de 250 a 500 ms. Quanto menor os intervalos, mais pronunciado é o efeito do ganho.

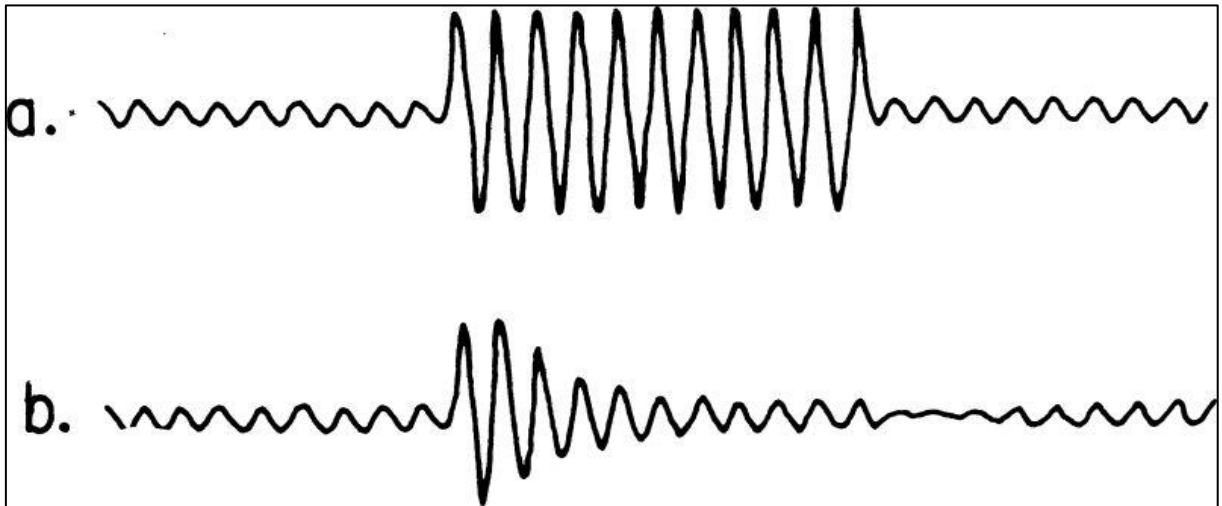


Figura 14: Sinal acústico modificado pelo AGC. O AGC restaura gradualmente o sinal para o mesmo nível após um aumento ou diminuição na amplitude de entrada em uma janela de tempo. Em “a” o sinal sem o ganho AGV e em “b” o mesmo sinal com ganho aplicado. Fonte: <https://wiki.seg.org>.

Apesar de grande utilidade, o AGC não é eficiente quando se trata de refletores mais profundos, uma vez que a atenuação do sinal acústico interfere no resultado. Para sanar este problema, outro ganho bastante utilizado é o TVG (do inglês *Time Varied Gain*). O TVG amplifica os sinais mais distantes no tempo e se comporta inversamente proporcional à perda de transmissão de energia da onda (Figura 15).

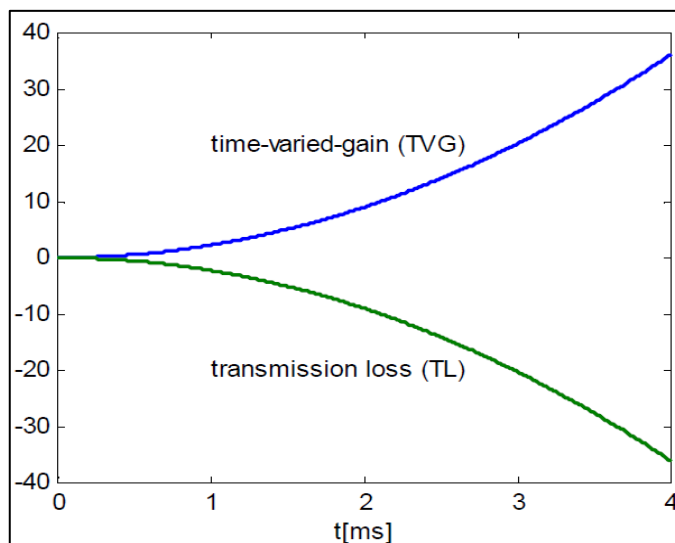


Figura 15: Ganho TVG apresenta comportamento inverso à perda de transmissão de energia da onda (MOSZYNSKI e STEPNOWSKI, 2018).

4.7 Modelo Digital

Com a impossibilidade de coleta de dados densa para reconhecimento de uma superfície (geração de modelo digital), por motivos de tempo e recurso investidos, o uso de interpoladores faz-se necessário na reconstrução de uma superfície através de dados disponíveis.

Pelo fato de que o presente trabalho apresentar dados relativamente escassos para a interpolação de superfícies, o método utilizado para interpolação mais adequado seria um do tipo exato, que respeita os dados inseridos na interpolação e os utiliza na geração da superfície (MATOS, 2005). Assim, o método utilizado foi a Krigagem.

O objetivo da Krigagem é gerar uma superfície com erros dos valores avaliados e do modelo estatístico da superfície minimizados (MATOS, 2005). A mesma autora sugere que tal método seja o mais notável método de interpolação. A partir da Krigagem Normal, que parte do princípio que a média da amostra não seja a melhor representação dos valores da média da população, este método estima valores apenas próximos dos pontos vizinhos, sendo o mais adequado para a interpolação de dados de terreno (MAUNE et al., 2001)

Tal interpolador se assemelha ao interpolador por médias ponderadas, onde se confere peso aos valores de acordo com os números de vezes que estes aparecem na amostra, com a adição de uma atribuição de peso aos valores a partir de suas disposições no espaço. Ademais,

as estimativas não são tendenciosas com variância mínima, gerando resultados elegantes (MATOS, 2005).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada no presente trabalho (Figura 16) é composta em um primeiro momento pela análise de dados geofísicos de alta resolução, que por sua vez, levou à análise espacial de paleocanais encontrados, bem como da correlação de um possível alinhamento de falhas e dobras nas adjacências, em mesoescala. Por fim, uma interpolação de superfície foi realizada para correlação com a drenagem proposta.

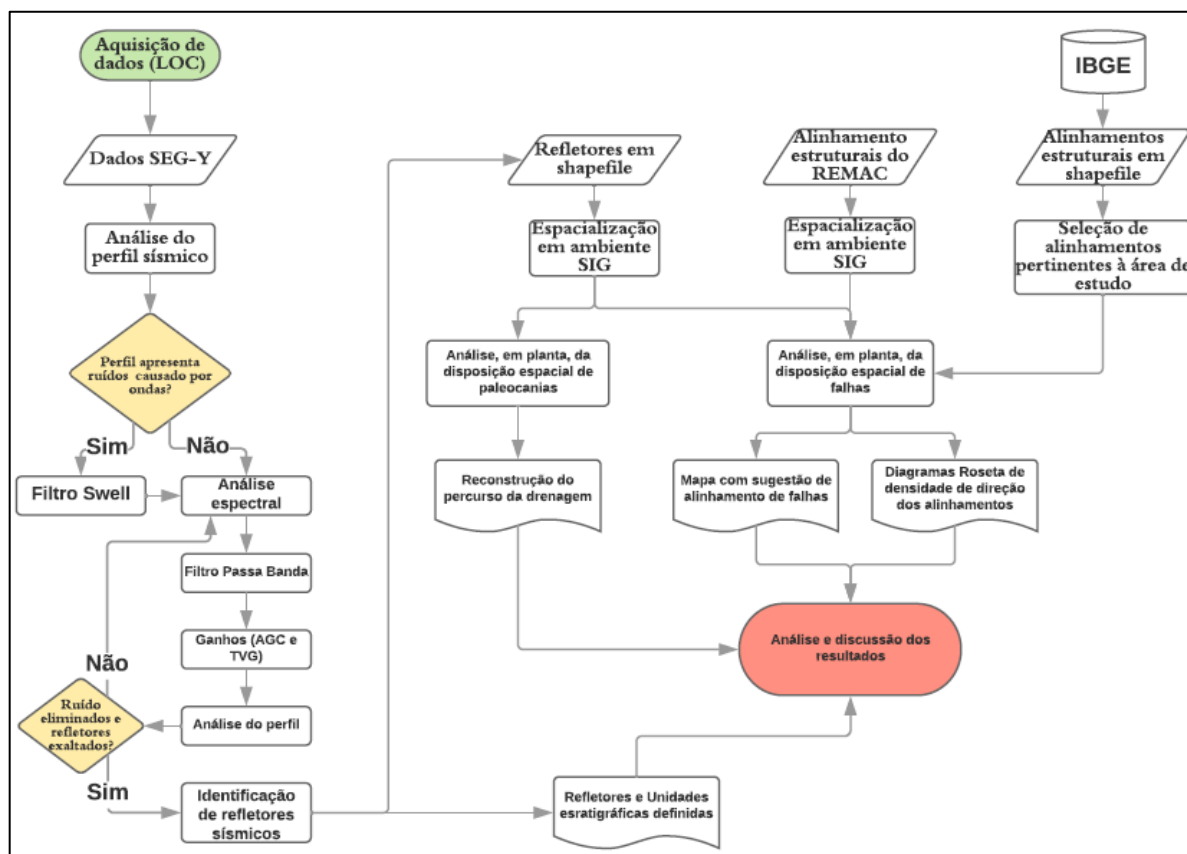


Figura 16: Fluxograma esquemático do desenvolvimento da pesquisa. Os dados de sísmica foram cedidos pelo Laboratório de Oceanografia Costeira e os dados de alinhamento estrutural do IBGE estão disponíveis online gratuitamente. Os dados de alinhamento de falhas da literatura foram vetorizados em ambiente SIG. Adaptado de Flemming (2014).

Aquisição dos dados sísmicos

Os dados sísmicos foram obtidos dentro do projeto “*Application of Marine Geophysics to Continental Shelf Evolution: Control of Sediment Supply on Nearshore Stratigraphy*” e cedidos pelo Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC) - UFSC. Foram utilizados na

aquisição dos dados sísmicos, um perfilador sísmico 100J C-Boom *Boomer single channel* (Figura 17a), que trabalha na faixa de 500 a 2000 Hz, recobrendo aproximadamente 37,79 km de dados sísmicos entre 48°38'0" W – 48°23'0" W e 27°50'0" S – 27°54'0" S (Figura 17). Os dados foram coletados utilizando o programa SonarWiz™, com uma janela de varredura de 100 ms e intervalo de emissão de 250 ms.

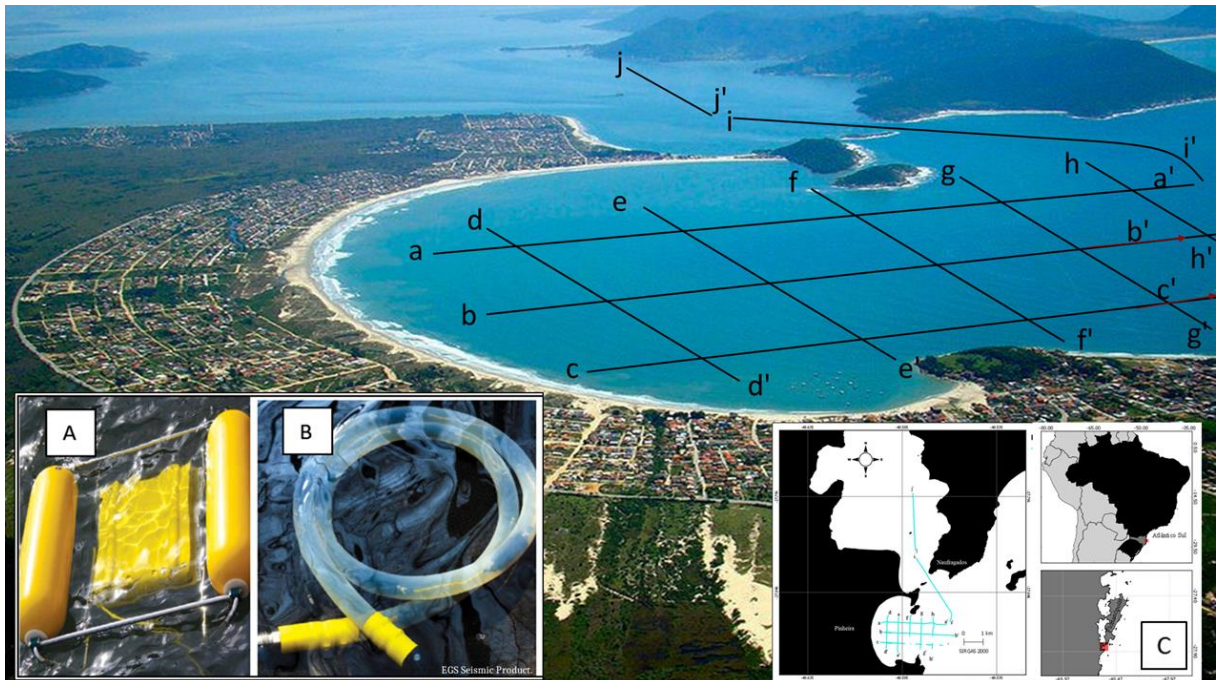


Figura 17: Enseada da Pinheira com as linhas sísmicas aquisitadas. C-Boom boomer (A) e C-Phone hidrofones (B). Mapa de linhas sísmicas aquisitadas (C). Fonte das figuras A e B: EGS Seismic Product.

5.1 Processamento

O processamento dos dados sísmicos foi realizado no software SonarWiz™, de onde se exportou dados em formato shapefile para a confecção de mapas, bem como dados de profundidade de refletores para interpolação do fundo.

5.1.1 Processamento Sísmico

O processamento dos dados de perfilagem3 sísmica seguiu a metodologia proposta por Flemming (2014) disposta no fluxograma (Figura 16). Utilizou-se a aplicação de ganhos e filtros para a eliminação de ruídos nos perfis sísmicos. Para estimar a profundidade dos estratos, adotou-se uma velocidade de propagação de 1600 m/s, que é a velocidade sugerida pelo

software e que Macedo et al. (2009) mostram ser uma velocidade que abrange areia e lama (Figura 18).

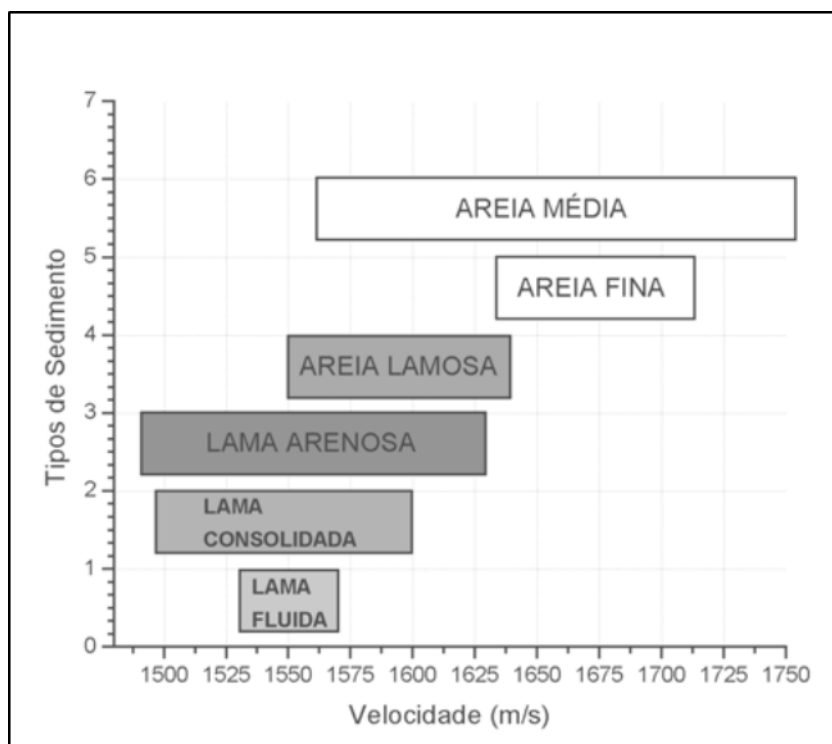


Figura 18: Velocidade do som no sedimento (MACEDO et al. 2009).

