

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**SEDIMENTOLOGIA E MORFOECOLOGIA AO LONGO
DO SISTEMA PRAIA-DUNA DE PERUÍBE, SP: UMA
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA OCUPAÇÃO
ANTRÓPICA RECENTE**

Vinícius Ribau Mendes

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Fonseca Giannini

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2009/28)**

TF
M538
VR.s

SÃO PAULO
2009

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS



**SEDIMENTOLOGIA E MORFOECOLOGIA AO LONGO
DO SISTEMA PRAIA-DUNA DE PERUÍBE, SP: UMA
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA OCUPAÇÃO
ANTRÓPICA RECENTE**

Vinícius Ribau Mendes

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ribau", written over the printed name.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César Fonseca Giannini

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Paulo", written over the printed name.

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2009/28)**

DEDALUS - Acervo - IGC



30900026798

**SÃO PAULO
2009**

Agradecimentos

Espero conseguir agradecer a todos que me ajudaram chegar até aqui, mas como sempre o trabalho ficou para a última hora, então é possível que pela pressa acabe faltando alguém. São tantas as pessoas que me ajudaram ao longo desta caminhada que não me parece justo chamar este trabalho de monografia, são muitos os co-autores!

Primeiramente agradeço meus pais Edson Cella Mendes e Marilda Ribau Mendes, que além da vida me deram tudo que precisei até hoje e nunca deixaram me faltar carinho, amor e educação. A meu irmão por todas as brigas e reconciliações e por esses últimos anos de convivência. Agradeço também a todos meus familiares e antepassados, o que sou hoje é em grande parte um pouco de todos eles.

Aos velhos amigos Bianca Zucarato, Júnior Faria dos Santos e Táríc Gomes Candido, pelos momentos inesquecíveis vividos na adolescência e pela amizade que apesar da distância continua a crescer.

Aos amigos da graduação, que após de tamanha convivência se tornaram verdadeiros irmãos, Victor Prates (Pré-pica), Lucas T.K. Claudio (Sal Groçu), Lucas Gonçalves (Marmota), Danilo Saunite (Gozoroca), Pedro L. Sanchez (Pamonha), Diego Felipe Pacheco (Pescador), Giovanna S. Santos (Furadeira), Pedro A. S. Rosa (Porra nenhuma), Guilherme A. Santos (Solangi) sem os quais esses cinco anos de curso não teriam sido tão agradáveis, felizes, divertidos e prazerosos. Sem esquecer o Adinan "Arojarouche" (Placenta) e a Lyvia (Saravá) que mesmo "não sendo da minha classe", sempre foram amigos muito próximos.

A Geo Júnior pela grande oportunidade de crescimento e realização pessoal dentro dos muitos projetos que participei.

A todos os funcionários do IGc e da USP. Com destaque para Katherine, uma grande amiga que sempre nos ajudou muito.

No âmbito acadêmico quero agradecer aos poucos professores que amam sua profissão e além do conhecimento nos passaram um pouco dessa paixão. Esses poucos professores, são os grandes responsáveis por quase todo o conhecimento geológico que tenho hoje.

Muitas pessoas ajudaram indiretamente a realização deste trabalho, mas foram muitas também, as pessoas que fizeram parte direta desta "monografia". Entre elas toda equipe do LABSED, que já me atura desde a iniciação científica, o pessoal do Herbário Municipal de São Paulo, pela identificação das espécies vegetais, Priscila (istorada) pela ajuda no campo e Paulo Fiorini (coprólito) pela ajuda na descrição das lâminas de minerais pesados, que no final não entraram neste trabalho.

Aos companheiros sedimentólogos, Daniel Nascimento (pegmatito), Carlos Guedes (sfínter), André Sawakuchi e Ana Góes, pelas conversas sedimentológicas e por todo apoio e incentivo.

E por fim ao meu orientador devo muito mais do que o sincero agradecimento, sem ele certamente este trabalho não existira. Posso dizer que devo a Paulo César Fonseca Giannini minha paixão pelo maravilhoso mundo da sedimentologia, porém nesses três anos de orientação aprendi muito mais do que geologia, foram grandes lições de humildade, ética e de respeito. Nunca vi um professor que amasse tanto lecionar e que o fizesse tão bem, seu entusiasmo certamente cativa a todos. Verdadeiro exemplo de humildade, doação, e paciência, tão necessária para aguentar tantas correções de última hora sempre com bom humor. Foi muita sorte ser orientado por alguém tão especial.

Resumo

A praia de Peruíbe, nos municípios de Peruíbe (SW) e Itanhaém (NE), apresenta, ao longo dos seus 25 km de extensão, pelo menos três segmentos bem diferenciados quanto ao modelo de ocupação. Com base em dados de sensoriamento remoto, campo, laboratório e comparação com trabalhos anteriores foi possível avaliar a influência destes diversos tipos de ocupação no sistema praia-duna. Nos primeiros 8 km de SW para NE, a intervenção humana foi mais intensa, representada pela retificação da desembocadura do rio Peruíbe e seus afluentes, e pela construção do muro beira-mar sobre o limite interno das dunas frontais incipientes. No segmento central (5 km de extensão), a influência humana é mais restrita e a vegetação nativa encontra-se em bom estado de preservação. Nos 12 km restantes, a ocupação é extensa, porém as intervenções junto à costa são limitadas, o que provoca menor impacto sobre o sistema praia-duna.

As mudanças mais notáveis ocorridas ao longo das últimas cinco décadas foram identificadas no segmento sudoeste do arco praial. Essas mudanças são de natureza sedimentológica (aumento no diâmetro médio e no desvio padrão), morfodinâmica (estreitamento da praia e aumento na altura das dunas frontais) e fito-ecológica (introdução e/ou favorecimento artificial, nas dunas frontais, de espécies vegetais como *Paspalum repens*, *Stenotaphrum secundatum* e *Cynodon maritimus*).

Abstract

Peruíbe beach (25 km long), São Paulo southwest coast, shows at least three different kinds of human occupation along shore. The influence of each kind of occupation on beach-foredune system was evaluated based on remote sensing, field and laboratory data as well on comparison with previous works. In the first 8 km from SW to NE, the human intervention was more intense, including the rectification of Peruíbe river mouth and affluents, and the construction of a wall on the internal limit of incipient foredune ridge. On central segment (5km long), the human influence is more restrict and the native vegetation is well preserved. The last 12km in the northeast have extensive occupation, but the coastal intervention is limited, with less impact on the beach-fore dune system.

The most important changes in the last five decades were found on the southwest segment of the beach. These changes are of sedimentological (increase in mean diameter and standard deviation), morphodynamic (narrowing in the beach and increase in foredune height) and fito-ecological (artificial introduction and/or favoring, on the foredunes, of grass vegetal species like *Paspalum repens*, *Stenotaphrum secundatum* e *Cynodon maritimus*) character.

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
1. Introdução	1
2. Meta	2
3. Objetivos	3
4. Justificativa	3
5. Materiais e métodos	5
5.1. Levantamento bibliográfico.....	5
5.2. Sensoriamento remoto e fotointerpretação.....	5
5.3. Campanha de campo	6
5.4. Identificação de espécies vegetais	7
5.5. Análises sedimentológicas	7
5.6. Comparação com trabalhos anteriores.....	9
6. Resultados e discussões.....	9
6.1. Levantamento bibliográfico.....	9
6.1.1. Sistema praia-duna frontal	9
6.1.2. A praia de Peruíbe.....	11
6.1.2. Evolução da ocupação antrópica recente.....	12
6.2. Sensoriamento remoto e fotointerpretação.....	13
6.3. Campanha de campo	18
6.3.1. Morfologia do sistema praia-duna frontal.....	18
6.3.1.1. Largura da praia	18
6.3.1.2. Franja eólica	21
6.3.1.3. Dunas frontais.....	22
6.3.2. Variação fito-ecológica	26
6.4. Análises sedimentológicas	29
6.4.1. Diâmetro médio	30
6.4.1.1. Espraçamento.....	30
6.4.1.2. Dunas Frontais	32
6.4.2. Desvio padrão.....	33
6.4.2.1. Espraçamento.....	33
6.4.2.2. Dunas Frontais	35
6.4.3. Assimetria	36
6.4.4. Deriva litorânea longitudinal	37
7. Conclusões	39
8. Cronograma.....	40
Referências bibliográficas	41
Anexo I Dados Sedimentológicos	45
Anexo II - Fotos aéreas e imagem de satélite impressas	
Anexo III - Registro fotográfico das principais espécies vegetais encontradas	
Anexo IV - DVD com fotos aéreas e imagem de satélite georreferenciadas	

1. Introdução

A formação e evolução de sistemas eólicos costeiros, e, particularmente, do sistema praia – duna frontal, tem sido estudada, sob enfoque tanto sedimentológico e morfológico (Arens & Wierma, 1994; Bagnold, 1941; Carter, 1990; Carter & Chance, 1997; Carter *et al.* 1990; Cooper, 1958; Hesp, 1983, 1988; Hesp *et al.* 2009; Short, 1988; Short & Hesp, 1982; Van der Wal, 2004) quanto botânico (Hueck, 1955; Cordazzo & Seeliger, 1985). Idealmente, estes dois enfoques não devem ser separados no estudo de dunas frontais, visto que, por definição, a origem deste tipo de duna envolve a interação entre sedimentação eólica e vegetação pioneira. Assim, dois fatores básicos são necessários para a formação destas dunas: disponibilidade de material particulado em fração adequada ao transporte eólico, mais comumente areia fina e muito fina, e um obstáculo responsável pela retenção do sedimento transportado pelo vento, representado na natureza pela vegetação pioneira.

Trabalhos que fazem referência ao sistema praia - duna frontal, no Sul-Sudeste do Brasil, e/ou a erosão a ele associada, contemplam o litoral do Rio Grande do Sul (Tomazelli 1990, Tabajara *et al.* 2000, Esteves *et al.* 2001), o centro sul catarinense (Giannini 1993, Giannini & Santos 1994, Martinho 2004, Martinho *et al.* 2003, 2004, 2005, 2006, Hesp *et al.* 2009), o Paraná (Bigarella *et al.* 1969, 1970/1971, Angulo 1993a,b) e, no Estado de São Paulo, a Ilha Comprida (Giannini *et al.* 2003, 2009, Guedes 2003, Nascimento 2006, Nascimento *et al.* 2005) e a região de Una-Juréia, nos municípios de Peruíbe e Iguape (Bentz & Giannini 2003, Ferreira 2003, Ferreira *et al.* 2003, Bentz 2004). Estes trabalhos tratam tanto de praias pouco ocupadas como de áreas fortemente urbanizadas, porém em abordagens ou escalas que não permitem ainda compreender claramente, em estudo controlado, o efeito da ocupação sobre o funcionamento do sistema e sobre o papel das dunas frontais como estoque de areia para a praia. Outra característica em comum a estes trabalhos é que a caracterização da vegetação, quando lembrada, ocupa papel subordinado na investigação. Evidenciam-se assim duas lacunas, ou perguntas por responder, no estudo do sistema praia-duna no Sul-Sudeste do país. Em primeiro lugar, como reage ou responde o sistema aos tipos de intervenção e ocupação mais comuns nesta região? Em segundo lugar, qual o papel específico das diferentes espécies vegetais nesta resposta?

Estas perguntas surgem como metas deste Trabalho de Formatura. Sua abordagem requer encontrar um local de estudo, de preferência uma única praia, sedimentológica e morfolologicamente homogênea, onde seja possível avaliar a influência da urbanização, de modo controlado, seja quanto ao espaço seja quanto ao tempo de ocupação. Face a essa necessidade, decidiu-se, dentro tantas outras opções, escolher a praia de Peruíbe, no litoral sul paulista, como alvo de estudo. Dois motivos principais regeram esta escolha:

1. Dos 25 km de extensão da praia de Peruíbe, cinco encontram-se preservados, com mata nativa. E os 20 km restantes dividem-se em dois setores, que vêm experimentando os efeitos de modelos distintos de ocupação e urbanização (Figura 1). Estes dois modelos poderiam ser inicialmente apelidados de "organizado" e "desorganizado, onde o "grau de organização" da intervenção paisagística, aqui incluindo via beira-mar pavimentada, jardim, ciclovia e quiosques, é diretamente proporcional ao grau de intervenção na sedimentação (principalmente pela construção de muros de alvenaria).
2. Dispõe-se, para esta praia, de trabalhos prévios de caracterização sedimentológica e morfodinâmica, anteriores à fase de mais intensa ocupação e urbanização (Giannini, 1987, 1989), o que fornece parâmetros para comparação dos efeitos das intervenções também no tempo.

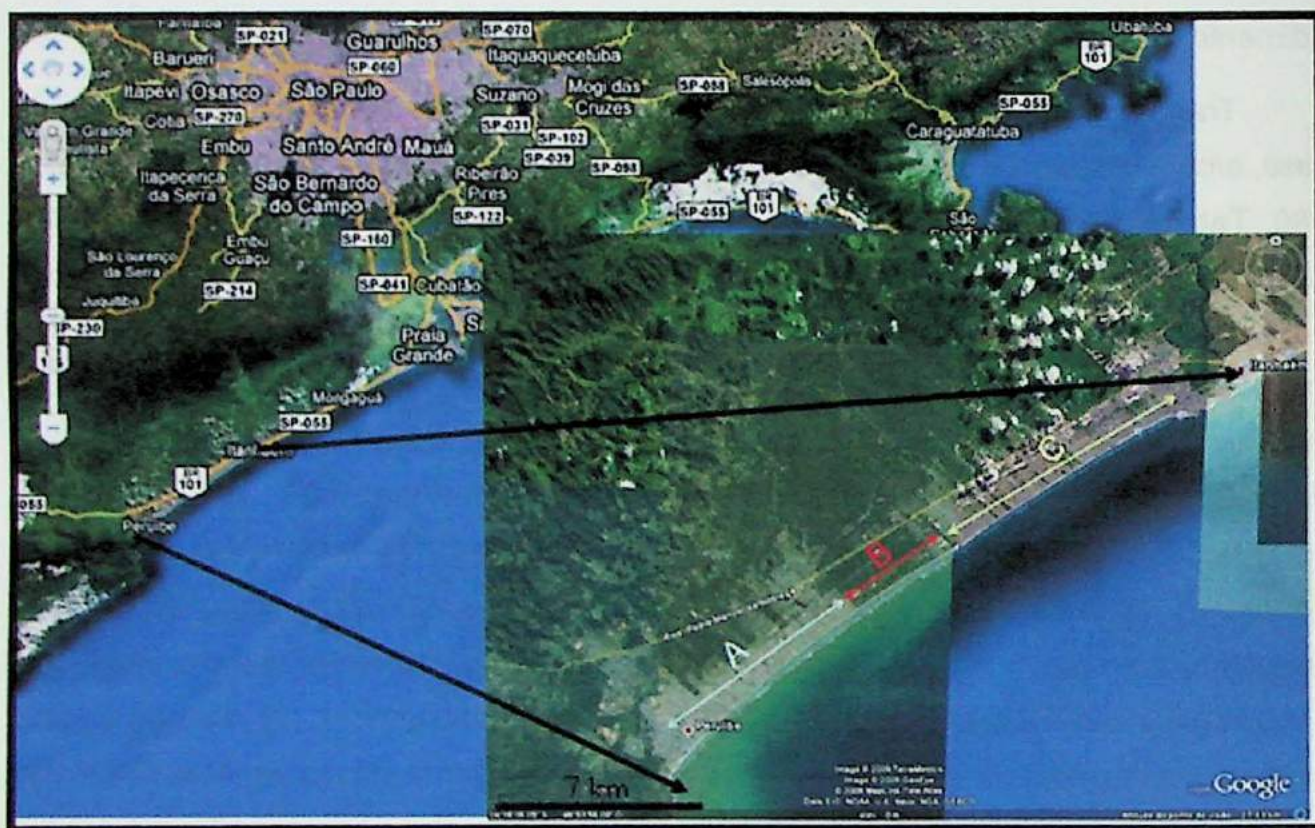


Figura 1: Localização da área de estudo. Na imagem da direita, estão as três divisões sugeridas para a praia de Peruíbe: A: ocupação "organizada"; B: área "preservada", com mata nativa; C: ocupação "desorganizada". Imagem retirada do sítio eletrônico Google Earth.

2. Meta

Este Trabalho de Formatura tem por meta principal caracterizar a variação morfodinâmica, sedimentológica e fito-ecológica ao longo do sistema praia – duna frontal de Peruíbe, nos municípios de Peruíbe e Itanhaém, com especial atenção à influência da ocupação e urbanização. Pretende-se, em particular, evidenciar os efeitos da presença de

avenida e muro beira-mar no terço sudoeste da praia (junto à área urbana de Peruíbe, setor A da Figura 1), construídos gradativamente no decorrer dos últimos 20 anos.

Espera-se que o resultado obtido possa ser expandido e utilizado para outras regiões costeiras morfodinamicamente similares, de modo a prevenir ou minimizar os impactos de futuras intervenções desse tipo.

3. Objetivos

Para atender à meta transcrita no item 2, enumeraram-se os seguintes objetivos:

1. Fazer um levantamento bibliográfico detalhado sobre: morfodinâmica de sistemas praia-duna; relação flora *versus* sedimentação em dunas frontais; e ocupação territorial, e seu aspectos urbanísticos, na região em questão.
2. Comparar séries históricas de fotografias aéreas e imagens de satélite dentro das ultimas cinco décadas.
3. Realizar campanha de campo para coleta de amostras sedimentares destinadas à caracterização da distribuição granulométrica ao longo da praia e das dunas frontais incipientes, incluindo levantamento, por ponto de amostragem, de perfil topográfico transversal à linha de costa.
4. Coletar, identificar e semiquantificar as diferentes espécies de plantas encontradas nas dunas frontais.
5. Descrever e avaliar as características da ocupação e urbanização, tais como presença de muros e aterros e frequência e intensidade de pisoteio.
6. Comparar os resultados obtidos com os apresentados em trabalhos anteriores, tendo em vista estabelecer relações entre a ocupação e as mudanças morfodinâmicas e sedimentológicas experimentadas pela praia desde então.
7. Correlacionar e integrar num modelo interpretativo final os dados fornecidos por sensoriamento remoto, medidas de campo e ensaios de laboratório.

4. Justificativa

A exemplo de boa parte do litoral paulista, a praia de Peruíbe conta com urbanização feita sem estudos geológicos prévios, com obras construídas em locais inadequados, de forma muitas vezes igualmente inadequada. O modelo dominante de ocupação neste litoral é compreendido por um muro, erguido normalmente sobre as dunas frontais, ou mesmo sobre a praia, adjacente a uma via beira-mar, pavimentada ou não. A distância entre estes

empreendimentos e a linha média de espraiamento é variável, de mais de 100 m, em Santos por exemplo, até menos de 50m, como se vê em Astúrias e Pitangueiras (Guarujá). Do ponto de vista arquitetônico e urbanístico, esse tipo de modelo de ocupação varia desde intervenções organizadas e elegantes, que incluem jardins, ciclovias, quiosques de alvenaria e quadras esportivas (caso das áreas urbanas de Caraguatatuba, Praia Grande e Peruíbe) até ocupações visivelmente precárias e sem qualquer planejamento.

O estudo da relação entre esse modelo de ocupação, em suas diferentes formas de urbanização, e o equilíbrio erosivo-deposicional do sistema praia-duna, mostra-se necessário, no âmbito da implementação de políticas públicas de gerenciamento costeiro, por dois motivos principais:

1. O conhecimento da influência dos empreendimentos urbanos sobre a morfodinâmica praia-duna, e suas implicações eventualmente indesejáveis em termos de largura, declive e estabilidade da praia, é requisito para o planejamento adequado de novas urbanizações em sistemas semelhantes.
2. A concepção de formas de mitigação para os problemas erosivos eventualmente desencadeados pelas intervenções depende de que se compreenda o funcionamento do sistema.

Levando em conta os aspectos supracitados, a praia escolhida possui excelente potencial para realização de estudo controlado, no espaço e no tempo, sobre a influência do tipo de ocupação. Ao longo de seus 25 km de extensão, observam-se três trechos com modelos de ocupação e/ou urbanização bem distintos (Figura 1). Os oito primeiros km a SW, junto à área urbana de Peruíbe, caracterizam-se por ocupação intensa e urbanisticamente planejada, incluindo muro de concreto ou granito, jardim, quiosques de alvenaria espaçados ao longo da praia de aproximadamente 250 m, ciclovia e avenida beira-mar; a porção central da praia, com extensão de 5 km, corresponde a faixa de vegetação nativa preservada; distingue-se por intervenção e circulação na orla muito reduzidas, mesmo durante as temporadas de férias; os 12km restantes a NE, parte deles já no município de Itanhaém, caracterizam-se pela presença de quiosques similares ao do trecho sudoeste, porém sem muros em maior parte de sua extensão.

Essa distribuição propicia comparar entre si áreas com e sem ocupação marcante, bem como duas modalidades diferentes de ocupação e urbanização, o que poderá permitir a avaliação, de modo consistente, da influência exercida por cada qual na morfodinâmica costeira.

No que se refere à evolução no tempo, dispõe-se de informações morfodinâmicas e sedimentológicas sobre a praia antes e após o seu período de mais intensa intervenção

(Giannini 1987, 1989; Souza 1997). Dispõe-se também de informações adicionais fornecidas por moradores. Por exemplo, de acordo com estas informações, o muro de concreto, feito várias vezes devido à erosão pelas ondas, limitava-se no início da década de 1980 a uma distância de menos de 2 km junto ao centro urbano de Peruíbe. Na época, as dunas frontais incipientes no trecho sudoeste da praia eram mais baixas que o atual, similares ao que se observa hoje na sua porção centro-nordeste.

5. Materiais e métodos

5.1. Levantamento bibliográfico

Dentro da estratégia adotada para a realização da pesquisa proposta para este Trabalho de Formatura, deu-se ênfase, na primeira etapa, ao levantamento bibliográfico sobre morfodinâmica de sistemas praia-duna e relação flora *versus* sedimentação em dunas frontais. Além destes temas gerais, foram contemplados aspectos mais particulares da área de estudo, como sua evolução e caracterização geológica. Na segunda etapa, a ênfase foi nos aspectos inerentes à ocupação antrópica na área em foco e sua evolução nas últimas cinco décadas.

