

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

Uina Silva Torres dos Santos

**AVALIAÇÃO GEOAMBIENTAL DAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS
GUARARAPES, REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE**



Dissertação de Mestrado

**Recife
2008**

UINA SILVA TORRES DOS SANTOS

Bióloga, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2004.

Mestre, Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

AVALIAÇÃO GEOAMBIENTAL DAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS
GUARARAPES, REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Dissertação que apresentou ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pela Profa. Dra. Núbia Chaves Guerra, como preenchimento parcial para a obtenção do grau de Mestre em Oceanografia, defendida e aprovada em 22/02/2008.

RECIFE, PE

2008

S237a

Santos, Uina Silva Torres dos

Avaliação geoambiental das praias do município de Jaboatão dos Guararapes, região metropolitana do Recife / Uina Silva Torres dos Santos. – Recife: O Autor, 2008.

111 f.; il., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2008.

Inclui Bibliografia.

1. Oceanografia. 2. Praias – Erosão costeira - Jaboatão dos Guararapes, PE. 3. Praias – Avaliação geoambiental – Jaboatão dos Guararapes, PE. 4. Morfodinâmica. 5. Sedimentologia. I. Título.

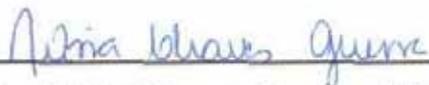
551.46 CDD (22.ed.)

UFPE/BCTG/2008-048

AVALIAÇÃO GEOAMBIENTAL DAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS
GUARARAPES, REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

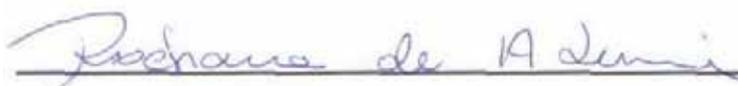
UINA SILVA TORRES DOS SANTOS

Aprovada:



Profa. Dra. Nubia Chaves Guerra - UFPE

Data



Profa. Dra. Rochana Campos de Andrade Lima Santos - UFAL

Data



Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso - UFPE

Data

AGRADECIMENTOS

Chegou à hora de agradecer àquelas pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Pessoas que me incentivaram de diferentes maneiras. A todos vocês o meu sincero “MUITO OBRIGADO”!

Primeiramente agradeço a Deus por me conceder o dom da vida e acreditar na minha jornada aqui na Terra.

A meu esposo Júlio César dos Santos, pelo amor incondicional, pelo companheirismo de todas as horas e pela incansável dedicação. Obrigado pela compreensão nas horas de ausência, por compartilhar angústias e dúvidas, pelo apoio e por suas palavras de incentivo para que eu continuasse e concluísse mais esta etapa de nossas vidas que vamos construindo juntos.

Aos meus pais, Raimundo Torres e Yêda Maria Torres, pelos bons exemplos e incentivo, sem os quais eu nunca teria chegado até aqui. Impossível expressar em palavras meu amor e gratidão por vocês!

Aos meus irmãos Iule Torres, Reyla Torres Pedreira e Bruce Torres, aos meus cunhados Marcone Pedreira e Lorena Bandeira Torres e toda família, pelo carinho e preocupação.

Não poderia deixar de agradecer em especial a minha sobrinha Liz Torres Pedreira que embora tão pequena me ensine a cada dia ser uma pessoa melhor. Você é uma criança linda que Deus colocou em nossos caminhos para encher as nossas vidas de alegrias. Obrigada por existir!

A orientadora Núbia Chaves Guerra, pela força, exemplo, conhecimento passado e, principalmente, pela amizade durante esses anos. Por ter me ensinado a enxergar muito além das minhas próprias idéias, me levando a questionar e buscar novos caminhos. Saiba que você é uma pessoa que admiro muito, alguém realmente especial.

A Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco pela realização e obtenção do título de Mestre em Oceanografia e a CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao projeto “Monitoramento Ambiental Integrado (MAI) - Avaliação da erosão costeira nos municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes”, pela ajuda financeira nos trabalhos de campo.

A Chefe de sessão do Laboratório de Oceanografia Geológica (LABOGEO), Profa. Tereza Araújo, pela permissão do uso das instalações do laboratório e de seus equipamentos.

A CONDEPE/FIDEM, na pessoa de Jasmina Câmara, responsável pela mapoteca, por ter cedido o espaço e permitido a utilização de fotografias aéreas para a realização da estereoscopia.

Ao Prof. Sérgio Guerra da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pelo apoio prestado durante a etapa de processamento dos dados.

Ao Prof. Valdir Manso, Coordenador do Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM) pela contribuição no tratamento dos dados de perfis de praia e pela permissão do uso das instalações do LGGM para a análise granulométrica das amostras de sedimento.

A Miguel Arrais pelo apoio logístico no LGGM, aos estagiários, André Bezerra, Carlos Soares e Daniel Caldas pela ajuda no peneiramento das amostras e ao Senhor Luiz Gonzaga, funcionário do LGGM pela simpatia e atenção.

Aos estagiários do LABOGEO, Braytner da Silva, João Wojtyla, Juliana Sierpe e Paulo Barros pela ajuda no trabalho de campo e laboratório.

Aos meus velhos amigos Heder Oliveira, Lucinéa Souza, Alexsandra Guedes e Luã Oliveira que mesmo distantes nunca deixaram de me incluir em suas preces. Aos novos amigos com os quais convivi no Departamento de Oceanografia da UFPE, com destaque para Daniele Mallmann que conheci e aprendi a querer bem desde os primeiros dias de contato. Obrigada pela disponibilidade de compartilhar seus saberes e por estar presente nos momentos de alegria e no esforço.

A minha amiga Neide Gonçalves, que também merece lugar de destaque, pois desde que cheguei aqui em Recife sempre me acolheu, me proporcionou momentos de paz e de muitas alegrias, tornando assim, os meus dias mais felizes.

