

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
CURSO DE GEOLOGIA**

GUSTAVO PICCOLO ARICINI

**ESTUDO E DESCRIÇÃO DE FÁCIES DA PLANÍCIE COSTEIRA
PLEISTOCÊNICA NA REGIÃO DE PARANAGUÁ - PR**

**CURITIBA
2016**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
CURSO DE GEOLOGIA

GUSTAVO PICCOLO ARICINI

ESTUDO E DESCRIÇÃO DE FÁCIES DA PLANÍCIE COSTEIRA
PLEISTOCÊNICA NA REGIÃO DE PARANAGUÁ - PR

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado à disciplina de Trabalho
de Conclusão de Curso II (GC-132), do
Departamento de Geologia, Setor
Ciências da Terra, Universidade
Federal do Paraná. Sob orientação
do Prof. Dr. Carlos Conforti Ferreira
Guedes.

CURITIBA
2016

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais, Angelo e Célia, por me apoiarem durante toda a minha vida, em todas as minhas escolhas, tanto nos bons, quanto nos maus momentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Ferreira Guedes, pela ótima orientação, conselhos e paciência. Com certeza evolui muito ao decorrer deste trabalho devido aos seus conselhos.

À Prof^a. Dr^a. Maria Cristina de Souza, que me deu a base de conhecimento para o desenvolvimento de um trabalho como esse, além de sempre me ajudar e aconselhar quando precisei. Ao grande Prof. Dr. Rodolfo José Angulo, pelos ensinamentos, que agregaram qualidade ao trabalho.

Aos meus amigos Ana Paula Rzepkowski e Prof. Fábio Berton pela companhia e troca de conhecimento, discussões, durante as etapas de campo.

À minha namorada Isabela, por me apoiar em todos os momentos, me ajudando a nunca desistir e sempre dar o meu melhor.

Aos meus amigos Antonio, André, Ben Hur, Bruno, Daniel e Rafael pela verdadeira amizade, companheirismo durante todos esses anos.

RESUMO

A planície costeira paranaense é constituída por dois sistemas de barreiras arenosas, uma delas com idade holocênica e outra pleistocênica. O objetivo do presente trabalho é o estudo dos depósitos da barreira pleistocênica. Para isso foi escolhida uma cava de areia na região de Paranaguá, e através da descrição e associação de fácies sedimentares, a partir 6 perfis gerados, foi feita a construção de uma coluna estratigráfica representativa e proposto um modelo evolutivo. Foram identificadas seis fácies sedimentares: Areia fina maciça com bioturbação (Smb); Areia fina a média com estratificação cruzada de baixo ângulo e bioturbação (Spb); Areia fina a média com estrutura cruzada tabular e bioturbação (Stb); Areia fina a média com estratificação cruzada de baixo ângulo (Sp); Areia fina a média com estrutura cruzada tabular (St); Areia muito fina a fina com estratificação cruzada de baixo ângulo (Sfp). Com base na associação das fácies foram identificados dois paleoambientes: face litorânea e praia subaérea e intermaré, que representam o topo do empilhamento de uma barreira regressiva progradante. Pode-se relacionar a barreira estudada à fase regressiva após a transgressão Cananéia (120.000 anos). Nesse período houve a formação de uma planície costeira, com cordões litorâneos de orientação NNE NE, como consequência da progradação da linha de costa em direção ao mar.

ABSTRACT

The coastal plain of Paraná is composed by two barrier systems, one of them of Pleistocene age, and the other of Holocene age. The objective of this work is the study of the Pleistocene barrier deposit. For this, a sand pit was selected in the region of Paranaguá, and through the description and association of sedimentary facies, in 6 profiles made with approximately 4 meters high each, it was made the construction of a representative stratigraphic column and proposed an evolutionary model. Six sedimentary facies were identified: Massive fine sand with bioturbation (Smb); Low angle cross stratification fine to medium sand with bioturbation (Spb); Tabular cross stratification fine to medium sand with bioturbation (Stb); Low angle cross stratification fine to medium sand (Sp); Tabular cross stratification fine to medium sand (St); Low angle cross stratification very fine to fine sand. Two peleoenvironments were identified with the facies association: upper shoreface and foreshore, wich represent the top of the stacking of a regressive barrier formed by progradation. The studied barrier can be related to the regressive phase after the Cananéia Transgression (120.000 B.P.). During this period there was the formation of a coastal plain, with coastal strands with NNE NE orientation, as a consequence of the coastline progradation towards the sea.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da cava a ser estudada, PR-407 que liga a BR-277 a Pontal do Paraná.....	10
Figura 2. Direção e frequência dos ventos em Paranaguá (a) (Maack, 1968). (Retirado de Angulo 1992.).....	13
Figura 3. Mapa geológico regional da área de estudo (Modificado de Angulo, 2004). (Retirado de de Castro <i>et al</i> , 2008.).....	16
Figura 4. Estratigrafia de uma barreira regressiva (Adaptado de Galloway e Hobday, 1983).....	20
Figura 5. Sequência vertical de uma barreira regressiva, considerando a granulometria e estruturas sedimentares (Adaptado de Elliot, 1978 apud Niedorada <i>et al</i> . 1985).....	21
Figura 6. Estratigrafia de uma barreira transgressiva (Kraft e John, 1979). (Retirado de Rocha, 2013).....	22
Figura 7. Análise e interpretação dos ambientes de uma sequência típica transgressiva (Kraft e John, 1979). (Retirado de Rocha, 2013).....	22
Figura 8. Estratigrafia de uma barreira agradacional (Adaptado de Galloway e Hobday, 1983). (Retirado de Rocha, 2013).....	23
Figura 9. Fácies Smb próximo ao perfil 5.....	27
Figura 10. Partes de uma galeria de <i>Ophiomorpha</i> . (Adaptado de Suguio <i>et al</i> ., 1984).....	28
Figura 11. Fácies Spb associada a fácies Stb, próximo ao perfil 3 com interpretação das superfícies.....	29
Figura 12. Diagrama em roseta representando as direções preferenciais de mergulho para a estrutura cruzada de baixo ângulo, tanto para com bioturbação (Spb), quanto para sem (Sp).....	30
Figura 13. Fácies Stb com aproximadamente 35 cm de espessura, próxima ao perfil 4.....	31

Figura 14. Diagrama em roseta representando as direções preferenciais de paleocorrente para a estrutura cruzada tabular, tanto para com bioturbação (Stb), quanto para sem (St).....	31
Figura 15. Relação de fácies Sp e St próximas ao perfil 4 e interpretação das superfícies.....	32
Figura 16. Relação entre as fácies Sp e St próximo ao perfil 4 com interpretação das superfícies.....	33
Figura 17. Relação entre fácies Sp e St com interpretação das superfícies.....	34
Figura 18. Fácies Sfp localizada no perfil 6.....	35
Figura 19. Modelo estratigráfico de uma barreira regressiva progradante, indicando o paleoambiente estudado.....	35
Figura 20. Associação de fácies, delimitando <i>Foreshore</i> e <i>Upper shoreface</i> nos 6 perfis gerados.....	36
Figura 21. Coluna estratigráfica da cava de areia elaborada a partir dos 6 perfis realizados, apresentando um empilhamento do topo de uma barreira regressiva progradante.....	38
Figura 22. Comparação da coluna estratigráfica representativa do presente trabalho, com uma das colunas estratigráficas de Guedes <i>et al.</i> 2011.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Glossário dos tipos de barreiras costeiras (modificado de Otvos, 2012). (Retirado de Rocha 2013).....	19
Tabela 2. Fácies sedimentares identificadas por Ângulo (1992) e Branco (2010) nos depósitos pleistocênicos do litoral do Paraná.....	24
Tabela 3. Coordenadas referentes aos perfis elaborados em campo.....	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 LOCALIZAÇÃO	10
2. OBJETIVO.....	11
3. MATERIAS E MÉTODOS.....	11
3.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.2. ETAPAS DE CAMPO.....	11
3.3. ANÁLISE DE DADOS	12
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
4.1. CLIMA.....	13
4.2. VENTOS.....	13
4.3. ONDAS E MARÉS.....	14
4.4. VEGETAÇÃO	14
4.5. GEOLOGIA REGIONAL	14
4.6. MODELO EVOLUTIVO DA PLANÍCIE COSTEIRA PARANAENSE	17
4.7. TIPOS DE BARREIRA E SEUS EMPILHAMENTOS	18
4.7.1. BARREIRA REGRESSIVA (PROGRADANTE).....	19
4.7.2. BARREIRA TRANSGRESSIVA (RETROGRADANTE)	21
4.7.3. BARREIRA AGRADACIONAL OU ESTACIONÁRIA.....	23
4.8. CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE A BARREIRA PLEISTOCÊNICA PARANAENSE	23
5. FÁCIES SEDIMENTARES	25
5.1. AREIA FINA MACIÇA COM BIOTURBAÇÃO (Smb).....	27
5.2. AREIA FINA A MÉDIA COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO E BIOTURBAÇÃO (Spb).....	28
5.4. AREIA FINA A MÉDIA COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO (Sp)	32
5.5. AREIA FINA A MÉDIA COM ESTRUTURA CRUZADA TABULAR (St).....	33
5.6. AREIA MUITO FINA A FINA COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO (Sfp).....	34
6. DISCUSSÃO.....	35
6.1. ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES E INTERPRETAÇÃO DE PALEOAMBIENTE	35
6.1.1. FACE LITORÂNEA SUPERIOR (UPPER SHOREFACE)	36

6.1.2. PRAIA SUBAÉREA E INTERMARÉ (FORESHORE)	37
6.2. COLUNA ESTRATIGRÁFICA.....	38
6.3. COMPARAÇÃO COM OUTROS MODELOS.....	39
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

A evolução das planícies costeiras ocorre em resposta às variações do nível relativo do mar, aporte de sedimentos e espaço de acomodação. Tais fatores geram barreiras costeiras, que podem ser classificadas de diferentes maneiras, de acordo com o processo evolutivo.

A planície costeira do Paraná possui dois sistemas de barreiras regressivas, uma de idade pleistocênica e outra holocênica, a partir de dois períodos de mar alto, há 120.000 e 5.000 anos (Angulo 1992, 2004). A barreira pleistocênica teve Bigarella (1946, 1978) como pioneiro nos estudos e foi demarcada a partir do mapeamento do Quaternário do litoral paranaense por Angulo (1992, 2004).

A caracterização e associação de fácies sedimentares são fundamentais para identificar a evolução geológica da costa, sedimentação e paleoambientes. O foco do presente trabalho são os depósitos pleistocênicos, cujo objetivo é contribuir com o entendimento dos mesmos na planície costeira paranaense, a partir de uma coluna estratigráfica e um modelo evolutivo.

Existem cavas para a extração de areia na região litorânea, elas são ótimas para o estudo, visto que expõem verticalmente e lateralmente fácies sedimentares. Há cavas tanto de idade pleistocênica quanto holocênica, as pleistocênicas foram menos estudadas até o momento, portanto é o alvo deste trabalho.

1.1 LOCALIZAÇÃO

A cava de areia escolhida para o trabalho localiza-se nas coordenadas 0748214/7161835 e está no limite do município de Paranaguá com Pontal do Paraná, litoral do Paraná (Figura 1). A cava é ao longo da PR-407, trecho que liga a BR-277 a cidade de Pontal do Paraná, o acesso é feito por uma estrada de chão à esquerda logo após a divisa municipal, quando se está sentido Pontal do Paraná (Figura 1).

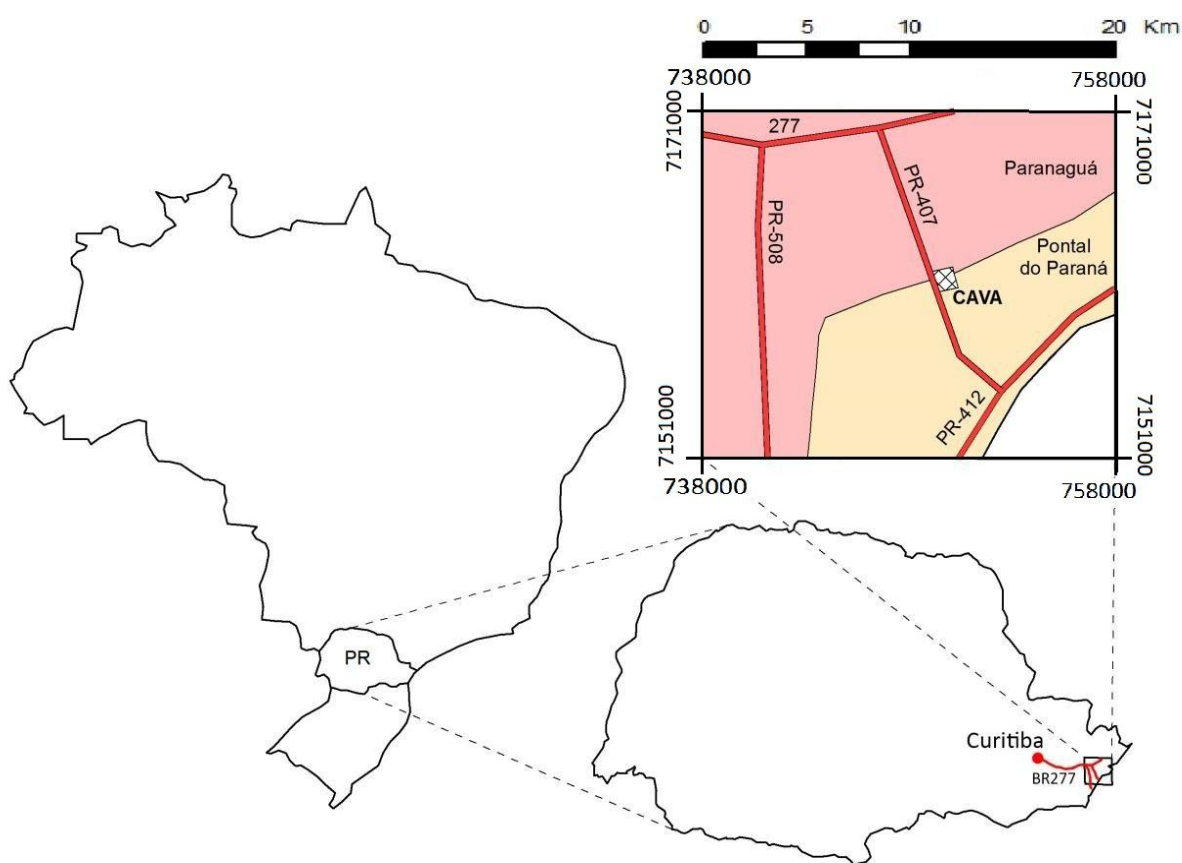


Figura 1: Localização da cava a ser estudada, PR-407 que liga a BR-277 a Pontal do Paraná.