5.2. Sensoriamento remoto e fotointerpretação

Para a realização desta etapa do trabalho, foram utilizadas fotografias aéreas na escala 1:25.000 obtidas a partir de três voos com datas distintas, além de uma imagem de satélite. O voo mais antigo foi efetuado pela companhia Cruzeiro do Sul no ano de 1962, e os outros dois, dos anos de 1986 e 1994, pela companhia Base Aerofotogrametria. As fotografias aéreas foram obtidas por empréstimo, sem custos, junto ao laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto do departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo- FFLCH USP (vôos de 1962 e 1994) e ao Instituto Geográfico e Cartográfico IGC (voo de 1986), e copiadas com uso de digitalizador (*scanner*) de mesa.

A imagem de satélite, capturada no ano de 2002, foi obtida por meio do *software Google Earth*[®]. Nesta imagem, somente a região de Peruíbe encontra-se contemplada por cobertura de alta qualidade.

Para que fosse possível comparar as fotografias e a imagem de satélite de modo preciso, ambas foram georreferenciadas e sobrepostas com uso do *software* de SIG *Global Mapper*[®]. Mosaicos com as aerofotografias em formato digital (extensão .jpg) e georreferenciadas (extensão .tif) encontram-se no Anexo IV (DVD) e impressas no Anexo II.

5.3. Campanha de campo

A campanha de campo foi realizada entre os dias 4 e 6 de março de 2009, com a participação do orientador, do formando e da graduanda de geologia Priscila Cury Ribeiro. A estratégia adotada para a execução do trabalho consistiu em traçar e medir 24 perfis transversais à linha de costa, equidistantes de 1 km, abrangendo os pontos de amostragem e descrição. Esses perfis foram medidos com uso de tripé, régua e nível topográfico (CST / Berger *Automatic Level*), com marco zero na zona de espraçamento, onde se coletaram as coordenadas com uso de equipamento de posicionamento global (GPS), à precisão horizontal média de 8 m. Para que os dados topográficos coletados pudessem ser convertidos em cotas relativas a um mesmo *datum* horizontal, a data e o horário foram anotados a cada início de levantamento de perfil. Estas informações permitiram, com base na tábua de marés local, calcular a diferença entre a altura da maré astronômica na hora da medição e a maré zero da tábua (usada para normalizar as medidas). Esta diferença foi somada às alturas medidas em campo. Para normalizar a largura da praia, utilizou-se uma relação trigonométrica simples (Figura 2), da qual resultou o valor que deveria ser acrescido à largura medida. A largura da praia foi considerada como a distância da linha de maré zero até a crista da duna frontal incipiente.

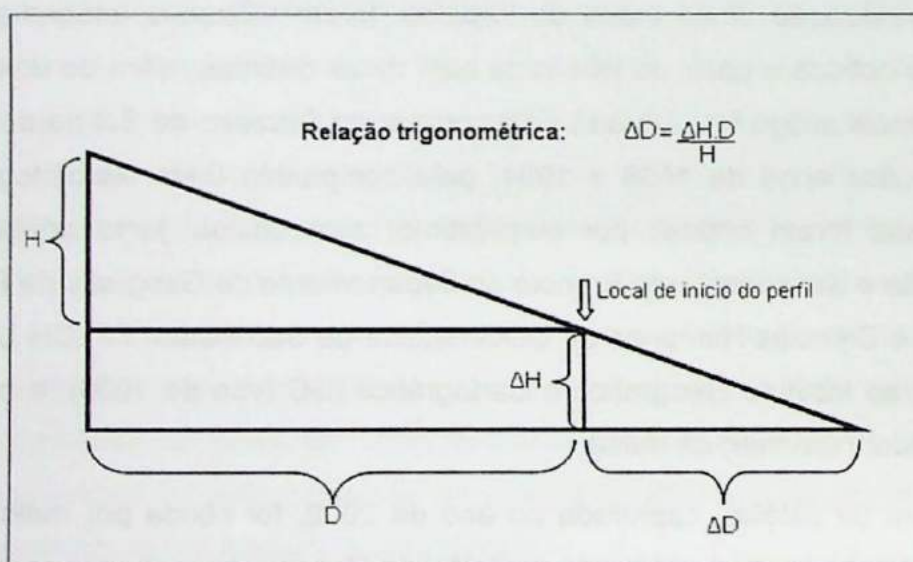


Figura 2: Esquema utilizado para efetuar a normalização da altura (H) e da largura (D) da praia medidas em campo. ΔH corresponde à diferença de altura entre a maré zero (usada para normalizar as medidas) e a maré na hora da medida, e ΔD corresponde à diferença entre a largura normalizada e a medida.

Amostras de sedimentos foram coletadas ao longo destes perfis, a começar pela zona de espraçamento, seguindo-se, rumo ao interior, por franja eólica, duna frontal incipiente (DFI) e duna frontal estabelecida (DFE), sempre que estes elementos

morfológicos eólicos se encontravam presentes. As amostras, em massa de 1 a 2 kg, foram coletadas com auxílio de pá-de-pedreiro nos 20 cm superficiais, e armazenadas em invólucros plásticos.

Durante a campanha de campo, observou-se um trecho da praia mais estreito, próximo ao centro da cidade de Peruíbe (aproximadamente 3,7km do perfil inicial), porém não contemplado pela malha amostral preestabelecida (perfis transversais equidistantes de 1km). A existência e persistência deste trecho foi depois reafirmada pelo exame de fotos aéreas de diferentes datas (item 6.2). Para detalhar a investigação deste estreitamento, efetuou-se um perfil topográfico adicional, com coleta de amostras, cujos resultados são apresentados em destaque, sob a designação "ponto extra".

5.4. Identificação de espécies vegetais

O estudo *in loco* detalhado da flora restringiu-se às espécies encontradas nas DFI. Na DFE, a descrição das plantas não foi exaustiva. Cada espécie diferente foi descrita, numerada, coletada e condicionada em pasta de papelão, tendo em vista a montagem de um herbário de pesquisa. Ao regresso do campo, as pastas do herbário foram prensadas e levadas à estufa, de modo a preservar da melhor forma possível as características morfológicas das plantas. Algumas destas espécies, especialmente aquelas mais diagnósticas ou em fase de floração, puderam ser classificadas já no campo, com auxílio de trabalho específico sobre os vegetais da costa paulista (Hueck 1955) e do guia ilustrado de Cordazzo & Seeliger (1995). As espécies coletadas foram levadas ao Herbário Municipal de São Paulo, onde sua caracterização e reconhecimento foram efetuados pelo Dr. Ricardo José Francischetti Garcia, especialista em botânica e curador do mesmo, e sua equipe (Simone Justamante De Sordi, Felipe Silva de Siqueira e Sumiko Honda). Ao todo, foram coletadas e identificadas 19 espécies diferentes, das quais somente dez aparecem na DFI. Para cada ponto de amostragem, foi feita estimativa visual da porcentagem em área da cobertura vegetal por espécie (média entre três observadores) na DFI, com intervalo de variação de 5%.

5.5. Análises sedimentológicas

A principal atividade desenvolvida em laboratório, neste projeto, foi a granulometria, para a qual foram utilizadas alíquotas de aproximadamente 60 g, retiradas a partir de cada amostra coletada no campo. Após secagem em estufa para controle do peso inicial, as amostras foram elutriadas para eliminação de sais e pelíticos, com uso de fluxo hidráulico ascendente em funil, conforme procedimento descrito por Yamamoto (2000). Em seguida, foram secas e pesadas novamente, para então serem submetidas a peneiramento a

vibrador mecânico com jogo de malhas em intervalos de 0,5 phi na escala de Krumbein (1938). Cada fração foi pesada e embalada em sacos plásticos para arquivo. Nesta etapa, foi efetuada a estimativa visual, com auxílio de lupa de mesa, da concentração de bioclastos para cada fração peneirada.

Estas atividades foram desenvolvidas pelo formando, no Laboratório de Sedimentologia (Labsed) do Instituto de Geociências, com apoio dos técnicos lotados nesse laboratório (Elaine Silva Sinfrônio, Vitor Paulino de Aguiar, Juliana Mendes e Rodolfo Marinho) e sob supervisão do professor responsável pelo Labsed, que é também o orientador do projeto.

Os resultados de distribuição granulométrica foram convertidos em valores de parâmetros estatísticos (diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose), calculados pelo método analítico dos momentos de Pearson, através do programa *Momento4.123*, de autoria do orientador. Estes dados foram analisados através de gráficos binários de dispersão em função da distância ao longo da praia. Para a construção dos gráficos, assim como suas retas ou curvas de regressão e respectivos coeficientes de correlação (r), utilizou-se o programa de computador *Microsoft Excel*tm. Para avaliar os resultados de r , o critério usado foi o nível de significância ou erro I (α), que corresponde à probabilidade de rejeitar-se uma hipótese nula (H_0) verdadeira. Como H_0 , neste caso, afirma a inexistência de correlação significativa ($r \sim 0$), α pode ser entendido como a probabilidade de aceitar-se correlação inexistente.

Os valores máximos de α foram obtidos por interpolação comparando o quociente t do teste de regressão unicaudal de distribuição (t de Student) (Giannini *et al.*, 2004). Neste trabalho, admitiram-se resultados com nível de significância menor ou igual a 0,20.

As quatro medidas estatísticas do método dos momentos foram avaliadas para as amostras do espriamento com duas entradas de dados diferentes. Na primeira, foi considerada somente a massa dos sedimentos terrígenos; na segunda, levou-se em conta também a massa correspondente aos sedimentos bioclásticos discriminados opticamente durante o processo de peneiramento. Este procedimento foi realizado para avaliar a possível influência ou viés dos bioclastos no resultado do cálculo dos momentos estatísticos e, também, para tornar mais precisa a comparação com os trabalhos de Giannini (1987, 1989), no qual os bioclastos não foram separados durante o peneiramento. Portanto, para efetuar as comparações entre análises sedimentológicas de duas datas diferentes, foram utilizados resultados de peneiramento com bioclastos. Para as demais finalidades de estudo, como interpretação da deriva litorânea e avaliação do efeito do muro sobre o sistema praia-duna

frontal, utilizaram-se os dados referentes à massa de sedimentos terrígenos, exclusivamente.

5.6. Comparação com trabalhos anteriores

A comparação dos resultados sedimentológicos da zona de espraiamento obtidos neste trabalho com os de Giannini (1987, 1989) foi apropriada tanto pela época da coleta das amostras (junho de 1983, anterior a construção da maior parte do muro beira-mar) quanto pela malha amostral praticada pelo autor, uma vez que as amostras também foram coletadas a cada quilômetro, na zona de espraiamento e nos 20cm mais superficiais.

O único problema na realização desta comparação residia no fato de que Giannini (1987, 1989) usou o método gráfico de Folk & Ward (1957), e não o método dos momentos, para o cálculo das quatro medidas estatísticas de distribuição de frequências granulométricas. Para que a comparação fosse feita de forma coerente, os dados brutos de peneiramento fornecidos pelo autor foram, portanto, redigitados no programa *Momento4.123*, segundo procedimento descrito no item 5.5 deste trabalho.

6. Resultados e discussões

6.1. Levantamento bibliográfico

6.1.1. Sistema praia-duna frontal

O sistema praia-duna pode ser estudado com vistas aos conceitos de saldo sedimentar e espaço de acomodação, de acordo com o arcabouço conceitual da estratigrafia de seqüências (Kocurek & Havholm, 1993). Neste modelo, o saldo sedimentar eólico refere-se à diferença entre entradas e saídas (influxos e efluxos), representadas por volumes de sedimentos, e o espaço de estocagem (acumulação) é determinado pela posição do nível freático relativa à superfície deposicional, controlada basicamente pelo clima, pela taxa de subsidência e, nos casos costeiros, pelo nível relativo do mar (Giannini, 2007; Giannini *et al.* 2008).

A entrada de areia nos sistemas eólicos costeiros é controlada pela disponibilidade de sedimentos ao vento, a qual depende fortemente da morfodinâmica da praia. Esta, por sua vez, é função, principalmente, da energia de onda e das células de transporte litorâneo. O primeiro aspecto diz respeito à morfodinâmica praial (Wright *et al.*, 1979). A formação preferencial de grandes sistemas eólicos (campos de dunas livres) ou de dunas frontais maiores em praias mais dissipativas ou de mais alta energia de onda vem sendo reconhecida desde Short & Hesp (1982). Ela pode estar ligada a várias das características

típicas deste regime morfodinâmico. Assim, a faixa mais ampla de movimentação de sedimentos por quebra e espraiamento de onda, associada à maior largura da zona intermarés, aumenta o estoque sedimentar disponível ao vento; a presença de sedimentos arenosos de granulação mais fina eleva a probabilidade de transporte eólico; e a existência de antepraia superior ampla e de baixo mergulho, sem berma, favorece o campo ou pista de atuação (*fetch*) do vento (Giannini, 2007).

O segundo aspecto diz respeito à influência da terminação de células de deriva ou convergência de transporte litorâneo no estoque sedimentar, os quais favorecem a disponibilidade de sedimentos ao transporte eólico, ou seja, o influxo, no sentido de Kocurek & Havholm (1993).

O termo duna frontal predomina na literatura brasileira e surgiu da tradução literal do termo em inglês *frontal dune* proposto por Guilcher (1958). O termo hoje mais usual na literatura internacional, entretanto, é *foredune* (Hesp 1983, 1988, 1989, 2000), que já era utilizado no clássico trabalho de Cooper (1958). Este termo é aplicado para designar acúmulos contínuos de areia em meio à vegetação ao interior da zona de pós-praia (sob morfodinâmica praial intermediária a reflexiva) ou da antepraia superior (sob morfodinâmica dissipativa) (Giannini *et al.* 2005). Segundo Hesp (1983, 1988), as dunas frontais começam como incipientes e evoluem para estabelecidas, com o aumento do tamanho, complexidade morfológica e diversidade da cobertura vegetal. Em complemento a este conceito, Giannini (2007) propõe a classificação de incipientes às dunas em que o influxo predomina sobre o efluxo sedimentar e em que a cobertura vegetal é composta por flora extremamente especializada, constituída 95% por no máximo três espécies. Com base em critério similar, as DFEs, segundo mesmo autor, caracterizam-se por saldo sedimentar zero, ou seja, influxo igual a efluxo.

Giannini (2007) propõe ainda o conceito de franja eólica para referir-se a sedimentos incoesos, sem vegetação, acumulados pelo vento, sob a forma de lençol ou rampa de espessura até decimétrica, aos pés das dunas frontais ou das escarpas costeiras. As franjas de areia eólica, uma vez colonizadas por vegetação, dão lugar a DFIs do tipo terraço ou rampa. Por sua posição no sistema deposicional, este é o elemento morfológico eólico mais influenciado pela inundação por ondas e marés de tempestade ou preamar. A forma em rampa é tipicamente associada ao retrabalhamento, pelo vento, de leques subaquosos de pé de escarpa. A fácies deposicional correspondente a este elemento morfológico caracteriza-se por séries decimétricas a centimétricas de estratificações plano-paralelas, com mergulho baixo (tipicamente menos que 5°), para o mar ou para o continente, este último caso mais comum sobre bermas de praias intermediárias-reflexivas.

A vegetação possui papel fundamental nesta dinâmica, com destaque, no litoral paulista, para plantas de caráter pioneiro como *Iresine portulacoides*, *Spartina ciliata* e *Ipomoea pes-caprea* (Hueck, 1955; Bentz, 2004; Nascimento, 2006), que funcionam como primeiro obstáculo ao vento. Ao deparar-se com este obstáculo, o vento perde força, o que permite a deposição de parte do sedimento transportado, e gera assim o primeiro acúmulo de material junto à vegetação. Ao ser soterrada, a planta vê-se obrigada a crescer mais rápido. Começa assim um ciclo de retroalimentação positiva que leva ao crescimento da duna frontal (Giannini 2007).

6.1.2. A praia de Peruíbe

A planície de Peruíbe-Itanhaém representa uma faixa de sedimentos de composição predominantemente arenosa, com cerca de 25 km de extensão, largura variável entre 4 e 15 km e cotas de até 14 m, situada no litoral sudoeste do estado de São Paulo, entre o costão do Peruíbe, a SW, e o Morro do Poço de Anchieta, a NE. A parte externa da planície é drenada por dois rios meandantes principais, com caráter de canais de escoamento de maré, o rio Peruíbe, a SW, e o rio Piaçaguera, na porção centro-nordeste.

Nos trabalhos pioneiros de Suguio & Martin (1978) e Fúlfaro *et al.* (1979), a planície sedimentar de Peruíbe-Itanhaém é tida como formada em maior parte por depósitos arenosos quaternários, decorrentes de processos de transgressão e regressão marinhas. Estes trabalhos divergem, no entanto, no que diz respeito à interpretação da idade da deposição. Para Suguio & Martin (1978), a planície em questão conta com depósitos de idades pleistocênica e holocênica, compostos por sedimentos arenosos em forma de cordões litorâneos e por sedimentos flúvio-lagunares, nos quais é possível reconhecer estágios de evolução que evidenciam a existência de duas fases transgressivas (Cananéia, 120 ka A.P., e Santos, 5100 anos A.P.) separadas por uma fase regressiva (Último Máximo Glacial, com auge em cerca de 16ka) onde predomina erosão. Já Fúlfaro *et al.* (1979) admitem somente idades holocênicas para a planície e interpretam que todo sedimento depositado durante o Pleistoceno teria sido erodido durante a fase regressiva de nível do mar baixo subsequente. No entanto, não se dispõe de dados que sustentem este último modelo; além disso, a suposição de existência de sedimentos pleistocênicos e holocênicos apóia-se na comparação com planícies vizinhas como a de Santos, a N, e a de Cananéia - Iguape, a S, onde são encontradas evidências datadas destes eventos (Giannini, 1987). Segundo Giannini & Santos (1996), os sedimentos lamosos teriam sido depositados num sistema estuarino-lagunar formado durante a transgressão holocênica, pelo preenchimento de vales incisos formados durante a queda eustática do período glacial Würm. Um destes vales encontra-se na atual planície de inundação do rio Peruíbe.

A praia de Peruíbe pode ser classificada como dissipativa (Wright *et al.*, 1979), com larga zona de intermarés (de 50 a 100 m). Segundo resultados granulométricos apresentados por Giannini (1987, 1989), ela é composta predominantemente por sedimentos caracterizados por diâmetro médio areia muito fina (média 0,11mm), seleção muito boa e curva simétrica leptó a mesocúrtica, segundo os padrões de Folk & Ward (1957). Por meio de métodos matemático-estatísticos usados para analisar e interpretar atributos texturais (granulométricos e morfométricos) e mineralógicos, e com base na variação destes atributos, o autor sugere que esses sedimentos foram depositados por correntes de deriva longitudinal orientadas de SW para NE, interpretação reafirmada por análises realizadas mais tarde, com menor número de amostras, por Souza (1997).

6.1.2. Evolução da ocupação antrópica recente

A região de Peruíbe e Itanhaém possui rica história ocupacional em tempos pré-coloniais, expressa na forma de inúmeros sambaquis, com conchas carbonáticas de idades ^{14}C superiores a 4000 anos A.P. (Suguio & Martin, 1978). Em termos históricos, têm-se registros desde o princípio da colonização portuguesa, representados por documentos e ruínas relativos à Igreja de São João de Peruíbe, construída pelo grupo jesuíta coordenado pelo Padre Leonardo Nunes (o Abarebebê). Neste trabalho, considera-se, no entanto, que somente as ocupações e intervenções mais recentes, das últimas cinco décadas, possuem influência na morfodinâmica do sistema praia-duna, como observada hoje.

Com base em fotos aéreas, imagens de satélite e documentos oficiais, Ribeiro (2006) traça a evolução da ocupação do solo na cidade de Peruíbe (Figura 3). Nesse trabalho, a autora leva em conta ocupações tanto legais quanto ilegais e indica que a grande explosão na ocupação do território se deu entre as décadas de 1980 e 1990. Nessa época, a ocupação, que até então se restringia às margens dos rios Preto e Branco, começou a tomar conta da faixa próxima à orla, em virtude do aumento do turismo e da consequente especulação imobiliária. A mancha urbana existente hoje resulta principalmente do adensamento dos loteamentos já existentes nesta época e da ocupação de novas áreas mais interiores, esta feita em parte de modo irregular.

Essas informações dão mais valor à comparação do período atual com a época do estudo de Giannini (1987, 1989), cuja coleta sedimentar foi realizada em 1983, no princípio do maior surto de expansão da ocupação do solo.

