

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Robson Xavier Duarte
CARACTERIZAÇÃO MORFO-SEDIMENTOLÓGICA E EVOLUÇÃO
DE CURTO E MÉDIO PRAZO DAS PRAIAS DO PINA,
BOA VIAGEM E PIEDADE, RECIFE/JABOATÃO DOS
GUARARAPES - PE
Dissertação de Mestrado
2002

ROBSON XAVIER DUARTE

Geólogo, Universidade Federal de Pernambuco, 1993.
Mestre, Universidade Federal de Pernambuco, 2002.

CARACTERIZAÇÃO MORFO-SEDIMENTAR E EVOLUÇÃO DE CURTO E MÉDIO PRAZO DAS PRAIAS DO PINA, BOA
VIAGEM E PIEDADE, RECIFE/ JABOATÃO DOS GUARARAPES - PE

Dissertação que apresentou ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Prof. Dr. Paulo da Nóbrega Coutinho, como preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental, defendida e aprovada em 29/05/2002.

RECIFE, PE

2002

Duarte, Robson Xavier

Caracterização morfo-sedimentar e evolução de curto e médio prazo das praias do Pina, Boa Viagem e Piedade, Recife/Jaboatão dos Guararapes-PE / Robson Xavier Duarte. - Recife : O Autor, 2002.

xii, 141 folhas : il., fig., quadros, tab., gráf., mapas.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Geociências, 2002.

Inclui bibliografia e anexos.

1. Geociências - Geologia sedimentar. 2. Faixa litorânea - Evolução morfodinâmica - Estudos de curto e médio prazo. 3. Características sedimentológicas - Análise granulométrica - Relação entre atributos texturais. 4. Caracterização hidrodinâmica - Correntes costeiras e transporte de sedimentos. I. Título.

551.4.038

CDU (2.ed.)

UFPE

551.457

CDD (22.ed.)

BC2005-140

CARACTERIZAÇÃO MORFO-SEDIMENTAR E EVOLUÇÃO DE CURTO E MÉDIO PRAZO DAS PRAIAS DO PINA, BOA
VIAGEM E PIEDADE, RECIFE/ JABOATÃO DOS GUARARAPES - PE

ROBSON XAVIER DUARTE

Aprovado:

Paulo da Nóbrega Coutinho

Prof. Dr. Paulo da Nóbrega Coutinho - UFPE

Data

Lúcia Maria Mafra Valença 19/05/2002

Profa. Dra. Lúcia Maria Mafra Valença - UFPE

Data

George Satander de Sá Freire

Prof. Dr. George Satander de Sá Freire - UFCE

Data

Banho de mar no Recife era banho salgado e só se tomava com ordem médica, das 5 às 7 da manhã. Antes do sol.

Daquele mar do Recife ficou uma lembrança: o cheiro dos sargaços. A quem os teve, sargaços na infância, por mais que ande, por mais feliz que esteja, faltará sempre alguma coisa.

Antônio Maria, 1961.

AGRADECIMENTOS

Torna-se oportuno, ao final desta jornada, expressar nossos sinceros agradecimentos a pessoas e instituições que nos ajudaram, direta ou indiretamente, na elaboração desta dissertação, passo final de nosso Curso de Mestrado. Deixaremos, assim, publicamente registrado o carinho e a consideração por todas elas.

Aos meus pais, Clóvis e Marlene, meus irmãos Daniel e Simone, pelo total e irrestrito incentivo, afeto e compreensão.

A Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco pela realização deste Curso de Mestrado e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Coordenador do Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM), Prof. Valdir do Amaral Vaz Manso, pelo apoio e permissão do uso das instalações do laboratório e de seus equipamentos.

Ao Prof. Paulo da Nóbrega Coutinho pela orientação deste trabalho.

A Prof. Lúcia Maria Mafra Valença pela persistente cobrança de finalização da dissertação e pelas discussões sobre o trabalho realizado.

A Prof. Margareth Mascarenhas Alheiros por empréstimo de material bibliográfico.

A Prof. Maria Somália Sales Viana pela ajuda pessoal recebida ao longo de alguns anos de convivência.

Ao Prof. Gorki Mariano pela tradução para língua inglesa do resumo desta dissertação.

A velhos e novos amigos com os quais convivi neste curso de mestrado. Amigos que nos auxiliaram nos trabalhos de campo e de laboratório, como Anna Rosa do Amaral Lira, Alexandre Luiz Souza Borba e Marcos Henrique de Abreu Martins. A Harlan Nycolas Ferreira de Aguiar, com quem compartilho uma amizade desde o início do curso de graduação, e que sempre nos ajudou nos trabalhos computacionais. A Sonia Agostinho com quem ampliei os vínculos de amizade. A Silvânia Helena Magalhães e Geny Mendes que conheci e aprendi a querer bem desde os primeiros dias de contato no curso.

A Alberto Medeiros pelo constante interesse em sempre nos auxiliar.

A Mariza Chávez pela amizade e grande ajuda na obtenção das fotografias aéreas.

A Cícera Neysi e Fátima Lyra pela amizade serena e de constante alegria.

A Walmisia, pela sua atenção e dedicação na secretaria da Pós-Graduação.

A CPRH pela cessão de fotografias de seu acervo e consultas bibliográficas realizadas. Agradecimento que se faz, em especial ao GERCO, nas pessoas de Andréia, Eliane, Ana Cláudia e Vileide, e também às outras pessoas queridas desta empresa, a saber: Sílvia Campos e Lucicleide Silva, pessoas por quem tenho grande estima e consideração.

Aos amigos Hélio Paiva, Hélio André, João Maria, José Carlos de Assis e Paulo Macário, colegas na unidade de trabalho, pelo apoio manifestado no dia-a-dia.

Aos demais amigos da COMPESA, Cláudia Cristina, Daniela Gurgel, Paula Marília, Fábio Henrique, Guilherme Freire, Mauro Lacerda e Reginaldo Lopes pela amizade e, também, pela cobrança quanto à finalização desta dissertação.

Por fim, mas não por último, a Deus pelo sucesso até aqui alcançado.

Àqueles que de uma maneira ou de outra colaboraram na execução desta dissertação, mas que embora não citados nominalmente, sempre terão os meus sinceros agradecimentos.

A todos, o meu muito obrigado.

Aos meus pais, Clovis e Marlene, de quem recebi ao longo de toda minha vida dignos exemplos de conduta, além de um permanente carinho e incentivo.

A Ângela Cristina Bezerra Rodrigues a quem um dia, já afastado da Universidade, prometi retornar e concluir esta dissertação. Sei que sem seu apoio e confiança este trabalho não teria sido concluído.

A estas amadas pessoas dedico este trabalho.

RESUMO

O acelerado processo de urbanização das áreas litorâneas da Região Metropolitana do Recife (RMR), a partir da década de 60 do século passado, gerou sérios conflitos de uso do solo, diante da falta de uma política pública que estabelecesse uma ocupação ordenada e equilibrada deste sensível ambiente geológico.

Este trabalho buscou fornecer um diagnóstico das recentes condições ambientais das praias do Pina, Boa Viagem e Piedade (porção central da faixa costeira da RMR) através de estudos cartográficos, sedimentológicos, morfodinâmicos e hidrodinâmicos, além da apresentação de uma descrição evolutiva de médio prazo, amparada pelo uso de antigas e novas fotografias aéreas, resultando em uma análise dos riscos de erosão costeira nas últimas três décadas. Para isso, quatro setores costeiros foram preliminarmente definidos pelas variações na largura das suas faixas de praia utilizando-se ortofotocartas do ano de 1975.

Em cada um dos setores individualizados, foram escolhidos quatro locais para a realização dos perfis topográficos e coletas de sedimentos. Estes e outros trabalhos de campo foram desenvolvidos entre junho/96 e abril/97.

Verificou-se, através dos perfis de praia, a existência de significativas variações energéticas ao longo da área, manifestadas pelo grau de mobilidade de cada um dos perfis monitorados. A classificação morfodinâmica dos trechos de praia estudados foi feita com base numa proposta metodológica relativamente recente (Alfredini, 1997), que relaciona o parâmetro de Dean (Ω) à declividade da face de praia ($\tan \beta$), originando o parâmetro denominado de $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$, cujos resultados mostraram-se bem condizentes, na maioria das vezes, com o estado da praia revelado pelos perfis topográficos.

Os atributos texturais analisados (diâmetro médio, desvio-padrão e assimetria) mostraram-se de grande utilidade na caracterização ambiental dos perfis praias. Observou-se que o perfil 1, com características fisiográficas bem distintas dos demais, apresentava no seu estirâncio, quase sempre, areias grossas com boa a moderada seleção e assimetria negativa/muito negativa. Para o estirâncio dos demais perfis, registrou-se a predominância de areias médias com moderado grau de seleção e assimetria positiva/muito positiva.

No estudo da hidrodinâmica local, foram estabelecidas comparações entre as velocidades das correntes longitudinais medidas em campo e as velocidades calculadas por formulações matemáticas (Longuet-Higgins, 1970 e CERC, 1984). Esta análise mostrou uma diferença na amplitude dos valores registrados, uma vez que as velocidades de campo oscilaram entre 0,4 e 0,85 m/s, já os valores calculados variaram entre 0 (zero) e 0,93 m/s (Longuet-Higgins, op.cit.) e 0 (zero) e 1,81 m/s (CERC, op.cit.).

Para o cálculo do transporte longitudinal de sedimentos, dentre os métodos utilizados (Caldwell, 1956; Komar, 1983 e CERC, 1984), constatou-se que o de Caldwell (1956) forneceu os valores mais representativos da área, tendo sido verificada a predominância de transporte no sentido N-S (66%), com volumes transportados que oscilaram entre 12,81 m³/dia e 1625,14 m³/dia. Para os demais dados analisados, com sentido S-N (34%), os volumes variaram entre 63,63 m³/dia e 1313,41 m³/dia.

Com a integração dos dados adquiridos, foi possível identificar nos dois primeiros setores uma predominância de processos deposicionais (baixo risco de erosão). O oposto foi verificado para o setor 3, cuja tendência de erosão se intensificou a partir do início da última década. O quarto setor apresenta um risco moderado de erosão, marcado por um aparente equilíbrio dinâmico.

PALAVRAS-CHAVE: praias, evolução costeira, morfodinâmica, sedimentologia, hidrodinâmica.

ABSTRACT

The high rate of human occupation in the coastal area of the metropolitan region of the city of Recife since 1960, gave rise to numerous conflicts in the use and soil management, mainly due to the lack of public policies to regulate this fragile environment.

This work has the objective to reach a diagnostic view of the environmental conditions of the Pina, Boa Viagem and Piedade beaches (central portion of the coastal metropolitan region of Recife), using sedimentologic, morphodynamics and hydrodynamics studies, associated with the comparative study between old and recent aerial photography. The main result was a critical analysis of the risks of coastal erosion during the last three decades. Four coastal sectors were defined based in variations in width of the beach, using ortophotocharts elaborated in 1975. Topographic profiles were conducted in all sectors, during the period from June 1996 to April 1997.

These profiles evidence significant energetic variations throughout the area. The morphodynamic classification was made according to Alfredini, (1997), which relates the Dean parameter (Ω) and the declivity of beach face ($\tan \beta$), giving rise to the parameter $\Omega_{TEÓRICO}$. The result showed close agreement with the observations from the topographic profiles.

The textural parameters analyzed (average diameter, standard deviation and skew ness) favored the environmental characterization of the beaches profiles. The profile 1 showed physiographic characteristics distinct from the other profiles, having its foreshore with coarse-grained sands with good to moderate degree of selection and negative skew ness.

During the study of the local hydrodynamics comparison were made between the velocity of the longitudinal currents measured in the field and those obtained by mathematic formulations (Longuet-Higgins, 1970 e CERC, 1984). This analysis showed differences in the amplitude between field and calculated velocities. Field velocities oscillated within 0,4 e 0,85 m/s, while calculated values vary from 0 (zero) to 0,93 m/s (Longuet-Higgins, 1970) and from 0 (zero) to 1,81 m/s (CERC, 1984). Similar procedure was conducted to study the longitudinal transport of sediments. The methods used to calculate the longitudinal transport of sediments were Caldwell (1956), Komar (1983) and CERC (1984). Representative values for the study area were obtained using Caldwell (1956), which showed predominance of N-S sense of transport (66%), with volumes varying from 12,81 m³/day to 1625,14 m³/day, and S-N sense of transport (34%), with volumes varying from 63,63 m³/day to 1313,41 m³/day.

The data obtained throughout this work allow the identification in the two first sectors of depositional processes (low erosional risk). The sector 3 showed an increase in the erosional processes beginning in the last decade. The last sector showed moderate erosional risks and dynamic balance.

KEY WORDS: beaches, coastal evolution, morphodynamics, sedimentology, hydrodynamics.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	IV
DEDICATÓRIA	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE FIGURAS	15
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	19
CAPÍTULO 2 – LOCALIZAÇÃO E FISIOGRAFIA DA ÁREA	24
2. 1 – Localização	24
2. 2 – Clima	24
2. 3 – Ventos	24
2. 4 – Hidrografia	26
2. 5 – Morfologia da Plataforma Interna	28
2. 6 – Regime de ondas	29
2. 7 – Geologia: A Planície do Recife	32
2. 7. 1 – Origem e evolução	32
2. 7. 2 – Litoestratigrafia	33
2. 7. 2. 1 – Formação Barreiras (TQb)	33
2. 7. 2. 2 – Terraços Marinhos Pleistocênicos e Holocênicos (Qtp e Qth)	37
2. 7. 2. 3 – Depósitos Fluviais e Flúvio-Lagunares (Qal e Qdfl)	38
2. 7. 2. 4 – Depósitos de Mangue (Qm)	38
2. 7. 2. 5 – Recifes de Arenito, de Corais e de Algas Coralinas (Qr)	39
2. 7. 2. 6 – Sedimentos de Praia (Qp)	40
CAPÍTULO 3 – EVOLUÇÃO DE MÉDIO PRAZO: A ANÁLISE AEROFOTOGRAFICA E OS RISCOS DE EROSÃO DAS PRAIAS	41
3. 1 – A linha de costa no ano de 1974	47
3. 2 – A linha de costa no ano de 1983	56
3. 3 – A linha de costa no ano de 1997	62

CAPÍTULO 4 – EVOLUÇÃO DE CURTO PRAZO: ESTUDOS DA MORFODINÂMICA PRAIAL	76
4. 1 – As divisões do ambiente praial	76
4. 2 – A análise dos perfis de praia	78
4. 2. 1 – Perfil 1	79
4. 2. 2 – Perfil 2	82
4. 2. 3 – Perfil 3	84
4. 2. 3 – Perfil 4	86
4. 3 – Determinação dos parâmetros morfodinâmicos	90
CAPÍTULO 5 – CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA	100
5. 1 – A análise granulométrica	100
5. 2 – Características texturais dos sedimentos	102
5. 2. 1 – Perfil 1	108
5. 2. 2 – Perfil 2	114
5. 2. 3 – Perfil 3	116
5. 2. 4 – Perfil 4	117
5. 3 – Relação entre os atributos texturais	120
CAPÍTULO 6 – CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA	122
6. 1 – Correntes costeiras	122
6. 1. 1 – Correntes longitudinais	122
6. 1. 2 – Correntes transversais	125
6. 1. 3 – Correntes de retorno	126
6. 2 – Transporte de sedimentos	127
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
ANEXOS	

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Parâmetros climáticos da cidade do Recife entre 1994 e 1997.	27
Tabela 2 - Limites dos setores costeiros definidos entre o início da Praia do Pina e a Igreja N. Sa. da Piedade.	43
Tabela 3 - Largura da faixa de praia ao longo das seções transversais (ano de referência - 1974).	44
Tabela 4 - Matriz de correlação do risco de erosão das praias nos setores costeiros propostos.	48
Tabela 5 - Associações de equilíbrio entre estados de praia e Ω .	92
Tabela 6 - Parâmetros morfodinâmicos do perfil 1 (P1).	95
Tabela 7 - Parâmetros morfodinâmicos do perfil 2 (P2).	96
Tabela 8 - Parâmetros morfodinâmicos do perfil 3 (P3).	97
Tabela 9 - Parâmetros morfodinâmicos do perfil 4 (P4).	98
Tabela 10 - Demais parâmetros morfodinâmicos que caracterizam os perfis monitorados.	99
Tabela 11 - Parâmetros estatísticos granulométricos.	107
Tabela 12 - Principais características granulométricas dos sedimentos do setor das dunas frontais no perfil 1.	109
Tabela 13 - Principais características granulométricas dos sedimentos do setor da pós-praia nos perfis analisados.	110
Tabela 14 - Principais características granulométricas dos sedimentos do setor do estirâncio nos perfis analisados.	111
Tabela 15 - Principais características granulométricas dos sedimentos do setor da antepraia nos perfis analisados.	112
Tabela 16 - Algumas das equações de uso mais consagrado no cálculo do transporte longitudinal de sedimentos.	130

Tabela 17 - Valores do transporte longitudinal no sentido N-S.	131
Tabela 18 - Valores do transporte longitudinal no sentido S-N.	132
Anexo 1 - Principais parâmetros hidrodinâmicos da área de estudo.	Anexos

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Perspectiva da planície do Recife e parte da cidade de Olinda na primeira metade do século XVII.	20
Figura 2 - Construção da Av. Beira Mar (atual Av. Boa Viagem) e o início da ocupação da faixa costeira pelas casas de veraneio.	22
Figura 3 - A intensa ocupação da Praia da Boa Viagem contrasta-se com o que ocorre, ainda, em alguns trechos da Praia da Piedade.	22
Figura 4 - A expansão imobiliária desprovida de critérios técnicos é uma das características de quase toda a Praia da Piedade.	23
Figura 5 - Mapa de localização da área de estudada e dos perfis de praia monitorados.	25
Figura 6 - Mapa batimétrico da zona adjacente às praias do Pina, Boa Viagem e parte da Praia da Piedade.	30
Figura 7 - Representação esquemática da influência das barreiras de recife sobre as linhas de costa modernas.	31
Figura 8 - Evolução paleogeográfica da planície do Recife.	34
Figura 9 - Mapa geológico da área de estudo e adjacências.	36
Figura 10 - Ganhos e perdas de areia de uma praia.	42
Figura 11 - Variação da largura da faixa de praia ao longo das seções monitoradas para o ano de 1974.	45
Figura 12 - Segmentação morfológica ao longo da área estudada, conforme a definição dos setores costeiros proposta.	46
Figura 13 - Fotografia aérea de parte do setor 1 no ano de 1974.	50
Figura 14: Visão geral do setor 1 e a configuração assumida pela Av. Boa Viagem nas imediações da Rua do Atlântico.	51
Figura 15: Fotografia aérea do setor 2 no ano de 1974.	52
Figura 16: Fotografia aérea de parte do setor 3 no ano de 1974.	54

Figura 17: Fotografia aérea de parte do setor 4 no ano de 1974.	55
Figura 18: Fotografia aérea de parte do setor 1 no ano de 1983.	57
Figura 19: Detalhe da deposição sedimentar junto ao antigo emissário submarino do Pina.	58
Figura 20: Fotografia aérea do setor 2 no ano de 1983.	59
Figura 21: Aspecto geral do trecho de praia em frente à Rua Bruno Veloso.	60
Figura 22: Aspecto geral da faixa de praia do setor 3 ao final da década de 80.	60
Figura 23: Fotografia aérea de parte do setor 3 no ano de 1983.	61
Figura 24: Fotografia aérea de parte do setor 4 no ano de 1983.	63
Figura 25: Vista parcial da Área de Lazer de Piedade.	64
Figura 26: Fotografia aérea de parte do setor 1 no ano 1997.	65
Figura 27: A presença de uma escarpa na base das dunas frontais marca o limite entre estas e a pós-praia/estirâncio superior no setor 1.	66
Figura 28: Fotografia aérea do setor 2 no ano de 1997.	67
Figura 29: Fotografia aérea de parte do setor 3 no ano de 1997.	69
Figura 30: Obras de construção do enrocamento da Av. Boa Viagem.	70
Figura 31: Aspecto da faixa de praia do setor 3 ao final da década de 80.	70
Figura 32: Aspecto da faixa de praia do setor 3 no início do ano de 2002.	71
Figura 33: A ação das ondas sobre o enrocamento do setor 3 inviabilizando o tráfego de banhistas.	71
Figura 34: Visão parcial do enrocamento da Av. Boa Viagem no setor 3.	72
Figura 35: A colocação de grande volume de rocha no enrocamento do setor 3 e a redução da balneabilidade da praia.	72
Figura 36: A presença atual de vegetação na pós-praia no setor 4.	73
Figura 37: Fotografia aérea de parte do setor 4 no ano de 1997.	74

Figura 38: Exemplo de intervenção inadequada na faixa de praia do setor 4.	75
Figura 39 - Perfil generalizado de uma praia, apresentando suas divisões e os principais elementos morfológicos.	77
Figura 40 - Local de monitoramento do perfil 1 (P1) - Praia da Boa Viagem.	79
Figura 41 - Gráfico de correlação volume x tempo do perfil 1.	80
Figura 42 - Levantamentos topográficos realizados na Praia da Boa Viagem - Perfil 1 (P1).	81
Figura 43 - Local de monitoramento do perfil 2 - Praia da Boa Viagem.	82
Figura 44 - Levantamentos topográficos realizados na Praia da Boa Viagem - Perfil 2 (P2).	83
Figura 45 - Gráfico de correlação volume x tempo do perfil 2.	84
Figura 46 - Local de monitoramento do perfil 3 - Praia da Boa Viagem.	85
Figura 47 - Gráfico de correlação volume x tempo do perfil 3.	86
Figura 48 - Levantamentos topográficos realizados na Praia da Boa Viagem - Perfil 3 (P3).	87
Figura 49 - Local de monitoramento do perfil 4 - Praia de Piedade.	88
Figura 50 - Gráfico de correlação volume x tempo do perfil 4.	88
Figura 51 - Levantamentos topográficos realizados na Praia da Piedade - Perfil 4 (P4).	89
Figura 52 - Características morfológicas dos seis estados de praia	91
Figura 53 - Curvas granulométricas acumulativas dos sedimentos das dunas frontais do perfil 1.	103
Figura 54 - Curvas granulométricas acumulativas dos sedimentos da pós-praia.	104
Figura 55 - Curvas granulométricas acumulativas dos sedimentos do estirâncio.	105
Figura 56 - Curvas granulométricas acumulativas dos sedimentos da antepraia.	106
Figura 57 - Principais parâmetros estatísticos granulométricos do perfil 1.	113
Figura 58 - Principais parâmetros estatísticos granulométricos do perfil 2.	115

Figura 59 – Principais parâmetros estatísticos granulométricos do perfil 3.	118
Figura 60 – Principais parâmetros estatísticos granulométricos do perfil 4.	119
Figura 61: Modelo de formação de correntes longitudinais a partir da incidência oblíqua de ondas.	124
Figura 62: Relações entre o fluxo de energia da onda e as equações de quantificação do transporte longitudinal.	132

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

A cidade do Recife está localizada em um dos mais amplos compartimentos da planície costeira do nordeste brasileiro. Entretanto, esta grandeza de imediato se contrastou com as demais condições naturais encontradas pelos nossos colonizadores, indicando que a tarefa de construção de uma nova metrópole não seria fácil.

Por apresentar baixa altitude e estar sujeita às variações de maré e incursões marinhas, esta planície foi induzida a desenvolver um intrincado sistema de canais e ilhas na sua porção distal, fator incomum às demais cidades litorâneas brasileiras.

A formação e desenvolvimento da cidade sempre esteve associada à realização de aterros, intervenções e ocupações indiscriminadas, principalmente após a expulsão dos holandeses de Pernambuco. A partir daí, tudo se passou como se fosse possível ignorar os seus corpos d'água, independentemente de sua origem - fluvial ou marinha - fato que voltaria a se repetir, séculos depois e em menor escala, nas zonas de praia da região (figura 1).

Desde então, a cidade começou a se expandir em diversas direções, inclusive para as áreas de praias localizadas ao sul do porto do Recife, onde começavam a surgir pequenas vilas que iriam, a partir do início do século XX, experimentar um singular processo de urbanização, regida por permanente convívio com o ambiente marinho.

O primeiro núcleo urbano de Boa Viagem surgiu na área onde hoje se encontra a Praça N. Sa. da Boa Viagem, ainda no século XVII, onde se construiu a primeira Igreja de N. Sa. da Boa Viagem, sendo este núcleo uma pequena vila com meia dúzia de estabelecimentos comerciais margeando a igreja e que serviam para suprir os viajantes.

Com a construção da Estrada de Ferro São Francisco, em 1885, foi criada uma grande via de acesso ligando os povoados de N. Sa. da Boa Viagem e N. S. da Piedade a outros núcleos periféricos da cidade, embora estes povoados não tenham sido considerados como parte do organismo urbano recifense, ou seja, não eram registrados nas plantas oficiais e mapas até 1932. Eram considerados apenas como áreas de balneário, nas quais a futura Av. Boa Viagem não passava, então, de uma simples trilha à beira-mar.

Somente ao final do século XIX é que uma linha de bondes, puxados a burros, ligou a praça da Igreja N. Sa. da Boa Viagem ao centro do Recife, beneficiando o desenvolvimento da área e os banhos de mar da população. Esta área era amplamente povoada por famílias de baixa renda, sem possibilidade de sobrevivência no mercado de trabalho da cidade.

De maneira geral, a área correspondente ao atual bairro da Boa Viagem não apresentou variações consideráveis (no que se refere à intensificação das construções) até, pelo menos, 1924, quando foi inaugurada pelo então Governador Sergio Loreto a Av. Beira Mar (atual Av. Boa Viagem), principal indutora do processo de estruturação urbana do bairro, obra do poder público e fruto das reivindicações da classe alta da época,

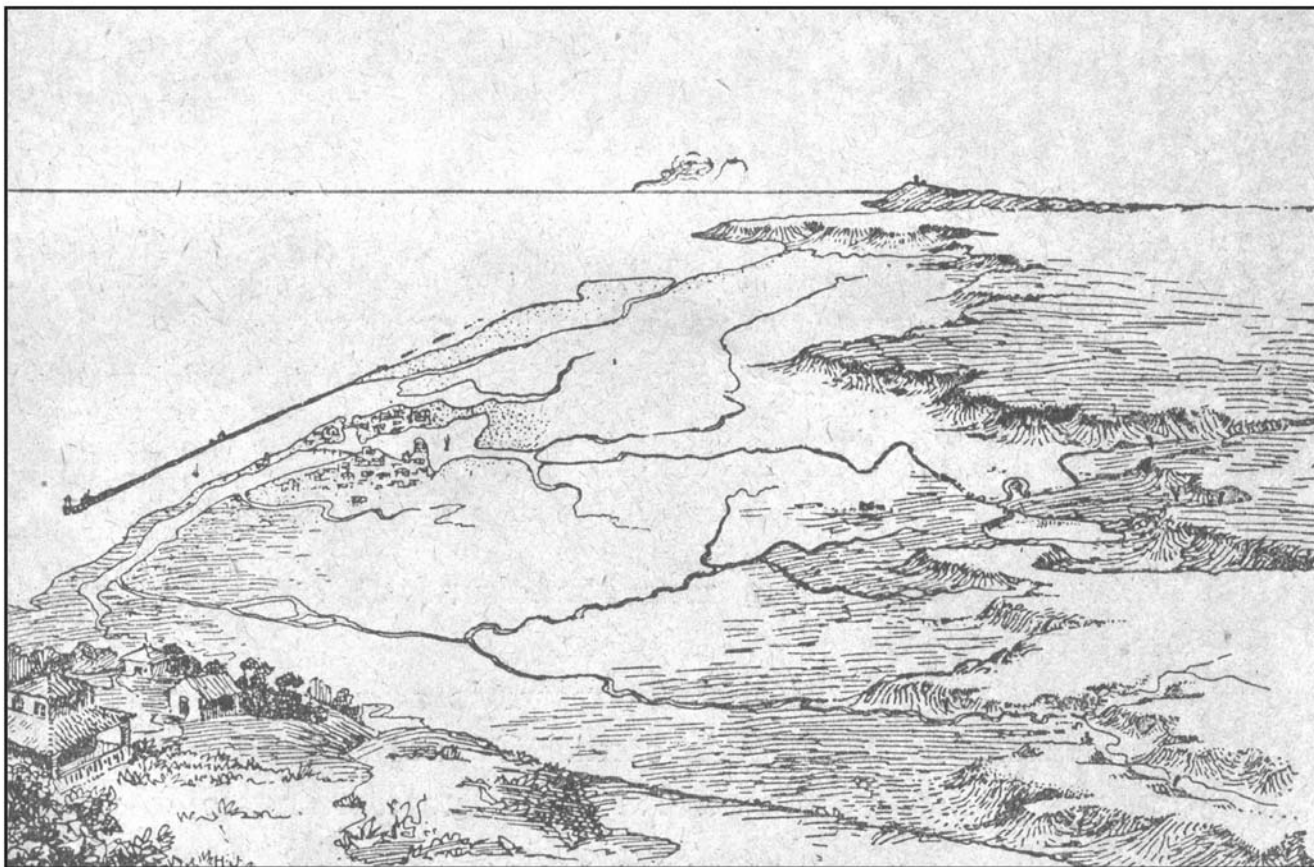


Figura 1: Perspectiva da planície do Recife e parte da cidade de Olinda na primeira metade do século XVII. Observa-se que as zonas de praia ao sul do Porto do Recife ainda não mostravam sinais de povoamento. Fonte: Branner, 1904 apud Oliveira & Leonardos, 1943.

que queria desfrutar dos prazeres da orla marítima.

Logo à margem dessa avenida são erguidas grandes casas, dando início a uma típica ocupação de veraneio (figura 2). Boa Viagem juntamente com o Pina e Olinda passam a ser as praias preferidas pela *alta sociedade* recifense. Com a entrada em operação das linhas de bondes, houve, aos poucos, o deslocamento de grande parte dos veranistas de outras praias para a de Boa Viagem.

A Avenida Boa Viagem passa então a desempenhar um papel primordial na indução do crescimento urbano da área, com a aceleração do processo de desenvolvimento metropolitano. A feição urbana transforma-se rapidamente devido à intensa especulação imobiliária que passa a existir, chegando a ser esta região, nas décadas de 1950 e 60, a principal zona de expansão da cidade do Recife.

Desde os primeiros momentos, as áreas à beira-mar passaram a ser as mais cobiçadas. Toda a orla passa a sofrer fortes pressões sócio-econômicas, que se manifestaram por intervenções cada vez mais constantes, muitas vezes desprovidas de critérios técnicos para sua implantação, bem como do conhecimento das consequências por elas induzidas.

Um desses exemplos, e que talvez tenha sido o de maiores repercussões na alteração do cenário natural da faixa de praia, foi a ampliação de setores do passeio (calçadão) da Av. Boa Viagem, realizado como parte do Projeto Urbanístico CURA, executado a partir de 1989 pela Prefeitura da Cidade do Recife.

Mesmo tendo sido elaborado relatório de impacto ambiental (RIMA), visando definir os locais onde seriam efetuadas obras que não viessem a causar danos e comprometimento à qualidade do ambiente praial, houve, entretanto, logo após as referidas obras de ampliação, a instalação de um processo erosivo que rapidamente se estendeu por um trecho de cerca de 2 Km da faixa de praia, tendo sido provocado, em grande parte, pela retirada da vegetação nativa e dos depósitos arenosos ali existentes, com o conseqüente rebaixamento da topografia e o favorecimento ao ataque das ondas.

O deslocamento populacional ocorrido com a intensificação do processo de expansão urbana no período de 1970-1980 foi parcialmente contido por condicionantes institucionais de uso e ocupação do solo. Trata-se de limitações impostas pela presença da Rádio Estação Marinha, Aeroclube de Pernambuco e Aeroporto Internacional dos Guararapes.

Desta maneira, com a quase inexistência de terrenos em Boa Viagem para novas construções, houve um deslocamento da expansão imobiliária da região para áreas até então pouco ocupadas na orla das praias de Piedade e Candeias, município de Jaboatão dos Guararapes (figura 3).

A ocupação destes novos terrenos deu-se de forma mais rápida e ao mesmo tempo mais nociva ao ambiente praial, uma vez que as novas construções tendiam a avançar cada vez mais sobre antigos cordões litorâneos, que funcionavam como elementos naturais de defesa e conservação das praias.

Este processo de construções indevidas se intensificou ao final da última década, chegando a ocupar porções de terra cada vez mais próximas da linha d'água. Como conseqüência, em alguns locais a praia praticamente desapareceu (figura 4).

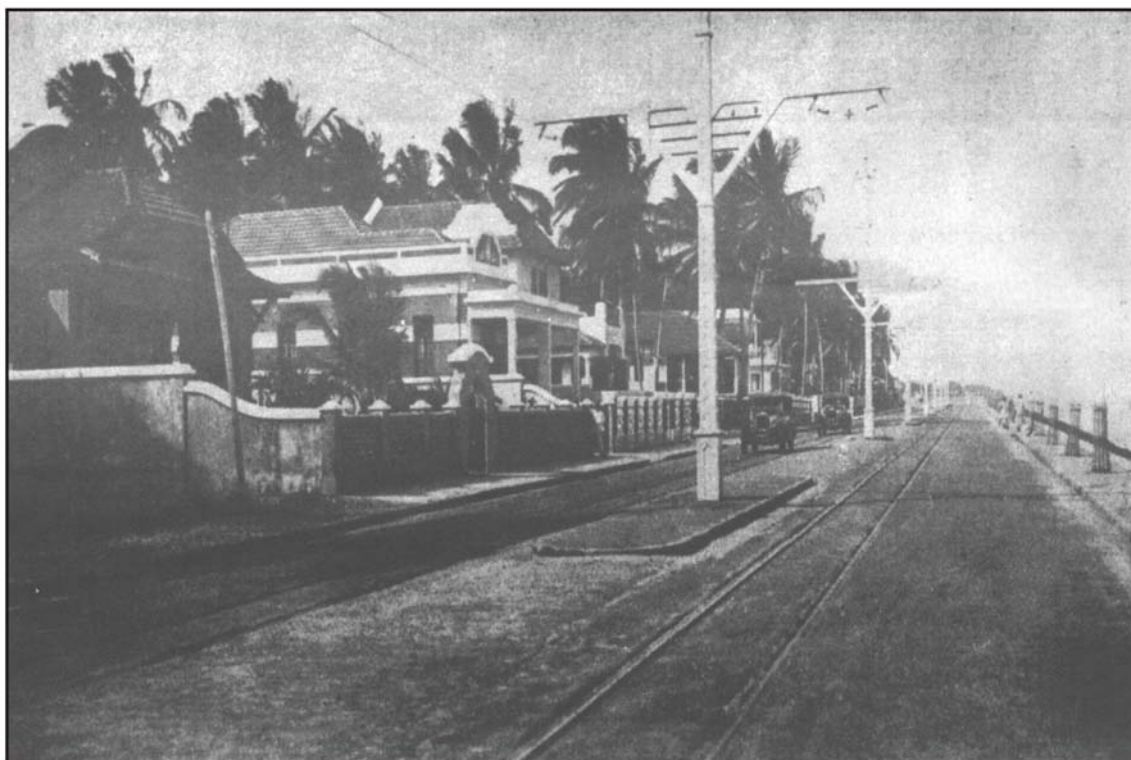


Figura 2: Construção da Av. Beira Mar (atual Av. Boa Viagem) e o início da ocupação da faixa costeira pelas casas de veraneio da classe alta recifense. Foto: Recife - Histórias de uma cidade. Jornal do Commercio, 2000.



Figura 3: A intensa ocupação da Praia da Boa Viagem, contrasta-se com o que ocorre, ainda, em alguns trechos da Praia da Piedade, para onde tem se deslocado ultimamente a construção de grandes edifício. Foto do autor.



Figura 4: A expansão imobiliária desprovida de critérios técnicos é uma das características de quase toda a Praia de Piedade. Na foto observa-se uma edificação condominial sobre a pós-praia/estirâncio superior. Foto: CPRH, 2001.

A falta de uma política pública eficaz de proteção da zona costeira gerou, como vimos, sérios conflitos de uso e ocupação destas áreas.

Assim, foi intenção deste trabalho fornecer um diagnóstico das recentes condições ambientais das faixas de praia do Pina, Boa Viagem e Piedade, através de estudos cartográficos, sedimentológicos, morfodinâmicos e hidrodinâmicos, alcançando, entre outros resultados, o estabelecimento dos riscos de erosão costeira nestas praias ao longo das últimas três décadas.

Acreditamos que tenham sido fornecidos importantes elementos de subsídio à implantação de estudos que permitam a formulação de um conjunto regras que visem o desenvolvimento sustentável deste trecho do litoral pernambucano.

Lamentavelmente não foi possível estabelecer uma estimativa precisa dos deslocamentos da linha de costa (análise quantitativa), em virtude da inexistência de material cartográfico multi-temporal apropriado. Entretanto, isso não impediu que fossem identificados os trechos de praia onde ocorreram avanços ou recuos da linha de costa, o que nos permitiu elaborar o diagnóstico dos riscos erosionais costeiros agora apresentado.

CAPÍTULO 2 - LOCALIZAÇÃO E FISIOGRAFIA DA ÁREA

2.1 - LOCALIZAÇÃO

A área estudada está inserida na zona costeira dos municípios de Recife (Praias do Pina e Boa Viagem) e Jaboatão dos Guararapes (Praia da Piedade), estendendo-se por uma faixa contínua de cerca de 10 Km e direção de 22° Az, desde as imediações da Av. Antônio de Góes (limite norte) até as proximidades da Igreja Nossa Senhora da Piedade (limite sul) - figura 5.

2.2 - CLIMA

A planície do Recife é uma zona costeira úmida, que devido a sua situação geográfica (baixa latitude) se enquadra, como quase todo o litoral pernambucano e parte da Zona da Mata, no clima Ams' (tropical chuvoso), de Köppen.

A região caracteriza-se por apresentar uma precipitação pluviométrica anual comumente superior a 2000 mm e temperatura do ar sempre superior aos 18° C. Os meses de maio-junho-julho representam o trimestre mais úmido, sendo o mês de junho, comumente, o mais frio (FINEP.UFPE, 1990).

O verão representa a estação seca, sendo os meses de janeiro e fevereiro os mais quentes, com temperaturas médias entre 26° e 27° C.

A oscilação anual de temperatura é muito pequena (inferior a 5° C), tornando-se a variação diurna o fator preponderante.

Baseando-se nessa análise, é possível afirmar que novembro costuma ser o mês com maior insolação (cerca de 9,2 horas/dia), conseqüentemente com os maiores valores médios de radiação global (FINEP.UFPE, *op.cit.*).

Entretanto, devido à taxa de precipitação ser superior a de evaporação, a planície do Recife experimenta um balanço hídrico anual positivo.

2.3 - VENTOS

Os ventos têm grande importância para a dinâmica do sistema costeiro por constituir-se no principal fator de indução de ondas e correntes marinhas. Caracterizam-se pela sua direção e velocidade.

O transporte de sedimentos que ocorre na costa também é influenciado pelos ventos que podem produzir importantes depósitos para o equilíbrio de uma praia, tais como os campos de dunas (Manso *et al.*, 1995).

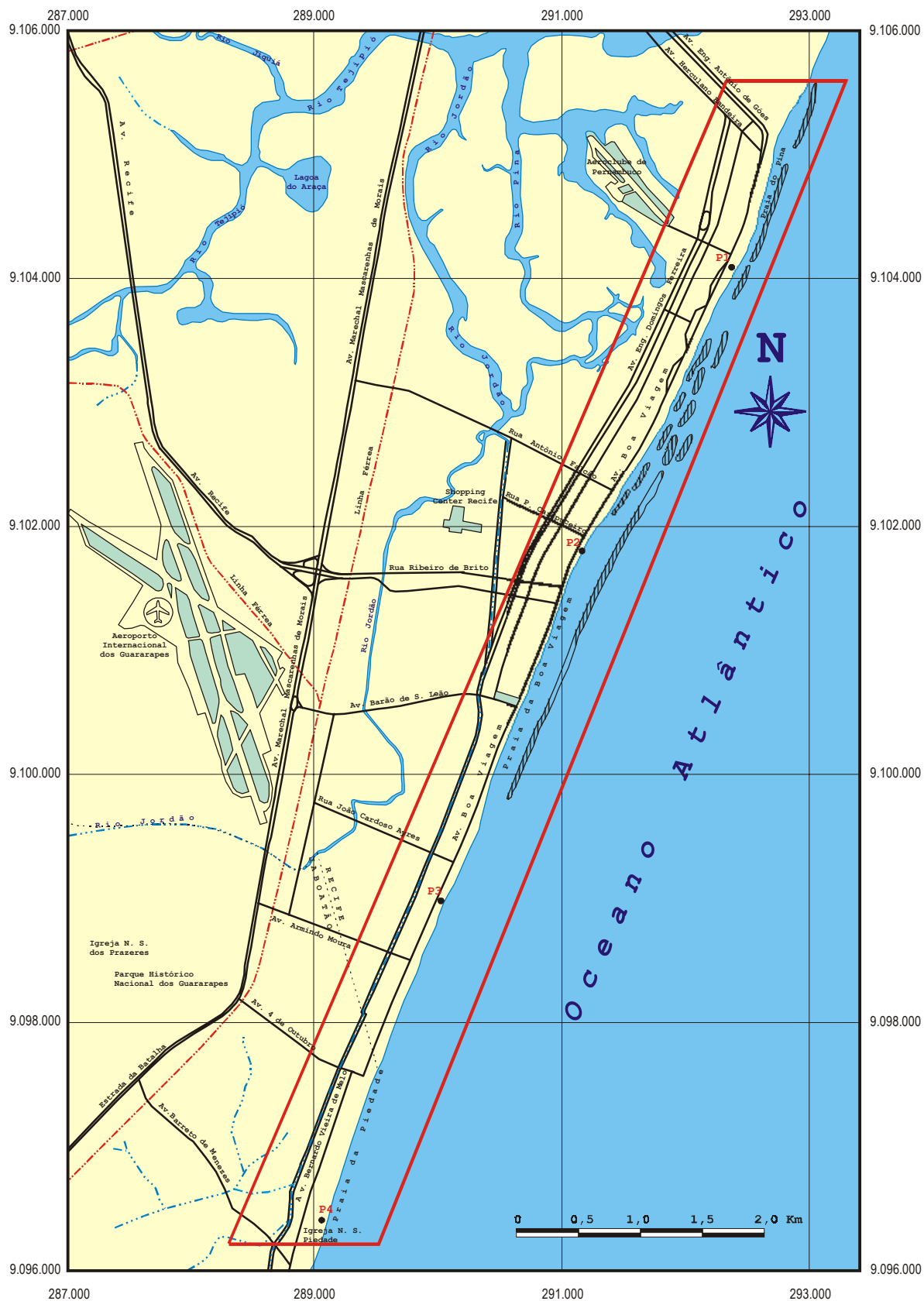


Figura 5: Mapa de localização da área estudada (retângulo vermelho) e dos perfis de praia monitorados. Fonte: Carta de Nucleação Centro - FIDEM, 1987.

Grande parte dos ventos que sopram na costa nordestina são produto de dois centros de alta pressão localizados no Atlântico: O Anticiclone dos Açores e o Anticiclone de Santa Helena. O primeiro gera a Frente Equatorial Atlântica, que avança para o continente no verão, contribuindo com a direção nordeste dos ventos, enquanto que o segundo forma a Massa de Ar Tropical Atlântica, que, em contato com a Frente Polar, gera um ramo responsável pelas chuvas de inverno e pelos alísios (FINEP.UFPE, 1990).

Estudos estatísticos realizados para o projeto de proteção das praias de Olinda, em agosto de 1977, com dados relativos aos períodos de 1887 a 1906 (Recife), 1900 a 1913 (Recife) e 1921 a 1934 (Olinda), caracterizaram os ventos em dois regimes distintos: **verão** (outubro a março) e **inverno** (abril a setembro). No verão há uma predominância de ventos com direção SSE com percentuais elevados de E-ENE. No inverno predominam os ventos SE e SSE (Manso et al., 1995).

Dados do Porto do Recife, apresentados em 1978 mostraram que a tendência geral para a direção dos ventos é SE, com cerca de 40%, seguidos das direções E e NE com, respectivamente, 17% e 12% das ocorrências (Borba, 1999).

Observações diárias feitas por Manso et al. (op. cit.) na Praia da Boa Viagem, sob a vigência de condições de verão (setembro/94 a janeiro/95), mostraram um predomínio de ventos ESE (130° Az), com percentuais elevados - cerca de 15% - de E (entre 70° e 92° Az).

Dados mais recentes, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia - 3º Distrito, obtidos na Estação Meteorológica do Curado, indicaram, para o ano de 1996, uma predominância, sob a vigência do regime de verão, de ventos com direção SE/E e velocidade média de 2,9 m/s. Para as condições de inverno predominaram, nitidamente, aqueles com direção S/SW e média de velocidade de 2,7 m/s. Já o ano de 1997 apresentou no verão uma alternância mensal das direções dos ventos, ora SE/E, ora E/SE, e as velocidades oscilaram em torno dos 3,1 m/s. Para o inverno houve um domínio dos ventos SE/S, seguidos de perto dos de direção SE/E; a velocidade média atingida por estes foi de cerca de 2,5 m/s (tabela 1).

2. 4 - HIDROGRAFIA

A planície do Recife deve muito de sua formação e desenvolvimento à ação conjunta dos rios e do mar. Os primeiros atuaram, por exemplo, de forma decisiva na dissecação dos morros da Formação Barreiras.

Os três rios de maior relevância no sistema hidrográfico da planície são: o Capibaribe, o Beberibe e o Tejiú. Destes, apenas o rio Tejiú está presente na área estudada.

O rio Tejiú possui uma bacia hidrográfica muito pequena (93 Km^2) e uma descarga de $0,38 \text{ m}^3/\text{s}$, mas que desempenha um papel importante para o escoamento superficial da planície do Recife.

Tabela 1: Parâmetros climáticos da cidade do Recife no período considerado (Estação Meteorológica do Curado).

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - 3º Distrito de Meteorologia - Seção de Observação e Meteorologia Aplicada.