Os perfis sísmicos após serem importados em um projeto criado no SonarWiz™, tiveram filtros e ganhos aplicados. Primeiramente, se aplicou o filtro *Swell* para suavização dos refletores. Então, em uma janela de 200 – 2000 Hz foi aplicado o filtro passa banda. Tal intervalo foi definido a partir da janela de frequência que o transdutor do *boomer* trabalha (SOUZA, 2006). Em seguida, o ganho AGC foi aplicado, seguido pelo TVG, onde se intensifica os sinais que retornam em tempos mais curtos e longo, respectivamente (GOMES, 2009).

Com os ruídos retirados e ganhos aplicados, o *bottom track* e os refletores foram delineados no SonarWiz™, com as imagens exageradas verticalmente em 16 vezes. Com os refletores definidos, análises em 3D entre os perfis para melhor visualização de suas continuidades laterais e, assim, entender como se estabelecem as distribuições espaciais. Além disso, também se mediu as feições identificadas (p.ex. paleocanais).

Para a observação dos refletores, filtros e ganhos foram utilizados. Começando pelo filtro *swell*, a determinação automática do *bottom track* (reflexão do fundo marinho) foi realizada ao ajustar os parâmetros “*blanking*”, “*duration*” e “*threshold*”. Eventualmente, algumas correções manuais foram necessárias. Com o *bottom track* definido, o filtro *swell* foi

utilizado para a suavização dos refletores, bem como o filtro passa banda limitou o uso de frequências do sinal que se enquadram na faixa em que o transdutor trabalha, 500 - 2000 Hz. A janela de filtragem do espectro sonoro foi do tipo *Hamming*. Os ganhos AGC e TVG foram aplicados para melhorar a observação dos refletores (Figura 19).

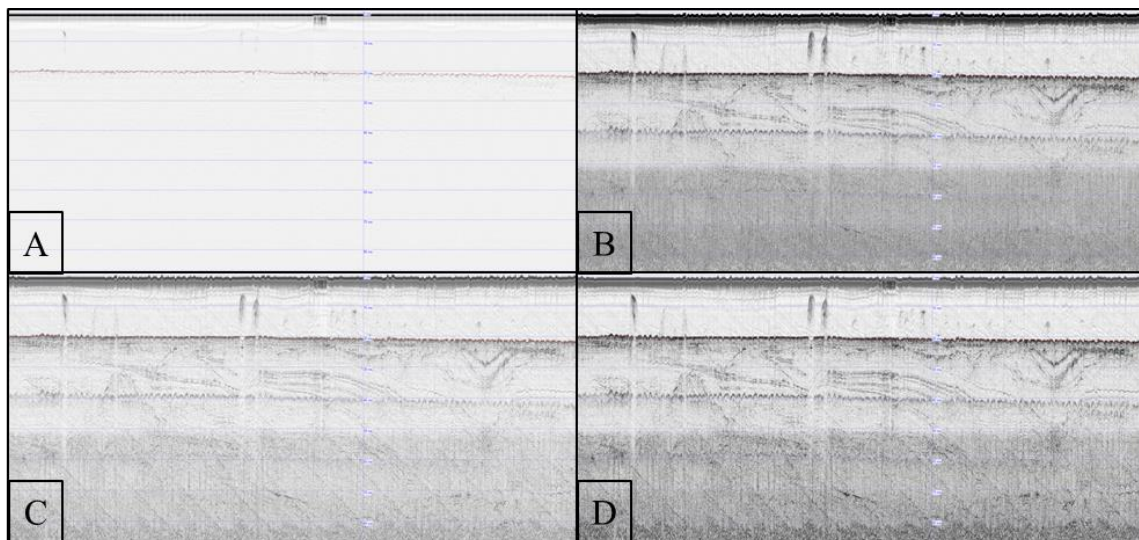


Figura 19: Melhoramento dos perfis sísmicos. A) Sísmica sem ganho ou filtro e *Bottom Track* traçado; B) AGC aplicado (sinal mais superficial é o foco do ganho); C) Passa Banda Aplicado; D) TVG aplicado (sinal mais profundo aplicado). AGG e TVG se completam.

Os refletores identificados foram exportados em formato shapefile e .csv para criação de mapas em ambiente SIG, bem como para a geração do fundo marinho.

5.1.2 Cálculo da vazão dos canais encontrados

Para o cálculo da vazão dos canais encontrados, se fez a identificação e análise dos pontos de talvegue (ponto de maior profundidade do canal), que permitem estimar a vazão dos canais, a partir do cálculo proposto por Dury (1976), onde se relaciona a área dos fluxos encontrados com a vazão:

$$Q = 0,83 * A^{1,09}$$

Onde,

Q = vazão

A = Área transversal do canal

Com base na Equação da Continuidade, podemos encontrar as velocidades de cada canal:

$$Q = v * A$$

Onde, v = velocidade do fluido.

5.1.3 Geoprocessamento

A disposição espacial dos refletores foi realizada no *software* livre QuantumGIS (QGIS), desenvolvido em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), e as interpolação de superfície foi feita no SurferTM a partir dos dados de profundidade extraídos da primeira reflexão (*bottom track*) em um intervalo amostral (*pings*) de 100ms, somando um total de 4458 pontos amostrais, com o método de Krigagem, que melhor se adequou à quantidade de dados disponíveis.

Em um segundo momento, se fez necessária uma análise espacial de falhas encontradas na área de estudo em conjunto com outras descritas nas proximidades da área de estudo. Para tal, um mapa de alinhamentos estruturais se fez necessário. Assim, dados já mapeados por Asmus & Ferreira (1978) e Bitencourt & Nardi (2004) foram utilizados, bem como dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os alinhamentos em mapas foram vetorizados no QGIS ao passo que os disponibilizados pelo IBGE foram selecionados de acordo com a área de estudo. Ainda, para análise direcional do alinhamento proposto, diagramas em roseta comparando a densidade de direcionamento dos alinhamentos foi feita no *software* RockWorksTM (desenvolvido em ambiente CAD – Desenho Assistido de Computador), pela simplicidade de criação do diagrama.

Antes de importados para o RockWorksTM, no *software* ArcGISTM, os vetores de alinhamentos foram segmentados em seus vértices, gerando vetores lineares de 2 pontos apenas (ponto final e inicial). Os novos vetores tiveram sua direção calculada e registrada em uma nova coluna na tabela de atributos do shapefile que continha os vetores. Por fim, esse arquivo shapefile foi convertido para o formato DXF para ser reconhecido pelo RockWorksTM.

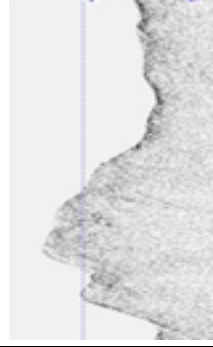
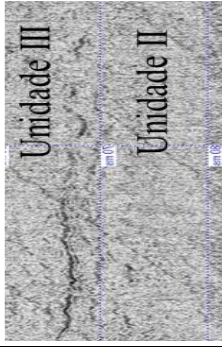
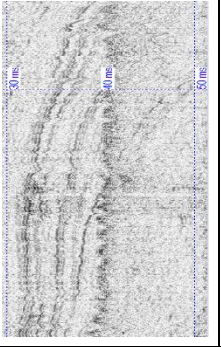
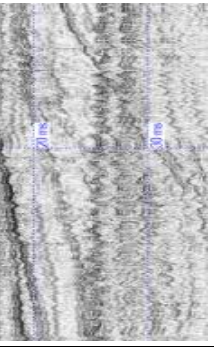
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

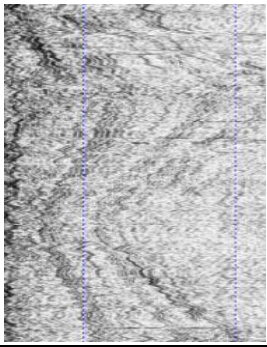
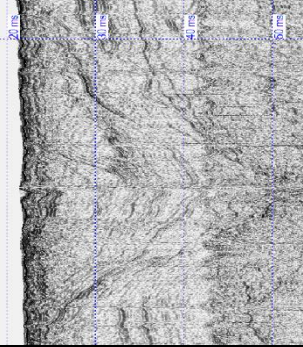
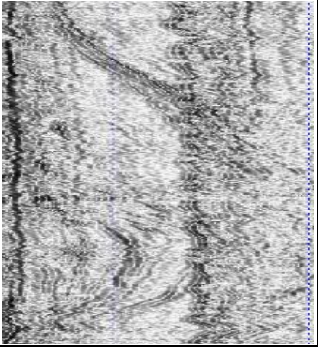
6.1 Unidades sismoestratigráficas

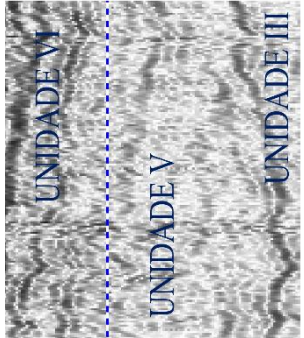
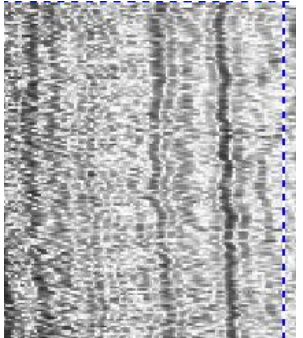
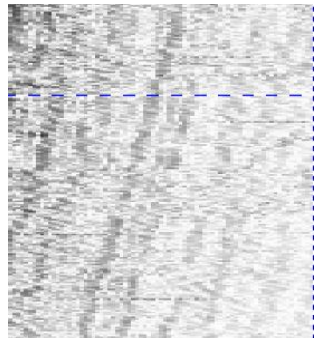
A observação dos refletores nos perfis sísmicos neste trabalho possibilitou a identificação de 7 unidades estratigráficas, compostas por 14 sismofacies (Quadro 1), presentes na enseada e proximidades, atestadas pela continuidade lateral de suas respectivas superfícies, bem como limitadas pelas mesmas. A análise das unidades foi realizada na seguinte sequência:

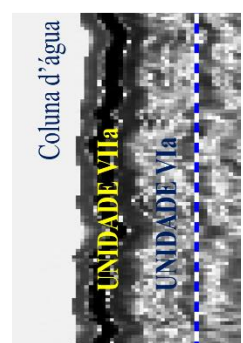

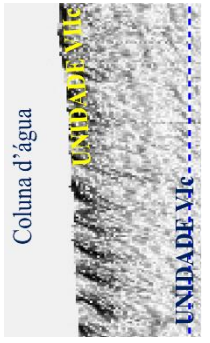
1. Identificação de refletores e suas terminações laterais;
2. Definição das unidades estratigráficas da geometria externa através das terminações laterais;
3. Análise da forma geométrica da unidade estratigráfica;
4. Análise do padrão de reflexão interna das unidades delineadas.

Quadro 1: Descrição das sismofacies observadas bem como seus respectivos padrões de preenchimentos, onde TSNA – Trato de Sistema de Nível Alto; TSNB – Trato de Sistema de Nível Baixo; TST– Trato de Sistema Transgressivo; TSRF – Trato de Sistema de Regressão Forçada.

Recorte sísmico				
Padrão de reflexão interna	Transparente	Transparente	Sigmoidal agradacional; média amplitude;	Refletores oblíquos retrogradacionais; média – alta amplitude
Ambiente deposicional	-	?	Face marinha de um sistema barreira	Face lagunar de uma barreira
Profundidade de ocorrência	25-? m	50-? m	20-50 m	15-60 m
Trato de Sistema	-	?	TSNA	TSNA
Sismofacies	I	II	IIIa	IIIb
Unidade Sismoestratigráfica	I	II	III	III

Unidade Sismostratigráfica	Sismofacies	Trato de Sistema	Profundidade de ocorrência	Ambiente deposicional	Padrão de reflexão interna	Recorte sísmico
III	IIIc	-	25-40 m	Face marinha de um sistema barreira <u>dobrada</u> por evento sísmico	Média amplitude	
IV	IVa	TSRF seguido de um TSNB	13-30 m	Fluvial	Preenchimento de canal assimétrico; migração lateral; agradacional; refletores de média amplitude.	
IV	IVb	TSRF seguido de um TSNB	11-18 m	Marinho raso	Planoparalelo; agradacional; <i>toplap</i> em direção à costa; média amplitude.	

Recorte sísmico			
Padrão de reflexão interna	Caótico; média amplitude	Planoparalelo; agradacional; média-alta amplitude.	Refletores obliquo-paralelo; Baixa-média amplitude
Ambiente deposicional	Banco de areia	Marinho raso	Vale de canal Submarino
Profundidade de ocorrência	16-24 m	11-18 m	7-16 m
Trato de Sistema	TST	TST	TST
Sismofácies	V	VIa	VIb
Unidade Sismoestratigráfica	V	VI	VI

Unidade Sismostratigráfica	Sismofácies	Trato de Sistema	Profundidade de ocorrência	Ambiente deposicional	Padrão de reflexão interna	Recorte sísmico
VI	VIc	TST	17-22 m	Fundo de canal Submarino	Refletores caóticos	
VII	VIIa	TSNA	14-21 m	Fundo marinho atual	Planoparalelo; Alta amplitude;	
VII	VIIb	TSNA	7-14 m	Vale de canal submarino	Obliquico paralelo; Alta amplitude;	
VII	VIIc	TSNA	6-8 m	Fundo de canal Submarino	Caótico; Média-alta amplitude;	

A Unidade I tem seu limite superior marcado pelo Refletor 1 (Figura 21), de alta amplitude, hiperbólico (em regiões onde o embasamento cristalino se encontra relativamente raso), e sem estruturas internas (transparente). Seu limite inferior não pôde ser definido, uma vez que está além da profundidade de retorno do sinal (60 m em média).

Esse tipo de refletor retrata superfície do embasamento cristalino. Variando entre 25 e 60 metros de profundidade da coluna d'água, os registros da Unidade I encontram-se em grande parte na região NE da enseada (Figura 21). Vale ressaltar que há casos em que o mesmo aflora do pacote sedimentar.