2. OBJETIVO

A meta desse trabalho é o estudo das fácies sedimentares de um trecho da barreira pleistocênica, ajudando a compreender o funcionamento do sistema costeiro, tal como a evolução geológica, sedimentação e a paleogeografia.

Com base nisso, o objetivo é a interpretação dos dados de fácies coletados em campo, associação de fácies e relacionar as informações encontradas a sistemas deposicionais, e assim propor um modelo evolutivo e uma coluna estratigráfica.

3. MATERIAS E MÉTODOS

O trabalho foi dividido em três principais etapas: revisão bibliográfica, etapas de campo e análise de dados.

3.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Etapa que foi desenvolvida ao longo de todo o projeto. A partir de trabalhos referentes à geologia do litoral paranaense, mais especificamente sobre caracterização, análise e associação de fácies. Estudos na forma de dissertações e teses, periódicos, livros e conteúdo on-line foram consultados, auxiliando o trabalho e complementando o desenvolvimento do presente trabalho.

3.2. ETAPAS DE CAMPO

A cava foi escolhida visando um acesso viável e bom afloramento dos depósitos pleistocênicos. A partir disso, o campo ocorreu em duas etapas, a primeira dia 30/05/2016, junto da graduanda Ana Paula Rzepkowski, do Prof. Fábio Berton e o Prof. Dr. Carlos Conforti Ferreira Guedes. A segunda etapa foi realizada dia 21/09/2016, assim como a primeira, teve a presença do doutorando Fábio e o Prof. Dr. Carlos, e desta vez a pós-graduanda Mayara Santana.

Os materiais utilizados em campo foram: bússolas tipo *Brunton* ou *Clar*, caderneta de campo, canivete, escala, GPS, lupa com aumento 10X, martelo estratigráfico, enxada, pá, e máquina fotográfica.

Durante a primeira etapa foram feitos 6 perfis de aproximadamente 4 metros de altura cada um na cava de areia descrevendo as fácies encontradas, através dos seguintes critérios: litotipo (textura e mineralogia), estruturas sedimentares, geometria externa, paleocorrentes e fósseis.

A segunda etapa foi realizada para complementar os conhecimentos obtidos durante a primeira, porém, cinco dos seis locais onde foram realizados os perfis estavam encobertos, devido ao trabalho realizado na cava. Por tais fatores, não foi possível realizar o nivelamento dos perfis.

3.3. ANÁLISE DE DADOS

Tendo como principal fator a interpretação das fácies sedimentares encontradas nas etapas de campo, o tratamento dos dados coletados em campo foi feito em escritório, junto à estudos de bibliografia, indispensável para a confecção da uma coluna estratigráfica e um modelo de evolução.

A análise faciológica foi feita a partir dos 6 perfis confeccionados durante as etapas de campo, e sua descrição. Nas siglas utilizadas, a letra maiúscula está relacionada ao tipo de grão e sua granulometria, e as letras minúsculas às estruturas, ambas de acordo com a língua inglesa, exemplo: Areia com estratificação cruzada tabular (St), *tabular cross stratification sand*.

A associação de fácies foi feita relacionando as fácies sedimentares obtidas nos perfis gerados, com empilhamentos típicos de determinados tipos de barreira pesquisados na bibliografia. Como consequência foi determinado o paleoambiente e o modelo evolutivo mais adequado para o depósito estudado.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1. CLIMA

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, na região existem dois tipos climáticos: Cfa e Cfb.

Cfa define-se como subtropical úmido mesotérmico com verão quente, geadas pouco frequentes, precipitações regulares todos os meses do ano. Ocorre na parte mais baixa do litoral, com altitudes inferiores a 700m (Angulo, 1992).

Cfb se dá acima de 700m, caracterizado como subtropical úmido mesotérmico com verão fresco. Sujeito a precipitações durante todo ano, geadas severas e não apresenta seca (Angulo, 1992).

4.2. VENTOS

Na região de Paranaguá, 22,8% dos ventos vêm do setor sul, 20,3% de leste e sudeste. Os ventos continentais de sudoeste, oeste e noroeste são responsáveis por 33,2% (Maack, 1968). Portanto, há um predomínio de ventos provenientes do sul. (Figura 2)

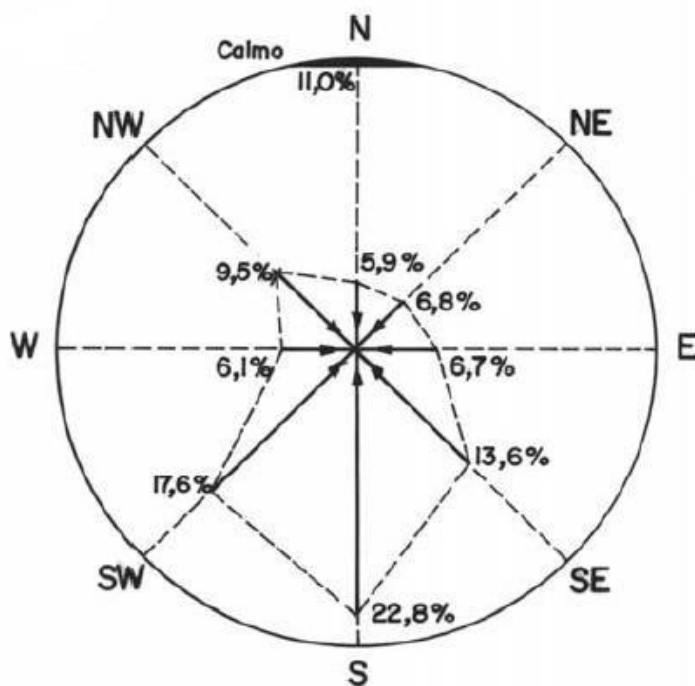


Figura 2. Direção e frequência dos ventos em Paranaguá (a) (Maack, 1968). (Retirado de Angulo 1992).

4.3. ONDAS E MARÉS

O regime de ondas ao atingir a costa litorânea possui duas direções preferencias, ENE e SSE/SE, com período médio de 11 segundos e altura média de 1,8m (Portobrás 1983). Esse sistema de ondas está relacionado à passagem de sistemas meteorológicos frontais que ocasionam as ondas de tempestade (Branco 2006).

As marés são semidiurnas, têm amplitude média de 1,4m na costa oceânica e 1,7 no interior do estuário de Paranaguá, classificadas como micro marés. (Marone & Jamiyanaa 1997)

4.4. VEGETAÇÃO

A partir das características geomorfológicas e a influência do oceano, a vegetação do litoral paranaense pode ser dividido em duas unidades florísticas: a) Formações pioneiras sob influência marinha (restinha e herbácea), flúvio marinha (mangues) e fluvial (herbácea); b) Floresta Ambrófila Densa, mais restrita e localizada (Klein, 1984).

4.5. GEOLOGIA REGIONAL

A planície litorânea paranaense se localiza em uma faixa que vai do sopé da Serra do Mar até o Oceano Atlântico com altitudes inferiores a 20m, até 90km de comprimento e com espessura máxima de 55km na região de Paranaguá (Angulo, 2004).

A cobertura sedimentar da região litorânea do Estado do Paraná pode ser dividida em dois principais tipos: continentais e costeiros. Os sedimentos continentais podem ser subdivididos em cinco grupos: Sedimentos Fluviais, Colúvios, Tálus, Leques e Cones aluviais e a Formação Alexandra (Angulo, 2004), (Figura 3).

A Formação Alexandra (Mioceno Inferior) situa-se em colinas isoladas com altitudes em torno de 30m, formadas por areias arcoseanas, lamas, cascalhos argila e linhoto. As cores dos sedimentos variam de cinza esverdeado a vermelho. A

associação de fácies dessa Formação indica um sistema deposicional de leque aluvial associado a corpos aquosos, pântanos. (Angulo, 2004).

Os Leques e Cones Aluviais (Plio-Quaternário) ocorrem relacionados a grandes vertentes da Serra do Mar, onde drenagens secundárias atingem a planície costeira ou o vale do rio principal. Os sedimentos que constituem os leques são areia arcoseanas, lamas, cascalhos, estruturas de escavação e preenchimento, estratificação cruzada acanalada e tabular, estratificação plano-paralela, granodecrescência ascendente, pelotas de argila e restos vegetais. A gênese está associada a fluxos densos de lama e detritos e a fluxos trativos fluviais (Angulo, 2004).

Tálus (Quaternário) ocorrem em sopés de vertentes íngremes da Serra do Mar, através de queda de detritos, sem evidência fluvial, apenas a gravidade. (Angulo, 2004)

Colúvios (Quaternário) são sedimentos finos e sem estruturas, podendo ocorrer níveis de seixos (stone lines), associados a vertentes da Serra do Mar, nos quais não se observam evidências de transporte por fluxos de baixa viscosidade. (Angulo, 2004)

Os Sedimentos Fluviais (Quaternário) possuem características distintas. Na Serra do Mar os rios são encaixados, com padrão retilíneo e planícies aluviais estreitas. Na planície costeira, uma das principais características é a desproporção entre o tamanho da planície aluvial e o canal fluvial. As fácies principais observadas foram: cascalhos clasto-suportados, grânulos até matacões, imbricações, estruturas de corte e preenchimento de canal, areias pobremente selecionadas com estratificações cruzadas acanaladas e argilas maciças. (Angulo, 1992)

Os sedimentos costeiros são subdivididos em Planície costeira com Cordões Litorâneos (Pleistoceno Superior e Holoceno), Planície paleoestuarinas (Pleistoceno Superior e Holoceno) e Dunas (Holoceno) (Angulo, 2004)

As planícies costeiras com cordões litorâneos são formadas a partir da oscilação do nível do mar durante o quaternário e são relacionadas a antigas linhas de praia. São constituídas por areias finas a muito finas, moderada a muito bem selecionada e assimetria predominantemente negativa (Bigarella *et al.* 1978, Tessler

& Suguu 1987, Angulo 1992). Nessas unidades podem ser identificadas estratificação cruzada de baixo ângulo; estratificação cruzada acanalada, tangencial, sigmoide, planar e truncada por ondas; estrutura de corte e preenchimento de canal; laminação convoluta e diversos tipos de bioturbação (Angulo 1992).

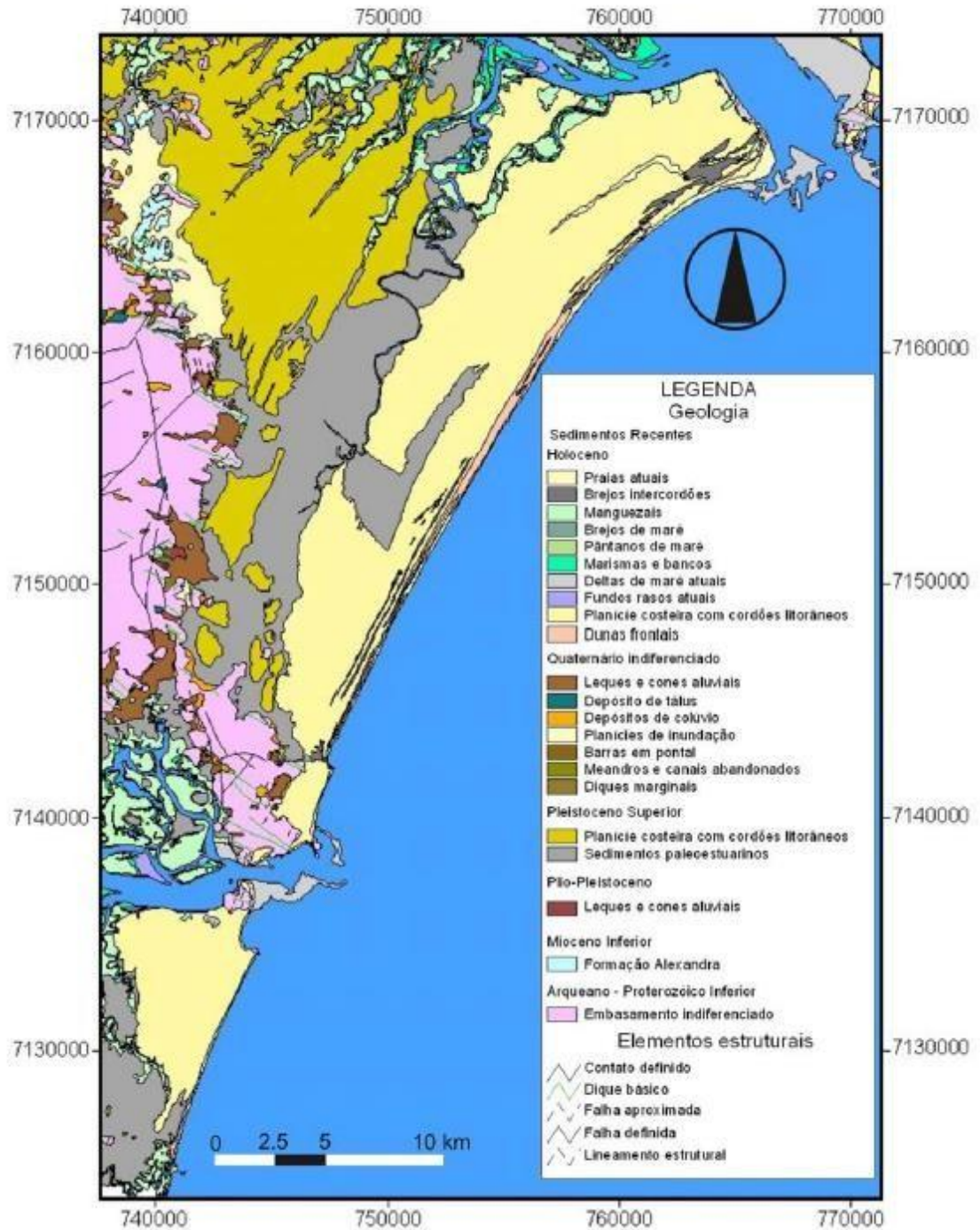


Figura 3. Mapa geológico regional da área de estudo (Modificado de Angulo, 2004). (Retirado de de Castro *et al*, 2008).