MÊS	1 9 9 4				1 9 9 5			
	TEMPERATURA DO AR (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	VENTO		TEMPERATURA DO AR (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	VENTO	
			VELOCIDADE (m/s)	DIREÇÃO			VELOCIDADE (m/s)	DIREÇÃO
JAN	26,9	142,8	2,8	SE/E	26,9	29,8	3,1	SE/E
FEV	27,4	96,5	3,1	SE/E	27,1	124,2	2,7	SE/E
MAR	27,5	292,9	2,0	SE/E	27,4	214,5	2,9	SE/E
ABR	26,2	223,0	2,4	S/SE	26,5	185,2	2,3	SE/E
MAI	25,4	572,3	3,1	S/SW	25,8	351,3	2,3	SE/E
JUN	25,0	671,2	2,0	SE/E	24,3	525,2	2,8	S/SW
JUL	24,1	266,9	2,9	SE/E	24,3	310,6	3,1	S/SE
AGO	24,2	151,8	3,4	S/SE	24,3	47,3	3,4	S/SE
SET	24,7	163,7	3,4	S/SE	25,3	26,2	3,7	SE/S
OUT	25,9	23,7	3,4	SE/E	26,2	27,4	3,4	SE/E
NOV	26,2	15,7	3,3	E/SE	26,2	53,8	3,2	SE/E
DEZ	26,9	32,7	2,6	SE/E	26,9	65,0	2,9	E/SE

MÊS	1 9 9 6				1 9 9 7			
	TEMPERATURA DO AR (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	VENTO		TEMPERATURA DO AR (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)	VENTO	
			VELOCIDADE (m/s)	DIREÇÃO			VELOCIDADE (m/s)	DIREÇÃO
JAN	27,2	159,3	3,0	SE/E	27,7	39,9	4,4	E/SE
FEV	27,2	148,3	2,9	SE/E	26,8	159,3	3,0	SE/E
MAR	27,2	159,7	2,3	SE/E	26,8	224,4	2,6	E/SE
ABR	26,3	462,7	1,9	S/SW	26,2	360,7	2,3	SE/E
MAI	25,6	232,0	2,8	S/SW	25,5	466,3	2,6	S/SE
JUN	24,9	236,5	3,1	S/SW	24,3	182,2	1,8	SE/S
JUL	24,0	380,4	3,0	S/SW	23,9	205,4	2,5	SE/S
AGO	24,6	253,8	3,3	S/SE	24,3	130,0	3,0	SE/S
SET	25,1	191,0	3,4	SE/S	25,2	20,5	2,6	SE/E
OUT	26,4	33,0	3,3	SE/E	26,5	15,5	3,0	SE/E
NOV	26,7	63,7	3,3	E/SE	26,9	42,6	3,0	E/SE
DEZ	27,3	38,3	3,1	E/SE	27,2	85,2	2,6	SE/E

A bacia do Tejipiú engloba os rios Jiquiá e Jordão, além do Canal de Setúbal, que corre paralelamente à linha de costa. O Jiquiá, por se desenvolver quase que integralmente na planície, forma meandros e ramificações. O rio Jordão nasce nas encostas do morro do mesmo nome e, depois de sofrer mudanças de direção no seu trecho médio, vai desaguar na zona de mangues do Pina, juntamente com o Canal de Setúbal.

Todos esses cursos fluviais formam uma rede drenagem densa e irregular (ora paralela, ora dendrítica) que confluem para uma zona alagada limitada ao sul pela rua Antônio Falcão, ao norte pela bacia do Pina, a leste pela praia do Pina e parte da praia de Boa Viagem e, finalmente, a oeste pelo ramal sul da estrada de ferro (figura 5).

2. 5 – MORFOLOGIA DA PLATAFORMA INTERNA

Coutinho (1976 apud Borba, 1999), baseando-se nos vários aspectos da morfologia e distribuição dos tipos de sedimentos na plataforma continental do nordeste brasileiro, sugeriu que a mesma poderia ser dividida em três segmentos:

a) Plataforma Continental Interna – corresponde à área entre a linha de praia e a isóbata de 20 m;

b) Plataforma Continental Média – situada entre as isóbatas de 20 e 40 m, apresentando relevo mais irregular;

c) Plataforma Continental Externa – estende-se da isóbata de 40 m até a borda da plataforma.

No Estado de Pernambuco, a plataforma continental é caracterizada por uma importante e ativa produção carbonática orgânica, marcando a grande existência de fundos de algas calcárias.

A distribuição dos sedimentos na plataforma interna, desde o Cabo de Santo Agostinho até Olinda, foi mapeada por Kempf *et al.* (1970). Eles identificaram a predominância de areias quartzosas defronte às praias, em profundidades inferiores a 15 m, e uma fácies algal, em profundidades superiores a 20 m, separadas por uma fácies transicional. Diagnosticaram, também, que os recifes de arenito agem como uma barreira que impede o fluxo de areia entre a plataforma continental e a fácies lamosa encontrada junto à base da face de praia.

A plataforma continental interna da área estudada (figura 6) apresenta um relevo suave, cujas isóbatas até os 10 m tendem a acompanhar a orientação da linha de costa. Entre 10 e 20 m de profundidade, a morfologia do fundo marinho parece estar associada à presença de bancos de recifes orgânicos (por exemplo, o Banco Ituba, na porção norte da área).

Porém, sem dúvida alguma, a estrutura de maior destaque no cenário local é o Banco dos Afogados, representado por uma grande massa coralina paralela à atual linha de costa e que se estende ininterruptamente por mais de 5 Km, desde as imediações da Av. Eng. Antônio de Góes até as proximidades da Praça N. Sa. da Boa Viagem.

Os bancos de corais vistos ao sul do Banco dos Afogados representam, na verdade, uma fragmentação desta estrutura maior, que parece influenciar de forma decisiva no desenvolvimento das praias próximas a ele, visto que as aberturas existentes entre os bancos mencionados alteram a energia das ondas incidentes através de processos combinados de refração e difração (figura 7), fato que deve ter contribuído para a implantação dos processos erosivos observados ao sul da Praça N. Sa. da Boa Viagem, a partir da década passada.

2. 6 - REGIME DE ONDAS

As ondas representam o mais importante agente marinho que governa o desenvolvimento da linha de costa, e muito da natureza dinâmica do ambiente de praia é resultado direto ou indireto da ação das ondas. Estas selecionam e redistribuem sedimentos, modificando a configuração do substrato, bem como modelam feições maiores, tais como barreiras, esporões, etc.

Desta forma, há uma necessidade intrínseca de conhecimento dos parâmetros de onda (altura, período e direção), preferencialmente, através de instrumentação e análise estatística dos dados coletados, principalmente quando utilizados em estudos portuários.

Observações instrumentais de ondas no Brasil foram iniciadas em 1962, com a aquisição de dados em Tramandaí-RS, por um período de 12 meses. Após essa ocasião, 13 (treze) outras estações de registro de ondas foram instaladas ao longo da costa brasileira, entre as quais uma no Porto do Recife e outra na região de Suape, com períodos de coleta entre jul/76 - out/77 e mar/77 - mar/78, respectivamente.

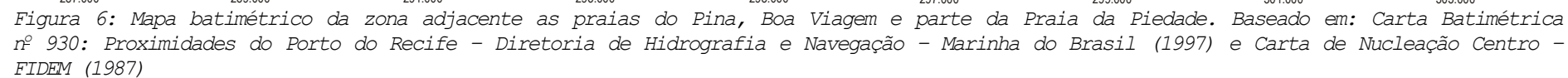
Para o Porto do Recife, os estudos revelaram que a *altura significativa* (H_s) excede a 1,0 m em 81% do ano.

A variação da altura na primavera, no verão e outono não é relevante, somente durante o inverno é que as condições são mais severas, com H_s chegando a atingir valores acima dos 2,5 m.

A relação entre o *período significativo* (T_z) e a *direção da propagação* (D) - $T_z \times D$ - apresentou duas tendências. A primeira delas, com ondas de períodos de 6,5 s e direção NE, enquanto a segunda mostrou ondas com períodos de 10-12 s e direção SE. Entretanto, a combinação mais freqüente possuía períodos de 6,5 s e direção 120° Az. Já para a altura significativa (H_s), o valor médio registrado foi de 1,5 m (Honsi, 1978).

Nesta época, a convite do Governo do Estado de Pernambuco, o INPH foi chamado a efetuar extensivos estudos hidráulicos na região de Suape, visando à implantação de um complexo portuário.

Foi constatado que durante o outono e o inverno as condições de onda mostraram-se um pouco mais severas que durante a primavera e o verão. As maiores ondas foram de cerca de 3,0 m, chegando a alcançar, como registro máximo, 4,5 m.



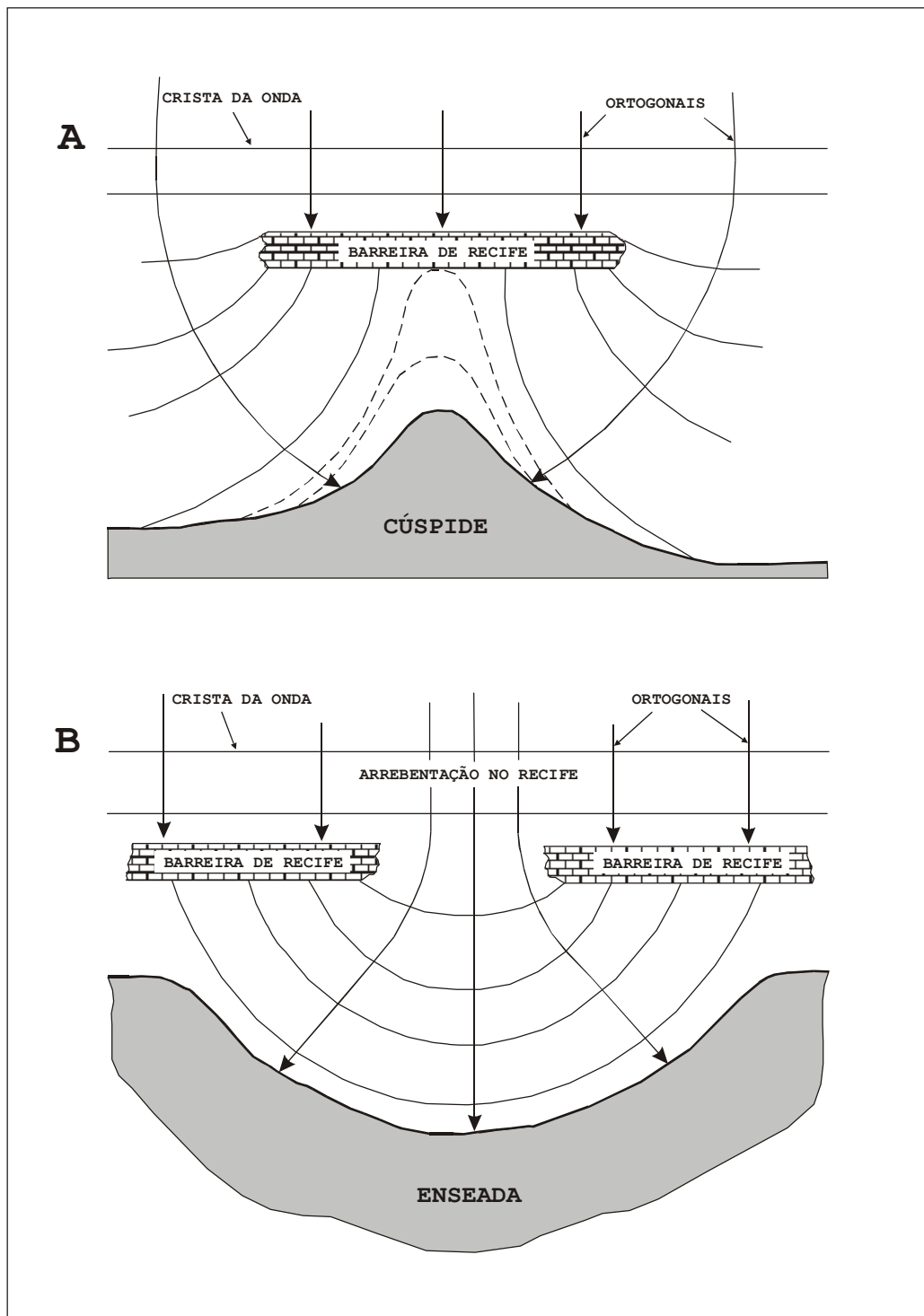


Figura 7: Representação esquemática da influência das barreiras de recife sobre as linhas de costa modernas. Mudanças são causadas pelos efeitos combinados de refração e difração de ondas. As linhas de costas geralmente se deslocam na direção das barreiras isoladas de recifes, que se ligam normalmente com a praia através de um tómbolo (A). Aberturas nos recifes promovem, na linha de costa, a formação de baías (B). Fonte: Suhayda et al., 1977.

A relação entre $H_s \times T_z$ revelou uma alta concentração (cerca de 35%) para o binário 1,5 m e 6,5 s, freqüentemente associada a ondas de direção 105° Az (Honsi, 1978).

Estudos mais prolongados foram realizados na área de Suape entre jan/79 e jan/84. Para o período entre fev/80 e jan/84 a altura média significativa de onda foi de cerca de 1,0 m e a direção mais freqüente (60%) foi de 105° - 120° Az (CONSUPLAN ENGENHARIA, 1989 *apud* Muehe & Neves, 1995).

Com base neste conjunto de registros, Coutinho *et al.* (1997) foram levados a considerar os valores médios anuais de $H_s = 1,05$ m, $T_z = 6,5$ s e $D = 115^\circ$ Az, como sendo os representativos do litoral de Pernambuco.

Estes resultados são extremamente próximos aos obtidos por Honsi (*op. cit.*) para o Porto do Recife, bem como parecem ser, aparentemente, consistentes com os obtidos por Manso *et al.* (1995) na praia da Boa Viagem entre set/94 e jan/95 (através de estimativas visuais na zona de arrebentação), onde foram registradas alturas significativas de ondas que oscilaram entre 0,2 e 1,4 m, com predominância entre 0,6 e 0,8 m. O período variou entre 4 e 12 s, com uma concentração de valores entre 6,0 e 8,0 s.

2. 7 - GEOLOGIA: A PLANÍCIE DO RECIFE

2. 7. 1 - ORIGEM E EVOLUÇÃO

Ao longo do litoral do Nordeste brasileiro, a faixa sedimentar costeira, que constitui geralmente um relevo de tabuleiros é, às vezes, interrompida por pequenas planícies que penetram até 15 Km continente adentro. Aquela na qual foi erguida a cidade do Recife é uma das maiores, embora sua largura atinja apenas 10 Km (Lima Filho *et al.*, 1991).

Possui altitudes variando entre 0 (zero) e 10 (dez) metros, com inclinação suave para leste, e cota média entre 3 e 4 m. As colinas e os tabuleiros apresentam cotas que variam de 10 a 150 m, aproximadamente, aumentando esses valores do litoral para o interior. Sua linha de costa tem uma extensão de cerca de 15 Km.

Tendo a planície do Recife uma origem indubitavelmente tectônica, seu início deve ter estreitas relações com o Lineamento Pernambuco e a abertura do Oceano Atlântico.

Segundo Alheiros *et al.* (1995), são passíveis de identificação três direções principais de falhamentos: o Lineamento Pernambuco (de direção E-W), falhas normais de direção NE-SW, associadas à abertura do Oceano Atlântico, e falhas de direção NW-SE, responsáveis pela implantação de um rifte ao sul do Lineamento Pernambuco.

Sabe-se, também, que os estilos tectônicos ao norte e ao sul deste lineamento apresentam características bem distintas quando comparados, o que confere à referida planície uma formação complexa, de difícil reconstituição para períodos pré-quaternários. Sendo assim, a partir da deposição da Fm. Barreiras (Plioceno-Pleistoceno), forma-se um

cenário no qual posteriores eventos geológicos irão desenvolver um papel fundamental na formação da planície do Recife.

O fato é que a evolução da atual planície está diretamente relacionada às variações do nível do mar que ocorreram durante todo o Quaternário, em decorrência de mudanças climáticas globais.

O registro dessas oscilações é reconhecido em grande parte do litoral brasileiro e está relacionado a dois grandes episódios transgressivos denominados por Bittencourt et al. (1979) de *Penúltima Transgressão* (120.000 anos A.P.) e *Última Transgressão* (5.100 anos A.P.).

Conhece-se, ainda, um nível marinho alto, mais antigo que 120.000 anos A. P. Trata-se, segundo Suguio et al. (1985), de um evento mal definido devido a incertezas na identificação de seus afloramentos, sendo designado de *Transgressão Antiga* (Bittencourt et al., op. cit.).

Com base nos trabalhos de Martin (1988), Lima Filho et al. (1991) propuseram um modelo de evolução paleogeográfica para a planície do Recife, no qual são reconhecidas oito fases de desenvolvimento (figura 8).

2. 7. 2 - LITOESTRATIGRAFIA

A área estudada pertence à faixa costeira sul de Pernambuco – que se estende desde a porção central do município do Recife (limitada pelo Lineamento Pernambuco) até o município de São José da Coroa Grande, na divisa com o Estado de Alagoas.

Está limitada a norte pelos rios que deságuam na Bacia do Pina, ao sul pelos terraços marinhos do município de Jaboatão dos Guararapes. Seu limite a oeste se dá já nas primeiras exposições dos morros da Formação Barreiras e dos terraços pleistocênicos contíguos, enquanto que, a leste limita-se ao Oceano Atlântico, através de uma faixa de praia contínua com direção geral NNE-SSW (figura 9).

As principais características geológicas dos depósitos presentes nesta área são apresentadas abaixo:

2. 7. 2. 1 - FORMAÇÃO BARREIRAS (TQb)

É representada por sedimentos areno-argilosos do Plioceno-Pleistoceno (com idade em torno de 2 milhões de anos) que recobrem indistintamente o embasamento cristalino e a maior parte dos sedimentos cretáceos da faixa litorânea de Pernambuco (Alheiros et al., 1995).

Uma linha de falésias fósseis marca o limite destes depósitos com a planície costeira quaternária, cuja existência depende do maior ou menor recuo dessas falésias (Chaves, 1996).

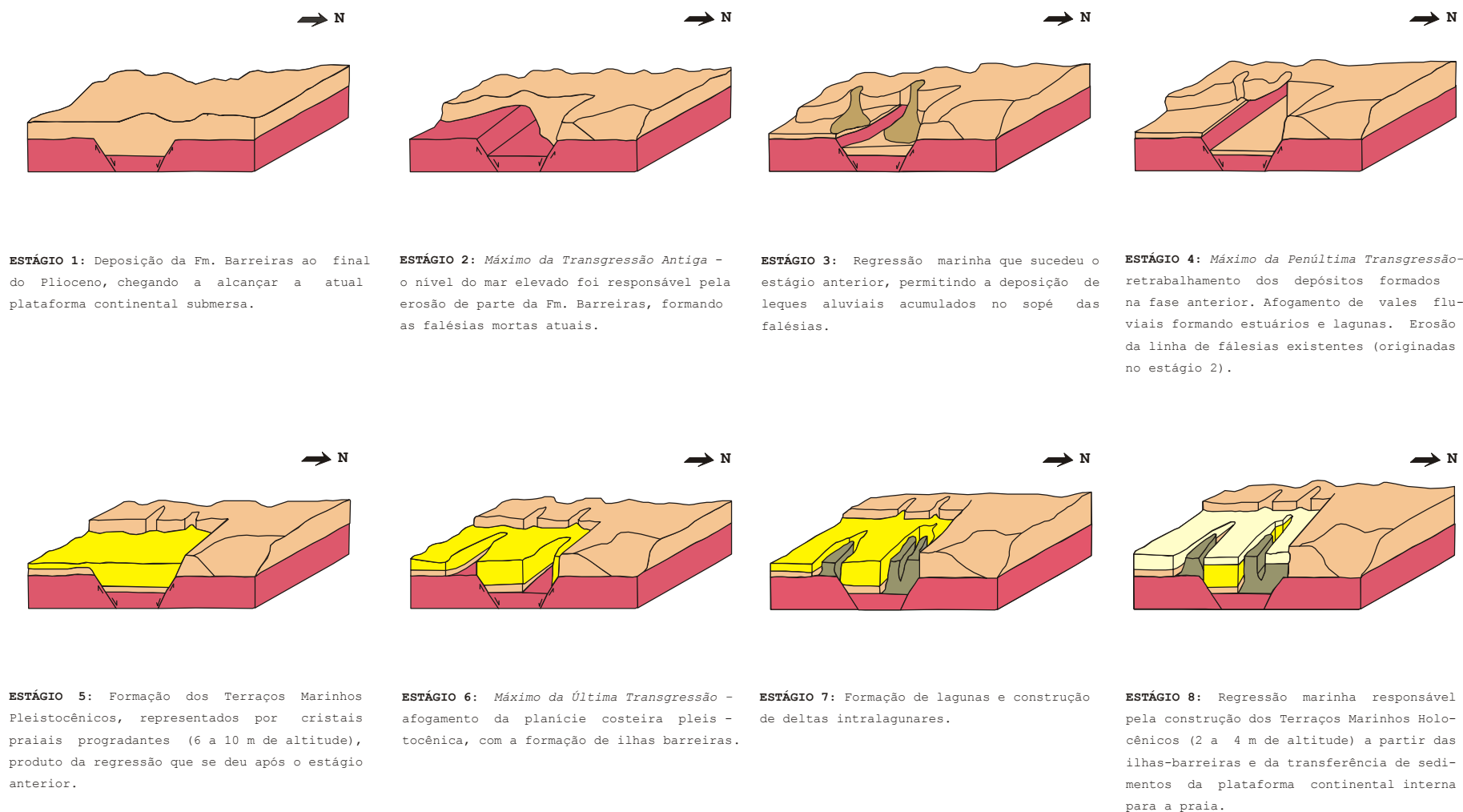
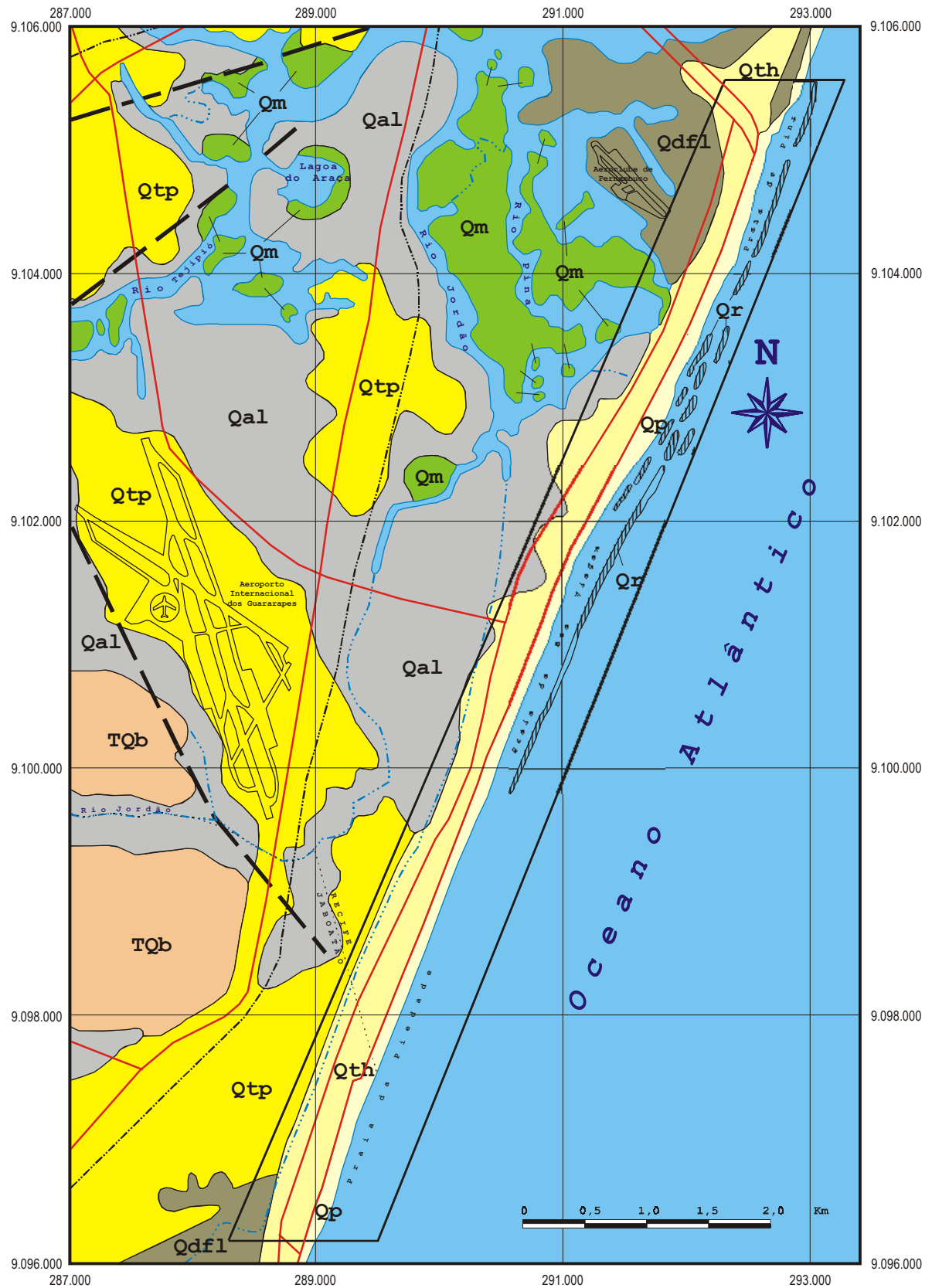


Figura 8: Evolução paleogeográfica da planície do Recife (segundo Lima Filho et al., 1991. Modificado).



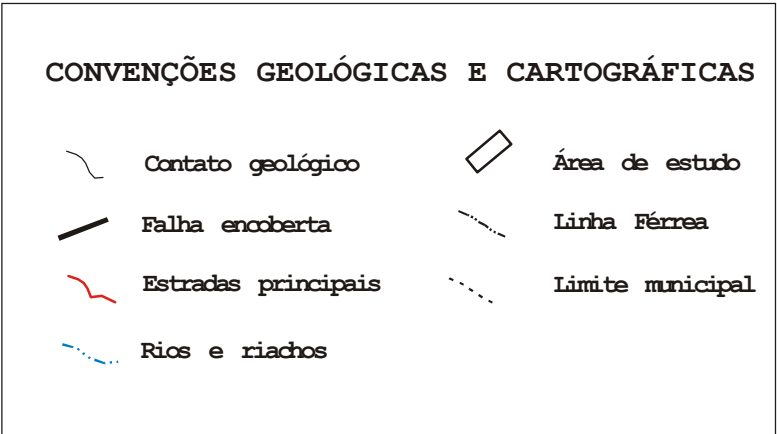
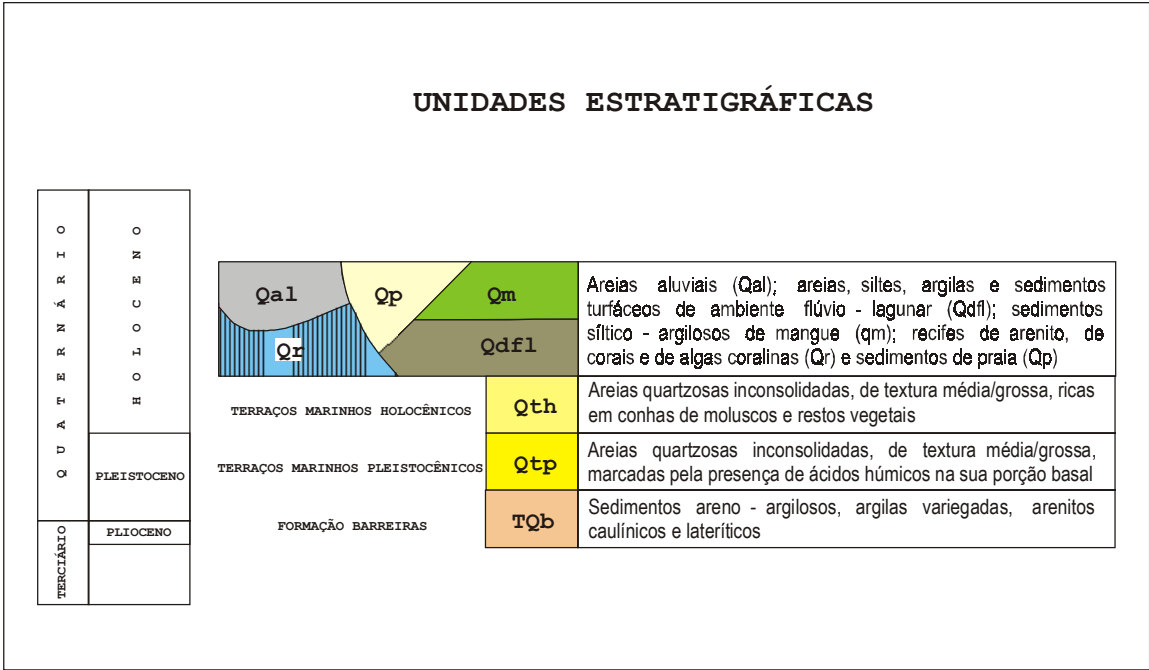


Figura 9: Mapa geológico da área de estudo e adjacências.
Fonte: CPRM, 1999 (modificado).

A deposição desta formação se deu, segundo Alheiros et al. (1988), sob a forma de leques aluviais e de depósitos fluviais de canais entrelaçados, encontrando-se, ainda, em algumas porções, fácies flúvio-lagunar e de planície aluvial.

A fácies fluvial é francamente dominante na Fm. Barreiras, representando, aproximadamente, 70 % de sua área, ao longo de toda a faixa sedimentar costeira, em cotas que variam de 40 a 80 metros (Alheiros & Lima Filho, 1991).

Nos arredores do Recife esta fácies é representada por areias feldspáticas (subarcósio) com um colorido forte e diversificado; os sedimentos têm boa seleção e baixo grau de arredondamento. São comuns os pavimentos de seixos de quartzo subarredondados a subangulosos (Alheiros & Lima Filho, op.cit.).

Estes depósitos são geralmente recobertos pelos depósitos de leques aluviais distais, constituídos por areias grossas a conglomeráticas recobertas por pelitos com repetição vertical desse padrão, denunciando, assim, o caráter cíclico da deposição (Alheiros & Lima Filho, op. cit.).

2. 7. 2. 2 - TERRAÇOS MARINHOS PLEISTOCÊNICOS E HOLOCÊNICOS (Qtp e Qth)

São os registros sedimentares de dois períodos regressivos que marcaram profundamente a evolução da planície recifense. O primeiro deles ocorreu no Pleistoceno (após máximo transgressivo de 120.000 anos A. P.); e o segundo no Holoceno, (após o máximo transgressivo de 5.100 anos A. P.).

Os *Terraços Marinhos Pleistocênicos* representam uma unidade morfológica aplainada que ocorre na porção mais interna da planície, ora ao sopé das formações mais antigas (principalmente a Formação Barreiras) - tal como visto nas proximidades do Aeroporto dos Guararapes - ora como corpos isolados com formas das mais variadas. Quando alongados tendem a ser paralelos à atual linha de costa. Possuem cotas variando entre 6 e 10 m e larguras entre 0,5 e 1,5 Km.

São constituídos por areias quartzosas inconsolidadas (em superfície), de granulometria média/grossa, com coloração branca ou acinzentada, marcadas pela ausência de conchas de moluscos, provavelmente dissolvidas pela ação de ácidos húmicos, que por sua vez, em combinação com o óxido de ferro, geram, em profundidade, areias mais compactas e escuras, resultado de processos pedogenéticos (formação de podzol).

Alheiros et al. (1995) descreveram, ainda, o que chamaram de *Terraços Marinhos Pleistocênicos Modificados*, que corresponderia a uma parte dos terraços acima descritos e que foram profundamente alterados pela ação dos rios. Assim, seu comportamento em subsuperfície é bastante irregular, ora dominando areias retrabalhadas, ora depósitos de argilas orgânicas.

Os *Terraços Marinhos Holocênicos* ocorrem na porção externa da planície como uma unidade bem individualizada, com forma alongada, essencialmente contínua e paralela à atual linha de costa. Situam-se entre o Rio Jordão/Canal de Setúbal e as faixas de praia

do Pina, Boa Viagem e Piedade. Apresentam larguras oscilando entre 0,2 e 1,0 Km e cotas que não ultrapassam 5 metros.

São constituídos por areias quartzosas inconsolidadas, de granulometria média/grossa, de coloração branca ou acinzentada, normalmente ricos em conchas de moluscos e restos vegetais, que são considerados elementos de diferenciação entre estes terraços e os de idade pleistocênica. Soma-se a isso a ausência da cimentação basal escura, típica dos Terraços Pleistocênicos.

Outra característica marcante dos Terraços Holocênicos é a existência de antigas e estreitas linhas de cordões litorâneos que marcam pretéritas posições da linha de costa. Hoje, devido à intensa ocupação urbana que se verifica nestas áreas, estes cordões não mais são observados, exceção para pequenas ocorrências presentes nas porções frontais à Lagoa Olho d'Água.

2. 7. 2. 3 - DEPÓSITOS FLUVIAIS E FLÚVIO-LAGUNARES (Qal e Qdfl)

Adota-se este termo para os sedimentos formados devido ao afogamento da região durante a Última Transgressão e que na regressão subsequente foram depositados em antigas depressões. Posteriormente, devido ao aumento do gradiente continental, sofreram os efeitos da ação fluvial, marcada pela deposição de sedimentos arenosos.

São encontrados na porção interna da planície, em zonas baixas que separam os terraços pleistocênicos dos holocênicos, e estes dos sedimentos da Formação Barreiras.

Os sedimentos formados pela influência lagunar são geralmente lamosos, ocorrendo em regiões com intensa atividade biológica. Já os depósitos fluviais ocupam, principalmente, os vales cujas cotas raramente ultrapassam os 10 m (Borba, 1999).

Alheiros *et al.* (1995) descreveram, ainda, intercalações de depósitos tipicamente lagunares (ricos em conchas, por exemplo) com sedimentos de água doce, formados em lagoas, brejos e pântanos. Foram localmente encontrados em subsuperfície camadas de argilas moles, diatomitos e turfas, respectivamente oriundos desses ambientes.

2. 7. 2. 4 - DEPÓSITOS DE MANGUE (Qm)

Estes depósitos são encontrados normalmente em zonas da planície costeira protegidas da ação das ondas, nas margens de canais de maré e nas porções distais de vales de rios e riachos, porém sofrem freqüentemente a influência das marés, fato que geralmente se verifica em áreas encaixadas entre os terraços marinhos da planície do Recife.

São áreas com características geológicas e biológicas específicas, destacadas dos demais depósitos lagunares pela sua importância ambiental e por constituírem ecossistemas frágeis (Alheiros *et al.*, *op. cit.*). São bem marcados por exibirem uma vegetação típica – a *vegetação de mangue* – na qual parece haver, ao longo de toda a costa pernambucana, um predomínio de três espécies: *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*.

São constituídos por sedimentos argilo-silticos, de cores escuras, ricos em matéria orgânica, restos de madeira e conchas. Apresentam normalmente um gradiente granulométrico, onde as partículas mais grosseiras estão no fundo dos canais, enquanto que as mais finas encontram-se nas margens.

2. 7. 2. 5 - RECIFES DE ARENITO, DE CORAIS E DE ALGAS CORALINAS (Qr)

Um dos traços morfológicos mais característicos do litoral pernambucano, bem como de todo o restante do litoral nordestino, é a presença de recifes de arenito (*beach rocks*).

Ocorrem como corpos lineares, nem sempre contínuos, dispostos paralelamente à costa. Desempenham uma importante função no delineamento da recente zona costeira, pois se comportam como uma proteção natural diante da ação das ondas e marés, o que na prática controla parcialmente a distribuição dos sedimentos transportados pelas correntes litorâneas.

Mabesoone (1964 *apud* Dominguez *et al.*, 1990) menciona como características gerais desses corpos as suas exposições na baixa-mar ou mesmo, em alguns casos, ligeiramente acima do nível médio marinho atual, normalmente formando duas ou três faixas paralelas ao litoral (em alguns casos, aparecendo diretamente na face de praia), apresentando em média 20 a 60 m de largura por 3 a 4 m de espessura.

São constituídos por areias com 20 a 80 % de quartzo e o restante sendo representado, principalmente, por fragmentos de moluscos e algas. Alguns contêm seixos de quartzo arredondados como os encontrados na Praia da Boa Viagem.

Delibrias & Laborel (1971 *apud* Borba, 1999) dataram os recifes de arenito da Praia da Piedade em 5.900 ± 300 anos A.P.

Os recifes de corais e algas coralinas formam corpos calcários, de idade holocênica, geralmente alongados, descontínuos (a exemplo do que ocorre com os recifes de arenito) e com eixo maior paralelo à atual linha de costa (Dominguez *et al.*, *op. cit.*).

As dimensões individuais desses corpos variam de menos de 1 Km até cerca de 4 Km de comprimento, nos recifes próximos à praia. Já os recifes submersos, mais afastados da linha de costa, chegam a alcançar extensões de até 10 Km, com a profundidade das águas circundantes raramente ultrapassando os 10 m, formando, muitas vezes, como no caso da Praia da Boa Viagem, uma laguna entre eles e a faixa de praia (Dominguez *et al.*, *op.cit*). Associado aos bancos de corais há um grande desenvolvimento de algas calcárias, especialmente no lado externo, onde a ação de ondas é mais forte.

A localização e a morfologia dos recifes orgânicos sugere uma estreita relação com os bancos de arenito, os quais servem de substrato para o seu crescimento. Aparentemente, observa-se um desenvolvimento maior desses corpos quando assentados sobre a terceira linha (mais externa) de recifes de arenito.

Apresentam-se, via de regra, com topos aplainados, formados em consequência da erosão das partes mais altas dos recifes, que cresceram acompanhando o nível do mar e

foram expostos subaereamente durante a regressão marinha que sucedeu a Última Transgressão (Leão et al., 1985).

Laborel (1969 apud Duarte, 1993) comprovou ser pequeno o número total de espécies coralinas encontradas no Brasil (foram identificadas e descritas 18 espécies). Deste total, apenas 9 espécies foram verificadas na costa pernambucana. Dentre elas destacam-se: *Millepora alcicornis*, *Siderastrea stellata*, *Favia gravida* e *Mussismilia hispida*.

Delibrias & Laborel (1971 apud Borba, 1999) constataram que as espécies mais comuns encontradas na Praia da Piedade são *Siderastrea stellata* e *Mussismilia hispida* e mostraram idades entre 1.830 ± 100 e 3.100 ± 120 anos A. P.

2. 7. 2. 6 – SEDIMENTOS DE PRAIA (Qp)

Formam a estreita faixa da atual zona de praia, cuja largura não costuma exceder a algumas dezenas de metros, que naturalmente delimita a porção mais externa da planície costeira.

Estes sedimentos encontram-se depositados entre a linha de baixa-mar e os terraços holocênicos, tendo geralmente uma pequena inclinação no sentido do mar. Sua principal característica é estarem permanentemente submetidos à ação combinada das ondas, corrente de deriva litorânea e das marés.

Sua composição é predominantemente representada por areias quartzosas (de variada granulometria) e por proporções subordinadas de fragmentos bióticos e minerais pesados.

Há, por sua vez, uma nítida relação entre a inclinação/largura da faixa de praia e a granulometria de seus sedimentos. Praias de inclinação muito baixa possuem geralmente sedimentos de granulometria fina, enquanto que as de sedimentos grosseiros são costumeiramente encontradas com inclinação mais acentuada.

CAPÍTULO 3 – EVOLUÇÃO DE MÉDIO PRAZO: A ANÁLISE AEROFOTOGRAFICA E OS RISCOS DE EROÇÃO DAS PRAIAS

Não existe um método padronizado para o estudo morfo-sedimentológico de praias (principalmente no que se refere a trabalhos de campo), nem tampouco existe um modelo pré-concebido e indicado à determinação dos riscos de erosão na zona costeira.

Em geral, distinguem-se duas formas de abordagem para os processos erosivos costeiros: **erosão natural**, que se desenvolve em condições de equilíbrio com o restante do meio físico; e a **erosão acelerada** (comumente de origem antrópica), cuja intensidade, sendo superior às respostas compensatórias do meio físico, não permite a sua recuperação natural.

Assim, a análise de riscos geológicos torna-se a ferramenta básica que possibilita estabelecer medidas adequadas para a eliminação, redução ou convivência mais segura com os riscos, dependendo do nível de proteção que se possa dar.

Desta maneira, considera-se como **risco geológico*** *todo processo, situação ou evento no meio geológico, de origem natural, induzida ou mista que pode gerar dano econômico ou social para alguma comunidade, e em cuja previsão, prevenção ou correção há de se empregar critérios geológicos* (Ayala Carcedo, 1987 apud Ogura, 1996).

Morais (1996) sugere que para se avaliar ou quantificar a erosão em zonas costeiras pode-se lançar mão de alguns métodos de investigação, tais como o **balanço de sedimentos** e o **inventário de ciclos erosivos pretéritos**.

O balanço sedimentar compreende o estudo das fontes e dos processos de ganhos e perdas de sedimento para um trecho particular de praia (figura 10).

O inventário de ciclos erosivos pretéritos é a coleta histórica dos dados baseada, por exemplo, em mapas pré-existentes, antigas ortofocartas e fotografias aéreas.

As fotografias aéreas, embora representem apenas um determinado momento da evolução costeira, são, talvez, os documentos mais importantes. Além de retratarem com fidelidade as feições fisiográficas emersas, podem, quando em escalas apropriadas, fornecer informações tais como: variações da largura ao longo do segmento praial, presença de barras e canais, medidas do rumo de propagação das ondas incidentes e número de linhas de arrebentação, existência de cúspides praias, presença de plumas de sedimentos em suspensão, feições indicativas de erosão (obras de engenharia destruídas, recuos da linha de vegetação, etc).

* Os riscos geológicos fazem parte de um conjunto amplo de tipos de riscos. Geralmente, os riscos ou acidentes de origem geológica são considerados no bojo dos chamados riscos ou acidentes naturais. Augusto Filho et al. (1990) assinalam que a utilização dos termos natural e geológico para caracterizar a tipologia do processo estudado não é muito bem discriminada na literatura internacional, existindo uma tendência de se denominar de natural todos os processos do meio físico, sejam de origem atmosférica, geológica, etc, induzidos ou não.

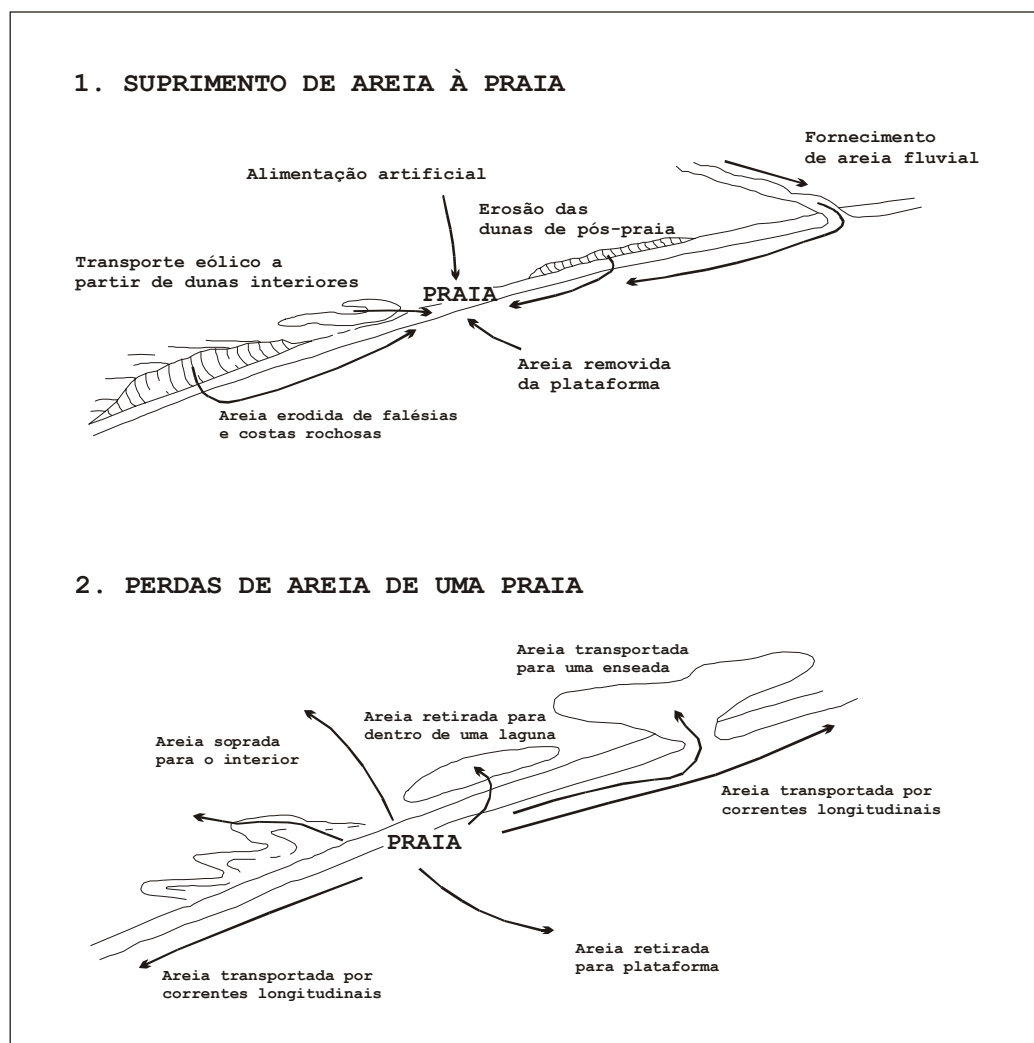


Figura 10: Diversas maneiras pelas quais uma praia pode ganhar ou perder areia. Fonte: Bird, 1985.

Normalmente, este tipo de estudo se faz a partir de uma série de fotografias aéreas e/ou ortofotocartas em escala adequada (comumente superiores a 1/10.000), obtidas, preferencialmente, em diferentes anos e nas quais são selecionados pontos de referência ao longo do prisma praiial. As diferenças entre as sucessivas séries analisadas mostrarão os cenários de erosão ou sedimentação ocorridos no intervalo de tempo considerado.

Uma **análise quantitativa** (valores do deslocamento da linha de costa, em metros) destas mudanças só será possível através de correções específicas, tanto de escala, como também das típicas distorções das fotografias aéreas. Porém uma **análise qualitativa**, visando tão somente identificar áreas onde foram observados recuos ou avanços da linha de costa, pode ser facilmente executada através da comparação visual entre as diferentes séries de fotografias, desde que estas se encontrem com a mesma escala.

O uso de ortofotocartas mostra uma vantagem adicional em relação às fotografias aéreas, pois possibilita a determinação não só dos valores dos deslocamentos da linha de costa, mas também das cotas sobre a superfície do terreno, uma vez que é corriqueira a

presença de curvas de nível sobre as mesmas. Soma-se a isso o fato de não ser necessária a execução das correções provocadas pelas distorções presentes nas fotografias aéreas comuns.

Um dos conjuntos disponíveis de aerofotos mais antigos e que abrange toda a área estudada data de 1974 e tem escala 1:6.000. Além de possuir uma escala extremamente favorável para esse tipo de estudo, tem, ainda, a conveniência de ter sido obtido em uma época em que muitos trechos da área de estudo não estavam tão intensamente ocupados ou urbanizados.

Foi através do uso dessas fotografias que a FIDEM elaborou, no ano seguinte (1975), um conjunto de ortofotocartas em escala 1:2.000 visando fornecer subsídios à expansão urbana e ao planejamento municipal da RMR.

A utilização destas ortofotocartas permitiu definir, entre outros aspectos, a largura da faixa de praia, em seções transversais (com equidistância de 200 m entre cada uma delas) ao sentido longitudinal da linha de costa. Desta forma, foram assinaladas 46 (quarenta e seis) seções de referência, as quais se encontram listadas na tabela 3.

A quantificação da largura, ao longo destas seções, foi feita tomando-se como limite superior (na direção do continente) o início do passeio público e como limite inferior (na direção do mar) a cota zero, uma vez que estas cartas possuíam curvas de nível com equidistância de 0,5 m. Na maioria das ocasiões, a cota zero foi determinada através de uma extrapolação realizada com as curvas de nível mais próximas (figura 11). As curvas de nível traçadas nestas ortofotocartas estão referidas ao marégrafo de Imbituba-SC (datum vertical).

Sendo assim, foram definidos quatro setores costeiros, conforme visto na figura 12 e discriminados na tabela 2.