A Myrna Lins, pela atenção e dedicação na secretaria da Pós-Graduação.

Cada um de vocês contribuiu de uma forma especial para esse trabalho.

A meu esposo, Júlio César dos Santos - meu porto seguro, meu conforto e amparo, amor meu.

RESUMO

As praias do Município de Jaboatão dos Guararapes vêm passando por sérios riscos de erosão marinha, devido principalmente, à intensificação descontrolada do uso e ocupação destas áreas. Em função disso, buscou-se fornecer uma avaliação geoambiental das praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade (litoral sul da Região Metropolitana do Recife) através de estudos morfodinâmicos e sedimentológicos, da análise da evolução da linha de costa de três diferentes décadas (70, 80 e 90) comparando-as com o posicionamento atual (2007), além do seu grau de vulnerabilidade. Foram escolhidos cinco locais para a realização, mensal, de nivelamento topográfico dos perfis praiais com coleta de sedimento, e diagnóstico de campo entre Abril de 2006 e Setembro de 2007. O nivelamento demonstrou tendência geral de recuperação das praias com exceção ao período de ressacas extemporâneas e dos perfis 2 (rua Manuel Melenau) e 3 (rua Domingos Sávio), marcados por efetivo processo de erosão, possivelmente pela interferência das obras de engenharia implementadas inadequadamente. Apesar desta constatação, o estado crítico foi assinalado pelo rebaixamento dos perfis em toda a área estudada. Para auxiliar a interpretação foi utilizada a relação qualitativa de Wright & Short (1984) que dividiram os perfis praiais de acordo com a ação hidrodinâmica. Quanto aos atributos texturais observou-se que as praias apresentaram um predomínio de areias finas, com boa a moderada seleção e transporte por saltação. A caracterização geoambiental das praias apontou importantes alterações, sendo a mais significativa, a impermeabilização dos cordões litorâneos. Verificou-se pela fotointerpretação marcadas tendências de recuo da linha de costa e que já no início da década de 70, existiam estruturas de proteção contra o ataque de ondas. A construção de obras de engenharia rígidas, associada à de imóveis sobre a pós-praia induz ao risco moderado a muito alto pela perda da fonte básica de reposição sedimentar. Os efeitos na zona costeira deste Município ressaltam a importância do monitoramento no sentido não apenas de preservar, mas para minimizar e/ou evitar riscos e desastres; além disso, é imprescindível a implementação da política do uso e ocupação do solo de forma ordenada e auto-sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: praias, erosão costeira, morfodinâmica, sedimentologia.

ABSTRACT

The Jaboatao dos Guararapes littoral is submitted to marine erosion with increase of occupation these areas. The objective was an environmental diagnostic from Barra de Jangadas, Candeias and Piedade beaches (south coast of Metropolitan Region of Recife City) using sedimentologic and morphodynamics data, associated with the comparative study between aerial photography. The main result was a critical analysis of the risks of coastal erosion during the last three decades with line coast evolution between 70, 80 and 90 decades compared with 2007 condition. Topographic profiles were conducted in praias sectors, during the period from April 2006 to September 2007 five points were monitored, and sediment's analysed. These profiles evidence significant energetic variations throughout the area, so as so, vulnerability degree. The topographic analysis showing tendency to recuperation except during extreme climatic/hydrodynamic conditions and of the points 2 (Manuel Menelau street) and 3 (Domingos Sávio street) marked by effective erosion process, possibly by effect of the engineer construction. The critical situation, however the constatation cited, was signed by absolute reduction in topographic cote. The qualitative morphodynamic classification was made according to Wright & Short (1984). The textural parameters analyzed favored the environmental characterization of the beaches profiles and showing the physiographic characteristics distinct between the profiles with fine-grained sands with good to moderate degree with transport by saltation. The data obtained, allowed the identification of risk in all littoral, with irregular use of the coastal area and presence of ridges and impermeabilization at backshoreline. The high rate of human occupation in the coastal area of the Jaboatão dos Guararapes city since 1970, gave rise to numerous conflicts in the use and soil management, mainly due to the public politics to regulate this fragile environment.

KEY WORDS: beaches, coastal erosion, morphodynamics, sedimentology.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	IV
DEDICATÓRIA	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE TABELAS E ANEXOS	11
LISTA DE FIGURAS	12
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	15
1.1 – OBJETIVOS	16
CAPÍTULO 2 – TRABALHOS ANTERIORES	18
2.1 – Estudos sobre erosão marinha a nível mundial	18
2.2 – Estudos sobre erosão marinha no Brasil	19
2.3 – Estudos sobre erosão marinha no litoral pernambucano	22
2.4 – Estudos sobre as técnicas utilizadas para contenção	24
CAPÍTULO 3 – INSTRUMENTOS LEGAIS E BASES INSTITUCIONAIS	29
CAPÍTULO 4 – LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	31
4.1 – Localização	31
4.2 – Caracterização da área de estudo	32
4.2.1 – Geologia e Geomorfologia	32
4.2.2 – Condições Climáticas e Oceanográficas	38
CAPÍTULO 5 – MATERIAL E MÉTODOS	41
5.1 – Levantamento bibliográfico	41
5.2 – Trabalho de campo	41
5.3 – Trabalho de laboratório	43
5.3.1 – Nivelamento topográfico	43
5.3.2 – Análise granulométrica	43
5.3.3 – Análise morfooscópica	44
5.3.4 – Análise da evolução de linha de costa	45
CAPÍTULO 6 – EVOLUÇÃO DE CURTO PRAZO: ESTUDOS DA MORFODINÂMICA PRAIAL	46
6.1 – As divisões do ambiente praiial	46
6.2 – A análise dos perfis de praia (nivelamento topográfico)	47
6.2.1 – Perfil 1	48
6.2.2 – Perfil 2	51