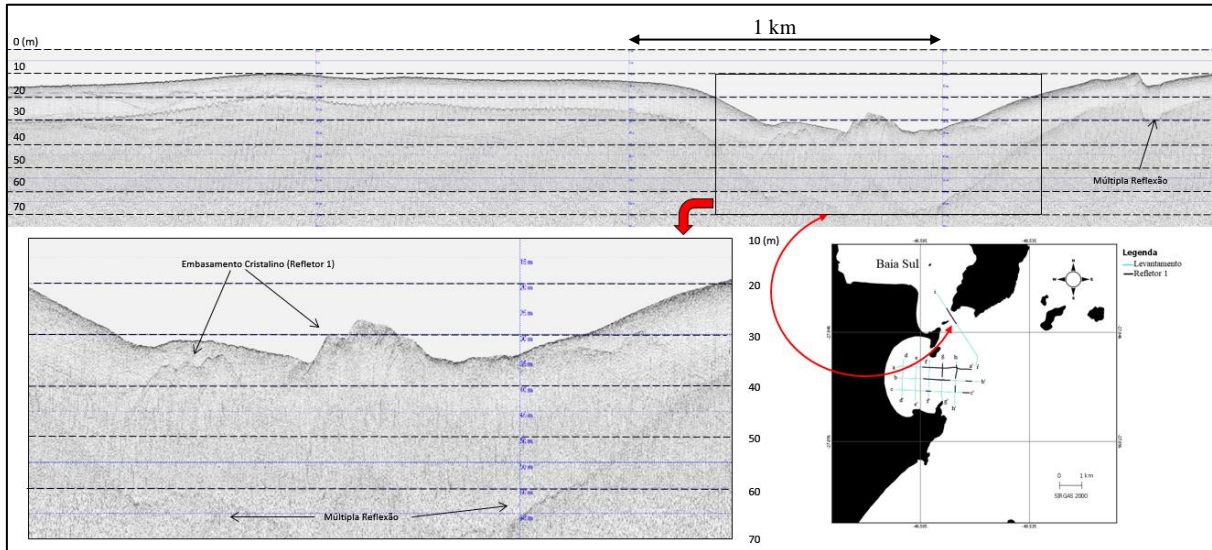


Figura 20: Refletor 1 aflorando na Baía Sul. Em planta, a distribuição da Unidade I.

A localização do embasamento cristalino (Figura 22) próximo a superfície de fundo marinho, pode ser relacionado a sua gênese, a qual inclui os promontórios rochosos que delimitam a enseada, a Ilha de Araçatuba e o afloramento cristalino da Ponta dos Naufragados (extremo sul de Florianópolis). Tais estruturas geológicas são classificadas por Bitencourt et al (2008) como sendo do tipo Granitos Neoproterozóicos.

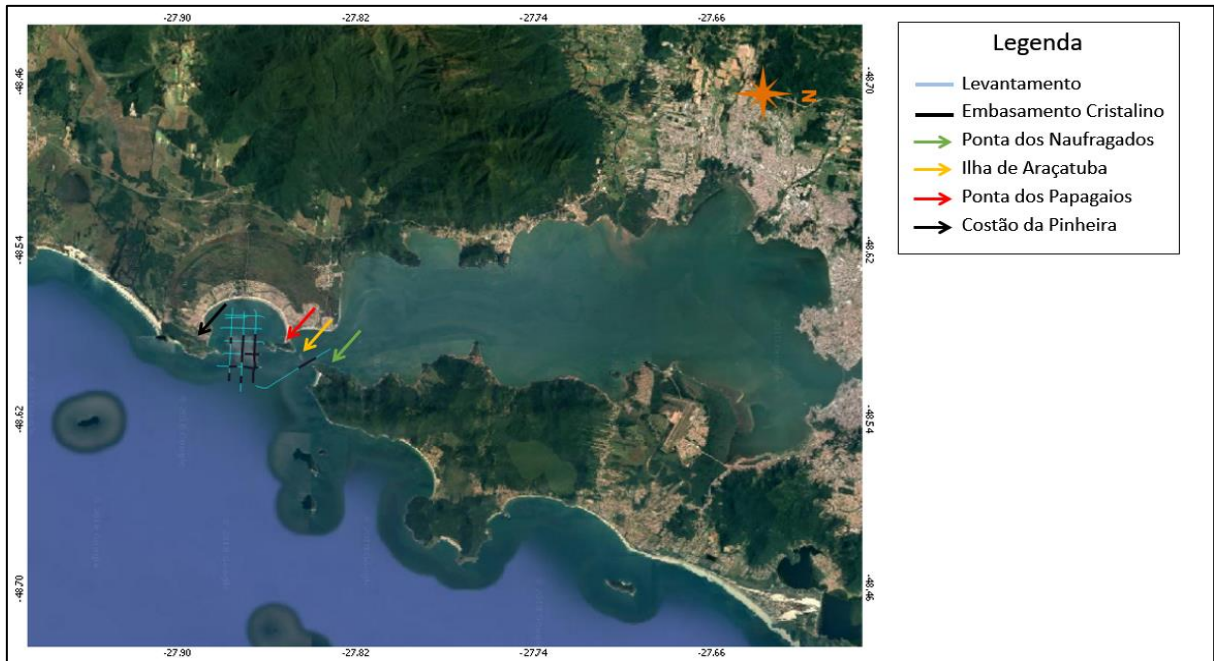


Figura 21: Disposição da Unidade I comparada aos afloramentos cristalinos, de idade Neoproterozóica (BITENCOURT et al., 2008)

A seguir, a Unidade II, de retorno acústico interno escasso e de baixa amplitude, apresenta seu limite superior pelo Refletor 2. O Refletor 2 se mostra descontínuo e de baixa amplitude em todos os perfis sísmicos em que o mesmo foi observado (Figura 23). Em alguns casos, seu limite inferior é dado pelo Refletor 1 ou pela ausência de retorno acústico, impossibilitando a identificação de seu limite inferior nesses casos.

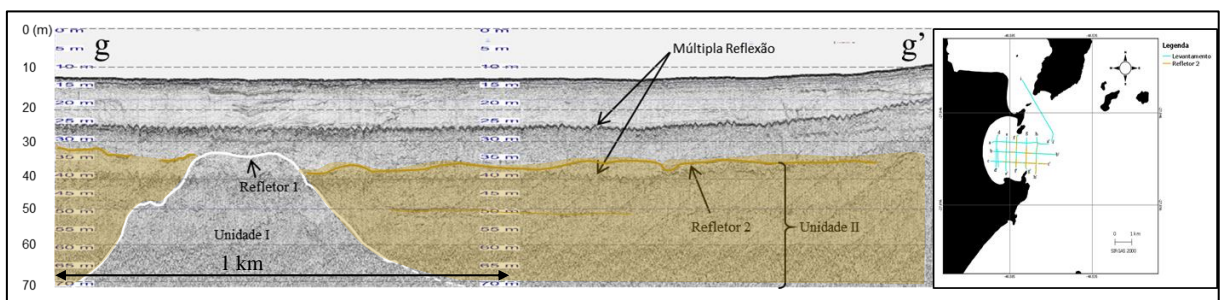


Figura 22: Refletor 2 demarcando a Unidade II. Linha sísmica g-g', a penúltima no sentido oeste-leste.

Por apresentar poucos refletores internos observáveis, a Unidade II não oferece muitos dados a serem abordados. A unidade apresenta superfície planar com sutil ondulação. Tal unidade se assemelha em profundidade, geometria externa e padrão de preenchimento aos depósitos de lençóis de areais sugeridos por Cooper et al. (2016).

A Unidade III apresenta refletores internos mais contínuos e evidentes. Tal unidade é limitada pelos Refletores 1 e 2 em sua porção inferior, enquanto truncamentos erosivos da

Unidade IV, bem como pela superfície de contato concordante com e a Unidade V (Sismofacies IIIb) marcam seu limite superior.

Analisando os padrões de reflexão interna, é possível observar refletores sigmoidais na porção voltada ao mar aberto. O fato da posição das inflexões mais baixas dos refletores sigmoidais estarem sobrepostas sem variação horizontal, indica agradação da unidade (Figura 24). Nesse caso, a taxa de suprimento sedimentar se mostra igual à taxa de acomodação. Essa configuração de fatores é característica de situações onde a taxa de subida do NMM desacelera até se tornar zero, indicando um Trato de Sistema de Nível Alto (FÁVERA, 2001).

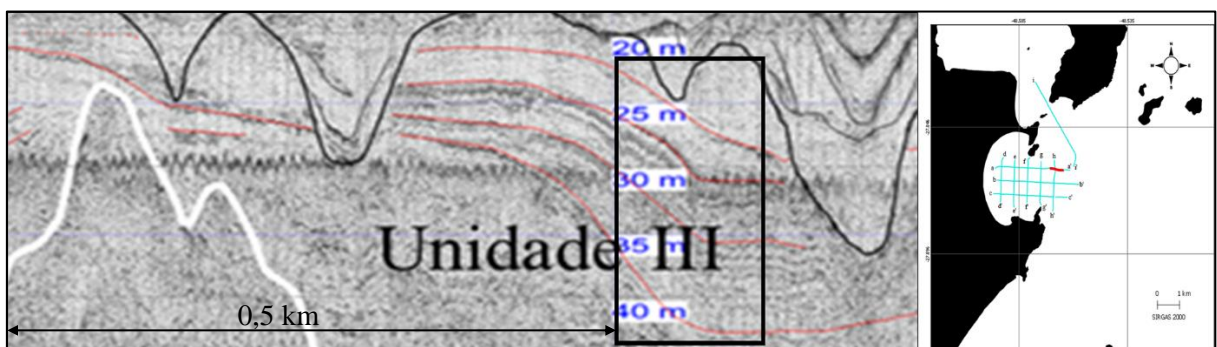


Figura 23: Refletores da Unidade III crescendo apenas na vertical, indicando agradação do depósito.

Além disso, na extremidade oposta, refletores mergulham em direção à linha de costa na porção Sul da enseada, indicando retrogradação típica de ambientes de lagunas protegidas por barreiras (Sismofacies IIIa) (Figura 25). Tal padrão de preenchimento é característico como sistemas do tipo laguna-barreira, onde depósitos de sobrelavagem depositam na parte posterior da barreira, durante eventos de tempestade, onde as ondas incidentes sobre a barreira a erodem ao transpassá-la e acabam por depositar o sedimento remobilizado na laguna.

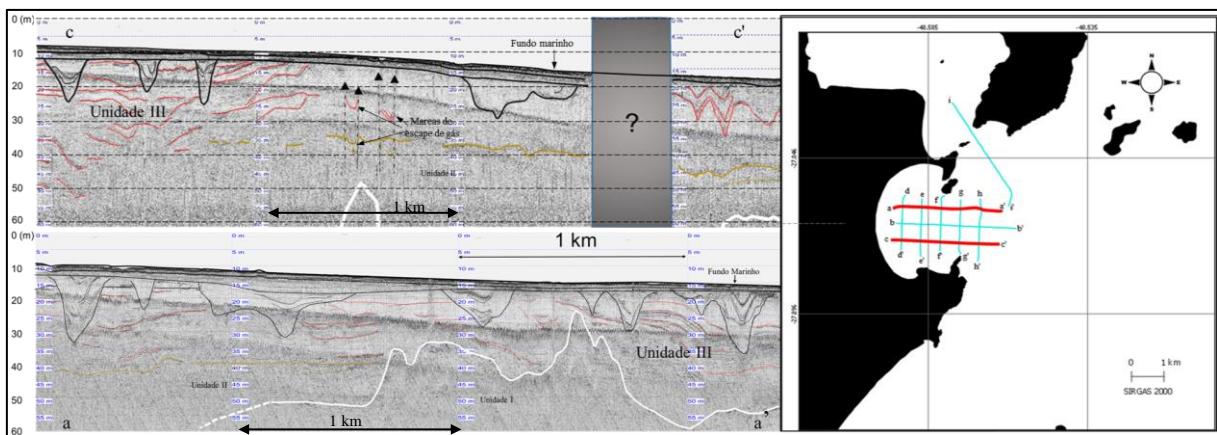


Figura 24: Unidade III apresentando retrogradação em direção à linha de costa (perfil *c-c'*) e agradação (perfil *a-a'*). As setas em ascensão no perfil *c-c'* representam o caminho de escape de gás.

O perfil *c-c'* expõe estruturas de escape de gás e dobramento de estratos, também observados por Cooper et al. (2016) nas proximidades da área de estudo e reconhecidos como oriundos de atividade neotectônica

Feições de preenchimento de canal compõem a Unidade IV. Seu limite inferior trunca a Unidade III e o superior é marcado pelos refletores em *onlap* da Unidade VIa acima, quando não em concordância (Figura 26). O padrão de preenchimento varia de acordo com a posição do canal, sendo observados padrões de reflexão progradantes e complexos. Tal diferença, por ventura, ocorre pela posição em que plano vertical do canal o perfil sísmico está alinhado, tal como pela posição do canal (p.ex. posições sinuosas ou mais retilíneas). Ao sul da área de estudo, Weschenfelder et al., (2010) registram unidades de canal de preenchimento de profundidade semelhante às encontradas nos truncamentos erosivos deste trabalho.

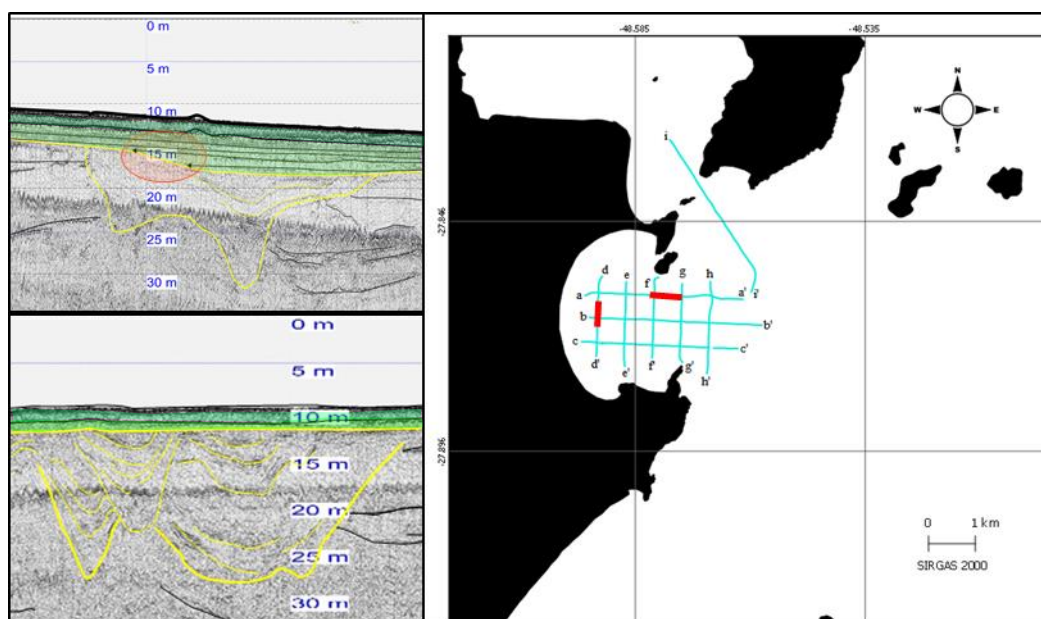


Figura 25: Feições de preenchimento de canal identificadas (amarelo). O canal acima está no perfil *a-a'* e o abaixo no perfil *d-d'*. Percebe-se um padrão de preenchimento progradante no trecho *a-a'* bem como o contato *toplap* (elipse laranja) da Unidade VIa (verde). No trecho do perfil *d-d'* se nota o padrão de preenchimento complexo e contato em concordância com a Unidade VI.