As planícies paleoestuarinas são definidas predominantemente por sedimentos arenosos, e subsidiariamente por areias argilosas e siltosas, depositados em ambiente estuarino ou lagunar, com estratificação ondulada e bioturbações, sugerindo um ambiente de planície de maré (Angulo 1992).

As dunas podem ser denominadas, genericamente, de cordões dunares costeiros, e tiveram desenvolvimento a partir de dunas frontais com o auxílio efetivo da vegetação (Angulo 1993).

4.6. MODELO EVOLUTIVO DA PLANÍCIE COSTEIRA PARANAENSE

Angulo (1992) propõe a seguinte evolução para a planície costeira entre Paranaguá e Matinhos, que se enquadra na área estudada: Durante a transgressão Cananéia (120.000 anos) o nível relativo do mar era superior a 5m +- 1m acima do nível atual; A fase regressiva posterior foi responsável pela formação de uma intensa planície costeira, com cordões litorâneos de orientação NNE a NE; Durante o período de mar baixo, que é relacionado à última glaciação, a ação de drenagens escavou a planície costeira; Houve a última transgressão, Transgressão Santos (5.100 anos), os canais foram afogados, formando estuários, antes do máximo transgressivo ocorreu a formação de uma ilha barreira, conseqüentemente uma laguna. A datação de conchas provenientes dos sedimentos dessa paleolaguna forneceu uma idade de 5690 +- 200 anos; Finalmente, houve a fase regressiva, após o máximo de transgressão.

Para a porção holocênica, Lessa *et al.* (2000) propuseram um modelo de evolução a partir de duas barreiras: 1) Transgressiva que se deslocou sobre os sedimentos lagunares pós-barreira e colidiu com a barreira pleistocênica no final da transgressão; 2) Regressiva que teria se desenvolvido após o máximo transgressivo, impulsionada pela descida de 3,5m do nível relativo do mar. (Souza, 2005).

No litoral norte de Santa Catarina, em Itapoá, Souza *et al.* (2001) propuseram um modelo evolutivo holocênico: Durante o máximo transgressivo foram formadas ilhas-barreiras com desembocaduras associadas as desembocaduras dos rios Saí-Mirim e Saí-Guaçu; Durante a descida do nível do mar formaram barreiras regressivas. De acordo com os autores ao decorrer do período regressivo foi formado esporões que migravam para o norte devido a ação da deriva litorânea deslocando as

desembocaduras dos estuários para mesma direção. Não foram encontradas evidências da barreira transgressiva.

Souza (2005) sugere que durante o máximo transgressivo 3,5 +- 1 m no período holocênico (entre 7.000 e 5.000 anos A.P.) (Angulo *et al.* 2006), teriam existido esporões, crescendo preferencialmente para sudoeste. No período regressivo ela determinou pelo menos três estágios evolutivos: 1) crescimento de esporões para sudoeste, durante um período de queda do nível do mar mais acelerada (aproximadamente 4.000 A.P.); 2) alternância entre progradação e crescimento de esporões para nordeste (entre 4.000 e 2.500 A.P.); 3) Formação de cordões regressivos, impulsionados pela queda do nível do mar (2.500 A.P. até o presente).

Branco (2010) associa os depósitos pleistocênicos a progradação lateral de um esporão, que cresce para noroeste. Tal deposição se daria nas proximidades de uma barra.

4.7. TIPOS DE BARREIRA E SEUS EMPILHAMENTOS

De acordo com Roy *et al.* (1994) a estrutura das barreiras é resultado da taxa de variação do nível relativo do mar, aporte de sedimentos e o espaço de acomodação. Tais aspectos formam um empilhamento característico dependendo do tipo de barreira.

Otvos (2012) fez uma relação entre vários trabalhos sobre barreiras costeiras, definindo um glossário com os tipos de barreiras mais utilizados (Tabela 1):

Tabela 1. Glossário dos tipos de barreiras costeiras (modificado de Otvos, 2012). (Retirado de Rocha 2013).

Regressiva (progradante)	Progradação em direção ao mar, associado ao nível do mar estável ou em declínio.
Transgressiva (retrogradante)	Retrogradação em direção ao continente a partir de um sistema barreira-laguna associado a aumento do nível do mar ou condições persistentes de tempestade com efeitos de transposição
Agradacional (estacionária)	Crescimento vertical da barreira a partir de incorporação eólica. Possivelmente associado à aumento do nível do mar e moderado suprimento sedimentar.
Dunas transgressivas	Barreira espessa, com complexas feições de dunas que migram em direção ao continente.
Anexada	Barreira ou campo de dunas que migra em direção ao continente e se solda a terrenos mais antigos ou a promontórios.
Complexa	Combinações de cristas de praia e campos de dunas.
Episódica	Depósitos eólicos possivelmente associados às flutuações do clima e do nível do mar no Pleistoceno.
Composta (híbrida)	Combinações de barreira progradantes, retrogradante, estacionária e/ou episódica.

Os três principais tipos de barreira: regressiva (progradante), transgressiva (retrogradante) e agracional (estacionária) serão discutidas a seguir levando em consideração variações do nível do mar e o aporte sedimentar.

4.7.1. BARREIRA REGRESSIVA (PROGRADANTE)

Segundo Kraft e Chrazostowki (1985) a principal característica desse tipo de barreira, é a progradação em direção ao mar. A progradação ocorre pela sucessão de cristas de praias, em que cada uma marca uma paleolinha de costa. A sequência de depósitos gerada têm da base para o topo: face litorânea inferior, média, superior e praia subaérea e intermaré (Figura 4)

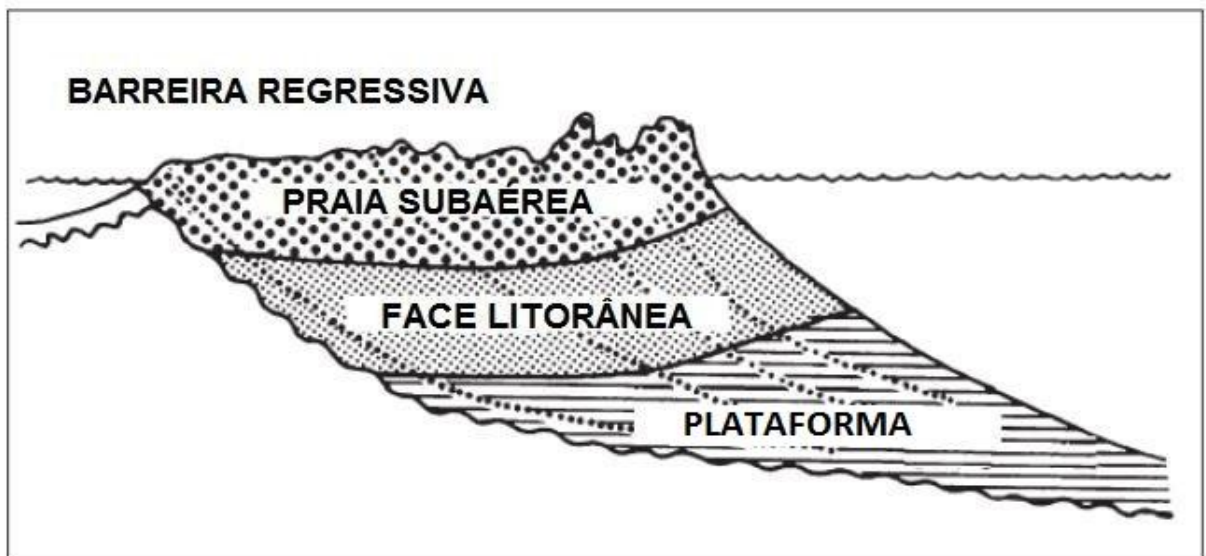


Figura 4. Estratigrafia de uma barreira regressiva (Adaptado de Galloway e Hobday, 1983)

As faces praias destas cristas apresentam acamamentos com suave mergulho em direção ao mar. A estratigrafia desta barreira da base para o topo, apresenta camadas intercaladas de silte e areia, indicativo de ambiente de antepraia inferior ou face litorânea inferior; seguida de camadas arenosas que podem apresentar um aumento gradativo da granulometria, característico de ambiente de antepraia média e superior, ou face litorânea média e superior; por fim, no topo, camadas de areia de face de praia, berma e duna (Rocha, 2013).

Segundo Niedorada *et al.* (1985), a face litorânea superior pode ter até 4 metros de profundidade e normalmente é definida por areias finas, sendo comum uma gradação granulométrica com afinamento dos grãos em direção ao mar. A face litorânea média apresenta areias muito finas, conchas, bioturbações, laminações de marcas de ondas e camadas de silte e argila próximas à base. A face litorânea inferior é caracterizada pela intercalação de silte e argila com lentes de areia muito fina e bioturbação (Figura 5).

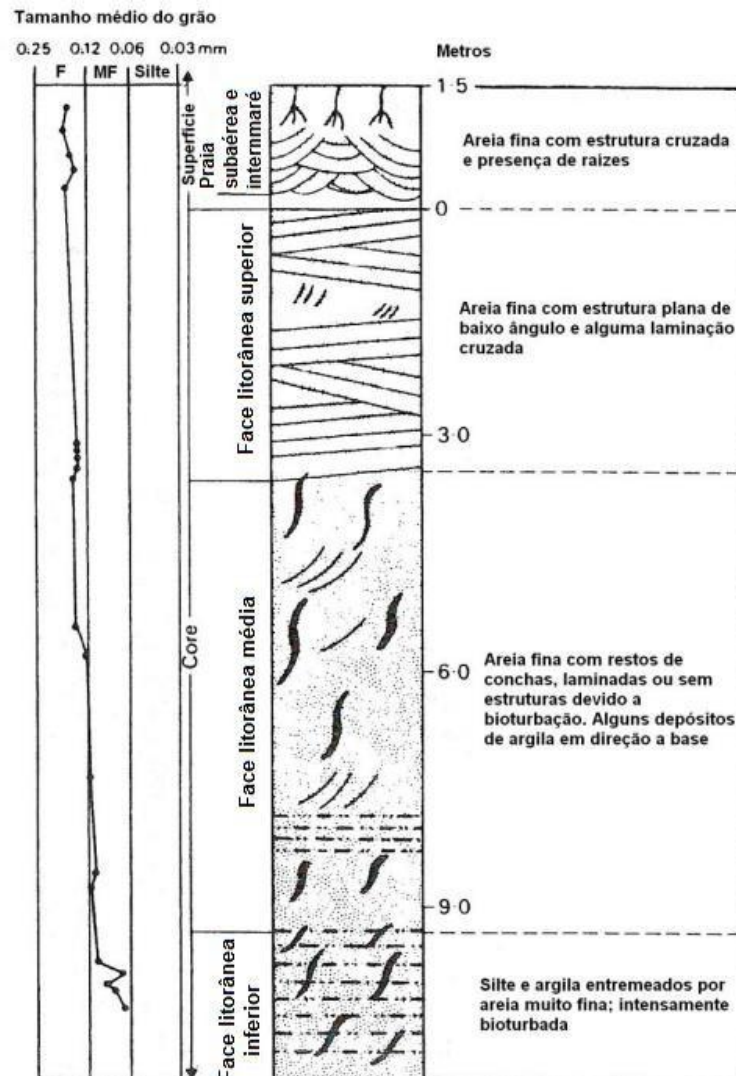


Figura 5. Sequência vertical de uma barreira regressiva, considerando a granulometria e estruturas sedimentares (Adaptado de Elliot, 1978 apud Niedorada *et al.* 1985).

4.7.2. BARREIRA TRANSGRESSIVA (RETROGRADANTE)

As barreiras transgressivas migram em direção ao continente devido ao aumento do nível do mar ou em função de um balanço sedimentar negativo, sob condições de nível do mar estável ou lento aumento (Figura 6). A principal característica é o sistema barreira-laguna, tendo comprimento e largura relacionados a diversos fatores, como amplitude de maré, energia de ondas, comportamento no nível do mar e suprimento de sedimentos. (Rocha, 2013)

Leatherman (1988), define as barreiras conectadas em ambas extremidades ao continente como *Bay Barrier*; Quando apenas uma extremidade está conectada,

denomina-se *Barrier Spit*; E quando nenhuma extremidade está conectada ao continente, é definida como ilha-barreira (*Barrier Island*).