6.2.3 – Perfil 3	53
6.2.4 – Perfil 4	59
6.2.5 – Perfil 5	61
6.3 - Análise do balanço sedimentar entre 2005, 2006 e 2007	63
CAPÍTULO 7 – ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA	84
7.1 – A análise granulométrica	84
7.1.1 – Características texturais dos sedimentos	84
7.1.1.1 – Perfil 1: Rua Carlos Zarzar	84
7.1.1.2 – Perfil 2: Rua Manuel Menelau	85
7.1.1.3 – Perfil 3: Rua Domingos Sávio	85
7.1.1.4 – Perfil 4: Rua Miguel Arcanjo	85
7.1.1.5 – Perfil 5: Rua Armindo Moura	86
7.2 – A análise morfoscóptica	86
CAPITULO 8 – ANÁLISE DE MÉDIO PRAZO – EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA	88
CAPÍTULO 9 – VULNERABILIDADE DA ORLA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES	91
CAPÍTULO 10 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	93
CAPÍTULO 11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
ANEXOS	102

LISTA DE TABELAS E ANEXOS

Tabela 1 – Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 1 (Carlos Zarzar) – anos 2005, 2006 e 2007.	66
Tabela 2 – Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 2 (Manuel Menelau) – anos 2005, 2006 e 2007.	70
Tabela 3 – Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 3 (Domingos Sávio) – anos 2005, 2006 e 2007.	73
Tabela 4 – Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 4 (Miguel Arcanjo) – anos 2005, 2006 e 2007.	76
Tabela 5 – Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 5 (Armando Moura) – anos 2005, 2006 e 2007.	80
Tabela 6 – Matriz de correlação de vulnerabilidade.	92
Anexo 1 – Classificação do sedimento do setor do estirâncio segundo Folk e Ward (Sysgran) – ano 2006.	103
Anexo 2 – Classificação do sedimento do setor do estirâncio segundo Folk e Ward (Sysgran) – ano 2007.	106
Anexo 3 – Distribuição quanto ao grau de arredondamento dos grãos na amostras analisadas.	109
Anexo 4 – Mapa do Município de Jaboatão dos Guararapes mostrando a posição das linhas de costa referentes aos anos de 1974, 1981, 1997 e 2007 e o seu grau de vulnerabilidade.	111

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da área de estudo.	31
Figura 2 – Mapa Geológico do Município de Jaboatão dos Guararapes.	33
Figura 3 – Terraço marinho superior ou pleistocênico.	34
Figura 4 – Terraço marinho holocênico, terraço holocênico impermeabilizado e baixio de maré (Canal de Setúbal).	35
Figura 5 – Planície flúvio-lagunar e laguna Olho d'água.	36
Figura 6. Manguezal na foz do rio Jaboatão.	36
Figura 7 – Flecha arenosa (<i>spit</i>). Foz do rio Jaboatão.	37
Figura 8 – Recife de arenito na praia de Piedade.	37
Figura 9 – Face da praia de Candeias	38
Figura 10 – Representação esquemática do mapa de Jaboatão dos Guararapes e localização dos pontos dos perfis.	42
Figura 11 – Exemplos das seis classes de arredondamento definidas por Powers (1953).	45
Figura 12 – Perfil de prisma praial, mostrando a nomenclatura descritiva das feições costeiras.	47
Figura 13 – Vista para norte do enrocamento e aterro sobre a pós-praia.	48
Figura 14 – Vista para norte (A) e para sul (B) do perfil 1.	49
Figura 15 – Representação esquemática dos perfis praiais.	50
Figura 16 – Balanço sedimentar do perfil 1.	50
Figura 17 – Vista para norte (A) e para sul (B) do perfil 2.	51
Figura 18 – Vista do enrocamento (A). Impermeabilização e aterro sobre a pós-praia (B) e da construção da quadra poliesportiva (B) em Março de 2007.	51
Figura 19 – Representação esquemática dos perfis praiais.	52
Figura 20 – Balanço sedimentar do perfil 2.	52
Figura 21 – Vista do tómbolo na praia de Candeias.	53
Figura 22 – Vista para norte (A) e para sul (B) do perfil 3.	53
Figura 23 – Representação esquemática da localização dos RNs do perfil 3.	54
Figura 24 – Representação esquemática do perfil 3 em Abril e Maio de 2006 (A) e visualização do mesmo (B).	54
Figura 25 – Perfil mostrando a redução da praia em Junho de 2006.	55
Figura 26 – Vista mostrando a interferência do enrocamento em Julho de 2006 sobre o RN (A) e a colocação de sacos de areia na base do muro do edifício Ancoradouro no mês de Agosto (B).	55

Figura 27 – Vista da área afetada pela ressaca de Setembro 2006 (A) mostrando a destruição da rampa do prédio e do local do RN; bem como as obras de recuperação do muro que ruiu expondo a piscina e o ponto onde permaneceu o RN até Julho de 2007 (B).	56
Figura 28 – Representação esquemática dos perfis praiais.	56
Figura 29 – Balanço sedimentar do perfil 3.	57
Figura 30 – Vista do muro do prédio recuperado em Março de 2007 (A) e da colocação de sacos de areia na base do muro do mesmo (B).	57
Figura 31 – Vista mostrando a destruição do muro do prédio (estrela) com exposição da piscina e perda do RN em Agosto de 2007 (B).	58
Figura 32 – Vista do perfil 3 com novo RN para norte (A) e para sul com destaque para a formação da berma (B).	58
Figura 33 – Perfil mostrando a erosão da praia ocorrida no período compreendido entre Agosto e Setembro de 2007.	59
Figura 34 – Vista para norte (A) e para sul (B) do perfil 4.	59
Figura 35 – Representação esquemática dos perfis praiais.	60
Figura 36 – Balanço sedimentar do perfil 4.	60
Figura 37 – Vista para norte (A) e para sul (B) do perfil 5.	61
Figura 38 – Representação esquemática dos perfis praiais.	62
Figura 39 – Balanço sedimentar do perfil 5.	62
Figura 40 – Características morfológicas dos seis estágios de praia (Wright & Short, 1984).	65
Figura 41 – Balanço sedimentar do perfil 1 (Carlos Zarzar) – anos 2005, 2006 e 2007.	68
Figura 42 – Representação esquemática dos perfis praiais – anos 2005, 2006 e 2007.	69
Figura 43 – Balanço sedimentar do perfil 2 (Manuel Menelau) – anos 2005, 2006 e 2007.	71
Figura 44 – Representação esquemática dos perfis praiais – anos 2005, 2006 e 2007.	72
Figura 45 – Balanço sedimentar do perfil 3 (Domingos Sávio) – anos 2005, 2006 e 2007.	74
Figura 46 – Representação esquemática dos perfis praiais – anos 2005, 2006 e 2007.	75
Figura 47 – Balanço sedimentar do perfil 4 (Miguel Arcanjo) – anos 2005, 2006 e 2007.	78
Figura 48 – Representação esquemática dos perfis praiais – anos 2005, 2006 e 2007	79
Figura 49 – Balanço sedimentar do perfil 5 (Armindo Moura) – anos 2005, 2006 e 2007.	81
Figura 50 – Representação esquemática dos perfis praiais – anos 2005, 2006 e 2007	82