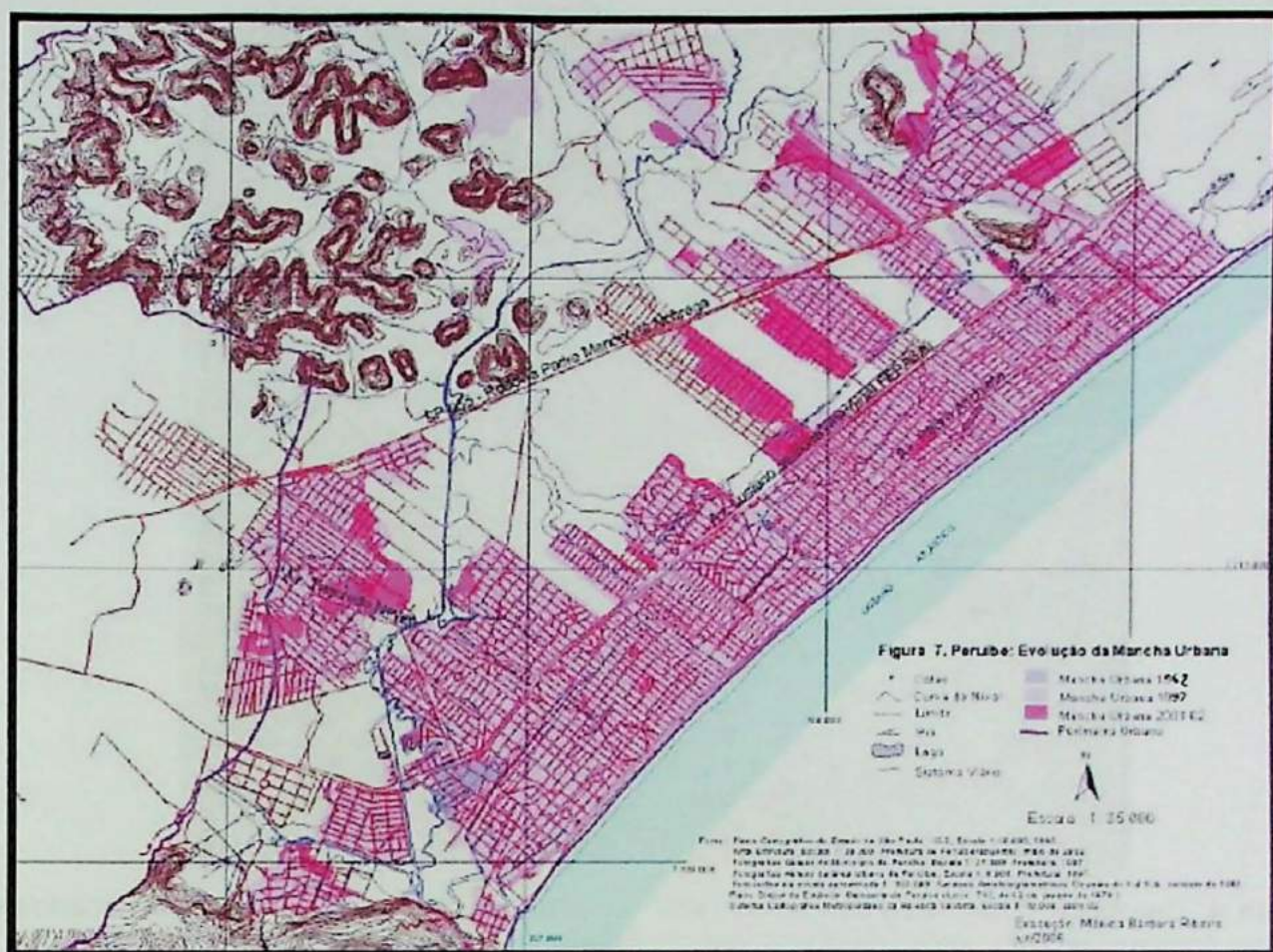


Figura 3: Evolução das manchas urbanas para a cidade de Peruíbe. A urbanização mais intensa deu-se principalmente nas décadas de 1980 e 1990 (extraído de Ribeiro, 2006).

6.2. Sensoriamento remoto e fotointerpretação

O sensoriamento remoto e a fotointerpretação foram utilizados principalmente para avaliar a evolução da ocupação antrópica nas últimas décadas. Estas ferramentas foram de grande importância também para a interpretação de resultados de levantamento topográfico de campo, e permitiram avaliar de maneira mais segura os possíveis efeitos da ocupação sobre a morfologia e sedimentologia do sistema praia-duna frontal.

A emancipação de Peruíbe, da condição de distrito de Itanhaém para município, data de 1959. A procura pela região como balneário e o conseqüente aumento da ocupação data dessa mesma época, especialmente após a inauguração da rodovia Padre Manoel da Nóbrega, em 1960. O censo federal de 1960 indicava uma população fixa de aproximadamente 3000 habitantes. A foto aérea de 1962 permite observar que a área com loteamento ou ocupação restringia-se a uma distância de cerca de 4 km da margem esquerda do rio Peruíbe (Figura 4). A ocupação densa, indicada pela presença de construções, restringia-se aos arredores imediatos da praça da igreja matriz.



Figura 4: Centro da cidade de Peruíbe em 1962, nesta época havia loteamentos recém criados e poucas construções residenciais, concentradas próximas à margem esquerda do rio Peruíbe.

No censo de 1970, a população fixa do município era superior a 6 mil habitantes. A maior intervenção realizada junto à costa, nessa época, foi a canalização, da foz do rio Peruíbe com diques de enrocamento e de seus afluentes (Figura 5).

Na foto área de 1986, observa-se que a região passara por grandes modificações no que diz respeito à urbanização, com aumento no número de edificações e na área coberta por loteamentos (Figura 6); apesar de a intervenção junto à linha de costa ainda ser limitada ao centro da cidade de Peruíbe, um dos poucos lugares com asfalto na avenida beira mar, muitos loteamentos já se estendiam até a avenida beira-mar, que foi construída sobre o limite interno da DFI.



Figura 5: Foz do rio Peruíbe antes (1962,foto superior) e depois de se sua canalização (1986, foto inferior).



Figura 6: Centro da cidade de Peruíbe em 1986. Nesta época, a avenida beira-mar já existia, sobre o limite interno das DFIs, porém a intervenção junto à linha de costa ainda era restrita ao centro da cidade de Peruíbe.

Entre os anos de 1986 e 1994, ocorreu a finalização da construção do muro beira-mar; foi neste época, também, que ocorreu grande aumento na população fixa do município, (Figura 7), de cerca de 250% entre 1980 e 2004.

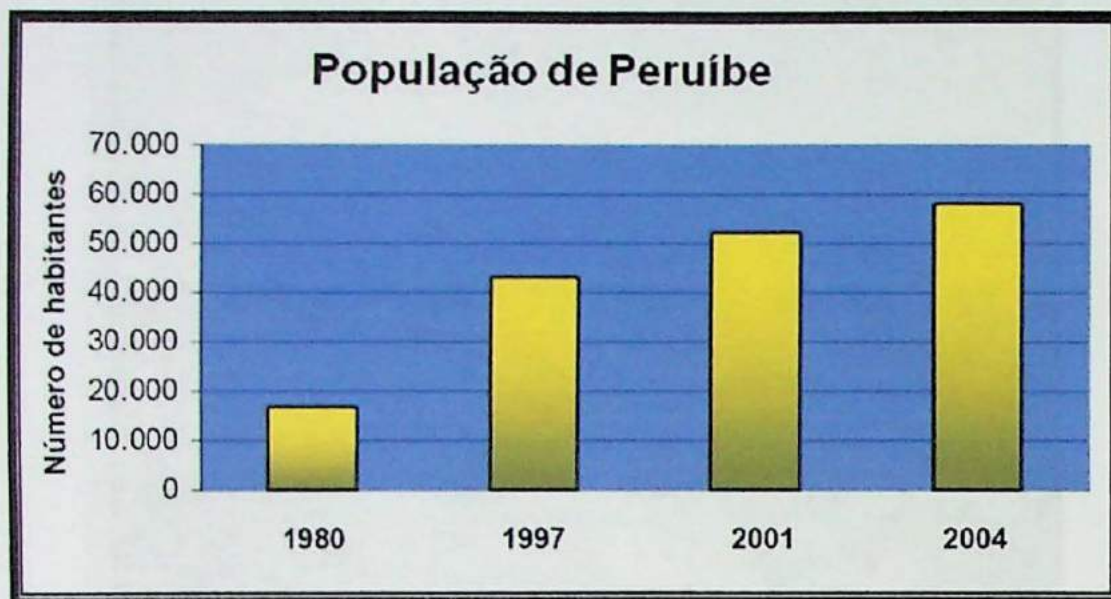


Figura 7: População de Peruíbe. Fonte: SEADE/IBGE, 2004 (adptado de Ribeiro, 2006).

Comparando as fotografias aéreas das diversas datas, é possível observar que este muro foi construído à frente da DFI, ou seja, na antepraia superior (*sensu* Angulo 1996). Esta observação pode ser feita também em campo na parte nordeste do segmento A (Figura 8), local que corresponde atualmente à terminação do muro beira-mar.



Figura 8: Fotografia tomada sentido NE no término do muro beira-mar (aproximadamente 7 km a NE do rio Peruíbe). Notar que este muro foi construído à frente da DFI.

Entre os anos de 1994 e 2002, não foi identificada grande diferença no que diz respeito à ocupação junto à orla, porém, mais ao interior, o adensamento populacional às margens do rio Preto e Peruíbe contribuiu para o intenso assoreamento dos canais. Este assoreamento pode representar significativa diminuição do aporte de sedimentos para praia.

Em toda a série de fotografias aéreas estudada, bem como na imagem de satélite, observa-se um estreitamento na largura da praia, próximo ao centro de Peruíbe, para menos da metade da largura média do restante do arco praial. Este estreitamento deve estar ligado a algum fenômeno natural, uma vez que sua presença é reconhecida desde 1962, quando a intervenção antrópica no sistema praia-duna era mínima. Ele pode ser explicado pelo efeito de sombra hidrodinâmica induzido pelo banco arenoso de vazante na desembocadura do rio Peruíbe. Na fotografia aérea de 1962 (Figura 9), é possível inferir a existência deste banco submerso pelo deslocamento costa afora das frentes de arrebentação de onda, por centenas de metros, no trecho de costa adjacente à desembocadura. A presença deste banco de areia aumenta a refração e a perda de energia das ondas vindas de SW, que desse modo vêm reduzida sua capacidade de transporte sedimentar próximo à praia. Assim, o trecho imediatamente (cerca de 0,5 km) a sotamar (NE) do banco de vazante não recebe sedimentos vindos da deriva regional predominante de SW, mas perde sedimentos por efeito da deriva de NE. Este trecho coincide com a zona de maior estreitamento da praia.



Figura 9: Efeito de sombra causado pelo banco de areia localizado à foz do rio Peruíbe (aerofotografia de 1962).

6.3. Campanha de campo

Os resultados derivados diretamente das observações e medições de campo no sistema praia-duna frontal foram agrupados separadamente segundo aspectos morfológicos e fito-ecológicos, apresentados a seguir, nessa ordem.

6.3.1. Morfologia do sistema praia-duna frontal

Com a comparação entre os dados obtidos pelo levantamento dos perfis transversais à praia, foi possível identificar e caracterizar variações longitudinais tanto na largura quanto na inclinação da praia, assim como na altura e forma dos elementos morfológicos eólicos (franja eólica e dunas frontais).

6.3.1.1. Largura da praia

A largura da praia varia de 30m a 170m, com média de 110m, e a inclinação de 0,7° a 3,2°, com média de 1,3° (Figura 10). Os resultados confirmam a suspeita de campo de máxima inclinação e mínima largura no ponto extra, situado no segmento A (sudoeste). Nota-se também forte correlação linear inversa ($r = -0,88$) entre declividade e largura, podendo considerar-se a morfodinâmica dos trechos mais íngremes e estreitos como menos dissipativa (Wright *et al.*, 1979). Admitida essa relação, os segmentos B e C, localizados mais a NE da praia, seriam mais dissipativos que o segmento A. Essa diferença pode, em parte, ser atribuída ao efeito cumulativo da deriva litorânea longitudinal para NE, uma vez que o aumento de largura e a queda de declividade da praia nesse rumo ocorrem de modo paulatino.

No entanto, a Figura 11 mostra que existe grande diferença entre a largura da praia no segmento de maior intervenção antrópica (segmento A) e os demais segmentos, principalmente nos primeiros 8 km, os quais coincidem com a existência do muro beira-mar. Esta diferença é menor quando se consideram os pontos do segmento A em que não há muro; assim, parece razoável admitir que a presença do muro exerça alguma influência sobre a largura da praia.

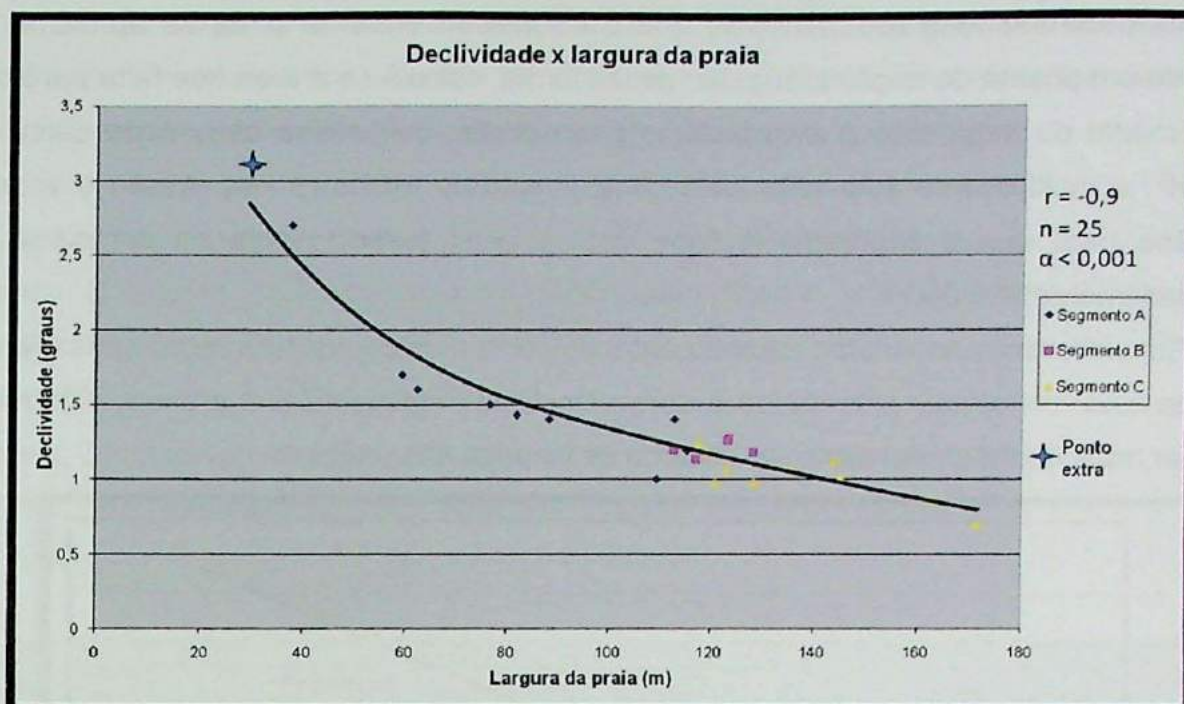


Figura 10: Relação inversa entre declividade e largura da praia de Peruíbe, com evidência de aumento gradual de largura do setor A (sudoeste) para o C (nordeste).

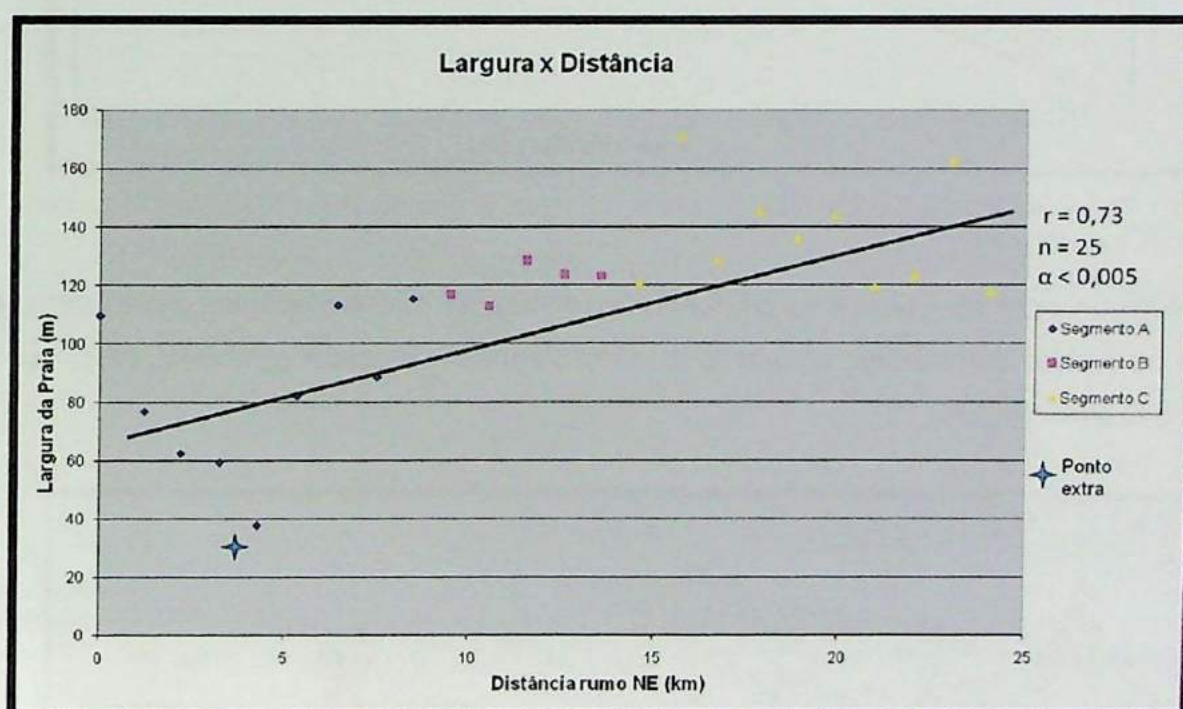


Figura 11: Relação direta entre a distância rumo NE e a largura da praia. Há grande diferença entre o trecho com o muro beira-mar (primeiros oito quilômetros, no segmento A) e o restante da praia.

Admite-se, para efeito de comparação entre os segmentos, que a praia é a faixa entre o nível de maré zero e o começo do primeiro elemento morfológico eólico presente (franja eólica ou DFI). Com a construção de perfis transversais médios por segmento (Figura 12), é possível estimar a quantidade de areia necessária (expressa em área da seção transversal) para que o perfil do segmento A se equipare ao dos demais segmentos. Essa

estimativa pode ser feita assumindo-se que o volume de areia na praia se aproxima ao volume de um prisma de seção triangular; dessa forma, calcula-se a área que falta para que o perfil médio do segmento A se aproxime dos demais, que nesse caso é de cerca de $116,25\text{m}^2$ e multiplica-se este valor pelo comprimento do trecho (8 km). Assim o volume necessário para que o segmento A fique com o perfil parecido com os demais é de aproximadamente 930.000m^3 .

Essa diferença de volume de areia entre os perfis médios dos três segmentos (Figura 12) pode estar correlacionada não só à deriva litorânea longitudinal e à presença do muro beira-mar, mas também, em parte, ao sistema de limpeza das praias.

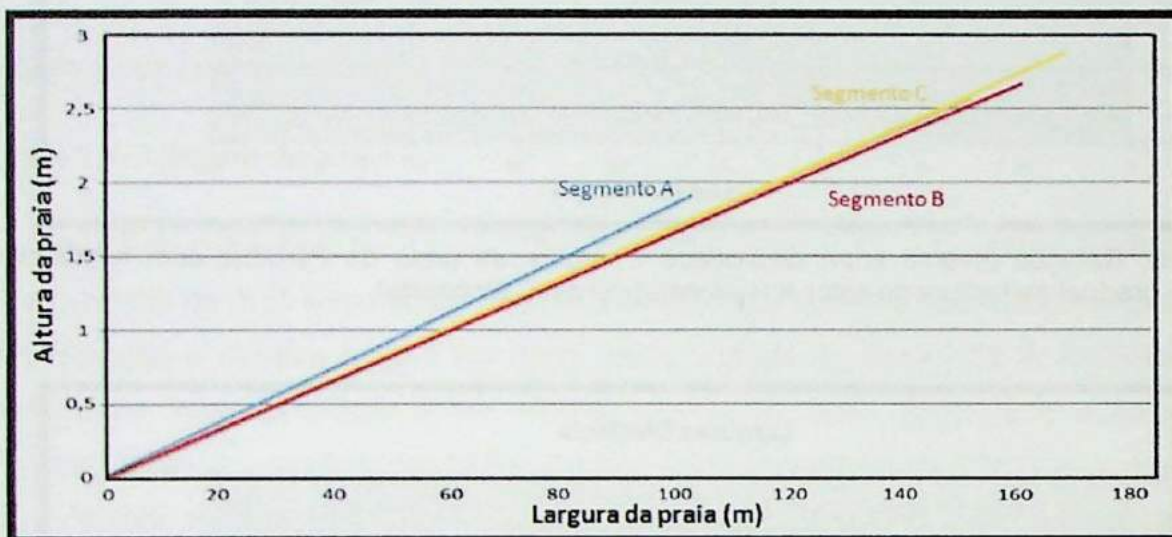


Figura 12: Perfis médios para os três segmentos, notar a grande disparidade entre o perfil do segmento A e os demais.

No município de Peruíbe, a coleta do lixo é feita de forma mecânica motorizada, por meio de tratores e caminhões, ao passo que em Itanhaém a coleta é manual, com uso de rastelos e lixeiras (Figura 13).

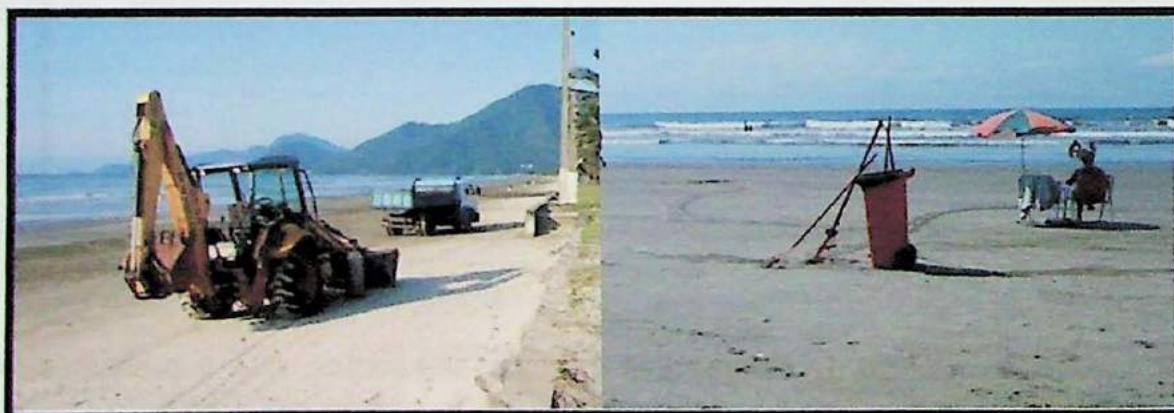


Figura 13: Comparação entre os sistemas de limpeza da praia, nos municípios de Peruíbe (foto da esquerda), com uso de trator e caminhão, e de Itanhaém (foto da direita), com uso de rastelos e lixeiras manuais.