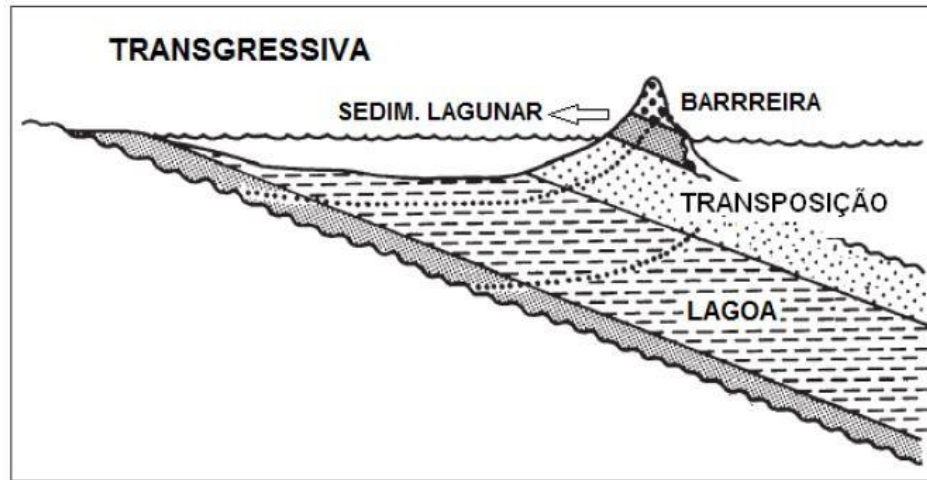


Figura 6. Estratigrafia de uma barreira transgressiva (Kraft e John, 1979). (Retirado de Rocha, 2013).

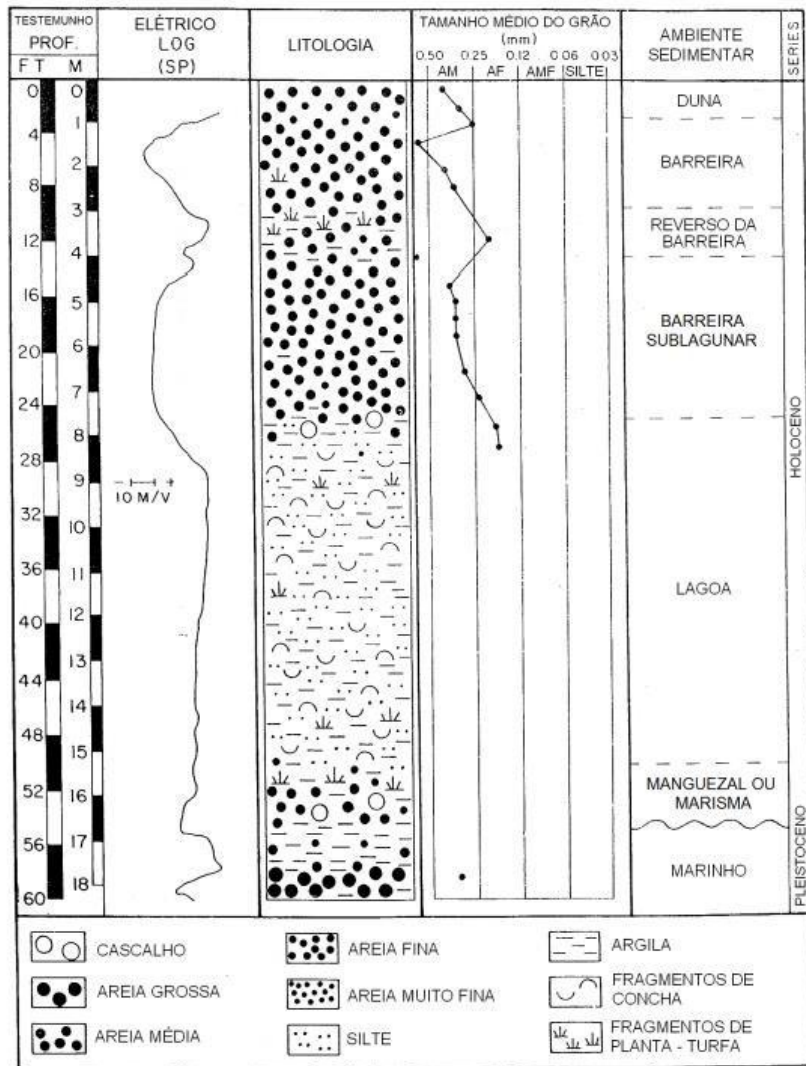


Figura 7. Análise e interpretação dos ambientes de uma sequência típica transgressiva (Kraft e John, 1979).

(Retirado de Rocha, 2013).

4.7.3. BARREIRA AGRADACIONAL OU ESTACIONÁRIA

A barreira agradacional ou estacionária é um tipo intermediário entre costas progradantes e retrogradantes, sendo um estágio de transição (Figura 8). Deve apresentar ausência de progradação nos últimos 6.000 anos e estruturas de dunas complexas. Este tipo de barreira ocorre quando se tem um lento aumento do nível do mar, com uma boa taxa de aporte sedimentar e um retrabalhamento eólico significativo. (Roy *et al.* 1994).

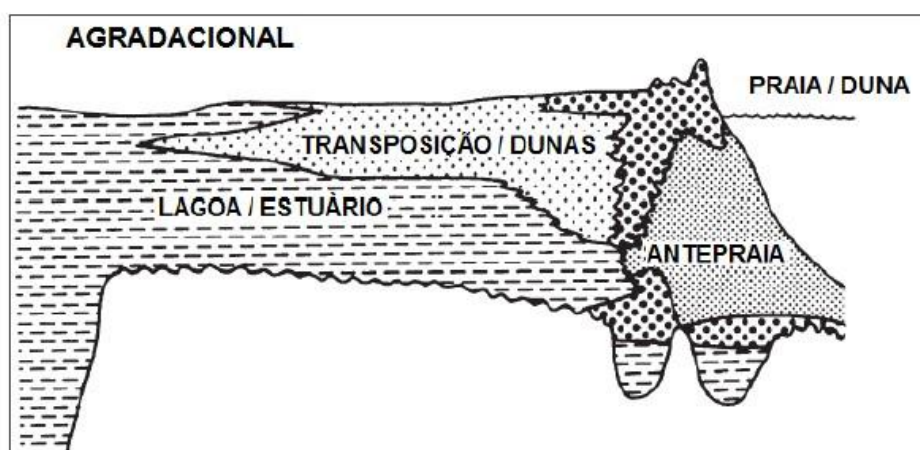


Figura 8. Estratigrafia de uma barreira agradacional (Adaptado de Galloway e Hobday, 1983). (Retirado de Rocha, 2013).

4.8. CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE A BARREIRA PLEISTOCÊNICA PARANAENSE

A planície costeira paranaense é constituída por barreiras do Pleistoceno Superior e do Holoceno durante períodos de mar mais alto que o atual (Angulo 1992, 2004). Lessa *et al.* (2000) propôs um modelo evolutivo da planície costeira paranaense durante o Pleistoceno Superior e o Holoceno, a barreira pleistocênica é muito maior que a holocênica e que pode ser possível até mais do que uma geração de barreiras pleistocênicas. Além disso, associou que a barreira do Pleistoceno serve de substrato para a barreira do Holoceno.

Para a barreira pleistocênica, um estudo feito por Branco (2010) no município de Paranaguá – PR, que descreveu fácies em de cavas de areia, que segundo ele são compostas por areia fina a média, com grânulos e cascalhos, com seleção ruim e subarredondados.

A tabela 2 a seguir, compara as fácies sedimentares dos depósitos pleistocênicos, identificadas por Angulo (1992) na *Planície costeira com cordões litorâneos* e Branco (2010):

Tabela 2. Fácies sedimentares identificadas por Ângulo (1992) e Branco (2010) nos depósitos pleistocênicos do litoral do Paraná.

Angulo (1992)	Branco (2010)
Estratificação cruzada de baixo ângulo	Estratificação cruzada de baixo ângulo
Estratificação cruzada acanalada	Estratificação cruzada acanalada
Estratificação cruzada tangencial	—
Estratificação cruzada sigmoide	Estratificação cruzada sigmoide
Estratificação cruzada planar	Estratificação cruzada planar
Estratificação cruzada truncada por ondas	Estratificação cruzada <i>swaley</i>
Estrutura de corte e preenchimento de canal	—
Laminação cruzada de marcas onduladas simétricas	Laminação cruzada de marcas onduladas simétricas
Laminação cruzada de marcas onduladas assimétricas	Laminação cruzada de marcas onduladas assimétricas
Bioturbações, tubos de <i>Ophiomorpha</i> , atribuídos a <i>Callichirus major</i>	—
—	Areia maciça
—	Acamamento <i>flaser</i>
—	Lama com <i>linsen</i>
—	Lama maciça
—	Lama em <i>drapes</i>
—	Lama bioturbada

O conteúdo fóssilífero na planície pleistocênica é escasso, foram reconhecidos *Ophiomorpha* atribuído a *Callichirus sp.* (Bigarella et al. 1978, Tessler

& Suguio 1987, Martin *et al.* 1988, Angulo 1992). Que formam tubos, moldes dispostos verticalmente, as vezes com ramificações horizontais, de tamanhos variados, podendo ter mais de 1 m de comprimento.

A barreira pleistocênica está contida na *Planície Costeira com Cordões Litorâneos*, que engloba o holoceno também (Angulo 1992, 2004). Os cordões litorâneos são as feições mais marcantes das planícies pleistocênicas de acordo com Angulo (1992), pouco evidentes em campo, porém muito marcantes em fotos de satélite e fotografias aéreas.

Já no Holoceno, Souza (2005), a partir da associação de fácies, identificou uma sequência regressiva, com predomínio de areia média, que progradou sobre a superfície de erosão sobre depósitos pleistocênicos. As fácies sedimentares encontradas para essa época foram: Estratificação cruzada planar; acanalada, de baixo ângulo; swaley; sigmoide, tangencial na base; ondulações e laminações cruzadas; acamamento flaser; detritos vegetais e lama carbonácea; bioturbações, lama em drape; linsen com e sem bioturbação. Tais fácies levam a uma associação e interpretação paleoambiental, podendo classificar a barreira holocênica em: Plataforma Interna, face litorânea inferior, face litorânea média, face litorânea superior e praia subaérea e intermaré.

5. FÁCIES SEDIMENTARES

Durante a primeira etapa de campo, realizada no dia 30/05 foram feitos seis perfis estratigráficos, com cerca de 4 metros de altura e distância de aproximadamente 20 metros de um para o outro (Tabela 3). As coordenadas coletadas em cada perfil têm como base o *Datum* WGS84.

Tabela 3. Coordenadas referentes aos perfis elaborados em campo.

PERFIS	COORDENADAS
1	0748499 / 7162002
2	0748512 / 7162013
3	0748526 / 7162014
4	0748558 / 7162023
5	0748570 / 7162025
6	0748593 / 7161977

A partir dos perfis realizados, foram identificadas seis fácies sedimentares:

Tabela 4. Fácies sedimentares identificada nos 6 perfis realizados na cava de areia.

FÁCIES	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	INTERPRETAÇÃO
Areia fina maciça com bioturbação	Smb	Areia fina maciça moderadamente selecionada, com tubos de <i>Ophiomorpha</i> , <i>Callichirus major</i> .	Não foi possível identificar o processo
Areia fina a média com estratificação cruzada de baixo ângulo e bioturbação	Spb	Areia fina a média moderadamente selecionada, com estratificação cruzada de baixo ângulo, laminação plano paralela e presença de tubos de <i>Ophiomorpha</i> , <i>Callichirus major</i> .	Espraçamento de ondas
Areia fina a média com estrutura cruzada tabular e bioturbação	Stb	Areia fina a média moderadamente selecionada, com estrutura cruzada tabular e tubos de <i>Ophiomorpha</i> , <i>Callichirus major</i> .	Migração de dunas subaquosas
Areia fina a média com estratificação cruzada de baixo ângulo	Sp	Areia fina a média moderadamente selecionada, com estratificação cruzada de baixo ângulo e laminação plano paralela.	Espraçamento de ondas
Areia fina a média com estrutura cruzada tabular	St	Areia fina a média moderadamente selecionada, com estrutura cruzada tabular	Migração de dunas subaquosas
Areia muito fina a fina com estratificação cruzada de baixo ângulo	Sfp	Areia muito fina a fina, bem selecionada com estratificação cruzada de baixo ângulo, laminação plano paralela. Presente no topo de todos perfis.	Espraçamento de ondas

5.1. AREIA FINA MACIÇA COM BIOTURBAÇÃO (Smb)

A fácies Smb é formada por um estrato tabular com aproximadamente 1 m de espessura, composto por areia fina maciça, podendo haver areia média ao topo da camada. Apresenta bioturbação, icnofósseis na forma de tubos de *Ophiomorpha* preenchidos com areia um pouco mais grossa que ao seu redor (Figura 9). Não foi possível a identificar o processo deposicional desta fácies.