Figura 51 – Mapa do Município de Jaboatão dos Guararapes mostrando a posição das linhas de costa referentes aos anos de 1974, 1981, 1997 e 2007 e o seu grau de vulnerabilidade.

89

Figura 52 – Vista aérea da praia de Barra de Jangada, mostrando a margem esquerda do estuário até um pequeno espigão próximo à curva da avenida Bernardo Vieira de Melo.

90

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Os ambientes costeiros, localizados na estreita faixa de contato da terra com o mar, são regiões submetidas à intensa energia e, conseqüentemente, são caracterizados por freqüentes mudanças morfológicas decorrentes da dissipação da energia da onda incidente, mas protegendo o continente contra a ação erosiva do mar (Brown, 1999 *in* Marcondes, 2005).

Quando nestes ambientes o processo de transporte de sedimento é alterado por destruição da vegetação e construção de edificações, provoca-se desequilíbrios no balanço sedimentar e, conseqüentemente, na estabilidade da linha de costa, gerando riscos potencialmente elevados de perdas por erosão (Muehe, 2001).

Várias são as conseqüências negativas da erosão costeira como, por exemplo, a diminuição da largura da praia, desequilíbrio de *habitats* naturais, aumento na freqüência de inundações decorrentes das ressacas, aumento da intrusão salina no aquífero costeiro, destruição de estruturas construídas pelo homem, e perda do valor paisagístico e, conseqüentemente, do potencial turístico da região (Miller & Patchineelam, 2005).

A erosão costeira é um fenômeno freqüente e, quanto mais o litoral passa a ser ocupado, mais se acentua o problema em magnitude e importância.

Segundo Cambers (1997 *in* Busman *et al.*, 2005) a zona costeira abriga 60% da população mundial. Dezesseis, dentre as 23 megacidades do mundo, encontram-se em uma faixa de 60 km da linha de costa. No Brasil esta tendência se repete, sendo que os 512 municípios costeiros abrigam $\frac{1}{4}$ da população nacional (Pollete, 1997 *in* Busman *et al.*, 2005). Assim sendo, as zonas costeiras sofrem forte pressão da urbanização desordenada, que desrespeita as condições de variabilidade natural dos limites litorâneos e a legislação vigente (Busman *et al.*, 2005).

O crescente avanço da urbanização além de causar impactos negativos nos diversos ambientes costeiros coloca em risco a população residente devido à dinâmica dos processos costeiros que atuam na modificação e evolução das feições de relevo (Simó & Horn Filho, 2004).

O problema da erosão costeira vem sendo tratado cada vez mais sob o enfoque sócio-econômico tendo em vista os impactos causados pelos eventos erosivos nas construções urbanas (Lins de Barros, 2005). As repercussões econômicas tais como perda de infra-estruturas públicas ou propriedades privadas, podem ser sumamente sérias, sobretudo nos países em desenvolvimento, devido à falta de recursos para a recuperação dos danos, como é o caso do Brasil.

A faixa costeira do Estado de Pernambuco tem suportado um grande crescimento urbano, sendo a área que apresenta maior densidade demográfica, com 44% da população do Estado. É também nesta área que se dá a concentração de atividades econômicas, industriais, recreação e turismo, e conseqüentemente, dos problemas decorrentes (Guerra *et al*, 2007).

A ocupação do litoral pernambucano, principalmente a Região Metropolitana do Recife (RMR), vem se caracterizando por uma profunda alteração e deterioração da paisagem, com muitos trechos da costa em desequilíbrio, apresentando erosão marinha progressiva, variando de moderada a severa (CPRH *in* Rollnic, 2002).

As praias do Município de Jaboatão dos Guararapes (Barra das Jangadas Candeias e Piedade), situadas dentro dos limites da RMR, vêm passando por sérios riscos de erosão marinha, em que o setor de pós-praia, em alguns pontos, encontra-se totalmente impermeabilizado pela ocupação por grandes edifícios, com muretas e muros de contenção construídos sem nenhum estudo prévio (Guerra, 2005). Além disso, a Lei Municipal nº122, de 23 de outubro de 2001 que rege a urbanização local, permite edificações com até vinte e dois pavimentos, comprometendo e ameaçando a sua orla. (Moura *et al.*, 2005).

Os sérios processos de erosão marinha pelos quais vem passando as praias do Município de Jaboatão dos Guararapes, devido principalmente, à intensificação descontrolada do uso e da ocupação destas áreas tem merecido a preocupação do poder público, como por exemplo, a Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM), a Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) e, principalmente, a Prefeitura Municipal e a população atingida, que têm adotado medidas emergenciais e descontínuas. Por isso, a gestão integrada e o uso adequado da zona costeira são medidas essenciais, implicando, para tal, no conhecimento dos agentes que atuam sobre ela e que determinam os processos dinâmicos, que por sua vez, controlam a sua evolução.