Exclusiva apenas ao perfil sísmico *g-g'*, a Unidade V é limitada pela Unidade III, Unidade IV e Unidade VI. Ancorada ao lado da ponta do Costão da Pinheira, ela apresenta geometria externa característica de banco arenosos (Figura 27), se estende ao Norte e seu padrão de reflexão interno é transparente. No perfil, ela pode ser observada por 298 m de largura e altura máxima de 4,35 m.

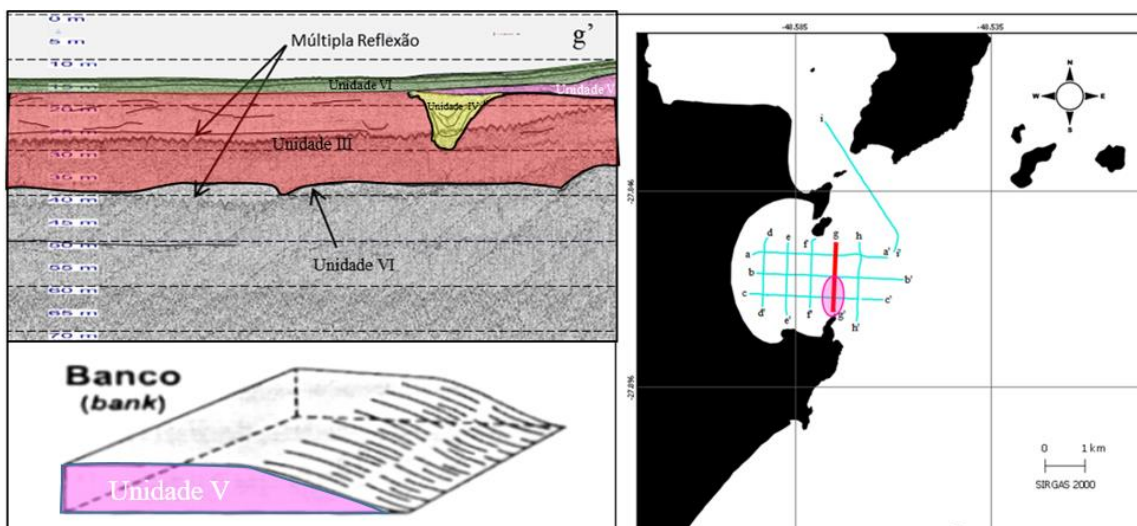


Figura 26: Unidade V delimitada pelas Unidades III, IV e VI. A Unidade V apresenta geometria externa de depósitos de banco arenoso, de sismofacies transparente. Desenho esquemático de banco modificada de RIBEIRO (2001).

Nos primeiros metros da camada sedimentar se observa a Unidade VI, apresentando refletores internos de baixa amplitude e planoparalelos. Esses refletores apresentam terminações laterais que se direcionam à costa e estão em *onlap* com a Unidade IV (Figura 26), indicando um momento de transgressão do NMM. A Unidade VI pode ser identificada em todo levantamento na enseada.

Na Unidade VI uma fina camada superficial é observada, se distribui somente pela enseada. Seu padrão de preenchimento é transparente (Figura 28).

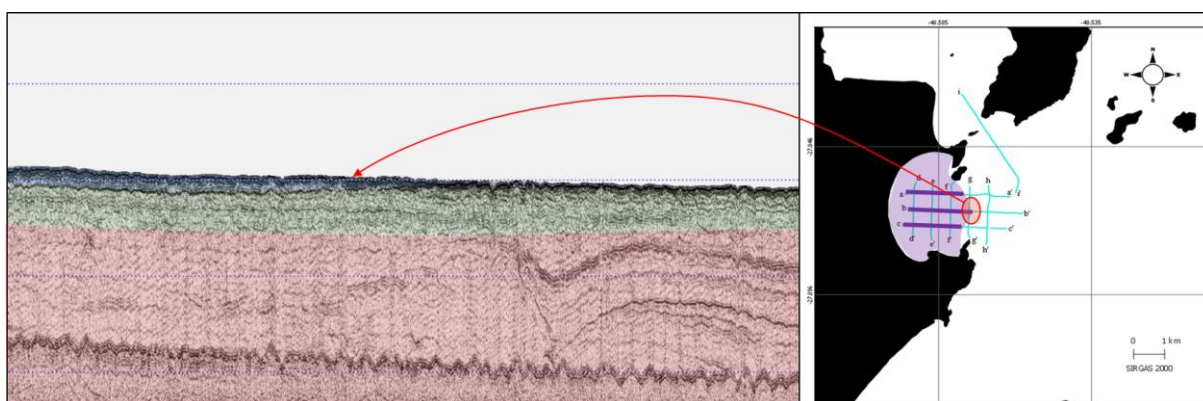


Figura 27: Distribuição da camada mais recente da Unidade VI.

Por fim, uma última unidade é identificada encapando toda área coberta pelo levantamento. A Unidade VII é composta de refletores planoparalelos de alta amplitude (Figura 29). Sua extensão juntamente com sua sismofacies na área de estudo indica deposição marinha.

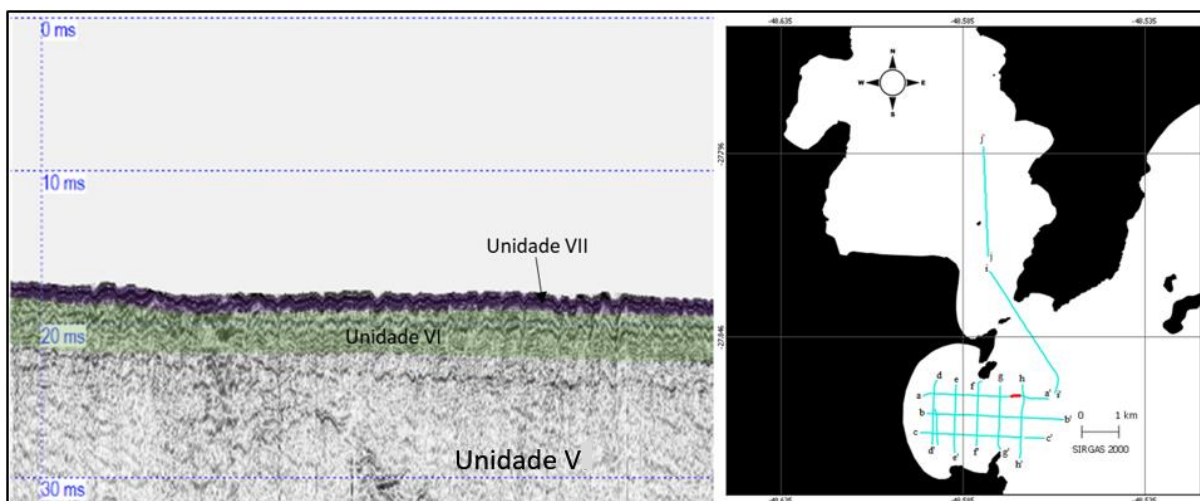


Figura 28: Unidade VII.

A linha sísmica j-j', presente na Baía Sul (Figura 30), não teve retorno acústico significativo para visualização de refletos sísmicos (Figura 31). Apenas a Unidade VI, VII e VIII foram identificadas, com a primeira apresentando seus refletos internos planoparalelos de baixa amplitude bem definidos e a segunda e terceira são mais delgadas.

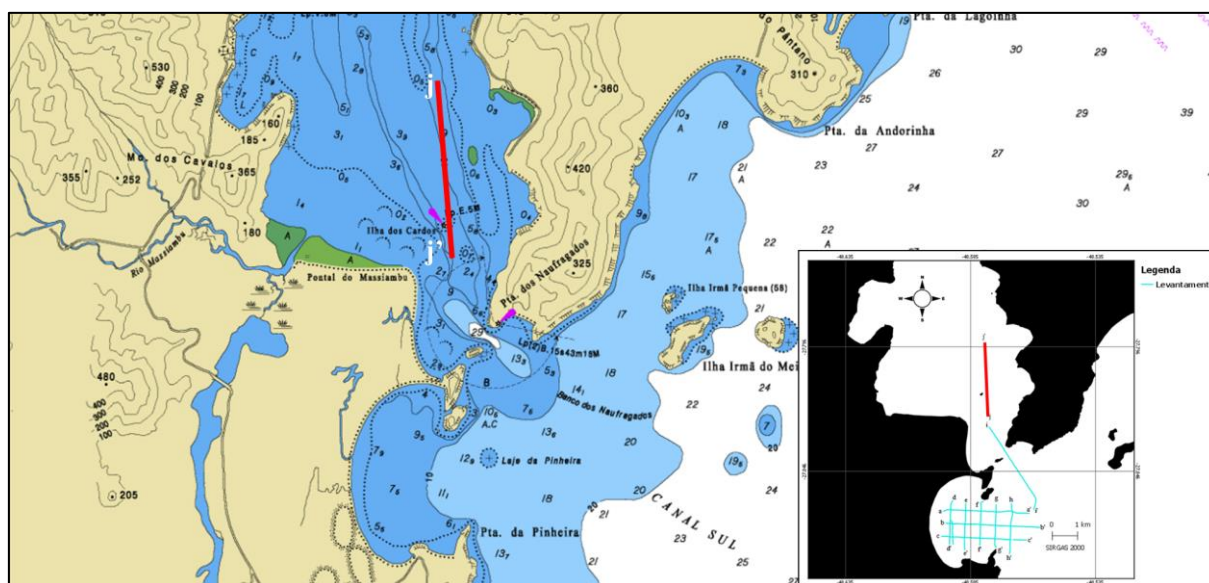


Figura 29: Perfil sísmico j-j' na Baía Sul. O perfil corta diagonalmente as isóbatas do canal da baía.

A variação lateral entre as Sismofácies VIIb, VIIc e VIIb, bem como entre as Sismofácies VIb, VIc e VIb pode ser interpretado como causa do fluxo hídrico na área mais central da depressão, o que leva à diferença entre os grãos depositados entre o centro e as bordas. Possivelmente a causa da variação entre as espessuras entre a Sismofácies VIIa e as Sismofácies VIIb e VIIc seria a dinâmica da região amenizando a deposição de sedimentos que integrariam a Sismofácies VIIa.

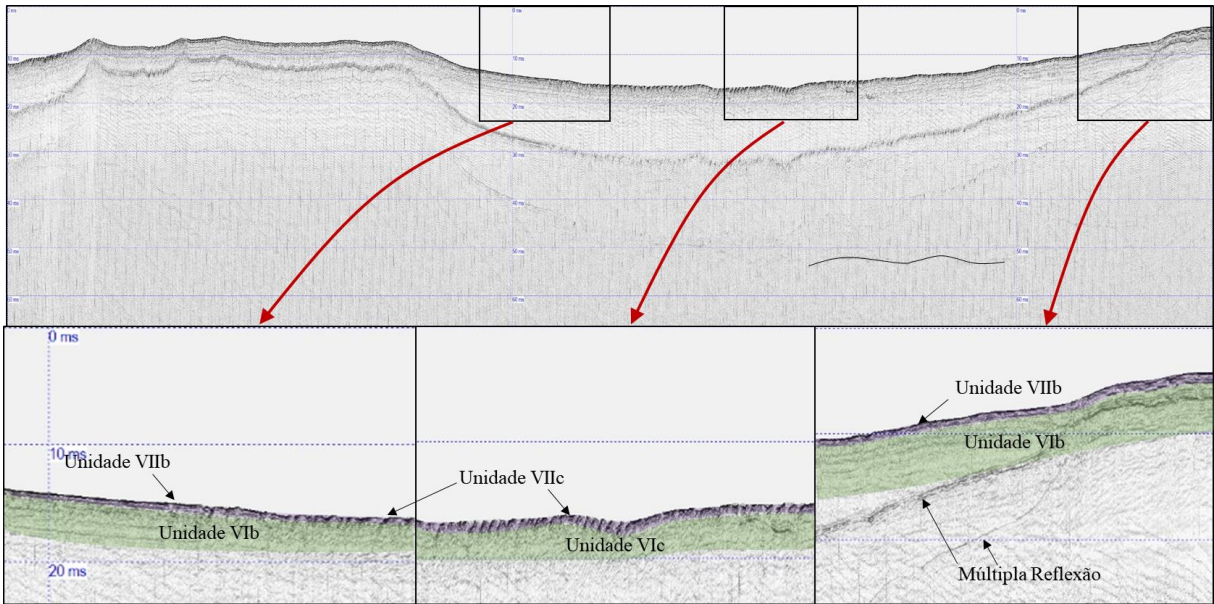


Figura 30: Linha sísmica j-j' com baixo retorno acústico. A morfologia de fundo abaulada representa uma depressão formada pelo fluxo do canal da Baía Sul. Nas aproximações se pode observar a mudança no padrão de reflexão da Unidade VIIb para a VIIc, dada pela posição em que se encontram no canal. O mesmo acontece com as Unidades VIb (planoparalela) e VIc (caótica).

6.2 Interpretação das Unidades

Visando compreender o paleoclima da América do Sul durante o Quaternário, diversos estudos relacionados à variação do NMM vêm sendo realizados no S-SE do Brasil nas últimas décadas. Mahiques et al. (2010) afirmam que tal diversidade de estudos ainda não confere informações conclusivas sobre os processos sedimentares vigentes durante o Quaternário. Entretanto, estudos recentes apresentam resultados proveitosos em relação ao estudo evolutivo do quaternário tardio para o Sul do Brasil, apresentando o aprimoramento das curvas de variação do NMM, de forma que coerentes correlações possam ser feitas (p.ex. HEIN et al., 2012; HEIN et al., 2016; COOPER et al., 2016).

Nas proximidades da área de estudo deste trabalho, na Baía de Tijucas, Cooper et al. (2016) identificam um sistema de barreiras dentro do pacote sedimentar, de profundidades e dimensões semelhantes aos encontrados na Enseada da Pinheira (Figura 32). Os mesmos sugerem que tal sistema de barreira tenha sido ancorado no embasamento rochoso e tal configuração semelhante é encontrada no perfil *a-a'*. Dessa forma, por analogia, pode-se afirmar que a Unidade III seria uma barreira ancorada num promontório rochoso.