No processo de raspagem para recolhimento do lixo, o trator remove também grande quantidade de sedimentos (Figura 14). Em dias de limpeza, são retiradas dezenas de caminhões carregados de areia e lixo, o que significa perda considerável de sedimento (de 60 a 70% do volume recolhido). Estima-se que essa prática ocorra pelo menos três vezes por semana e que sejam retirados por volta de 40 caminhões carregados, em cada dia de limpeza. O volume médio da caçamba destes caminhões é de 8m^3 ; assim, o volume anual de sedimentos recolhidos no processo de limpeza é da ordem de 27 a 33 mil m^3 . Com a retirada deste volume de areia, admitindo que não haja outra saída nem entrada de areia no sistema, um intervalo de tempo de 28 a 33 anos seria suficiente para que fossem atingidos os 930.000m^3 necessários para equiparar o perfil médio do segmento A aos dos demais segmentos



Figura 14: Material raspado por trator no processo de retirada do lixo da praia, pela Prefeitura Municipal de Peruíbe. Neste processo, acaba sendo carregada também grande quantidade de sedimento (cerca de 60 a 70% do volume recolhido).

6.3.1.2. Franja eólica

O elemento morfológico de franja eólica é encontrado praticamente em todo o segmento A, onde aparece sempre ancorado ao muro, chegando a cobri-lo inteiramente e superá-lo em alguns locais. Flagrantes durante a campanha de campo e presença frequente de marcas de raspagem por pás de trator, encontradas junto ao muro, evidenciam que a

franja eólica neste setor é, pelo menos em parte, continuamente retirada de modo artificial (Figura 15).



Figura 15: Marcas deixadas por trator, utilizado pela Prefeitura de Peruíbe para "limpeza da praia", e responsável pela retirada da franja eólica ancorada ao muro.

Na praia de Peruíbe, o desenvolvimento da franja eólica possui íntima relação com o tipo de ocupação humana, uma vez que é acelerado pela presença do muro, presente em todo segmento A. Ao funcionar como barreira para o vento que sopra rumo ao continente, o muro promove acúmulo de areia eólica no local e aumenta a espessura da franja. Além disso, o muro separa a franja eólica, a barlavento, da DFI a ele sobreposta. Este isolamento entre franja e DFI dificulta, por um lado, a alimentação sedimentar da duna e, por outro lado, a colonização da franja pela vegetação, e, portanto, sua transformação em DFI.

6.3.1.3. Dunas frontais

Além da variação de altura, as DFIs apresentam ampla diversidade de formas (rampa, cordão, terraço e lençol). As DFEs, em contraposição, não possuem variação morfológica considerável, exceto pela presença variável de falésias na parte da frente. Na Figura 16, estão ilustradas as principais formas de DFI encontradas e suas relações com a DFE.

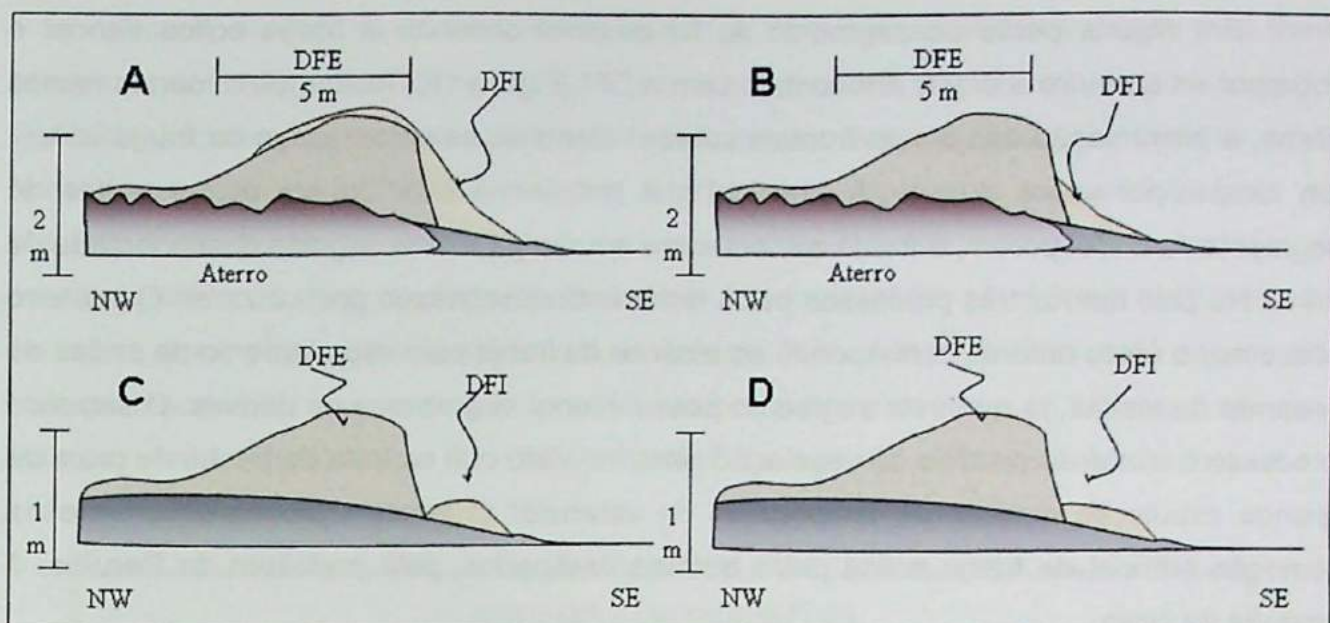


Figura 16: Diversas formas de ocorrência de DFI, e suas relações com a DFE: A – DFI em cordão assimétrico, sobrepondo-se à DFE; B – DFI em rampa ancorada à DFE; C – DFI em cordão, adjacente à DFE; D – DFI em terraço, ancorada à DFE. Em A, o avanço da DFI sobre a DFE ocorre frequentemente por meio de rupturas de deflação (*blow outs*).

Dos nove perfis inseridos dentro do segmento A, foram encontradas DFIs em sete e DFEs somente em três. Nos casos, dentro deste segmento, em que os três elementos morfológicos eólicos se encontram presentes simultaneamente, o arranjo mais comum entre eles é composto por DFE e DFI sobre aterro, barrado por muro com franja eólica ancorada ao pé (Figura 17).

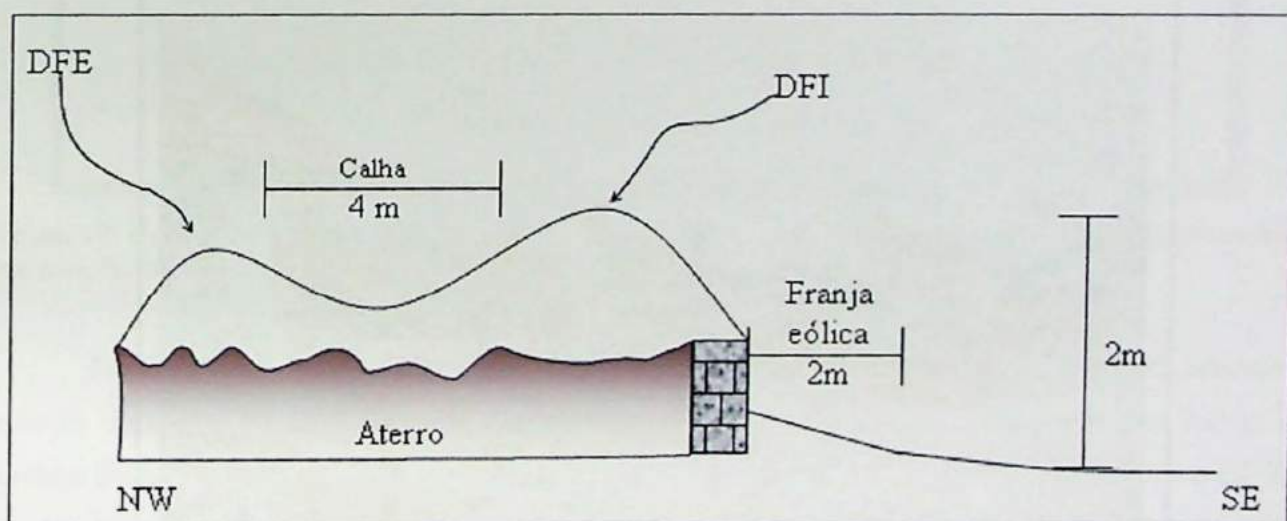


Figura 17: Seção esquemática para a disposição espacial dos elementos morfológicos eólicos no segmento A (sudeste): DFE e DFI depositadas sobre aterro barrado por muro, este com franja eólica ancorada a barlavento.

Em alguns perfis do segmento A, foi possível observar a franja eólica vencer e sobrepor-se ao muro e entrar em contato com a DFI (Figura 18). Assim, pelo menos nestes casos, a alimentação das dunas frontais sobre o aterro dá-se pelo avanço da franja eólica, em rampa, por sobre o muro. É possível que isso tenha ocorrido em outras partes do segmento A, onde, porém, a franja alimentadora em rampa foi em seguida desconectada da duna. Há pelo menos três processos pelos quais esta desconexão pode ocorrer. O primeiro processo, o único natural, corresponde ao alcance da franja pelo espraçamento de ondas de preamar de sizígia, já que este segmento possui menor largura que os demais. O segundo processo é o intenso pisoteio da vegetação pioneira, visto que se trata de trecho de praia de grande circulação durante as temporadas de veraneio. O terceiro processo consiste na remoção artificial da franja eólica pelos tratores destinados, pela prefeitura de Peruíbe, à limpeza da praia.

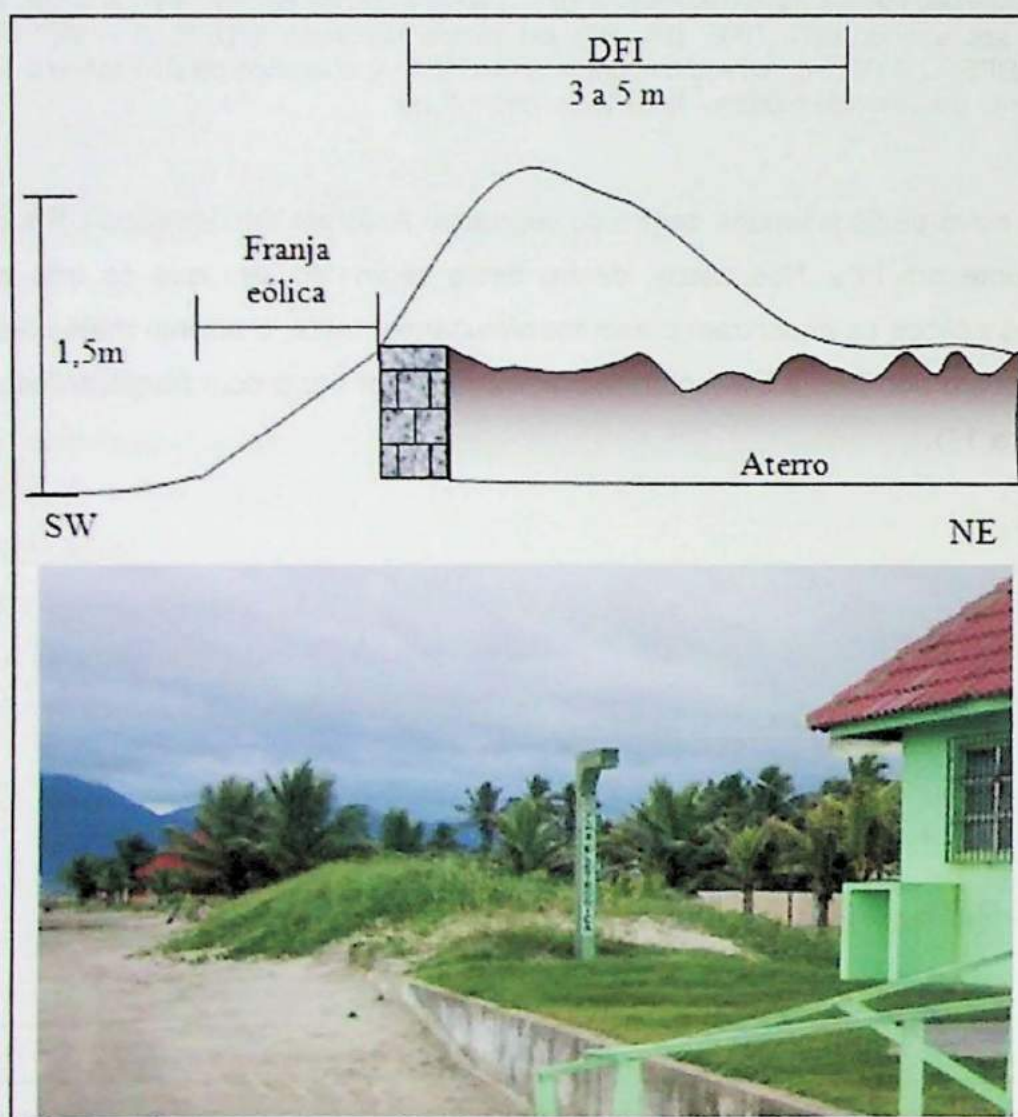


Figura 18: Franja eólica sobreposta ao muro em contato com a DFI, a 6km rumo NE do perfil inicial, no segmento A. Ao atingir a parte superior do muro, o sedimento eólico fica mais protegido da ação das ondas, o que ajuda a vegetação pioneira a se estabelecer e a estender-se rumo à franja eólica.

Depois de depositadas sobre e a sotavento do muro, as areias supridas pela franja em rampa ficam fora do alcance do espraiamento das ondas de preamar de bom tempo, o que reduz drasticamente a probabilidade de seu retorno à praia. Esta proteção das dunas frontais, em relação à abrasão marinha, devido a seu alçamento topográfico, pode ser comparado ao que ocorre, em escala tempo-espacial mais ampla, com as dunas de topo de escarpa (*cliff-top dunes*), conforme definidas por Jennings (1967, *apud* Short 1988), ou com as dunas empoleiradas (*perched dunes*) de Semeniuk *et al.* (1989). Este pode ser um dos motivos pelos quais o segmento A apresenta dunas mais altas (mais de 2,5m) e praia mais estreita (mínimo de 30m) que B e C (estes com dunas de não mais que 0,9m e praia de até 171m de largura, conforme Figura 19).

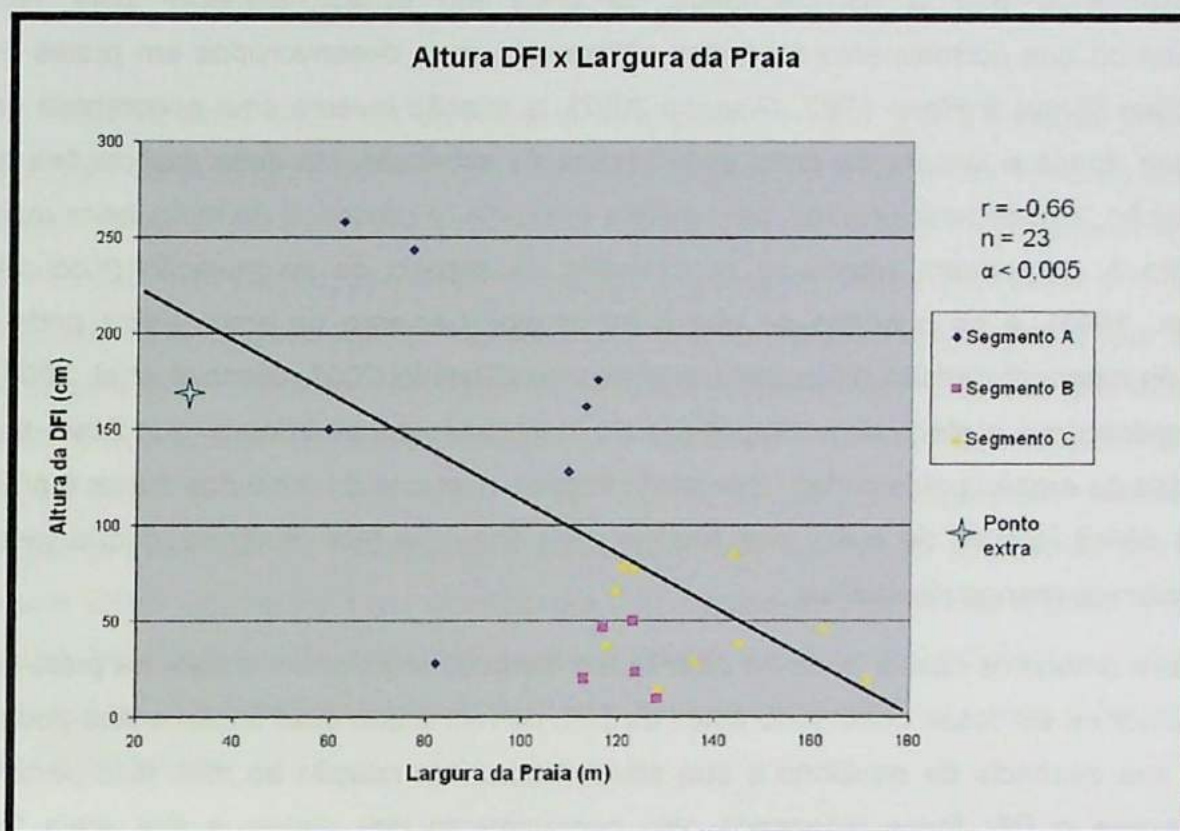


Figura 19: Relação entre a altura da DFI e a largura da praia. As dunas são mais altas, e a praia mais estreita, no segmento A, que nos segmentos B e C.

No que diz respeito à morfologia das dunas frontais, os segmentos B e C possuem grande semelhança entre si. De modo geral, as dunas, predominantemente em forma de terraço ou lençol, não chegam a 1m de altura. A diferenciação em campo entre DFI e DFE é morfologicamente pouco nítida e dá-se principalmente pela variação florística e pela coloração da areia, que na DFE é geralmente mais escura. Também é comum encontrar a DFI em rampa, ancorada a pequenas falésias (até decimétricas) esculpidas na DFE pela ação das ondas (Figura 20).

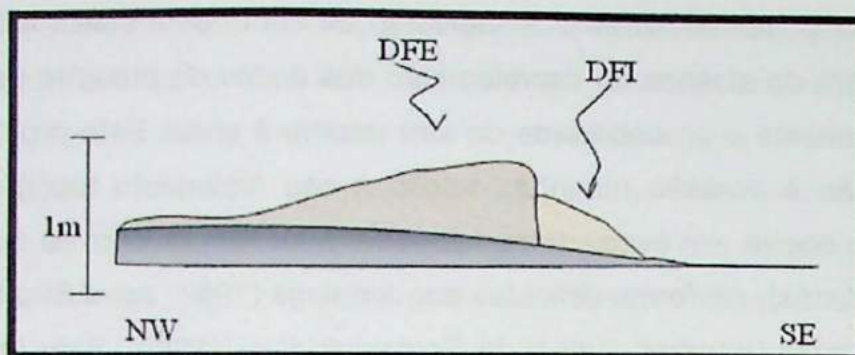


Figura 20: Esquema representativo de uma das formas de ocorrência de dunas frontais estabelecida e incipiente nos segmentos B e C. Esses elementos são mais baixos nestes segmentos, se comparados ao segmento A, e possuem formas em terraço, lençol ou rampa.

Admitindo que a dissipatividade da praia em estudo aumente para NE e considerando que normalmente as dunas eólicas são mais desenvolvidas em praias mais dissipativas (Short & Hesp 1982, Giannini 2007), a relação inversa aqui encontrada entre altura das dunas e largura da praia seria oposta ao esperado. Há duas explicações para esta relação, ambas relacionadas, pelo menos em parte, à presença de muro beira-mar no segmento A. A primeira baseia-se no conceito de espaço de acumulação (Kocurek & Havholm, 1993), e no princípio de que o maior empilhamento de areia eólica pode ser função da menor dimensão horizontal deste espaço (Giannini 2007, Giannini *et al.* 2009). A outra explicação é o efeito da sobreposição do muro pelas dunas frontais, que ficam assim protegidas da erosão pelas ondas. Este efeito impede o retorno da areia das dunas à praia e cria um déficit relativo de areia, nas frações mais finas, na face litorânea, o que torna a morfodinâmica menos dissipativa.

Em ambos os casos, pode-se dizer que o efeito do muro sobre o sistema praia-duna seria menor se ele fosse construído antes da DFI, de forma que essa feição eólica pudesse ocupar sua distância de equilíbrio e sua altura natural em relação ao mar. Isso permitiria também que a DFI fosse alcançada pelo espreadimento das ondas, e sua areia fosse devolvida ao sistema.

6.3.2. Variação fito-ecológica

O intuito de realizar uma caracterização fito-ecológica foi identificar as espécies pioneiras que levam à formação e fixação das dunas frontais. Em vista deste objetivo, o estudo restringiu-se às DFIs. Dez espécies vegetais diferentes foram encontradas, ao longo da praia, neste tipo de duna. Elas encontram-se listadas, assim como suas respectivas porcentagens médias, na Tabela 1.

Tabela 1: Espécies ou família de vegetais encontradas nas DFIs e as respectivas porcentagens médias de ocorrência, em área de cobertura, para toda a praia de Peruíbe.

Código de campo	Identificação taxonômica	Porcentagem média
Planta 1	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	24,7
Planta 2	<i>Cynodon maritimus</i> Kunth	3,2
Planta 3	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	22,7
Planta 4	<i>Paspalum repens</i> L.	1,1
Planta 5	Poaceae indeterminada*	9,6
Planta 6	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) Roth	13,3
Planta 7	<i>Iresine portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Miers	20,5
Planta 8	<i>Ipomoea litoralis</i> (Vahl) Griseb.	1,1
Planta 9	<i>Polygala cyparissias</i> A.St.-Hil. & Moq.	0,2
Planta 10	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	3,9

* Espécime estéril: não foi possível identificar a espécie

Considerando todas as DFIs estudadas, pode-se dizer que *Paspalum vaginatum*, *Hydrocotyle bonariensis* e *Iresine portulacoides* são as mais abundantes em área vegetada, somando juntas cerca de 70% da cobertura vegetal das dunas, em média. De acordo com as observações de campo, *Iresine portulacoides* é, destas três espécies, a que possui maior afinidade à água salgada (caráter halófilo), já que fica mais próxima ao mar e que primeiro atua como obstáculo ao vento (Figura 21). Hueck (1955) atribui o caráter pioneiro desta espécie à sua grande resistência a incursões marinhas e ao seu florescimento irregular. Também com base nas observações de campo, *Paspalum vaginatum* possui maior afinidade à areia (caráter psamófilo) e costuma habitar as partes superiores das dunas, inclusive DFEs. Já *Hydrocotyle bonariensis* não apresenta ocorrência restrita e aparece tanto na base quanto no topo das dunas frontais, e tanto nas incipientes quanto nas estabelecidas. É comum ainda em meio à vegetação de restinga das partes mais interiores da planície costeira.