Assim, acredita-se que o monitoramento das praias de Barra de Jangada, Candeias e Piedade, possa fornecer elementos importantes para o entendimento da dinâmica do transporte sedimentar, tornando possível o planejamento ordenado e integrado da orla, através de obras de contenção, baseados em métodos mais adequados de proteção contra a erosão costeira, minimizando os riscos existentes para a comunidade que reside nesta área. Espera-se ainda, a regeneração das praias que foram submetidas à degradação natural ou induzidas pelo homem.

1.1 – OBJETIVOS

Em função disso o principal objetivo deste trabalho foi avaliar a erosão, a ocupação e as feições morfológicas do ambiente praias do Município de Jaboatão dos Guararapes, bem

como os seus parâmetros sedimentológicos, a fim de apoiar as Administrações Públicas envolvidas na Gestão Ambiental integrada, descentralizada e participativa, conciliando as exigências do desenvolvimento com a proteção da zona costeira através do monitoramento previsto no Projeto Monitoramento Ambiental Integrado (MAI). Dentro deste escopo, foram postulados os seguintes objetivos específicos:

a) analisar as alterações morfológicas e da dinâmica (erosão/deposição) das praias, através da realização de perfis topográficos e cálculos do volume sedimentar;

b) avaliar a dinâmica de transporte sedimentar, baseando-se nas análises morfoscópicas de acordo com Power (1953) *in* Dias (2004);

c) comparar perfis realizados anteriormente (Guerra, 2005) com perfis atuais;

d) determinar a evolução da linha de costa através de fotogrametria de anos diversos e posicionamento atual utilizando GPS, bem como o seu grau de vulnerabilidade;

e) sugerir medidas de proteção e mitigação na área em questão. Baseado em estudos realizados em diversas partes do mundo (e.g EUA, Holanda, Brasil, entre outros), será sugerido uma forma de minimizar os efeitos destrutivos sobre os bens imobiliários e públicos, seja por recuperação artificial da praia (engordamento) e/ou obras rígidas (quebramar, enrocamento etc.) já que é praticamente impossível estabelecer a remoção das construções indevidas na área de recarga sedimentar, que inclusive coincide com terreno da União (Guerra, comunicação pessoal).

CAPÍTULO 2

TRABALHOS ANTERIORES

2.1 – Estudos sobre erosão marinha a nível mundial

Atualmente 70% das costas arenosas do mundo apresentam-se em erosão, 10% em progradação (avanço) e 20% sem mudanças significativas (Bird, 1981 *in* Tessler & Goya, 2005). Este predomínio de processos erosivos nas linhas de costa atuais pode estar relacionado a fatores de ação errática ou de forma cumulativa. As variações relativas do nível do mar e as alterações do padrão dinâmico por variações naturais e/ou induzidas pelo homem são os principais fatores (Tessler & Goya, 2005).

O problema de erosão costeira sai de uma esfera local, para uma global, em virtude da zona costeira ser requisitada pela maioria da população mundial para uso e ocupação por residências fixas ou de temporada. Desta maneira, o assunto em questão, vem sendo estudado com profundidade pela maioria dos países com zona costeira e por um elevado número de pesquisadores americanos, canadenses, australianos e europeus (Martins *et al.*, 2004).

A pressão de uso sobre as zonas costeiras no mundo todo e os seus efeitos sobre o equilíbrio dos ecossistemas têm sido um assunto freqüentemente abordado na literatura científica (Tagliani, 2003).

Na linha de costa dos Estados Unidos da América, por exemplo, vários lugares apresentam evidências de erosão marinha. Estudos realizados por Seymow (2005) no Sul da Califórnia revelaram um rápido processo de erosão costeira na pequena praia de *Torrey Pines* durante tempestades de inverno. Os efeitos erosivos de tempestades de inverno também foram estudados por Hill *et al.* (2004) no Sul de *Maine*. Os dados mostraram que no ano de 2001 durante períodos de maré alta ocorreram inundações e danos a propriedades do litoral.

O litoral da Austrália vem sendo freqüentemente afetado por eventos de tempestades. Estudos realizados por Muller *et al.* (2006) demonstraram os efeitos provocados por uma severa tempestade na costa de *Townsville*, nordeste da *Queensland*.

Estudos de erosão marinha também foram realizados em várias partes da Europa. Em *Klim*, Dinamarca, segundo Christiansen & Moller (2003), entre os anos de 1968 a 1978, houve um recuo considerável da linha de costa. Cerca de 137.500 m³ de praia apresentaram erosão durante estes 10 anos.

Apesar das diferentes características da linha de costa da Europa, foi documentado por Pinto (2006) que todos os estados costeiros europeus (Bélgica, Chipre, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Látvia, Lituânia, Malta, Polônia, Portugal, Eslovênia, Espanha, Suécia, Holanda e Reino Unido) se encontravam de alguma

forma afetados pela erosão marinha. Cerca de 20.000 km, que correspondem à cerca de 20%, enfrentavam em 2004 impactos significativos. A maior parte das áreas afetadas (15.100 km) apresentava um recuo ativo da linha da costa, e algumas delas, mesmo apresentando obras de proteção costeira (2.900 km). Adicionalmente, outros 4.700 km foram artificialmente estabilizados.

Um estudo extremamente importante, por suas relações históricas e turísticas, vem sendo realizado na Laguna de Veneza (Itália). Devido à elevação do nível do mar, combinado com a subsistência do solo, Veneza vem sofrendo freqüentes eventos de inundações, associados às marés de tempestades (Martins *et al.*, 2004).

Em nível de atlântico sudoeste o problema da erosão costeira foi divulgado por Martins *et al.* (2002), abordando as causas e os efeitos da erosão nas costas do Brasil, Uruguai e Argentina.