Estes setores foram preliminarmente definidos com base na largura da faixa de praia (figura 11). Constatou-se que as variações na largura da praia pareciam estar, muitas vezes, associadas à presença de outros elementos físicos (naturais ou antrópicos) considerados relevantes na formação e desenvolvimento das praias estudadas. São eles: existência de dunas frontais e/ou cordões litorâneos, presença de vegetação na zona de pós-praia, existência de bermas, presença de estruturas artificiais rígidas na pós-praia/estirâncio superior, sinais de erosão, sinais de sedimentação, presença de recifes na antepraia, presença de obras ou estruturas destinadas à contenção da erosão costeira, grau de ocupação da linha de costa (urbanização) e modificações decorrentes.

Tabela 2: Limites dos setores costeiros definidos entre o início da Praia do Pina e a Igreja N. S. da Piedade.

SETOR	INÍCIO	TÉRMINO	EXTENSÃO (m)
1	Av. Eng. Antônio de Góes	Rua Antônio Falcão	3.200
2	Rua Antônio Falcão	Rua Cel. B. Chaves	1.500
3	Rua Cel. B. Chaves	Conj. Res. Brig. Veloso	2.500
4	Conj. Res. Bruno Veloso	Igreja N. S. da Piedade	2.500

Tabela 3: Largura da faixa de praia ao longo das seções transversais (ano de referência – 1974).

SEÇÃO	LARGURA	LOCAL	
1	106	Em frente à Av. Antônio de Gois	
2	116	Em frente à Av. Herculano Bandeira	
3	130	Em frente à Rua Ondina	
4	116	Em frente à Rua Pereira da Costa	
5	120	Em frente à Rua do Atlântico	S
6	120	Em frente à Rua Tomé Gibson	E
7	110	Em frente à Rua Silva Lobato - 1º Jardim	T
8	106	Em frente à Rua Frei Leandro	O
9	108	Em frente à Rua Artur Muniz - 2º Jardim	R
10	110	Em frente à Rua França Pereira	
11	110	Em frente ao 3º Jardim	1
12	96	Próximo à Rua Henrique Capitulino	
13	90	Em frente à Rua Benvinda de Farias	
14	90	Próximo à Rua Prof. José Brandão	
15	90	Em frente à Rua Padre Bernardino Pessoa	
16	90	Em frente à Rua Antônio Falcão	
17	74	Em frente à Rua Félix de Brito	S
18	70	Em frente à Rua Padre Carapuceiro	E
19	58	Em frente à Rua Bruno Veloso	T
20	54	Próximo à Rua Ribeiro de Brito	O
21	40	Em frente à Rua Ernesto de Paula Santos	R
22	34	Próximo à Rua Desembargador João Paes	
23	30	Em frente à Rua Coronel B. Chaves	2
24	40	Próximo à Rua Coronel Sérgio Cardim	
25	36	Em frente à Praça N. Sa. da Boa Viagem	
26	50	Próximo à Rua Dr. V. Gomes	
27	50	Em frente à Rua Verdes Mares	S
28	46	Em frente à Rua Prof. Mário de Castro	E
29	40	Em frente à Rua Eng. Zael Diógenes	T
30	44	Próximo ao nº 5740 da Av. Boa Viagem	O
31	50	Próximo à Rua General Salgado	R
32	50	Em frente à Rua João Cardoso Ayres	
33	46	Próximo à Rua Baltazar Passos	3
34	40	Próximo a Rua Padre Leandro Camelo	
35	26	Em frente ao Conj. Resid. Brigadeiro Veloso	
36	34	Em frente à Av. Armino Moura	
37	34	Próximo à Av. Armino Moura	
38	30	Próximo à Rua Arlindo dos Santos Maciel	S
39	44	Em frente à Rua Santa Mônica	E
40	48	Em frente ao Hospital da Aeronáutica	T
41	54	Em frente à Rua Cândido Ferreira	O
42	54	Próximo à Rua Osório Borba	R
43	60	Próximo à Rua Dourado Filho	
44	48	Em frente à Rua Barão de Amaraji	4
45	46	Próximo à Rua Engenheiro Antônio Jucá	
46	66	Em frente à Igreja N. S. da Piedade	

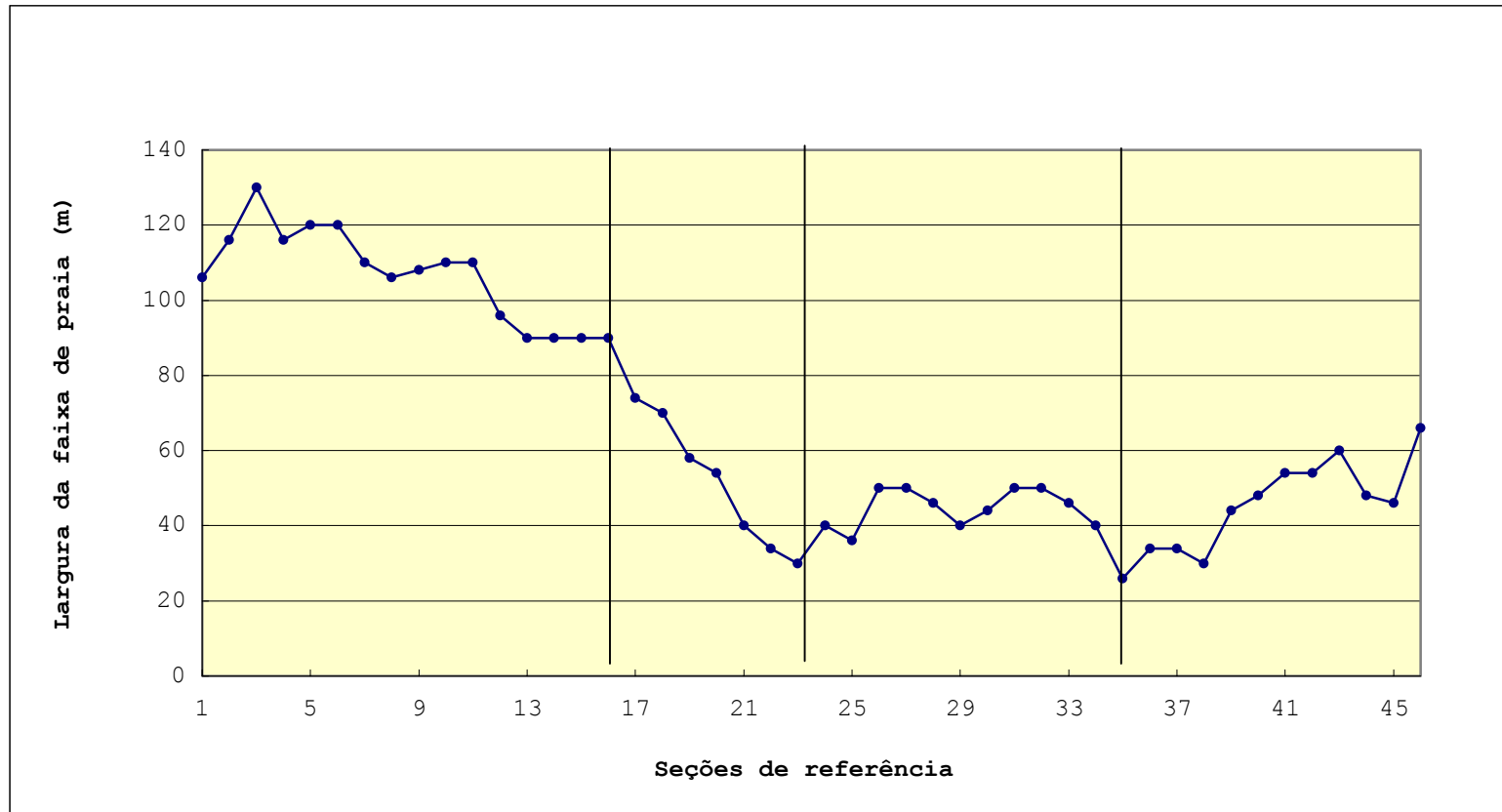


Figura 11: Variação da largura da faixa de praia ao longo das seções transversais (ano de referência - 1974).

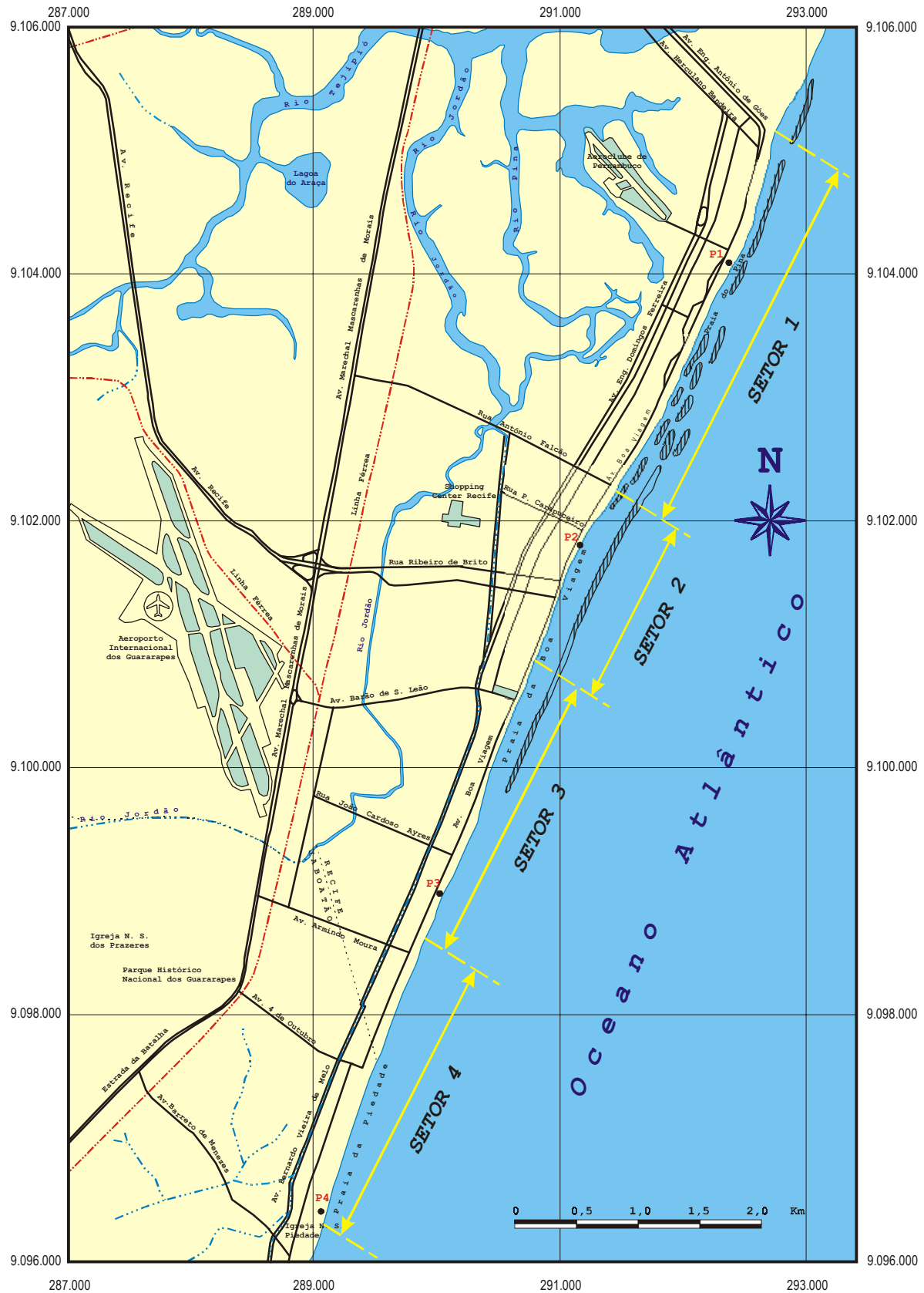


Figura 12: Segmentação morfológica ao longo da área estudada, conforme a definição dos setores costeiros proposta.

Foram estes também os elementos tomados como parâmetros na tentativa de se diagnosticar os riscos de erosão em cada um dos setores costeiros individualizados na área de estudo. Esta estimativa dos riscos se dá através da utilização de uma matriz de correlação, apresentada na tabela 4.

Nesta matriz, a análise dos parâmetros mencionados se dá ao longo das três últimas décadas, através de um exame detalhado das fotografias aéreas obtidas nos anos de 1974, 1983 e 1997, todas elas em escala 1:6.000.

A seguir será apresentada uma descrição pormenorizada dos setores considerados e dos parâmetros utilizados na avaliação dos riscos de erosão costeira nos diferentes anos de obtenção das fotografias aéreas. Tenta-se, assim, identificar a tendência de evolução e os riscos de erosão das praias consideradas.

3. 1 - LINHA DE COSTA NO ANO DE 1974

SETOR 1

Neste período a configuração morfológica apresentada por este setor permitiu a sua divisão em duas células costeiras.

A primeira delas está compreendida entre a Av. Eng. Antônio de Góes (seção 1) e a Rua do Atlântico (seção 5) e era representada por uma faixa arenosa com largura média de 118 m (alcançando um máximo de 130 m em frente à Rua Ondina - seção 3). As porções da alta praia possuíam grande largura (60-80 m), tendo como principal característica a presença de dunas frontais cujos topos alcançavam cotas de até 5 m, quase sempre recobertas por vegetação rasteira resistente e fixadora de areia (gramíneas de praia). O estirâncio apresentava largura média de 40 m.

A segunda célula está situada entre a Rua do Atlântico (seção 5) e a Rua Antônio Falcão (seção 16). A sua alta praia possuía largura com valores entre 30 e 40 m, exibindo alinhamentos de cordões litorâneos holocênicos. As dunas agora apresentavam alturas inferiores às inicialmente descritas, sendo muito comum cotas entre 3 e 3,5 m, tendo estas muitas vezes os topos aplainados e sendo desprovidas da cobertura de vegetação rasteira comum às dunas do primeiro trecho.

Esta situação parece ter favorecido a instalação de estruturas de lazer (quadras, campos e áreas pavimentadas), principalmente nas áreas próximas ao 2º e 3º jardins da Av. Boa Viagem.

Apresentava, também, um estirâncio relativamente amplo, chegando a alcançar em certos trechos 60 m. Os recifes de arenitos neste trecho parecem possuir maiores elevações, facilitando, assim, uma freqüente exposição subaérea dos mesmos, ao mesmo tempo em que estes se encontravam muitas vezes em contato direto com o estirâncio inferior.

As diferenças apontadas entre os segmentos descritos acima parecem ser amplamente influenciadas por uma inflexão no traçado da Av. Boa Viagem,

Tabela 4: Matriz de correlação do risco de erosão das praias nos setores costeiros propostos.

PARÂMETROS	1974				1983				1997			
	SETOR				SETOR				SETOR			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presença de dunas frontais e/ou cordões litorâneos												
Presença de vegetação na pós-praia												
Presença de estruturas artificiais rígidas na pós-praia e/ou estirâncio superior												
Sinais de erosão												
Sinais de sedimentação												
Presença de recifes na antepraia												
Presença de obras ou estruturas destinadas à contenção da erosão costeira												
Grau de ocupação da linha de costa (urbanização) e modificações decorrentes												
DIAGNÓSTICO DO RISCO	1	2	1	2	1	1	2	3	2	1	5	3

GRAU DE INFLUÊNCIA

-  Expressivo
 Moderado
 Inexpressivo
 Nulo ou Indeterminado

FATOR DE INFLUÊNCIA

-  Positivo
 Negativo

DIAGNÓSTICO DO RISCO

- 1 Muito Baixo
 2 Baixo
 3 Moderado
 4 Alto
 5 Muito Alto

justamente defronte a Rua do Atlântico. A partir deste ponto (e em direção ao início da área - Av. Eng. Antônio de Góes) a Av. Boa Viagem tem seu traçado alterado da direção 25° Az para 13° Az. Isso fez com que maiores porções da faixa de praia fossem preservadas, uma vez que a construção da avenida, a partir desse ponto de inflexão, se deu em áreas mais internas da planície quaternária (figuras 13 e 14).

Uma feição indicativa do transporte por deriva litorânea na área foi observada nas proximidades da Av. Herculano Bandeira. Trata-se de uma acumulação assimétrica de sedimentos junto ao antigo emissário submarino do Pina, onde se nota claramente que o transporte de sedimentos ocorria no sentido S-N. Deste modo, a porção a barlar desenvolver um saliente prisma arenoso que tendia a progradar na direção dos recifes, enquanto que a porção a sotamar experimentou um pronunciado recuo (cerca de 20 m) em relação à porção adjacente (figura 13).

Um destacado processo local de modelamento da linha de costa foi identificado neste setor. Trata-se da combinação dos fenômenos de difração e refração de ondas, verificada nas aberturas existentes nos recifes próximos à praia. Isso se verifica, por exemplo, em frente às ruas Herculano Bandeira e Ondina. Nestes casos notava-se uma pronunciada retração da linha de costa através da formação de pequenas enseadas (figura 13), tal como proposto pelo esquema apresentado na figura 7.

Outro elemento que parece ter papel de destaque no desenvolvimento das praias neste setor é o *Banco dos Afogados*. Trata-se de uma extensa massa coralina que se prolonga ininterruptamente desde o limite norte da área até as imediações da Av. Barão de Souza Leão (figura 6), alcançando em certos trechos uma largura da ordem de 800 m a uma distância não inferior a 300 m do final do estirâncio. Fato que propicia a estas praias uma sensível atenuação das ondas, que experimentarão, ainda, semelhante processo ao atingirem os recifes de arenito posicionados na base do estirâncio inferior/antepraia.

SETOR 2

Tem início nas proximidades da Rua Antônio Falcão e se estende até a Rua Coronel Benedito Chaves. Trata-se de um trecho da costa que apresenta uma configuração ligeiramente côncava, com uma linha de recifes de arenito (nem sempre contínua) disposta na sua porção submersa. A faixa arenosa apresentava uma largura média de cerca de 51 m.

Parece-nos, tal como ocorrido no setor 1, ser possível promover uma divisão deste setor em dois segmentos distintos.

O primeiro deles, compreendido entre as ruas Antônio Falcão (seção 16) e Bruno Veloso (seção 19), teria herdado algumas características do setor anterior, sendo representado por uma região de pós-praia bem definida, sobre a qual se notava ondulações, fruto do alinhamento de antigos cordões litorâneos que atingiam cotas de cerca de 4 m, tendo, ainda, uma destacada cobertura vegetal que favorecia a conservação e individualização desta porção do perfil praial (figura 15).



Figura 13: Fotografia aérea de parte do setor 1 no ano de 1974. São apresentados alguns dos elementos que auxiliaram na configuração da faixa de praia deste setor. O círculo verde destaca a região de progradação (a barlamar) da faixa de praia.



Figura 14: Visão geral do setor 1, onde se destaca a configuração assumida pela Av. Boa Viagem que sofre uma grande inflexão nas imediações da Rua do Atlântico, passando da direção 25° Az para 13° Az. Foto: Maia Melo Engenharia, 1989.

Nota-se que ao longo deste segmento havia uma progressiva redução na largura da pós-praia (e também do estirâncio) à medida que se reduziam as áreas de cobertura vegetal (gramíneas de praia), sendo comum a pós-praia exibir largura de 20 a 30 m, com o estirâncio chegando a alcançar 45 m (figura 15).

A segunda célula identificada neste setor se estendia desde a Rua Bruno Veloso (seção 19) até a Rua Coronel Benedito Chaves (seção 23). Era marcada por uma ausência de vegetação na pós-praia, o que induziu a uma sensível redução da faixa de praia e, também, ao seu aplainamento (com o desaparecimento da pós-praia em alguns pontos), evidenciado por uma destacada diferença de cota entre a mureta do calçadão e o terreno da praia (figura 15).

SETOR 3

Este setor está inserido na faixa de praia compreendida entre as ruas Coronel Benedito Chaves (seção 23) e o Conjunto Residencial Brigadeiro Veloso (seção 35).

Os primeiros 400 m deste setor eram marcados por uma estreita faixa de praia com largura não superior a 35 m, onde a pós-praia era bastante reduzida e completamente desprovida de vegetação, sendo por isso extremamente difícil se identificar o limite entre esta zona e o estirâncio (se é que ali existia esta separação).

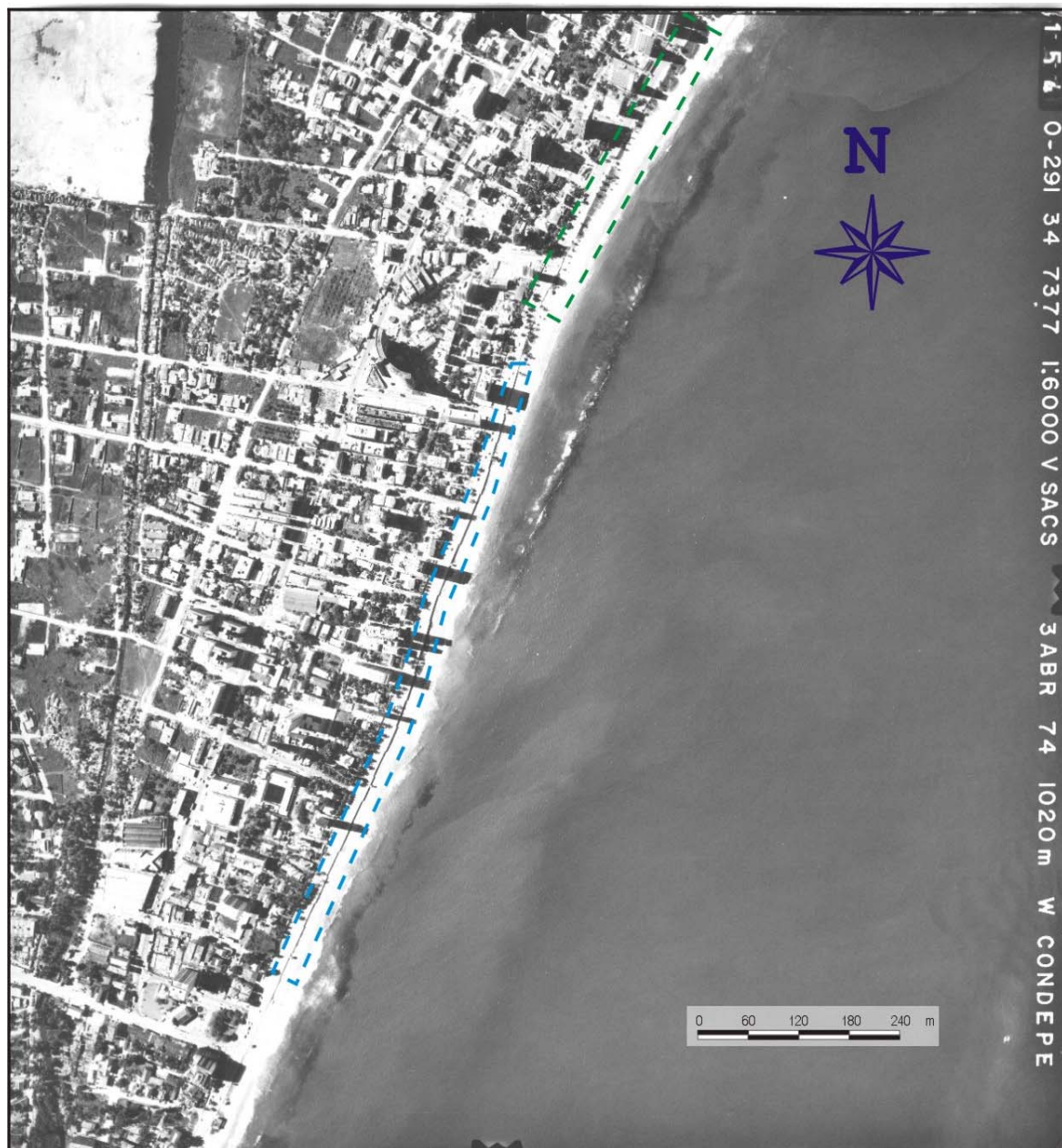


Figura 15: Fotografia aérea do setor 2 no ano de 1974. A área pontilhada verde destaca o trecho deste setor onde as gramíneas recobrem a pós-praia. A área destacada pela linha pontilhada azul mostra um trecho deste setor onde a pós-praia é marcada pela ausência de vegetação, e todo o perfil tem um acentuado aplainamento, o que propiciou uma diferença de cota bem pronunciada entre o calçadão e a faixa arenosa.

Após este pequeno trecho era observada uma grande monotonia na morfologia litorânea, com as zonas de pós-praia e estirâncio apresentando larguras equivalentes (cerca de 25 m) e onde a delimitação entre estas porções do perfil praial se dava de forma clara. A vegetação de praia se fazia presente em grande parte dos terrenos da pós-praia, que chegavam a atingir cotas muito próximas ou até mesmo superiores às da Av. Boa Viagem (figura 16).

Foram identificados trechos (principalmente entre as ruas Zael Diógenes e João Cardoso Ayres) onde eram ativas *correntes de retorno* que transportavam sedimentos para além da zona de arrebentação, como visto através das plumas de sedimentação originadas por estas correntes (figura 16).

SETOR 4

Trata-se de um setor de grande retilinidade da faixa costeira e que exibia uma largura média de 47 m.

A pós-praia, na qual se notava em muitos trechos o alinhamento de cordões litorâneos (figura 17), principalmente nas áreas ao sul da Rua Cândido Ferreira (seção 41), possuía uma largura média de 20 m, exceção feita a um pequeno trecho de cerca de 400 m de extensão que se inicia junto ao Conj. Residencial Brigadeiro Veloso (seção 35), onde a pós-praia, em média, não ultrapassava os 14 m.

A transição da pós-praia para o estirâncio era muito bem definida através das cristas de bermas ali presentes. Ao longo de quase todo o setor era comum a presença de vegetação nas porções superiores da praia.

Tal como visto no setor 3, a existência de plumas de sedimentos sendo transportadas para além da zona de arrebentação pelas correntes de retorno era um fato comum também neste setor. O que parece estar diretamente relacionado, nestes dois casos, à ausência dos recifes na porção submersa do perfil praial.

Chamou-nos a atenção, nas inspeções das fotografias aéreas, duas intervenções humanas na faixa de praia deste setor. A primeira delas foi a construção de uma pequena edificação (onde funcionava o Restaurante Sarong), implantada completamente sobre a pós-praia, a qual estava localizada em frente à Rua Cândido Ferreira.

A segunda intervenção se refere à colocação de blocos rochosos (enrocamento) na porção superior do estirâncio, desde as imediações da Rua Dourado Filho (seção 43) até a Igreja N. S. da Piedade (seção 46), perfazendo uma extensão de, aproximadamente, 650 m. Este enrocamento, segundo informações obtidas, teria sido construído na década de 60, em função de um processo de erosão que começava a ser ali observado (figura 17).



Figura 16: Fotografia aérea de parte do setor 3 no ano de 1974. As setas indicam pontos onde eram ativas correntes de retorno, que transportavam sedimentos para além da zona de arrebetação.

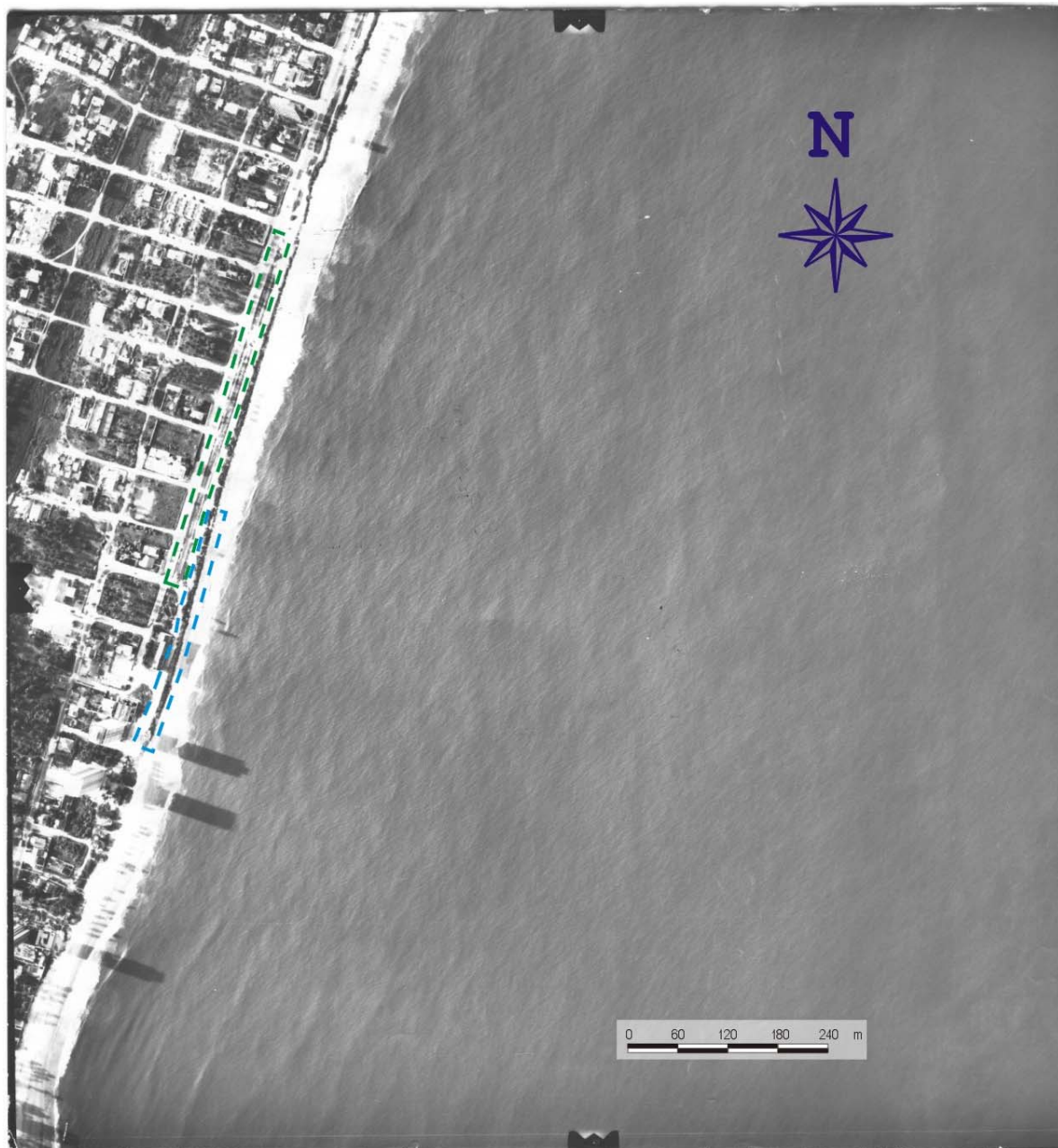


Figura 17: Fotografia aérea de parte do setor 4 no ano de 1974. A área pontilhada verde corresponde a um trecho onde ainda eram preservados os alinhamentos de antigos cordões litorâneos. A área em azul destaca o enrocamento de blocos rochosos junto à pós-praia.

3. 2 - A LINHA DE COSTA NO ANO DE 1983

SETOR 1

Inicialmente podemos afirmar que a largura média da faixa de praia neste setor manteve-se constante na quase totalidade das seções monitoradas, chegando mesmo em alguns pontos (ruas Benvinda de Faria e Padre Bernardino Pessoa) a se verificar um aumento na largura da praia.

Entretanto, foi nas imediações das avenidas Antônio de Góes e Herculano Bandeira que foram notados os mais claros sinais de progradação da linha de costa, que se traduziram pela deposição de bancos arenosos no canal existente entre o final do estirâncio e os recifes da área e pelo aumento na largura do estirâncio, tanto a barlamar como a sotamar do emissário submarino (figura 18). Novamente esta estrutura nos auxiliou a identificar a existência de transporte longitudinal de sedimentos na área. Constatou-se que o sentido da deriva litorânea observado em 1974 foi mantido, ou seja, S-N (figuras 18 e 19).

Foram identificadas novas obras de urbanização sobre os terrenos da pós-praia (construção de áreas de recreação pavimentadas, bancos de jardim e quadras esportivas), distribuídas ao longo de quase todo o setor.

Um fato que se confronta com o cenário de 1974 é a intensificação do processo de arborização. Para se ter um exemplo, naquele ano o número de árvores (a maior parte delas coqueiros) limitava-se a algumas poucas unidades, passando, nove anos depois, para mais de uma centena.

Se por um lado houve um aumento do número de árvores, por outro houve uma diminuição das áreas ocupadas pela vegetação de gramíneas, talvez motivada pela intensificação do uso destas praias por banhistas, como foi notado pela grande quantidade de trilhas sobre a pós-praia, e até mesmo a ocupação destas áreas por veículos de passeio que ali estacionavam, principalmente nos finais de semana.

SETOR 2

É possível observar a compartimentação morfológica indicada neste setor no ano de 1974 (existência de duas células costeiras).

Na primeira delas, compreendida entre as ruas Antônio Falcão e Bruno Veloso, houve um aumento da largura da pós-praia, chegando, freqüentemente, a atingir valores de 40-45 m, sendo esta uma zona muito bem individualizada no perfil praiial, que por sua vez apresenta, aparentemente, progradações do estirâncio. Não são mais vistos os alinhamentos de cordões litorâneos. As gramíneas continuavam muito bem disseminadas pela pós-praia (figura 20). O final desta primeira célula era marcado pela presença de uma galeria de águas pluviais (figura 21).

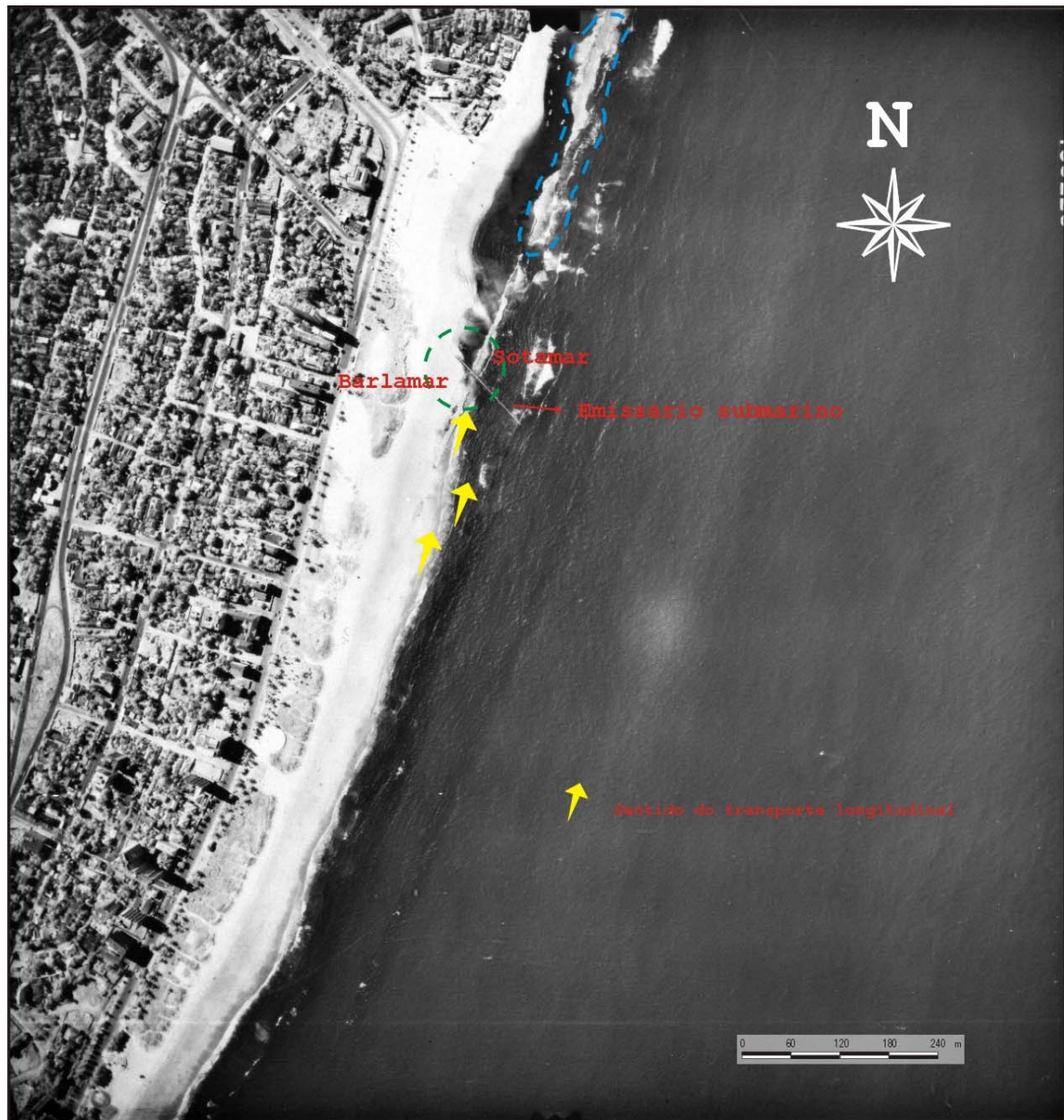


Figura 18: Fotografia aérea de parte do setor 1 no ano de 1983. A linha pontilhada azul delimita os bancos arenosos depositados junto aos recifes da área. O círculo verde destaca as áreas de progradação da praia em direção aos recifes, tanto a barlamar como a sotamar do emissário submarino (comparar com a figura 13), e evidencia o transporte litorâneo de sedimentos com sentido de deriva S-N.



Figura 19: Detalhe da deposição sedimentar junto ao antigo emissário submarino do Pina, provocada pelo transporte longitudinal de sedimentos no setor 1, onde nota-se claramente o sentido do transporte litorâneo. Fonte: Maia Melo Engenharia, 1989.

Na segunda célula notou-se um destacado aumento da cobertura vegetal. A largura total da faixa (emersa) de praia era de cerca de 60 m. Ocorreu, também, um grande incremento na amplitude vertical do perfil, principalmente nas áreas próximas ao calçadão, onde foi diminuída a diferença de cota anteriormente verificada entre este e a faixa de praia, num claro sinal de *engordamento* do perfil praiial (figura 20).

SETOR 3

Este setor não apresentou grandes variações na morfologia de sua faixa de praia. A sua pós-praia, ao longo dos primeiros 100 m de extensão, apresentava uma zona contínua com vegetação rasteira, cuja largura não ultrapassava, em média, aos 12 m. Porém, em frente ao Hotel Boa Viagem, um pequeno trecho do calçadão avançava sobre a praia, eliminando toda a vegetação ora existente. No restante do setor é possível afirmar que ocorreu uma expansão da vegetação de gramíneas (figura 22).

Percebe-se que houve uma incrementação na ocupação dos trechos de praia neste setor, manifestando-se pela construção de novos edifícios, implantação de sistemas de drenagem pluvial (galerias) e a criação de áreas de estacionamento que facilitaram o acesso de banhistas (figura 23). Nos pontos onde foram construídos os estacionamentos ocorreu uma redução da faixa de pós-praia, uma vez que estas obras diminuíram a largura original do calçadão.



Figura 20: Fotografia aérea do setor 2 no ano de 1983. As linhas pontilhadas verde e azul delimitam os dois compartimentos costeiros deste setor. No primeiro deles (linha verde) nota-se que ocorreu um aumento na largura da faixa de praia (ver figura 15). O segundo compartimento (linha azul) demonstrou uma aparente estabilidade da linha de costa, com aumento das áreas de gramíneas na pós-praia e um incremento da amplitude vertical do perfil praiial próximo ao calçadão.



Figura 21: Aspecto geral do trecho de praia em frente à Rua Bruno Veloso, onde uma galeria de águas pluviais provoca um rebaixamento acentuado do terreno da praia. Fonte: Maia Melo Engenharia, 1989.



Figura 22: Aspecto geral da faixa de praia do setor 3 ao final da década de 80. Nota-se o grande estoque de sedimentos na porção da pós-praia, que era marcada, também, pela presença de vegetação rasteira, grande responsável pela retenção do material arenoso destas praias. Foto: Maia Melo Engenharia, 1989.

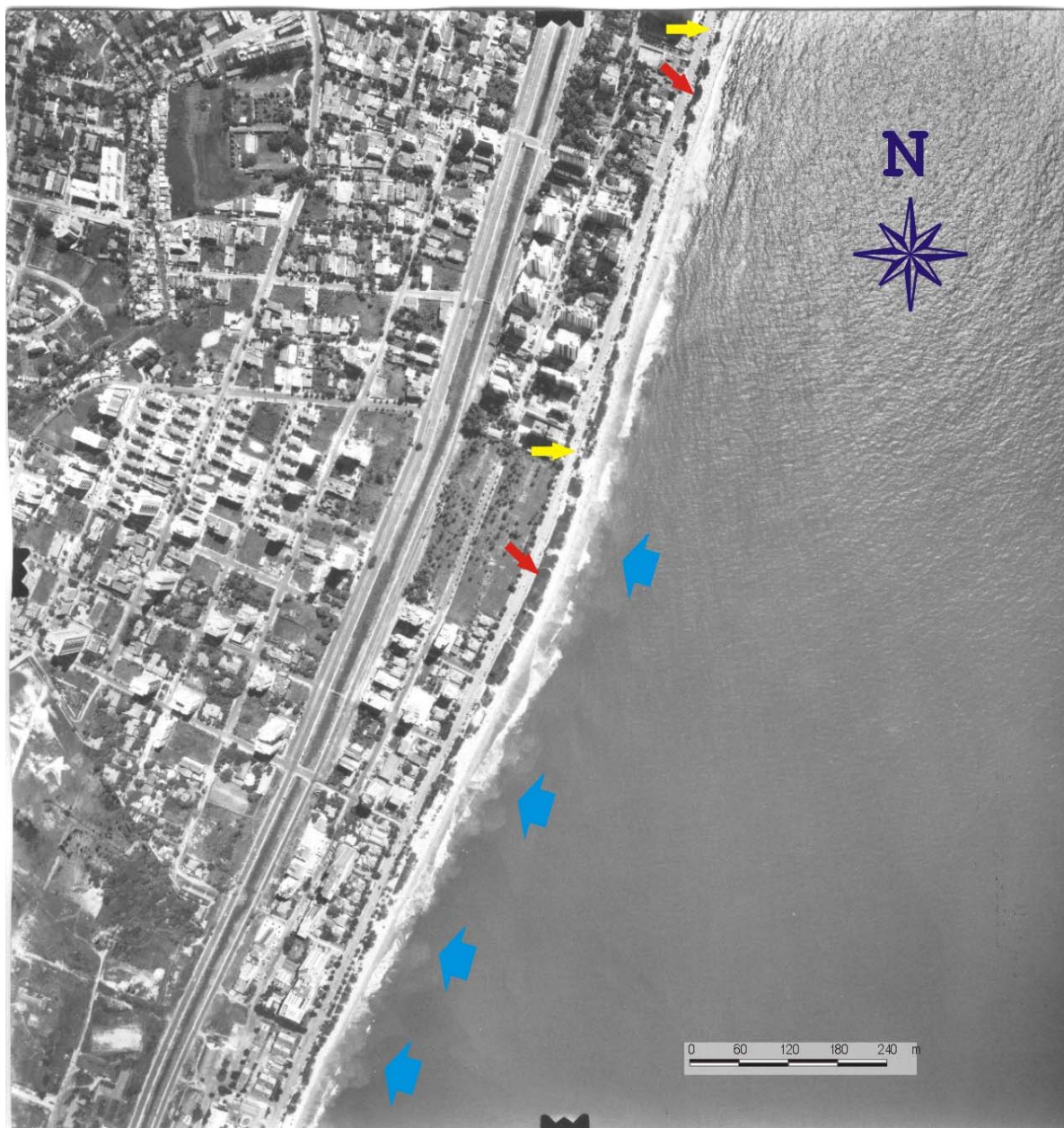


Figura 23: Fotografia aérea de parte do setor 3 no ano de 1983. As setas amarelas indicam trechos onde a construção de áreas de estacionamento reduziu, aparentemente, a largura da pós-praia. As setas vermelhas apontam áreas onde se deu o aumento da vegetação de gramíneas. As setas azuis assinalam plumas de sedimentos em suspensão, consequência da remoção de sedimentos do estirâncio.

Houve, assim, uma necessidade de se deslocar o mesmo para áreas até então intactas da pós-praia.

Ondas de sudeste incidiam sobre a praia com ângulo oblíquo (10-15°), o que faz pressupor um transporte litorâneo no sentido S-N (figura 23). Este sentido de transporte já tinha sido identificado no setor 1, tanto em 1974 como em 1983.

Em outros trechos (principalmente nas imediações da Rua João Cardoso Ayres), foi identificado um grande número de células com sedimentos em suspensão, formadas por correntes de retorno (figura 23).

A intensificação do processo de arborização, já notada no setor 1, foi também observada neste setor. Destacam-se as áreas em frente à Praça N. Sa. da Boa Viagem e em frente ao Conjunto Residencial Transatlântico (com a presença de grande número de coqueiros).

SETOR 4

Este setor experimentou uma moderada expansão urbana, cujos reflexos se manifestaram de forma heterogênea ao longo do mesmo.

A principal alteração observada foi a urbanização das áreas ao sul da Rua Cândido Ferreira (seção 41) que se deu com a construção da *Área de Lazer de Piedade* (figuras 24 e 25). Até então, esta região apresentava, como anteriormente descrito, extensos alinhamentos de cordões litorâneos. Este processo de urbanização foi marcado também pelo aumento do número de edificações à beira-mar.

A construção de áreas de estacionamento junto à Av. Boa Viagem provocou, localmente, a redução da largura da pós-praia e da faixa de vegetação associada, em virtude da alteração no traçado do calçamento.

Excetuando-se estas áreas, é possível afirmar que este setor manteve praticamente inalterada a configuração da sua faixa de praia, sendo verificadas larguras entre 10 e 30 m para a pós-praia.

A suspensão de sedimentos e seu transporte costa afora pelas correntes de retorno continuaram caracterizando a antepraia deste setor.

3. 3 - A LINHA DE COSTA NO ANO DE 1997

SETOR 1

Ao considerarmos, como inicialmente proposto, a divisão deste setor em duas células, observamos, em ambas, claras mudanças no cenário natural das praias, provocadas, principalmente, pelas sucessivas ações de ordenamento urbano que afetaram ao longo dos anos, fundamentalmente, a região da alta praia (pós-praia e dunas frontais).



Figura 24: Fotografia aérea de parte do setor 4 no ano de 1983. A área pontilhada delimita a zona de antigos cordões litorâneos, sobre os quais foi construída a Área de Lazer de Piedade, dando início a uma nova fase de urbanização da praia homônima.



Figura 25: Vista parcial da Área de Lazer de Piedade. Foto do autor.

Na primeira célula costeira houve uma sensível redução (cerca de 50%) da vegetação de gramíneas, o que favoreceu ao transporte eólico de sedimentos neste trecho. A redução deste tipo de vegetação se deu, principalmente, pela implantação de três campos de futebol (localizados entre as ruas Ondina e Vicência) e a construção de quatro quadras esportivas (próximas à Rua Pereira Costa).

Verificou-se uma pequena diminuição na largura do prisma praiial junto ao emissário submarino do Pina (cerca de 10 m a barlamar e de 20 m a sotamar, tomando-se como referência a situação observada em 1983) - figura 26.

Foi conservado o sentido do transporte sedimentar pelas correntes longitudinais (S-N). A largura média da alta praia (dunas frontais e pós-praia) era da ordem de 60 m.

A segunda célula ficou marcada, também, pelas alterações ocorridas na região das dunas frontais. Entretanto, manteve-se praticamente inalterado o contorno da linha de costa neste trecho.