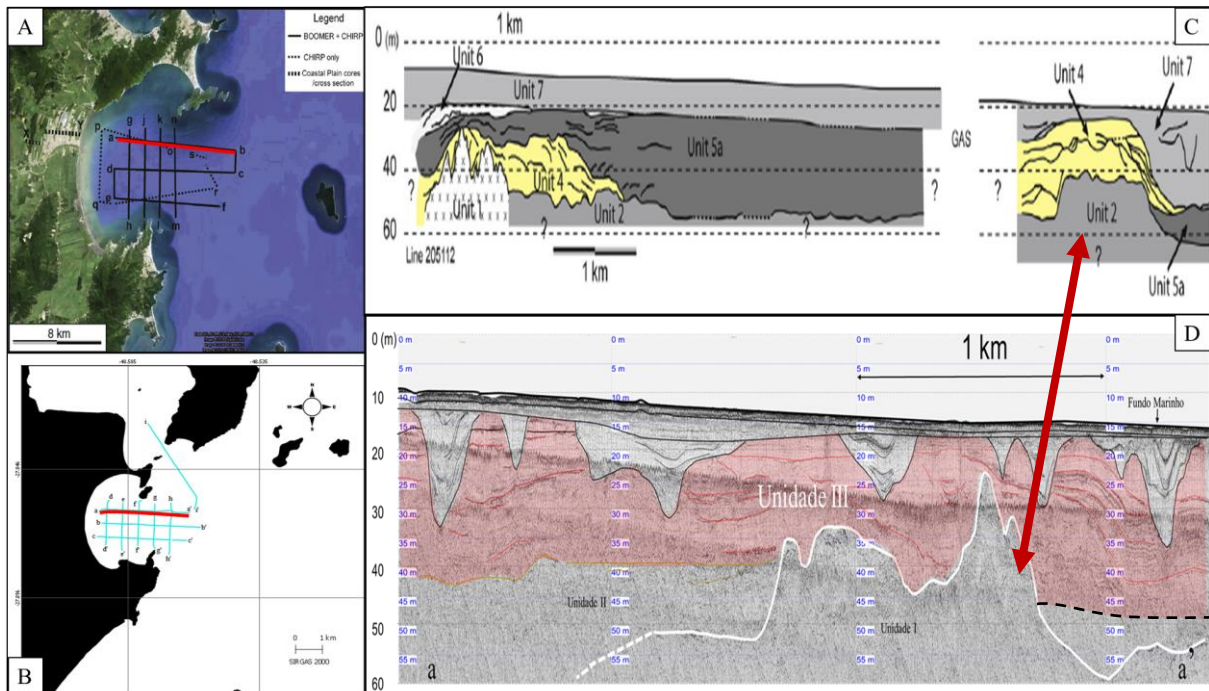


Figura 31: Barreiras ancoradas em promontórios. A comparação entre sistemas barreira: A e B são os levantamentos realizados nas Baías de Tijuca e Pinheira, respectivamente. Note semelhança entre o contexto geomorfológico das baías, apesar da escala divergir. C e D são registros ilustrando sistemas barreira ancorados em promontórios rochosos. A e C são modificados de Cooper et al. (2016).

Mudanças climáticas acabaram por alterar o nível de base geral, principalmente o UMG, que eventualmente trouxe uma regressão forçada e vales incisivos foram escavados na plataforma a procura de um novo equilíbrio com o nível de base, que estava descendo conforme as calotas polares cresciam, chegando até 120 m abaixo do atual, durante o Pleistoceno Tardio.

Os truncamentos erosivos encontrados na Unidade III não são encontrados na Baía de Tijuca, entretanto registros desses truncamentos são expressivos e relatados na Lagoa do Patos mais ao sul do País (p.ex. WESCHENFELDER et al., 2014). Com o rebaixamento do NMM, agora em um Trato de Sistema de Nível Baixo, a taxa de aporte sedimentar se torna maior que a taxa de criação de espaço de acomodação e os vales incisivos passam a ser preenchidos (p.ex. BORTOLIN et al., 2018).

Dispondo os canais em planta, a drenagem pretérita na enseada é reconstruída para o Pleistoceno Tardio, quando a enseada estava exposta e os canais a erodiam (Figura 33). A reconstrução mostra a presença de dois canais principais. O canal mais ao norte da enseada, adjacente à ponta do papagaio, apresenta maior expressão fluvial em relação ao outro canal.

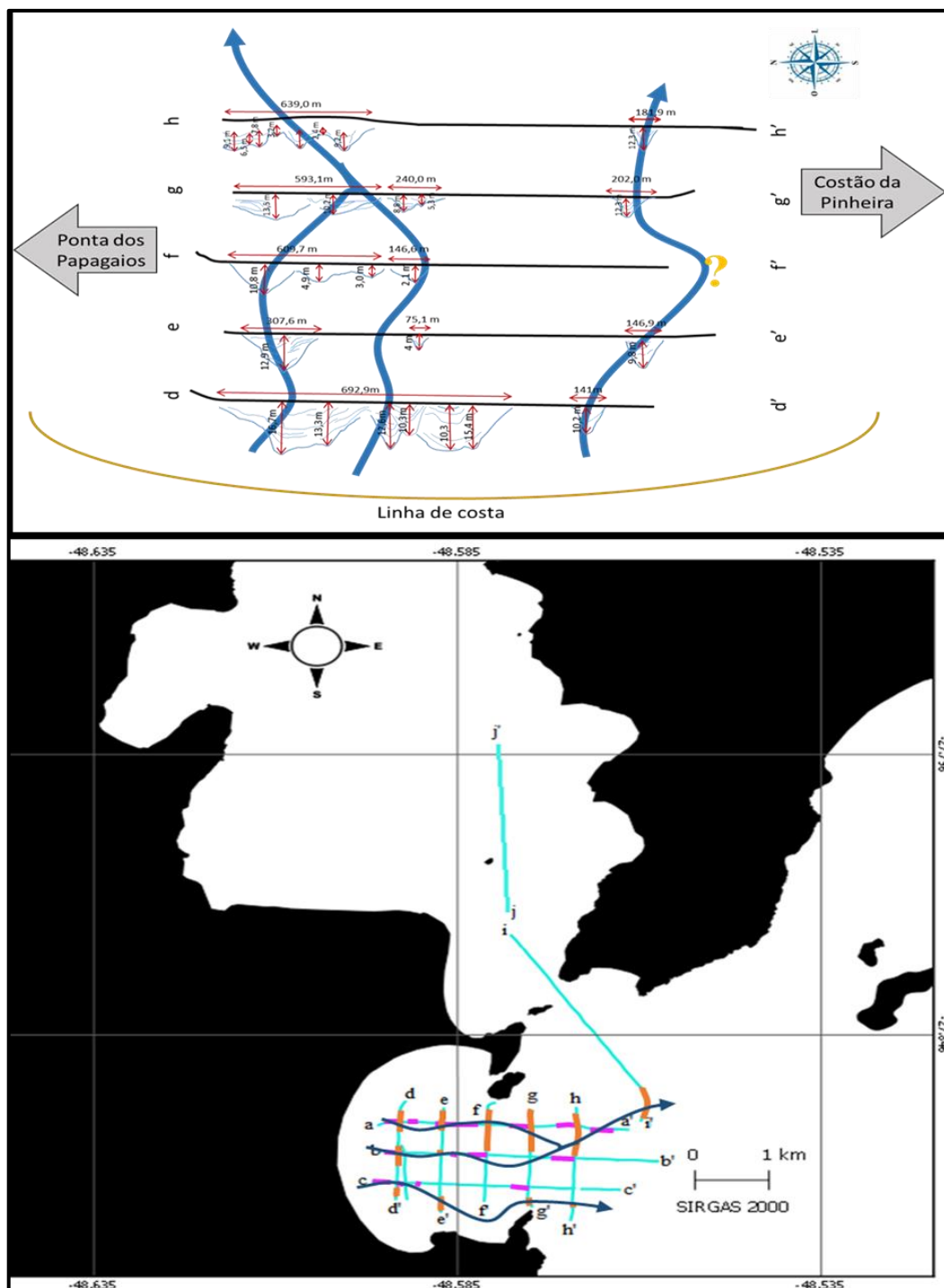


Figura 32: Drenagem na região durante o UMG. Em cima, a drenagem proposta a partir das fácies de preenchimento de canal das linhas paralelas à linha de costa. A interrogação sugere a presença do canal fora do levantamento, pois no perfil $f-f'$ não foi encontrado registro de feições de truncamento e preenchimento de canal. Embaixo, a drenagem proposta em planta em azul escuro. Traços laranja são canais em paralelo à linha de costa e os em rosa são perpendiculares.

A partir do cálculo proposto por Dury (1976), onde se relaciona a área dos fluxos encontrados com a vazão, os resultados de vazão média obtidos foram de 3246,4 m³/s no setor norte e 2058,6 m³/s no setor sul. Assim, as velocidades do fluxo norte e sul encontradas foram respectivamente 0,60 m/s e 0,62 m/s.

Entretanto, ao comparar tal vazão com exemplos de rios presentes na atualidade, percebeu-se que houve um erro no cálculo da vazão, a qual apresenta mesma escala da vazão média do rio São Francisco (Agência Nacional de Águas). Tal equívoco, eventualmente, dá-se pelo fato da seção do canal considerada não ser exatamente o canal vigente naquela época e sim o vale em que o canal se encontrava. Wescott et al., (1997) e Qin et al., (2016) apontam para tal erro nos cálculos de seção de um canal (Figura 34), onde um vale inciso pode conter a largura ou a profundidade de mais de um canal (o mesmo canal, as em tempos diferentes, ou seja, registros de sua migração lateral e vertical).

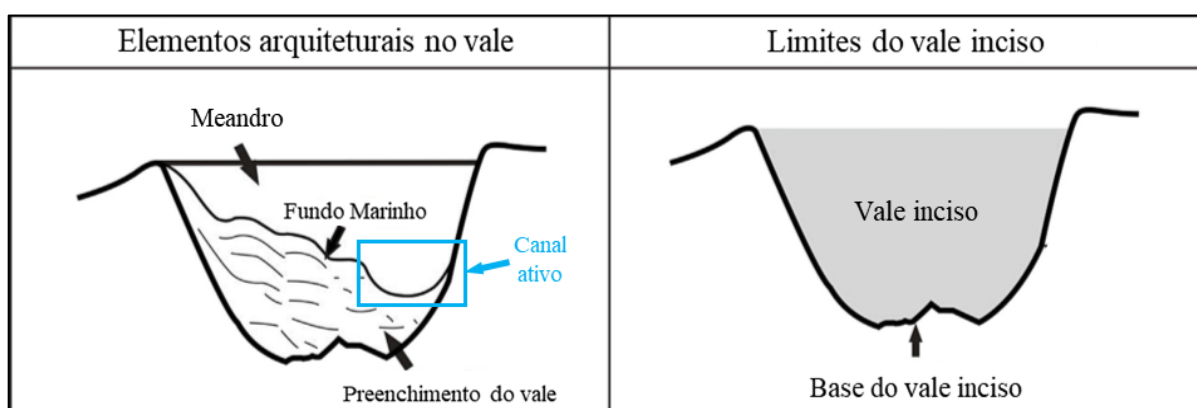


Figura 33: Comparação entre um vale inciso considerado como um canal por completo (direita) e um vale inciso subdividido, ilustrando onde o fluxo d'água realmente se encontra (esquerda). Modificado de Qin et al., (2016).

Ao mesmo tempo, os resultados da análise dos paleocanais fluviais em planta apontam uma maior expressão da drenagem na porção norte, concordando com a posição de um paleocanal de maré encontrado por Hein et al. (2012) na planície costeira adjacente (Figura 35a e 32b). Tal feição de abertura de barreira (Figura 35c) também é observado no perfil *g-g'* (Figura 35d, preenchimento em azul), cerca de 4 a 5 km em direção ao mar. Ainda, a declividade da batimetria extraída das superfícies de fundo marinho encontradas nas linhas sísmicas fortalece a proposição de tal disposição dos canais (Figura 36).

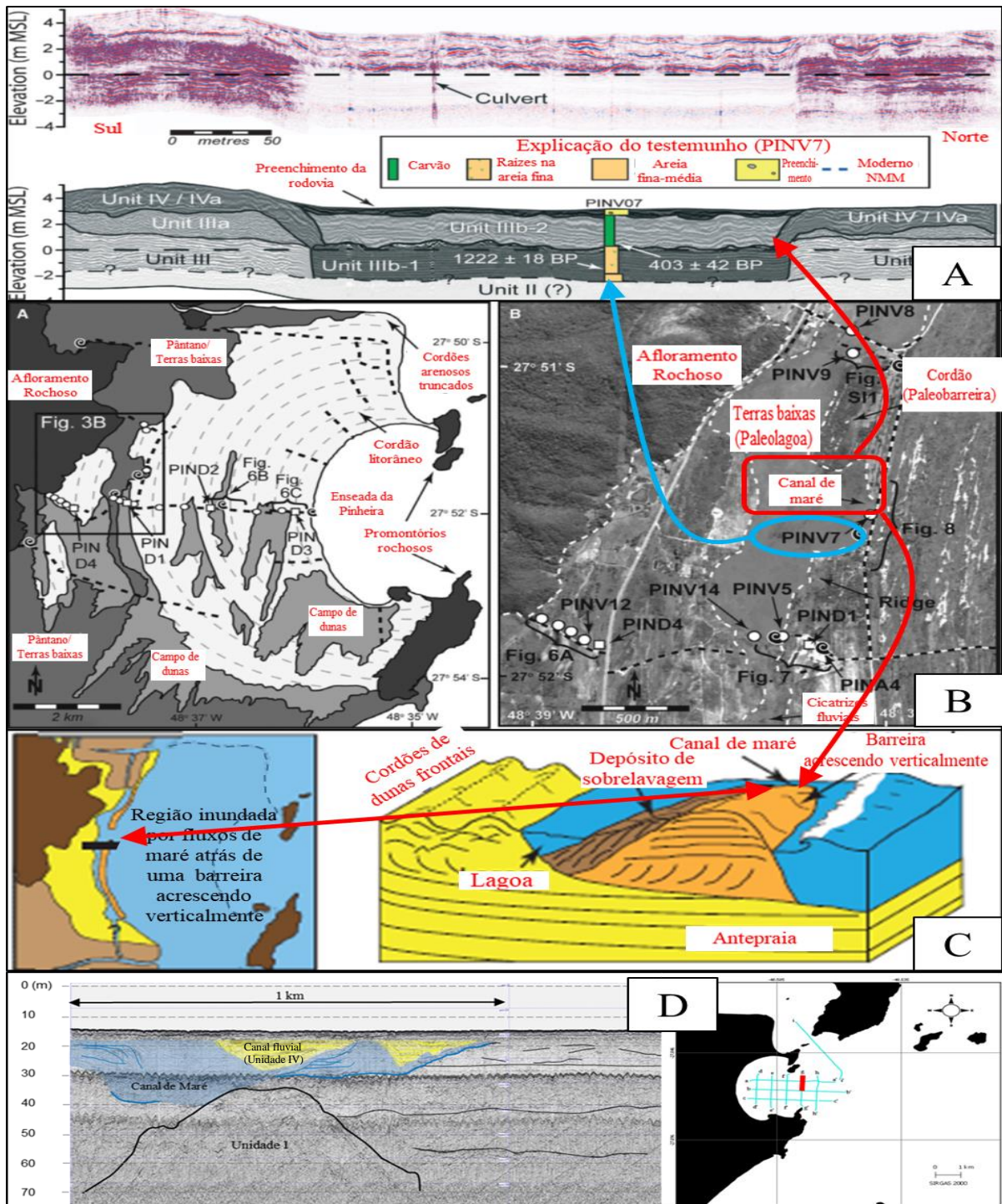


Figura 34: Canal de maré identificado por Hein et al., (2012), bem como no perfil g-g'. A) Paleocanal delimitado por paleobarreiras, observado num perfil de radar amarrado à dados de sedimento de testemunho (PINV7); B) Localização do paleocanal em planta; C) Ilustração do ambiente registrado no depósito sedimentar; D) Canal de maré (preenchimento em azul) observado no depósito sedimentar da Enseada da Pinheira. O Preenchimento do canal de maré é truncado pelos paleocanais fluviais da Unidade IV (em amarelo). Modificado de Hein et al., (2012).