A revisão de trabalhos citados realizados nos Estados Unidos, Itália, Japão e Austrália, que tratam das respostas da linha de costa a estruturas submersas construídas para a proteção da praia, revelaram que 70% delas resultaram em erosão da linha de costa e suas adjacências. Esses dados estão disponíveis em Ranasinghe & Turner (2006).

2.2 – Estudos sobre erosão marinha no Brasil

As linhas de costa do mundo todo, principalmente as ligadas a antigas planícies litorâneas, holocênicas e progradantes, como é o caso do litoral brasileiro, estariam em retrogradação (recuo) por perda de areia para as dunas, para a plataforma continental ou para a deriva litorânea (Bird, 1981 *in* Tessler & Goya, 2005).

Ao longo do litoral brasileiro têm sido verificadas perturbações permanentes ou transitórias que acabam por ocasionar variações espaciais das linhas de costas. Por exemplo, vêm sendo verificadas alterações nos ciclos climáticos que determinam as condições de contorno dos parâmetros oceanográficos que afetam o litoral sul e sudeste brasileiro, pela observação de incremento da intensidade das tempestades, desde a década de 90 na costa do Rio Grande do Sul (Tozzi, 1999 *in* Tessler & Goya, 2005).

A maior parte da zona costeira do Rio Grande do Sul está submetida a processos erosivos. Registros de erosão na costa gaúcha tem sido documentados por Speraski & Calliari *et al.* (2000), Dillenburg *et al.* (2000), Esteves *et al.* (2002) e Toldo Júnior (2005). Segundo Martins *et al.* (2004), os problemas de erosão na porção sul da costa brasileira, estão relacionados com marés de tempestades e mudanças do nível relativo do mar ao longo dos 620 km de praia.

Significativo é o caso da praia do Hermenegildo, no litoral sul do Rio Grande do Sul, onde foram edificadas construções para moradia no limite da pós-praia. Quando da passagem de frentes frias geradoras de ondas de altura maior, muitas das edificações são

atingidas (Esteves *et al.*, 1999). Há relatos de destruição de casas em ruas que antigamente não faziam frente com a orla marinha, mas que hoje se encontram diretamente expostas à ação das ondas de tempestade (Tessler & Goya, 2005).

As intervenções mais freqüentes encontradas no litoral brasileiro estão relacionadas ao uso e ocupação do solo ou, mais diretamente, à construção de infra-estrutura urbana, como ruas, calçadas e mesmo residências em regiões ainda sob ação do mar em períodos de tempestades. Há relatos em toda a costa do país de retirada de dunas, de retificações de canais de drenagem e de realização de aterros junto à faixa litorânea. Isto implica em exposição destas obras à ação de ondas em períodos de tempestade (Tessler & Goya, 2005).

Trabalhos realizados no litoral do Estado de Santa Catarina demonstram que o crescimento urbano tem ocorrido de forma desordenada caracterizada por ocupações instaladas em locais inadequados como encostas, mangues, dunas e praias (Simó & Horn Filho, 2004).

Segundo esses autores foi identificada no período entre 1991 a 2001, a ocorrência de 18 episódios de ressacas que causaram a destruição de edificações localizadas sobre e/ou próximas a estes ambientes. Ainda de acordo com os pesquisadores, processos erosivos foram estudados por diversos especialistas em várias praias arenosas da Ilha de Santa Catarina destacando-se os trabalhos de Torronteguy (2002 - praias da Joaquina, Campeche e Morro das Pedras); Faraco (2003 - praia dos Ingleses) e Oliveira (2004 - praias de Pântano do Sul e Açores).

Processos erosivos foram também identificados por Giannini (2004) na costa leste da Ilha do Mel (Paraná), com destaque para o estreitamento gradual de seu istmo central, de mais de 150 m para menos de 5 m. Segundo o autor, a erosão acelerada no istmo pode ser explicada pela "inanição" sedimentar devido ao caráter divergente da deriva litorânea nesse local.

De acordo com Angulo (1993 *in* Noernberg *et al.* 2001) nos últimos 40 anos a costa do Paraná tem sofrido intensos processos de erosão. Foram identificados também riscos de erosão costeira no Parque Nacional do Superagui, litoral norte do Paraná. Os dados coletados apontam para um risco muito alto de erosão na desembocadura norte (Barra da Ararapira); risco baixo na Praia Deserta; e risco médio a alto na desembocadura sul (Barra do Superagui) segundo Miller & Patchineelam (2005).

O litoral do Estado do Paraná, assim como outras regiões costeiras do Brasil, também apresenta problemas ambientais devido à ocupação urbana desordenada, ocorrida principalmente entre as décadas de 70 e 80 quando o crescimento urbano foi bastante acentuado (Bessa Júnior, 2003). Estudos realizados por este autor abordam os conflitos

entre a dinâmica natural das praias da região sul costeira do Paraná e as intervenções humanas sobre elas.

Santos *et al.* (2004) apresenta observações realizadas de 1991 a 2002 sobre o comportamento das praias de Niterói (RJ), frente à ação sazonal das ressacas. Os perfis topográficos obtidos na praia e face litorânea indicaram que alguns trechos das praias desse litoral precisam de um acompanhamento sistemático, pois são mais vulneráveis às ressacas e já apresentam problemas de destruição de algumas construções urbanas. Tais áreas incluem o extremo noroeste da praia de Icaraí, os extremos do arco praial de Piratininga e o extremo noroeste e o meio do arco praial de Cambinhas.

No litoral do município de Maricá, localizado à leste da Baía de Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro Lins-de-Barros (2005), perceberam a ausência de uma faixa de proteção da orla adequada que resultou da ocupação desordenada ao longo de praticamente todo o arco praial, com construções posicionadas próximas ao perfil ativo da praia. Tal situação somada às características naturalmente frágeis do litoral de Maricá resultou em graves danos sobre as construções da orla após as fortes ressacas que atingiram o litoral sul e sudeste do Brasil nos anos de 1995, 1996 e 2001.