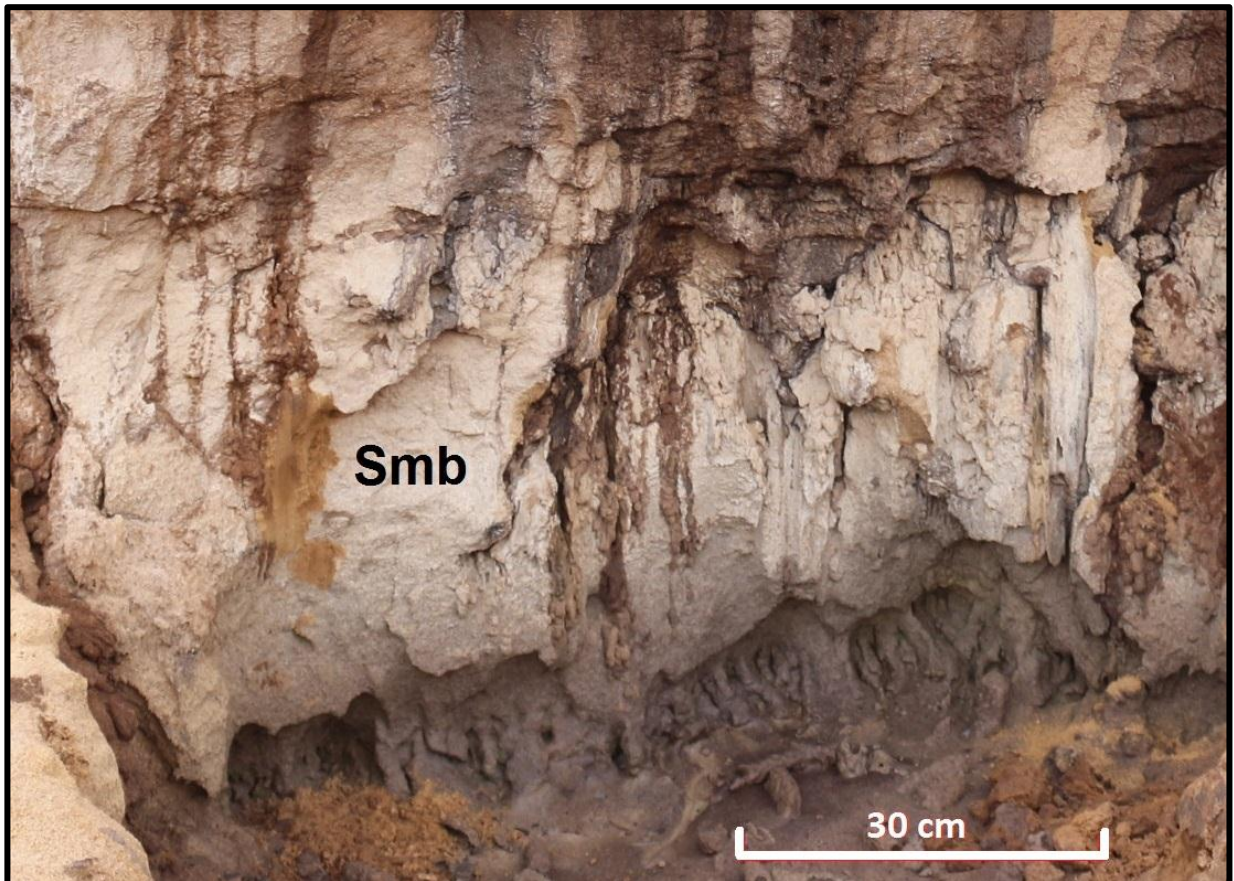


Figura 9. Fácies Smb próximo ao perfil 5.

As bioturbações são de *Ophiomorpha*, atribuídas a *Callichirus major*. Estão na forma de tubos com diâmetro de 2 a 5 cm e com até 1m de comprimento, podem ter ramificações laterais, crenulações na parte externa, e estão preenchidos com areia mais grossa do que o meio (Figura 10). Suguio *et al.* (1984) relaciona os tubos de *Ophiomorpha* correspondem de certa forma, ao paleonível médio de maré baixa.

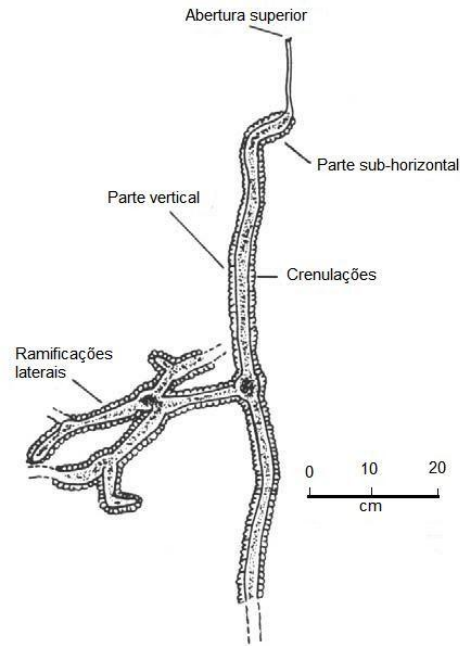


Figura 10. Partes de uma galeria de *Ophiomorpha*. (Adaptado de Suguio *et al.*, 1984).

5.2. AREIA FINA A MÉDIA COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO E BIOTURBAÇÃO (Spb)

A fácies Spb forma um estrato tabular que varia de 50 cm a 1,4 m de espessura com laminação plano paralela, composto por areia fina a média, com granodecrescência ascendente acompanhando a laminação, os níveis de estratificação cruzada de baixo ângulo variam de 5 a 30 cm. O mergulho das estratificações varia de 1° a 5° em direção ao mar, com mergulho preferencial SE (Figura 12), perpendicular a linha de costa atual. Há muita bioturbação, icnofósseis na forma de tubos dispostos principalmente na vertical, com diâmetro de 2 a 5 cm podendo chegar a 1 m de comprimento, podendo haver ramificações laterais, preenchidos por areia média a grossa, são *Ophiomorpha*, atribuídos a *Challichirus sp* (Figura 11). Esta foi interpretada como um transporte por tração em regime de fluxo superior, típica de zona de espreamento e devido a presença deste determinado tipo de bioturbação, demarca o limite de maré baixa.

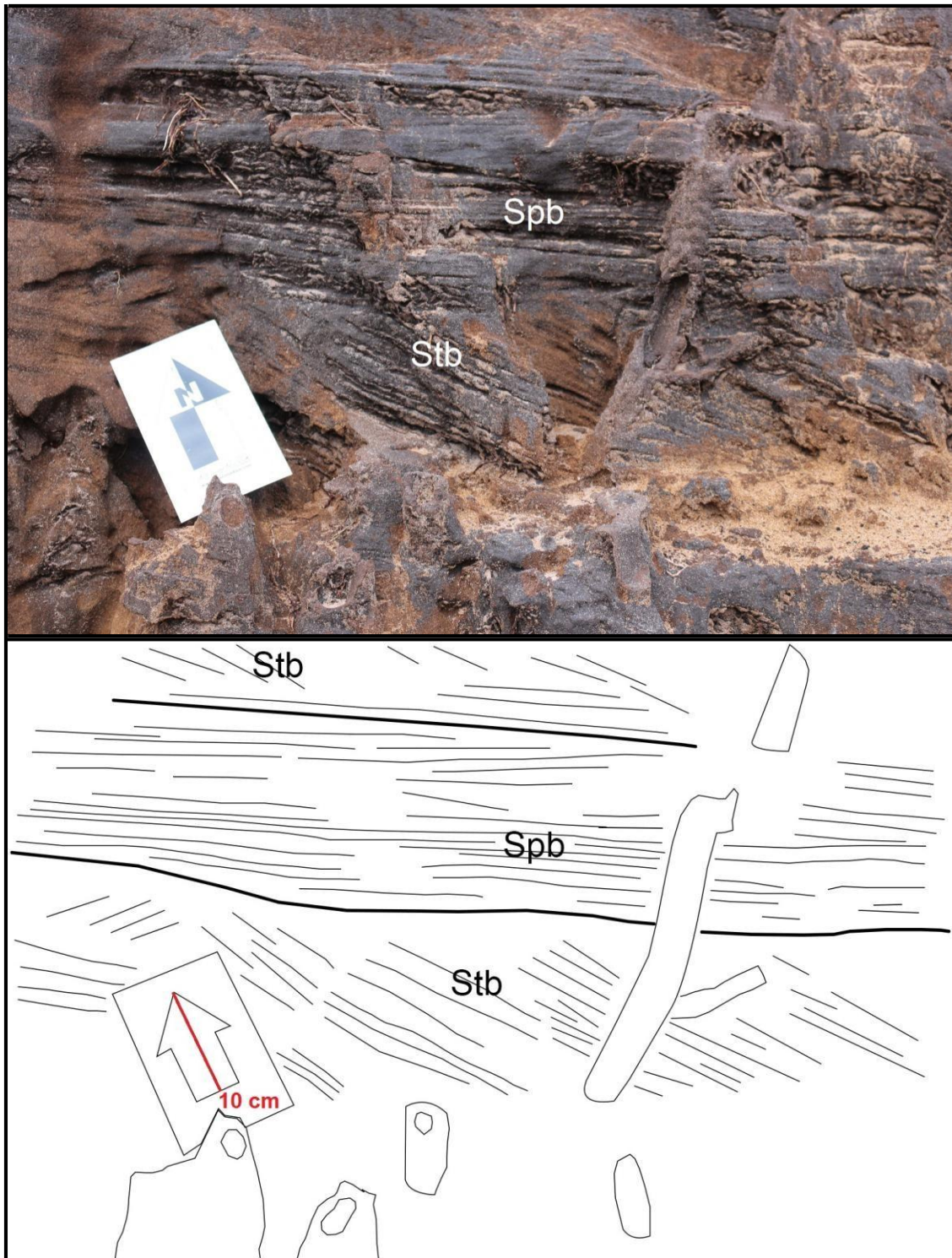


Figura 11. Fácies Spb associada a fácies Stb, próximo ao perfil 3 com interpretação das superfícies.

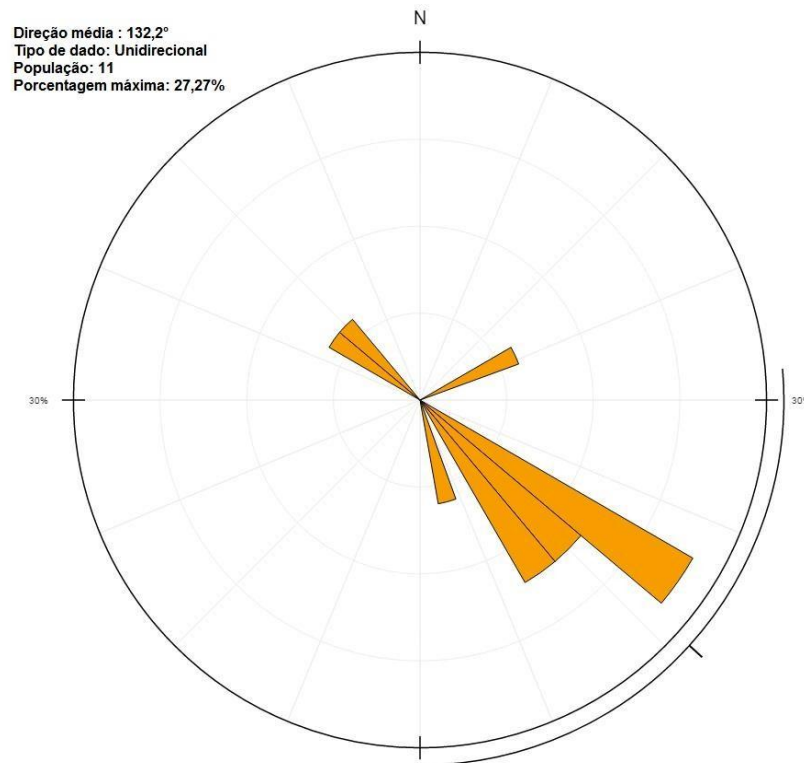


Figura 12. Diagrama em roseta representando as direções preferenciais de mergulho para a estrutura cruzada de baixo ângulo, tanto para com bioturbação (Spb), quanto para sem (Sp).

5.3. AREIA FINA A MÉDIA COM ESTRUTURA CRUZADA TABULAR E BIOTURBAÇÃO (Stb)

A fácies Stb ocorre em sua maioria na forma de estrato tabular, e por vezes lenticulares com extensão lateral variando de 1 a 10 metros, composto por areia fina a média, apresenta granodecrescência nos sets de estruturas cruzadas que variam de 5 a 35 cm (Figura 13). Há muita bioturbação, iconfósseis na forma de tubos dispostos verticalmente, com diâmetro de 2 a 5 cm podendo chegar a 1m de comprimento, são *Ophiomorpha*, atribuídos a *Challichirus sp.* Está relacionada à fácies Spb (Figura 11). As direções de paleocorrentes são variadas, predominando em direção ao mar, SE, com mergulhos variando entre 10 e 30° (Figura 14). Foi interpretada como migração de dunas subaquosas formadas em um regime de fluxo inferior, e a presença de bioturbação indica um ambiente abaixo do paleonível de maré baixa.

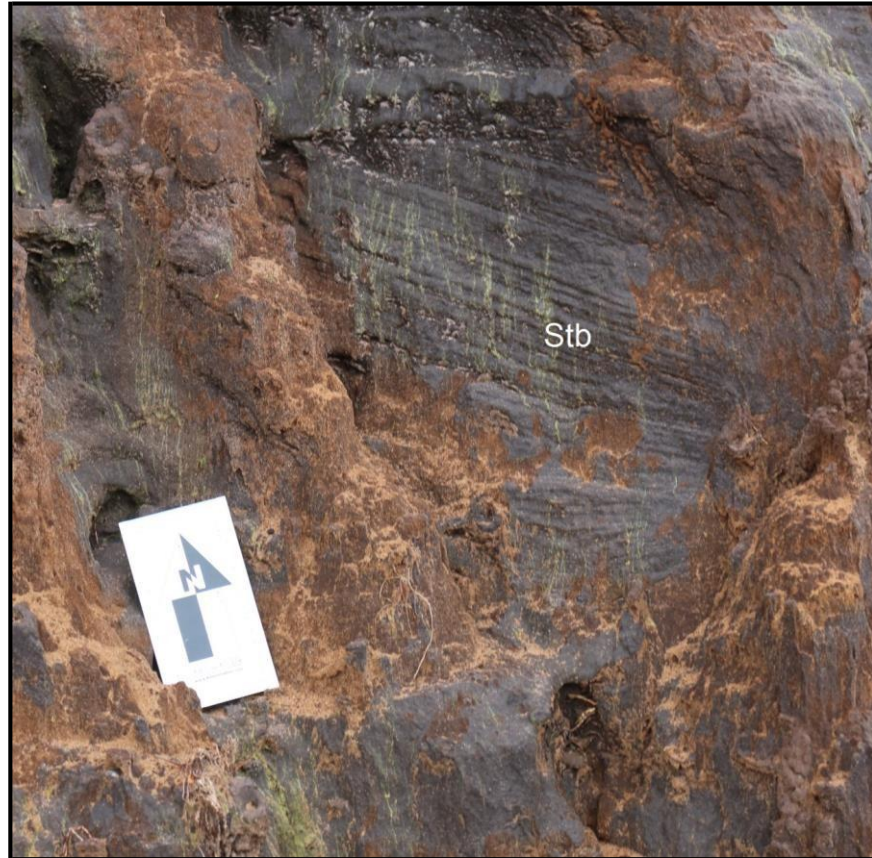


Figura 13. Fácies Stb com aproximadamente 35 cm de espessura, próxima ao perfil 4.