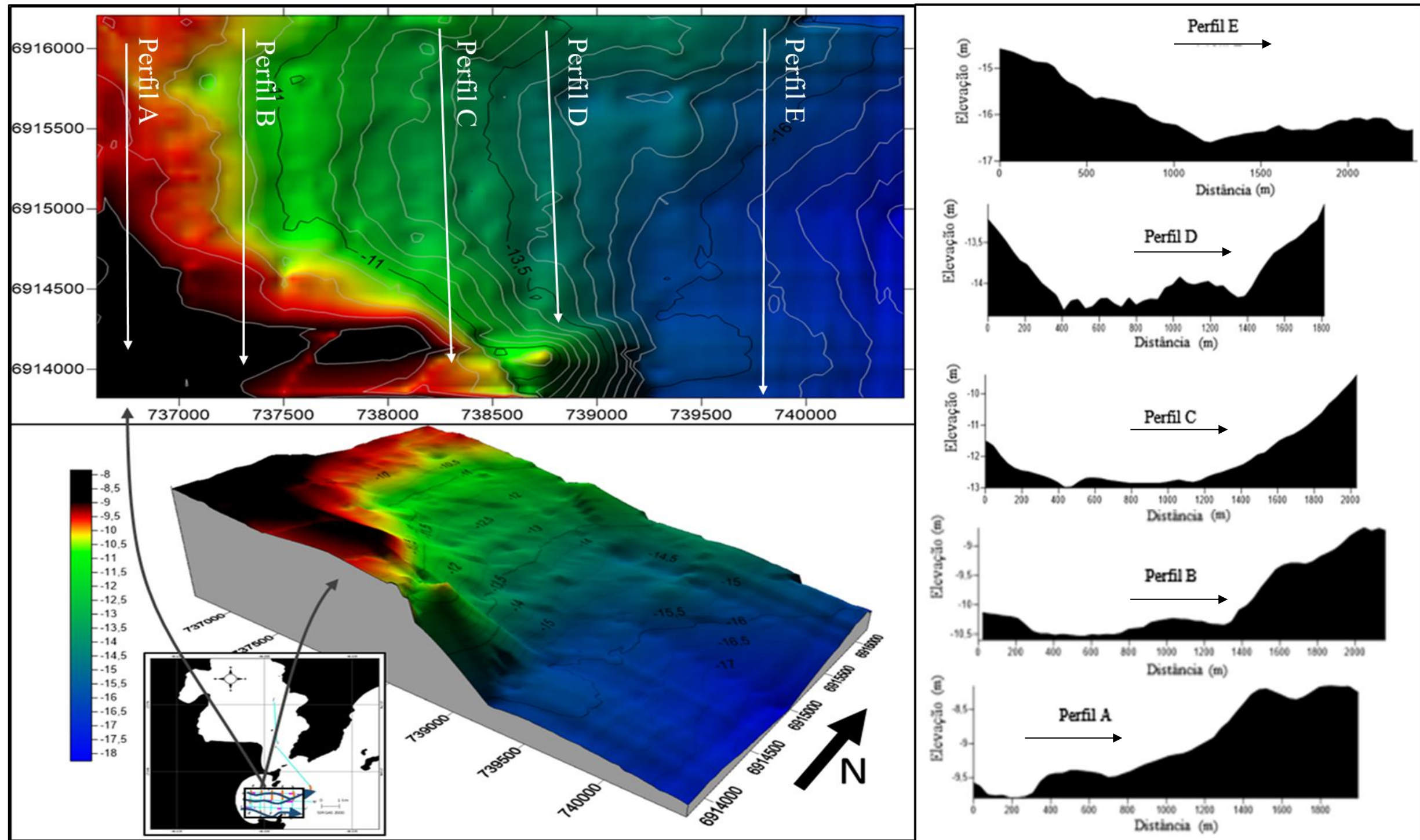


Figura 35: Batimetria interpolada da região entre do levantamento sísmico. A declividade do assoalho corrobora com a proposição da drenagem mais expressiva na região mais ao norte da enseada, como pode ser visto pelos perfis batimétricos A, B, C, D e E.

Em um próximo contexto sedimentar, a presença de refletores em *onlap* costeiro da Unidade VII traz o entendimento de um evento transgressivo, onde a linha de costa volta a retrogradar. Determinada transgressão ocorreu durante um período de rápida sedimentação, dada por um súbito aumento do NMM ocorrido por degelo de calotas polares (Figura 37), levando a migração do sistema costeiro ao local onde hoje é a atual planície adjacente, a qual registros de sistema barreiras são descritos (Hein et al., 2016; Cooper et al., 2016).

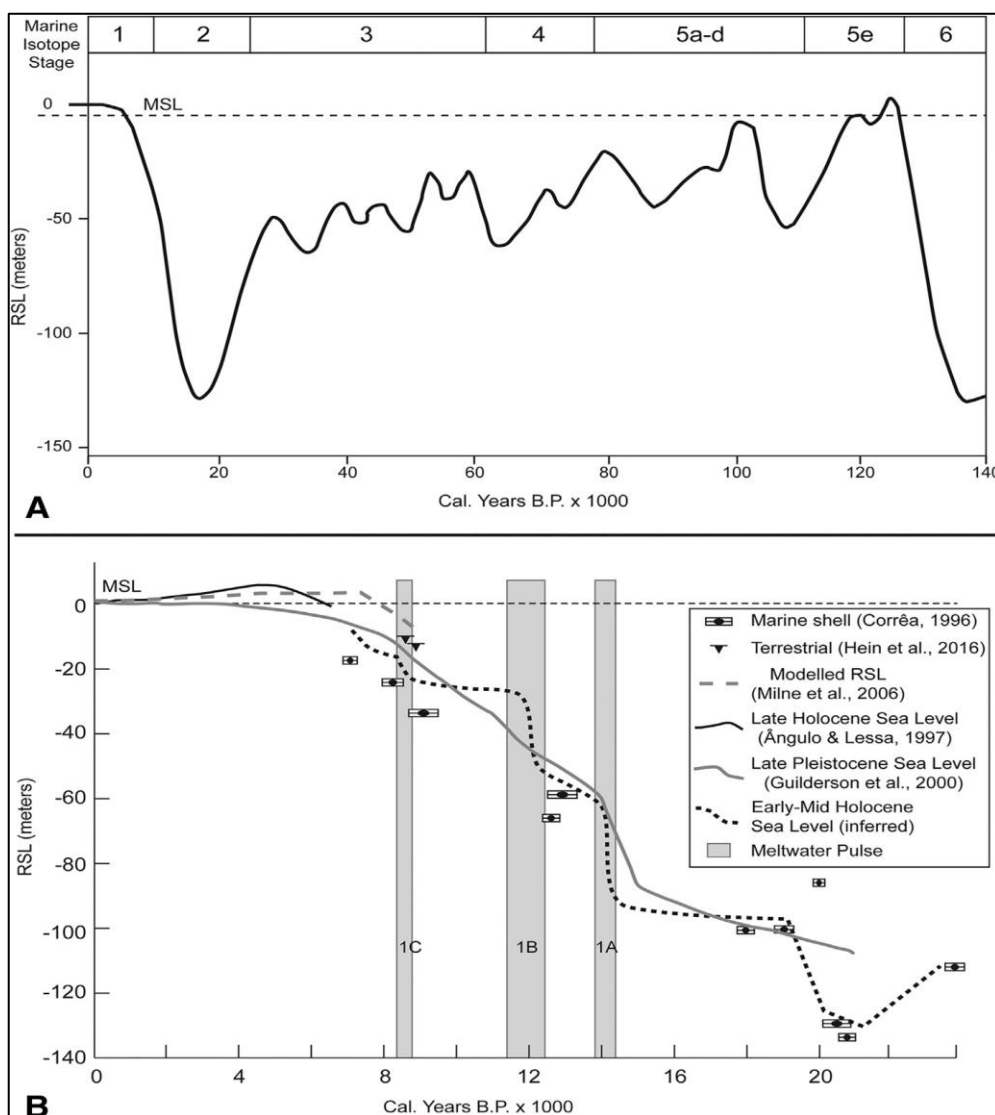


Figura 36: Curva de variação do NMM para o fim Quaternário calibrada por diversas fontes. Eventos de súbito aumento do NMM dado por degelo de calotas polares está marcado pelas colunas cinzas. O último evento ocorreu a cerca de 8 ka. Fonte: (COOPER et al., 2018)

Em seu trabalho, Hein et al. (2012) estudam a evolução da planície costeira da Pinheira a partir de dados de GPR (do inglês *Ground-penetrating radar*), relatando a presença de um

Trato de Sistema Transgressivo, ocorrido cerca de 8ka, bem como um Trato de Sistema Regressivo, iniciado a 5,8 ka e vigente até hoje, na formação inicial da planície durante o Holoceno. Ao relacionar com os dados do pacote sedimentar observados na Enseada da Pinheira (Figura 38), pode-se correlacionar a Unidade VI com as unidades descritas por Hein et al., (2012) referentes à um ambiente de Trato de Sistema Transgressivo, bem como a Unidade VII se associa àquelas descritas pelos autores como sendo de Trato de Sistema regressivo. Na Baía de Tijucas Cooper et al. (2016) também descrevem uma fina unidade sedimentar recente como sendo depósitos de mar alto, que se depositou recentemente com o NMM alto, em um Trato de Sistema Regressivo.

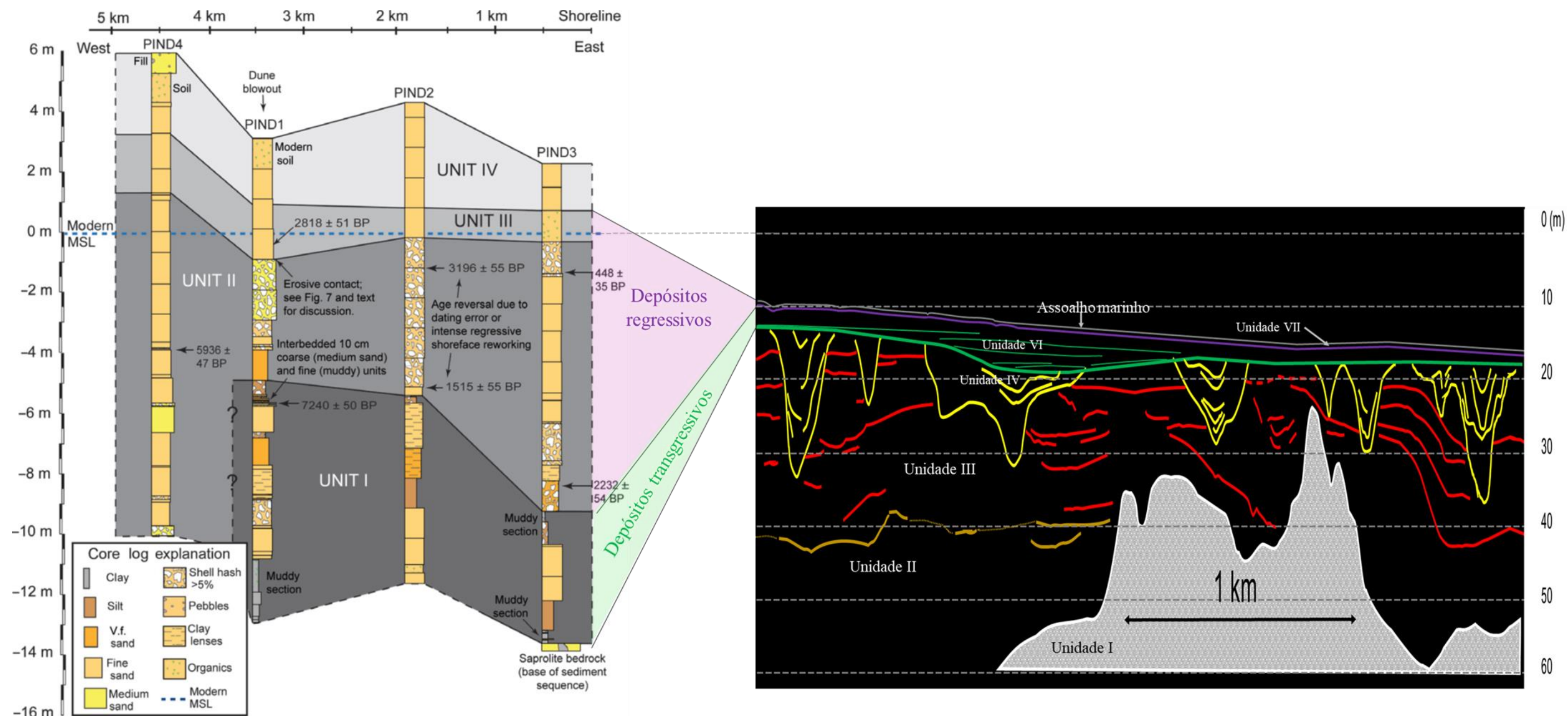


Figura 37: Correlação entre unidades observadas na Planície Costeira e no pacote sedimentar da Enseada da Pinheira. Seção sísmica (direita) interpretada pelo autor deste trabalho. Seção estratigráfica da Planície Costeira (esquerda) descritos por Hein et al., (2012). A Unidade I, com sua geometria externa irregular, é caracterizada pelo embasamento cristalino, enquanto a Unidade II, transparente em termos de reflexão interna, de superfície levemente ondulada é caracterizada por Cooper et al., (2016) como depósitos de lençóis arenosos, analogamente interpretada aqui. Acima, a Unidade III representa um sistema de barreira agradando e progredindo em um ambiente caracterizado como Trato de Sistema de Nível Alto. Tal depósito é truncado por canais que o erodiu em um Trato de Sistema de Nível de Baixo, promovendo o depósito da Unidade IV. A Unidade VI assim como a "UNIT I" se depositaram em um Trato de Sistema Transgressivo, enquanto a Unidade VII e as "UNIT's II e III" se tratam de um Trato de Sistema Regressivo, onde a Unidade VII agrada verticalmente e as "UNIT's II e III" progradam.

6.3 Análise direcional das falhas

Além das unidades estratigráficas descritas, feições características de atividade sísmica (Sismofacies IIIc) foram observadas na Unidade III. Além de falhas normais, depósitos dobrados e feições de escape de gás, canais encaixados também foram identificados (Figura 39).

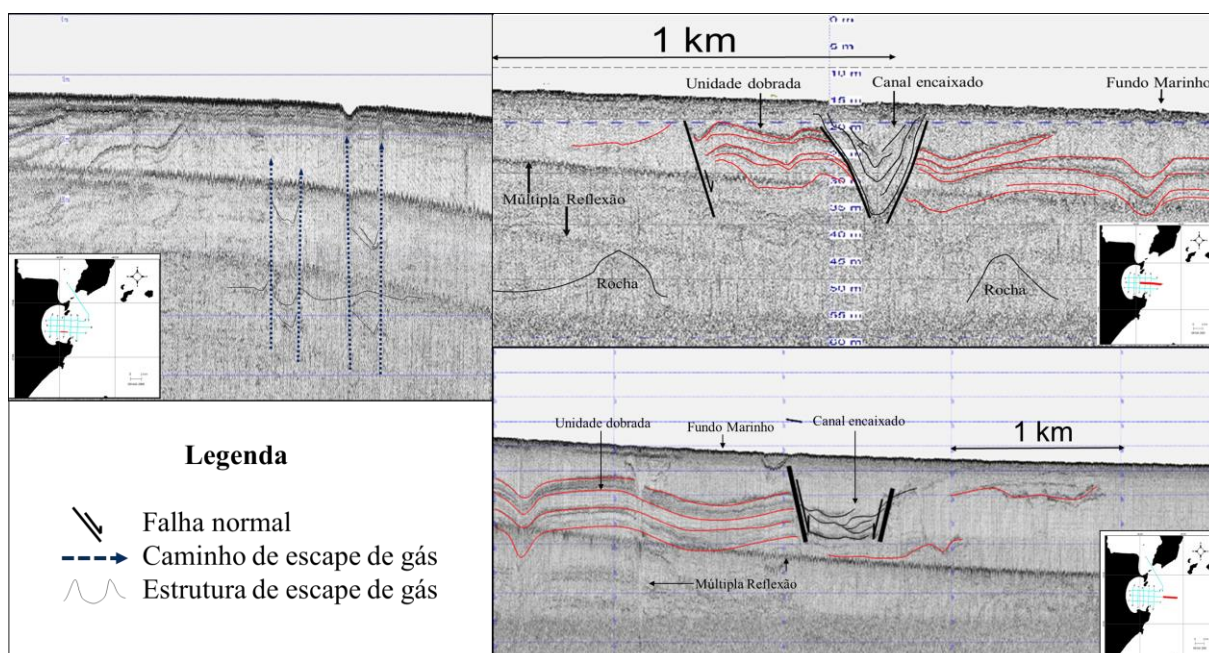


Figura 38: Exemplos de estruturas oriundas de atividade sísmica.