Ribeiro *et al.* (2004) também acompanharam em seus estudos, o processo erosivo nos últimos anos em Atafona, município de São João da Barra (RJ), sendo esta região objeto de investigação e pesquisa por universidades e institutos de pesquisa com frequência sistemática. Segundo esses autores tem-se o registro que desde 1975 há erosão na parte sul da foz do rio Paraíba do Sul. Desta forma, foi proposta em 2004 pelos mesmos, a aplicação de métodos cartográficos no mapeamento temático digital como suporte à avaliação do processo de erosão nesta faixa costeira.

Processos erosivos também vem há anos afetando o litoral da região metropolitana da Grande Vitória (ES). Estudos recentes foram realizados por Prata (2005) na praia de Caburi e por Pasolini (2005), Santos (2005) e Cometti (2005) no Município de Marataízes.

Segundo Cometti (2005) o Município de Marataízes apresenta elevado grau de urbanização próximo à orla marítima contrastando com significativas áreas de uso agropecuário, principalmente a cultura de abacaxi e pecuária bovina. A situação erosiva do município envolve causas derivadas do uso inadequado da zona costeira sendo este diagnóstico corroborado por Pasolini (2005). Contudo, não se deve descartar sua vocação erosiva natural, promovida pelas características geológicas.

Estudos realizados por Araújo *et al.* (2000) e Albino & Oliveira (2000) demonstraram que o processo erosivo no litoral da região metropolitana da Grande Vitória, intensificou-se nos últimos anos da década de 90. Obras costeiras foram realizadas e se mostraram ineficientes no controle da erosão e outras propostas foram sugeridas, como o engordamento artificial (Pasolini, 2005). Segundo Passos (2004) e outros autores o

engordamento artificial mostrou-se o método mais eficiente na contenção do processo erosivo e está se mostrando eficaz considerando a granulometria utilizada e manutenção permanente do mesmo.

A praia do Farol Velho também no Estado do Pará vem experimentando erosão devido a fatores naturais (ondas, correntes, marés e ventos), acelerada pela interferência humana, iniciada há três décadas quando da retirada do cordão de dunas litorâneas para implementação de loteamentos sobre a falésia ativa (Mendes *et al.*, 1997 *in* Busman *et al.*, 2005). A ocupação na praia do Farol Velho não se desenvolveu de modo ordenado e, ademais, acentuou o risco geológico provocado pela erosão costeira, fazendo com que os proprietários das segundas residências iniciassem um ciclo de construção de muros de contenção (Busman, 2005). O setor oeste da praia do Atalaia também apresenta feições morfológicas erosionais (falésias ativas) amplificadas pelas intervenções humanas desastrosas, conforme demonstrado por Mendes *et al.* (1997) e por Busman (2004).

As tendências de recuo da linha de costa do Nordeste se estendem até o litoral do Rio Grande do Norte, onde há evidências de erosão costeira no Município de Tibau do Sul, afetadas por processos erosivos em conflito com a atividade turística local em expansão (Amaral, 2001) bem como nas falésias da Formação Barreiras da região da praia de Carne de Vaca (litoral norte de Pernambuco) e no Cabo Branco, na Paraíba, considerado o marco oriental das Américas, bem como além das falésias, as dunas “fósseis” do Ceará estão sofrendo o mesmo processo sendo erodidas paulatinamente pela erosão marinha (Guerra, comunicação pessoal) todos estes processos sendo associados à falta de sedimentos dos rios que ficam a montante destas regiões.

2.3 – Estudos sobre erosão marinha no litoral pernambucano

A costa pernambucana tem sido ao longo do tempo, objeto de progressiva degradação. As primeiras referências à erosão marinha no Estado de Pernambuco, com base no trabalho de Lira (1997) datam de 1914.

Há aproximadamente 20 anos o Laboratório de Geofísica e Geologia Marinha da Universidade Federal de Pernambuco, constatou que 1/3 dos 187 km da costa pernambucana estavam ameaçadas pelo avanço do mar.

De um modo geral, as áreas costeiras estão passando por um processo de degradação que compromete a qualidade estética e ambiental desses sistemas, que por si só são um ambiente naturalmente instável e que está sujeito a modificações constantes de ordem natural, como a mobilização de grandes quantidades de areias e a elevação gradual do nível do mar (Ferreira Júnior, 2005).

Em Pernambuco há evidências de erosão entre o Cabo de Santo Agostinho e a Ilha de Itamaracá (Muehe, 1998). Nos Municípios de Itamaracá (praia do Pilar), Paulista (Maria

Farinha), Olinda (praias do Janga, e Casa Caiada), Recife (Boa Viagem), Jaboatão dos Guararapes (praias de Piedade, Candeias e Barras das Jangadas) e Cabo de Santo Agostinho (praias de Gaibu, Suape), há registros de erosão marinha, variando de moderada a severa (Manso *et al.*, 1995).

A zona costeira do Estado de Pernambuco representa cerca de 4% de seu território, porém concentra 43,8% da população. O crescimento exponencial da pressão demográfica sobre esta zona acompanhado pela explosão desordenada das atividades turísticas precipitaram a sua descaracterização, já irreversível, em alguns pontos da costa (Manso, 2000).

A orla de Boa Viagem, uma das preferidas pela alta sociedade recifense passou a sofrer fortes pressões sócio-econômicas, devido à especulação imobiliária, que se manifestaram por intervenções cada vez mais constantes, muitas vezes desprovidas de critérios técnicos para sua implantação, bem como do conhecimento das conseqüências 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 à ampliação de setores do passeio (calçadão) da avenida a beira-mar, realizado como parte do Projeto Urbanístico CURA (Comunidade Urbana de Recuperação Acelerada Estadual), executado a partir de 1989 pela Prefeitura da Cidade do Recife (Duarte, 2002).