Entre a Rua do Atlântico e o 1º Jardim da Avenida Boa Viagem foram construídas quatro quadras de tênis na porção central das dunas. O limite entre as dunas e o estirâncio era mais facilmente observado pela presença de uma acentuada escarpa na base destas dunas (que ali ocupavam uma área com largura não superior a 60 m), o que era facilmente observado entre o 3º Jardim e a Rua Henrique Capitulino (figura 27).

Houve, em muitas destas dunas, um significativo aumento de suas alturas, principalmente nos trechos próximos às ruas Benvinda de Farias, Prof. José Brandão e Padre Bernardino Pessoa.

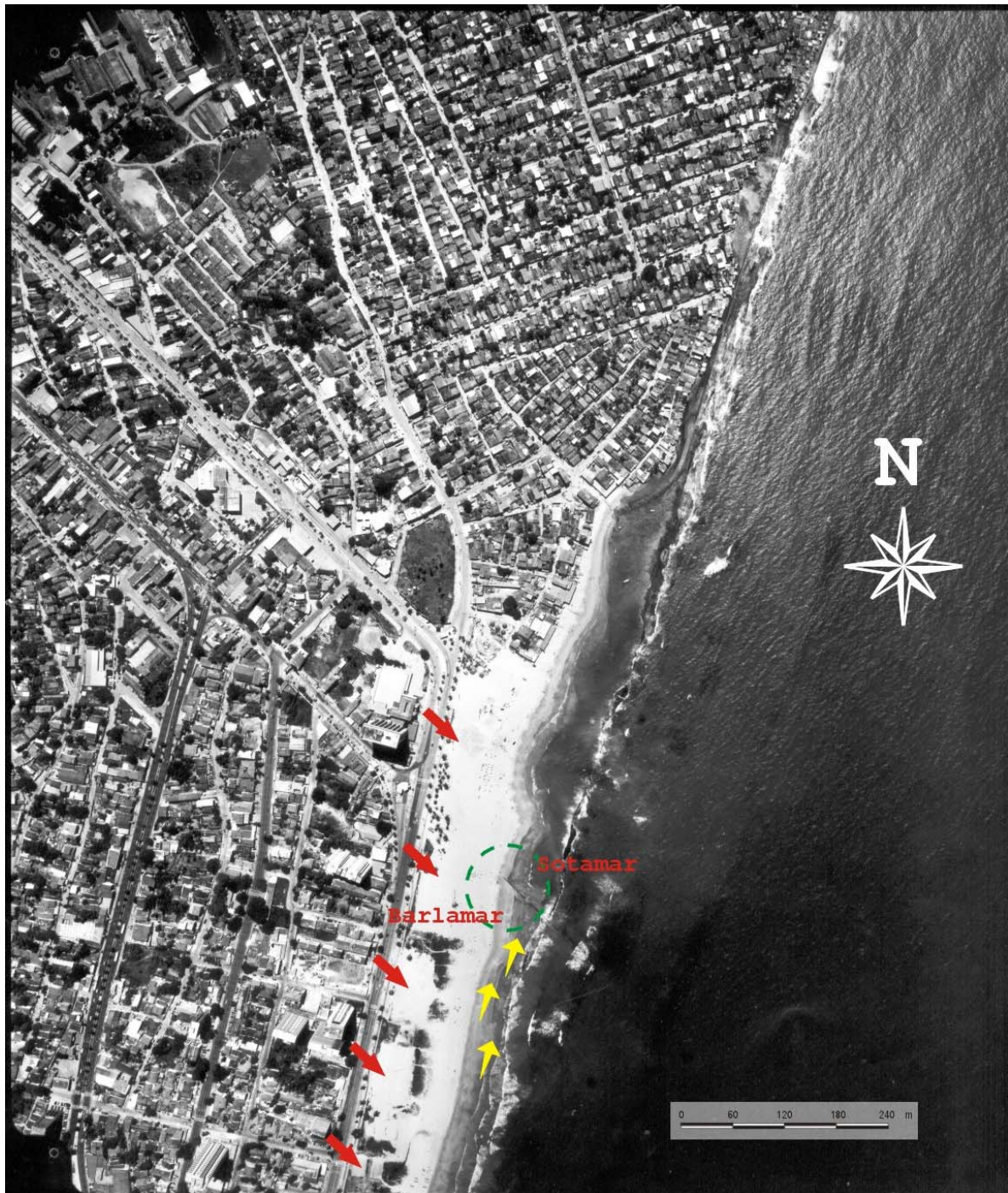


Figura 26: Fotografia aérea de parte do setor 1 no ano 1997. Nota-se um pequeno recuo do prisma praial junto ao antigo emissário submarino do Pina (linha verde pontilhada). As setas amarelas indicam o sentido do transporte litorâneo. As setas vermelhas assinalam trechos onde ocorreu grande redução da vegetação nativa, motivada, principalmente, pela implantação de campos de futebol e quadras esportivas (comparar com as figuras 13 e 18).



Figura 27: A presença de uma escarpa na base das dunas frontais marca o limite entre estas e a pós-praia/estirâncio superior no setor 1. Foto do autor.

SETOR 2

O processo de evolução da zona costeira neste trecho provocou mudanças bem distintas em cada uma das células que formam este setor.

Notou-se, na primeira delas, um inegável aumento da largura da faixa de praia, seguido por uma pequena redução das áreas com gramíneas (figura 28). Ainda é bastante significativo o efeito da descarga da galeria de águas pluviais próximo à Rua Bruno Veloso, resultando num trecho de rebaixada topografia, devido à constante remoção de sedimentos que ali se dá.

Foram mantidas, aparentemente, na segunda célula as características da faixa de praia verificadas pela inspeção das fotografias aéreas de 1983.

SETOR 3

A década de 90 começa com a construção da pista de Cooper do calçadão da Av. Boa Viagem, obra executada sob a ótica do projeto CURA BEIRA MAR, apresentado à Prefeitura Municipal em meados de 1989.

Este projeto estabeleceu, entre outras ações, quais trechos da praia seriam alterados e quais seriam preservados (ou seja, foram considerados como áreas de proteção).



Figura 28: Fotografia aérea do setor 2 no ano de 1997. A área da célula 1 (linha pontilhada verde) apresentou um aumento na largura da faixa de praia, com pequena redução da área vegetada. A seta em vermelho indica o ponto de descarga da galeria de águas pluviais da Rua Bruno Veloso.

Coube a boa parte do setor 3 as maiores mudanças no cenário costeiro, provocadas pela retirada da vegetação nativa, aumento da área impermeabilizada (avanço do calçamento em direção ao mar) e um grande rebaixamento da topografia da faixa de praia (fruto das obras de ampliação ocorridas).

As consequências desta intervenção surgiriam poucos anos depois. Fortes ressacas, ocorridas em agosto de 1994, resultaram na destruição de, aproximadamente, 200 m de extensão do calçadão (entre as ruas Jean Mermoz e Baltazar Passos). Em caráter emergencial foi implantado, no trecho atingido, uma proteção com sacos de areia e blocos de rocha.

Surgia aí um dos casos de erosão costeira de maior gravidade no Estado de Pernambuco, por estarem envolvidos na questão importantes valores de caráter econômico e social.

Rapidamente os danos causados pela ação das ondas se estenderam por um grande trecho (cerca de 2 Km), desde as imediações do Hotel Boa Viagem até as proximidades da Av. Armindo Moura (figura 29). Como resultado, foram colocadas toneladas de blocos de rocha, que formaram um enrocamento que se espalhou por a toda área atingida (figura 30).

Mais recentemente, através da análise das fotografias aéreas de 1997, constata-se o desaparecimento por completo da cobertura de gramíneas existente ao norte da Praça de Boa Viagem, mantendo-se, aproximadamente, preservada a largura deste pequeno trecho de praia.

A ampliação do calçadão, como já citado, atingiu as porções mais superiores da pós-praia, principalmente nos trechos ao sul da Praça N. Sa. da Boa Viagem. Ao se comparar as fotografias aéreas de 1983 e 1997 verifica-se que a praia, que neste setor já possuía largura relativamente pequena (figuras 23 e 29), foi severamente reduzida pela supressão da zona de pós-praia, que possuía cotas bem elevadas e era caracterizada, até então, por uma contínua faixa de gramíneas (figuras 31 e 32).

Produziu-se, assim, uma faixa de praia que passou a apresentar apenas um estreito estirâncio, que durante os períodos de preamar (e até mesmos alguns de baixa-mar) é ocupado pelas águas marinhas. Nestas ocasiões as ondas atingem fortemente o enrocamento, o que impede a permanência dos banhistas. A ação das ondas é tão intensa que o simples tráfego pela praia torna-se impraticável (figura 33).

Esta estrutura de proteção da orla prejudica, também, o acesso dos banhistas à praia, uma vez que este se dá apenas, de forma segura, através das escadarias de madeira implantadas.

Os blocos rochosos acabam por reter o lixo que o serviço de limpeza urbana não é capaz de recolher. Isto gera condições favoráveis para a proliferação de ratos, que ali encontram condições propícias de vida.

Tudo isto contribuiu para a drástica redução da balneabilidade deste trecho da Praia da Boa Viagem (figuras 34 e 35).



Figura 29: Fotografia aérea de parte do setor 3 no ano de 1997. A linha pontilhada verde delimita o extenso enrocamento construído próximo ao calçadão da Av. Boa Viagem, como estrutura de defesa costeira ao ataque das ondas, que no início da década passada alteraram profundamente as características da praia local. As setas em azul apontam para plumas de sedimentos originadas pelas correntes de retorno.



Figura 30: Obras de construção do enrocamento da Av. Boa Viagem (próximo ao Hotel Boa Viagem). Foto do autor.



Figura 31: Aspecto da faixa de praia do setor 3 ao final da década de 80. Observa-se uma pós-praia estabilizada, com cotas bem elevadas (e muito próximas das da Av. Boa Viagem). Foto: Maia Melo Engenharia, 1989.



Figura 32: O mesmo trecho de praia da figura 31 no início do ano de 2002. Nota-se um profundo rebaixamento da superfície da praia e a supressão completa da pós-praia. Apresenta-se como uma área de grande risco à conservação da Av. Boa Viagem. Foto do autor.



Figura 33: A ação das ondas nos períodos de preamar (ou até mesmo em certos períodos de baixa-mar como este) inviabiliza o simples tráfego de banhistas em boa parte do trecho com enrocamentos do setor 3. Foto do autor.



Figura 34: Visão parcial do enrocamento da Av. Boa Viagem no setor 3. Destaca-se o grande volume de rocha que atualmente ocupa área da antiga faixa de praia (comparar com a figura 22). Foto do autor.

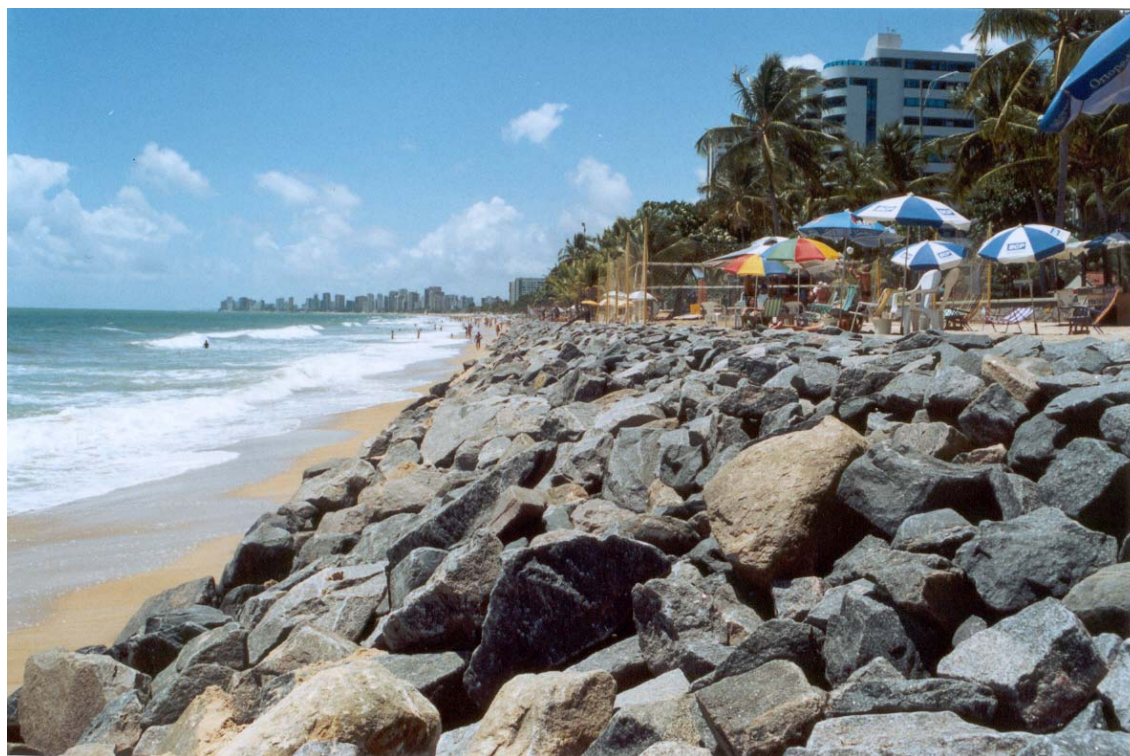


Figura 35: A colocação de grande volume de rocha reduziu enormemente a balneabilidade da praia em grande parte do setor 3. Foto do autor.

SETOR 4

Parece-nos que os efeitos negativos da ampliação do calçadão da Av. Boa Viagem não se estenderam a este setor (pelo menos com a intensidade verificada no setor 3).

Observa-se que a faixa de praia imediatamente ao sul do Clube de Oficiais da Aeronáutica (imediações da Av. Armindo Moura) teve redução da cobertura vegetal, fato, até então, bastante comum e até certo ponto esperado, em face do crescimento urbano experimentado ao longo de toda a área estudada. Deste modo, não se pode afirmar se esta alteração foi ocasionada pela obras de expansão do calçadão ou se por qualquer outro fator, quer seja de ordem antrópica ou natural, como, por exemplo, ondas incidindo sobre a faixa de praia com um ângulo fortemente oblíquo, o que possibilitaria a mobilização de sedimentos e a conseqüente alteração do cenário local (figura 36 e 37).

Torna-se passível de referência, entretanto, a redução (ou mesmo supressão) de pequenos trechos da pós-praia pela construção de obras isoladas, tal como o monumento em frente ao Hospital da Aeronáutica (figura 38).



Figura 36: A presença atual de vegetação na pós-praia é um aspecto visto apenas em certos trechos da pós-praia no setor 4. Foto do autor.



Figura 37: Fotografia aérea de parte do setor 4 no ano de 1997. Ondas oriundas de sudeste incidem com ângulo fortemente oblíquo sobre a faixa de praia do setor 4.



Figura 38: Exemplo de intervenção inadequada na faixa de praia do setor 4. Nota-se a ocupação de quase toda a pós-praia por uma estrutura fixa que acaba por promover a impermeabilização deste trecho do perfil praial. Foto do autor.

CAPÍTULO 4 - EVOLUÇÃO DE CURTO PRAZO: ESTUDOS DA MORFODINÂMICA PRAIAL

4. 1 - AS DIVISÕES DO AMBIENTE PRAIAL

O ambiente praial representa, sem sombra de dúvidas, o ambiente mais bem distribuído entre os ambientes costeiros de sedimentação (Davis, 1978). Apesar dos ambientes costeiros serem caracterizados, normalmente, por mudanças, as praias são as áreas mais dinâmicas dentre estes ambientes. A constante instabilidade da linha de costa e, especialmente das praias, decorre de alterações por efeitos naturais e/ou antrópicos, que se traduzem em modificações na disponibilidade, forma e posição de sedimentos, no clima de ondas e na altura do nível relativo do mar.

O perfil de uma praia tem sido comumente dividido em diversas zonas (figura 39), cada uma delas possuindo morfologia, fácies e processos característicos. Entretanto, estas divisões variam de um autor a outro, não havendo até o presente momento uma uniformização das terminologias aplicadas a elas. A figura 39 representa uma recente tentativa no caminho desta uniformização.

Consideraremos, assim, que o perfil de uma praia possa ser dividido, do continente em direção ao mar, em: **dunas frontais, pós-praia, praia ou estirâncio, antepraia e zona de transição**, cujas descrições seguem abaixo.

a) **Dunas frontais:** correspondem às dunas situadas na retaguarda do perfil praial, iniciadas ao final da pós-praia e se estendendo em direção ao interior do continente. Apresentam-se dispostas longitudinalmente em relação à linha de costa, representando importantes fontes de sedimentos.

b) **Pós-praia:** é uma zona de supramaré, somente inundada por raras marés (marés muito altas e de tempestade) que carregam sedimentos em direção ao continente, retrabalhando e depositando-os neste setor. É separada do campo de dunas e do estirâncio por escarpas de praia, formadas pela ação conjunta de ondas e marés.

c) **Praia ou Estirâncio:** representa a porção situada entre o limite superior de preamar (escarpa praial) e a linha de baixa-mar, isto é, a parte do ambiente praial que sofre normalmente a ação das marés e os efeitos de espraçamento das ondas após a arrebenção.

d) **Antepraia:** é a zona que se inicia no nível médio de maré baixa e estende-se mar adentro, além da zona de arrebenção, até a base da onda de bom tempo. Representa uma zona de máxima movimentação de sedimentos.

e) **Zona de transição:** estende-se da base média da onda de tempestade à base média da onda de bom tempo e é, por essa razão, caracterizada por alternâncias de condições de alta e baixa energia.

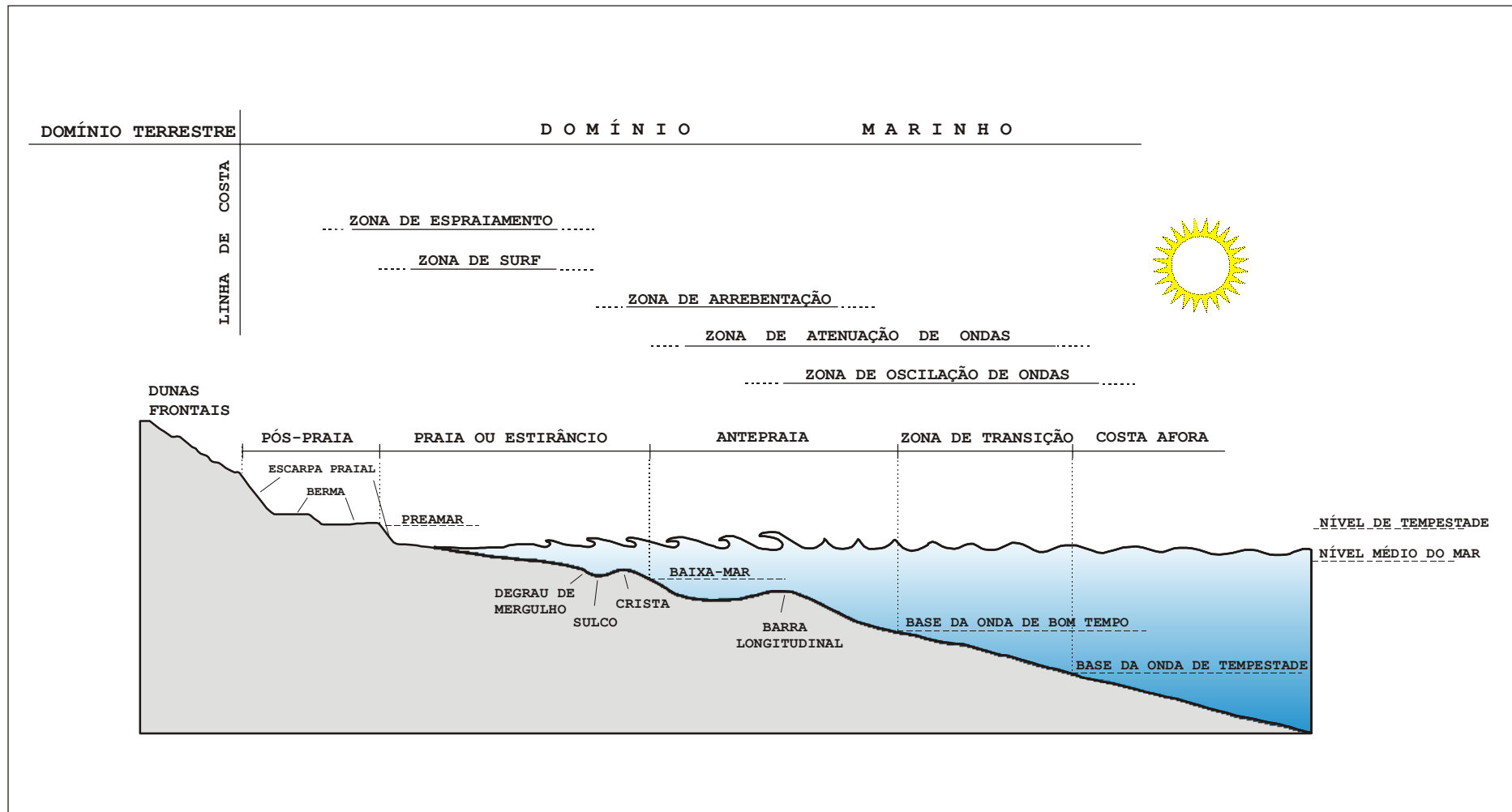


Figura 39: Perfil generalizado de uma praia, apresentando suas divisões e os principais elementos morfológicos. Fonte: Duarte, 1997.

4. 2 - A ANÁLISE DOS PERFIS DE PRAIA

As praias desenvolvem perfis que refletem as constantes condições de mudança, características deste ambiente.

Praias arenosas existem por causa de um balanço entre o fornecimento e a remoção do material que as forma. Praias que não apresentam mudanças com o tempo não são necessariamente estáticas, porém é mais provável que elas sejam representadas por um equilíbrio dinâmico, com fornecimento igual à remoção dos sedimentos (Duxbury & Duxbury, 1996).

Deste modo, as modificações topográficas verificadas em um perfil transversal de praia são respostas, geralmente, às variações de energia das ondas, em função das alternâncias entre *tempo bom* (sedimentação) e *tempestade* (erosão).

A utilização de nivelamentos geométricos permite a determinação das alturas de pontos em relação a uma RN (referência de nível), a qual poderá estar ou não relacionada ao zero hidrográfico ou ao nível médio do mar (NM). Estas alturas ou cotas são determinadas por visadas horizontais com nível de precisão e auxílio de miras verticais posicionadas em pontos do terreno.

Monitorando-se uma faixa de praia (e seu fundo marinho adjacente), pode-se verificar a manutenção de uma tendência erosiva ou progradacional, avaliando-se, desta forma, a variabilidade vertical do perfil no tempo.

Os perfis devem se estender desde a pós-praia até a zona submersa, a uma profundidade onde a variabilidade topográfica tende a não mais existir. Porém, na prática, isso só se realiza com o uso de equipamentos e embarcações para o levantamento da zona submarina, o que quase sempre inviabiliza o nivelamento topográfico deste trecho do perfil.

Comumente o perfil restringe-se ao segmento subaéreo e uma pequena porção submersa, até onde é possível posicionar a mira para a realização das leituras.

A implantação dos perfis deve levar em conta as características das praias, presença de recifes de arenito ou de corais, áreas de erosão ou sedimentação, etc.

Ao longo da área de estudo foram escolhidos quatro locais para a realização mensal dos levantamentos topográficos, por ocasião das baixa-mares das marés de sizígia, sempre que possível. Estes pontos receberam denominação de Perfil 1 (P1) a Perfil 4 (P4) - figura 5.

Nos locais previstos para o levantamento de cada perfil foi determinada a orientação dos mesmos, buscando-se sempre a direção perpendicular à linha de praia.

Uma vez definida a direção de cada perfil, era cravado no chão, em cada um deles, um piquete de madeira que passou a representar uma referência de nível (RN) em seus respectivos perfis. Estas referências de nível (além de fixar a direção do levantamento topográfico) tiveram suas cotas definidas a partir da determinação (aproximada) do nível do mar, através do levantamento topográfico combinado à previsão de altura das marés, referentes ao Porto do Recife, fornecida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

O monitoramento destes perfis foi realizado entre os meses de junho/96 e abril/97. Os mesmos eram sempre iniciados à retaguarda da pós-praia e se estendiam à zona de antepraia até um ponto onde era possível fixar a mira ao substrato para a realização da leitura, tal como já mencionado.

Os dados de cota e distância foram utilizados para que fossem traçadas e superpostas as medições mensais dos perfis, feitos através do programa computacional *Grapher for Windows* (versão 1.30), tal como visto nas figuras 41, 44, 48 e 50.

Uma vez traçados os quatro grupos de perfis foi possível calcular o volume de cada um deles (limitando-os sempre à cota zero), determinando a área (m^2) abaixo dos mesmos através do programa *Surfer for Windows* (versão 6.01) e multiplicando-a pela largura de 1 m (adotada em todos os perfis), obtendo-se, desta maneira, o volume de areia por metro linear de praia, expresso em metros cúbicos (m^3/m). Esta quantificação visa identificar a ocorrência de processos de erosão ou sedimentação nos locais monitorados.

As taxas diárias de erosão/deposição foram calculadas pela razão entre a diferença de volume entre dois levantamentos sucessivos e o número de dias transcorridos entre os mesmos (tabelas 6, 7, 8 e 9).

4. 2. 1 - PERFIL 1

O perfil 1 está localizado na Av. Boa Viagem, junto ao seu 1º Jardim, sendo marcado pela presença de dunas frontais de pequeno porte, geralmente recobertas por vegetação rasteira (gramíneas), e possuindo um estirâncio relativamente amplo e de mergulho suave. Corpos de recifes de arenito estão presentes na zona de antepraia (figura 40).



Figura 40: Local de monitoramento do perfil 1 (P1) - Praia da Boa Viagem. Foto do autor.

A análise comparativa dos perfis realizados (figura 42) e do gráfico de correlação (figura 41) mostra um cenário que pode vir a ser abordado de duas diferentes maneiras.

A primeira delas corresponderia a um perfil com tendência erosiva, marcado por um acentuado recuo da pós-praia imposto pela retirada de, aproximadamente, 212 m³/m de areia entre os meses de junho/96 e julho/96, o que nos forneceria uma taxa média de erosão diária de 13,29 m³/m, tal como visto pela correlação gráfica *volume x tempo* expressa pela linha de tendência (em cor vermelha e tracejada) presente na figura 41.

Uma segunda abordagem nos mostraria um quadro de estabilização morfológica deste perfil, tão bem caracterizada pela superposição, quase que coincidente, dos perfis topográficos a partir de julho/96. Esta tendência de estabilização também se reflete através da relação *volume x tempo* (figura 41) como visto através da disposição da reta de regressão (linha preta e contínua).

Parece-nos mais coerente admitirmos a segunda hipótese, uma vez que o volume médio por perfil (a partir de julho/96) é de 934,72 m³/m com um desvio-padrão (muito pequeno) de 23,96 m³/m, ou seja, cerca de 2,56 % do valor médio.

Acreditamos que a erosão verificada entre junho/96 e julho/96 possa ser entendida como um ajuste da morfologia praial em face das condições de energia que passaram a vigorar desde então, estabelecendo, a partir daí, uma situação de estabilidade.

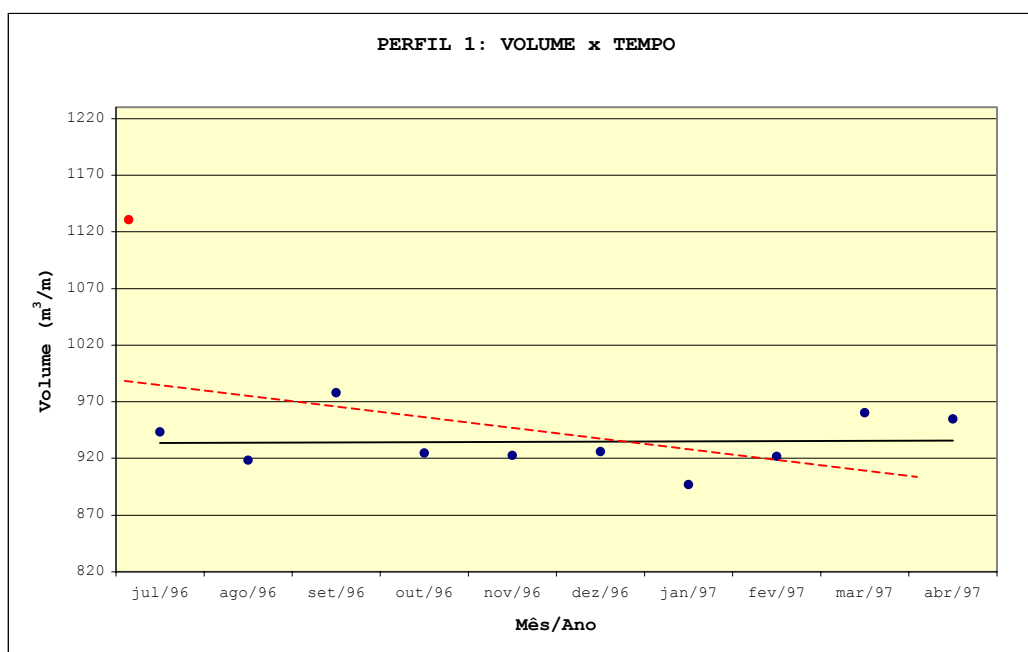
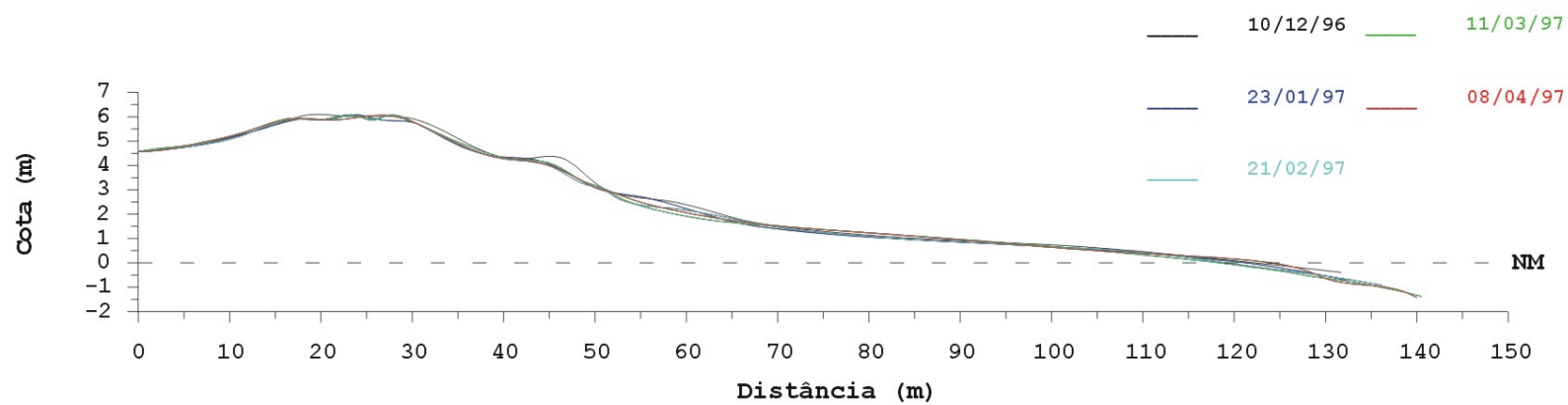
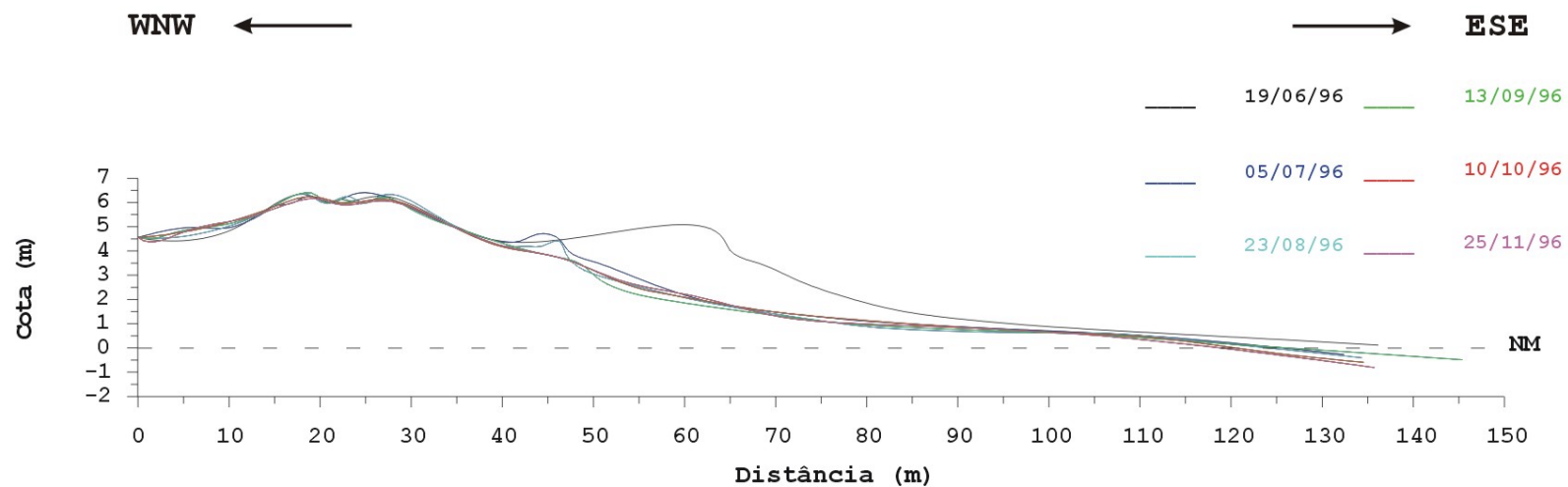


Figura 41: Correlação volume x tempo e as retas de regressão linear para o perfil 1. A reta de cor preta representa a situação onde o volume do perfil em junho/96 (ponto vermelho no canto superior) não foi considerado. A reta tracejada vermelha inclui este valor e expressa uma tendência de erosão para o perfil.



Escala vertical: 1/300
Escala horizontal: 1/800

Figura 42: Levantamentos topográficos realizados na Praia da Boa Viagem - Perfil 1 (P1)

4. 2. 2 - PERFIL 2

O perfil 2, localizado em frente ao nº 3574 da Av. Boa Viagem (Edifício Dom Afonso Henrique), é caracterizado por um amplo setor de pós-praia (cerca de 40 m de largura), uma escarpa de berma com inclinação bem acentuada e, tal como o perfil 1, apresenta recifes de arenito que aqui se apresentam de forma mais destacada na paisagem (figura 43).

O monitoramento permitiu verificar uma mobilidade de sedimentos quase nula na zona de pós-praia, cujo reflexo é a extrema estabilidade deste setor, como visto pela superposição dos perfis realizados (figura 44).

Constata-se pela inspeção da figura 45 a expressiva tendência de acumulação neste perfil, representada por uma taxa média de deposição de $12,67 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$.

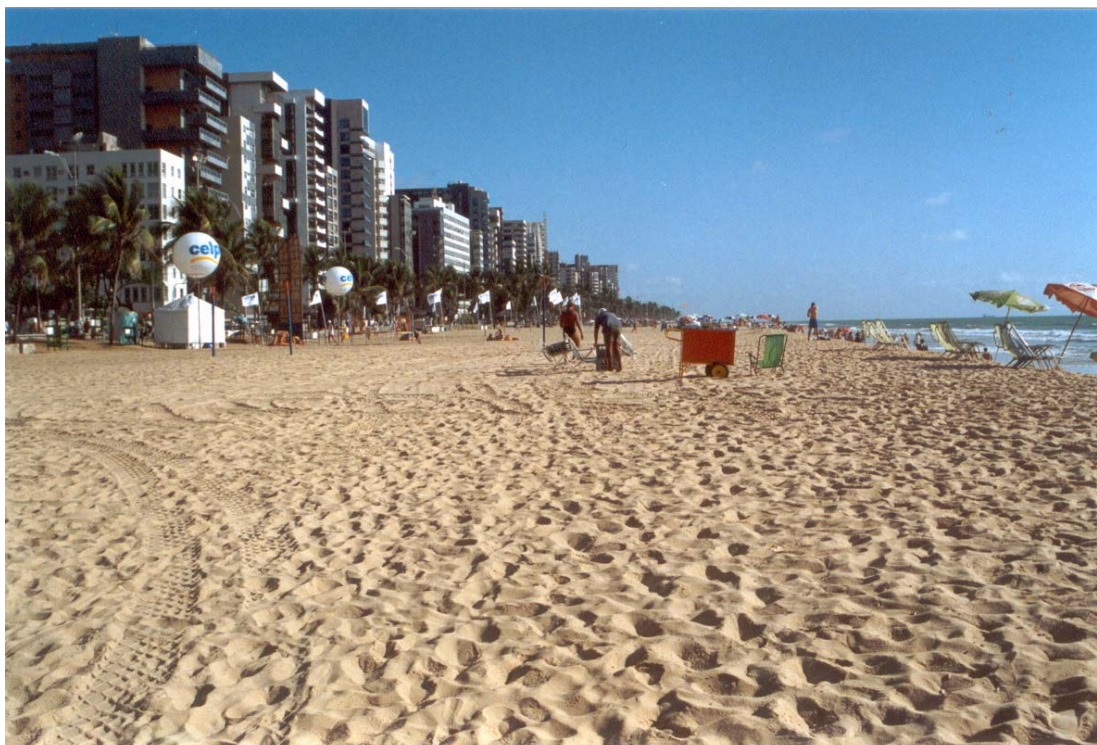


Figura 43: Local de monitoramento do perfil 2 - Praia da Boa Viagem. Foto do autor.

Parece existir um caráter sazonal neste perfil, marcado por uma suposta alternância entre *condições de inverno e verão*.

Esta alternância se caracteriza por um contínuo processo erosivo que se incrementa sucessivamente entre os meses de junho/96 e outubro/96 (*condições de inverno*), com uma taxa de retirada da ordem de $19,65 \text{ m}^3/\text{m}$. Cabe ao mês de outubro/96 a maior perda de sedimentos (cerca de $33,82 \text{ m}^3/\text{m}$), a uma taxa de $1,25 \text{ m}^3/\text{m}/\text{dia}$ (tabela 7).

A partir de novembro/96 há uma acentuada inversão do processo até então vigente, passando a se registrar *condições de verão* (primavera - verão) que se manifestam por

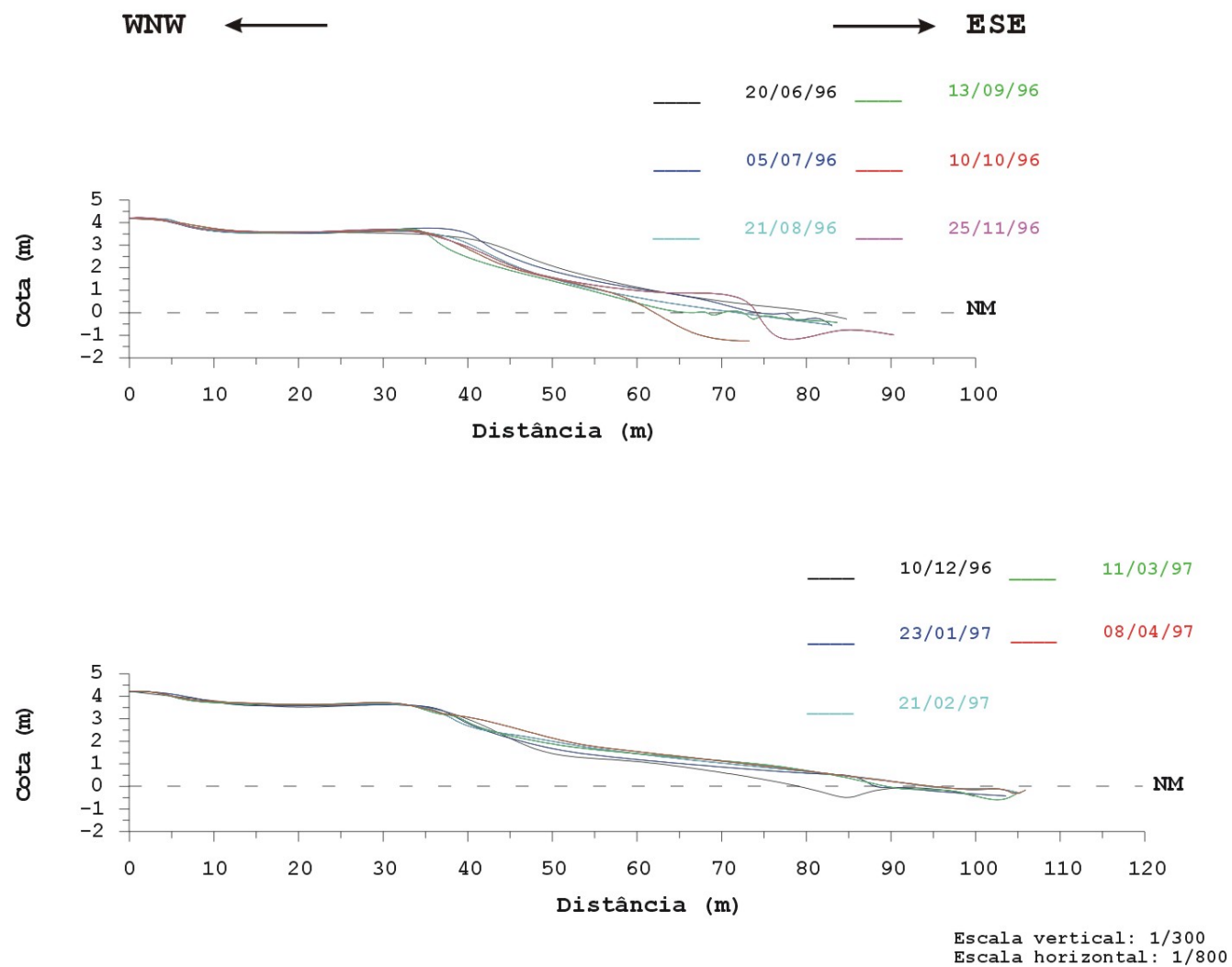


Figura 44: Levantamentos topográficos realizados na Praia da Boa Viagem - Perfil 2 (P2)

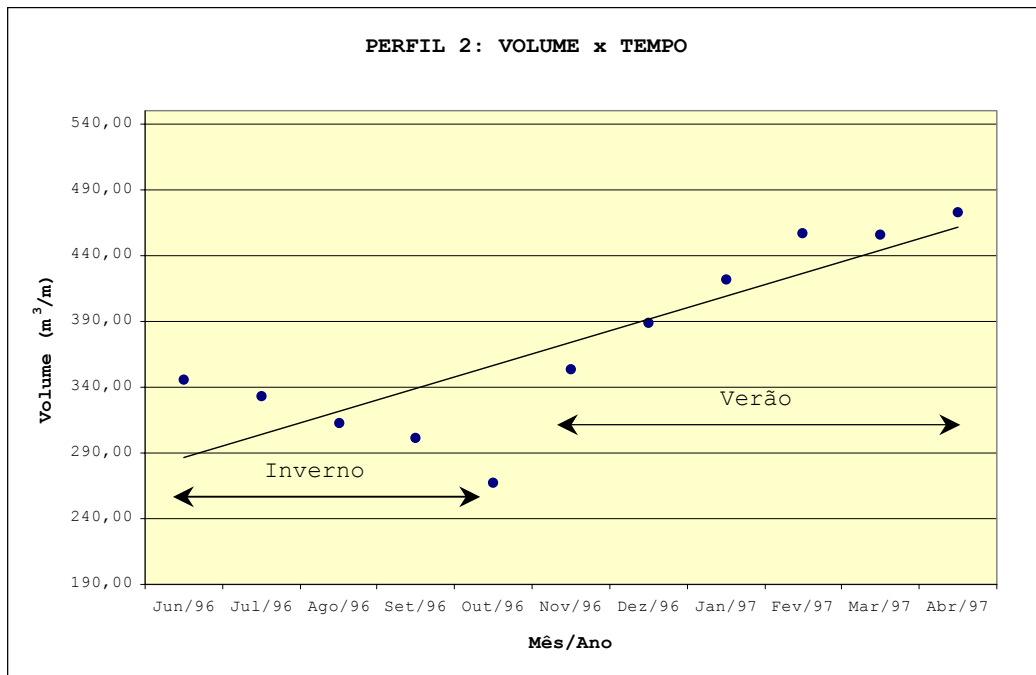


Figura 45: Correlação volume x tempo e a reta de regressão linear para o perfil 2.

uma taxa de sedimentação um pouco menor que $24 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$. Por sua vez, o mês de maior acúmulo foi novembro/96, com incremento de $86,10 \text{ m}^3/\text{m}$ em relação ao mês anterior.

Devido a esta inversão é que o perfil apresenta, como tendência geral, um caráter de deposição, cuja taxa mensal média de sedimentação (para todo o período estudado) é de $12,07 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$.

Parece-nos, também, que a tendência de sedimentação vem sendo continuamente observada já há vários anos. Esta afirmação baseia-se no fato de se verificar (inclusive entre os banhistas) um contínuo processo de assoreamento da porção da antepraia compreendida entre o estirâncio inferior e a linha de arrecifes (conhecida popularmente como as *piscinas naturais* da Praia da Boa Viagem).

4. 2. 3 - PERFIL 3

O perfil 3, localizado em frente ao nº 6836 da Av. Boa Viagem (Clube de Oficiais da Aeronáutica), apresenta uma seção emersa relativamente curta, marcada por um reduzido setor de pós-praia, o qual se encontra parcialmente recoberto por vegetação rasteira. A sua antepraia, diferente do que acontecia com os perfis anteriores, não apresenta recifes de arenito, permitindo, assim, a ação direta das ondas sobre a face de praia (figura 46).



Figura 46: Local de monitoramento do perfil 3 - Praia da Boa Viagem. Foto do autor.

Através da correlação linear *volume x tempo* (figura 47) constata-se que o perfil 3 é caracterizado por um franco processo de sedimentação arenosa, tendo sido verificado apenas nos meses de outubro/96 e janeiro/97 perda de sedimentos ($4,44 \text{ m}^3/\text{m}$ e $19,31 \text{ m}^3/\text{m}$, respectivamente) - tabela 8. Durante todos os outros meses de monitoramento se identifica uma tendência de deposição.

A taxa de sedimentação média para o período de estudo foi de $4,77 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$. O mês de maior acúmulo foi setembro/96, com incremento de $19,70 \text{ m}^3/\text{m}$, comparado ao mês anterior (agosto), nos fornecendo uma taxa diária média de deposição de $0,64 \text{ m}^3/\text{m}/\text{dia}$. Coube ao mês de janeiro/97, como já citado, a maior perda, com taxa diária média de erosão de cerca de $0,44 \text{ m}^3/\text{m}/\text{dia}$.