Além daquelas três espécies, merece destaque também como planta colonizadora *Ipomoea pes-caprae*, que aparece em boa parte das dunas estudadas. Todas estas plantas são essencialmente rasteiras ou arbustivas de pequeno porte. À medida que ocorre a estabilização da duna, com o aumento da variedade de espécies, dão lugar a plantas de porte maior.



Figura 21: *Iresine portulacoides*, espécie pioneira localizada mais próxima do mar. A foto ilustra seu funcionamento como primeiro obstáculo ao vento.

A Figura 22 representa a distribuição das plantas ao longo da praia. Permite observar que o segmento B possui menor diversidade de espécies em relação aos demais. Assim, neste segmento, foram identificadas somente quatro espécies (*Paspalum vaginatum*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Ipomoea pes-caprae*, *Iresine portulacoides*), além da presença de Poaceae indeterminada. O pequeno número de variedades pode ser explicado pelo fato de se tratar do setor com menor interferência antrópica, portanto sem espécies introduzidas de forma artificial ou favorecidas pela supressão das espécies naturalmente dominantes, que são mais sensíveis ao pisoteamento se comparadas às substitutas mais comuns (gramíneas). Além disso, é o segmento menos extenso dos três.

Observam-se ainda, na mesma figura, espécies que ocorrem de modo preferencial nas porções aparentemente mais antropizadas da praia (em meio ao segmento A e na extremidade nordeste do C), com destaque para *Paspalum repens*, *Stenotaphrum secundatum* e *Cynodon maritimus*. Estas espécies pertencem à família Poaceae, comumente usada em gramados por sua resistência ao pisoteamento.

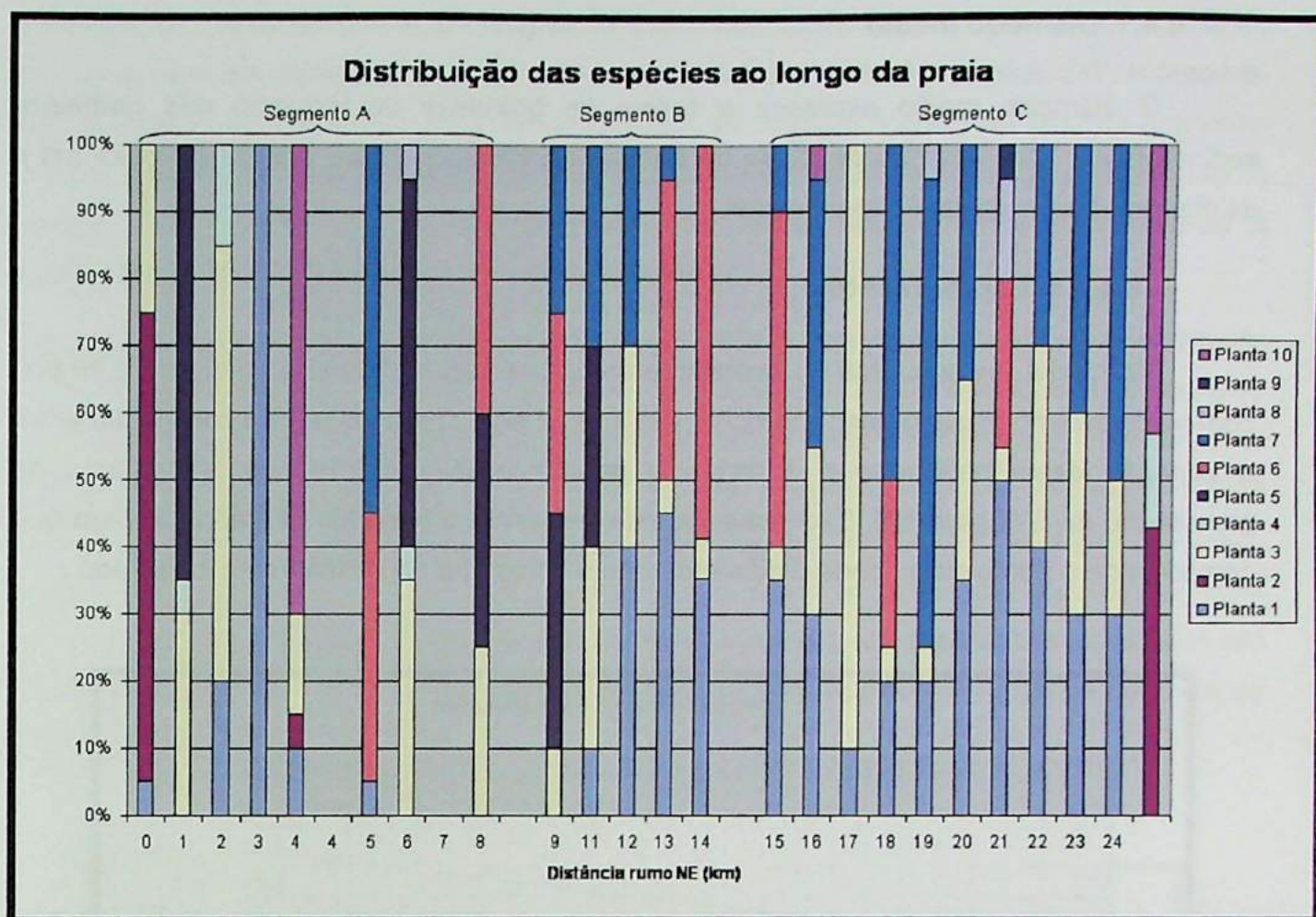


Figura 22: Distribuição das diferentes espécies de plantas encontradas na DFI, ao longo da praia. Notar menor diversidade de espécies no segmento B.

6.4. Análises sedimentológicas

Para facilitar a compreensão da relação das medidas estatísticas da distribuição granulométrica com a distância percorrida na praia, foram construídos gráficos por medida, para cada elemento morfológico (zona de espraçamento, franja eólica, DFI e DFE). Além desta separação, há nos gráficos distinção entre os três segmentos reconhecidos (A, B e C), conforme item 1 deste relatório, quanto ao tipo de ocupação.

Os resultados de espraçamento são apresentados de dois modos: o primeiro só leva em conta os sedimentos terrígenos, com intuito evitar o possível viés que os bioclásticos, por sua forma normalmente placóide, e comportamento hidráulico portanto diferenciado, poderiam introduzir na interpretação dos dados granulométricos (gerando, por exemplo, aumento do diâmetro médio e do desvio padrão); o segundo modo de apresentação, levando em conta os sedimentos bioclásticos, é usado para comparar os dados da coleta de 2009 com a de 1983, descrita em Giannini (1987, 1989).

6.4.1. Diâmetro médio

O diâmetro médio expressa a ordem de grandeza de tamanho das partículas sedimentares. Sua variação depende da energia do transporte e/ou agente deposicional e da disponibilidade inicial de sedimentos.

6.4.1.1. Espraçamento

Na média, as amostras do espraçamento apresentaram diâmetro médio de 2,96 phi, com valor mínimo (mais grosso) no ponto extra (2,32 phi). Observa-se boa correlação entre a variação deste parâmetro e a distância percorrida (Figura 23), com afinamento da granulação de SW para NE. Excetua-se a esta tendência o intervalo de cerca de 3km que compreende o ponto extra, onde o diâmetro médio apresenta engrossamento localizado.

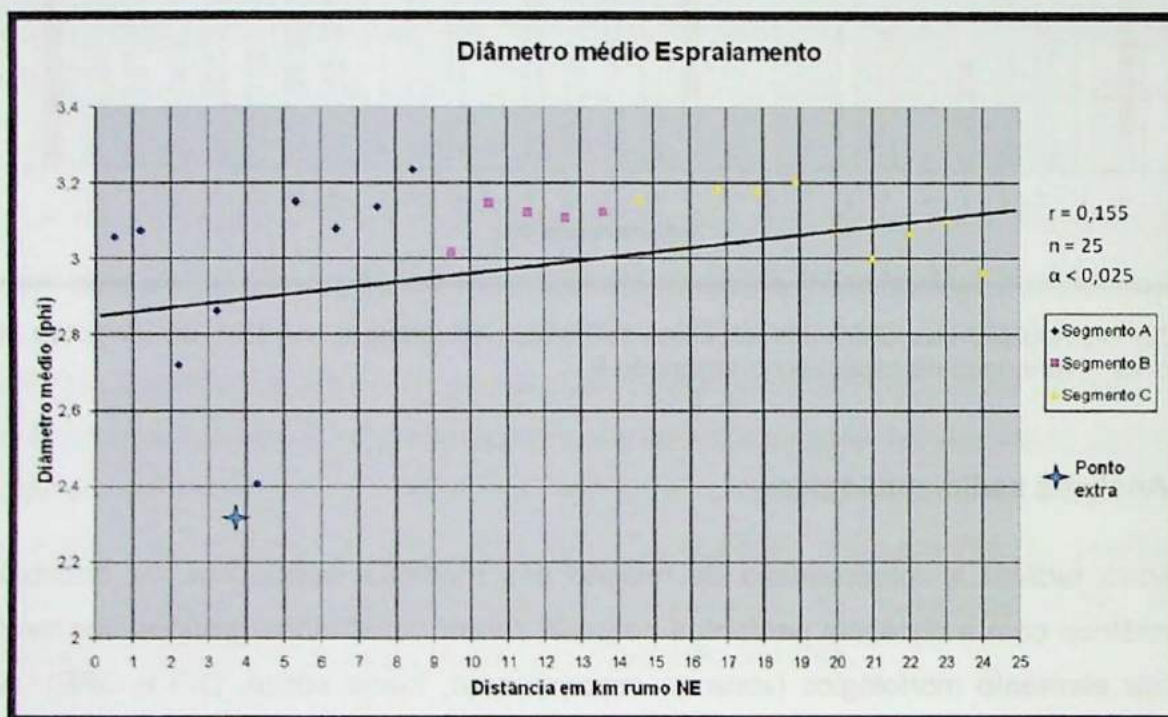


Figura 23: Variação do diâmetro médio em função da distância ao longo da praia, para amostras da zona de espraçamento. Notar tendência de afinamento da granulação de SW para NE.

Os dados sedimentológicos da coleta de 1983 apontam diâmetro médio de 3,20 phi, em média, portanto cerca de 0,9 phi mais fino que atualmente (Figura 24). É possível reconhecer que a anomalia próxima ao centro de Peruíbe, identificada como ponto extra e representada pelo aumento localizado no diâmetro médio da areia (2,58 phi), já existia naquela época. Nota-se também que a diferença de granulação entre as duas datas é maior no trecho localizado a SW desta anomalia. O engrossamento neste trecho de 1983 para 2009 poderia ser explicado pela migração para SW do banco arenoso, existente à foz do rio

Peruíbe, após sua retificação por diques de enrocamento, em 1970. Como esta retificação envolveu deslocamento da desembocadura do rio por cerca de 800m para SW, é razoável admitir que tanto o banco de areia formado à sua foz, quanto o efeito de sombra hidráulica por ele gerado (fenômeno descrito no item 6.2. deste trabalho) tenham migrado no mesmo sentido. No entanto, não há disponibilidade de dados sedimentológicos anteriores à retificação do rio que possam confirmar essa hipótese.

O engrossamento localizado da areia em meio ao segmento A pode ser explicado também, em parte, pelo efeito de proteção das dunas eólicas contra a erosão, exercido pelo muro. As dunas eólicas são formadas preferencialmente pelas frações mais finas da areia (ver item 6.4.1.2); quando estas dunas se sobrepõem ao muro, estas frações ficam fora do alcance regular do espraçamento de ondas e, portanto impossibilitadas de retornar à praia. Assim, enquanto o vento promove a retirada gradual, rumo ao continente das frações mais finas da areia da praia e mesmo das DFIs, o muro impede a recolocação destas areias em circulação. Estes dois efeitos combinados geram aumento residual de grossos na zona de espraçamento.

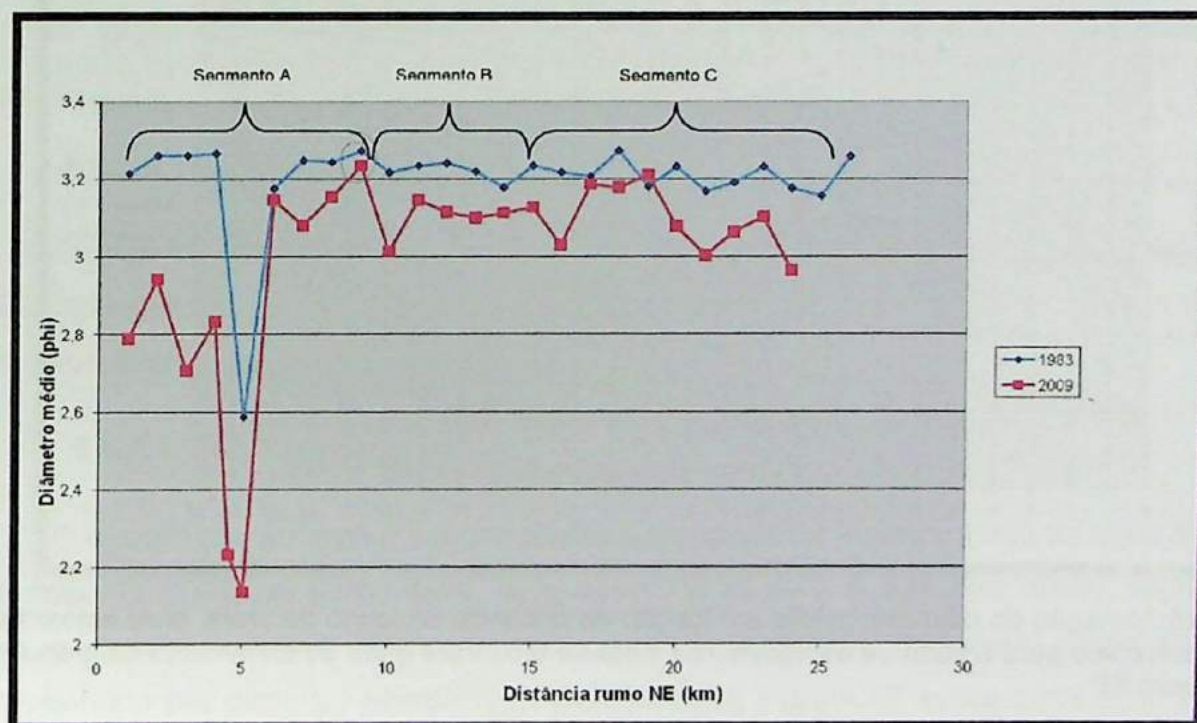


Figura 24: Comparação entre os dados sedimentológicos da coleta de 1983 (Giannini 1987, 1989) e os da de 2009. Na média, a granulação da areia está mais grossa hoje. Nos dois dados, aparece uma anomalia, caracterizada por engrossamento localizado dos grãos, na altura da distância 5 km rumo NE.

A comparação dos dois gráficos de variação de diâmetro médio (Figura 24) permite observar ainda que nas amostras do segmento B, com menor interferência humana, a

diferença entre as duas datas é menor de que nos segmentos mais urbanizados (A e C). É possível observar também que a variação interamostral, em ambas as datas, é menor em B de que nos demais segmentos. Indicar segmentos A, B e C nos gráficos.

6.4.1.2. Dunas Frontais

Nas amostras de DFI, foi encontrada média de 2,94 phi para o diâmetro médio, com valor mínimo (2,26) no ponto PRB 4C, situado na zona de estreitamento da praia. As amostras da DFI possuem boa correlação logarítmica com a distância longitudinal, com tendência de diminuição de granulação de SW para NE e granulação anormalmente mais grossa no setor que compreende o ponto extra (Figura 25). A exemplo do observado com as amostras de espraimento (item 6.4.1.1), as granulações mais grossas do perfil longitudinal à praia estão associadas ao trecho com muro.

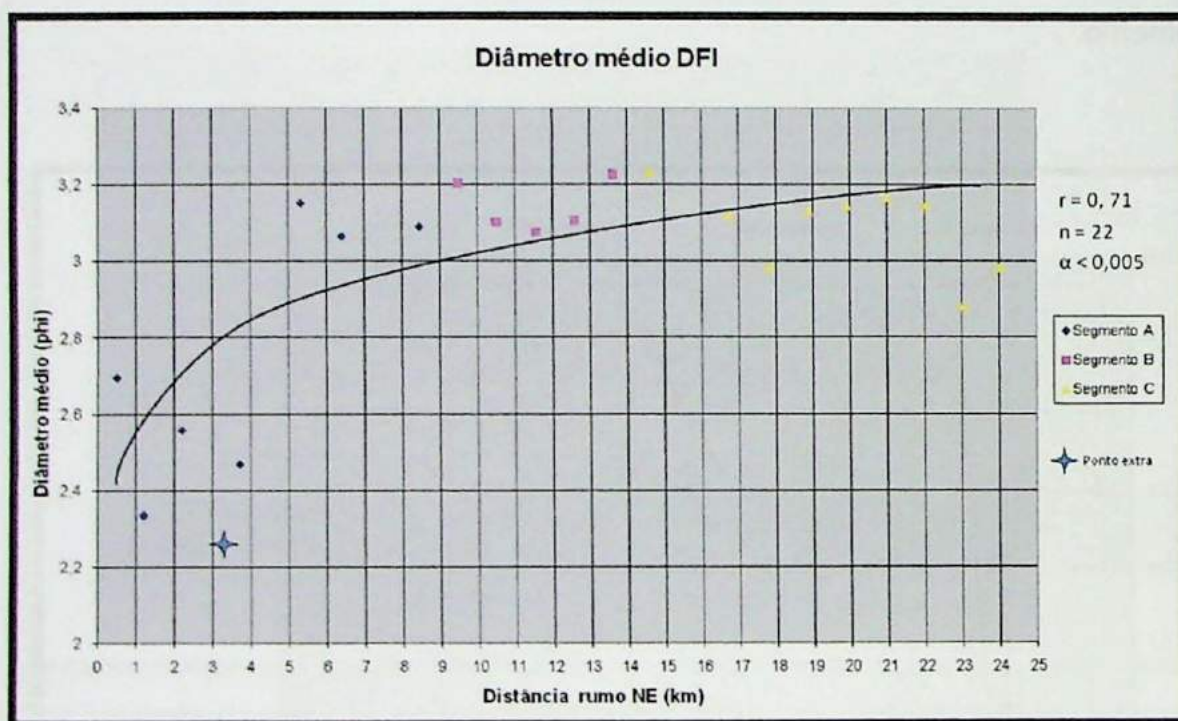


Figura 25: Variação do diâmetro médio em função da distância ao longo da praia, para amostras de DFI. Assim como para a zona de espraimento, nota-se tendência geral de afinamento na granulação de SW para NE.

Nas amostras de DFE, foi encontrada média de 3,04 phi para o diâmetro médio, com pouca diferença entre os três segmentos (amplitude de variação inferior a 0,2 phi), exceto pela amostra referente a única DFE encontrada acima do muro beira-mar (Figura 26). Esta duna possui areia anormalmente mais grossa que as demais, possivelmente pela menor disponibilidade de areia fina neste setor da praia.

Mesmo desconsiderando este ponto anômalo, referente à duna sobreposta ao muro, a correlação linear inversa com a distância apresenta valor de α elevado, não sendo aceitável estatisticamente.

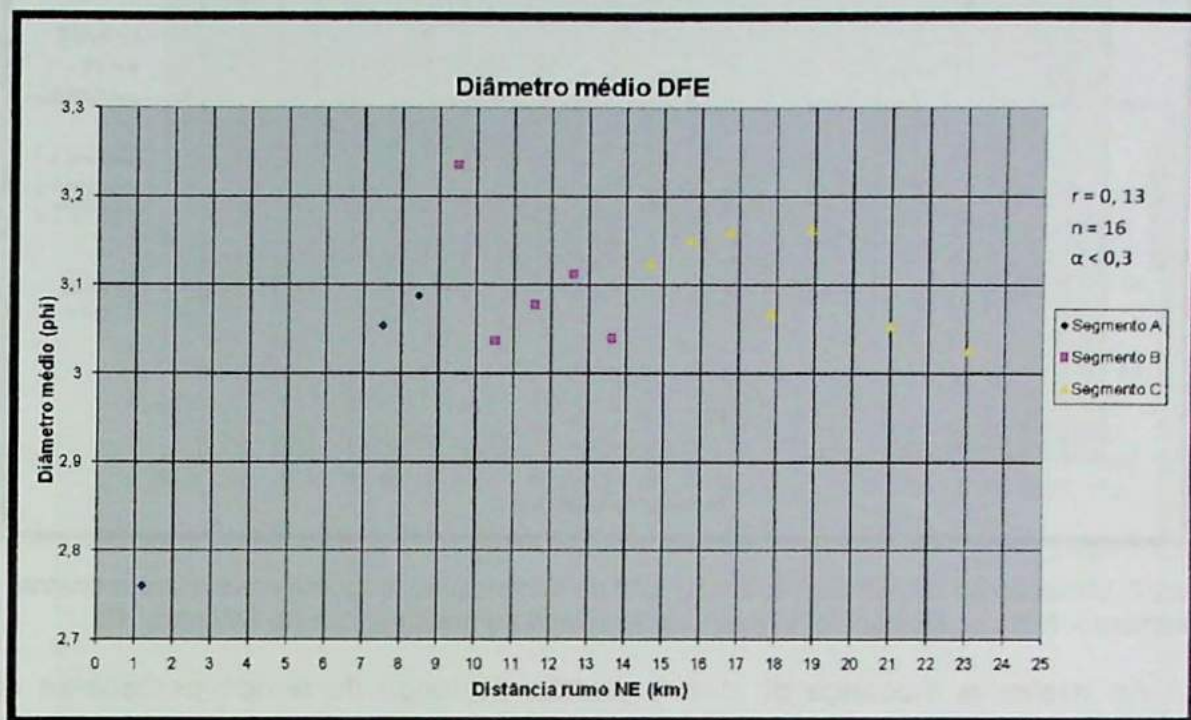


Figura 26: Variação do diâmetro médio em função da distância ao longo da praia, para amostras de DFE. O ponto discrepante é referente à única DFE encontrada sobreposta ao muro beira-mar. Não há correlação linear estatisticamente significativa entre as duas variáveis.