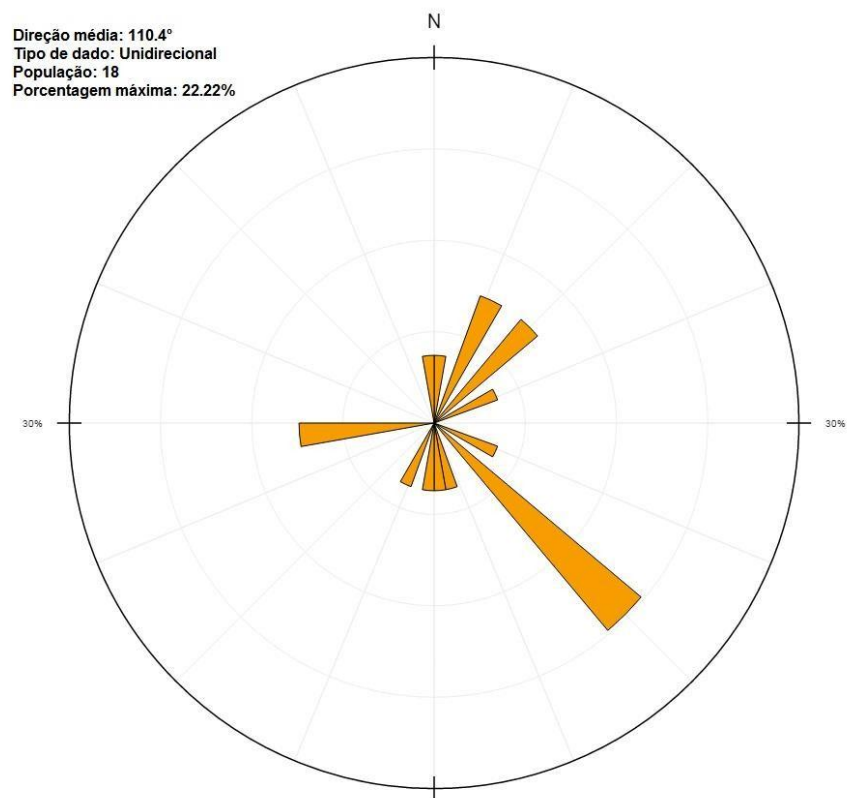


Figura 14. Diagrama em roseta representando as direções preferenciais de paleocorrente para a estrutura cruzada tabular, tanto para com bioturbação (Stb), quanto para sem (St).

5.4. AREIA FINA A MÉDIA COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO (Sp)

A fácies Sp é formada por estratos tabulares de 5 a 40 cm de espessura, intercalada com a fácies St (Figura 15, 16 e 16). Os estratos apresentam uma laminação plano paralela e granodecrescência ascendente acompanhando a laminação. Mergulho médio de 4 graus para SE (Figura 12). Esta fácies foi interpretada como um transporte por tração em regime de fluxo superior, é característica de zona de espraçamento.

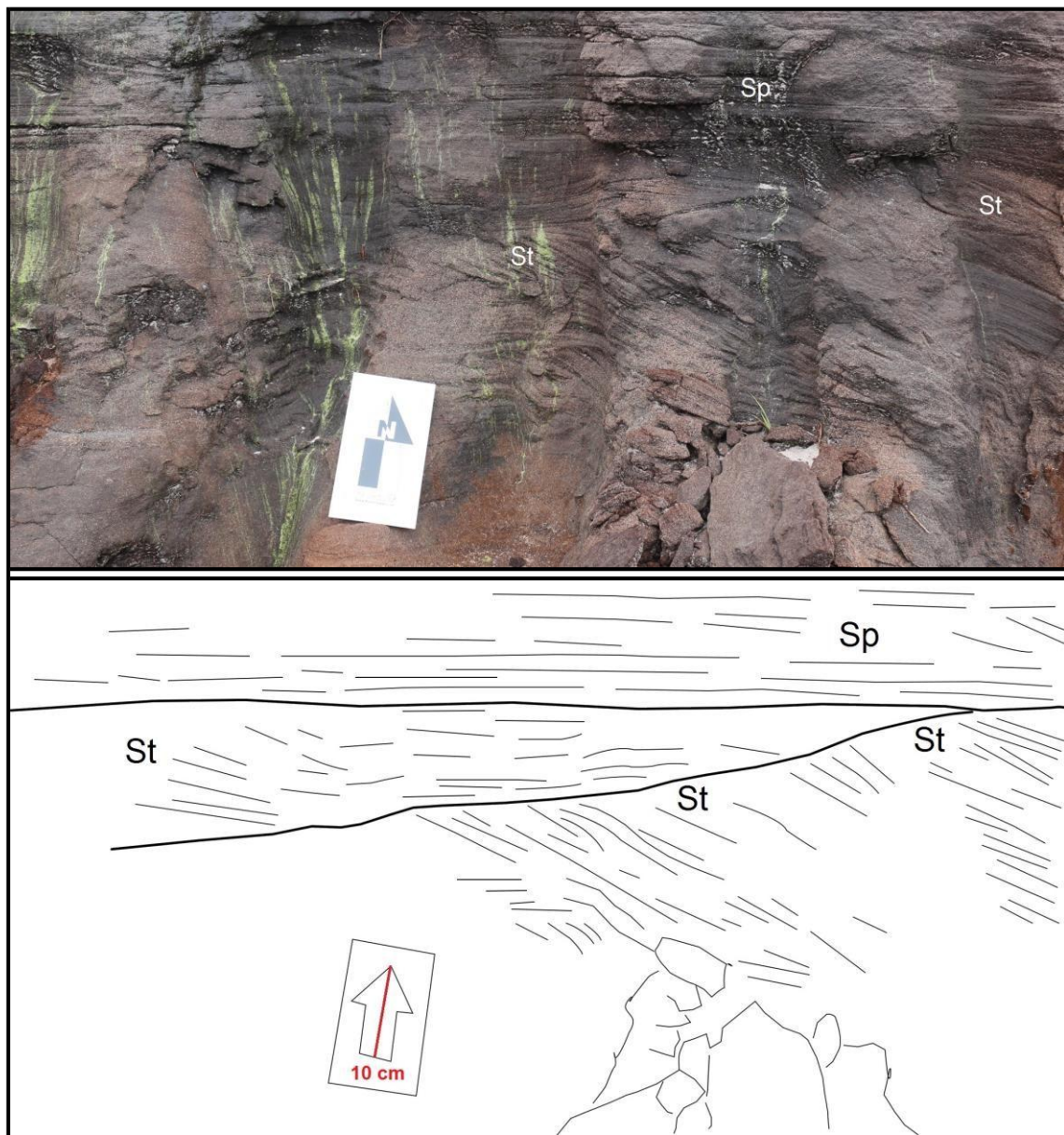


Figura 15. Relação de fácies Sp e St próximas ao perfil 4 e interpretação das superfícies.

5.5. AREIA FINA A MÉDIA COM ESTRUTURA CRUZADA TABULAR (St)

A fácies St é composta por níveis de 5 a 45 cm de espessura, são estruturas cruzadas tabulares, na forma de estratos tabulares, por vezes lenticulares variando de 1 a 10 metros em extensão lateral, intercaladas com a fácies Sp (Figura 15, 16 e 17). As direções de paleocorrentes são variadas, predominando em direção ao mar, SE, com mergulhos variando entre 10 e 35° (Figura 14). Esta fácies foi interpretada como migração de dunas subaquosas em um regime de fluxo inferior.

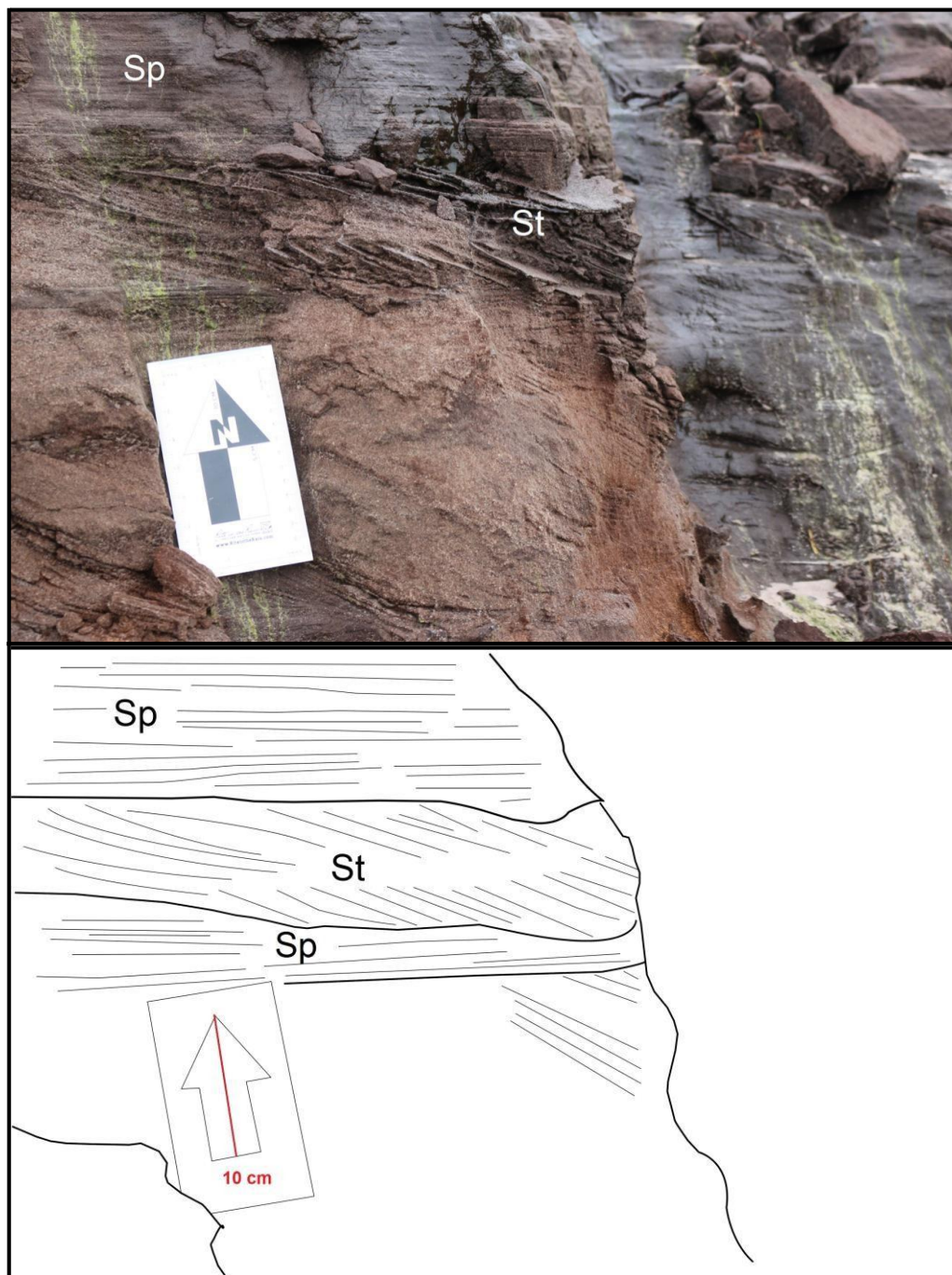


Figura 16. Relação entre as fácies Sp e St próximo ao perfil 4 com interpretação das superfícies.

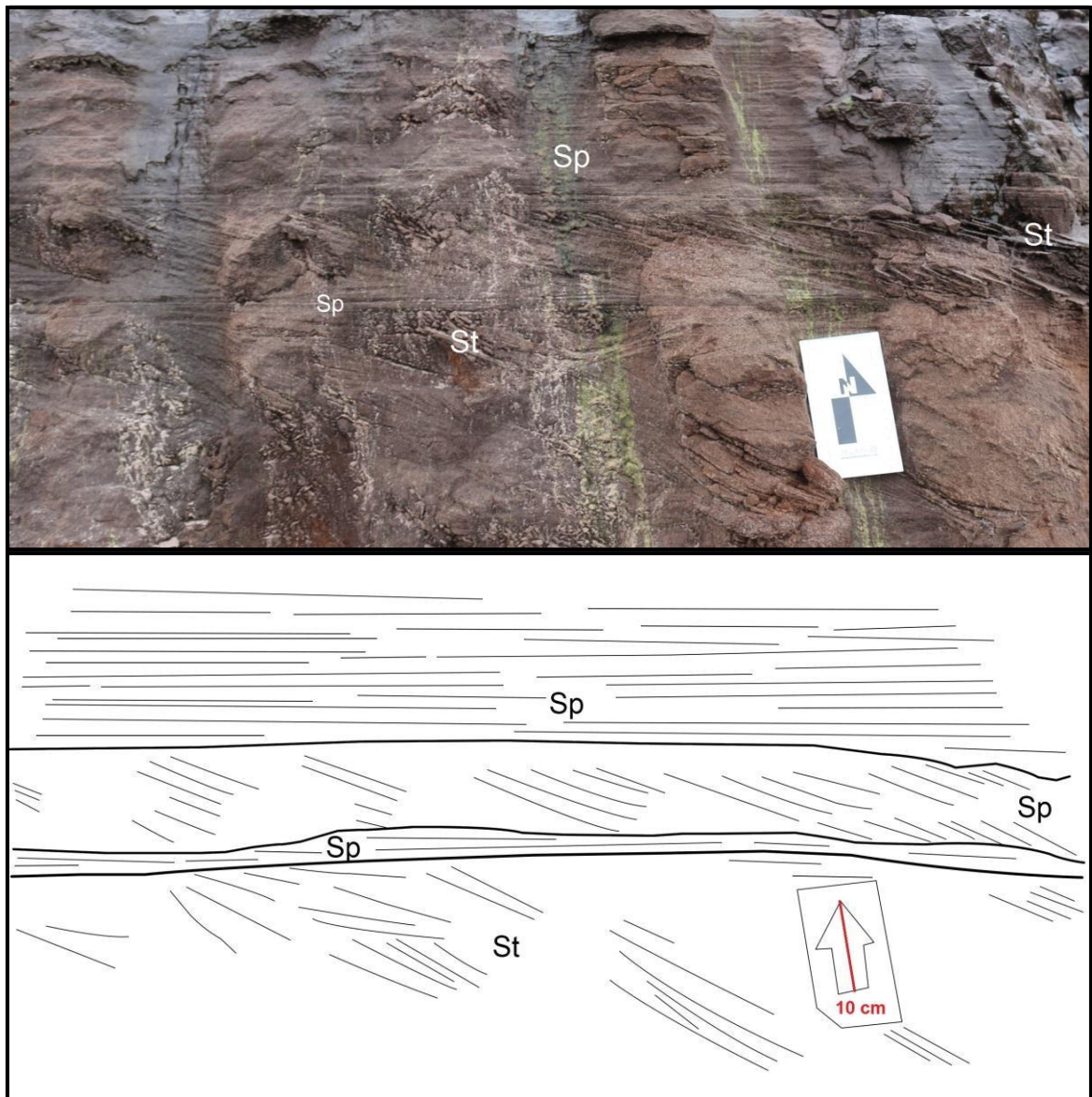


Figura 17. Relação entre fácies Sp e St com interpretação das superfícies.