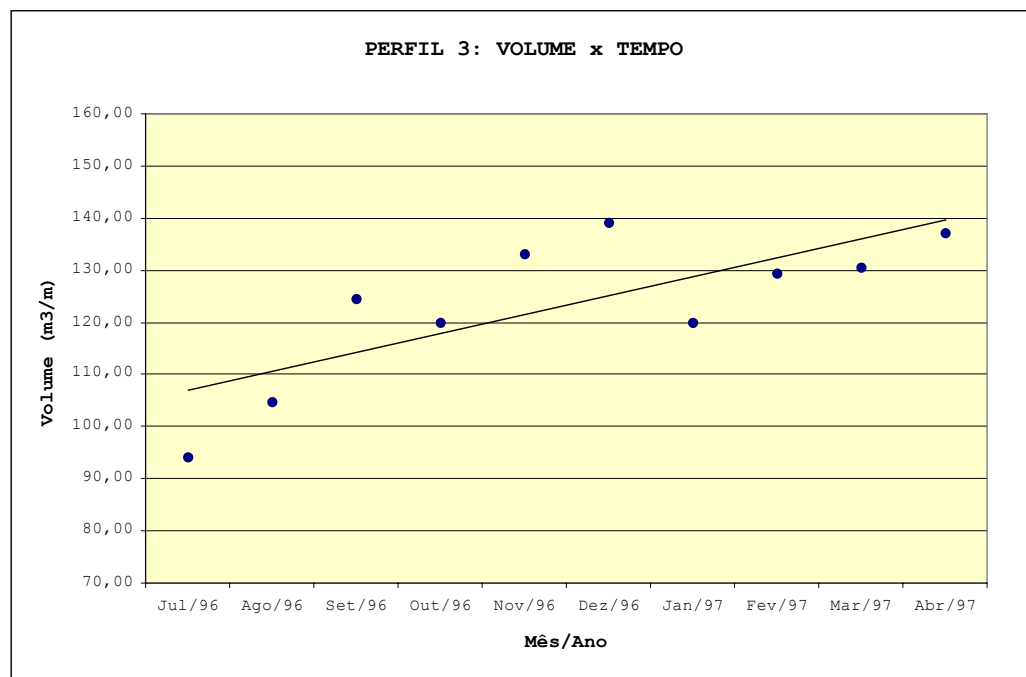


Figura 47: Correlação volume x tempo e a reta de regressão linear para o perfil 3.

Nota-se pela superposição dos perfis (figura 48) que a maior movimentação de sedimentos se dá no estirâncio superior/médio, havendo pequena ou quase nenhuma variação morfológica para o estirâncio inferior/antepraia.

4. 2. 4 - PERFIL 4

O perfil 4 está localizado no final da rua Miguel Arcanjo, próximo à Igreja Nossa Senhora da Piedade, no bairro homônimo. É marcado por uma pós-praia relativamente larga, disposta em dois patamares (degraus) que se destacam frente ao restante do perfil (figura 49).

Prevalece neste perfil a tendência de sedimentação (figura 50) já verificada nos perfis 2 e 3. A taxa média de deposição para o período junho/96 - abril/97 foi de 8,15 m³/m/mês, bem superior à apresentada pelo perfil 3.

Os valores máximos ocorridos foram de 2,51 m³/m/dia, para erosão, em novembro/96, e de 9,87 m³/m/dia, para deposição, em dezembro/96.

Observa-se pelos perfis uma grande estabilidade da pós-praia, cabendo ao estirâncio superior/inferior as modificações ocorridas ao longo dos meses de trabalho (figura 51).

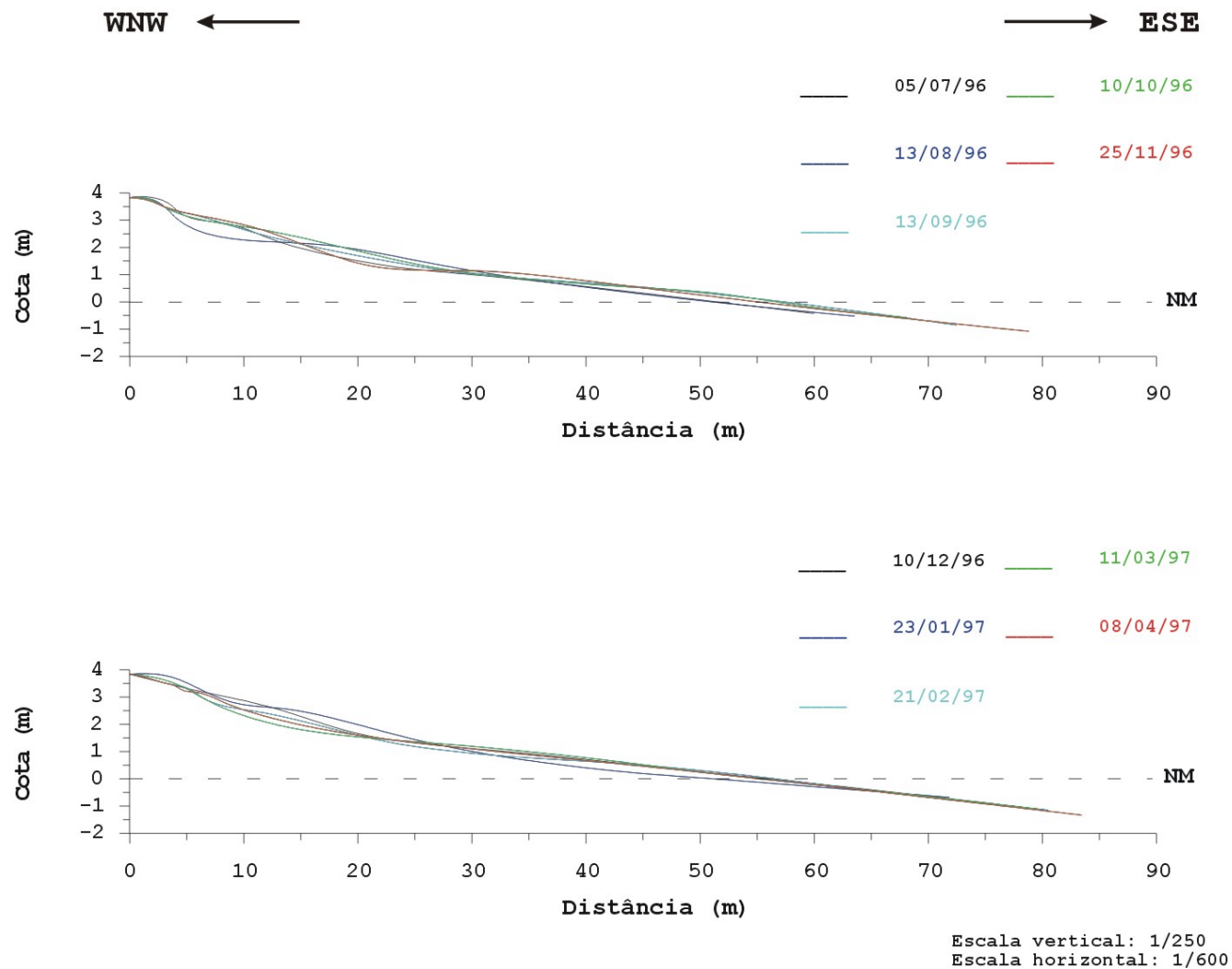


Figura 48: Levantamentos topográficos realizados na Praia da Boa Viagem - Perfil 3 (P3)



Figura 49: Local de monitoramento do perfil 4 - Praia da Piedade. Foto do autor.

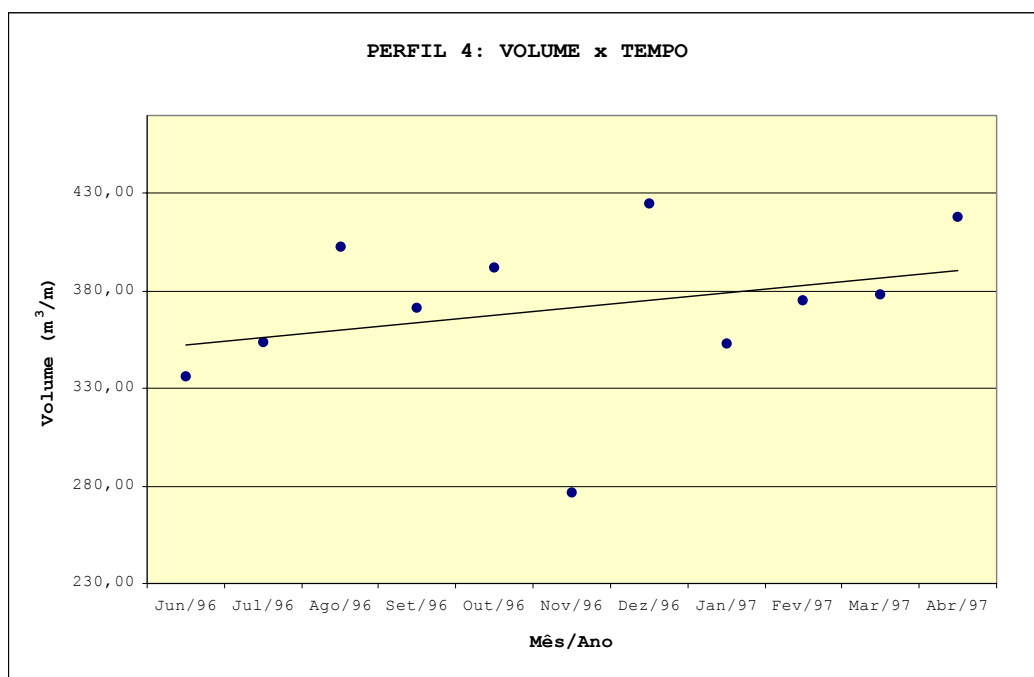


Figura 50: Correlação volume x tempo e a reta de regressão linear para o perfil 4.

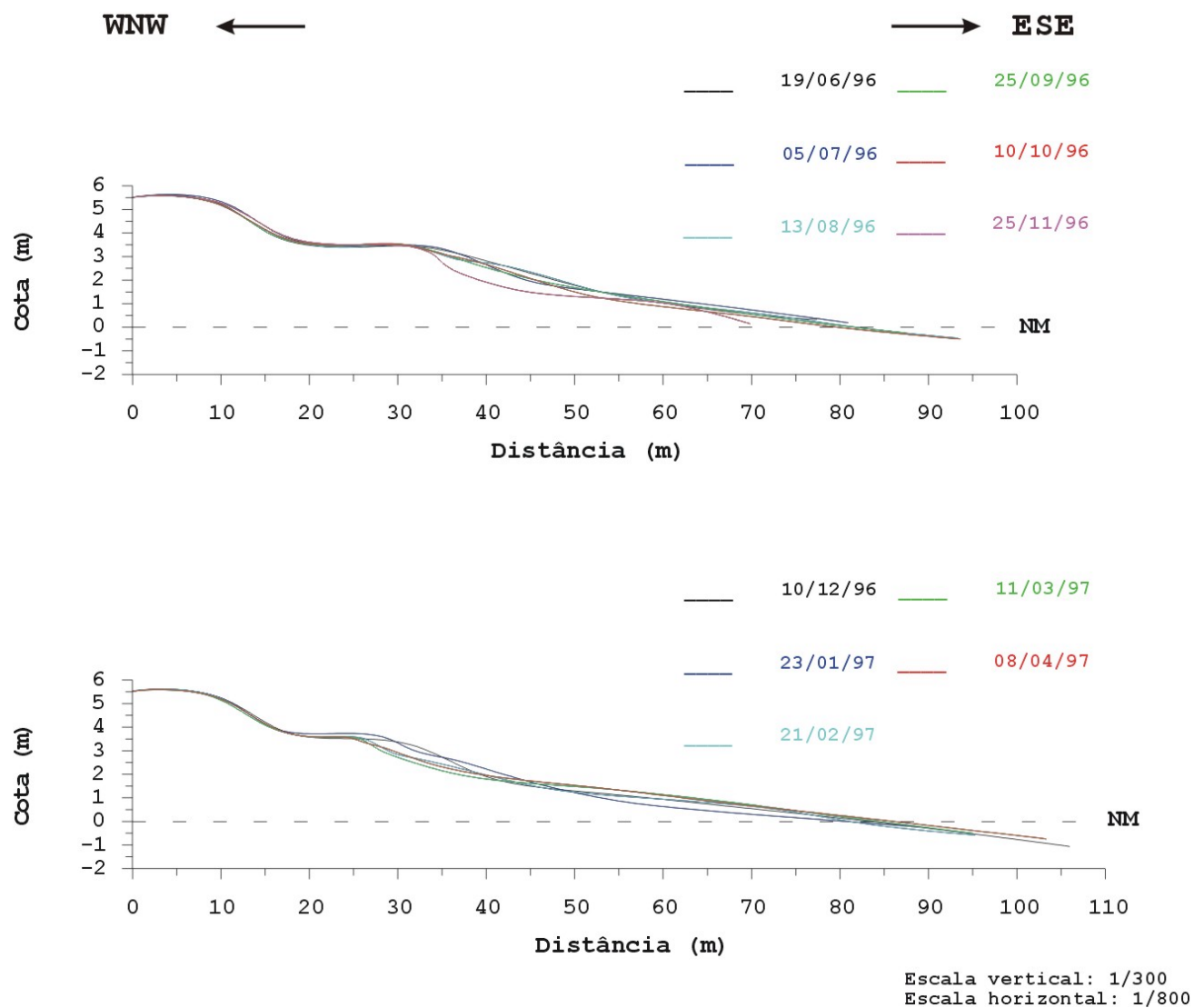


Figura 51: Levantamentos topográficos realizados na Praia da Piedade - Perfil 4 (P4)

4. 3 - DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS MORFODINÂMICOS

A natureza dos ciclos de praia tem sido determinada pela realização de perfis topográficos, tal como anteriormente visto. Métodos de análises classificatórias mais sofisticados têm sido empregados para caracterizar a variabilidade de um perfil de praia em função das condições oceanográficas.

Entre os diversos modelos propostos, o mais aceito (e um dos mais compreensíveis) é o proposto por Wright & Short (1984). Neste modelo, que inclui a morfologia das zonas de arrebentação e de surfe, foram identificados, além dos dois estados (ou estágios) morfológicos extremos, o **dissipativo** e o **refletivo**, mais quatro estados **intermediários: barra e calha longitudinal, barra e praia rítmica (ou de cúspides), barra transversal e terraço de baixa-mar** (figura 52).

Dependendo da variabilidade do clima de ondas, do vento, da inclinação da antepraia e das características de seus sedimentos, uma praia pode variar amplamente de configuração em relação ao seu estado mais frequente ou modal. Sabe-se, ainda, que para um dado momento a morfologia de uma praia é função não só das características citadas, como também do seu estado morfodinâmico antecedente.

A relação entre o estado de uma praia e as características das ondas e dos seus sedimentos foi estabelecida por Wright & Short (*op. cit.*), utilizando o parâmetro Ω , de Dean (1973 *apud* Wright & Short, *op. cit.*):

$$\Omega = \frac{H_b}{\omega_s T} \quad (\text{equação 1})$$

onde: H_b é a altura da onda na arrebentação (m), ω_s a velocidade de queda do grão (m/s) e T o período da onda (s).

Fisicamente, o parâmetro de Dean procura indicar a predisposição dos grãos de areia (controlados pela velocidade de sedimentação - ω_s) à ação das ondas (controladas pela sua energia - H_b/T), isto é, se o grão de areia colocado em suspensão durante a arrebentação das ondas irá retornar ao fundo no sentido da praia (sedimentação) ou no sentido do mar (erosão).

Ondas esbeltas, muito altas e com períodos curtos, representam condições de alta energia e propiciam a migração de sedimentos em direção ao mar. Com o decaimento do regime energético ocorre o contrário, causando a migração de sedimentos em direção à costa.

Uma vez que os valores instantâneos de Ω não representam necessariamente a morfologia (estado) da praia, Wright *et al.* (1984) utilizaram um valor médio ponderado de Ω ($\bar{\Omega}$), que considera, também, as condições morfodinâmicas antecedentes de uma dada praia.

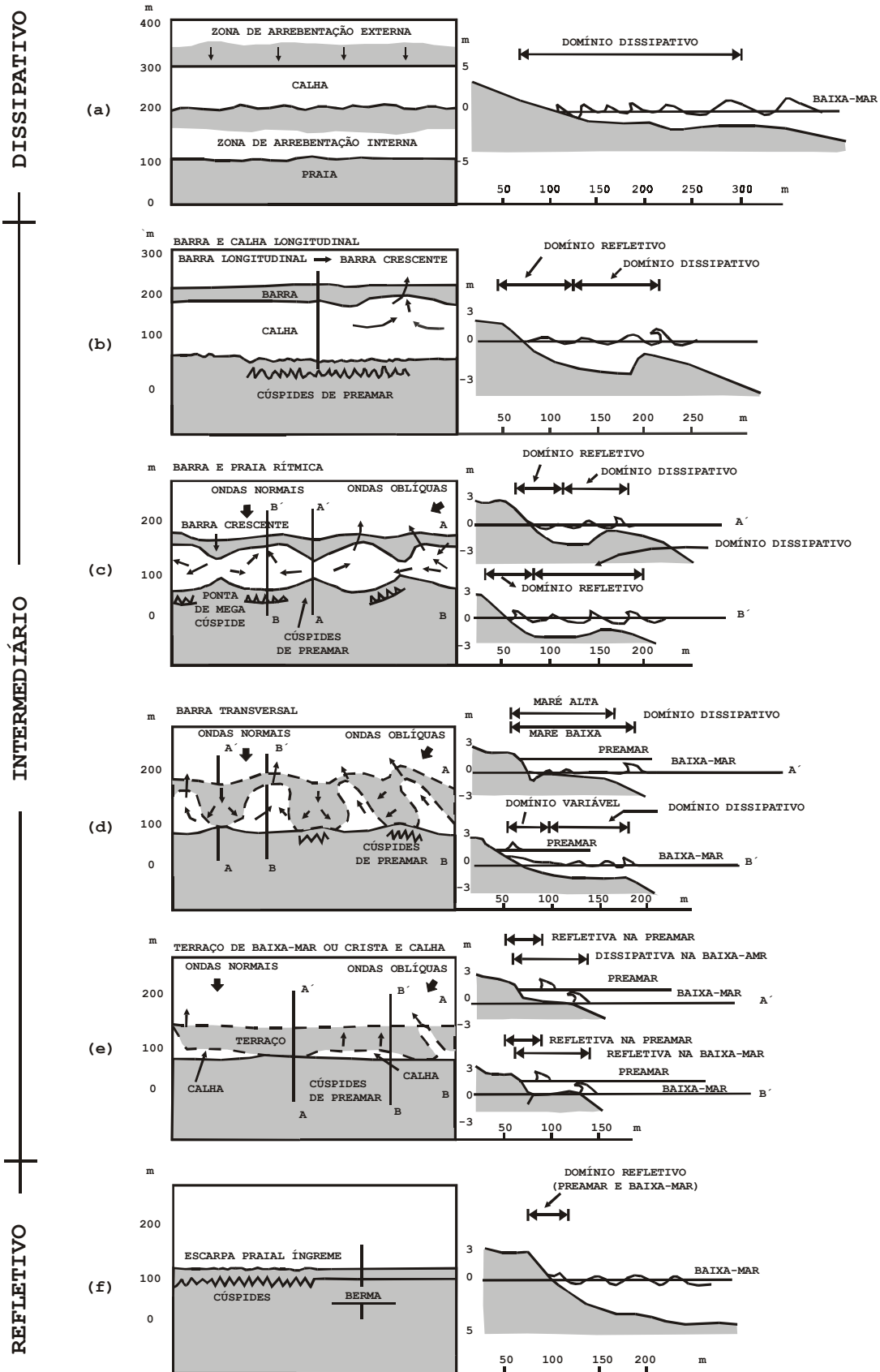


Figura 52: Características morfológicas dos seis estados de praia (Wright & Short, 1984).

Os valores médios de Ω ($\bar{\Omega}$) dos diversos estados fixados por Wright et al. (1984) estão presentes na tabela abaixo:

Tabela 5: Associações de equilíbrio entre estados de praia e o parâmetro Ω .
Fonte: Wright et al. (op. cit.).

ESTADO DA PRAIA	$\bar{\Omega}$	DESVIO-PADRÃO
Refletiva (R)	< 1,50	—
Terraço de baixa-mar (TBM)	2,40	0,19
Barra transversal (BT)	3,15	0,64
Barra e praia rítmica (BPR)	3,50	0,76
Barra e calha longitudinal (BCL)	4,70	0,93
Dissipativa (D)	> 5,50	—

As oscilações entre os estados são condicionadas pelas características sedimentares e pela susceptibilidade ao regime energético, onde as condições antecedentes influenciam o estado atual dentro de um nível sustentável da morfologia, expresso pelo desvio-padrão do Ω ($\bar{\Omega}$) - Wright et al. (op. cit.).

Assim, se um perfil praial acumula (ou perde) grande volume de sedimentos, ultrapassando o estado modal, ele tenderá a encontrar uma condição de equilíbrio morfodinâmico.

É preciso considerar, ainda, que a baixa correlação obtida por Wright et al. (op. cit) entre o valor de Ω e o estado da praia no momento da observação nos estudos das praias australianas fez com que fossem utilizados os valores médios ponderados das condições do ambiente praial dos dias anteriores. Isto naturalmente aumenta a dificuldade de aplicação deste modelo pelo esforço adicional a ser feito no levantamento das variáveis (Muehe, 1998).

Assim, a baixa diagnosticidade do parâmetro de Dean, muitas vezes observada na caracterização do estado praial, principalmente em praias com significativa variabilidade topográfica, decorre não apenas do fato das medidas terem sido feitas apenas num dado momento, mas, sobretudo, pela baixa correlação entre a granulometria dos sedimentos e o gradiente da face de praia e, por extensão, do fundo marinho (Muehe, op. cit.).

Os nossos levantamentos de campo, realizados mensalmente entre junho/96 e abril/97, nem sempre puderam contemplar a aquisição de alguns importantes parâmetros morfodinâmicos, tais como a altura da onda na arrebentação (H_b) e o seu período (T).

Isto se deve, em parte, às condições de obtenção (pelo método da observação visual de ondas) destes dados em dois dos perfis monitorados (P1 e P2), visto que, na baixa-mar das marés de sizígia (quando então eram executados os trabalhos de campo), grande parte da zona de antepraia destes perfis (marcados por linhas de recife de arenito) estava

completamente emersa, não sendo possível medir, por exemplo, a altura das ondas incidentes.

Esta parece ter sido uma questão que preocupou Short & Aagaard (1993 *apud* Klein & Calliari, 1997) que, ao estudarem praias com múltiplos bancos (similar ao que acontece para as praias dos perfis P1 e P2, devido aos recifes existentes), observaram que, graças ao decaimento de H_b ao longo da zona de surfe provocado pela dissipação da energia das ondas incidentes nos bancos, os limites numéricos do parâmetro Ω (atualmente utilizados para definir os estados morfodinâmicos) permanecem em questionamento no que se refere a sua aplicação nestes sistemas.

Isto implica dizer que a obtenção de dados de onda para estes casos poderia tornar muito imprecisos os valores de H_b e T . Como consequência, a caracterização morfodinâmica do perfil praial, baseada no parâmetro Ω ($\Omega = H_b / \omega_s T$) obtido em campo, estaria totalmente comprometida.

Assim, na tentativa de se caracterizar morfologicamente as praias estudadas através do modelo de estados modais proposto por Wright & Short (1984), foi necessária a adoção da metodologia proposta por Klein (1997) para se contornar o problema acima apresentado.

Klein (*op. cit.*) propõe, através de uma boa fundamentação teórica, a substituição do parâmetro sedimentar (ω_s) pela declividade da face da praia ($\tan \beta$), uma vez que esta é uma função do tamanho do grão (d), da altura da onda na arrebentação (H_b) e do período (T), conforme postulado por Sunamura (1984):

$$\tan \beta = \frac{0,12}{(H_b / g^{1/2} T d^{1/2})^{-1/2}} \quad (\text{equação 2})$$

Esta equação foi posteriormente modificada por Kriebel *et al.* (1991 *apud* Klein, *op. cit.*) para:

$$\tan \beta = 0,15 \Omega^{-1/2} \quad (\text{equação 3})$$

permitindo, desta maneira, que a equação seja assim apresentada:

$$\Omega_{\text{TEÓRICO}} = \frac{0,0225}{\tan \beta^2} \quad (\text{equação 4})$$

Assim sendo, foi realizada a classificação morfodinâmica das praias monitoradas através do $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$, conforme visto nas tabelas 6 a 9, onde estão relacionados, também, alguns outros parâmetros morfodinâmicos das praias.

O perfil P1 apresentou ao longo de todo o monitoramento características de praias dissipativas, traduzidas pela baixa declividade da praia ($< 2^\circ$), um grande estoque de sedimentos na sua retaguarda (areias das dunas frontais) e uma zona de surfe relativamente

larga, onde a energia das ondas é acentuadamente dissipada (devido aos recifes). Fato que foi corroborado pelos valores do $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$, que apontaram em 100% dos levantamentos condições dissipativas (tabela 6).

Os perfis P2 e P4 apresentaram, em ambos os casos, iguais proporções de condições intermediárias (63%) e dissipativas (37%) - tabelas 7 e 9.

Para o perfil P3 foi obtida uma tendência dissipativa, revelada em 60% do período estudado, com um número um pouco inferior de situações intermediárias (40%) - tabela 8.

Por se tratar de uma proposta metodológica relativamente nova, visando à classificação morfodinâmica de praias através do uso do $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$ (Klein, 1997), são raros as utilizações no Brasil desta metodologia, sendo raro, também, os estudos comparativos entre os dois indicadores (Ω_{CAMPO} versus $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$).

Klein & Calliari (1997), em estudo realizado na Praia de Concheiros do Albardão (litoral do Rio Grande do Sul) constataam algumas diferenças entre o valor do Ω_{CAMPO} e do $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$ (em uma praia que apresentou também uma grande variabilidade nos demais parâmetros morfodinâmicos considerados). Atribuem estas diferenças a uma condição de desequilíbrio entre o perfil da praia e as características das ondas, uma vez que os valores instantâneos de Ω (Ω_{CAMPO}) nem sempre representam o estado da praia naquele momento.

Muehe (1998) realiza uma série de comparações, na tentativa de se definir o estado da praia através da comparação entre o Ω_{CAMPO} , o $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$ e a configuração topográfica do perfil praiar, em quatro diferentes praias do litoral de Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro. Concluiu que o uso do $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$ aumentou o grau de concordância de 50 para 79%, em relação ao Ω_{CAMPO} , nas praias dissipativas, diminuindo, porém, a caracterização das praias intermediárias, as quais tiveram seu grau de acerto reduzido de 56 para 40%.

Os nossos trabalhos de campo permitiram a determinação, para o perfil P4, de valores de Ω_{CAMPO} que foram contrastados com os valores fornecidos pelo uso do $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$.

O parâmetro Ω_{CAMPO} foi calculado em nove diferentes ocasiões e o $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$ em onze. Os valores do Ω_{CAMPO} mostraram condições intermediárias em 67% das situações, contra 33% de condições dissipativas. Já o diagnóstico dado pelo $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$ revelou para este mesmo trecho de praia, 63% de condições intermediárias e 37% de condições dissipativas.

Ressaltamos, entretanto, que somente em três datas (25/09/96, 10/10/96 e 25/11/96), houve a oportunidade de se determinar estes dois parâmetros conjuntamente. Nas primeiras duas datas, os parâmetros considerados classificaram a praia como intermediária. Na terceira ocasião o Ω_{CAMPO} refletia condições dissipativas, enquanto o $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$ assinalava para uma caracterização de praia intermediária.

A partir dos valores constantes nas tabelas 6, 7, 8 e 9, foram calculados ainda, para cada perfil, a *largura média da praia* (Y_b), o *índice de mobilidade da praia* (σY_b) e o *coeficiente de variação da linha de praia* (CV%) - tabela 10.

Tabela 6: Parâmetros morfodinâmicos do perfil 1 (P1).

DATA	DECLIVIDADE (GRAUS)	GRADIENTE (tan β)	$\Omega_{\text{MÓRICO}}$	LARGURA DA FAIXA DE PRAIA (m)	VOLUME DO PERFIL (m ³)	TAXA DE DEPOSIÇÃO/ EROSÃO DIÁRIA (m ³ /dia)	GRANULOMETRIA (mm)	CLASSIFICAÇÃO DA PRAIA
19/06/96	1,58	0,028	28,70	141,00	1.155,94	-----	-----	Dissipativa
05/07/96	1,13	0,019	57,81	126,00	943,31	- 13,29	-----	Dissipativa
23/08/96	0,98	0,017	77,85	124,00	918,57	- 0,52	0,517	Dissipativa
13/09/96	0,97	0,017	77,85	127,00	977,92	+ 2,83	0,518	Dissipativa
10/10/96	1,61	0,028	28,70	120,00	924,66	- 1,97	0,517	Dissipativa
25/11/96	1,26	0,022	46,48	119,00	922,82	- 0,04	0,516	Dissipativa
10/12/96	1,70	0,030	25,62	122,00	926,22	+ 0,23	0,514	Dissipativa
23/01/97	1,76	0,031	23,76	122,00	896,76	- 0,67	0,374	Dissipativa
21/02/97	1,44	0,025	35,52	119,00	922,06	+ 0,87	0,434	Dissipativa
11/03/97	1,65	0,029	27,07	118,00	960,12	+ 2,11	0,514	Dissipativa
08/04/97	1,70	0,030	24,72	123,00	954,80	- 0,19	0,517	Dissipativa

Tabela 7: Parâmetros morfodinâmicos do perfil 2 (P2).

DATA	DECLIVIDADE (GRAUS)	GRADIENTE (tan β)	$\Omega_{\text{MÓRICO}}$	LARGURA DA FAIXA DE PRAIA (m)	VOLUME DO PERFIL (m ³)	TAXA DE DEPOSIÇÃO/ EROSÃO DIÁRIA (m ³ /dia)	GRANULOMETRIA (mm)	CLASSIFICAÇÃO DA PRAIA
20/06/96	4,33	0,075	4,00	80,00	346,12	-----	-----	Intermediário
05/07/96	4,33	0,075	4,00	75,00	332,53	- 0,91	-----	Intermediário
21/08/96	3,81	0,066	5,07	71,00	312,33	- 0,44	0,320	Intermediário
13/09/96	4,87	0,085	3,10	65,00	301,33	- 0,48	0,331	Intermediário
10/10/96	5,90	0,103	2,12	62,00	267,51	- 1,25	0,330	Intermediário
25/11/96	4,70	0,082	3,33	74,00	353,61	+ 1,91	0,314	Intermediário
10/12/96	3,54	0,062	5,85	79,00	389,29	+ 2,38	0,314	Intermediário
23/01/97	2,00	0,034	19,46	88,00	431,14	+ 0,72	0,217	Dissipativo
21/02/97	2,42	0,042	12,75	90,00	456,49	+ 1,22	0,263	Dissipativo
11/03/97	2,47	0,043	12,17	90,00	455,90	- 0,03	0,214	Dissipativo
08/04/97	2,60	0,045	11,11	95,00	472,82	+ 0,61	0,263	Dissipativo

Tabela 8: Parâmetros morfodinâmicos do perfil 3 (P3).

DATA	DECLIVIDADE (GRAUS)	GRADIENTE (tan β)	$\Omega_{\text{MÓRICO}}$	LARGURA DA FAIXA DE PRAIA (m)	VOLUME DO PERFIL (m ³)	TAXA DE DEPOSIÇÃO/ EROSÃO DIÁRIA (m ³ /dia)	GRANULOMETRIA (mm)	CLASSIFICAÇÃO DA PRAIA
05/07/96	3,38	0,059	6,43	50,00	94,07	-----	-----	Dissipativa
13/08/96	4,07	0,071	4,45	50,00	104,67	+ 0,27	0,331	Intermediária
13/09/96	3,37	0,059	6,47	57,00	124,37	+ 0,64	0,326	Dissipativa
10/10/96	3,83	0,067	5,00	58,00	119,93	- 0,16	0,329	Intermediária
25/11/96	3,66	0,064	5,49	55,00	132,94	+ 0,29	0,320	Intermediária
10/12/96	2,69	0,047	10,12	55,00	139,09	+ 0,41	0,320	Dissipativa
23/01/97	3,71	0,065	5,32	50,00	119,78	- 0,44	0,321	Intermediária
21/02/97	2,15	0,038	15,89	55,00	129,40	+ 0,33	0,319	Dissipativa
11/03/97	2,46	0,043	12,10	55,00	130,58	+ 0,04	0,329	Dissipativa
08/04/97	2,66	0,047	10,40	55,00	137,03	+ 0,23	0,279	Dissipativa

Tabela 9: Parâmetros morfodinâmicos do perfil 4 (P4).

DATA	DECLIVIDADE (GRAUS)	GRADIENTE (tan β)	$\Omega_{\text{MÓRICO}}$	LARGURA DA FAIXA DE PRAIA (m)	VOLUME DO PERFIL (m ³)	TAXA DE DEPOSIÇÃO/ EROSÃO DIÁRIA (m ³ /dia)	GRANULOMETRIA (mm)	CLASSIFICAÇÃO DA PRAIA
19/06/96	3,93	0,069	4,78	84,00	336,49	—	-----	Intermediária
05/07/96	4,32	0,076	3,93	85,00	353,62	+ 1,07	-----	Intermediária
13/08/96	3,85	0,067	4,98	82,00	402,70	+ 1,26	0,351	Intermediária
25/09/96	4,50	0,078	3,71	80,00	371,78	- 0,72	0,346	Intermediária
10/10/96	4,35	0,076	3,88	79,00	392,18	+ 1,36	0,346	Intermediária
25/11/96	4,10	0,072	4,37	71,00	276,90	- 2,51	0,211	Intermediária
10/12/96	2,73	0,048	9,90	84,00	425,05	+ 9,87	0,212	Dissipativa
23/01/97	3,71	0,064	5,34	79,00	352,94	- 1,64	0,216	Intermediária
21/02/97	3,34	0,058	6,61	80,00	374,88	+ 0,76	0,202	Dissipativa
11/03/97	2,14	0,037	16,09	83,00	378,66	+ 0,20	0,206	Dissipativa
08/04/97	2,43	0,042	12,50	87,00	417,99	+ 1,40	0,222	Dissipativa

Tabela 10: Demais parâmetros morfodinâmicos que caracterizam os perfis monitorados.

PERFIL	PARÂMETRO MORFODINÂMICO		
	Y_b	σY_b	CV%
1	123,73	6,12	4,95
2	79,00	10,31	13,05
3	54,00	2,79	5,17
4	81,27	4,09	5,03

O índice de mobilidade da praia (σY_b), calculado pelo desvio-padrão das variações temporais da largura da faixa de praia, representa a razão morfométrica entre a amplitude horizontal do perfil de praia e a variação do volume sedimentar (Wright *et al.*, 1984). Segundo Komar (1976), as dimensões físicas do perfil são tão importantes quanto a composição sedimentar para se definir o grau de retrabalhamento de uma praia.

O coeficiente de variação da linha de praia (CV%), definido pela razão entre o índice de mobilidade da praia (σY_b) e a largura média da praia (Y_b), representa em porcentagem a susceptibilidade à erosão dos depósitos sedimentares próximos ao nível do mar (NM), como resposta morfológica ao regime energético.

CAPÍTULO 5 - CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA

5. 1 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Os sedimentos que compõem uma praia têm uma ilimitada variação de tamanhos, formas e composições. Entretanto, cada área de praia é, geralmente, caracterizada por uma textura e composição particular (Davis, 1978).

Independente dos materiais, a composição tende a refletir as regiões adjacentes (áreas-fontes) e a granulometria os processos de transporte e deposição. Baseado neste último fato tem sido comum o uso da análise granulométrica como uma ferramenta para o entendimento de tais processos.

Mesmo tendo sido afirmado por Pettijohn (1975) que: *"É duvidoso que a distribuição dos tamanhos dos grãos possa ser indicativa de qualquer agente e/ou ambiente particular. E mesmo que fosse, seria virtualmente impossível aplicar tal conhecimento às rochas antigas bem litificadas"*, o estudo das características dos sedimentos, no que diz respeito à forma e tamanho, tem sido largamente utilizado pela sedimentologia, juntamente com o uso dos parâmetros estatísticos granulométricos, há várias décadas.

A análise granulométrica é um processo que permite estabelecer uma expressão quantitativa da distribuição dos grãos em amostras de sedimentos. Por sua vez, os diferentes tamanhos de grãos podem ser classificados de acordo com os valores existentes em uma determinada escala granulométrica, cujos valores são, normalmente, expressos em milímetros (mm) ou, ainda, em unidade *phi* (ϕ).

A escala granulométrica mais utilizada é a de Wentworth (1922 *apud* Muehe, 1996). A unidade *phi* (ϕ) é numericamente definida como:

$$\phi = - \log_2 d$$

onde: **d** é o diâmetro do grão em milímetros.

O método de peneiramento é o mais comumente usado para a determinação dos tamanhos dos grãos em sedimentos arenosos mediante o emprego de uma sequência de peneiras, as quais possuem um sistema de telas com malhas padronizadas que são combinadas de acordo com a *Escala de Wentworth*. Normalmente, escolhe-se o limite de 0,062 mm como o diâmetro conveniente para distinguir entre as técnicas para sedimentos grosseiros e finos.

Os dados resultantes das análises granulométricas são convertidos em informações numéricas ou gráficas que caracterizam as amostras analisadas e servem para descrições texturais, comparações entre amostras, teste de comportamento dos sedimentos durante o transporte e a deposição, entre outros. Os gráficos, além de representarem os resultados

visualmente, podem também sugerir novas linhas de conduta das pesquisas a serem efetuadas (Ponzi, 1995).

O emprego dos parâmetros estatísticos das distribuições granulométricas caracterizou os estudos sedimentológicos das décadas de 50 e 60, quando se buscou, através dos mesmos, inferir direções de transporte e deposição e reconstituições paleo-ambientais. Um bom exemplo foi dado por Visser (1969 *apud* Muehe, 1996), que procurou, através de inflexões nas curvas granulométricas, identificar subpopulações distintas de grãos transportados em suspensão, saltação e rolamento.

Estudos sobre as características texturais de sedimentos praias atuais têm sido conduzidos, na sua grande maioria, para a compreensão dos processos de transporte e deposição e para a obtenção de dados que permitam distingui-los de outros depositados em ambientes diversos, tais como, o eólico e o fluvial. Entretanto, poucos trabalhos têm sido feitos visando à utilização das características texturais para distinguir sedimentos praias depositados em diferentes condições de exposição à ação das ondas ou níveis distintos de energia (Bittencourt & Vilas Boas, 1992).

Variações texturais observadas no estirâncio e na antepraia, tanto longitudinalmente como perpendicularmente, são indicativas da energia deposicional e da estabilidade/instabilidade destas zonas (Larson *et al.*, 1997).

Sob essa ótica, a amostragem de sedimentos precisa coincidir com as linhas de perfis de praia para que as amostras possam ser espacialmente localizadas e relacionadas a zonas morfológicas e hidrodinâmicas destes perfis. Em cada linha é recomendado que amostras sejam coletadas em todas as grandes mudanças morfológicas, tais como base da duna, porção central da berma (quando estas existirem), ao longo do estirâncio e na antepraia (Stauble & Hoel, 1986 *apud* Larson *et al.*, *op. cit.*).

Assim, a coleta de amostras deste trabalho foi realizada mensalmente, entre junho/96 e abril/97, juntamente com o nivelamento geométrico executado ao longo dos quatro perfis monitorados (P1 a P4). Nestes, foram sempre coletadas amostras nos setores de pós-praia, estirâncio (na sua porção central) e antepraia (com a profundidade da lâmina d'água em torno de 1 m), além das amostras coletadas na duna frontal do perfil 1 (P1). Em todos os casos, as amostras foram recolhidas nas primeiras lâminas da superfície (entre 3 e 5 cm de profundidade).

A chegada das amostras ao laboratório foi seguida da secagem das mesmas em estufa, para posterior homogeneização e quarteamento. Daí obtinha-se subamostras com 100 g de peso.

Sedimentos marinhos, ricos em sais solúveis e materiais carbonáticos (além de eventuais fragmentos de material orgânico), devem passar por sucessivas lavagens até que os mesmos sejam eliminados, evitando que as análises granulométricas sofram alterações causadas por floculação de argilas ou agregados de sais nos grãos (Borba, 1999).

Após tal procedimento, o material selecionado é novamente secado, evitando-se, assim, a aglutinação dos grãos ou alteração de peso devido à umidade.

Para o fracionamento granulométrico, utilizou-se um conjunto de peneiras, possuindo telas com malhas padronizadas segundo a *Escala de Wentworth*. As peneiras utilizadas possuíam abertura de 0,062; 0,125; 0,250; 0,500; 1,000 e 2,000 mm, e o peneiramento se deu com o auxílio de um vibrador de peneiras.

Cada fração individualizada era, enfim, pesada. Com base nos dados granulométricos foram construídas curvas de frequência acumulada, com o auxílio do programa *Grapher for Windows* (versão 1.30)- figuras 53, 54, 55 e 56.

A obtenção dos parâmetros estatísticos granulométricos foi realizada com a utilização do programa computacional *PANCOM - Programa de Análise Completa (v.91)* - elaborado por Toldo Jr. & Dorneles (1991), segundo as proposições de Folk & Ward (1957), reproduzidas na tabela 11.

A classificação dos sedimentos foi feita através do uso do tamanho médio, que, das medidas de tendência central normalmente consideradas (tamanho médio, mediana e moda), é inegavelmente o mais eficiente para esta função. Geologicamente ele reflete a média geral de tamanho dos sedimentos, sendo afetado pela fonte de suprimentos do material, pelo processo de deposição e pela velocidade das correntes (Suguio, 1976).

Folk & Ward (*op. cit.*) sugerem que o diâmetro médio seja uma medida melhor que a mediana para expressar a granulometria do sedimento, uma vez que o uso da mediana pode induzir a erros na apreciação do sedimento, visto que, por exemplo, seriam iguais os valores da mediana de um sedimento com 40% de cascalho e 60% de areia fina e outro com 60% de areia fina e 40% de argila.

Qualquer tentativa de utilização dos parâmetros estatísticos propostos por Folk & Ward (*op. cit.*) na interpretação geológica de dados granulométricos deve levar em conta que estes obedecem a uma complexa e, ainda, não totalmente estabelecida relação (Ponçano, 1986).

A interpretação geológica dos parâmetros granulométricos tem demonstrado que grande atenção vem sendo dada à assimetria, que seria indicativa de processos de adição ou remoção de certas frações granulométricas. Diâmetro médio e desvio-padrão envolvem as noções de distância da área fonte e grau de seleção, não podendo ser enfocados de modo simples (Ponçano, *op.cit.*).

Já a curtose não vem sendo interpretada com sucesso, uma vez que seu significado geológico não é muito claro (Muehe, 1996). Acreditamos ser esta a razão pela qual grande parte da literatura consultada deixa de lado a análise da curtose. Por tais motivos não usaremos este parâmetro em nossas discussões.

5. 2 - CARACTERÍSTICAS TEXTURAIS DOS SEDIMENTOS

A observação das curvas granulométricas dos sedimentos (figuras 53 a 56) mostra claramente que o transporte por saltação é amplamente dominante ao longo de toda a área estudada.

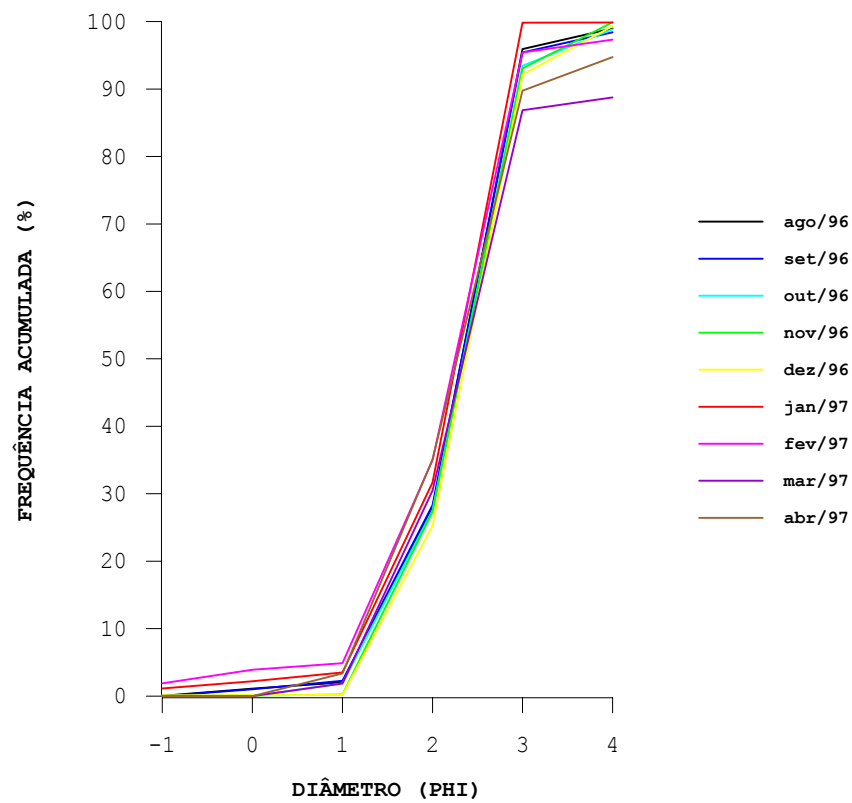


Figura 53: Curvas granulométricas acumulativas dos sedimentos das dunas frontais do perfil 1.

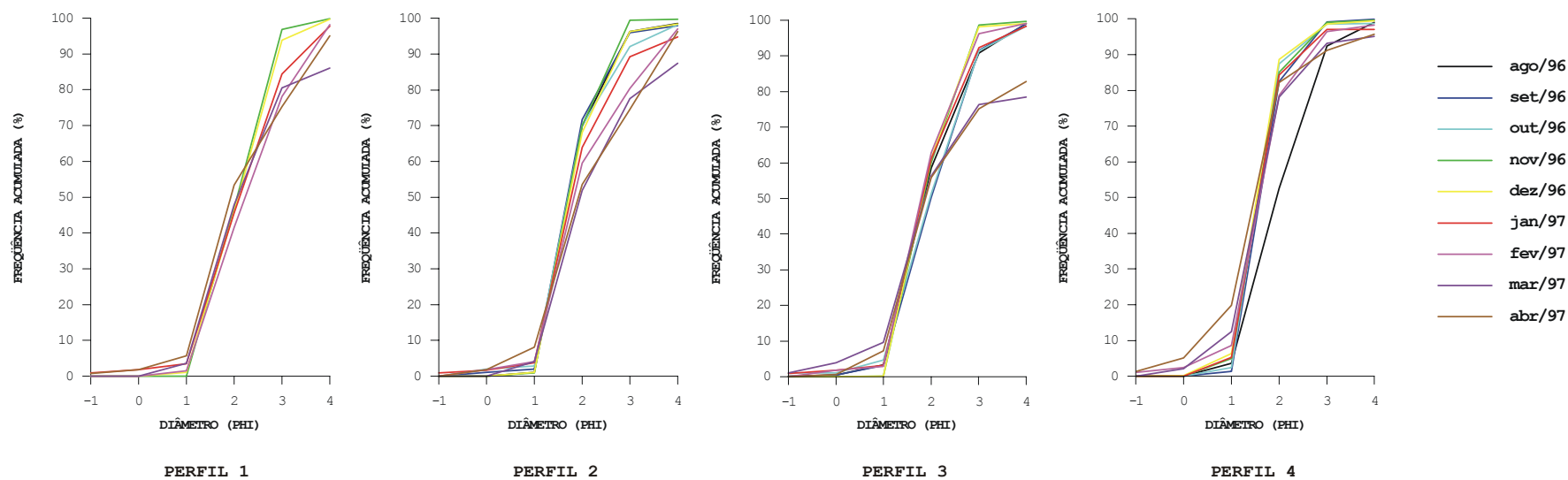


Figura 54: Curvas granulométricas acumulativas dos sedimentos da pós-praia nos perfis monitorados.