6.4.2. Desvio padrão

O desvio padrão mede a dispersão das amostras em torno da média. Em sedimentologia, é a medida cuja variação (diminuição), sozinha, melhor representa o efeito do transporte seletivo progressivo.

6.4.2.1. Espraçamento

O desvio padrão médio encontrado nas amostras de espraçamento foi de 0,37, com valor máximo (1,03) no ponto extra, que, assim como para o diâmetro médio, representa portanto região anômala. Desse modo, o engrossamento da areia neste ponto é acompanhado por piora de seleção granulométrica. A Figura 27 indica correlação inversa entre o desvio padrão e a distância percorrida, com diminuição do desvio de SW para NE, o que significa melhora de seleção neste sentido.

Aparentemente a intensa ocupação e a construção do muro não exercem tanta influência sobre esta medida estatística quanto sobre o diâmetro médio, pois, exceto a região anômala, o desvio padrão é semelhante nos três segmentos.

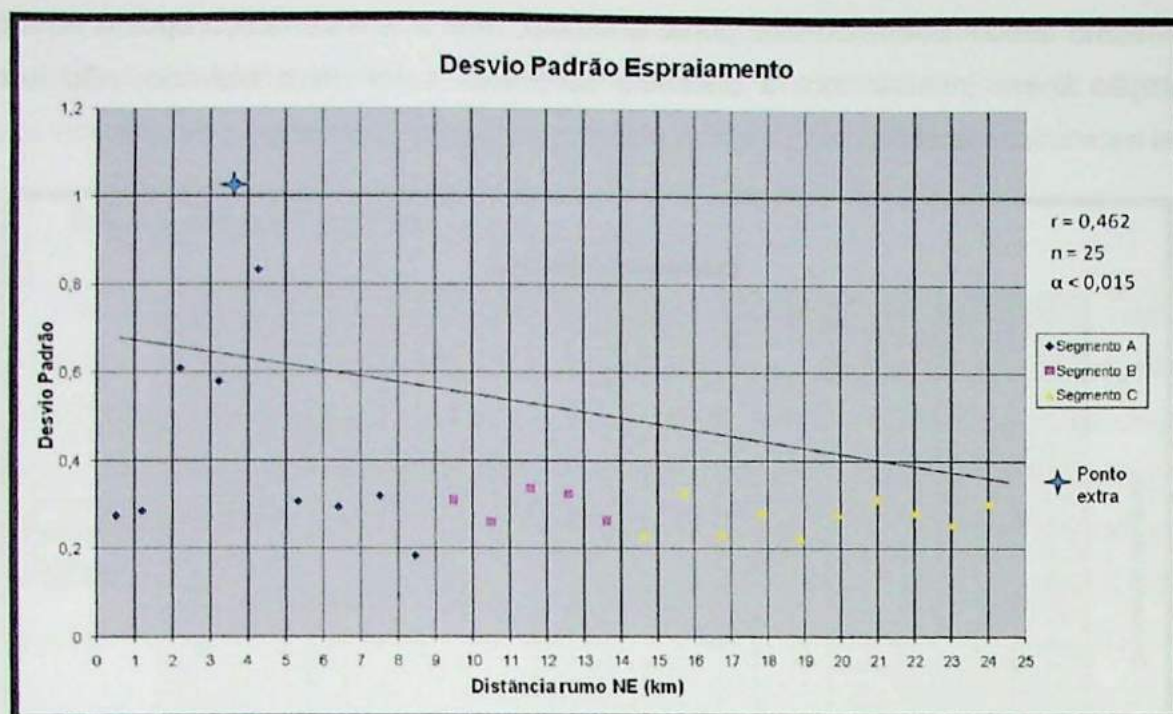


Figura 27: Variação do desvio padrão em função da distância ao longo da praia, para amostras de espraioamento. Nota-se tendência de melhora de seleção granulométrica de SW para NE.

Ao avaliar a mudança do desvio padrão ao longo do tempo percebe-se que há tendência geral de piora na seleção, expressa pelo aumento do desvio padrão (Figura 28). Novamente a maior diferença entre os dados sedimentológicos das duas datas ocorre a SW do ponto extra, provavelmente associada à mudança da desembocadura do rio Peruíbe, descrita no item 6.4.1.1.

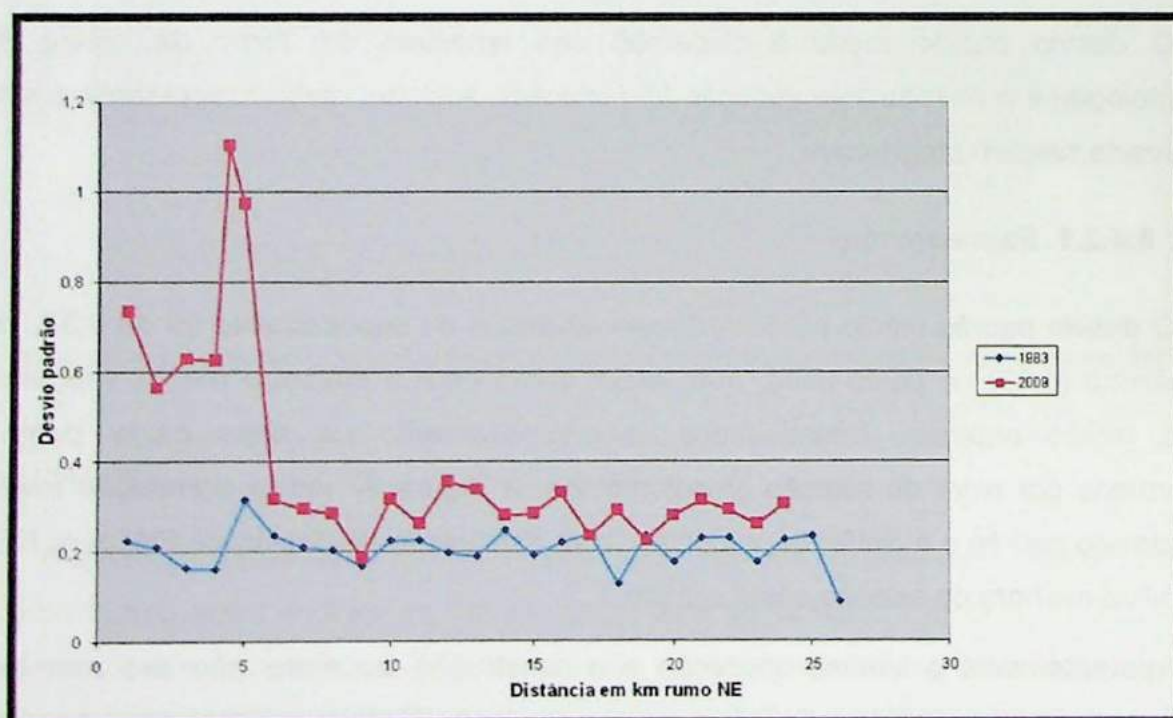


Figura 28: Comparação entre os dados sedimentológicos de 1983 e os de 2009. Na média, e na grande maioria dos pontos, individualmente, o desvio padrão aumentou com o passar do tempo. A maior diferença entre os dados das duas datas encontra-se no trecho com muro beira-mar.

6.4.2.2. Dunas Frontais

As dunas frontais, tanto incipientes (Figura 29) quanto estabelecidas (Figura 30), apresentam a mesma tendência, já observada na praia, de melhora de seleção de SW para NE.

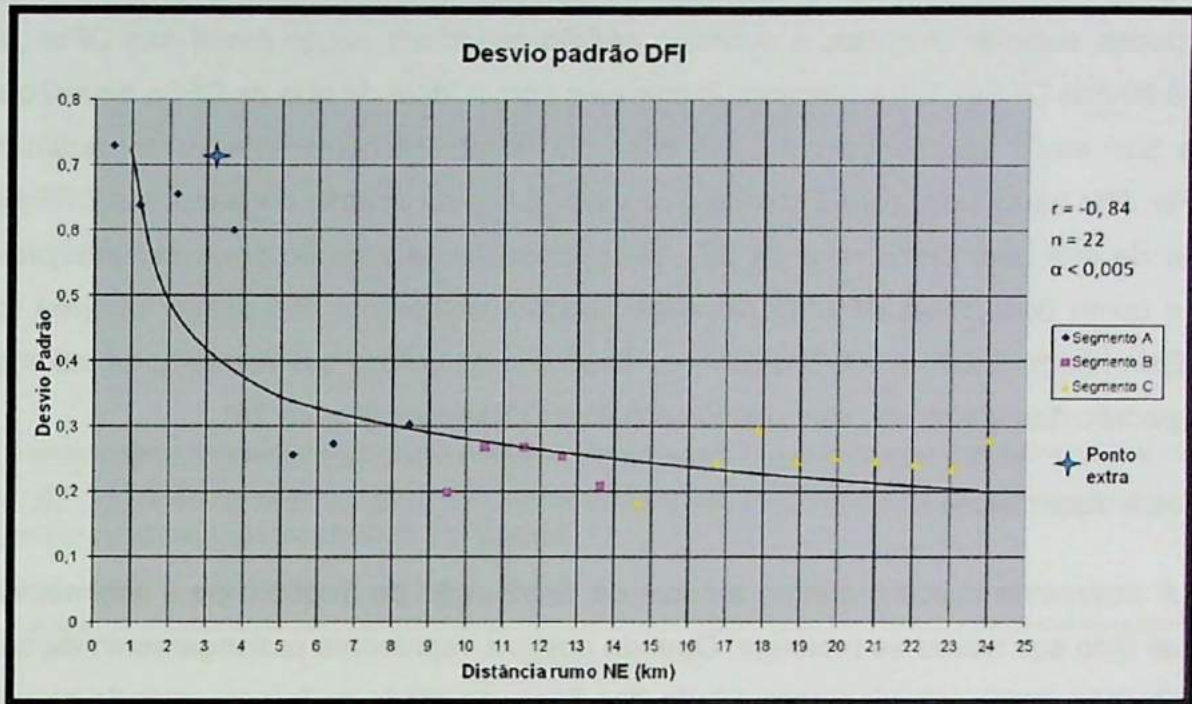


Figura 29: Variação de desvio padrão em função da distância ao longo da praia, para amostras de DFI. Notar tendência de melhora de seleção granulométrica de SW para NE.

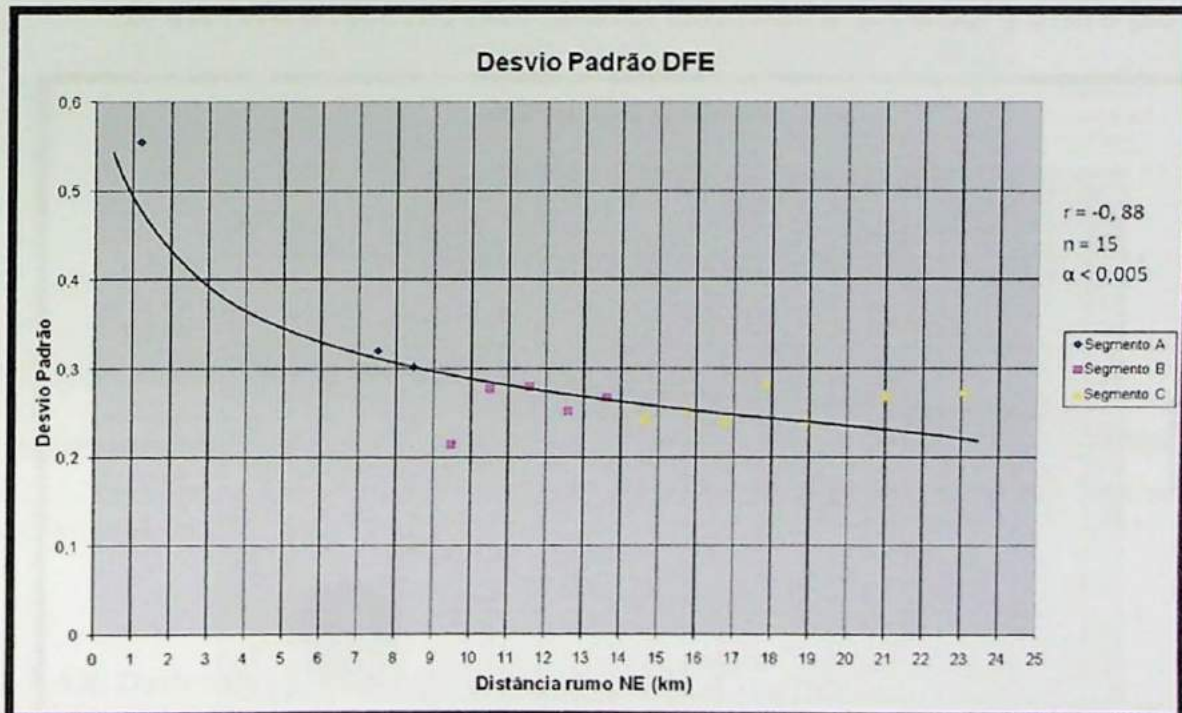


Figura 30: Variação de desvio padrão em função da distância ao longo da praia, para amostras de DFE. Notar tendência de melhora de seleção granulométrica de SW para NE.

As dunas frontais são formadas pelo retrabalhamento dos sedimentos expostos na praia, portanto já era de se esperar que a seleção granulométrica desses elementos morfológicos seguisse a mesma tendência de variação granulométrica longitudinal encontrada na zona de espraçamento.

A principal diferença entre os dois tipos de dunas frontais amostrados, quanto às suas propriedades sedimentológicas, é o desvio padrão médio um pouco maior nas DFIs (0,35, contra 0,29 nas DFEs). Esta diferença é coerente com a idéia de que as DFEs sejam dunas frontais com saldo sedimentar zero, mantidas por retrabalhamento seletivo de sedimentos das DFIs. Por outro lado, considerando que maior parte do volume de areia das DFEs seja herdado de sua fase precursora de DFI, esta diferença de seleção pode ser interpretada também como decorrente de uma piora da seleção, no tempo, das areias da área fonte praial. Esta interpretação é coerente com o observado no gráfico que compara os valores de desvio padrão das areias de praia obtidos em datas diferentes (Figura 28).

6.4.3. Assimetria

A assimetria indica o quanto a curva de distribuição de freqüências é assimétrica, e para qual lado sua cauda se prolonga. Quando positiva, representa prolongamento da cauda da distribuição granulométrica para o lado dos finos; de modo recíproco, quando negativa, indica prolongamento para o lado dos grossos.

Tanto para amostras do espraçamento (Figura 31) quanto para amostras da DFI (Figura 32) e DFE (Figura 33), a assimetria torna-se mais positiva de SW para NE.

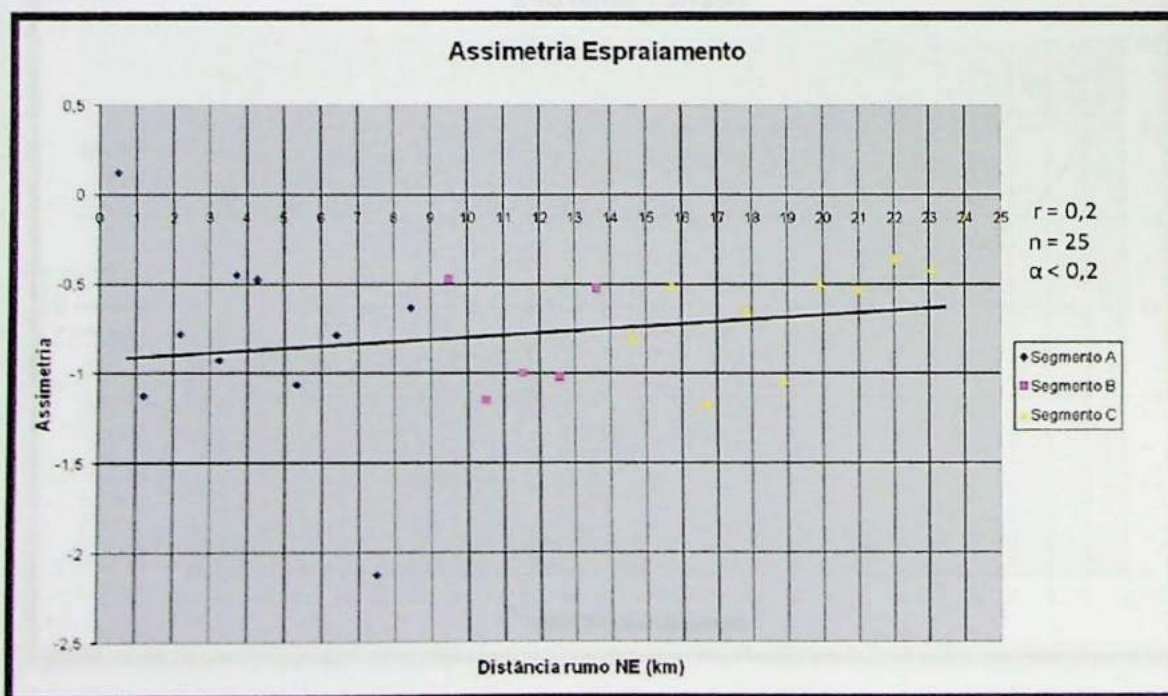


Figura 31: Variação da assimetria em função da distância ao longo da praia, para amostras de espraçamento. A assimetria torna-se mais positiva de SW para NE.

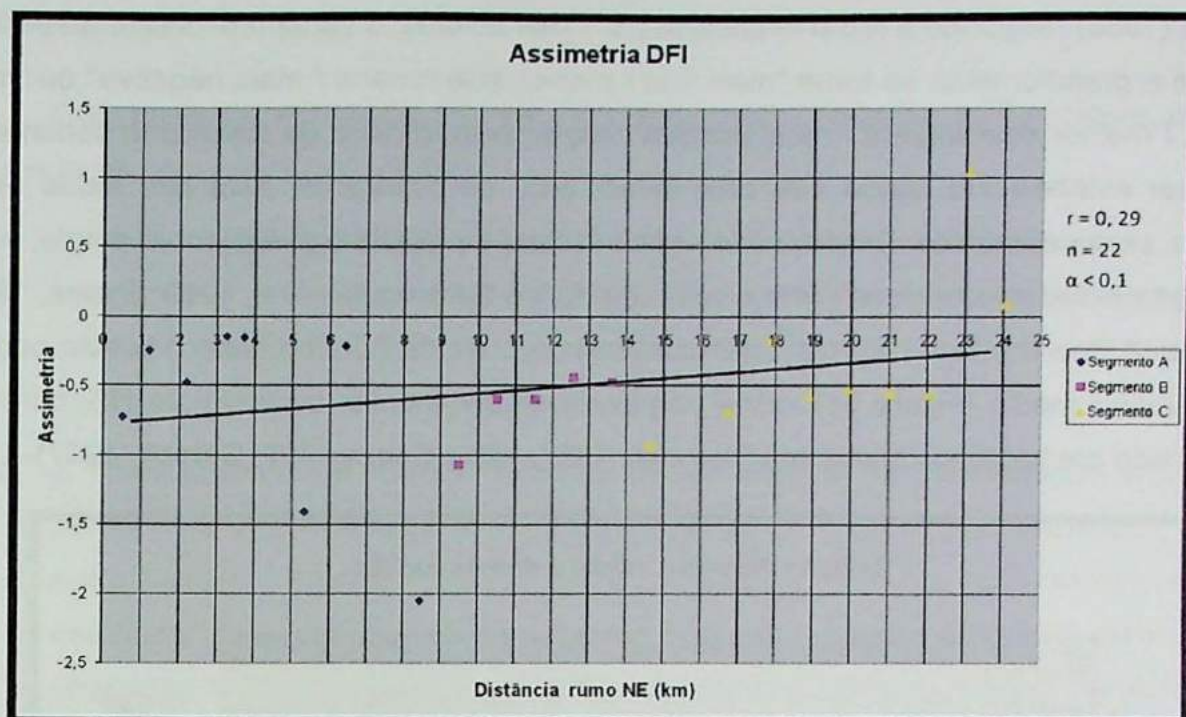


Figura 32: Variação da assimetria em função da distância ao longo da praia, para amostras de DFI. A assimetria torna-se mais positiva de SW para NE.

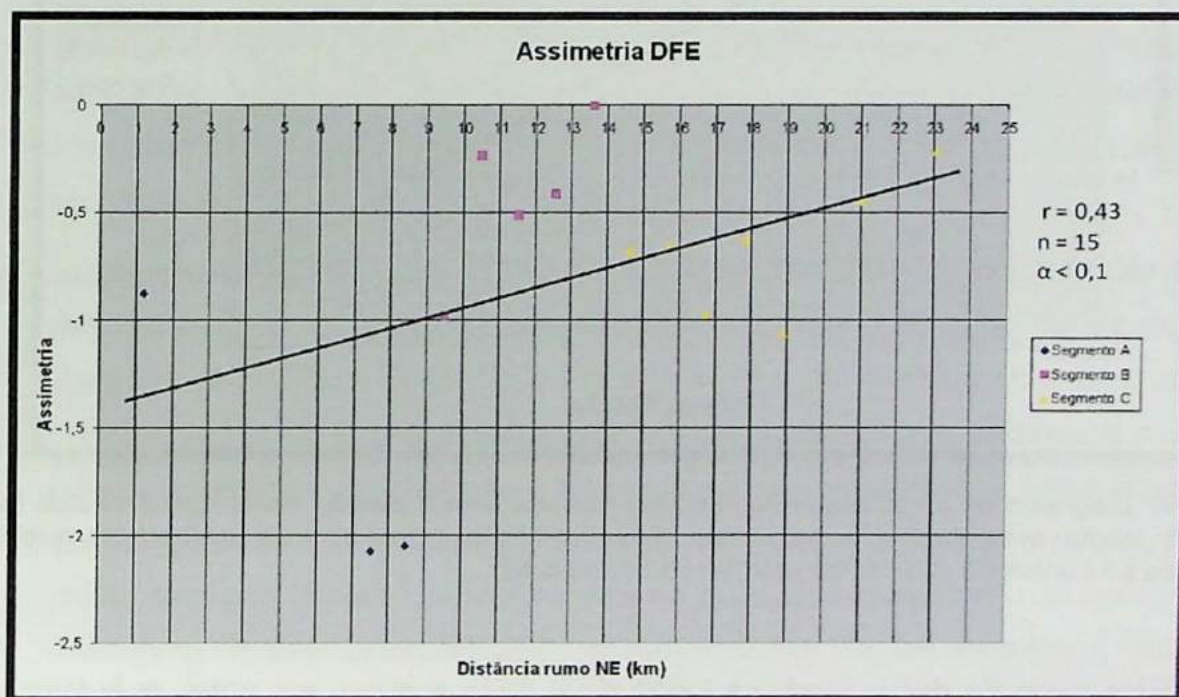


Figura 33: Variação da assimetria em função da distância ao longo da praia, para amostras de DFI. A assimetria torna-se mais positiva de SW para NE.