5.6. AREIA MUITO FINA A FINA COM ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DE BAIXO ÂNGULO (Sfp)

A fácies Sfp são laminações plano paralelas composta por areia muito fina a fina, presente no topo dos perfis realizados, ocorre em estratos tabulares com espessuras que variam de 40 cm a 1,2 m (Figura 18). Esta fácies foi interpretada como transporte por um fluxo trativo de regime superior, característico de zona de espriamento.



Figura 18. Fácies Sfp localizada no perfil 6.

6. DISCUSSÃO

6.1. ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES E INTERPRETAÇÃO DE PALEOAMBIENTE

Observando o padrão de empilhamento dos 6 perfis realizados, podemos associar o ambiente ao topo de uma barreira regressiva progradante, se analisarmos o padrão proposto por Niedorada *et al.* (1985) (Figura 5) . Foram separadas duas associações faciológicas, caracterizando um ambiente marinho raso: 1 – Face litorânea superior; 2 – Praia subaérea intermaré (Figura 19 e 20).

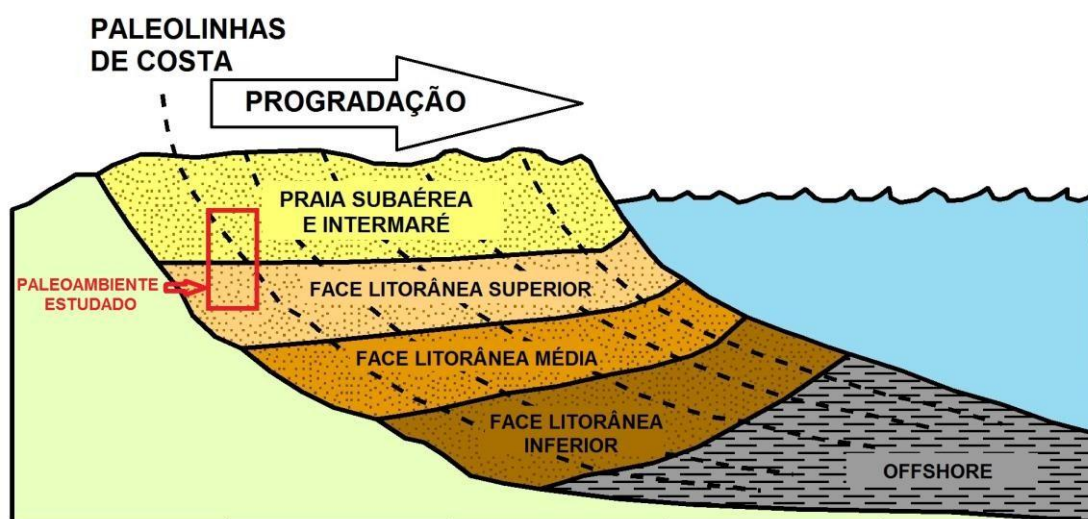


Figura 19. Modelo estratigráfico de uma barreira regressiva progradante, indicando o paleoambiente estudado.

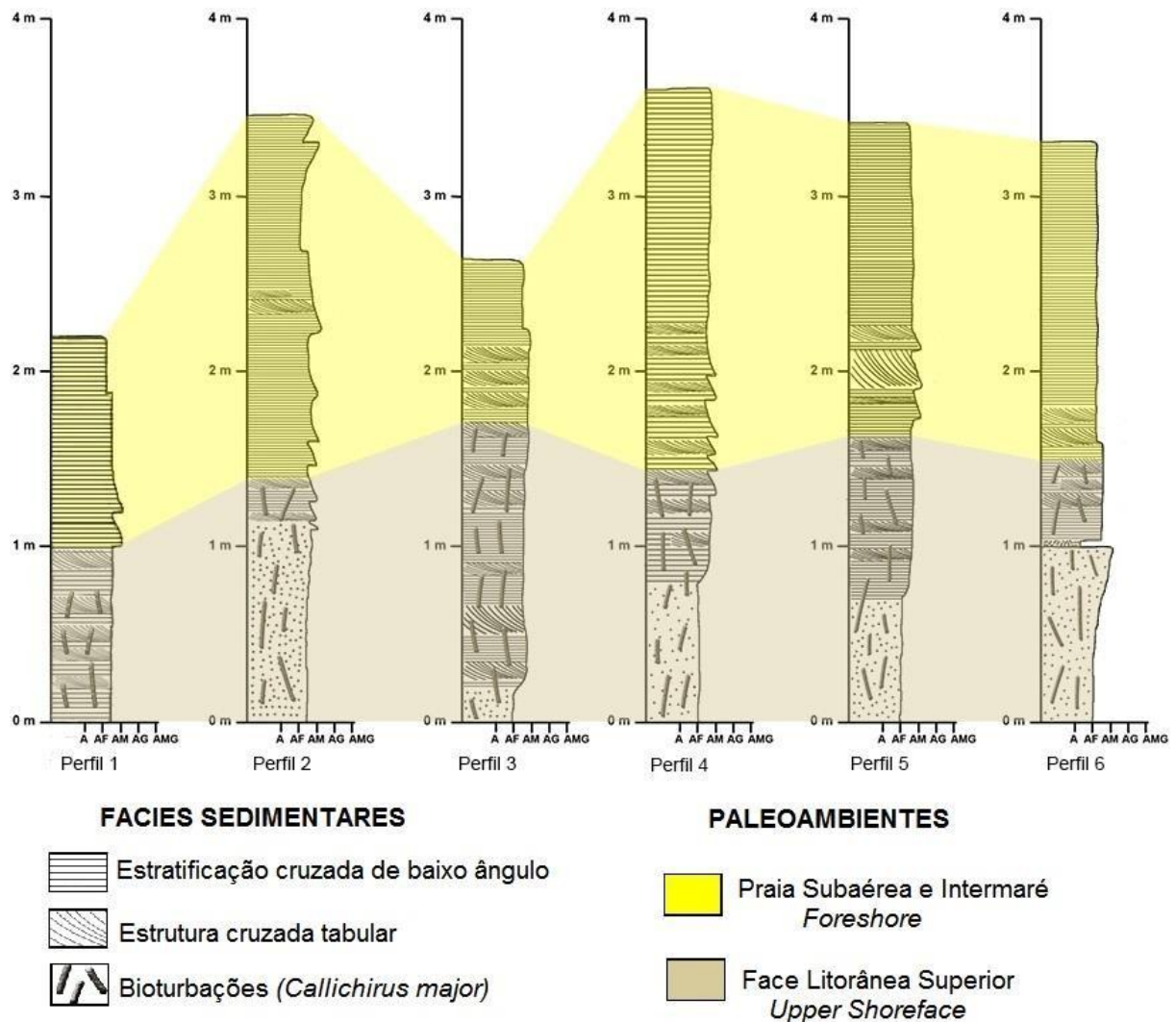


Figura 20. Associação de fácies, delimitando *Foreshore* e *Upper shoreface* nos 6 perfis gerados.

6.1.1. FACE LITORÂNEA SUPERIOR (UPPER SHOREFACE)

A associação de fácies face litorânea superior ocorre na base dos perfis gerados. Varia de areia muito fina a média, caracterizada por areia maciça com bioturbação (Smb), estratificação cruzada de baixo ângulo com bioturbação (Spb) e estrutura cruzada tabular com bioturbação (Stb). Na base é caracterizada por areia maciça, acima pela intercalação de cruzadas de baixo ângulo e estruturas cruzadas tabulares, sendo que os sets de cruzadas tabulares variam de 5 a 35 cm de espessura e têm granodecrescência ascendente da base ao topo de cada set, e com presença de icnofósseis de *Ophiomorpha*, atribuídos a *Callichirus major* ao longo de toda associação. Suguio *et al.* (1984) relaciona os tubos de *C. major*

correspondem de certa forma, ao paleonível médio de maré baixa, fator decisivo para delimitar o limite entre as dois paleoambientes.

As estratificações cruzadas de baixo ângulo com laminação plano paralela, mergulham predominantemente para SE, direção perpendicular à paleolinha de costa, devido ao avanço da barreira em direção ao mar (SE) (Figura 12). As direções de paleocorrentes das estruturas cruzadas tabulares são variadas, predominando para SE, formadas por correntes de retorno durante tempestades. Paleocorrentes em direção ao continente W e NW, podem ser relacionadas a tempestades e barras de arrebentação de onda, e direções paralelas a linha de costa, NE e SW, são associadas a correntes de deriva litorânea longitudinal (Figura 14).

Associação interpretada como gerada através de um regime trativo inferior, formando estruturas cruzadas tabulares devido à migração de dunas subaquáticas, onde há a zona de arrebentação e surfe.

6.1.2. PRAIA SUBAÉREA E INTERMARÉ (FORESHORE)

A associação de fácies praia subaérea e intermaré ocorre no topo da barreira, no topo dos perfis gerados. Essa associação é formada por areia muito fina a média com estratificação cruzada de baixo ângulo (Sp e Sfp), relacionadas a zona de espriamento. Areia fina a média com estrutura cruzada tabular (St), sendo os sets de cruzada tabular variando de 5 a 45 cm de espessura com granodecrescência ascendente dentro de cada set, correspondem a pequenos bancos e canais na zona intermaré.

Associação formada por fácies arenosas e sem bioturbação. Assim como na face litorânea superior as estratificações de baixo ângulo com laminação plano paralela tem seu mergulho predominando para SE, direção do mar devido a progradação da barreira (Figura 12). As direções de paleocorrentes das estruturas cruzadas tabulares predominam para SE. Atitudes de paleocorrente W NW, são relacionadas a tempestades e barras de arrebentação de onda. Atitudes paralelas à costa, NE e SW, indicam correntes de deriva litorânea longitudinal (Figura 14).

Esta região da praia corresponde à parte emersa onde ocorre o espriamento das ondas devido à diminuição de profundidade e predomina o regime de fluxo superior.

6.2. COLUNA ESTRATIGRÁFICA

Foi construída uma coluna estratigráfica com base na descrição dos 6 perfis e na associação de fácies. As fácies Smb, Stb e Spb representam o paleoambiente face litorânea superior, na base da coluna entre 0 e 1,5 m, delimitados pela presença de bioturbações, icnofósseis de *Ophiomorpha* que caracterizam o paleonível médio de maré baixa de acordo com Suguio *et al.* (1984). Já no topo da coluna entre 1,5 e 4 m, as fácies St, Sp e Sfp representam o paleoambiente praia subaérea e intermaré (Figura 21).

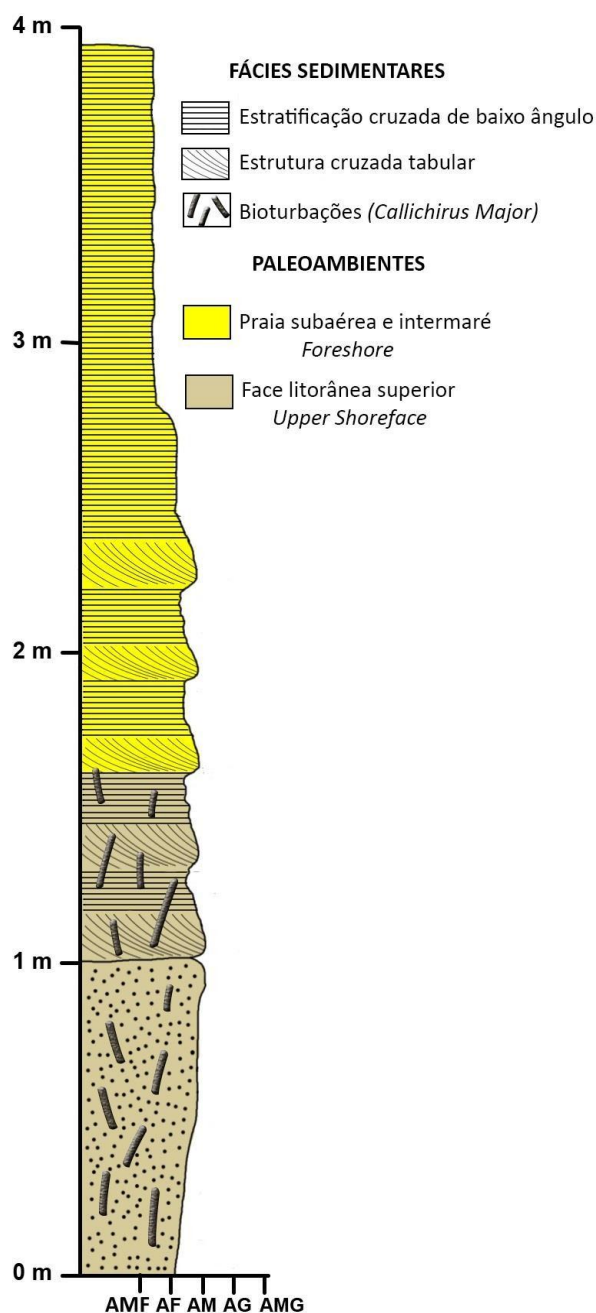


Figura 21. Coluna estratigráfica da cava de areia elaborada a partir dos 6 perfis realizados, apresentando um empilhamento do topo de uma barreira regressiva progradante.