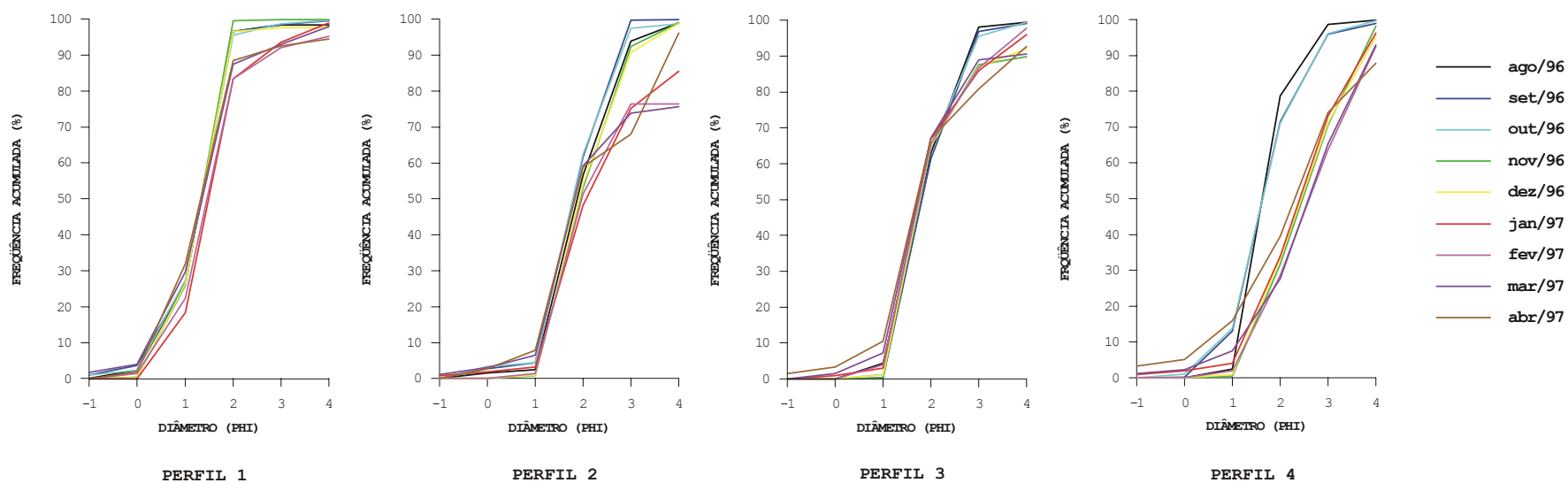


Figura 55: Curvas granulométricas acumulativas dos sedimentos do estirâncio nos perfis monitorados.

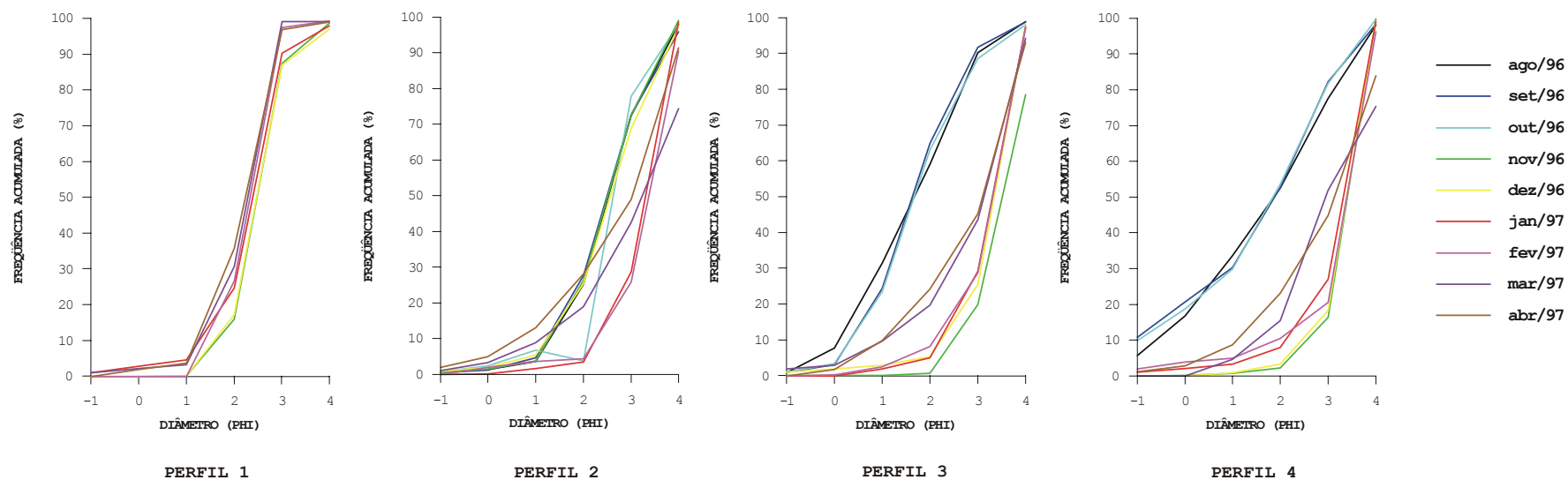


Figura 56: Curvas granulométricas acumulativas dos sedimentos da antepraia nos perfis monitorados.

Tabela 11: Parâmetros estatísticos granulométricos (Folk & Ward, 1957).

a) MEDIANA

$$M_d = \phi_{50}$$

Define a granulometria que separa a amostra analisada em duas partes iguais em peso, correspondendo a 50% da distribuição sobre o gráfico de frequência acumulada.

b) MÉDIA

$$M = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

GRANULOMETRIA		CLASSIFICAÇÃO
(mm)	(phi)	(Wentworth, 1922)
1,00 a 2,00	0,0 a -1,0	Areia muito grossa
0,50 a 1,00	1,0 a 0,0	Areia grossa
0,25 a 0,50	2,0 a 1,0	Areia média
0,125 a 0,25	3,0 a 2,0	Areia fina
0,0625 a 0,125	4,0 a 3,0	Areia muito fina

c) DESVIO-PADRÃO GRÁFICO (SELEÇÃO)

$$\sigma = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$$

LIMITES (Phi)	CLASSIFICAÇÃO
< 0,35	Muito bem selecionado
0,35 a 0,50	Bem selecionado
0,50 a 1,00	Moderadamente selecionado
1,00 a 2,00	Mal selecionado
2,00 a 4,00	Muito mal selecionado
> 4,00	Extremamente mal selecionado

d) ASSIMETRIA GRÁFICA

$$S_k = \frac{\phi_{16} + \phi_{84} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_5 + \phi_{95} - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

LIMITES	CLASSIFICAÇÃO
-1,0 a -0,3	Assimetria muito negativa
-0,3 a -0,1	Assimetria negativa
-0,1 a 0,1	Aproximadamente simétrica
0,1 a 0,3	Assimetria positiva
0,3 a 1,0	Assimetria muito positiva

e) CURTOSE GRÁFICA

$$K_g = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$

LIMITES	CLASSIFICAÇÃO
< 0,67	Muito platicúrtico
0,67 a 0,90	Platicúrtico
0,90 a 1,11	Mesocúrtico
1,11 a 1,50	Leptocúrtico
1,50 a 3,00	Muito leptocúrtico
> 3,00	Extremamente leptocúrtico

A seguir será feita, do ponto de vista textural, uma análise descritiva e comparativa entre os perfis. Serão avaliados os comportamentos do tamanho médio, do desvio-padrão e da assimetria. Uma síntese dos resultados, com indicadores numéricos das distribuições granulométricas, pode ser vista nas tabelas 12, 13, 14 e 15.

5. 2. 1 - PERFIL 1

Os valores do diâmetro médio oscilaram entre o máximo de 0,948 ϕ (0,518 mm) e o mínimo de 2,238 ϕ (0,212 mm), ou seja, entre as frações areia grossa e areia fina. Dentre os setores amostrados, o das dunas frontais foi aquele que apresentou uma variação granulométrica extremamente baixa, cuja média, de 1,946 ϕ (0,260 mm), é altamente representativa para o setor. Nos demais setores há um predomínio de areias médias (à exceção do setor do estirâncio, onde 77% das amostras são representadas por areias grossas) - figura 57.

O cálculo do desvio-padrão mostrou, na quase totalidade das amostras, um moderado grau de seleção para os sedimentos dos diversos setores do perfil praiial. Os valores máximo e mínimo registrados foram, respectivamente, 0,216 ϕ e 1,042 ϕ . O setor das dunas frontais, a exemplo do ocorrido para o diâmetro médio, apresentou uma grande homogeneidade no selecionamento. Para os setores do estirâncio e antepraia, esta homogeneidade foi quebrada nos meses em que o grau de seleção aumentou, manifestando-se por valores de boa a muito boa seleção (figura 57).

A análise dos valores de assimetria faz perceber a grande dominância de distribuições granulométricas negativas/muito negativas. Os valores máximo e mínimo observados foram, 0,595 e 0,566, respectivamente. Segundo Bittencourt & Vilas Boas (1992), estes resultados são concordantes com as observações de Duane (1964) e Friedman (1967, 1979), para os quais os sedimentos praiiais apresentam caracteristicamente distribuições simétricas e assimétricas negativas/muito negativas (figura 57).

A presença marcante de areias grossas no estirâncio parece estar relacionada a um processo de remoção seletiva, onde a existência de um campo de dunas (parcialmente fixadas pela vegetação) à retaguarda da pós-praia atesta que os ventos que sopram continente adentro têm competência suficiente para mover algumas frações granulométricas de diâmetros inferiores aos observados no estirâncio, que por sua vez apresenta uma face ampla e com baixa declividade, principalmente quando exposta nos períodos de baixa-mar, fato que, aliado à inexistência de bermas, muito favorece à atuação eólica.

Este tipo de praia, segundo Short & Hesp (1982), apresenta os mais baixos distúrbios no fluxo de areia pelo vento, o que propicia a formação e o desenvolvimento de campos de dunas.

A ação das ondas também poderia ser parcialmente responsável por este processo de remoção, ora transferindo sedimentos para a pós-praia (ação de fluxo), ora transportando-os para a antepraia (ação de refluxo).

Tabela 12: Resumo das principais características granulométricas dos sedimentos do setor das dunas frontais no perfil 1.

COLETA	AMOSTRA	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS					PORCENTAGEM DAS FRAÇÕES			CLASSIFICAÇÃO DO SEDIMENTO
		MEDIANA	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE	CASCALHO	AREIA	SILTE + ARGILA	
AGO/96	P1 - DUNA	2,163	1,949	0,503	-0,551	0,653	0,01	99,00	0,99	Areia média, moderadamente selecionada, muito leptocúrtica e assimetria muito negativa
SET/96	P1 - DUNA	2,161	1,947	0,507	-0,548	0,649	0,00	98,44	1,56	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito negativa
OUT/96	P1 - DUNA	2,170	1,958	0,603	-0,310	0,937	0,00	98,90	1,10	Areia média, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito negativa
NOV/96	P1 - DUNA	2,172	1,965	0,596	-0,301	0,928	0,05	99,90	0,05	Areia média, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito negativa.
DEZ/96	P1 - DUNA	2,185	1,980	0,599	-0,292	0,982	0,09	99,25	0,66	Areia média, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria negativa
JAN/97	P1 - DUNA	2,134	1,913	0,508	-0,556	0,629	1,11	98,76	0,13	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito negativa
FEV/97	P1 - DUNA	2,124	1,905	0,532	-0,521	0,614	1,88	95,44	2,68	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito negativa
MAR/97	P1 - DUNA	2,173	1,965	0,793	-0,103	1,327	0,00	88,77	11,23	Areia média, moderadamente selecionada, leptocúrtica e assimetria negativa
ABR/97	P1 - DUNA	2,136	1,928	0,766	-0,122	1,198	0,00	94,77	5,23	Areia média, moderadamente selecionada, leptocúrtica e assimetria negativa

Tabela 13: Resumo das principais características granulométricas dos sedimentos do setor da pós-praia nos perfis analisados.

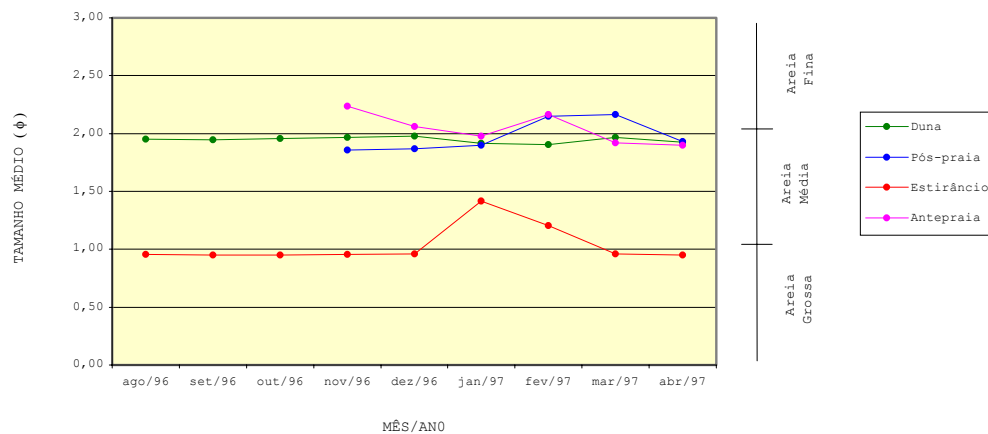
COLETA	AMOSTRA	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS					PORCENTAGEM DAS FRAÇÕES			CLASSIFICAÇÃO DO SEDIMENTO
		MEDIANA	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTÓSE	CASCALHO	AREIA	SILTE + ARGILA	
AGO/96	P1-PP	----	----	----	----	----	----	----	----	
	P2-PP	1,353	1,577	0,509	0,561	0,643	0,00	98,52	1,48	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-PP	1,422	1,643	0,659	0,578	0,866	0,17	98,96	0,87	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
	P4-PP	1,473	1,664	0,647	0,516	0,840	0,00	99,06	0,94	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
SET/96	P1-PP	----	----	----	----	----	----	----	----	
	P2-PP	1,344	1,566	0,509	0,567	0,662	0,00	97,26	2,04	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-PP	1,497	1,680	0,653	0,501	0,849	0,09	98,88	1,03	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
	P4-PP	1,300	1,478	0,444	0,575	1,798	0,01	99,87	0,11	Areia média, bem selecionada, muito leptocúrtica e assimetria muito positiva
OUT/96	P1-PP	----	----	----	----	----	----	----	----	
	P2-PP	1,351	1,588	0,641	0,641	0,959	0,00	98,27	1,73	Areia média, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito positiva
	P3-PP	1,486	1,672	0,664	0,503	0,858	1,00	97,34	1,66	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
	P4-PP	1,280	1,280	0,301	0,300	1,846	0,00	98,67	1,33	Areia média, muito bem selecionada, muito leptocúrtica e assimetria muito positiva
NOV/96	P1-PP	2,030	1,857	0,517	-0,401	0,577	0,00	99,79	0,21	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito negativa
	P2-PP	1,355	1,567	0,493	0,549	0,628	0,00	99,72	0,28	Areia média, bem selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-PP	1,415	1,619	0,508	0,494	0,587	0,00	99,71	0,29	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P4-PP	1,281	1,281	0,388	0,077	2,441	0,00	99,62	0,38	Areia média, bem selecionada, muito leptocúrtica e aproximadamente simétrica
DEZ/96	P1-PP	2,042	1,868	0,620	-0,197	0,813	0,00	99,72	0,28	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria negativa
	P2-PP	1,365	1,586	0,512	0,552	0,629	0,00	98,39	1,61	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-PP	1,407	1,614	0,509	0,505	0,594	0,00	99,17	0,83	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P4-PP	1,265	1,265	0,395	0,046	2,599	0,00	99,45	0,55	Areia média, bem selecionada, muito leptocúrtica e aproximadamente simétrica
JAN/97	P1-PP	2,057	1,900	0,697	-0,112	0,868	0,87	96,90	2,23	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria negativa
	P2-PP	1,385	1,628	0,778	0,657	1,181	0,90	93,25	5,15	Areia média, moderadamente selecionada, leptocúrtica e assimetria muito positiva
	P3-PP	1,403	1,627	0,648	0,591	0,874	0,92	97,16	1,62	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
	P4-PP	1,283	1,283	0,322	0,299	1,837	0,00	97,15	2,85	Areia média, muito bem selecionada, muito leptocúrtica e assimetria positiva
FEV/97	P1-PP	2,115	2,147	0,851	0,073	0,837	0,00	98,19	1,81	Areia fina, moderadamente selecionada, platicúrtica e aproximadamente simétrica
	P2-PP	1,414	1,876	0,868	0,680	0,843	0,00	97,07	2,93	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-PP	1,393	1,606	0,524	0,509	0,602	0,00	99,07	0,93	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P4-PP	1,296	1,500	0,616	0,296	2,588	1,14	97,15	1,71	Areia média, moderadamente selecionada, muito leptocúrtica e assimetria positiva
MAR/97	P1-PP	2,033	2,162	1,042	0,279	1,148	0,00	86,11	13,89	Areia fina, pobremente selecionada, leptocúrtica e assimetria positiva
	P2-PP	1,481	1,977	1,046	0,695	1,091	0,00	97,46	12,54	Areia média, pobremente selecionada, leptocúrtica e assimetria muito positiva
	P3-PP	1,432	2,209	1,470	0,593	1,467	1,14	77,25	21,61	Areia fina, pobremente selecionada, leptocúrtica e assimetria muito positiva
	P4-PP	1,285	1,502	0,793	0,432	3,562	0,00	95,20	4,80	Areia média, moder. selecionada, extremamente leptocúrtica e assimetria muito positiva
ABR/97	P1-PP	1,465	1,931	0,996	0,489	0,982	0,82	94,24	4,93	Areia média, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito positiva
	P2-PP	1,460	1,922	1,020	0,450	0,722	0,02	96,28	3,70	Areia média, pobremente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-PP	1,439	2,188	1,396	0,626	1,360	0,00	82,81	17,19	Areia fina, pobremente selecionada, leptocúrtica e assimetria muito positiva
	P4-PP	1,242	1,237	1,031	0,048	4,033	1,43	94,26	4,31	Areia média, pobremente selecionada, extremamente leptocúrtica e aprox. simétrica

Tabela 14: Resumo das principais características granulométricas dos sedimentos do setor do estirâncio nos perfis analisados

COLETA	AMOSTRA	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS					PORCENTAGEM DAS FRAÇÕES			CLASSIFICAÇÃO DO SEDIMENTO
		MEDIANA	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTÓSE	CASCALHO	AREIA	SILTE + ARGILA	
AGO/96	P1-P	1,167	0,953	0,499	-0,561	0,668	0,02	98,35	1,63	Areia grossa, bem selecionada, platicúrtica e assimetria muito negativa
	P2-P	1,439	1,643	0,626	0,548	0,822	0,00	98,99	1,01	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-P	1,389	1,596	0,519	0,494	0,598	0,00	99,52	0,48	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P4-P	1,312	1,511	0,471	0,574	1,739	0,00	99,88	0,12	Areia média, bem selecionada, muito leptocúrtica e assimetria muito positiva
SET/96	P1-P	1,166	0,948	0,507	-0,565	0,676	1,02	98,51	0,48	Areia grossa, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria muito negativa
	P2-P	1,397	1,597	0,515	0,477	0,590	0,01	99,90	0,09	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-P	1,407	1,618	0,515	0,509	0,594	0,00	99,11	0,89	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P4-P	1,316	1,532	0,655	0,272	0,967	0,00	98,95	1,05	Areia média, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria positiva
OUT/96	P1-P	1,166	0,951	0,505	-0,553	0,659	1,00	98,66	0,34	Areia grossa, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito negativa
	P2-P	1,393	1,600	0,523	0,491	0,597	0,00	98,73	1,27	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-P	1,385	1,604	0,521	0,533	0,611	0,00	99,48	0,52	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito positiva
	P4-P	1,316	1,531	0,662	0,260	0,971	0,00	99,76	0,24	Areia média, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria positiva
NOV/96	P1-P	1,163	0,954	0,481	-0,566	0,663	0,00	99,81	0,19	Areia grossa, bem selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito negativa
	P2-P	1,470	1,670	0,639	0,540	0,844	0,00	98,99	1,01	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-P	1,385	1,643	0,810	0,689	1,273	0,00	89,83	10,17	Areia média, moderadamente selecionada, leptocúrtica e assimetria muito positiva
	P4-P	2,235	2,242	0,857	0,014	0,575	0,00	98,28	1,72	Areia fina, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e aproximadamente simétrica
DEZ/96	P1-P	1,168	0,960	0,489	-0,552	0,656	0,00	97,61	2,39	Areia grossa, bem selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito negativa
	P2-P	1,462	1,670	0,653	0,557	0,860	0,00	98,92	1,08	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-P	1,383	1,644	0,805	0,686	1,236	0,00	92,08	7,92	Areia média, moderadamente selecionada, leptocúrtica e assimetria muito positiva
	P4-P	2,220	2,240	0,877	0,039	0,584	0,00	95,24	4,76	Areia fina, moderadamente selecionada, muito leptocúrtica e aproximadamente simétrica
JAN/97	P1-P	1,243	1,417	0,599	0,595	2,386	0,00	99,01	1,01	Areia média, moderadamente selecionada, muito leptocúrtica e assimetria muito positiva
	P2-P	2,033	2,201	1,070	0,302	1,075	0,80	84,72	14,48	Areia fina, pobremente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito positiva
	P3-P	1,367	1,639	0,705	0,659	0,961	0,00	96,00	4,00	Areia média, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito positiva
	P4-P	2,204	2,213	0,881	0,023	0,596	0,90	95,33	3,77	Areia fina, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e aproximadamente simétrica
FEV/97	P1-P	1,227	1,204	0,935	0,143	3,388	0,00	95,18	4,82	Areia média, moderadamente selecionada, extremamente leptocúrtica e assimetria positiva
	P2-P	1,486	1,929	0,858	0,639	0,779	0,00	76,49	23,51	Areia média, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-P	1,393	1,647	0,693	0,622	0,899	0,00	97,82	2,18	Areia média, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito positiva
	P4-P	2,306	2,308	0,992	0,098	0,720	0,00	92,44	7,56	Areia fina, moderadamente selecionada, platicúrtica e aproximadamente simétrica
MAR/97	P1-P	1,176	0,960	0,792	-0,125	1,327	1,80	96,06	2,14	Areia grossa, moderadamente selecionada, leptocúrtica e assimetria negativa
	P2-P	1,413	2,223	1,449	0,643	0,863	1,10	74,60	24,30	Areia fina, pobremente selecionada, platicúrtica e assimetria muito positiva
	P3-P	1,357	1,606	0,921	0,517	1,556	0,00	90,53	9,47	Areia média, moderadamente selecionada, muito leptocúrtica e assimetria muito positiva
	P4-P	2,297	2,282	1,117	-0,037	0,911	1,12	91,91	6,98	Areia fina, pobremente selecionada, mesocúrtica e aproximadamente simétrica
ABR/97	P1-P	1,160	0,952	0,911	-0,033	1,644	0,00	94,47	5,53	Areia grossa, moderadamente selecionada, muito leptocúrtica e aproximadamente simétrica
	P2-P	1,413	1,925	1,045	0,482	0,683	0,00	96,20	3,80	Areia média, pobremente selecionada, platicúrtica, assimetria muito positiva
	P3-P	1,351	1,844	1,130	0,549	1,419	1,55	91,99	7,26	Areia média, pobremente selecionada, leptocúrtica, assimetria muito positiva
	P4-P	2,151	2,171	1,317	-0,043	1,068	3,30	84,50	12,20	Areia fina, pobremente selecionada, mesocúrtica e aproximadamente simétrica

Tabela 15: Resumo das principais características granulométricas dos sedimentos do setor da antepraia nos perfis analisados

COLETA	AMOSTRA	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS					PORCENTAGEM DAS FRAÇÕES			CLASSIFICAÇÃO DO SEDIMENTO
		MEDIANA	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE	CASCALHO	AREIA	SILTE + ARGILA	
AGO/96	P1-AP	----	----	----	----	----	----	----	----	
	P2-AP	2,262	2,257	0,851	-0,014	0,634	0,73	97,26	2,00	Areia fina, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e aproximadamente simétrica
	P3-AP	1,336	1,303	1,160	-0,034	0,861	0,85	98,02	1,13	Areia média, pobremente selecionada, platicúrtica e aproximadamente simétrica
	P4-AP	1,432	1,350	1,599	-0,086	0,829	5,75	99,33	1,92	Areia média, pobremente selecionada, platicúrtica e aproximadamente simétrica
SET/96	P1-AP	----	----	----	----	----	----	----	----	
	P2-AP	2,248	2,246	0,873	-0,003	0,387	0,45	95,50	4,04	Areia fina, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e aproximadamente simétrica
	P3-AP	1,317	1,326	0,996	0,108	1,107	0,92	97,83	1,25	Areia média, moderadamente selecionada, leptocúrtica e assimetria positiva
	P4-AP	1,441	1,252	1,658	-0,158	0,891	10,77	87,60	1,63	Areia média, pobremente selecionada, mesocúrtica e assimetria negativa
OUT/96	P1-AP	----	----	----	----	----	----	----	----	
	P2-AP	2,204	2,183	0,963	-0,125	1,176	0,78	97,24	1,98	Areia fina, moderadamente selecionada, leptocúrtica e assimetria negativa
	P3-AP	1,334	1,351	1,025	0,120	1,114	1,21	96,81	1,98	Areia média, pobremente selecionada, leptocúrtica e assimetria positiva
	P4-AP	1,425	1,275	1,634	-0,142	0,908	9,96	89,71	0,33	Areia média, pobremente selecionada, mesocúrtica e assimetria negativa
NOV/96	P1-AP	2,238	2,238	0,449	0,004	2,552	0,00	98,71	1,29	Areia fina, bem selecionada, muito leptocúrtica e aproximadamente simétrica
	P2-AP	2,256	2,248	0,848	-0,019	0,624	0,49	98,65	0,86	Areia fina, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e aproximadamente simétrica
	P3-AP	3,192	3,000	0,459	-0,575	1,756	0,07	98,22	1,71	Areia muito fina, bem selecionada, muito leptocúrtica e assimetria muito negativa
	P4-AP	3,202	3,033	0,437	-0,582	1,881	0,00	99,79	0,21	Areia muito fina, bem selecionada, muito leptocúrtica e assimetria muito negativa
DEZ/96	P1-AP	2,235	2,060	0,595	-0,244	2,581	0,00	97,03	2,97	Areia fina, moderadamente selecionada, muito leptocúrtica e assimetria negativa
	P2-AP	2,282	2,271	0,957	-0,118	0,763	0,88	96,43	2,69	Areia fina, moderadamente selecionada, platicúrtica e assimetria negativa
	P3-AP	3,170	2,947	0,598	-0,643	0,989	0,99	96,68	2,33	Areia fina, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito negativa
	P4-AP	3,196	3,009	0,460	-0,590	1,879	0,00	99,24	0,76	Areia muito fina, bem selecionada, muito leptocúrtica e assimetria muito negativa
JAN/97	P1-AP	2,193	1,976	0,640	-0,294	2,468	1,02	96,96	2,02	Areia média, moderadamente selecionada, muito leptocúrtica e assimetria negativa
	P2-AP	3,152	2,932	0,505	-0,566	0,655	0,00	96,68	1,32	Areia fina, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito negativa
	P3-AP	3,153	2,928	0,518	-0,565	0,659	0,00	97,32	2,68	Areia fina, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito negativa
	P4-AP	3,160	2,922	0,642	-0,664	1,059	1,01	98,11	0,88	Areia fina, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito negativa
FEV/97	P1-AP	2,165	2,165	0,216	0,000	0,738	0,00	99,31	0,69	Areia fina, muito bem selecionada, platicúrtica e aproximadamente simétrica
	P2-AP	3,187	2,969	0,629	-0,308	1,005	0,00	90,51	9,49	Areia fina, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito negativa
	P3-AP	3,156	2,916	0,647	-0,650	1,000	0,00	97,12	2,88	Areia fina, moderadamente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito negativa
	P4-AP	3,195	2,963	0,663	-0,684	3,086	1,89	94,31	3,80	Areia fina, moderadamente selecionada, extremamente leptocúrtica e assimetria muito negativa
MAR/97	P1-AP	2,141	1,921	0,507	-0,557	0,636	1,02	98,06	0,92	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito negativa
	P2-AP	3,117	2,945	1,454	-0,226	1,009	1,03	73,45	25,52	Areia fina, pobremente selecionada, mesocúrtica e assimetria negativa
	P3-AP	3,064	2,591	1,113	-0,586	1,332	1,87	92,45	5,68	Areia fina, pobremente selecionada, leptocúrtica e assimetria muito negativa
	P4-AP	2,473	2,884	1,111	0,397	1,131	0,00	75,33	24,67	Areia fina, pobremente selecionada, leptocúrtica e assimetria muito positiva
ABR/97	P1-AP	2,116	1,900	0,522	-0,517	0,606	0,00	98,93	1,07	Areia média, moderadamente selecionada, muito platicúrtica e assimetria muito negativa
	P2-AP	3,012	2,507	1,214	-0,545	0,900	1,98	89,45	8,57	Areia fina, pobremente selecionada, mesocúrtica e assimetria muito negativa
	P3-AP	3,050	2,557	1,143	-0,562	1,245	0,00	92,98	7,02	Areia fina, pobremente selecionada, leptocúrtica e assimetria muito negativa
	P4-AP	3,065	2,774	1,365	-0,303	1,369	1,23	82,72	16,05	Areia fina, pobremente selecionada, leptocúrtica e assimetria muito negativa



(A) - Distribuição dos valores do tamanho médio

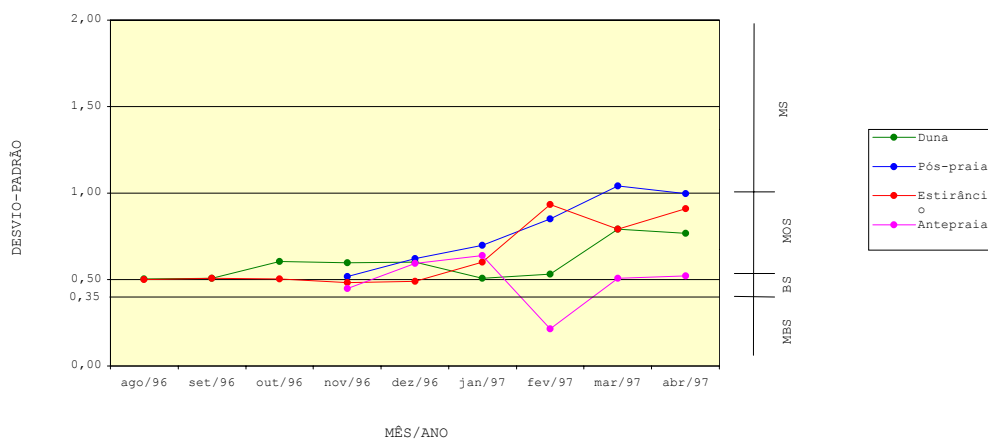
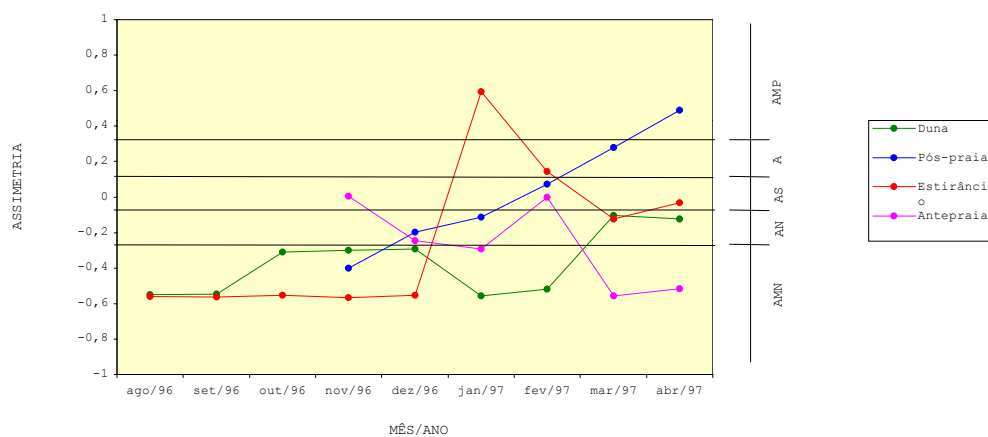
(B) - Distribuição dos valores do desvio-padrão. **MBS** = muito bem selecionado; **BS** = bem selecionado; **MOS** = moderadamente selecionado; **MS** = mal selecionado(C) - Distribuição dos valores de assimetria. **AMN** = assimetria muito negativa; **AN** = assimetria negativa; **AS** = aproximadamente simétrico; **A** = assimetria positiva; **AMP** = assimetria muito positiva

Figura 57: Principais parâmetros estatísticos granulométricos do perfil 1.

Esta hipótese parece encontrar respaldo em trabalhos tais como o de Duane (1964 *apud* Ponçano, 1986), que afirma ser a assimetria um parâmetro sensível ao ambiente. Sinais negativos de assimetria indicariam processos de retirada de partículas de um referido depósito. E, de fato, os valores das amostras do estirâncio são, na sua grande maioria, assimétricos muito negativos, enquanto que nos demais setores (à exceção das dunas frontais) variam bastante. Deste modo, poderíamos considerar os valores do estirâncio como os mais assimetricamente negativos.

O fato das amostras das dunas frontais apresentarem valores de assimetria negativa/muito negativa é fruto da ação eólica seletiva.

Os ventos, responsáveis pela "alimentação" das dunas com os sedimentos provenientes do setor de praia e pós-praia, continuam a exercer seu papel de agente selecionador sobre o campo de dunas, uma vez que este é apenas parcialmente fixado pela vegetação ali existente.

Assim, seria possível que o processo de deflação conseguisse mobilizar partículas com diâmetros inferiores, por exemplo, a 1,980 ϕ (0,254 mm) - que representa o menor diâmetro registrado nas dunas para o período monitorado - que continuariam migrando, vindo, freqüentemente, a se depositar à retaguarda destes depósitos (nas áreas de calçamento ou até mesmo na Av. Boa Viagem).

Há registros, por parte da Prefeitura do Recife, da retirada diária de mais de 14 toneladas de areia da Av. Boa Viagem, junto às áreas de dunas do Pina, principalmente nos meses de julho, agosto e setembro (Maia Melo Engenharia, 1989).

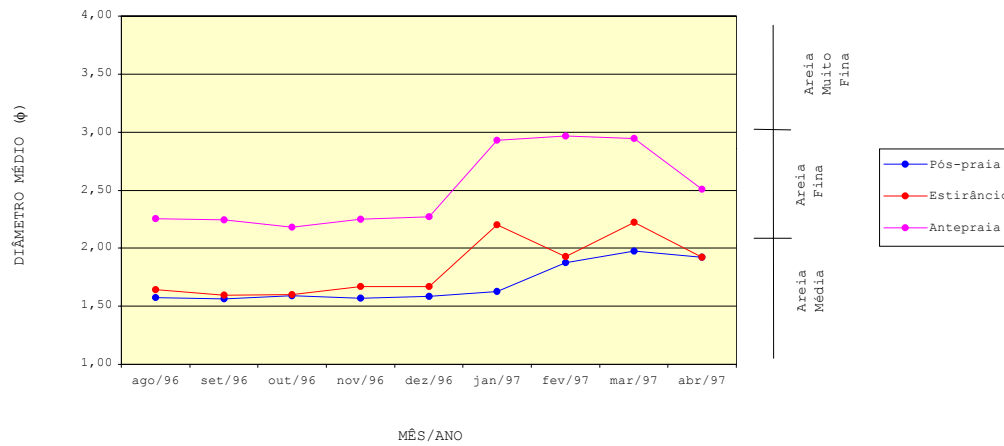
Este parece ser, porém, um processo contínuo ao longo do ano, visto que a velocidade média dos ventos no período de estudo foi de cerca de 3,0 m/s (conforme dados do 3º Distrito de Meteorologia - Instituto Nacional de Meteorologia, apresentados no capítulo 2.5), valor este que não difere muito dos anotados a cada mês.

Há de se considerar, ainda, que os valores mencionados necessitam de correção, pois, como recomenda o CERC (1984), as velocidades dos ventos medidas em estações terrestres devem ser corrigidas quando da extrapolação para situações de mar aberto, o que é normalmente feito pela multiplicação de determinado fator numérico (normalmente superior a 1) - Bittencourt *et al.*, 1990; assim, podemos esperar a atuação de ventos com velocidades superiores às atualmente consideradas.

5. 2. 2 - PERFIL 2

Os valores do diâmetro médio oscilaram entre o máximo de 1,566 ϕ (0,338 mm) e o mínimo de 2,969 ϕ (0,128 mm). O perfil mostra claramente o predomínio de areias médias nos setores de pós-praia e praia, enquanto que na antepraia são as areias finas que aparecem na totalidade das amostras coletadas (figura 58).

O desvio-padrão revelou, na maioria das vezes, uma situação de moderado grau de seleção em todos os setores do perfil praiial. Os poucos casos que fogem a esta regra foram vistos, por exemplo, nos meses de março/97 e abr/97 onde o mal selecionamento dos



(A) - Distribuição dos valores do tamanho médio

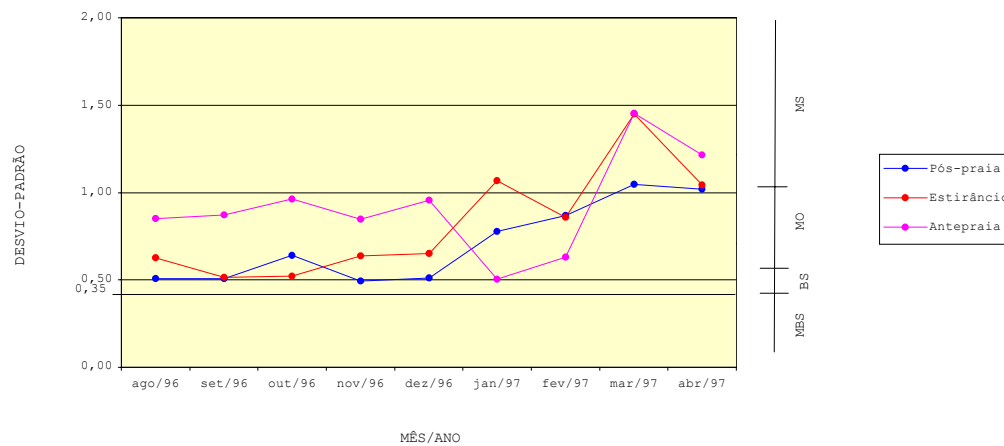
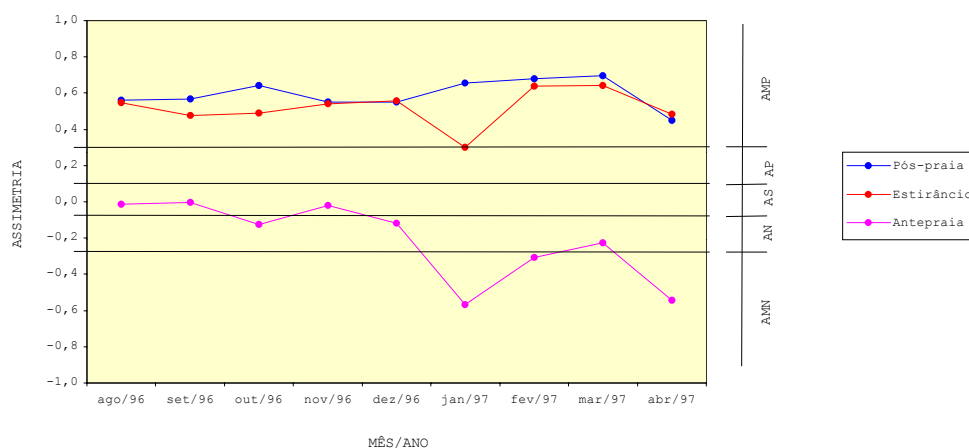
(B) - Distribuição dos valores do desvio-padrão. **MBS** = muito bem selecionado; **BS** = bem selecionado; **MOS** = moderadamente selecionado; **MS** = mal selecionado(C) - Distribuição dos valores de assimetria. **AMN** = assimetria muito negativa; **AN** = assimetria negativa; **AS** = aproximadamente simétrico; **AP** = assimetria positiva; **AMP** = assimetria muito positiva

Figura 58: Principais parâmetros estatísticos granulométricos do perfil 2.

sedimentos foi assinalado ao longo de todo o perfil. Os valores máximo e mínimo foram, respectivamente, 0,493 ϕ e 1,454 ϕ (figura 58).

A assimetria apresentou nos setores da pós-praia e praia um domínio absoluto de distribuições granulométricas muito positivas. A antepraia, com suas areias finas, aparece eqüitativamente representada por distribuições simétricas e assimétricas negativas e muito negativas. Os valores máximo e mínimo registrado foram, respectivamente, 0,695 e -0,566 (figura 58).

A análise integrada dos perfis praias (capítulo 4) permite facilmente perceber uma variação morfológica praticamente nula no setor de pós-praia, que caracteristicamente se apresenta com grande largura quando comparado ao restante do perfil ou, até mesmo, se comparado aos setores de pós-praia dos demais perfis.

Esta estabilidade também se reflete nos parâmetros granulométricos do setor, que apresentou no período monitorado areias médias com assimetria muito positiva. Este último fato (assimetria positiva) é apontado na literatura como um indicativo de zonas protegidas da ação erosiva ou, ainda, de áreas marcadas por processos deposicionais. E, de fato, as considerações feitas até aqui para este setor o caracterizam como uma região de troca de sedimentos praticamente nula.

Acredita-se que tal fato deve-se, fundamentalmente, à destacada presença de recifes de arenito no setor de antepraia, sendo estes os principais agentes responsáveis pela atenuação das ondas naquele trecho da praia, impedindo assim a movimentação (pela ação das ondas) dos sedimentos depositados na pós-praia.

Nota-se, também, com o auxílio dos perfis praias, que toda movimentação de sedimentos ocorrida no perfil se dá entre o estirâncio e a antepraia.

Ao observarmos a assimetria nestes dois setores, verificamos que o primeiro deles é marcado por valores de assimetria muito positiva, enquanto que o segundo mostrou valores simétricos a assimetricamente negativos/muito negativos.

Tal fato nos leva a fazer algumas especulações sobre a dinâmica sedimentar entre estes setores. O sinal positivo da assimetria (que marca o estirâncio) seria uma indicação de possíveis ganhos de sedimentos oriundos da antepraia, que se apresenta marcada por valores negativos/muito negativos, típicos de processos de perda de sedimentos.

Assim, a tendência de acumulação verificada neste perfil (capítulo 4) poderia ser entendida como um processo de progradação do estirâncio em direção à antepraia, como pode ser constatado pela extensão da porção emersa do perfil em relação ao nosso nível de referência (NM). No início dos estudos esta interseção se dava, em média, aos 70 m de extensão do perfil, enquanto que nos meses finais ocorria por volta dos 90 m.

5. 2. 3 - PERFIL 3

Os valores anotados para o diâmetro médio variaram entre o máximo de 1,303 ϕ (0,405 mm) e o mínimo de 3,000 ϕ (0,125 mm), sendo dominante a ocorrência de areias médias nos setores da pós-praia e estirâncio. Para a antepraia verifica-se, tal como nos demais

perfis, uma diminuição da granulometria, sendo mais comum a presença de areias finas e até muito finas (que também se fará presente no perfil 4) - figura 59.

O desvio-padrão é bem representado por valores indicativos de moderada seleção, principalmente na pós-praia e no estirâncio. A antepraia se apresentou quase que totalmente representada por valores de moderada a má seleção. O máximo observado foi de $0,508 \phi$ e o mínimo de $1,470 \phi$ (figura 59).

Quanto à assimetria, observa-se que para a pós-praia e o estirâncio há um completo predomínio de distribuições de assimetria muito positiva, situação que difere bastante dos valores anotados na antepraia, onde, na maioria das amostras analisadas, predominaram distribuições de assimetria muito negativa (fato que voltará a se verificar no perfil 4). Os valores máximo e mínimo, respectivamente assinalados, fora de $0,689$ e $-0,650 \phi$ (figura 59).

O perfil 3 é marcado por uma seção emersa relativamente curta, com um setor de pós-praia de largura extremamente reduzida e parcialmente recoberto por vegetação rasteira.

Em sua antepraia já não estão presentes corpos de recifes (como visto nos perfis anteriores), o que vem a permitir uma direta interação onda-sedimento, provocando movimentações de areia no estirâncio.

Parece existir, mais uma vez, uma relação entre os valores de assimetria e a tendência de evolução morfológica observada para o perfil. É verificada no estirâncio (tal como ocorrido no perfil 2) a presença unânime de distribuições de assimetria muito positiva, que poderia, como já suposto, ser um reflexo da ação de processos deposicionais. E esta é a tendência que está inegavelmente delineada na figura 47.

5. 2. 4 - PERFIL 4

Os valores do diâmetro médio variaram entre o máximo de $1,237 \phi$ ($0,424$ mm) e o mínimo de $3,033 \phi$ ($0,122$ mm), ou seja, entre as frações areia média e areia muito fina. A pós-praia apresentou, dentre os setores acompanhados, uma extrema monotonia granulométrica, representada sempre por areias médias, cuja média de $1,388 \phi$ ($0,382$ mm) bem caracteriza esta porção do perfil praial. Verifica-se nas demais porções do mesmo (estirâncio e antepraia) um predomínio de areias finas, chegando em alguns casos a ser observada a presença de areias muito finas no setor da antepraia (figura 60).

No cálculo do desvio-padrão foi constatado, na quase totalidade das amostras, valores representativos de moderada a boa seleção granulométrica, principalmente para a pós-praia e o estirâncio. A antepraia, entretanto, apresentou na maioria das vezes sedimentos mal selecionados, em um número de vezes bem maior que os respectivos setores dos demais perfis. Os valores máximo e mínimo registrado foram, respectivamente, de $0,310 \phi$ e $1,658 \phi$ (figura 60).