6.4.4. Deriva litorânea longitudinal

A deriva litorânea longitudinal pode ser inferida pelas relações entre as variações das medidas estatísticas da distribuição granulométrica, conforme o método de McLaren &

Bowles (1985). Segundo a regra enunciada por estes autores, o transporte ocorre no sentido em que a granulometria se torne "mais fina / melhor selecionada / mais negativa" ou "mais grossa / melhor selecionada / mais positiva". No entanto, o rumo de transporte sedimentar pode ser estabelecido, ainda que com menor grau de segurança, sem que todos estes critérios sejam atendidos. Desse modo, o decréscimo de desvio padrão, por exemplo, pode ser usado isoladamente para inferir o rumo da deriva litorânea (Russel, 1939; Evans, 1939; McLaren & Bowles, 1985). A relação encontrada na praia de Peruíbe entre o desvio padrão e o diâmetro médio (Figura 34) indica transporte de sedimentos de SW para NE, como já identificado em trabalhos anteriores (Giannini, 1987, 1989; Souza 1997; Cazzoli, 1997).

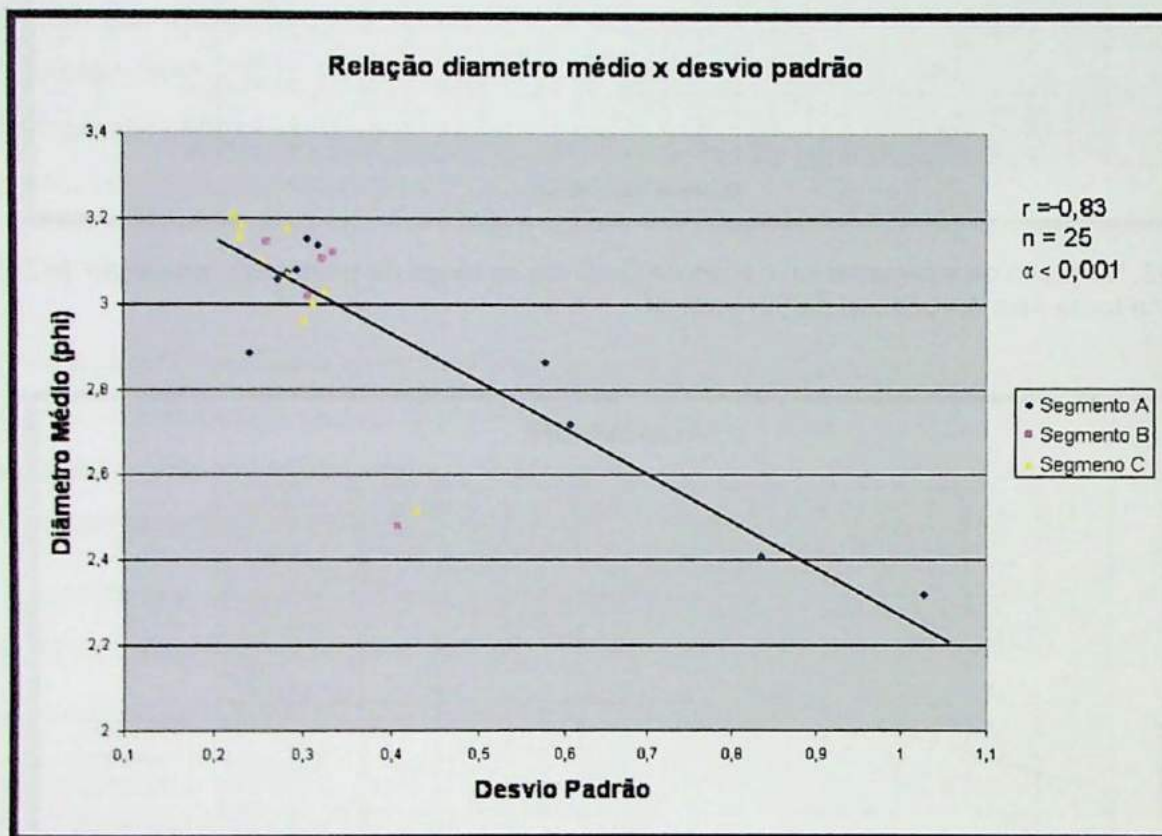


Figura 34: Diagrama de dispersão entre diâmetro médio e desvio padrão. Notar que à medida que o diâmetro médio afina (aumenta na escala phi), a seleção granulométrica melhora, o que está associado ao transporte sedimentar seletivo de SW para NE.

Este rumo de deriva litorânea longitudinal pode explicar, em parte, o aumento do diâmetro médio da areia, que toda praia experimenta desde 1987. Uma vez que o muro beira-mar está situado na porção sudoeste da praia é razoável pensar que seu efeito sobre a granulação da areia se propague por todo o arco praial.

7. Conclusões

Com base nos resultados obtidos e discutidos neste Trabalho de Formatura, pode-se enumerar as seguintes conclusões:

1. A deriva litorânea longitudinal residual dirige-se de SW para NE, como indicado pelo alargamento da praia e pela melhora da seleção granulométrica nesse rumo. A inclinação da praia de Peruíbe apresenta correlação inversa com a largura e direta com a altura da duna frontal incipiente.
2. A vegetação possui importante papel na formação e na estabilização das dunas frontais. As espécies vegetais *Paspalum vaginatum*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Iresine portulacoides* e *Ipomoea pes-caprae* são as plantas pioneiras mais comuns na área estudada. A variedade de plantas sobre a duna frontal incipiente é maior no segmento com mais influência humana devido à introdução e/ou favorecimento artificial de espécies como *Paspalum repens*, *Stenotaphrum secundatum* e *Cynodon maritimus*, muito utilizadas em gramados.
3. As principais mudanças sedimentológicas e morfodinâmicas experimentadas pelo segmento A nas últimas décadas podem ser atribuídas principalmente à migração do banco arenoso e da sombra hidráulica por ele gerada. Apesar do fenômeno sombra hidráulica ser essencialmente natural, sua migração parece estar ligada à retificação, com desvio para SW, da desembocadura do rio Peruíbe.
4. Subordinadamente, é razoável admitir que a construção do muro beira-mar à frente das dunas frontais incipientes também influencie a morfodinâmica do sistema-praia duna no segmento A. Além de diminuir o espaço de acumulação eólica, ela gera efeito de anteparo, o que promove o crescimento vertical e encurtamento horizontal das dunas frontais e favorece a formação do elemento morfológico franja eólica, cuja ocorrência nesta praia é preferencialmente associada ao muro. Ao sobrepor-se ao muro, as dunas frontais ficam protegidas da ação do espraçamento de ondas, o que representa retirada de sedimento (principalmente nas frações areia fina e muito fina) do sistema, um dos possíveis fatores agravantes no aumento no diâmetro médio dos grãos, na diminuição da dissipatividade e no estreitamento da praia neste segmento.
5. O sistema praia-duna reage ou responde de diferentes formas aos tipos de intervenção e ocupação mais comuns na região. Com base na comparação entre os três modelos vigentes de ocupação, e em sua respectiva evolução nas últimas cinco décadas, é possível afirmar que: os modelos praticados nos segmentos B e C não

promoveram grandes mudanças nas propriedades sedimentológicas nem na morfodinâmica do sistema praia-duna; no segmento A, onde a intervenção é mais intensa, a resposta do sistema à ocupação é nítida, expressa por aumento da altura das dunas frontais incipientes, ampliação da região de estreitamento da praia, aumento do diâmetro médio da areia e diminuição de seu desvio padrão. A maneira como é feita a coleta de lixo nos diferentes segmentos também exerce influência sobre o saldo de areia do sistema praia-duna. No segmento A, no qual a coleta é mecanizada, feita por tratores e caminhões, o efluxo artificial é muito maior do que no segmento C, no qual a coleta é manual, com uso de rastelos e lixeiras. A retirada artificial de maior volume de areia do sistema, no segmento A, contribuiria para o estreitamento da praia neste trecho.

8. Cronograma

O Quadro 1 apresenta de forma resumida as principais atividades realizadas ao longo deste Trabalho de Formatura.

Quadro 1. Cronograma de atividades do Trabalho de Formatura

ATIVIDADE PREVISTA / REALIZADA	MÊS DO ANO – 2009									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Pesquisa bibliográfica	X	X	X							
2. Elaboração do projeto inicial	X									
3. Campanha de campo	X									
4. Identificação dos vegetais		X	X	X	X					
5. Ensaio granulométrico		X	X	X	X					
6. Tratamento de resultados					X	X				
7. Interpretação preliminar					X	X				
8. Relatório de progresso					X	X				
9. Aerofotointerpretação							X			
10. Interpretação final							X	X	X	
11. Confecção da monografia de TF							X	X	X	
12. Preparação de apresentação de TF										O

X- atividades realizadas; O- atividades a realizar; □- atividades programadas

Referências bibliográficas

- ANGULO, R.J. 1993a. *Indicadores biológicos de paleoníveis marinhos quaternários na costa paranaense*. Boletim Paranaense de Geociências, 41:1-34.
- ANGULO, R.J. 1993b. *A ocupação urbana do litoral paranaense e as variações da linha de costa*. Boletim Paranaense de Geociências, 41: 73-81.
- ANGULO, R.J. 1996. Problemas na terminologia de ambientes e subambientes litorâneos clásticos dominados por ondas. *Boletim Paranaense de Geociências*. 44: 51-57.
- ARENS, S.M. & WIERMA, J. 1994. The Dutch foredunes: inventory and classification. *Journal of Coastal Research*, 10: 189-202.
- BAGNOLD, R.A. 1941. *The Physics of Blown Sand and Desert Dunes*. Methuen & Co. Ltd., London, 265 p.
- BENTZ, D. 2004. *Os Cordões Litorâneos da Planície de Una-Juréia, Municípios de Peruíbe e Iguape, SP*. São Paulo, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado (inéd.). 108p, 4 anexos.
- BENTZ, D. & GIANNINI, P.C.F. 2003. Interpretação aerofotogeomorfológica da planície costeira de Una-Juréia, municípios de Peruíbe-Iguape, SP: modelo evolutivo e origem da erosão na praia da Juréia. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA), 9, Recife, PE. *Anais... meio digital* (cd). Recife, ABEQUA.
- BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; DUARTE, G.M. 1969. Coastal dune structures from Paraná, Brazil. *Marine Geology*, 7: 5-55.
- BIGARELLA, J.J.; DUARTE, G.M.; BECKER, R.D. 1970/1971. Structural characteristics of the dune, foredune, interdune, beach, beach-dune, ridge and sand ridge deposits. *Boletim Paranaense de Geociências*, 28/29: 9-72, 32 fig.
- CARTER, R.W.G. 1990. The geomorphology of coastal dunes in Ireland. *Catena Suppl.* 18: 31-40.
- CARTER, R.W.G. & CHANCE, S. 1997. Integrated management of coastal dunes in Ireland: Assessment and example. In: NOVO, F.G.; CRAWFORD, R.M.M.; BARRADAS, M.C.D. eds. *The Ecology and Conservation of European Dunes*. Sevilla, Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones, p.301-314.
- CARTER, R.W.G.; NORDSTROM, K.F. & PSUTY, N.P. 1990. The study of coastal dunes. In: NORDSTROM, K.F.; PSUTY, N.P. & CARTER, R.W.G. eds. 1990. *Coastal Dunes – Form and Process*. Chichester, John Wiley & Sons, p.1-11.
- CAZZOLI, S.V. *Dinâmica Sedimentar Atual das Praias de Cibratel e Itanhaém-Suarão, Município de Itanhaém, Estado de São Paulo, SP*. São Paulo, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado. 116p
- COOPER, W.S. 1958. *The coastal sand dunes of Oregon and Washington*. 169p. Tulsa, Okla, Geological Society America (Memoir, 72).
- CORDAZZO, C. V. & SEELIGER, U. 1995. *Guia ilustrado da vegetação costeira no extremo sul do Brasil*. Rio Grande, Fundação Universidade do Rio Grande. 275p.
- EVANS, O.F.; *Sorting and transportation of material in swash and backwash*. J. Sediment. Petrol., 9 (1):28:31.
- ESTEVES, L.S.; TOLDO, E.F., JR; ALMEIDA, L.E.S.B.; NICOLODI, J.L. 2001. Erosão na costa do Rio Grande do Sul entre 1975-2000. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 8, Imbé, RS. *Boletim de Resumos...* Porto Alegre, Abequa, p.511-513.
- FERREIRA, A.C.M. 2003. *O Sistema Praia-Duna na Planície de Una-Juréia, Municípios de Peruíbe e Iguape, SP*. São Paulo, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Monografia de Trabalho de Formatura (inéd.), 41 p., 3 anexos.
- FERREIRA, A.C.M.; GIANNINI, P.C.F.; BENTZ, D. 2003. Os cordões litorâneos da Planície do Una-Juréia, municípios de Peruíbe e Iguape, SP. In: SIMPÓSIO

- INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 11. São Carlos, SP. *Resumos... meio digital* (cd), São Paulo, USP.
- FOLK, R. L.; WARD, W. C. 1957. *Brazos River bar, a study in the significance of grain-size parameters*. J. Sed. Petrol., 32(1)
- FÚLFARO, V.J. & Ciantelli Júnior, C.A. – 1979 – *A planície de Itanhaém, SP*. Atlas do II Simp. Reg. Geol., Rio Claro, 1: 279-290.
- GIANNINI, P.C.F. 1987. *Sedimentação Quaternária na Planície Costeira de Peruíbe-Itanhaém (SP)*. São Paulo, Instituto de Geociências da Universidade de S.Paulo. Dissertação de Mestrado (inéd.). 2 v., 3 mapas, 234 p.
- GIANNINI, P.C.F. 1989. Evolução quaternária da planície costeira de Peruíbe-Itanhaém (SP) segundo resultados granulométricos: um confronto de métodos de tratamento estatístico. *Boletim Paranaense de Geociências*, 38: 1-50.
- GIANNINI, P.C.F. 1993. *Sistemas Depositionais no Quaternário Costeiro entre Jaguaruna e Imbituba, SC*. São Paulo, Instituto de Geociências da Universidade de S.Paulo. Tese de Doutorado (inéd.). 2v, 2 mapas, 439p.
- GIANNINI, P.C.F. 2007. *Sistemas deposicionais eólicos no Quaternário costeiro do Brasil*. São Paulo, Instituto de Geociências, Univ. de São Paulo. Tese de Livre-Docência (inédita), 205p.
- GIANNINI, P.C.F. & SANTOS, E.R. 1994. Padrões de variação espacial e temporal na morfologia de dunas de orla costeira no centro-sul catarinense. *Boletim Paranaense de Geociências*, 42: 73-96.
- GIANNINI, P.C.F., SANTOS, E.R., 1996. Caracterização sedimentológica da lama negra de Peruíbe (SP). III Congresso Brasileiro de Termalismo. *Anais*, Santa Catarina, pp. 1–20.
- GIANNINI, P.C.F.; GUEDES, C.C.F.; ANGULO, R.J.; ASSINE, M.L.; SOUZA M.C.; MORI, E.K.; PESSEDA, L.C.R. 2003. *Geometria de cordões litorâneos e espaço de acomodação sedimentar na ilha Comprida, litoral sul paulista: modelo baseado em aerofotointerpretação*. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA), 9, Recife, PE. *Anais... meio digital* (cd), Recife, Abequa.
- GIANNINI, P.C.F.; ANGULO, R.J.; SOUZA, M.C.; KOGUT, J.S.; DELAI, M.S. 2004. A erosão na costa leste da ilha do Mel, baía de Paranaguá, Estado do Paraná: modelo baseado na distribuição espacial de formas deposicionais e propriedades sedimentológicas. São Paulo, *Revista Brasileira de Geociências*, 34(2): 231-242.
- GIANNINI, P.C.F.; ASSINE, M.L.; BARBOSA, L.; BARRETO, A.M.F.; CARVALHO, A.M.; CLAUDINO-SALES, V.; MAIA, L.P.; MARTINHO, C.T.; PEULVAST, J.P.; SAWAKUCHI, A.O.; TOMAZELLI, L.J. 2005. Dunas eólicas costeiras e interiores. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, P.E.; OLIVEIRA, A.M. ed. *Quaternário do Brasil*. Abequa, ANP, FAPESP, IG, UnG. Ribeirão Preto, SP, Holos Editora, cap.11, p.235-257.
- GIANNINI, P.C.F.; ASSINE, M.L.; SAWAKUCHI, A.O. 2008. Ambientes eólicos. In: PEDREIRA, A.J.; ARAGÃO, M.A.N.F.; MAGALHÃES, A.J. org.. *Ambientes de Sedimentação Siliciclástica do Brasil*. São Paulo, Brasil, Beca, 2008, p. 72-101.
- GIANNINI, P.C.F.; GUEDES, C.C.F.; NASCIMENTO FILHO, D.R.; TANAKA, A.P.B.; ANGULO, R.J.; ASSINE, M.L.; SOUZA, M.C. 2009. Morphology and sedimentology of Ilha Comprida sand barrier, southern São Paulo coast. In: DILLENBURG, S.R. & HESP, P. *Geology of Brazilian Coastal Barriers*. Springer-Verlag.
- GUEDES, C.C.F. 2003. *Os Cordões Litorâneos e as Dunas Eólicas da Ilha Comprida, Estado de São Paulo*. São Paulo, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Monografia de Trabalho de Formatura (inéd.), 53 p., 2 mapas.
- GUILCHER, A. 1958. *Coastal and Submarine Morphology*. London, Methuen, 274p.

- HESP, P.A. 1983. Morphodynamics of incipient foredunes in New South Wales, Austrália. In: BROOKFIELD, M.E. & AHLBRANDT, T.S. eds. *Eolian Sediments and Processes*. Amsterdam, Elsevier, p. 325-342 (Developments in Sedimentology, 38).
- HESP, P.A. 1988. Morphology, dynamics and internal stratification of some established foredunes in Southeast Austrália. *Sedimentary Geology*, 55(1/2): 17-41.
- HESP, P.A. 1989. A review of biological and geomorphological processes involved in the initiation and development of incipient foredunes. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 96B: 181-201.
- HESP, P.A. 2000. *Coastal Sand Dunes. Form and Function*. Massey, Massey University, 28 p. (CDNV Technical Bulletin, 4).
- HESP, P.A.; GIANNINI, P.C.F.; MARTINHO, C.T.; MYOT DA SILVA, G.; ASP, P. 2009. The Holocene barrier systems of the central and southern Santa Catarina coast, southern Brazil. In: DILLENBURG, S.R. & HESP, P.A. *Geology of Brazilian Coastal Barriers*. Springer-Verlag.
- HUECK, K. 1955. *Plantas e Formação Organogênica das Dunas no Litoral Paulista. Parte I*. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Instituto Botânico. São Paulo, 130 p.
- JENNINGS, J.N. 1967. Cliff-top dunes. *Australian Geographic Studies*, 5: 40-49
- KOCUREK, G. & HAVHOLM, K.G. 1993. Eolian Sequence Stratigraphy – A Conceptual Framework. In: *Siliciclastic Sequence Stratigraphy*, p.393-409. American Association Petroleum Geologists (Memoir, 58).
- KRUMBEIN, W.C. 1938. *Size frequency distribution of sediments and the normal phi curve*. J. Sed. Petrol., 8(1):84-90.
- MARTINHO, C.T. 2004. *Morfodinâmica e Sedimentologia de Campos de Dunas Transgressivos da Região de Jaguaruna-Imbituba, Santa Catarina*. São Paulo, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado (inéd.), 108 p.
- MARTINHO, C.T.; GIANNINI, P.C.F.; SAWAKUCHI, A.O. 2003. Fácies morfológicas e fácies deposicionais de campos de dunas transgressivos ativos da região de Jaguaruna-Imbituba, SC. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA), 9, Recife, PE. *Anais... meio digital (cd)*, Recife, Abequa.
- MARTINHO, C.T.; GIANNINI, P.C.F.; SAWAKUCHI, A.O. 2004. Morphological and depositional facies of transgressive dunefields of the Imbituba-Jaguaruna region, Santa Catarina State, Southern Brazil. In: ICS2004 - INTERNATIONAL COASTAL SYMPOSIUM, 8, Itapema, SC, *Abstracts... ICS, Itajaí*.
- MARTINHO, C.T.; GIANNINI, P.C.F.; SAWAKUCHI, A.O. 2005. Morfologia e sedimentologia do sistema praia-duna frontal de Ibraquã, SC. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA), 10, Guarapari, ES. *Anais... meio digital (cd)*, Guarapari, Abequa.
- MARTINHO, C.T., GIANNINI, P.C.F., SAWAKUCHI, A.O.; HESP, P.A. 2006. Morphological and depositional facies of transgressive dunefields in the Imbituba-Jaguaruna region, Santa Catarina State, Southern Brazil. *Journal of Coastal Research, Special Issue* 139, no prelo.
- McLAREN, P. & BOWLES, D. 1985. The effects of sediment transport on grain-size distributions. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55(4): 457-470.
- NASCIMENTO, D.R., Jr. 2006. *Morfologia e Sedimentologia ao Longo do Sistema Praia – Duna Frontal de Ilha Comprida, SP*. São Paulo, Instituto de Geociências da Universidade de S.Paulo. Dissertação de Mestrado (inéd.), 97p, 3 anexos.
- NASCIMENTO, D.R., Jr.; TANAKA, A.P.; GIANNINI, P.C.F.; GUEDES, C.C.F. 2005. Morfologia e granulometria ao longo do sistema praia – duna frontal de Ilha Comprida, SP. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA), 10, Guarapari, ES. *Anais... meio digital (cd)*, Guarapari, Abequa.