Alinhamentos estruturais são utilizados para mapeamento de zonas de fraquezas onde atividades sísmicas eventualmente ocorreram (p.ex. LIU, 1984). Desta forma, por conta das feições de dobramentos e falhas normais serem observados nos perfis sísmicos, faz-se uma proposta de alinhamento das falhas (Figura 40). O alinhamento é baseado nas feições de falha observadas na Enseada da Pinheira e nas falhas relatadas por Cooper et al. (2018) na Baía de Tijucas e é confrontado aos alinhamentos estruturais já descritos na Plataforma Continental interna apresentados por Asmus & Ferreira (1978) e Bitencourt & Nardi (2004), bem como os alinhamentos de falhas e fraturas disponibilizados pelo IBGE para a região continental.

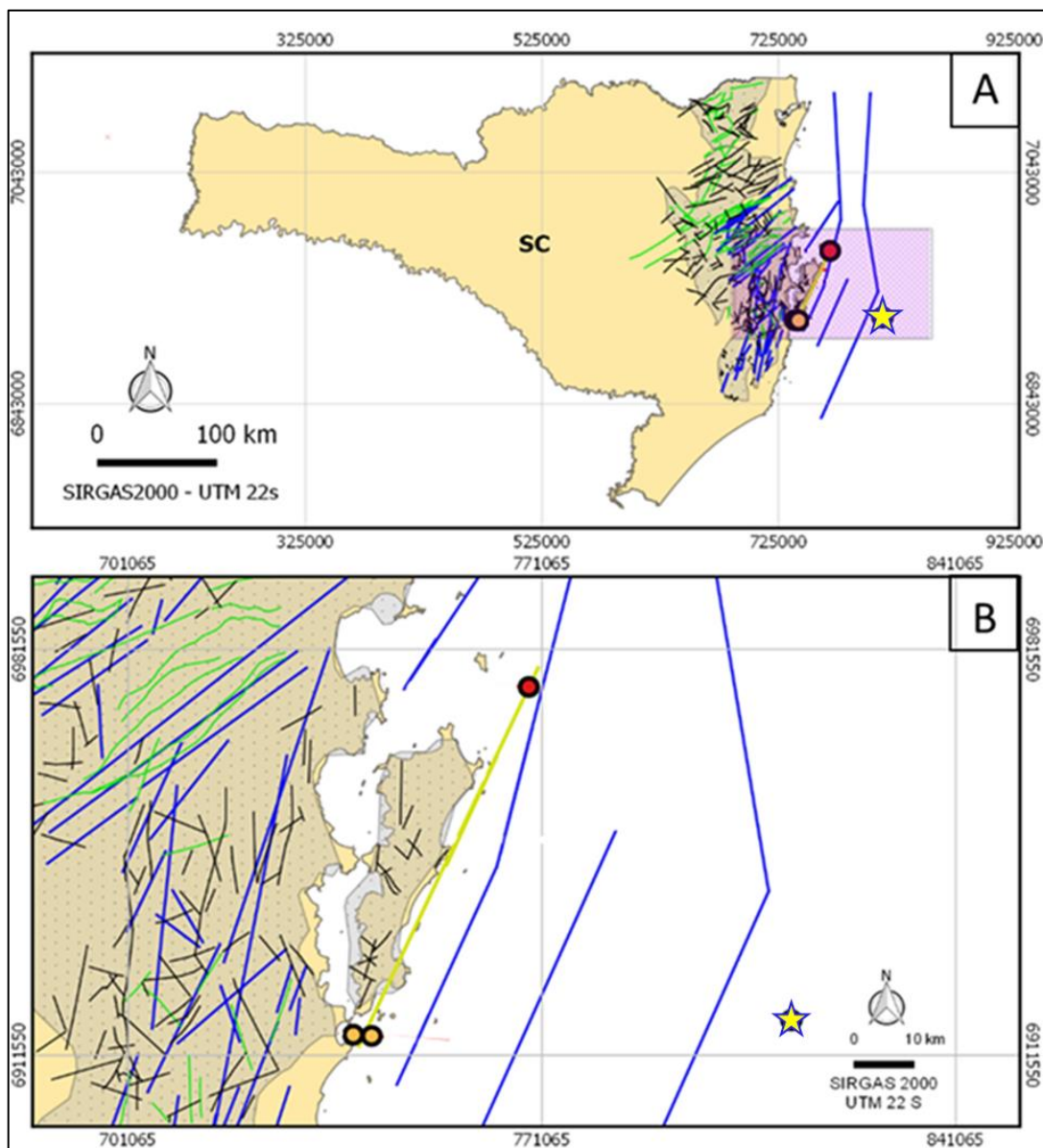


Figura 39: Comparação em planta dos diversos alinhamentos estruturais publicados (linha azuis – Asmus & Ferreira (1978) e Bitencourt & Nardi (2004); linhas verdes – falhas disponibilizadas pelo IBGE (1:250.000); linha pretas – fraturas disponibilizadas pelo IBGE (1:250.000)) e o alinhamento proposto (linha amarela). Os pontos em laranja são as falhas normais observadas na área de estudo e o ponto em vermelho a falha descrita por Cooper et al., (2018). A estrela representa a posição do epicentro de uma atividade sísmica recente (13/04/2018), identificada pelo Centro de Sismologia da USP (<http://moho.iag.usp.br/eq/event/usp2018hfia>).

Para a validação do alinhamento proposto, diagramas roseta dos alinhamentos estruturais pertinentes à região de estudo foram produzidos (Figura 41). A análise utilizou alinhamentos de falhas e fraturas disponibilizados pelo IBGE, bem como dados do REMAC (ASMUS & FERRARI, 1978) e dos alinhamentos apontados por Nardi & Bitencourt (2007).

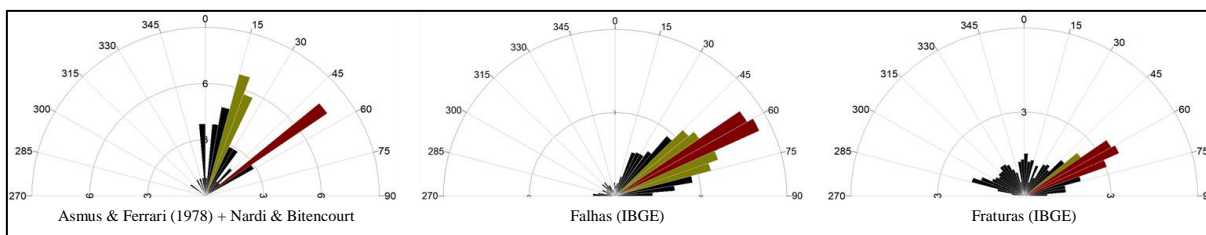


Figura 40: Diagramas Roseta indicando a frequência de direção dos alinhamentos. Da esquerda para a direita, temos um diagrama para os alinhamentos relatados por Nardi & Bitencourt (2007) juntamente com os de Asmus & Ferrari (1978), outro para os dados de Falhas do IBGE e um último para os dados de Fraturas do IBGE.

Ao comparar a direção do alinhamento proposto, que é de 65,06 para leste, com as direções indicadas como mais frequente pelos diagramas roseta pode-se confirmar a premissa de que há um alinhamento de falhas, no que tange a direção de seu plano.

7 CONCLUSÃO

Com a proposta de descrever a evolução dada na área de estudo durante o final do Quaternário, o uso de dados de sismica rasa trouxe informação sobre os últimos, em média, 50 metros de depósitos sedimentar na Enseada da Pinheira e entorno (p.ex. Baía Sul), bem como com a correlação dos dados encontrados por Hein et al. (2016) e na Baía de Tijucas por Cooper et al. (2016) na planície costeira da Pinheira.

A análise dos dados permitiu avançar no modelo de evolução da área de estudo a partir da descrição da sucessão de cinco Tratos de Sistema. O primeiro, identificado pela Unidade III, se trata de um Trato de Sistema de Nível Alto, onde um sistema barreira pode ser observado. Em seguida, os truncamentos erosivos da Unidade IV representam um Trato de Sistema Regressivo, em que o NMM cai, e seu preenchimento retrata um Trato de Sistema de Nível Baixo, quando o NMM se estabiliza e os canais são preenchidos após o equilíbrio entre taxa de aporte sedimentar e a taxa de criação de espaço de acomodação seja alcançado, ou seja, quando a deposição fluvial se torna efetiva. A Unidade VI observada apresenta *onlap* em direção à linha de costa no sentido perpendicular à mesma, simboliza um Trato de Sistema Transgressivo, o qual retrata a linha de costa retrogradando à medida que o NMM sobe. Por fim, a Unidade VII se refere aos sedimentos modernos oriundos de uma deposição marinha em um Trato de Sistema de Nível Alto.

As Unidade II, III e o truncamento feito pela Unidade IV por ventura ocorreram no final do Pleistoceno, enquanto as unidades que as sucedem foram depositadas durante o Holoceno, quando o NMM sobe. As Unidades VI e VII se correlacionam à depósitos presentes

na Planície Costeira adjacente à Enseada da Pinheira nos primeiros metros do depósito sedimentar.

A drenagem estabelecida na Enseada da Pinheira pôde ser recriada, através da análise espacial dos paleocanais, o escoamento da região se mostra majoritariamente na porção norte da área. A superfície interpolada da superfície do fundo marinho da região apoia tal hipótese. Ademais, para o cálculo da vazão de paleocanais, deve-se identificar o verdadeiro canal dentro do vale inciso.

Por fim, uma análise em mesoescala de falhas da região, tanto marinha, como terrestre, aponta para um alinhamento de falhas orientado em 65,06 à Leste do Norte geográfico.

8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Apesar de grande valia aos estudos de subsuperfície, os dados sísmicos são coletados de forma indireta. Por esse motivo, a interpretação pode variar de acordo com as experiências do pesquisador e os dados levantados sobre a região de estudo. Dessa forma, ressalta-se a importância que alguns testemunhos sedimentares sejam obtidos. Assim, apesar de coerente, o presente trabalho poderia apresentar melhor confiança nas hipóteses levantadas pela observação dos perfis sísmicos. Ainda, a datação do material pode fornecer acurácia à curva de variação do NMM para a região.

Além disso, uma malha amostral mais densa também contribuiria em acurácia a hipótese da paleodrenagem da região de estudo.

Por fim, um levantamento com perfilhadores de baixa frequência (< 500 Hz) poderia elucidar as causas das atividades sísmicas registradas nos estratos sedimentares.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Rio São Francisco. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/sala-de-situacao/sao-francisco/sao-francisco-saiba-mais>>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- ÂNGULO, R.J., LESSA, G.C. AND SOUZA FILHO, M.C.D., The Holocene barrier systems of Paranaguá and northern Santa Catarina Coasts, southern Brazil. In: *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil* (Eds S. Dillenburg and P. Hesp), pp. 2–44. **Springer**, Berlin, 2009.
- ARAÚJO, A. G. M.; NEVES, W. A.; PILO, L. B. Eventos de seca no Holoceno e suas implicações no povoamento pré-histórico do Brasil Central. In: **Anais do IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Recife: Pernambuco, Brasil, Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), CD-ROM**. 2003.
- ASMUS, H. E., FERRI, A., Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil. Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil, **Ser. Proj. REMAC 4, 75-88, 1978**.
- ASSUMPCÃO, M., DOURADO, J.C., RIBOTTA, L.C., MOHRIAK, W.U., DIAS, F.L., BARBOSA, J.R. **The São Vicente earthquake of 2008 April and seismicity in the continental shelf off SE Brazil: further evidence for flexural stresses**. *Geophysical Journal International*, v. 187, n. 3, p. 1076-1088, 2011.
- AYRES NETO, A. & NETO, J.A.B. **Métodos Diretos e Indiretos de Investigação do Fundo Oceânico**. Pp 128 -151. In: NETO, J.A.B., PONZI, V.R.A., SICHEL, S.E. (Orgs). **Introdução à Geologia Marinha**. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 279 p. 2004.
- AYRES NETO, A. Uso da sísmica de reflexão de alta resolução e da sonografia na exploração mineral submarina. **Brazilian Journal of Geophysics**, v. 18, n. 3, 2000.
- BITENCOURT, M. D. F. A. S., BONGIOLO, E. M., PHILIPP, R. P., MORALES, L. F. G., RUBERT, R. R., MELO, C. L., & LUFT JÚNIOR, J. L, Estratigrafia do Batólito Florianópolis, Cinturão DomFeliciano, na Região de Garopaba - Paulo Lopes, SC. **Pesquisas em Geociências**, 35(1): 109-136, 2008.
- BOGGS JR, S. Principles of sedimentology and stratigraphy. **Pearson Education**, 2014.
- BORTOLIN, E. C., WESCHENFELDER, J., & COOPER, A., Incised valley paleoenvironments interpreted by seismic stratigraphic approach in Patos Lagoon, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, 48(3), 533-551, 2018.
- BRUNETTA, R. **O processamento da sísmica de reflexão rasa – desafio encontrados no estudo de modelos análogos a reservatórios fraturados**. Dissertação de mestrado Universidade Federal do Paraná. 85 p. 2005.
- BUYNEVICH, I. V., KLEIN, A.H.F., FITZGERALD, D. M., CLEARY, W. J., HEIN, C., VEIGA, F. A., ÂNGULO, R.J., ASP, N.E., PETERMANN, R. M., Geological Legacy of Storm Erosion along a High-Energy Indented Coastline: Northern Santa Catarina, Brazil. **Journal of Coastal Research**, n. 64, p. 1840–1844, 2011.
- COOPER, J. A. G. Geomorphological variability among microtidal estuaries from the wave – dominated South African coast. **Geomorphology** v. 40, p. 99-122, 2001.
- COOPER, J. A. G. **Temperate coastal environments**. 263 – 301 p. In: PERRY, E.C. e TAYLOR, K. **Environmental Sementology**. 263-301 p. 2007.
- 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**, v. 397, p. 1-14, 2018.