As análises das distribuições de assimetria variaram marcadamente de um extremo a outro do perfil praial. Por um lado predominaram na pós-praia valores simétricos a

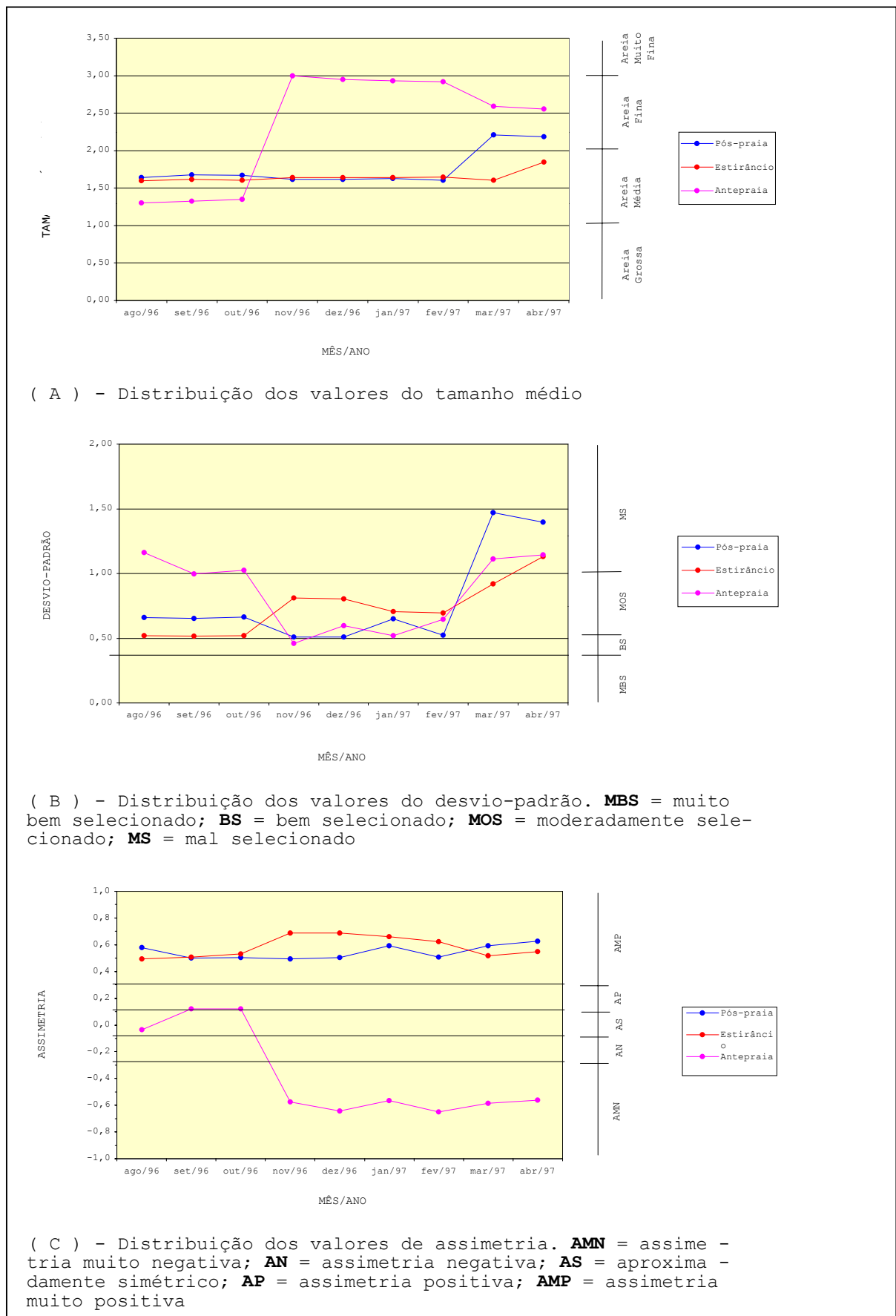
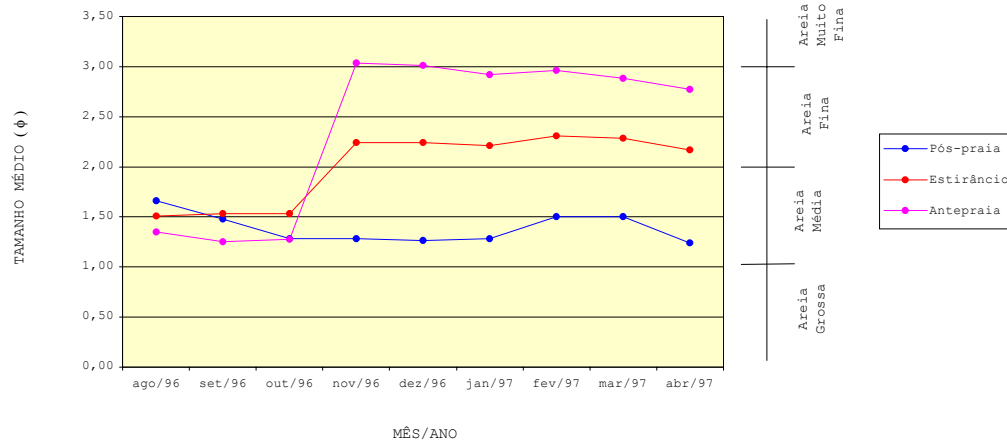


Figura 59: Principais parâmetros estatísticos granulométricos do perfil 3.



(A) - Distribuição dos valores do tamanho médio

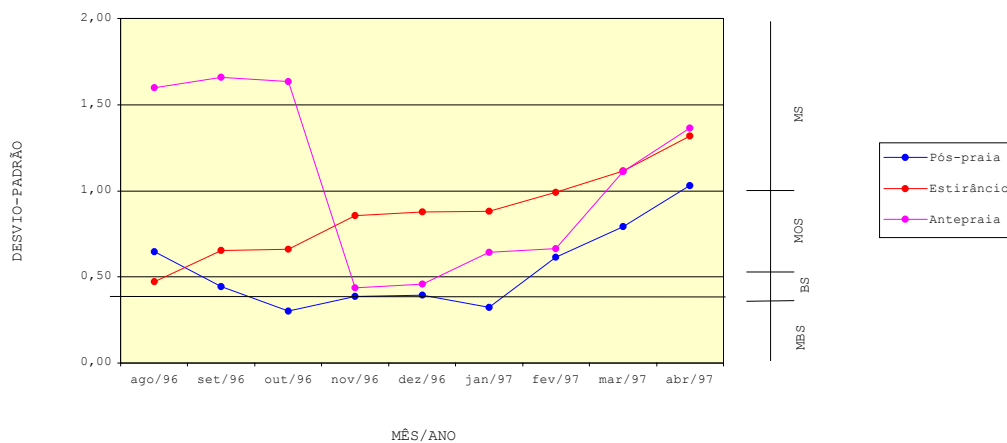
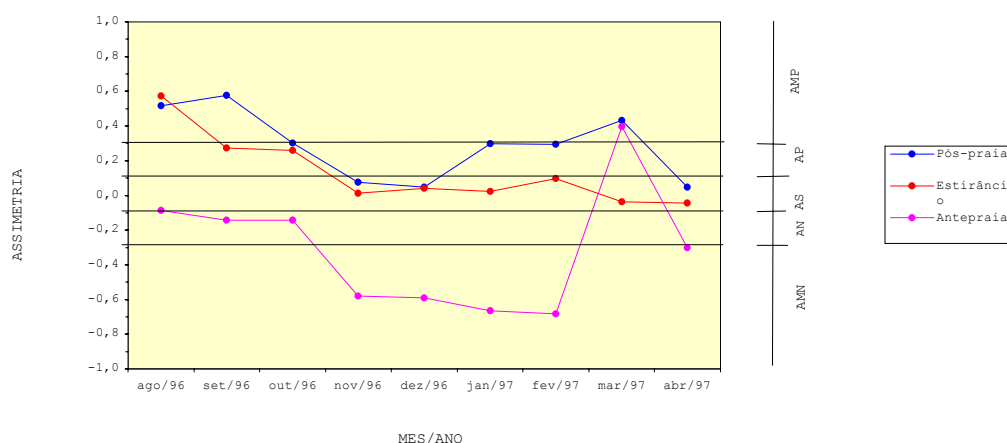
(B) - Distribuição dos valores do desvio-padrão. **MBS** = muito bem selecionado; **BS** = bem selecionado; **MOS** = moderadamente selecionado; **MS** = mal selecionado(C) - Distribuição dos valores de assimetria. **AMN** = assimetria muito negativa; **AN** = assimetria negativa; **AS** = aproximadamente simétrico; **AP** = assimetria positiva; **AMP** = assimetria muito positiva

Figura 60: Principais parâmetros estatísticos granulométricos do perfil 4.

assimétricos positivo/muito positivos, passando no estirâncio a vigorar, quase sempre, distribuições simétricas. Por fim, na antepraia se observou uma dominância de valores de assimetria negativa/muito negativa. Os valores máximo e mínimo, respectivamente observados, foram de 0,575 ϕ e -0,684 ϕ (figura 60).

As amostras de sedimentos do perfil 4 apresentam grande similaridade granulométrica com aquelas analisadas no perfil 3. São observadas, também, algumas semelhanças no tocante à morfologia praial, destacando-se a ausência de recifes de arenito na antepraia.

Este último fato, tal como já indicado, favorece a mobilidade dos sedimentos no perfil através da ação das ondas, tendo sido estas, muito provavelmente, as principais responsáveis pelo deslocamento da escarpa de berma, com a conseqüente redistribuição dos sedimentos ao longo do estirâncio e da antepraia.

5. 3 - RELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS TEXTURAIS

Estudos sedimentológicos (Friedman, 1962, 1967; Hails, 1967, entre outros) constatarem que o aumento da granulometria implica, normalmente, numa diminuição do grau de seleção. No Brasil, isso foi observado, por exemplo, nas areias da praia da Armação (Salvador - BA) por Bittencourt *et al.* (1987). Comumente esta relação, conforme observou Sonu (1972), é válida para partículas com diâmetros inferiores a 1 mm, ocorrendo o inverso para partículas mais grossas.

Em nossos estudos tal relação só é válida para as areias da antepraia. Para a pós-praia e o estirâncio verifica-se justamente o contrário, ou seja, a diminuição do grau de seleção com a diminuição do tamanho médio dos grãos.

Quanto à assimetria observa-se que a mesma não apresentou uma relação clara e inequívoca (tipo causa e efeito), em todos os perfis, com os ciclos mensais de erosão ou deposição, devendo isso ser creditado, provavelmente, ao fato de ser ela um parâmetro muito sensível e, portanto, mais passível de espelhar as pequenas mudanças diárias no perfil de praia, que terminariam por obscurecer as suas maiores mudanças (principalmente entre os períodos de sizígia, quando então eram feitos os levantamentos de campo).

Suposição similar foi feita por Bittencourt *et al.* (*op. cit.*), que constatarem que as pequenas quantidades de sedimentos - grossos ou finos - que podem diariamente ser retirados ou adicionados ao perfil não alterariam significativamente os outros parâmetros estudados (diâmetro médio e desvio-padrão), podendo, entretanto, fazer variar bastante o valor da assimetria. Entendimento esse que foi também apontado por Duane (1964).

Outro detalhe a ser considerado é o fato do balanço sedimentar mensal ser computado ao longo de toda a extensão do perfil praial e não apenas no estirâncio, que é o setor normalmente usado para indicar as perdas ou ganhos de sedimento de todo o perfil (como usualmente vem sendo feito nos trabalhos consultados). Assim, ganhos de sedimentos no estirâncio, com prováveis valores de assimetria positiva poderiam ser confrontados com um balanço sedimentar negativo, manifestado, por exemplo, por perdas de sedimentos nos setores de pós-praia e/ou antepraia.

Deste modo, as considerações feitas para os perfis analisados levaram em conta não a variação mensal do perfil, e sim a tendência (erosiva/deposicional) do mesmo ao longo dos nove meses de monitoramento. Consequentemente, quando afirmamos, por exemplo, que os valores de assimetria muito positiva do perfil 3 seriam reflexo da ação de processos deposicionais, referimos-nos tão somente ao fato de que ao final do período de monitoramento o perfil apresentou um ganho real de sedimentos, se comparado ao início dos levantamentos de campo.

CAPÍTULO 6 - CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA

6. 1 - CORRENTES COSTEIRAS

As zonas de praia estão quase que continuamente sujeitas a uma complexa variedade de correntes que devem sua origem às ondas e aos ventos. A constante mudança destas forças condutoras indica como estas correntes variarão em termos de direção e velocidade, influenciando decisivamente o transporte litorâneo de sedimentos.

Basicamente três tipos de correntes marinhas operam junto a uma praia. O tipo mais importante é representado pelas *correntes longitudinais*, que movem sedimentos paralelamente à costa. Um segundo tipo está relacionado ao movimento no sentido antepraia-costa afora (ou vice-versa), designada de *correntes transversais ou normais*. Por último, as *correntes de retorno*, que transportam sedimentos costa afora através de um fluxo estreito, posicionado normal ou obliquamente à costa.

Estas correntes representam importantes agentes transportadores de sedimentos na zona de surfe, gerando campos de velocidades efetivos na modificação do relevo praial. Estima-se que cerca de 90% do transporte de areia nas praias ocorre entre a linha de praia e a zona de surfe (Moraes, 1996).

Neste trabalho foram analisados os dados obtidos em dois distintos períodos de coleta, sempre na porção sul da área estudada (entre a rua Baltazar Passos e a Av. Armindo Moura - setor 3), nos quais os parâmetros envolvidos foram determinados através de observações visuais na face de praia. Estudos têm demonstrado que tais observações fornecem, freqüentemente, uma estimativa bastante razoável do clima de ondas (Muehe, 1996).

O primeiro destes períodos correspondeu aos dados de preamar e baixa-mar, entre os meses de setembro/94 e janeiro/95 obtidos por Manso et al. (1995).

O segundo ocorreu entre os meses de maio/96 e abril/97, por ocasião dos trabalhos de campo da presente dissertação. Quando possível, foram realizadas anotações mensais nas baixa-mares das marés de sizígia.

6. 1. 1 - CORRENTES LONGITUDINAIS

O ângulo oblíquo observado por ocasião da entrada da onda junto à praia cria um vetor de energia paralelo à costa, chamado de *corrente longitudinal*, que está relacionado com a altura da onda e o ângulo com o qual ela se aproxima da costa (Galvin, 1967 *apud* Davis, 1978).

Estas correntes aumentam de valor a partir da linha de praia em direção à arrebentação, atingindo seu máximo um pouco além da porção intermediária da zona de surfe, diminuindo rapidamente fora da zona de arrebentação (Komar, 1983).

Representam grande parte do movimento de sedimentos junto à costa, principalmente onde as praias têm uma suave declividade (Brown *et al.*, 1991). Por causa de sua dependência com a zona de arrebentação, as correntes longitudinais não são significativas além desta zona.

Os efeitos das correntes longitudinais são visivelmente notados em praias interrompidas por obstáculos naturais ou artificiais, embora sejam igualmente importantes para o balanço de sedimentos em praias não interrompidas.

A direção, velocidade e volume de sedimentos transportados dependem, como já destacado, do ângulo de incidência das ondas. Ângulos superiores a 5°, propiciam a geração de correntes bem eficientes.

Enquanto na zona de surfe o transporte se dá pela corrente longitudinal, na escarpa praial o transporte ocorre pelo movimento de espraimento e refluxo da onda. Como resultado do espraimento oblíquo e refluxo segundo a direção de mergulho da escarpa praial, o sedimento segue uma trajetória em forma de ziguezague (Muehe, 1995) - figura 61.

Longuet-Higgins (1970) propôs a seguinte equação para o cálculo dos valores de velocidade média da corrente litorânea:

$$\bar{V} = 1,19. (gH_b)^{0,5}. \text{sen } \alpha_b. \cos \alpha_b \quad (\text{equação 2})$$

onde: H_b é a altura da onda na arrebentação e α_b corresponde ao ângulo de incidência entre a crista da onda e a linha de praia.

Esta equação foi modificada pelo CERC (1984 *apud* Toldo Jr., 1994) para:

$$\bar{V} = 20,7. m (gH_b)^{0,5}. \text{sen } \alpha_b \quad (\text{equação 2})$$

onde: m equivale a declividade da zona de surfe.

Os resultados apresentados por Manso *et al.* (1995) mostraram, preferencialmente, uma ausência de correntes litorâneas (em torno de 53% dos dados totais). Esta tendência era favorecida pela concentração dos dados de direção dos ventos aproximadamente perpendiculares à costa (115° Az), bem como pela tendência frontal de incidência das ondas na área (anexo 1).

Quando estas correntes ocorriam, apresentavam-se, comumente, com sentido N-S (77%), com velocidades concentradas, principalmente, entre 0,2 e 0,3 m/s. Para os demais dados, obtidos com o sentido S-N, prevaleceram velocidades entre 0,1 e 0,2 m/s.

É importante observar que estes dados referem-se exclusivamente a condições de verão.

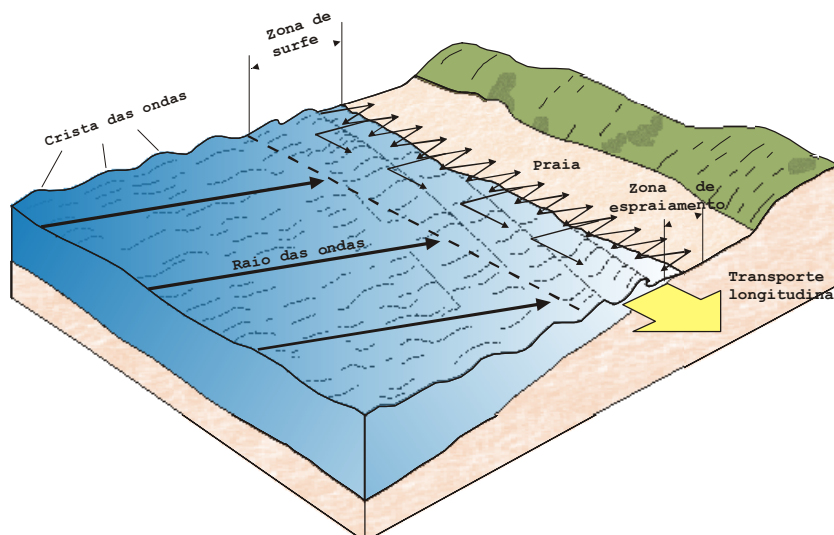


Figura 61: Modelo de formação de correntes longitudinais a partir da incidência oblíqua de ondas. As setas menores indicam o movimento da água na direção antepraia-estirâncio. A seta de cor amarela indica o sentido da corrente resultante (Brown et. al., 1991).

O uso das equações 1 e 2 nos permite comparar as velocidades das correntes longitudinais fornecidas pelos modelos matemáticos com os valores observados diretamente em campo - anexo 1.

Esta análise nos mostra uma expressiva diferença na amplitude dos valores anotados, uma vez que nos trabalhos de campo os valores registrados oscilaram entre 0,04 e 0,85 m/s. Já os valores calculados variaram entre 0 e 0,93 m/s (equação 1) e 0 e 1,81 m/s (equação 2).

Acreditamos que as discrepâncias entre os valores anotados sejam fruto, principalmente, da imprecisão verificada na determinação do ângulo de incidência das ondas na praia. Este fator influencia decisivamente a estimativa das velocidades calculadas, uma vez que as equações 1 e 2 têm em comum a dependência das variáveis H_b e α_b .

Os parâmetros de ondas H_b e T foram determinados com o auxílio de instrumentos de medição (trena e cronômetro, respectivamente) que permitem a atenuação dos erros intrínsecos a este tipo de levantamento (estimativa visual). No caso de α_b o mesmo não ocorria, uma vez que este parâmetro era estimado unicamente por comparações visuais entre um gráfico (semelhante a um transferidor em semicírculo) e a crista das ondas que se aproximavam da praia.

Este método mostra-se extremamente limitado, visto que no mesmo momento e entre diferentes observadores eram sempre feitas distintas estimativas visuais do ângulo de incidência das ondas.

Esta teria sido, no nosso entendimento, a principal razão que levou a observação de valores tão distintos entre as velocidades calculadas e as velocidades medidas.

Assim, acreditamos que o modo de se anotar ângulos mais próximos do realmente ocorrido seria utilizando a técnica descrita por Muehe (1996), que destaca que devido à

dificuldade de se efetuar uma medição da direção das ondas, esta se torna a medida mais sujeita a erros.

Este autor, visando minimizar tais erros, sugere que se conheça a direção da praia no local da observação das direções das ondas. Para isto, o ideal é medir, de preferência com uma bússola de geólogo, a direção do ângulo de mergulho da face de praia, que é sempre perpendicular à direção da praia.

Uma vez determinada a direção da praia, resta medir a direção de aproximação das ondas na altura da arrebentação, o que é feito direcionando-se a bússola perpendicularmente à direção da crista da onda (ou mesmo medindo diretamente esta direção na zona de arrebentação).

Poderemos, então, determinar o ângulo de incidência das ondas pela diferença entre as duas direções anotadas.

6. 1. 2 - CORRENTES TRANSVERSAIS

Quando uma onda arrebenta cria um movimento em direção ao continente ao longo de toda a zona de surfe. Este deslocamento é influenciado pelo movimento para costa afora, criado pela reflexão das ondas antecedentes.

O transporte de sedimentos efetuado perpendicularmente à praia, pelo movimento oscilatório, resulta da velocidade orbital assimétrica próxima ao fundo. Esta velocidade é caracterizada por um movimento curto e rápido logo abaixo da crista da onda, seguido por outro movimento, longo e lento, logo abaixo da cava da onda. O primeiro movimento é em direção à praia, enquanto que o segundo se dá em direção às águas profundas (Toldo Jr., 1994).

Estudos têm demonstrado que a morfologia da antepraia é ajustada pela média de tempo em que ocorre o transporte perpendicular à linha de praia, o qual é mais episódico que o transporte de sedimentos ao longo da zona de surfe. Comparativamente, a magnitude do transporte perpendicular é uma ou duas ordens menor do que o transporte de sedimentos paralelo à praia, nos poucos exemplos onde eles têm sido comparados (Toldo Jr., *op. cit.*).

O transporte transversal foi analisado por ocasião do Projeto *Estudo da Erosão Marinha na Praia da Boa Viagem*, segundo a metodologia proposta por Sunamura (1984 *apud* Manso *et al.*, 1995).

Os resultados indicaram uma forte capacidade de transporte, seja no sentido mar/praias, para ondas pequenas, seja no sentido inverso, para ondas maiores. Concluiu-se que, embora o sistema de ondas existentes tenha capacidade de deposição, ocorre falta de material de reposição, indicando um desequilíbrio no transporte perpendicular, com um balanço negativo.

Foi calculada também, utilizando as expressões de Hallermeier (CERC, 1984 *apud* Manso *et al.*, *op. cit.*), a profundidade limite para a qual existe, ainda, intensa movimentação de sedimentos perpendicularmente à praia. Esta profundidade foi avaliada em

torno de 5,5 m. Para profundidades maiores, a capacidade de transporte diminui rapidamente.

6. 1. 3 - CORRENTES DE RETORNO

São caracterizadas por fluxos estreitos e rápidos, assumindo uma disposição perpendicular ou oblíqua à costa, sendo alimentadas por correntes longitudinais nas proximidades da praia. Tendem a se extinguir logo após a zona de surfe (em direção ao mar), formando células de circulação em forma de leque.

Assim como as correntes longitudinais, as correntes de retorno (*rip currents*) são efetivas no transporte de sedimentos e desempenham importante papel nas zonas de surfe em que ocorrem. Dependendo da altura da arrebentação atingem velocidades superiores a 1,5 m/s (Hoefel, 1998).

A ocorrência de células de circulação com correntes de retorno está comumente associada a praias depositadas sobre costas de batimetria relativamente regular e plana. Nestes casos, são geralmente observadas em intervalos constantes ao longo de um mesmo trecho de praia e associadas a ritmicidades topográficas como cúspides praias, bancos em crescente e bancos transversais (Hoefel, *op. cit.*).

Short (1985 *apud* Hoefel, *op. cit.*) constatou que as correntes de retorno acompanham as condições do clima de ondas incidentes no sentido em que aumentam em tamanho, intensidade e espaçamento com o aumento da energia da onda. Porém as correntes de retorno são função, também, das condições energéticas antecedentes, o que permitiu o autor classificá-las em três tipos: (a) erosivas, (b) *megarips* e (c) *acrescivas*.

As *correntes de retorno erosivas* são iniciadas em condições de aumento da energia de onda sobre estágios praias de bancos transversais e *rips* (*transverse bar and rips* - Wright & Short, 1984) ou outros estágios mais energéticos e acompanham o padrão erosivo geral da praia. São largamente espaçadas entre si (o espaçamento entre elas, λ , é de 300 a 500 m, com um desvio padrão, σ , de 100 a 200 m) e tendem a aumentar em intensidade e tamanho até que a zona de surfe alcance máxima dissipatividade. Representam mecanismos primários de transporte de sedimentos da face praias em direção ao mar.

Megarips são correntes erosivas de larga escala ($\lambda > 1000$ m), controladas topograficamente, que persistem em eventos de energia crescente, quando a topografia local não permite o alcance da dissipatividade completa.

Correntes de retorno acrescivas prevalecem durante condições de energia estável ou declinante, estando, assim, associadas a seqüências deposicionais. De um modo geral, são menos espaçadas ($\lambda = 170$ a 250 m e $\sigma = 100$ m), menos intensas, e tornam-se progressivamente mais dependentes da topografia dos bancos em crescente e transversais à medida que a praia passa do estágio mais dissipativo para os intermediários.

Baseando nestas proposições, fomos levados a considerar que a presença de correntes de retorno na área estudada (principalmente no setor 3), tão bem documentada nas fotografias aéreas dos diferentes períodos analisados, teriam, tal como já indicado no

capítulo 3, características erosivas, acompanhando, deste modo, a tendência demonstrada por este setor. Assim, não seria demasiado afirmar que estas correntes, juntamente com as correntes de deriva litorânea, influenciaram fortemente o desenvolvimento do atual cenário costeiro no setor 3.

6. 2 - TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

A avaliação do transporte sólido é a ferramenta de capital importância na avaliação de impactos que produzam erosão às zonas costeiras.

As nossas discussões sobre as estimativas do transporte sólido litorâneo foram subsidiadas pelos dados obtidos por Manso *et al.* (1995) - anexo 1 - que observaram que a tendência de transporte longitudinal na área é sazonal, com sentido preferencial N-S, em condições de verão, e S-N, em condições de inverno.

Existem várias formulações e metodologias propostas para se estimar a vazão sólida litorânea, entretanto, devido à complexidade do fenômeno hidro-sedimentológico nas zonas de arrebentação e espraiamento, é difícil exprimir uma unanimidade sobre o método que seja universalmente o mais conveniente (Alfredini, 1997).

Para Dyer & Soulsby (1988 *apud* Toldo Jr., 1994), a predição segura das taxas de transporte de sedimentos ainda hoje não pode ser feita com segurança. Porém esta questão pode ser reduzida a um nível aceitável de avaliação, como forma de apenas indicar este fenômeno, através do potencial de transporte induzido pelo fluxo de energia das ondas.

Wang *et al.* (1998) recordam que uma das hipóteses mais comumente aceitas na estimativa da taxa de transporte longitudinal é que esta é proporcional ao fluxo de energia da onda (ou potência da onda), sendo definida pela equação:

$$P = (ECn)_b \text{ sen } \alpha_b \text{ cos } \alpha_b \quad (\text{equação 3})$$

Komar (1983), fazendo uso desta proporcionalidade, estabeleceu, através de um modelo empírico, a relação entre o fluxo de energia da onda (**P**) e o volume de areia transportado pela corrente longitudinal (**Q_s**) através da expressão:

$$Q_s = 3,4 (ECn)_b \text{ sen } \alpha_b \text{ cos } \alpha_b \quad (\text{equação 4})$$

onde: **Q_s** é a taxa de transporte (m³/dia), **E** a energia da onda, **C** a celeridade da onda, **n** a taxa de transferência de energia (igual a 1 em águas rasas), **α** o ângulo formado entre a crista da onda e a linha de praia. O índice **b** denota a zona de arrebentação.

Por sua vez **E** é expresso pela equação:

$$E = \frac{\rho \, g \, H_b^2}{8} \quad (\text{equação 5})$$

sendo: ρ a densidade da água do mar (1027 kg/m^3), g a aceleração da gravidade ($9,81 \text{ m/s}^2$) e H_b a altura da onda significativa.

A celeridade em águas rasas foi definida por:

$$C = \sqrt{g (h + H_b)} \quad (\text{equação 6})$$

onde: h é a profundidade da lâmina d'água próxima à arrebentação.

Komar (1983) destaca que uma onda arrebenta quando a relação H/h se situa entre 0,75 e 1,2.

Desta forma, foi adotado para h o mesmo valor de H_b , tal como fez Muehe (1996), de modo que:

$$C = \sqrt{2 g H_b} \quad (\text{equação 7})$$

O uso da equação 4, na realidade, pressupõe uma caracterização de altura e período de onda representativa para um dia inteiro e não uma observação isolada. Mesmo assim, podemos utilizá-la como uma avaliação primária (e grosseira) do volume (m^3/dia) de material transportado (Muehe, *op. cit.*).

A clássica fórmula do CERC (1984) é, sem dúvida alguma, o método mais largamente utilizado para o cálculo do transporte de sedimentos. Soulsby (1997) destaca, entretanto, que a mesma utiliza grandezas de uso tipicamente norte-americano, que podem, todavia, ser facilmente convertidas para uma forma de dimensionamento consistente. Isto talvez tenha levado alguns pesquisadores a apresentarem distintas versões para a referida equação, as quais diferem, principalmente, na forma de tratamento da velocidade de grupo das ondas e no critério de arrebentação destas.

Soulsby (*op. cit.*) apresentou uma destas versões, a qual adotamos em nosso trabalho. A equação é expressa por:

$$Q_s = \frac{0,023 g^{0,5} H_b^{2,5} \text{sen}(2\alpha_b)}{(s - 1)} \quad (\text{equação 8})$$

onde: Q_s é a taxa de transporte longitudinal, expressa em m^3/s ; g é a aceleração da gravidade; H_b é a altura da onda na arrebentação; α_b é o ângulo de incidência da onda na arrebentação; e s é a densidade relativa do sedimento, expressa por ρ_s/ρ , sendo ρ_s a densidade do sedimento de praia e ρ a densidade da água do mar.

A equação 8 é uma forma simplificada da equação originalmente apresentada pelo CERC (1984). Ela tende a considerar que a taxa de transporte independe da granulometria do

sedimento e da inclinação da face de praia. Esta também parece ser a premissa contida na equação de Komar (1983), que considera como elemento fundamental na quantificação do transporte litorâneo a energia da onda na arrebentação.

Como já mencionado, outras equações podem ser usadas para se estimar o transporte de sedimentos litorâneos. Como consequência deste grande número de equações, diversos estudos foram elaborados visando definir a metodologia que fosse potencialmente mais conveniente para prover as estimativas relativas ao transporte longitudinal de sedimentos.

Estes estudos fundamentam-se na avaliação da sensibilidade dos diferentes métodos à variação dos dados de entrada principais e na aderência dos resultados a conhecidos comportamentos morfológicos reais (Alfredini, 1997).

Nesta linha, Schoonees (1996) analisou o resultado de 52 fórmulas de estimativa da vazão sólida, utilizando somente os dados de campo disponíveis, e concluiu que o método de Kamphuis (1991) - tabela 16 - é o de melhor desempenho, considerando os desvios estatísticos com os dados reais.

Schoonees & Theron (1995) haviam constatado que a equação proposta por Caldwell (1956) - tabela 16 - apresenta resultados mais precisos que os obtidos pela equação do CERC (1984).

Alfredini (*op. cit.*) realizou um estudo comparativo entre as equações de uso mais consagrado e cronologicamente mais representativas da evolução das pesquisas neste campo (tabela 16). Estas equações foram utilizadas em 15 localidades da costa brasileira, desde o Rio Grande do Sul até o Ceará.

Os resultados mostraram a equação de Caldwell (*op. cit.*) como a mais recomendada para a estimativa das vazões sólidas do transporte litorâneo, pois forneceu, em 60% dos casos, a magnitude mais próxima da média mais provável.

As equações que consideram o transporte litorâneo função apenas de H_b e α_b acabam por tornar esta quantificação bastante simplificada, exigindo, conseqüentemente, trabalhos de campo e/ou laboratoriais de menor complexidade. Assim, acreditamos que a difusão do uso das equações de Komar (*op. cit.*) e CERC (*op. cit.*) deve-se, fundamentalmente, à praticidade de uso destas. Pelo mesmo motivo, o uso da fórmula de Caldwell (1956) se mostra de grande valor nas estimativas do transporte litorâneo de sedimentos.

Isto fez com que analisássemos em nosso trabalho a aplicação das equações de Caldwell (*op. cit.*), Komar (*op. cit.*) e CERC (*op. cit.*), comparando as magnitudes dos resultados obtidos com uso de cada uma destas equações com a média desses valores (tabelas 17 e 18), semelhante ao efetuado por Alfredini (*op. cit.*).

Consideramos, assim, a média dos valores das equações utilizadas como o resultado mais provável, ou seja, aquele volume de sedimento que efetivamente teria sido transportado pelas correntes longitudinais.

Os resultados mostraram que em 90% das nossas observações a equação de Caldwell (*op. cit.*) forneceu os valores mais próximos da média provável (figura 62).

Tabela 16: Algumas das equações de uso mais consagrado no cálculo do transporte longitudinal de sedimentos.

MÉTODO	EQUAÇÃO
Caldweel (1956) (*)	$Q_s = 5,006 (P_{1b} \cdot 10^{-6})^{0,8}$
Castanho (1966) (*)	$Q_s = \frac{e}{(\rho_s - \rho) g a \tan \theta} P_{1b}$
Komar (1983) (**)	$Q_s = 3,4 (EC_n)_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b$
CERC (1984) (#)	$Q_s = \frac{0.023 g^{0,5} H_b^{2,5} \sin(2\alpha_b)}{(s - 1)}$
Galvin (1984) (*)	$Q_g = 5,22 \cdot 10^{-2} \overline{H_b^2}$
Kamphuis (1991) (*)	$Q_s = 2,03 \cdot 10^{-3} (H_{sb})^2 T^{1,5} m^{0,75} (D_{50})^{-0,25} \sin(2\alpha_b)^{0,6}$
Sendo: Q_s o transporte resultante; Q_g o transporte global (m³/ano); P_{1b} a potência da onda transmitida paralelamente à costa por unidade de comprimento de praia na arrebentação; ρ_s a massa específica do grão de sedimento pesado no ar; ρ a massa específica da água; g a aceleração da gravidade; a a compacidade das areias; e a relação entre a energia dissipada e a transmitida pelas ondas, θ o ângulo de repouso da areia saturada; $\overline{H_b}$ a altura média anual das ondas na arrebentação; H_{sb} a altura da onda significativa na arrebentação; T o período da onda; m a declividade da praia entre a linha de arrebentação e o estirâncio, D_{50} o diâmetro mediano da areia na zona de arrebentação e espraçamento e α_b o ângulo da onda na arrebentação; s é a densidade relativa do sedimento, expressa por ρ_s/ρ, sendo ρ_s a densidade do sedimento de praia e ρ a densidade da água do mar. Fonte: (*) Alfredini (1997) (**) Muehe (1996) (#) Soulsby (1997)	

Ao considerarmos a equação de Caldwell (1956) como aquela que nos fornecerá os valores mais representativos para o transporte litorâneo sólido resultante (Q_s), observamos, como já destacado, a predominância de transporte no sentido N-S (66%), com volumes que oscilaram entre 12,81 m³/dia e 1625,14 m³/dia. Para os demais dados analisados, com sentido S-N (34%), os volumes variaram entre 63,63 m³/dia e 1313,41 m³/dia.

É importante ressaltar que estes dados referem-se exclusivamente ao transporte longitudinal resultante (Q_s), expresso em m³/dia, sob condições de verão.

Estimativas de transporte longitudinal global (Q_g), expresso em m³/ano, necessitam de maiores períodos de monitoramento das correntes longitudinais, para que possam ser feitas previsões mais seguras a seu respeito. Entretanto, estudos anteriores (Bragard, 1992 *apud* Manso et al., 1995) indicaram volumes de cerca de 70.000 m³/ano, para o transporte no sentido S-N. Os dados levantados por Manso et al. (*op.cit.*) permitiram estimar um transporte global de cerca de 15.000 m³/ano, no sentido N-S.

Tabela 17: Valores do transporte longitudinal no sentido N-S.

Fluxo de energia (J/m ²)	TRANSPORTE LONGITUDINAL DE SEDIMENTOS			
	Caldwell (1956) (m ³ /dia)	Komar (1983) (m ³ /dia)	CERC (1984) (m ³ /dia)	Valor Médio (m ³ /dia)
2,18	12,81	7,43	3,09	7,55
21,37	79,41	72,66	30,19	58,55
44,02	141,55	149,66	62,17	113,25
226,61	525,08	770,48	320,06	515,18
357,09	755,49	1214,11	504,35	787,84
30,81	106,40	104,75	43,52	81,71
66,53	196,97	226,20	93,96	165,52
54,48	167,88	185,23	76,95	137,74
21,59	80,05	73,39	30,49	59,08
859,15	1524,96	2921,10	1213,44	1797,93
135,95	348,90	462,22	192,01	320,36
128,24	332,99	436,03	181,13	303,49
51,02	159,30	173,48	72,07	129,69
74,46	215,55	253,16	105,17	183,62
313,21	680,26	1064,92	442,37	696,89
788,15	1423,29	2679,72	1113,17	1657,47
108,65	291,64	369,42	153,46	260,30
214,01	501,59	727,62	302,26	488,43
152,58	382,65	518,76	215,50	356,57
285,99	632,54	972,37	403,93	640,13
915,88	1605,01	3114,00	1293,57	1909,77
33,33	113,31	113,32	47,07	87,80
437,34	888,50	1486,95	617,69	952,63
133,44	343,75	453,71	188,47	314,89
140,75	358,74	478,57	198,80	330,86
930,27	1625,14	3162,92	1313,89	1938,08
480,35	957,74	1633,18	678,43	1040,26
930,27	1625,14	3162,92	1313,89	1938,08
124,08	324,32	421,88	175,25	294,36
263,26	591,98	895,08	371,82	592,49
52,02	161,79	176,87	73,47	132,02
49,01	154,25	166,64	69,22	124,98
288,74	637,39	981,70	407,80	645,86
277,25	617,02	942,63	391,57	621,83
382,60	798,36	1300,83	540,37	840,41
81,40	231,48	276,76	114,97	199,34
135,06	347,07	459,19	190,75	318,42
81,81	232,41	278,16	115,55	200,27
244,39	557,80	830,94	345,18	552,77
129,50	335,60	440,30	182,90	306,25
129,58	335,77	440,59	183,02	306,43
499,94	988,86	1699,78	706,10	1080,04
357,28	755,81	1214,75	504,61	788,22
164,98	407,33	560,92	233,01	383,41
69,51	204,00	236,33	98,17	172,33
437,34	888,50	1486,95	617,69	952,63
71,51	208,70	243,15	101,00	176,91
129,50	335,60	440,30	182,90	306,25

Tabela 18: Valores do transporte longitudinal no sentido S-N.

Fluxo de energia (J/m ²)	TRANSPORTE LONGITUDINAL DE SEDIMENTOS			
	Caldwell (1956) (m ³ /dia)	Komar (1983) (m ³ /dia)	CERC (1984) (m ³ /dia)	Valor Médio (m ³ /dia)
16,20	63,63	55,09	22,88	45,53
29,46	102,67	100,18	41,61	78,45
22,24	81,99	75,62	31,41	60,71
82,65	234,32	281,02	116,74	202,17
35,09	118,06	119,29	49,55	92,02
71,03	207,56	241,50	100,32	175,80
164,91	407,19	560,69	232,91	383,26
58,38	177,43	198,50	82,46	146,78
53,58	165,65	182,17	75,67	135,64
413,47	849,50	1405,81	583,98	903,80
37,03	123,27	125,91	52,30	96,68
78,35	224,50	266,38	110,65	192,43
155,65	388,80	529,21	219,84	363,24
103,78	281,13	352,86	146,58	249,49
164,98	407,33	560,92	233,01	383,41
65,79	195,23	223,69	92,92	163,83
195,08	465,77	663,27	275,52	448,08
65,79	195,23	223,69	92,92	163,83
285,99	632,54	972,37	403,93	640,13
213,04	499,78	724,35	300,90	486,38
99,04	270,81	336,75	139,89	238,94
39,60	130,07	134,65	55,94	102,80
113,66	302,34	386,45	160,53	271,39
712,85	1313,41	2423,68	1006,81	1507,81

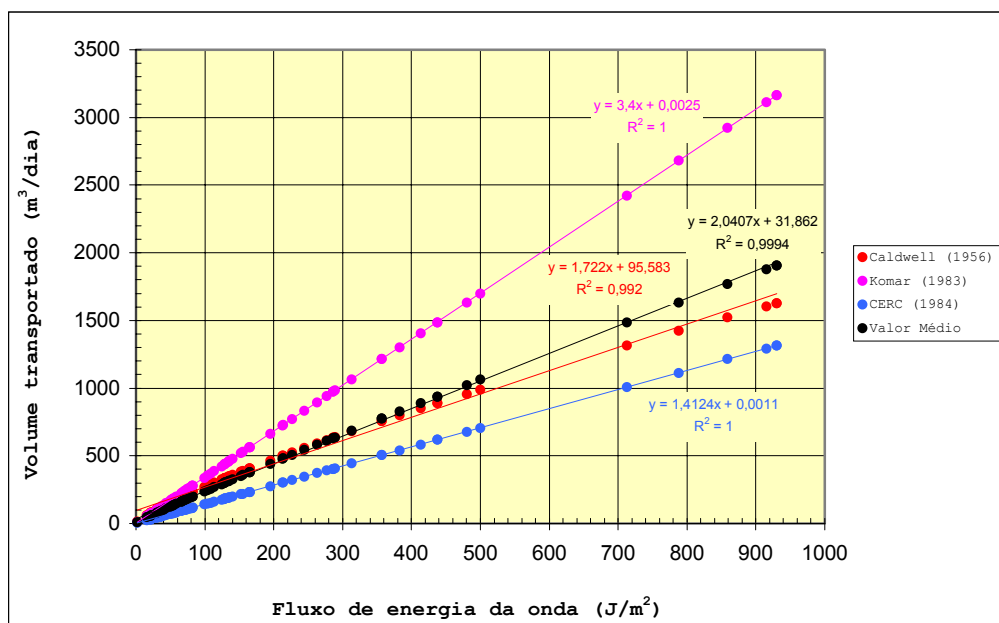


Figura 62: Relações entre o fluxo de energia da onda e o volume de sedimento transportado pelas correntes longitudinais. A equação do CERC (1984) tende a subestimar os valores médios do transporte sólido litorâneo, o contrário ocorrendo com a equação de Komar (1983). A Caldwell (1956) forneceu em 90% dos registros valores mais próximos da média geral, como se observa pela posição das distribuições dos valores no diagrama acima.

CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da evolução costeira das praias estudadas foi feita em duas etapas distintas.

A primeira delas baseou-se na análise de fotografias aéreas de três diferentes décadas do século passado (70, 80 e 90). Foi possível definir quatro setores costeiros, diferenciados, preliminarmente, através da largura dos seus trechos de praia.

O primeiro destes setores apresenta uma faixa de praia com grande largura (média superior a 100 m), com presença de dunas frontais de pequeno porte, estirâncio com mergulho suave e na sua porção submersa recifes de arenito.

Observou-se neste setor uma tendência geral de progradação, com claros sinais de sedimentação, principalmente aqueles evidenciados pelas marcas do transporte litorâneo e, também, pelos ganhos observados em trechos de dunas. O risco avaliado de erosão é baixo. Entretanto, faz-se agora algumas ressalvas para o uso futuro das áreas deste setor, que por um lado passam a sofrer pressões sócio-econômicas cada vez maiores e, por outro, vêem uma diminuição das limitações legais de uso e ocupação do solo com a desativação da Estação de Rádio da Marinha, no Pina. Torna-se extremamente necessária a implantação de uma política de conservação da faixa de praia, que deverá induzir a preservação das características naturais e não favorecer a instalação de obras ou estruturas que venham a comprometer o equilíbrio hoje observado.

O segundo setor apresenta como principal característica uma expressiva linha de recifes, que são expostos, freqüentemente, nos períodos de baixa-mar. Este setor demonstrou, ao longo dos anos, consideráveis ganhos de sedimentos ao longo de todo o seu perfil praiar. Estes ganhos vão desde a pós-praia (com a diminuição da diferença de cota entre o calçadão e a faixa de praia) até a antepraia (com o assoreamento da área interna dos recifes). Assim, diagnosticamos um risco de erosão muito baixo neste setor. Para sua conservação sugere-se a adoção de medidas similares às propostas para o setor 1.

A análise das fotografias aéreas da década de 70 já demonstrava que o terceiro setor apresentava uma faixa de praia estreita (média de 43 m), que lentamente (até o final dos anos 80) sofreu alterações de suas características naturais motivadas pelo desenvolvimento urbano. Com a chegada da década de 90, houve a ampliação do calçadão e a construção da pista de Cooper. A partir daí, viu-se surgir um processo erosivo que alteraria profundamente o cenário local, através da supressão da pós-praia e encurtamento do estirâncio. A ausência de recifes favoreceu a remoção de sedimentos pelas correntes de deriva litorânea, que apresentam, no sentido S-N, uma maior capacidade de transporte, em comparação com as correntes de N-S. Deve ser levado em conta, ainda, o aparecimento freqüente de cúspides praias e o surgimento de correntes de retorno com transporte de

sedimentos para além da zona de arrebentação. Todos esses fatos contribuíram para o desenvolvimento do atual cenário erosivo.

Devemos lembrar que, na sua origem, a erosão costeira em áreas urbanizadas está, normalmente, associada à falta de um planejamento adequado que considere as particularidades físicas destas áreas, suas condições sociais e econômicas, bem como as suas tendências de desenvolvimento. Em áreas potencialmente favoráveis à implantação de processos erosivos, como as deste setor costeiro, devem-se contemplar os estudos de riscos à erosão, permitindo orientações não só de caráter preventivo mas também na concepção de obras de correção dos processos erosivos instalados (caráter corretivo). A elaboração dos estudos de impacto ambiental, realizados à época das obras citadas, parecem não ter considerado os riscos iminentes de erosão.

Diante deste cenário de desequilíbrio, sugere-se a realização de estudos detalhados, como aqueles realizados por Manso *et al.* (1995), visando a uma solução técnica criteriosa que venha minimizar os efeitos nocivos até agora observados.

O quarto setor, a exemplo de muitos trechos de praia estudados, sofreu importantes alterações de suas condições naturais. A mais significativa delas foi a construção da Área de Lazer de Piedade, que provocou a impermeabilização de trechos onde existiam antigos cordões litorâneos. O fato da área apresentar no início da década de 70 estruturas de proteção contra o ataque de ondas já demonstrava a fragilidade deste setor à ação dos processos marinhos. Podemos afirmar que o quadro atual de aparente equilíbrio dinâmico deste setor pode ser facilmente alterado. Atribui-se, assim, um risco de erosão moderada ao mesmo.

A segunda etapa de análise da evolução costeira contemplou as alterações de curto prazo da área, revelada pelos estudos dos perfis de praia, que demonstraram a tendência evolutiva já assinalada nos estudos de médio prazo.

A classificação morfodinâmica dos trechos de praia estudados foi feita com base numa proposta metodológica relativamente recente (Alfredini, 1997), que relaciona o parâmetro de Dean (Ω) à declividade da face de praia ($\tan \beta$), originando o parâmetro denominado de $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$, cujos resultados mostraram-se bem condizentes, na maioria das vezes, com o estado da praia revelado pelos perfis topográficos. Quando aplicados os métodos do Ω_{CAMPO} e do $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$ aos dados disponíveis (perfil 4) e comparados os resultados, observaram-se, valores bastante semelhantes. No caso, o Ω_{CAMPO} indicou condições de praias intermediárias para 67% dos dados. A mesma condição intermediária foi assinalada pelo $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$ em 63% das ocasiões.

Os atributos texturais analisados mostraram-se de grande utilidade na caracterização ambiental dos perfis praias principalmente quando associados às variações dos seus níveis de energia. Assim, observou-se que o perfil 1, com características fisiográficas bem distintas dos demais, mostrou no seu estirâncio, quase sempre, areias grossas, com boa a moderada seleção e assimetria negativa/muito negativa. No estirâncio dos demais perfis, registrou-se a predominância de areias médias, com moderado grau de

selecionamento e assimetria positiva/muito positiva. Deste modo, por se tratar de um trecho praial sujeito a uma menor ação das ondas, o perfil 1 apresentou, também, uma menor variabilidade no grau de selecionamento. Quanto à assimetria, verificou-se que as amostras do referido perfil possuem, predominantemente, valores mais baixos, que devem ser creditados, segundo relatos de Nordstrom (1977 *apud* Bittencourt *et al.*, 1987), a uma menor variabilidade da energia das ondas no perfil e, conseqüentemente, a um menor número de mudanças no mesmo, fato comprovado pelos estudos morfodinâmicos.