6.3. COMPARAÇÃO COM OUTROS MODELOS

Comparando os dados de empilhamento obtidos neste trabalho com Souza (2005), pode-se dizer que são muito semelhantes. A autora identificou na face litorânea superior as seguintes facies sedimentares: Estratificação cruzada tangencial na base; Estratificação cruzada acanalada, sentido predominante SE; Estratificação cruzada planar; Bioturbação intensa, tubos de *Ophiomorpha*, atribuídos a *Callichirus major*. Tal associação foi interpretada por ela como formada por correntes trativas de regime inferior, geradas por zona de arrebentação e surfe com a presença de bancos de areia e canais. A associação praia subaérea e intermaré ela descreve como fácies arenosas, em geral sem bioturbação, identificando as fácies: Estratificação cruzada de baixo ângulo, mergulhando preferencialmente para ESE, limitados por superfícies erosivas que truncam os sets em ângulos de 1 a 3°; na base da associação ocorrem estratos com estratificação cruzada sigmoide, acanalada e tangencial na base. Souza (2005) interpretou essa associação como fluxos trativos de regime superior, relacionados ao espraiamento das ondas sobre a face praial.

O modelo evolutivo proposto por Souza (2005) para o depósito holocênico que estudou, sugere que durante o máximo transgressivo 3,5 +/- 1 m (entre 7.000 e 5.000 anos A.P.) (Angulo *et al.* 2006), teriam existido esporões, crescendo preferencialmente para sudoeste. No período regressivo ela determinou pelo menos três estágios evolutivos: 1) crescimento de esporões para sudoeste, durante um período de queda do nível do mar mais acelerada (aproximadamente 4.000 A.P.); 2) alternância entre progradação e crescimento de esporões para nordeste (entre 4.000 e 2.500 A.P.); 3) Formação de cordões regressivos, impulsionados pela queda do nível do mar (2.500 A.P. até o presente).

Guedes *et al.* (2011), estudaram a evolução da Ilha Comprida, litoral sul do Estado de São Paulo, que é um depósito holocênico formado a partir da progradação de uma barreira regressiva. Comparando ao empilhamento do depósito deste trabalho, se tem um contexto muito semelhante (Figura 22).

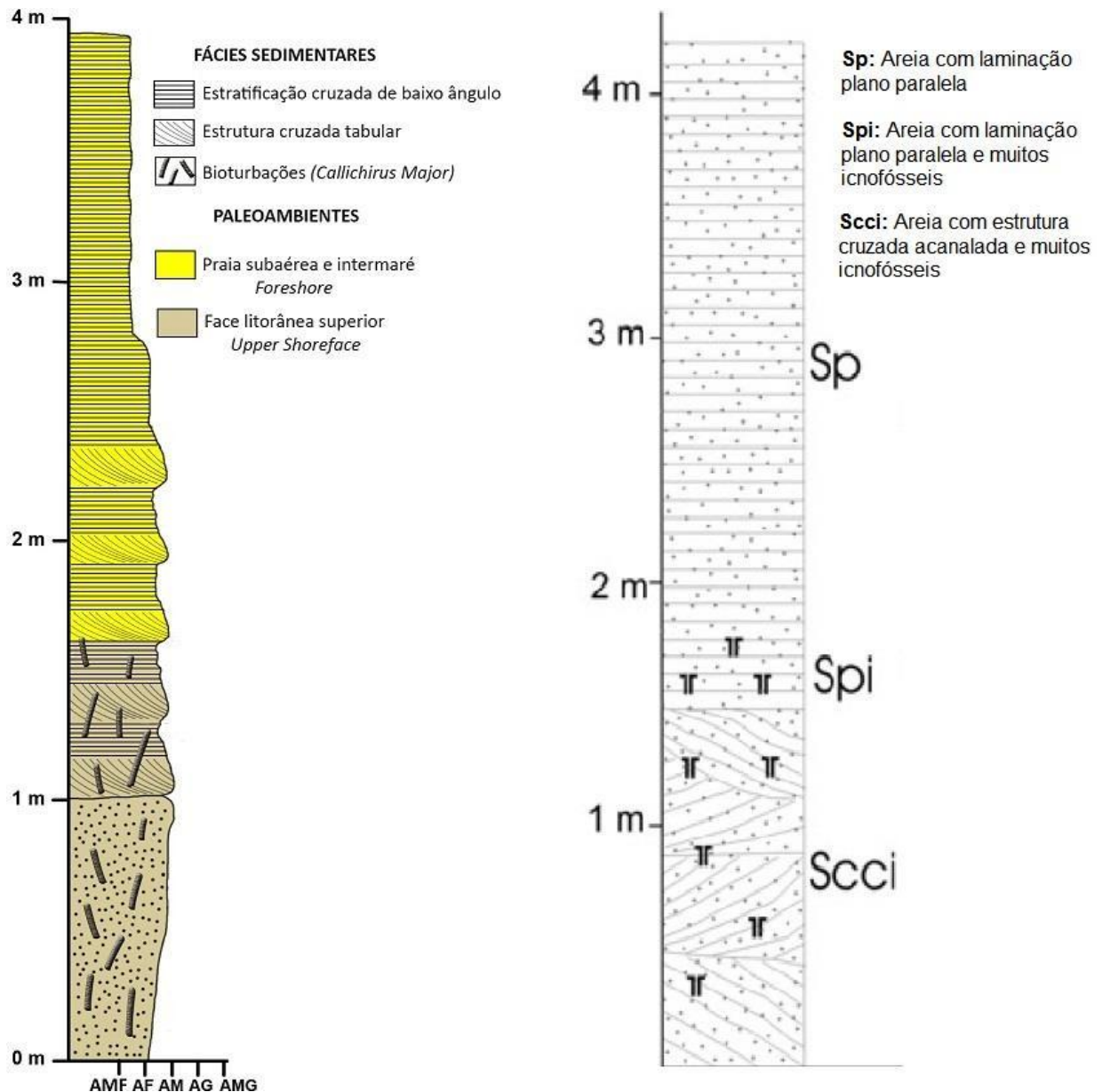


Figura 22. Comparação da coluna estratigráfica representativa do presente trabalho, com uma das colunas estratigráficas de Guedes *et al.* 2011

As comparações do depósito pleistocênico estudado, foram feitas a depósitos holocênicos, pelo fato de que os depósitos holocênicos foram melhor estudados, e de que a idade não influencia neste tipo de empilhamento.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram descritas 6 fácies sedimentares durante a realização dos 6 perfis na cava de areia: Areia fina maciça com bioturbação (Smb); Areia fina a média com estratificação cruzada de baixo ângulo e bioturbação (Spb); Areia fina a média com

estrutura cruzada tabular e bioturbação (Stb); Areia fina a média com estratificação cruzada de baixo ângulo (Sp); Areia fina a média com estrutura cruzada tabular (St) e Areia muito fina a fina com estratificação cruzada de baixo ângulo (Sfp).

Todos os perfis gerados tiveram empilhamentos semelhantes, típicos do topo de uma barreira regressiva progradante (Figura 19 e 20), reconhecendo duas associações de fácies pertencentes ao topo deste tipo de barreira. 1) Face litorânea superior, upper shoreface; 2) Praia subaérea e intermaré, foreshore. Com base nisso, foi produzido uma coluna estratigráfica (Figura 21) de 4 metros de altura que representa o empilhamento da cava de areia.

O empilhamento obtido foi comparado aos empilhamentos de Souza (2005), que estudou depósitos holocênicos do litoral paranaense e Guedes *et al.* (2011), que estudou a evolução da Ilha Comprida, no litoral de São Paulo. Em ambos os trabalhos foram encontradas semelhanças na estratigrafia encontrada e associação de fácies com o depósito estudado. Tanto Souza (2005), quanto Guedes *et al.* (2011) propõe um sistema de barreira regressiva progradante para formação desse tipo de empilhamento.

Analizando a evolução proposta por Angulo (1992) para a planície costeira entre Paranaguá e Matinhos, e nas associações de fácies encontradas, a barreira estudada neste trabalho pertence à fase regressiva após a transgressão Cananéia (120.000 anos), em que a transgressão máxima atingiu um nível de 8m+-2 acima do atual, alcançando o sopé da Serra do Mar. (Suguio & Martin 1978, Angulo, 1992)

Após o período transgressivo, houve o regressivo, em que ocorreu formação de uma planície costeira com cordões litorâneos de orientação NNE NE, a partir da progradação da linha de costa em direção ao mar (Angulo, 1992). É nesse contexto em que houve a formação da barreira regressiva progradante, que se enquadra o depósito pleistocênico estudado na cava de areia. No entanto, na cava estudada só se teve acesso ao topo da barreira, identificando a face litorânea superior e a praia subaérea intermaré.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, R.J. 1992. **Geologia da planície costeira do estado do Paraná**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

ANGULO, R.J. 1993. Morfologia e Gênese das Dunas Frontais do Litoral do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, Paraná, v.23(1), p 68-80.

ANGULO, R.J. 2004. Mapa do cenozoico do litoral do Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 55, p 25-42.

BIGARELLA, J.J. 1946. **Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná**. Arquivos de Biologia e Tecnologia, v.1, pp. 75-111.

BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; MATOS, D.J. de; WERNER, A. Ed. 1978. A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná. **Um problema de segurança ambiental e nacional**. Curitiba, Gov. Par./SEPL/ADEA. 249p.

BRANCO, J.C. 2010. **Associações de fácies de um setor da barreira pleistocênica em Paranaguá – PR, Sul do Brasil**. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Setor Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

CASTRO, L.G. ; FERREIRA, J.F. ; ANGULO, R.J. 2008. Modelo Gravimétrico-Magnético do Gráben de Paranaguá-PR, Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica**, 26(3): p 273-292.

GALLOWAY W.E. & HOBDAK D.K. 1983. **Terrigenous Clastic Depositional Systems**. Springer-Verlag. New York. 423p.

C.C.F. GUEDES ; P.C.F. GIANNINI ; A.O. SAWKUCHI ; R. DEWITT, D.R. NASCIMENTO JR. ; V.A.P. AGUIAR ; M.G. ROSSI. 2011. Determination of controls on Holocene barrier progradation through application of OSL dating: The Ilha Comprida Barrier example, Southeastern Brazil. **Marine Geology**, p 1–16.

IPARDES. 2001. **Zoneamento do litoral paranaense**. Curitiba. IparDES E Sepl.

KLEIN, R.M. 1984. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. **Sellowia**. 36:5-54.

KRAFT, J. C. & CHRZASTOWSKI, M. J. 1985. Coastal Stratigraphic Sequences. In: DAVIS Jr., A. R. **Coastal Sedimentary Environments**. Springer-Verlag. p. 625- 663.

KRAFT, J.C. & JOHN, C.J. 1979. Lateral and vertical facies relations of transgressive barrier. **American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, n.63, p.2145-2163.

LEATHERMAN, S.P. 1979. **Barrier Island Handbook**. Boston: National Park Service. 101 p.

LESSA, G.C. *et al.* 2000. Stratigraphy and Holocene evolution of a regressive barrier in south Brazil. **Marine Geology**, p 87-108.

MAACK, R. 1968. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, Banco BADEP, UFPR, IBPT. 350p.

MARONE E.; JAMIYANAA D. 1997. Tidal characteristics and a variable boundary numerical model for the M2 tide for the estuarine complex of the Bay of Paranaguá, PR, Brazil. **Nerítica**, Curitiba, 11(1-2):95-107.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M.; AZEVEDO, A.E.G. 1988b. Mapa geológico do Quaternário costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Série Geol. DNPM**. Brasília, n.28. 40p. 2 mapas.

NIEDORODA, A.W., SWIFT, D.J.P., HOPKINS T.S. The Shoreface. In: DAVIS, Jr. A. R. 1985. **Coastal Sedimentary Environments**. Springer-Verlag. 716 p.

OTVOS, E.G. 2012. Coastal barriers – Nomenclature, processes and classification issues. **Geomorphology**, n.139-140, p.39-52.

PORTOBRÁS. 1983. **Relatório de apresentação das medidas metereológicas observadas em Pontal do Sul, Paranaguá – PR, período set. 1982 a dez. 1986**. Rio de Janeiro, Brasil: INPH. 189p.

ROCHA, T.B. 2013. **A planície costeira meridional do complexo deltaico do Rio Paraíba do Sul (RJ): arquitetura deposicional e evolução da paisagem durante o Quaternário Tardio**. Tese de doutorado. Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ROY, P.S. Cowell P.J., Ferland M.A., Thom B.G. 1994. Wave–dominated coasts. In. Carter R.W.G. & Woodroffe C.D. (eds.), **Coastal evolution: late quaternary shoreline morphodynamics**. Cambridge University press, Cambridge, 121-186.

SOUZA, M.C. 2005. **Estratigrafia e evolução das barreiras holocênicas paranaenses, sul do Brasil**. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Setor Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

SUGUIO, K.; RODRIGUES, S. de A.; TESSLER, M.G.; LAMBOOY, E.E. 1984. Tubos de *Ophiomorphas* e outras feições de bioturbação na Formação Cananéia, Pleistoceno da planície costeira Cananéia-Iguape, SP. In: SIMP. RESTINGAS BRAS., 1. Niterói, 1984. **Anais...** Niterói, CEUFF. p.111-122.

TESSLER, M.G.; SUGUIO, K. 1987. Características sedimentológicas da Formação Cananéia (Pleistoceno superior) na área Paranaguá-Antonina (Estado do Paraná, Brasil). **Assoc. Bras. Est. Quat.**, São Paulo, Publ. Avulsa no 2. p.43-54.