- COOPER, J. A. G., MEIRELES, R.P., GREEN, A.N., KLEIN, A.H.F., 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.; LOUREIRO, C. Geological constraints on mesoscale coastal barrier behaviour. **Global and Planetary Change**, 2018.
- 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**, 130(1-2), 163-178, 1996.
- DAVIES, J.L. **Geographic Variation in Coastal Development**. Longman, New York, 1980.
- DE LECEA, A. M., GREEN, A. N., STRACHAN, K. L., COOPER, J. A. G., & WILES, E. A., Stepped Holocene sea-level rise and its influence on sedimentation in a large marine embayment: Maputo Bay, Mozambique. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 193, n. November, p. 25–36, 2017.
- DIEHL, F.L. & HORN FILHO, N.O., 1996. Compartimentação geológico-geomorfológica da zona litorânea e planície costeira do Estado de Santa Catarina. **Notas Técnicas**, 9, 39-50.
- DILLENBURG, S. R., TOMAZELLI, L. J., HESP, P. A., BARBOZA, E. G., CLEROT, L. C. P., & SILVA, D. D., Stratigraphy and evolution of a prograded transgressive dunefield barrier in southern Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. I, n. 39, p. 132–135, 2006.
- DILLENBURG, S., ROY, P.S., COWELL, P.J. AND TOMAZELLI, L.J. DILLENBURG, S. R. et al. Influence of antecedent topography on coastal evolution as tested by the shoreface translation-barrier model (STM). **Journal of Coastal Research**, p. 71-81, 2000.
- DOMINGUEZ M, J. The Coastal Zone of Brazil: an Overview. **Journal of Coastal Research**, Special Issue No, 39. Proceedings of the 8th content in a trusted digital. v. I, n. 39, p. 16–20, 2006.
- DURY, G. H. Discharge prediction, present and former, from channel dimensions. **Journal of Hydrology**, v. 30, n. 3, p. 219–245, 1976.
- EGS Seismic Products. **C-Products a leading innovative technology**. Disponível em: <<http://www.egssurvey.com/innovation.html>>. Acesso 25 Nov. 2017.
- FÁVERA, J.C.D. **Fundamentos de Estratigrafia Moderna**. Rio de Janeiro, Editora UERJ, 263p, 2001.
- FITZGERALD, D. M., CLEARY, W. J., BUYNEVICH, I. V., HEIN, C. J., KLEIN, A., ASP, N. E., & ANGULO, R. J., Strandplain evolution along the southern coast of Santa Catarina, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 50, n. Special Issue, p. 152-156, 2007.
- FLEMMING, G. **Processamento e análise de refletores nos registros sísmicos de alta resolução na lagoa da conceição e área adjacente à Ilha de Santa Catarina**. Monografia, 134p, 2014.
- GOMES, M. P. **Aquisição, processamento e análise de dados de sísmica de alta reflexão na plataforma continental Norte do Rio Grande do Norte: Vale Inciso do Rio Açu**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Rio Grande do Norte. 100 p. 2009.
- GONÇALVES, M.A. OLIVEIRA, S.O. MOTTA Geologia da Bacia de Pelotas e plataforma de Florianópolis. **Boletim Técnico Petrobrás**, 22 (1979), pp. 157-174

- HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: Workshop sobre neotectônica e sedimentação cenozoica continental no sudeste brasileiro, Belo Horizonte. **Anais... Belo Horizonte: SBG**, 1990. v. 1, p. 1-31, 1990.
- HEIN, C. J. et al. Complex coastal change in response to autogenic basin infilling: An example from a sub-tropical Holocene strandplain. **Sedimentology**, p. 1362–1395, 2016.
- HEIN, C. J. et al. Evidence for a transgressive barrier within a regressive strandplain system: Implications for complex coastal response to environmental change. **Sedimentology**. 2012.
- HOLZ, M. **Estratigrafia de Sequências–Histórico, Princípios e Aplicações**. Rio de Janeiro, editora Interciência, 2012.
- HOUSER, C., HAPKE, C., HAMILTON, S., Controls on coastal dune morphology, shoreline erosion and barrier island response to extreme storms. **Geomorphology** 100, 223–240, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), **Informações ambientais, geologia, vetores, escala 1:250000**. Disponível em <ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/vetores/escala_250_mil/brasil/> Acesso em 29 de out. 2018.
- KEAREY, Philip; BROOKS, Michael; HILL, Ian. **Geofísica de exploração**. Oficina de Textos, 2009.
- KLEIN A. H. F., SHORT A. D., BONETTI J. **Santa Catarina beach systems**. In: Short A. D., Klein A. H. F. (eds) **Brazilian Beach Systems**. Chapter 17. Coastal Research Library 17. **Springer**, Switzerland, 465-506p, 2016.
- LAROUR, E.; IVINS, E. R.; ADHIKARI, S. Should coastal planners have concern over where land ice is melting? **Science Advances**, v. 3, n. 11, p. e1700537, 2017.
- LIU, C. C., **Análise estrutural de lineamentos em imagens de sensoriamento remoto: aplicação ao Estado do Rio de Janeiro** Tese Doutorado, Universidade de São Paulo, 1984.
- 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.
- MAHIQUES, M. M., TASSINARI, C. C. G., MARCOLINI, S., VIOLANTE, R. A., FIGUEIRA, R. C. L., DA SILVEIRA, I. C. A., BORUNE, L. & E SOUSA, S. H. D. M. (2008). Nd and Pb isotope signatures on the Southeastern South American upper margin: Implications for sediment transport and source rocks. **Marine Geology**, 250(1), 51-63.
- MAHIQUES, M.M. et al., Hydrodynamically driven patterns of recent sedimentation in the shelf and upper slope off Southeast Brazil. **Continental Shelf Research**, v. 24, n. 15, p. 1685-1697, 2004.
- MALLINSON, D. J., SMITH, C. W., MAHAN, S., CULVER, S. J., & MCDOWELL, K., Barrier island response to late Holocene climate events, North Carolina, USA. **Quaternary Research**, v. 76, n. 1, p. 46–57, 2011.
- MARINHA DO BRASIL. Centro de Hidrografia da Marinha. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Tabua de marés: porto de Florianópolis-SC. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/dados_de_mar/florianopolis.rar>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- MARINO, I. K.; SANTOS, M. A. C; SILVA, C. G. Processing of high-resolution, shallow seismic profiles, Guanabara bay – Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**. 579 – 594 p. 2013.

- MARTINS, J. L. (2001). **Noções do método sísmico e de resolução sísmica**. In: RIBEIRO, H.J.P.S., **Estratigrafia de Sequências, métodos e aplicações**. p.43-70, 2001.
- MARTINS, M. S. **Caracterização e quantificação do volume de areia da área marinha adjacente a ponta dos ingleses, Florianópolis, SC**. Trabalho de Conclusão de Curso, 78p, 2017.
- MATOS, A.C.O.C. **Implementação de modelos digitais de terreno para aplicações na área de geodésia e geofísica na América do Sul**. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. doi: 10.11606/T.3.2005.tde-10102005-104155. Acesso em: 2018-10-15.).
- MAUNE, D. F. **Digital elevation model technologies and applications: the DEM users manual**. [S.l.]: ASPRS (The Imaging & Geospatial Information Society), 2001.
- MITCHUM JR, R.M., VAIL, P.R., SANGREE, J.B. **Seismic stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part 6: Stratigraphy Interpretation of Seismic Reflection Patterns in Deposition Sequences**. In: PAYTON, C.E. (Ed.). **Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbons Explorations** (Memoir # 26). Tulsa, AAPG, 117-133, 1977.
- MIX, A. C., BARD, E., & SCHNEIDER, R. Environmental processes of the ice age: land, oceans, glaciers (EPILOG). **Quaternary Science Reviews**, 20(4), 627-657, 2001.
- MORANG, A.; LARSON, R.; GORMAN, L. Monitoring the Coastal Environment; Part III: Geophysical and Research Methods. **Journal of Coastal Research**, v. 13, n. 4, 1064-1085 pp., 1997.
- MOSZYNSKI, M.; STEPNOWSKI, A. **Time-varied-gain correction for digital echosounders**. Disponível em <
https://www.researchgate.net/publication/266282435_TIME-VARIED-GAIN_CORRECTION_FOR_DIGITAL_ECHOSOUNDERS>. Acessado 29 out. 2018.
- NAGAI, Renata H.; SOUSA, Silvia HM; MAHIQUES, Michel M. The southern Brazilian shelf. **Geological Society**, London, Memoirs, v. 41, n. 1, p. 47-54, 2014.
- NARDI, L. V. S., & BITENCOURT, M. F., **Magmatismo granítico e evolução crustal no sul do Brasil**. In **50 Anos de Geologia** (Vol. 2, pp. 125-139). Porto Alegre: Instituto de Geociências. Editora Comunicação e Identidade, 2007.
- NICHOLLS, R. J.; CAZENAVE, A. Sea-Level Rise and Its Impact on Coastal Zones. **Science**, v. 328, n. 5985, p. 1517–1520, 2010.
- OERTEL, G.F. The barrier island system. **Marine Geology**, v. 63, 1-18, 1985.
- ORFORD, J.D., CARTER, R.W.G., JENNINGS, S.C., Coarse clastic barrier environments: evolution and implications for Quaternary Sea level interpretations. **Quaternary International**. 9, 87–104, 1991.
- POPP, José Henrique. **Introdução ao estudo da estratigrafia e da interpretação de ambientes de sedimentação**. Curitiba: Scientia et Labor. 323p, 1987.
- PRESS, F., SIEVER, R., GROTZINGER, J., & JORDAN, T. H.. **Para entender a Terra**. Ed. Bookman, Porto Alegre, RS, 2006.
- QIN, Y., ALVES, T. M., CONSTANTINE, J., & GAMBOA, D., Quantitative seismic geomorphology of a submarine channel system in SE Brazil (Espírito Santo Basin): Scale comparison with other submarine channel systems. **Marine and Petroleum Geology**, v. 78, p. 455-473, 2016.
- REITZ P.R. **Parque do Maciambú (Exposição de motivos para a sua criação)**, Rio de Janeiro. Anuário Brasileiro de Economia Florestal, 12:196-210, 1960.
- RIBEIRO, H. J. P. **Estratigrafia de Sequências – Fundamentos e Aplicações**. São Leopoldo, Edunisinos, 428 p., 2001.

- RODRIGUEZ, A. B.; ANDERSON, J. B.; SIMMS, A. R. Terrace inundation as an autocyclic mechanism for parasequence formation: Galveston Estuary, Texas, U.S.A. **Journal of Sedimentary Research**, v. 75, n. December 2005, p. 608–620, 2005.
- ROY, P.S.; COWELL, P.J.; FERLAND, M.A. e THOM, B.G. **Wave-dominated coasts**. In: CARTER, R.W.G. e WOODROFFE, C.D. **Coastal Evolution, Late Quaternary Shoreline Morphodynamics**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 121–186, 1994.
- SMALL, C., & NICHOLLS, R. J. A global analysis of human settlement in coastal zones. **Journal of Coastal Research**, 584-599, 2003.
- SOUZA, L.A.P. **Revisão Crítica da Aplicabilidade dos Métodos Geofísicos na Investigação de Áreas Submersas Rasas**. Tese (Doutorado em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Ciências, área de Oceanografia Química e Geológica. Universidade de São Paulo, São Paulo. 311p, 2006.
- STOCKER, T.F., GARRY, G.K.C., LE TREUT, H., LINDZEN, R.S., MELESHKO, V.P., MUGARA, R.K., PALMER, T.N., PIERREHUMBERT, R.T., SELLERS, P.J., TRENBERTH, K.E., WILLEBRAND, J., Physical climate processes and feedbacks. In: IPCC, 2001: **Climate Change 2001: The Scientific Basis**. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / HOUGHTON, J.T., Y. DING, D.J. GRIGGS, M. NOGUER, P.J. VAN DER LINDEN, X. DAI, K. MASKELL, C.A. JOHNSON (eds.). - Cambridge and New York : Cambridge University Press, 2001.
- STONE, G.W., LIU, B., PEPPER, D.A., WANG, P., 2004. The importance of extratropical and tropical cyclones on the short-term evolution of barrier islands along the northern Gulf of Mexico, USA. **Marine Geology**, 210, 63–78.
- STUTZ, M.L., PILKEY, O.H., **OPEN-OCEAN BARRIER ISLANDS: GLOBAL INFLUENCE OF CLIMATIC, oceanographic, and depositional settings**. J. Coast. Res. 272, 207–222, 2011.
- SUMMERFIELD, M. A. Global Geomorphology: An introduction of the study of landforms. **New York: Longman Scientific & Technical**, 1991. 537 p.
- SYLWESTER, R.E. **Single-Channel, High-Resolution, Seismic-Reflection Profiling: A Review of Fundamentals and Instrumentation**. Pp 77 -122. In: Geyer, R.A. (Ed). **Handbook of Geophysical Exploration at Sea**. Florida, CRC Press, 496p., 1991.
- THOMAS, M. F.; SUMMERFIELD, M. A. **Long-term landform development: Key themes and research problems**. In.: INTERNATIONAL GEOMORPHOLOGY, 1, **Proceedings of the First International Conference on Geomorphology**, Wiley, Chichester II, 1987. p. 935-956, 1986.
- TRUCOLLO, E.C. **Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul – SC**. 100p. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- VAIL, P.R. **Seismic Stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy. Part 1: seismic stratigraphy interpretation procedure**. In: BALLY, A. W. (Ed.). **Atlas of Seismic Stratigraphy**. Tulsa, AAPG, 1:1-9, (AAPG studies in Geology #27), 1987.
- VAIL, P.R., MITCHUM, R.M.JR., THOMPSON, S. **Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part 3: Relative Changes of Sea Level from Coastal Onlap**. Pp. 63-81. In: Payton, C. E. (Ed). **Seismic Stratigraphy –Applications to Hydrocarbon Exploration**. American Association of Petroleum Geologists. AAPG Memoir Volume 26, 1977.

- WESCHENFELDER, J., BAITELLI, R., CORRÊA, I. C., BORTOLIN, E. C., & DOS SANTOS, C. B. Quaternary incised valleys in southern Brazil coastal zone. **Journal of South American Earth Sciences**, 55, 83-93. 2014.
- WESCHENFELDER, J., CORRÊA, I. C. S., ALIOTTA, S., & BAITELLI, R. Paleochannels related to late Quaternary sea-level changes in Southern Brazil. **Brazilian journal of oceanography**, 58(SPE2), 35-44, 2010.
- WESCHENFELDER, J.; CORREA, I. C.S.; TOLDO JR., Elirio E, BAITELLI, R. Paleocanais como indicativo de eventos regressivos quaternários do nível do mar no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica**, 26(3), 367-375, 2008.
<https://dx.doi.org/10.1590/S0102-261X2008000300009>
- WESCOTT, W. A. Channel versus valley: Semantics or significance? Properly distinguishing between channels and valleys aids in the exploration and exploitation of related reservoirs. **The Leading Edge**, v. 16, n. 6, p. 867-873, 1997.
- WikiSEG, **Automatic Gain Control (AGC)**, Disponível em:
<[https://wiki.seg.org/wiki/Dictionary:Automatic_gain_control_\(AGC\)](https://wiki.seg.org/wiki/Dictionary:Automatic_gain_control_(AGC))>. Acesso em: 29 n=ou. 2018.
- ZECCHIN, M., TOSI, L., CAFFAU, M., BARADELLO, L., & DONNICI, S. Sequence stratigraphic significance of tidal channel systems in a shallow lagoon (Venice, Italy). **The Holocene**, v. 24, n.6, p. 646-658, 2014.

APÊNDICE A – Perfis sísmicos.