Outro indício da validade do uso dos atributos granulométricos na distinção de processos de transporte e seleção de sedimentos diz respeito ao padrão textural extremamente similar apresentado pelas amostras da antepraia dos perfis 3 e 4. Esta similaridade deve-se, provavelmente, ao fato destes perfis estarem sujeitos a uma ação direta das ondas, uma vez que não estão presentes nos mesmos os recifes de arenito que marcam os perfis 1 e 2.

Os cálculos das velocidades das correntes longitudinais - fornecidas pelas equações de Longuet-Higgins (1970) e CERC (1984) - e os volumes de sedimentos transportados por tais correntes - calculados pelas equações de Caldwell (1956), Komar (1983) e CERC (*op. cit.*) - foram baseados em medidas instantâneas da altura da onda e do seu ângulo de incidência, através de estimativas visuais, sujeitas, portanto, a erros.

No que diz respeito ao transporte litorâneo, os resultados obtidos devem ser vistos como uma avaliação primária (e até certo ponto grosseira) do volume efetivamente transportado, mas que, para efeito de balanço entre fluxos de direções opostas, apresentam, necessariamente, um resultado melhor que a simples consideração da direção da corrente longitudinal.

Dentre os métodos utilizados neste trabalho para o cálculo do transporte longitudinal de sedimentos, o de Caldwell (*op. cit.*) foi aquele que apresentou os valores mais próximos da média fornecida pelas equações utilizadas. A média foi assim considerada como o valor mais provável do transporte na área. Além da simplicidade de formulação, a equação de Caldwell (*op. cit.*) apresenta a grande vantagem de não depender de um grande número de parâmetros morfo-sedimentológicos e da sensibilidade de variação destes.

Estudos anteriores demonstraram que a tendência do transporte longitudinal é sazonal, com sentido preferencial N-S, em época de verão, e S-N, nos meses de inverno (Manso *et. al.*, 1995). Estes estudos revelaram, também, uma capacidade de transporte de 15.000 m³/ano, no sentido N-S, e fazem referência a uma capacidade de transporte litorâneo de cerca de 70.000 m³/ano, no sentido S-N, estimada por Bragard (1992 *apud* Manso *et al.*, *op. cit.*). Estes valores vêm, desta maneira, ratificar as observações gerais aqui levantadas, que indicam uma tendência deposicional/estabilidade ao norte da área (Praia do Pina) e erosiva ao sul (Praia da Boa Viagem/Piedade).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfredini, P. A., 1997. Estimativa do transporte de sedimentos litorâneo como ferramenta para o conhecimento relativo à erosão costeira. In: Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário e Reunião Sobre Quaternário da América do Sul, 6, 1997, Curitiba. **Anais** ... Curitiba: ABEQUA. p. 377-382.
- Alheiros, M. M.; Lima Filho, M. F.; Monteiro, F. A. J.; Oliveira Filho, J. S., 1988. Sistemas deposicionais na Formação Barreiras do Nordeste Oriental. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35, 1988, Belém. **Anais** ... , Belém: SBG. 2: 753-760.
- Alheiros, M. M. & Lima Filho, M. F., 1991. A Formação Barreiras. In: Mabesoone, J. M. (Editor). **Estudos Geológicos - Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte**. Recife: UFPE, 10: 77-88, 252 p. (Série B - Estudos e Pesquisas).
- Alheiros, M. M.; Ferreira, M. G. V. X.; Lima Filho, M. F. , 1995. **Mapa geológico do Recife**. Recife: FINEP/LSI-DEC-UFPE. (Convênio Carta Geotécnica da Cidade do Recife).
- Augusto Filho, O.; Cerri, L. E. S.; Amenomori, C. J., 1990. Riscos geológicos: aspectos conceituais. In: Simpósio Latino-Americano sobre risco geológico urbano, 1, São Paulo. **Anais** ... São Paulo: ABGE. p. 203-215.
- Bird, E. C. F., 1985. **Coastline changes - global review**. J. Wiley & Sons, New York, 219 p.
- Bittencourt, A. C. S. P.; Vilas Boas, G. S.; Flexor, J. M.; Martin, L., 1979. Geologia dos depósitos quaternários do litoral do Estado da Bahia. **Geologia e recursos minerais do Estado da Bahia. Textos básicos**, Salvador, 1: 1-21.
- Bittencourt, A. C. S. P.; Farias, F. F.; Zanini Jr., A., 1987. Reflexo das variações morfodinâmicas praias nas características texturais dos sedimentos da praia da Armação, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, 17(3): 276-282.
- Bittencourt, A. C. S. P.; Dominguez, J. M. L.; Moita Filho, O., 1990. Variações texturais induzidas pelo vento nos sedimentos da face da praia (Praia de Atalaia, Piauí). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, 20(1-4): 201-207.
- Bittencourt, A. C. S. P. & Vilas Boas, G. S., 1992. Variação da energia e sua repercussão nas características composicionais e texturais em sedimentos praias atuais: exemplo de costa leste da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, 22(3): 311-320.
- Borba, A. L. S., 1999. **Estudos sedimentológicos, morfodinâmicos e da vulnerabilidade das praias da Piedade, Candeias e Barra das Jangadas - município de Jaboatão dos Guararapes-PE**. Recife. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia. Mestrado em Geociências. 136 f.

- Brown, J.; Colling, A.; Park, D.; Philips, J.; Rothery, D.; Wright, J., 1991. **Waves, tides and shallow-water processes**. Pergamon Press - Open University, Oxford, 187 p.
- Caldwell, J. M., 1956. **Wave action and sand movement near Anaheim Bay, California**. U. S. Army Beach Erosion Board Tech. Memo. n. 68.
- CERC., 1984. **Shore Protection Manual**. Vicksburg: U. S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center, 3 v. (numeração irregular).
- Chaves, N. S., 1996. **Beachrocks do litoral pernambucano: estudo sedimentológico e análise isotópica**. Recife.. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia. Mestrado em Geociências, 91 f.
- CONSULPLAN ENGENHARIA., 1989. **Plano de desenvolvimento portuário de curto e médio prazo: Complexo Industrial de Suape - Relatório Final**. 3 volumes.
- Coutinho, P. N.; Lima, A. T. O.; Queiroz, C. M.; Freire, G. S. S.; Almeida, L. E. S. B.; Maia, L. P.; Manso, V. A. V.; Borba, A. L. S.; Martins, M. H. A.; Duarte, R. X., 1997. **Estudo da erosão marinha nas praias de Piedade e de Candeias e no estuário de Barra de Jangadas - município de Jaboatão dos Guararapes**. Recife, 154 p. (Relatório Técnico).
- CPRM.BRASIL., 1999. **Mapa Geológico da Região Metropolitana do Recife**. Sistema de Informações para a Gestão territorial do Recife - Projeto SINGRE III. Recife. (Escala 1:100.000).
- Davis, R. A., 1978. *Beach and nearshore zone*. In: Davis, R. A. (Editor). **Coastal sedimentary environments**. Springer-Verlag, New York, 420 p. p. 237 - 286.
- Dominguez, J. M. L.; Bittencourt, A. C. S. P.; Leão, Z. M. A. N.; Azevedo, A. E. G., 1990. Geologia do Quaternário costeiro do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, 20(1-4): 208-215.
- Duane, D. B., 1964. Significance of skewness in recent sediments, Western Pamlico Sound, North Carolina. **Journal of Sedimentary Petrology**, 34(4): 864-874.
- Duarte, R. X., 1993. **Mapeamento do Quaternário costeiro do extremo sul de Pernambuco: área 05 - Tamandaré**. Recife. Relatório de Graduação. UFPE. Curso de Geologia. 85 f.
- Duarte, R. X., 1997. **Caracterização do ambiente praias: morfologia, aspectos hidrodinâmicos e sedimentologia**. Recife. Seminário de Qualificação. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia e Geociências. Mestrado em Geociências. 67 p.
- Duxbury, A. B. & Duxbury, A. C. , 1996. **Fundamentals of oceanography**. 2ª edição. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, 308 p.
- FIDEM, 1987. **Carta da Nucleação Centro** - Escala 1:20.000.

- FINEP. UFPE., 1990. *Carta geotécnica da cidade do Recife (sub-área Geologia/Geologia de Engenharia) - relatório final de atividades*. Recife. 174 f.
- Folk, R. L.; Ward, W. C., 1957. Brazos river bar: study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27(1): 3-26.
- Friedman, G. M., 1962. On sorting, sorting coefficients and the grain size distribution of sandstones. *Journal of Sedimentary Petrology*, 13: 233-252
- Friedman, G. M., 1967. Differences in size distributions of populations of particles among sands of various origins. *Journal of Sedimentary Petrology*, 37: 327-354.
- Friedman, G. M., 1979. Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. *Sedimentology*, 26: 3-32.
- Hails, J. R., 1967. Significance of statistical parameters for distinguishing sedimentary environments in New Wales, Australia. *Journal of Sedimentary Petrology*, 37: 1059-1069.
- Hoefel, F. G., 1998. *Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica*. Editora da Univali, Itajaí, 92 p.
- Homsí, A., 1978. Wave climate in some zones off the Brazilian coast . In: Coastal Engineering Conference, 16, 1978. Hamburg. *Proceedings* ... Hamburg: American Society of Civil Engineers. 1: 114-133.
- Kamphuis, J. W., 1991. Alongshore sediment transport rate. *Journal of Waterways, Port, Coastal and Ocean Engineering (ASCE)*, 117(6): 624-641.
- Klein, A. H. F., 1997. Um método indireto para a determinação do estágio morfodinâmico de praias oceânicas arenosas. In: Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário e Reunião Sobre Quaternário da América do Sul, 6, 1997. Curitiba. *Anais ...* Curitiba: ABEQUA. p. 76-78.
- Klein, A. H. F & Calliari, L. J., 1997. Concheiros do Albardão: variações espaço-temporais da morfologia praial. In: Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário e Reunião Sobre Quaternário da América do Sul, 6, 1997, Curitiba. *Anais ...* Curitiba: ABEQUA. p. 401-406.
- Kempf, M.; Mabessone, J. M.; Tinoco, I. M., 1970. Estudo da plataforma continental da área do Recife: I - Generalidades sobre o fundo. *Trabalhos Oceanográficos*, Recife, 37(53): 341-344
- Komar, P. D., 1976. *Beach processes and sedimentation*. Prentice Hall Editor, New Jersey, 429 p.
- Komar, P. D., 1983. Beach processes and erosion - an introduction. In: Komar, P. D. (Editor). *CRC handbook of coastal processes and erosion*. CRC Press Inc, Florida, p. 1-20.

- Larson, R.; Morang, A.; Gorman, L., 1997. Monitoring the coastal environment; Part II: sediment sampling and geotechnical methods. *Journal of Coastal Research*, 13(2): 308-330.
- Leão, Z. M. Z. N.; Bittencourt, A. C. S. P.; Dominguez, J. M. L.; Nolasco, M. C.; Martin, L., 1985. The effects of Holocene sea level fluctuations on the morphology of the Brazilian coral reefs. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 15(2): 154-157.
- Lima Filho, M. F.; Corrêa, A. A.; Mabesoone, J. M.; Silva, J. C., 1991. Origem da Planície do Recife. In: Mabesoone, J. M. (Editor). *Estudos Geológicos - Revisão geológica da faixa sedimentar costeira de Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte*. Recife: UFPE. 10: 157-176. 252 p (Série B - Estudos e Pesquisas).
- Longuet-Higgins, M. S., 1970. Longshore currents generated by obliquely incident sea waves. *Journal of Geophysical Research*, 75: 6778-6801
- MAIA MELO ENGENHARIA. *Cura Beira Mar - Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)*. 1989. Recife. (02 volumes).
- Manso, V. A. V.; Coutinho, P. N.; Lima, A. T. O.; Almeida, L. E. S. B.; Medeiros, A. B.; Borba, A. L. S.; Lira, A. R. A.; Pedrosa, F. J. A.; Martins, M. H. A.; Chaves, N. S.; Duarte, R. X.; Ivo, P. S., 1995. *Estudo da erosão marinha na Praia da Boa Viagem - Relatório Técnico*. Convênio EMLURB/FADE/LGGM-UFPE. Recife, 98 p.
- Marinha do Brasil. Divisão de Hidrografia e Navegação, 1997. *Carta Batimétrica nº 930: Proximidades do Porto do Recife* - Escala 1:15.000
- Martin, L., 1988. Mapeamento geológico ao longo da faixa costeira. In: Simpósio sobre depósitos quaternários das baixadas litorâneas brasileiras. Rio de Janeiro. *Atas ...* Rio de Janeiro, p. 2.1-2.29
- Morais, J. O., 1996. Geologia do planejamento ambiental - Capítulo V: Processos de impactos ambientais em zonas costeiras. *Revista de Geologia*, Fortaleza, 9: 191-242.
- Muehe, D., 1995. *Geomorfologia costeira*. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (Organizadores). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 2ª edição. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 427 p. p. 253-308.
- Muehe, D. & Neves, C. F., 1995. Potencial impacts of sea-level rise on the metropolitan region of Recife, Brazil. *Journal of Coastal Research*. Florida, Special Issues, 14: 116-131.
- Muehe, D., 1996. *Geomorfologia costeira*. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (Organizadores). *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 343 p. p. 191-238.
- Muehe, D., 1998. Estado morfodinâmico praias no instante da observação: uma alternativa de identificação. *Revista Brasileira de Oceanografia*, Rio de Janeiro, 46(2): 157-169.
- Ogura, A. T., 1996. Análises de riscos geológicos em planos preventivos de defesa civil. In: ABGE. *Curso de Geologia aplicada ao meio ambiente*. São Paulo: ABGE. 247 p. 203-215.

- Oliveira, A. I.; Leonardos, O. H., 1943. **Geologia do Brasil**. 2ª edição. Serviço de Informação Agrícola do Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 813 p. il. (Série didática n. 2).
- Pettijohn, F. J., 1975. **Sedimentary rocks**. 3ª edição. Harper and Row Editor, New York, 628 p.
- Ponçano, W. L., 1986. Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos: exemplos de sedimentos quaternários brasileiros. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, 16(2): 157-170.
- Ponzi, V. R. A., 1995. **Métodos de análises sedimentológicas de amostras - representação de resultados através de gráficos e mapas**. Rio de Janeiro. Universidade Federal Fluminense. 36 p (+ anexos).
- Schoonees, J. S & Theron, A. K., 1995. Accuracy and applicability of the SPM longshore transport formula. In: Coastal Engineering Conference, 24, New York. **Proceedings** ... New York: American Society of Civil Engineers. p. 2595-2609.
- Schoonees, J. S., 1996. Improvement of the most accurate longshore transport formula. In: International Coastal Engineering Conference, 25, Orlando. **Proceedings** ... Orlando: American Society of Civil Engineers.
- Short, A. D. & Hesp. P. A., 1982. Wave, beach and dune interactions in southeastern Australia. **Marine Geology**, 48: 259-284.
- Sonu, C. J., 1972. Bimodal composition and cyclic characteristics of beach sediment in continuously changing profiles. **Journal of Sedimentary Petrology**, 42: 852-857
- Soulsby, R., 1997. *Dynamics of marine sands - A manual for practical applications*. 1ª edição. Thomas Telford Publications, London, 249 p.
- Suguio, K., 1976. **Introdução à sedimentologia**. Editora Edgard Blücher, São Paulo, 318 p.
- Suguio, K.; Martin, L.; Bittencourt, A. C. S. P.; Dominguez, J. M. L.; Flexor, J. M.; Azevedo, A. E. G., 1985. Flutuações do nível do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, 15(4): 273-286.
- Suhayda, J. N.; Hsu, S. A; Roberts, H. H; Short, A. D., 1977. **Documentation and analysis of coastal processes, northeast coast of Brazil**. Technical Report n. 238. Louisiana State University. Coastal Studies Institute - Center for Wetlands Resources. 98 p
- Sunamura, T., 1984. Quantitative prediction of beach face slopes. **Geology Society American Bulletin**. 95: 242-245.

- Toldo Jr., E.E. & Dorneles, C.E., 1991. Programa de Análise Completa (PANCOM). Sistema de Análises Granulométricas (SAG). Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências.
- Toldo Jr., E. E., 1994. *Sedimentação, predição do padrão de ondas, e dinâmica sedimentar da antepraia e zona de surfe do sistema lagunar da Lagoa dos Patos, RS*. Porto Alegre. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pós-Graduação em Geociências. 170 p (+ anexos).
- Wang, P.; Kraus, N. C.; Davis Jr., R. A., 1998. Total longshore sediment transport rate in the surf zone: field measurements and empirical predictions. *Journal of Coastal Research*, Florida, 14(1): 269-282
- Wright, L. D.; Short, A. D., 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, Amsterdam, 56: 93-118.
- Wright, L. D.; May, S. K; Short, A. D; Green, M. O., 1984. Beach and surf zone equilibria and response times. In: Coastal Engineering Conference, 19, 1984. Houston. *Proceedings* ... Houston: American Society of Civil Engineers. p. 2150-2164.

A N E X O

Anexo: Principais parâmetros hidrodinâmicos da área de estudo. H_b - altura da onda na arrebentação (m); T - período da onda (s); α_b - ângulo de incidência da onda na arrebentação (graus); β - inclinação da face de praia (graus); $\tan \beta$ - tangente do ângulo de inclinação da face de praia; P_{wb} - potência da onda transmitida paralelamente à costa por unidade de comprimento de praia na arrebentação (J/m^2). No caso das correntes longitudinais e do transporte litorâneo de sedimentos os sinais (+) e (-) indicam, respectivamente, o sentido dos deslocamento ocorridos, N-S e S-N.

Data	ONDA				CORRENTE LONGITUDINAL					FACE DE PRAIA		TRANSPORTE LITORÂNEO						
	H _b (m)	T (s)	α _b (graus)	Celeridade (m/s)	Medida (m/s)	Calculada (m/s)		Sentido	β (graus)	Tan β	P _{1b} (J/m ²)	Caldwell (1956) (m ³ /dia)		Komar (1983) (m ³ /dia)		CERC (1984) (m ³ /dia)		
						Longuet-Higgins (1970)	CERC (1984)											
28/09/94	0.56	14.8	0	3.31	---	0.00	0.00		---	0	0.00	0.00		0.00		0.00		0.00
28/09/94	0.37	13.9	2	2.69	---	0.08	0.10		---	4	0.07	16.20	-	63.63	-	55.09	-	22.88
29/09/94	0.47	12.1	2	3.04	---	0.09	0.14		---	5	0.09	29.46	-	102.67	-	100.18	-	41.61
30/09/94	0.37	12.5	0	2.69	---	0.00	0.00		---	5	0.09	0.00		0.00		0.00		0.00
30/09/94	0.51	12.3	0	3.16	---	0.00	0.00		---	4	0.07	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
01/10/94	0.37	13.3	0	2.69	---	0.00	0.00		---	3	0.05	0.00		0.00		0.00		0.00
01/10/94	0.42	12.7	2	2.87	---	0.08	0.08		---	3	0.05	22.24	-	81.99	-	75.62	-	31.41
02/10/94	0.26	13.2	---	2.26	---	---	---		---	6	0.11	---		---		---		---
02/10/94	0.46	13.6	0	3.00	---	0.00	0.00		---	4	0.07	0.00		0.00		0.00		0.00
03/10/94	0.24	13.4	---	2.18	---	---	---		---	5	0.09	---		---		---		---
03/10/94	0.55	12	0	3.28	---	0.00	0.00		---	5	0.09	0.00		0.00		0.00		0.00
04/10/94	0.17	12.5	2	1.80	---	0.05	0.05		---	3	0.05	2.18	+	12.81	+	7.43	+	3.09
04/10/94	0.65	12.2	0	3.58	---	0.00	0.00		---	6	0.11	0.00		0.00		0.00		0.00
05/10/94	0.29	13.6	5	2.37	---	0.17	0.16		---	3	0.05	21.37	+	79.41	+	72.66	+	30.19
05/10/94	0.43	13.2	0	2.90	---	0.00	0.00		---	7	0.12	0.00		0.00		0.00		0.00
06/10/94	0.25	13.6	15	2.22	0.16	0.47	0.44	+	N-S	3	0.05	44.02	+	141.55	+	149.66	+	62.17
06/10/94	0.69	12.5	0	3.69	---	0.00	0.00		---	10	0.18	0.00		0.00		0.00		0.00
07/10/94	0.74	11.6	5	3.81	---	0.28	0.60		---	7	0.12	226.61	+	525.08	+	770.48	+	320.06
08/10/94	0.68	9.3	10	3.64	0.24	0.52	1.30	+	N-S	8	0.14	357.09	+	755.49	+	1214.11	+	504.35
08/10/94	0.41	12.9	3	2.83	0.16	0.12	0.11	+	N-S	3	0.05	30.81	+	106.40	+	104.75	+	43.52
09/10/94	---	11.7	0	---	0.26	---	---	+	N-S	7	0.12	---	+	---	+	---	+	---
09/10/94	0.46	12.9	0	3.00	0.18	0.00	0.00	-	S-N	2	0.03	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
10/10/94	0.85	11.8	0	4.08	---	0.00	0.00		---	7	0.12	0.00		0.00		0.00		0.00
10/10/94	0.49	11.5	5	3.11	0.57	0.23	0.42	-	S-N	6	0.11	82.65	-	234.32	-	281.02	-	116.74
11/10/94	0.59	11.3	0	3.39	---	0.00	0.00		---	5	0.09	0.00		0.00		0.00		0.00
11/10/94	0.65	11	2	3.57	---	0.10	0.06		---	2	0.03	66.53	+	196.97	+	226.20	+	93.96
12/10/94	0.80	13.1	0	3.96	---	0.00	0.00		---	10	0.18	0.00		0.00		0.00		0.00
12/10/94	0.50	10.1	2	3.14	0.45	0.09	0.17	-	S-N	6	0.11	35.09	-	118.06	-	119.29	-	49.55
13/10/94	0.46	11.3	5	3.02	0.30	0.22	0.27	-	S-N	4	0.07	71.03	-	207.56	-	241.50	-	100.32
13/10/94	0.94	12.3	2	4.29	0.27	0.13	0.39	-	S-N	10	0.18	164.91	-	407.19	-	560.69	-	232.91
14/10/94	0.62	8.8	0	3.49	---	0.00	0.00		---	2	0.03	0.00		0.00		0.00		0.00
15/10/94	0.43	12.6	5	2.90	0.16	0.21	0.06	-	S-N	1	0.02	58.38	-	177.43	-	198.50	-	82.46
15/10/94	0.60	12.8	2	3.42	---	0.10	0.28		---	9	0.16	53.58		165.65	-	182.17	-	75.67

Data	ONDA				CORRENTE LONGITUDINAL					FACE DE PRAIA		TRANSPORTE LITORÂNEO						
	H _b (m)	T (s)	α _b (graus)	Celeridade (m/s)	Medida (m/s)	Calculada (m/s)		Sentido	β (graus)	Tan β	P _{1b} (J/m ²)	Caldwell (1956) (m ³ /dia)	Komar (1983) (m ³ /dia)	CERC (1984) (m ³ /dia)				
						Longuet-Higgins (1970)	CERC (1984)											
16/10/94	0.50	11.3	0	3.14	---	0.00	0.00	---	1	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00				
16/10/94	1.15	15.7	3	4.75	---	0.21	0.45	- S-N	7	0.12	413.47	-	849.50	- 1405.81	- 583.98			
17/10/94	0.60	12.3	2	3.43	---	0.10	0.18	---	6	0.11	54.48	+	167.88	+	185.23	+	76.95	
17/10/94	0.52	10.7	2	3.18	---	0.09	0.32	---	11	0.19	37.03	-	123.27	-	125.91	-	52.30	
18/10/94	0.42	12	2	2.85	0.15	0.08	0.10	+ N-S	4	0.07	21.59	+	80.05	+	73.39	+	30.49	
18/10/94	0.70	9	2	3.69	---	0.11	0.37	---	11	0.19	78.35	-	224.50	-	266.38	-	110.65	
19/10/94	0.53	10.3	0	3.24	0.11	0.00	0.00	+ N-S	5	0.09	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00	
19/10/94	0.84	9.2	0	4.06	0.39	0.00	0.00	+ N-S	10	0.18	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00	
20/10/94	0.55	10.3	0	3.27	0.24	0.00	0.00	+ N-S	2	0.03	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00	
20/10/94	0.96	9.7	10	4.34	---	0.62	0.39	---	2	0.03	859.15	+	1524.96	+	2921.10	+	1213.44	
21/10/94	0.74	9.6	3	3.80	---	0.17	0.62	+ N-S	12	0.21	135.95	+	348.90	+	462.22	+	192.01	
22/10/94	0.57	10.3	0	3.35	0.18	0.00	0.00	+ N-S	2	0.03	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00	
22/10/94	0.72	9.4	3	3.76	---	0.17	0.46	+ N-S	9	0.16	128.24	+	332.99	+	436.03	+	181.13	
23/10/94	0.72	9.9	0	3.75	---	0.00	0.00	---	7	0.12	0.00		0.00		0.00		0.00	
23/10/94	0.50	9.2	0	3.13	0.24	0.00	0.00	+ N-S	3	0.05	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00	
24/10/94	0.78	8.9	3	3.91	---	0.17	1.15	---	21	0.38	155.65	-	388.80	-	529.21	-	219.84	
24/10/94	0.50	9.2	3	3.13	0.24	0.14	0.00	+ N-S	0	0.00	51.02	+	159.30	+	173.48	+	72.07	
25/10/94	0.68	9.9	2	3.66	0.33	0.11	0.23	+ N-S	7	0.12	74.46	+	215.55	+	253.16	+	105.17	
25/10/94	0.58	10.4	0	3.37	0.21	0.00	0.00	+ N-S	1	0.02	0.00		0.00		0.00		0.00	
26/10/94	0.84	9.3	5	4.06	0.25	0.30	0.73	+ N-S	8	0.14	313.21	+	680.26	+	1064.92	+	442.37	
26/10/94	0.49	10.1	0	3.10	0.31	0.00	0.00	+ N-S	3	0.05	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00	
27/10/94	1.01	9.1	8	4.45	0.56	0.52	0.95	+ N-S	6	0.11	788.15	+	1423.29	+	2679.72	+	1113.17	
27/10/94	0.55	8.6	5	3.28	0.36	0.24	0.59	+ N-S	8	0.14	108.65	+	291.64	+	369.42	+	153.46	
28/10/94	0.55	8.9	10	3.28	0.45	0.47	0.88	+ N-S	6	0.11	214.01	+	501.59	+	727.62	+	302.26	
29/10/94	0.63	12.3	5	3.52	0.20	0.26	0.24	+ N-S	3	0.05	152.58	+	382.65	+	518.76	+	215.50	
29/10/94	0.81	11.9	5	3.99	---	0.29	1.17	---	13	0.23	285.99	+	632.54	+	972.37	+	403.93	
30/10/94	0.53	8.7	0	3.22	---	0.00	0.00	---	1	0.02	0.00		0.00		0.00		0.00	
30/10/94	1.06	10.1	0	4.56	0.12	0.00	0.00	+ N-S	8	0.14	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00	
31/10/94	0.54	12.2	5	3.25	0.17	0.24	0.22	- S-N	3	0.05	103.78	-	281.13	-	352.86	-	146.58	
31/10/94	0.65	9.9	5	3.57	0.40	0.26	0.97	- S-N	12	0.21	164.98	-	407.33	-	560.92	-	233.01	
01/11/94	0.45	10.4	5	2.97	0.12	0.22	0.20	- S-N	3	0.05	65.79	-	195.23	-	223.69	-	92.92	
01/11/94	1.13	11.4	7	4.71	---	0.48	0.88	+ N-S	6	0.11	915.88	+	1605.01	+	3114.00	+	1293.57	
02/11/04	0.42	9.9	3	2.87	---	0.13	0.15	---	4	0.07	33.33	+	113.31	+	113.32	+	47.07	

Data	ONDA				CORRENTE LONGITUDINAL					FACE DE PRAIA		TRANSPORTE LITORÂNEO						
	H _b (m)	T (s)	α _b (graus)	Celeridade (m/s)	Medida (m/s)	Calculada (m/s)		Sentido	β (graus)	Tan β	P _{1b} (J/m ²)	Caldwell (1956) (m ³ /dia)		Komar (1983) (m ³ /dia)		CERC (1984) (m ³ /dia)		
						Longuet-Higgins (1970)	CERC (1984)											
02/11/94	0.95	10.2	0	4.32	---	0.00	0.00	---	7	0.12	0.00		0.00		0.00		0.00	
03/11/94	0.49	11	0	3.10	---	0.00	0.00	---	1	0.02	0.00		0.00		0.00		0.00	
04/11/94	0.96	8.1	5	4.34	---	0.32	0.78	---	8	0.14	437.34	+	888.50	+	1486.95	+	617.69	
05/11/94	0.41	8.7	0	2.84	---	0.00	0.00	---	2	0.03	0.00		0.00		0.00		0.00	
05/11/94	0.99	8.4	0	4.41	---	0.00	0.00	---	9	0.16	0.00		0.00		0.00		0.00	
06/11/94	0.68	7.1	0	3.65	---	0.00	0.00	---	7	0.12	0.00		0.00		0.00		0.00	
06/11/94	0.69	8.5	0	3.68	0.14	0.00	0.00	- S-N	3	0.05	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	
07/11/94	0.85	6.7	0	4.08	---	0.00	0.00	---	5	0.09	0.00		0.00		0.00		0.00	
07/11/94	0.53	7.7	10	3.22	0.57	0.46	0.14	- S-N	1	0.02	195.08	-	465.77	-	663.27	-	275.52	
08/11/94	0.71	10.3	0	3.73	---	0.00	0.00	---	6	0.11	0.00		0.00		0.00		0.00	
08/11/94	0.45	9.7	5	2.97	0.35	0.22	0.13	- S-N	2	0.03	65.79	-	195.23	-	223.69	-	92.92	
09/11/94	0.81	9.2	5	3.99	0.11	0.29	0.44	- S-N	5	0.09	285.99	-	632.54	-	972.37	-	403.93	
09/11/94	0.41	10.6	0	2.84	---	0.00	0.00	---	3	0.05	0.00		0.00		0.00		0.00	
10/11/94	0.49	11	0	3.10	---	0.00	0.00	---	6	0.11	0.00		0.00		0.00		0.00	
10/11/94	0.68	11.5	0	3.65	---	0.00	0.00	---	5	0.09	0.00		0.00		0.00		0.00	
11/11/94	0.88	10.2	0	4.16	0.26	0.00	0.00	+ N-S	9	0.16	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00	
11/11/94	0.48	12.3	0	3.07	---	0.00	0.00	- S-N	5	0.09	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	
12/11/94	0.51	13.5	0	3.16	---	0.00	0.00	---	2	0.03	0.00		0.00		0.00		0.00	
12/11/94	0.81	12.6	0	3.99	---	0.00	0.00	---	3	0.05	0.00		0.00		0.00		0.00	
13/11/94	0.57	11.3	0	3.34	---	0.00	0.00	---	2	0.03	0.00		0.00		0.00		0.00	
13/11/94	0.66	11.5	0	3.60	---	0.00	0.00	---	6	0.11	0.00		0.00		0.00		0.00	
14/11/94	0.50	9.2	0	3.13	0.07	0.00	0.00	+ N-S	3	0.05	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00	
14/11/94	0.86	8.8	2	4.11	---	0.12	0.22	---	6	0.11	133.44	+	343.75	+	453.71	+	188.47	
15/11/94	0.61	11.9	5	3.46	0.25	0.25	0.23	+ N-S	3	0.05	140.75	+	358.74	+	478.57	+	198.80	
15/11/94	0.99	10.9	10	4.41	0.30	0.63	0.78	+ N-S	4	0.07	930.27	+	1625.14	+	3162.92	+	1313.89	
16/11/94	0.76	10.2	10	3.86	0.21	0.56	0.86	+ N-S	5	0.09	480.35	+	957.74	+	1633.18	+	678.43	
17/11/94	0.55	11.2	0	3.28	---	0.00	0.00	---	0	0.00	0.00		0.00		0.00		0.00	
17/11/94	0.99	11.7	10	4.41	0.16	0.63	1.38	+ N-S	7	0.12	930.27	+	1625.14	+	3162.92	+	1313.89	
18/11/94	0.63	8.8	0	3.52	0.25	0.00	0.00	+ N-S	3	0.05	0.00		0.00		0.00		0.00	
18/11/94	0.63	9.5	0	3.52	0.32	0.00	0.00	+ N-S	6	0.11	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00	
19/11/94	0.58	9.5	5	3.37	0.23	0.25	0.23	+ N-S	3	0.05	124.08	+	324.32	+	421.88	+	175.25	
19/11/94	0.96	9.7	3	4.34	---	0.19	0.47	---	8	0.14	263.26	+	591.98	+	895.08	+	371.82	
20/11/94	0.54	9.7	0	3.25	0.43	0.00	0.00	+ N-S	11	0.19	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00	

Data	ONDA				CORRENTE LONGITUDINAL					FACE DE PRAIA		TRANSPORTE LITORÂNEO						
	H _b (m)	T (s)	α _b (graus)	Celeridade (m/s)	Medida (m/s)	Calculada (m/s)		Sentido		β (graus)	Tan β	P _{1b} (J/m ²)	Caldwell (1956) (m ³ /dia)		Komar (1983) (m ³ /dia)		CERC (1984) (m ³ /dia)	
						Longuet-Higgins (1970)	CERC (1984)											
20/11/94	0.71	8.9	0	3.73	0.25	0.00	0.00	+	N-S	2	0.03	0.00		0.00		0.00		0.00
21/11/94	0.59	8.2	2	3.40	0.46	0.10	0.31	+	N-S	10	0.18	52.02	+	161.79	+	176.87	+	73.47
21/11/94	0.38	9.2	0	2.73	---	0.00	0.00	+	N-S	3	0.05	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
22/11/94	0.65	9.4	0	3.57	0.30	0.00	0.00	+	N-S	10	0.18	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
22/11/94	0.49	10.6	0	3.10	---	0.00	0.00		---	3	0.05	0.00		0.00		0.00		0.00
23/11/94	0.76	12.7	0	3.86	---	0.00	0.00		---	7	0.12	0.00		0.00		0.00		0.00
23/11/94	0.49	10.1	0	3.10	0.13	0.00	0.00	-	S-N	4	0.07	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
24/11/94	0.63	12.6	0	3.52	---	0.00	0.00		---	5	0.09	0.00		0.00		0.00		0.00
24/11/94	0.51	12.6	0	3.16	---	0.00	0.00		---	5	0.09	0.00		0.00		0.00		0.00
25/11/94	0.62	9.5	0	3.49	---	0.00	0.00		---	2	0.03	0.00		0.00		0.00		0.00
25/11/94	0.52	10.4	0	3.19	---	0.00	0.00		---	2	0.03	0.00		0.00		0.00		0.00
26/11/94	0.72	9.9	5	3.76	---	0.27	0.50		---	6	0.11	213.04	-	499.78	-	724.35	-	300.90
26/11/94	0.48	9	0	3.07	---	0.00	0.00		---	4	0.07	0.00		0.00		0.00		0.00
27/11/94	0.86	9.3	0	4.11	---	0.00	0.00		---	8	0.14	0.00		0.00		0.00		0.00
27/11/94	0.73	10.2	0	3.78	---	0.00	0.00		---	4	0.07	0.00		0.00		0.00		0.00
28/11/94	0.42	8.5	0	2.87	---	0.00	0.00		---	3	0.05	0.00		0.00		0.00		0.00
28/11/94	0.67	9.4	0	3.63	---	0.00	0.00		---	10	0.18	0.00		0.00		0.00		0.00
29/11/94	0.33	8.7	0	2.54	---	0.00	0.00		---	2	0.03	0.00		0.00		0.00		0.00
30/11/94	0.40	9	5	2.80	0.37	0.20	0.06	+	N-S	1	0.02	49.01	+	154.25	+	166.64	+	69.22
30/11/94	0.68	8.8	0	3.65	0.16	0.00	0.00	+	N-S	10	0.18	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
01/12/94	0.41	8.1	0	2.84	0.12	0.00	---	+	N-S	---	---	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
01/12/94	1.07	9.2	0	4.58	---	0.00	0.00	+	N-S	9	0.16	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
02/12/94	0.40	8.9	0	2.80	---	0.00	0.00		---	4	0.07	0.00		0.00		0.00		0.00
02/12/94	0.78	8.8	0	3.91	---	0.00	0.00	-	S-N	6	0.11	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
03/12/94	0.51	9.3	0	3.16	---	0.00	0.00		---	0	0.00	0.00		0.00		0.00		0.00
03/12/94	1.20	8.3	0	4.85	0.38	0.00	0.00	+	N-S	6	0.11	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
04/12/94	0.45	9.9	0	2.97	---	0.00	0.00		---	4	0.07	0.00		0.00		0.00		0.00
04/12/94	1.06	10	0	4.56	---	0.00	0.00	+	N-S	10	0.18	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
05/12/94	1.01	8.2	0	4.45	0.65	0.00	0.00	+	N-S	9	0.16	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
05/12/94	0.38	9.3	0	2.73	0.23	0.00	0.00	+	N-S	4	0.07	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
06/12/94	0.62	7.6	10	3.49	0.36	0.50	1.25	+	N-S	8	0.14	288.74	+	637.39	+	981.70	+	407.80
06/12/94	0.57	8.7	0	3.34	0.37	0.00	0.00	+	N-S	4	0.07	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
07/12/94	0.80	8.5	5	3.96	0.36	0.29	0.35	+	N-S	4	0.07	277.25	+	617.02	+	942.63	+	391.57

Data	ONDA				CORRENTE LONGITUDINAL					FACE DE PRAIA		TRANSPORTE LITORÂNEO						
	H _b (m)	T (s)	α _b (graus)	Celeridade (m/s)	Medida (m/s)	Calculada (m/s)		Sentido		β (graus)	Tan β	P _{1b} (J/m ²)	Caldwell (1956) (m ³ /dia)		Komar (1983) (m ³ /dia)		CERC (1984) (m ³ /dia)	
						Longuet-Higgins (1970)	CERC (1984)											
07/12/94	0.49	9.8	0	3.10	0.29	0.00	0.00	+	N-S	4	0.07	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
08/12/94	0.91	8.6	5	4.23	0.34	0.31	1.15	+	N-S	12	0.21	382.60	+	798.36	+	1300.83	+	540.37
08/12/94	0.42	8.2	0	2.87	---	0.00	0.00		---	4	0.07	0.00		0.00		0.00		0.00
09/12/94	0.53	8.3	5	3.22	---	0.24	0.22		---	3	0.05	99.04	-	270.81	-	336.75	-	139.89
10/12/94	0.81	8.3	0	3.99	---	0.00	0.00		---	5	0.09	0.00		0.00		0.00		0.00
10/12/94	0.45	7.8	3	2.97	0.14	0.13	0.12	-	S-N	3	0.05	39.60	-	130.07	-	134.65	-	55.94
11/12/94	0.49	7.8	5	3.10	---	0.23	0.21		---	3	0.05	81.40	+	231.48	+	276.76	+	114.97
11/12/94	0.92	7.6	0	4.25	0.32	0.00	0.00	+	N-S	4	0.07	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
12/12/94	0.62	8.6	0	3.49	---	0.00	0.00	+	N-S	2	0.03	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
12/12/94	0.73	8.5	0	3.78	---	0.00	0.00		---	5	0.09	0.00		0.00		0.00		0.00
13/12/94	0.56	9	0	3.31	---	0.00	0.00		---	2	0.03	0.00		0.00		0.00		0.00
13/12/94	0.75	9.6	0	3.84	---	0.00	0.00		---	5	0.09	0.00		0.00		0.00		0.00
14/12/94	0.44	9.2	0	2.94	0.26	0.00	0.00	+	N-S	3	0.05	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
14/12/94	0.60	9.4	0	3.43	---	0.00	0.00		---	5	0.09	0.00		0.00		0.00		0.00
15/12/94	0.60	9.5	5	3.43	0.12	0.25	0.15	+	N-S	2	0.03	135.06	+	347.07	+	459.19	+	190.75
15/12/94	0.66	8.8	0	3.60	0.25	0.00	0.00	+	N-S	6	0.11	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
16/12/94	0.43	9.3	7	2.90	0.18	0.30	0.09	+	N-S	1	0.02	81.81	+	232.41	+	278.16	+	115.55
16/12/94	0.58	8.7	10	3.37	0.48	0.49	0.90	+	N-S	6	0.11	244.39	+	557.80	+	830.94	+	345.18
18/12/94	0.41	10.3	0	2.84	---	0.00	0.00	+	N-S	4	0.07	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
18/12/94	0.59	9.3	5	3.40	---	0.25	0.46	+	N-S	6	0.11	129.50	+	335.60	+	440.30	+	182.90
19/12/94	0.45	8.5	10	2.97	---	0.43	0.53	+	N-S	4	0.07	129.58	+	335.77	+	440.59	+	183.02
19/12/94	0.60	8.6	20	3.43	0.67	0.93	1.81	+	N-S	6	0.11	499.94	+	988.86	+	1699.78	+	706.10
20/12/94	0.58	8.3	15	3.37	0.19	0.71	1.57	+	N-S	7	0.12	357.28	+	755.81	+	1214.75	+	504.61
21/12/94	0.50	8.7	0	3.13	0.58	0.00	0.00	+	N-S	8	0.14	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
21/12/94	0.42	10.5	0	2.87	---	0.00	0.00		---	2	0.03	0.00		0.00		0.00		0.00
22/12/94	0.68	9.5	0	3.65	---	0.00	0.00	+	N-S	7	0.12	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
22/12/94	0.42	8.9	0	2.87	0.10	0.00	0.00	+	N-S	2	0.03	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
23/12/94	0.54	9.7	0	3.25	---	0.00	0.00		---	4	0.07	0.00		0.00		0.00		0.00
23/12/94	0.49	8.9	0	3.10	0.57	0.00	0.00	+	N-S	3	0.05	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
24/12/94	0.65	8.5	5	3.57	0.22	0.26	0.48	+	N-S	6	0.11	164.98	+	407.33	+	560.92	+	233.01
24/12/94	0.45	8.1	0	2.97	0.16	0.00	0.00	+	N-S	4	0.07	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
26/12/94	0.56	9.1	5	3.31	---	0.24	0.15		---	2	0.03	113.66	-	302.34	-	386.45	-	160.53
27/12/94	0.46	8.8	0	3.00	0.16	0.00	0.00	-	S-N	4	0.07	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00

Data	ONDA				CORRENTE LONGITUDINAL					FACE DE PRAIA		TRANSPORTE LITORÂNEO						
	H ₀ (m)	T (s)	α ₀ (graus)	Celeridade (m/s)	Medida (m/s)	Calculada (m/s)		Sentido	β (graus)	Tan β	P _{1b} (J/m ²)	Caldwell (1956) (m ³ /dia)		Komar (1983) (m ³ /dia)		CERC (1984) (m ³ /dia)		
						Longuet-Higgins (1970)	CERC (1984)											
27/12/94	0.90	9.3	0	4.20	---	0.00	0.00		---	6	0.11	0.00		0.00		0.00		0.00
28/12/94	0.62	8.1	0	3.49	---	0.00	0.00	+	N-S	3	0.05	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
28/12/94	0.88	8.3	0	4.16	---	0.00	0.00	+	N-S	4	0.07	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
29/12/94	0.49	9.7	---	3.10	0.71	---	---	+	N-S	2	0.03	---	+	---	+	---	+	---
29/12/94	0.65	8.4	0	3.57	---	0.00	0.00		---	6	0.11	0.00		0.00		0.00		0.00
30/12/94	0.49	9.6	0	3.10	0.85	0.00	0.00	-	S-N	2	0.03	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
31/12/94	0.64	10	0	3.54	---	0.00	0.00		---	3	0.05	0.00		0.00		0.00		0.00
31/12/94	0.85	8.9	0	4.08	0.47	0.00	0.00	+	N-S	9	0.16	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
02/01/95	0.28	8.9	0	2.34	0.06	0.00	0.00	+	N-S	3	0.05	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
03/01/95	0.46	9.3	5	3.00	0.18	0.22	0.13	+	N-S	2	0.03	69.51	+	204.00	+	236.33	+	98.17
04/01/95	0.96	9	5	4.34	0.17	0.32	0.78	+	N-S	8	0.14	437.34	+	888.50	+	1486.95	+	617.69
04/01/95	0.48	9.8	0	3.07	0.25	0.00	0.00	+	N-S	1	0.02	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
05/01/95	0.67	9.1	0	3.63	0.25	0.00	0.00	+	N-S	9	0.16	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
05/01/95	0.38	8	0	2.73	0.04	0.00	0.00	+	N-S	2	0.03	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
06/01/95	0.66	9.2	0	3.60	0.11	0.00	0.00	+	N-S	7	0.12	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
06/01/95	0.57	9.1	3	3.34	0.29	0.15	0.13	+	N-S	3	0.05	71.51	+	208.70	+	243.15	+	101.00
07/01/95	0.50	8.8	0	3.13	---	0.00	0.00		---	6	0.11	0.00		0.00		0.00		0.00
07/01/95	0.37	9.2	0	2.69	0.09	0.00	0.00	-	S-N	4	0.07	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
08/01/95	0.52	10.7	0	3.19	---	0.00	0.00		---	3	0.05	0.00		0.00		0.00		0.00
08/01/95	0.61	10	0	3.46	0.11	0.00	0.00	+	N-S	3	0.05	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
09/01/95	0.59	10.8	5	3.40	0.06	0.25	0.30	+	N-S	4	0.07	129.50	+	335.60	+	440.30	+	182.90
09/01/95	0.60	9	0	3.43	0.14	0.00	0.00	+	N-S	3	0.05	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
10/01/95	0.60	8.2	0	3.43	0.07	0.00	0.00	-	S-N	5	0.09	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
11/01/95	0.70	8.4	0	3.71	0.20	0.00	0.00	-	S-N	3	0.05	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
11/01/95	0.60	9.8	0	3.43	---	0.00	0.00		---	4	0.07	0.00		0.00		0.00		0.00
12/01/95	0.53	8.9	0	3.22	---	0.00	0.00		---	6	0.11	0.00		0.00		0.00		0.00
12/01/95	0.63	9	0	3.52	---	0.00	0.00		---	7	0.12	0.00		0.00		0.00		0.00
13/01/95	0.58	8.9	0	3.37	---	0.00	0.00	+	N-S	4	0.07	0.00	+	0.00	+	0.00	+	0.00
25/09/96	0.64	7.6	0	3.54	0.09	0.00	0.00	-	S-N	3	0.05	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
25/09/96	0.89	7.2	0	4.18	---	0.00	0.00		---	10	0.18	0.00		0.00		0.00		0.00
10/10/96	0.87	7.2	0	4.13	0.31	0.00	0.00	-	S-N	6	0.11	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00
28/02/97	0.59	8.7	0	3.40	---	0.00	0.00		---	3	0.05	0.00		0.00		0.00		0.00
14/03/97	0.89	9.5	10	4.18	---	0.60	0.74	-	S-N	4	0.07	712.85	-	1313.41	-	2423.68	-	1006.81
17/04/97	0.63	6.4	0	3.52	0.14	0.00	0.00	-	S-N	5	0.09	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00