- RIBEIRO, M.V. 2006. *A Expansão Urbana de Peruíbe: Aspectos Legais e a Realidade do Uso e Ocupação Terra*, SP. São Paulo, Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 112p.
- RUSSEL, R.D. 1939. Effects of transportation on sedimentary particles. In: TRASK, P.D. ED. Recent Marine Sediments. A symposium. London, Thomas Mirly & co. P 32-47
- SEMIENIUK, V.; CRESWELL, I.D.; WURM, P.A.S. 1989. The Quindalup Dunes: the regional system, physical framework and vegetation habitats. *Journal of Royal Society Western Austrália*, 71(2/3): 23-47.
- SHORT, A.D. 1988. Wave, beach, foredune, and mobile dune interactions in the Southern Australia. *Journal of Coastal Research, Special Issue 3*: 05-09.
- SHORT, A.D. & HESP, P.A. 1982. Wave, beach and dune interactions in South-eastern Austrália. *Marine Geology*, 48(4): 259-284.
- SOUZA, C.R.G. 1997. *As Células de Deriva Litorânea e a Erosão nas Praias do Estado de São Paulo*. São Paulo, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado (inéd.), 2 v, 359 p.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1978. Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, São Paulo, SP. *Special Publication (1)*... São Paulo, IGCB/IGUSP/SBG, 55p.
- TABAJARA, L.L.; MARTINS, L.R.; FERREIRA, E.R. 2000. Efetividade de métodos estruturais na construção de dunas frontais. *Pesquisas*, 27(1): 97-110.
- TOMAZELLI, L.J. 1990. *Contribuição ao Estudo dos Sistemas Depositionais Holocênicos do Nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul, com Ênfase no Sistema Eólico*. Porto Alegre, Universidade Federal Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado (inéd). 270p.
- VAN DER WAL, D. 2004. Beach-dune interactions in nourishment areas along the Dutch coast. *Journal of Coastal Research*, 20(1): 317-325.
- WRIGHT, L. D., CHAPPELL, J., THON, B. G., BRADSHAW, M. P. & COWELL, P. 1979. *Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems: southeastern Australia*. *Mar. Geol.*, 32: 105-140
- YAMAMOTO J.K. 2000. A simple and practical device for wet elutriation of sediments. *Journal of Sedimentary Research*, EUA, v. 70, n. 2, p. 423-426.

Sítios da rede eletrônica internacional

GOOGLE EARTH. Disponível em: earth.google.com.br (consultado em março de 2009)

Anexo I Dados Sedimentológicos

Espraiamento

CÓDIGO DA AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE
PRB 1	3,0589	0,2750	0,1235	2,1137
PRB 2	3,0742	0,2858	-1,1254	3,6580
PRB 3	2,7196	0,6097	-0,7790	2,5837
PRB 4	2,8636	0,5807	-0,9268	2,7129
PRB E	2,3183	1,0273	-0,4499	1,6674
PRB 5	2,4078	0,8345	-0,4774	1,9427
PRB 6	3,1505	0,3080	-1,0604	5,1593
PRB 7	3,0795	0,2955	-0,7867	4,1085
PRB 8	3,1363	0,3202	-2,1261	8,5784
PRB 9	3,2348	0,1845	-0,6310	8,6251
PRB 10	3,0192	0,3084	-0,4769	2,8056
PRB 11	3,1461	0,2608	-1,1493	5,0684
PRB 12	3,1213	0,3367	-0,9964	4,4799
PRB 13	3,1062	0,3242	-1,0159	4,1237
PRB 14	3,1251	0,2622	-0,5283	3,3126
PRB 15	3,1571	0,2320	-0,8006	4,0101
PRB 16	3,0312	0,3279	-0,5056	2,9623
PRB 17	3,1857	0,2338	-1,1693	6,4132
PRB 18	3,1802	0,2844	-0,6506	4,5351
PRB 19	3,2092	0,2248	-1,0380	7,2322
PRB 20	3,0779	0,2801	-0,4937	2,9512
PRB 21	3,0019	0,3139	-0,5299	2,8682
PRB 22	3,0700	0,2850	-0,3557	2,8145
PRB 23	3,1044	0,2568	-0,4155	2,6177
PRB 24	2,9648	0,3035	-0,1210	2,6917
MÁXIMO	3,2092	1,0273	1,4407	8,5784
MÍNIMO	2,3183	0,2248	-2,1261	1,6674
MÉDIA	2,9594	0,3725	-0,5155	3,8165
DESVIO PADRÃO	0,2568	0,1912	0,7989	1,6405

Franja Eólica

CÓDIGO DA AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE
PRB 1B	2,908	0,5297	-1,3680	4,2868
PRB 2B	3,074	0,2858	-1,1254	3,6580
PRB 3B	2,873	0,4588	-0,9309	3,4589
PRB 4B	2,288	0,6806	-0,0686	1,9096
PRB EB	1,913	0,6266	0,5619	2,9880
PRB 5B	2,429	0,6096	0,0111	2,0765
PRB 7B	3,185	0,2251	-1,0511	5,9088
PRB 8B	3,223	0,2112	-0,8667	7,8984

Duna Frontal Incipiente

CÓDIGO DA AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE
PRB 1C	2,694	0,7292	-0,7266	2,1596
PRB 2C	2,334	0,6377	-0,2491	2,0982
PRB 3C	2,557	0,6559	-0,4756	2,2773
PRB 4C	2,256	0,7166	-0,1442	2,0737
PRB EC	2,468	0,6001	-0,1549	1,9819
PRB 6B	3,150	0,2570	-1,4044	6,6269
PRB 7C	3,065	0,2734	-0,2138	2,5187
PRB 9C	3,088	0,3023	-2,0507	12,7497
PRB 10B	3,201	0,1991	-1,0681	6,6616
PRB 11B	3,101	0,2681	-0,5940	3,1541
PRB 12B	3,074	0,2683	-0,5973	2,7602
PRB 13B	3,103	0,2541	-0,4405	2,5377
PRB 14B	3,224	0,2067	-0,4752	6,1546
PRB 15B	3,233	0,1835	-0,9297	9,9904
PRB 17B	3,118	0,2458	-0,6938	2,9816
PRB 18B	2,981	0,2938	-0,1692	2,4826
PRB 19B	3,130	0,2472	-0,5713	3,1081
PRB 20B	3,143	0,2521	-0,5197	3,4348
PRB 21C	3,165	0,2472	-0,5586	3,9986
PRB 22B	3,146	0,2427	-0,5683	3,3771
PRB 23B	2,881	0,2349	1,0399	3,1796
PRB 24B	2,982	0,2791	0,0891	2,2612
MÁXIMO	3,233	0,7292	1,2501	12,7497
MÍNIMO	2,256	0,1835	-2,0507	1,9819
MÉDIA	2,939	0,3484	-0,4446	3,9741
DESVIO PADRÃO	0,299	0,1753	0,6615	2,6808

Duna Frontal Estabelecida

CÓDIGO DA AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE
PRB 2D	2,760	0,5551	-0,8779	2,8272
PRB 8C	3,054	0,3201	-2,0749	17,0844
PRB 9C	3,088	0,3023	-2,0507	12,7497
PRB 10C	3,236	0,2144	-0,9833	10,5705
PRB 11C	3,037	0,2773	-0,2365	2,3475
PRB 12C	3,077	0,2788	-0,5146	2,9404
PRB 13C	3,112	0,2512	-0,4183	2,5655
PRB 14C	3,039	0,2678	-0,0017	1,9361
PRB 15C	3,124	0,2447	-0,6795	3,0859
PRB 16C	3,151	0,2559	-0,6535	3,9920
PRB 17C	3,160	0,2405	-0,9714	4,7958
PRB 18C	3,067	0,2848	-0,6266	3,0450
PRB 19C	3,163	0,2425	-1,0603	5,1866
PRB 21D	3,053	0,2690	-0,4476	2,3787
PRB 23C	3,026	0,2742	-0,2134	2,1954
MÁXIMO	3,236	0,5551	0,7790	17,0844
MÍNIMO	2,578	0,2144	-2,0749	1,8831
MÉDIA	3,045	0,2949	-0,6894	4,9740
DESVIO PADRÃO	0,156	0,0830	0,6773	4,3406

Anexo III Principais espécies vegetais encontradas



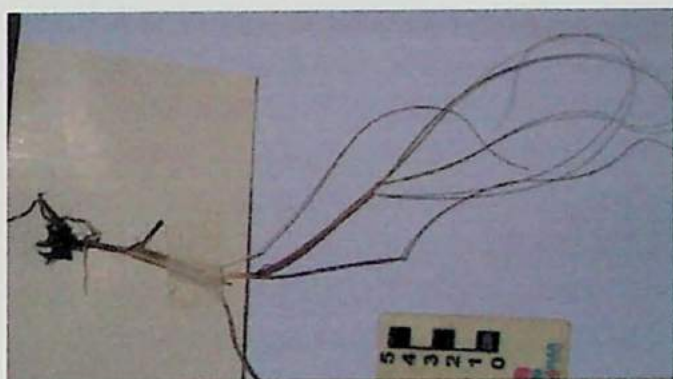
Planta 1 *Paspalum vaginatum* Sw.



Planta 4 *Paspalum repens* L.



Planta 2 *Cynodon maritimus* Kunth



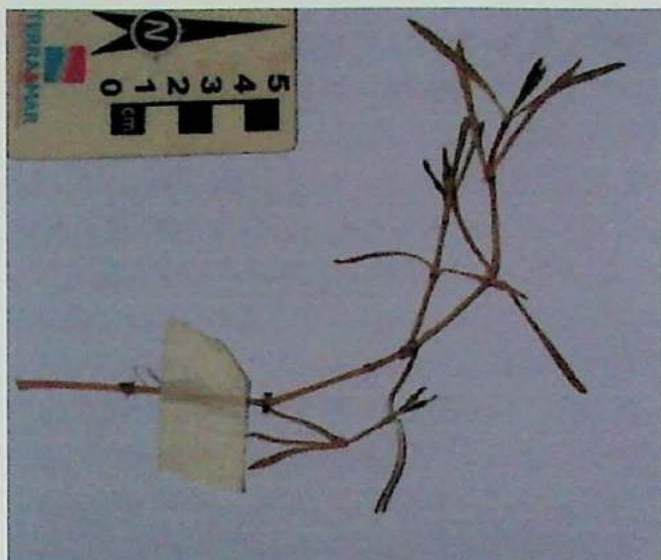
Planta 5 Poaceae indeterminada



Planta 3 *Hydrocotyle bonariensis* Lam.



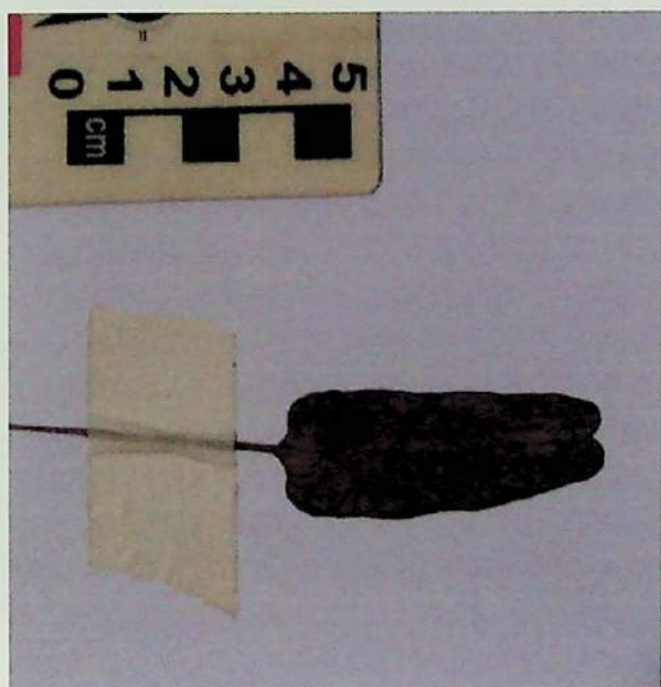
Planta 6 *Ipomoea pes-caprae* (L.) Roth



Planta 7 *Iresine portulacoides* (A. St.-Hil.)
Miers



Planta 9 *Polygala cyparissias* A. St.-Hil. &
Moq.



Planta 8 *Ipomoea litoralis* (Vahl) Griseb.



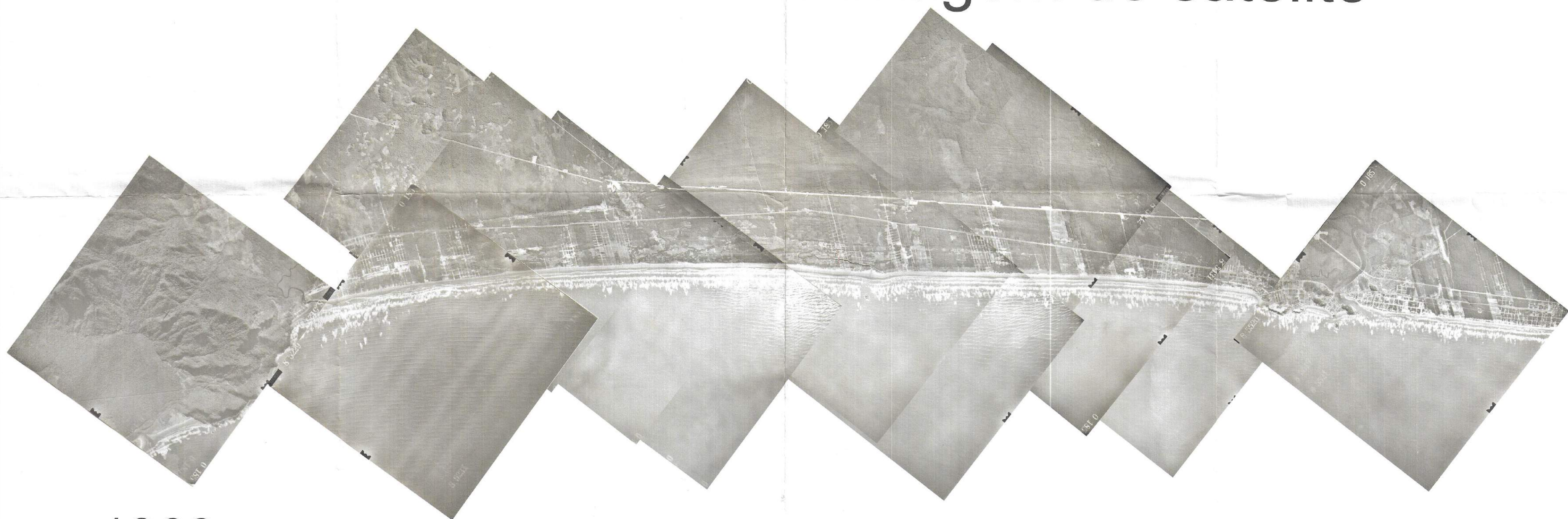
Planta 10 *Stenotaphrum secundatum*
(Walter) Kuntze

DOAÇÃO _____
ZGC-USP
Data: *05/02/10*

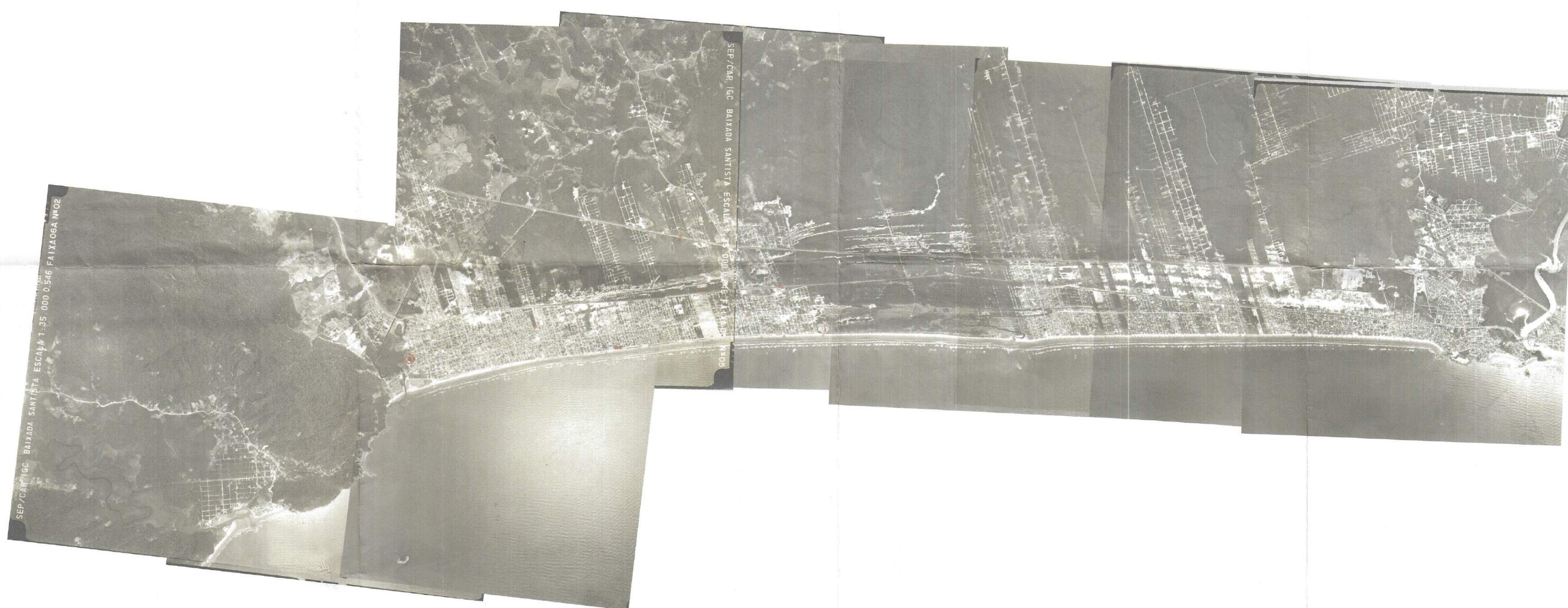
01 mapa

O DVD ENCONTRA-SE NA SEÇÃO DE REFERÊNCIA

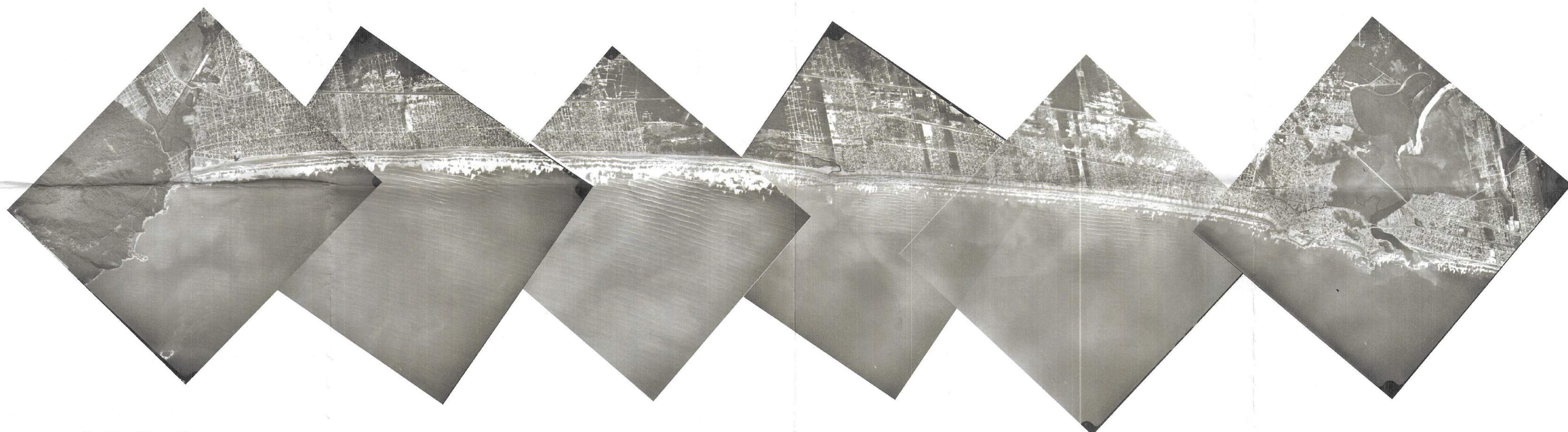
Anexo II - Fotos aéreas e imagem de satélite



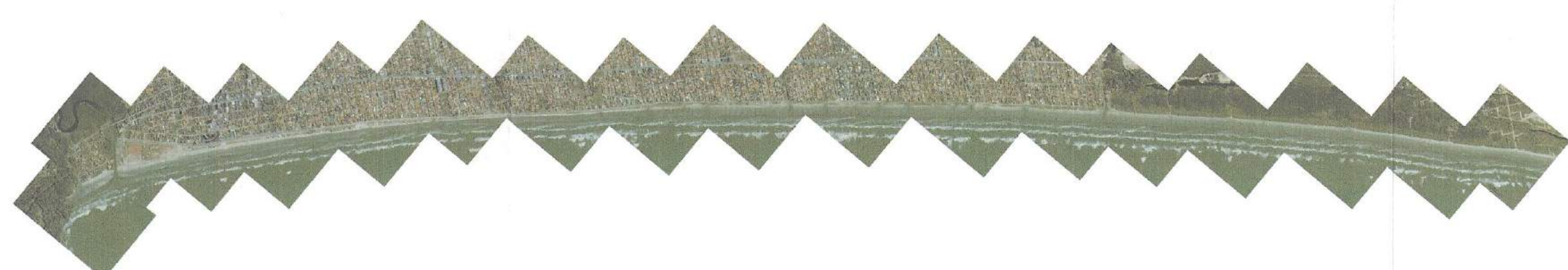
1962



1986



1994



2002