Segundo Duarte (2002) 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 praias 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.

Atualmente a estabilização da linha de costa desse trecho de praia tem sido feita através de uma estrutura aderente, do tipo enrocamento, que protege o muro em cerca de 2 km. Eventualmente, podem ser encontrados ainda sacos de areia protegendo trechos da costa (Souza, 2004).

A Prefeitura da Cidade do Recife construiu uma avenida à beira mar no primeiro semestre de 2004, no bairro de Brasília Teimosa, com coroamento do muro existente para aumentar a cota e diminuir a ação das ondas além de um enrocamento aderente.

Trabalhos realizados no porto do Recife, localizado cerca de 10 km ao sul da cidade de Olinda, resultou numa severa erosão costeira na cidade de Olinda, onde foram construídos quebra-mares e espigões para conter o avanço do mar, e o problema mais sério fica em Bairro Novo, onde espigões foram construídos desde a década de 50 e não conseguem mais conter a ação das ondas (Pereira *et al.*, 2003).

Ainda de acordo com Duarte (2002) o deslocamento populacional ocorrido com a intensificação do processo de expansão urbana no período de 1970 a 1980 foi parcialmente contido por condicionantes institucionais de uso e ocupação do solo. Trata-se de limitações impostas pela presença da Rádio Estação da Marinha, Aeroclube de Pernambuco e Aeroporto Internacional dos Guararapes. Desta forma, 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 de Candeias, no Município de Jaboatão dos Guararapes.

A ocupação destes novos terrenos deu-se de forma mais rápida e ao mesmo tempo mais nociva ao ambiente praias, uma vez que as novas construções tendem a avançar cada vez mais sobre os cordões litorâneos, que funcionam 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 consequência, em alguns locais a praia, na maré alta, desapareceu (Duarte, 2002).

Em Jaboatão dos Guararapes foi construído um quebra-mar sub-submerso na praia de Piedade para conter a erosão sobre a edificação do SESC, mas apesar de ter evitado a destruição do mesmo, provocou erosão intensa ao norte (Guerra, comunicação pessoal).

Nas praias de Candeias também no Município de Jaboatão dos Guararapes, foram construídos recifes artificiais e a colocação de sedimentos para a realimentação da praia, e na de Piedade, apresenta obras de contenção marinha (Manso *et al.*, 2004, modificado).

O método tradicional de proteção costeira no Estado de Pernambuco tem sido a construção de estruturas rígidas como os *groins*, *seawalls* (quebra-mares) e outros. Porém, além da construção exatamente como determina o Projeto Executivo é necessária a manutenção através do monitoramento. Estas obras, via de regra, são dispendiosas e ainda que não constituam uma solução definitiva para o problema, são inevitáveis tendo em vista a necessidade de se proteger a propriedade.

Ciente da tendência mundial da ocupação de faixas litorâneas pelas populações e dos sérios problemas de erosão que vem passando a área de estudo, espera-se a possibilidade de reversão do quadro de uso desordenado para um ambiente de uso e ocupação sustentável.

2.4 – Estudos sobre as técnicas utilizadas para contenção

Desde que a demanda por espaço no litoral está crescendo continuamente, com quase metade das populações do mundo vivendo em ambientes litorais (Haslett, 2001 *in* Muller *et al.*, 2006), mitigação da erosão costeira e de estabilização da linha de costa como

técnicas de engenharia ou programas do engordamento de praia tornaram-se comuns para muitas áreas costeiras altamente urbanizadas (Muller *et al.*, 2006).

Atualmente um dos principais responsáveis pela erosão praial tem sido a construção de estruturas designadas a proteger e manter praias existentes ou prevenir possível recessão de linha de costa (Bird, 1996 *in* Prata, 2005). Elas incluem espigões, quebra-mares e molhes. Como elas tendem a interferir no transporte litorâneo de sedimento ao longo da praia, todas estas estruturas causam freqüentemente indesejável erosão na sua vizinhança (Keller, 1992). Existem também técnicas de estabilização estrutural sem que seja necessária a utilização de material rochoso ou estrutura de concreto, estas incluem o “engordamento praial” (*beach nourishment*), “terraplanagem praial” (*beach bulldozing*), criação de duna, restauração e modelagem de forma da praia (Greene, 2002 *in* Prata, 2005).

Progressivamente o engordamento de praia, uma solução de engenharia “macia”, tem se tornado muito popular para resolver problemas de erosão de praia e é agora usado quase rotineiramente em muitas linhas de costa do mundo (Swart, 1991).

Segundo Raudkivi & Dette (2002) o engordamento de praia apesar de ser um dos métodos ambientais de mais baixo impacto para a proteção da costa, a exigência anual de areia pode conduzir a custos de manutenção substanciais.

Hanson *et al.* (2002) consideram que o engordamento artificial tem sido praticado em diversos países da Europa (a exemplo da Alemanha, Itália, Holanda, França, Espanha, Reino Unido, Dinamarca, Bélgica, Portugal e Irlanda) e nos Estados Unidos da América, tornou-se a única alternativa permitida de proteção da costa nos últimos 75 anos. Na Flórida (USA), por exemplo, foi realizado um projeto de engorda na praia de *Perdido Key* no período compreendido entre os anos de 1989 e 1991. Os resultados do monitoramento desta faixa costeira foram documentados por Browder & Dean (2000) sendo considerado um sucesso.

Obras de contenção no sentido *offshore* foram utilizados para controle do recuo da linha de costa em muitas partes do mundo, principalmente nos Estados Unidos e Europa (Decano & Dalrymple, 2001 *in* Ranasinghe & Turner, 2006), e na Ásia com destaque para o Japão, onde Seiji *et al.* (1987 *in* Ranasinghe & Turner, 2006), relatou sobre a conclusão de 4.000 quebra-mares sub-submersos por volta de 1980.

O monitoramento da costa por longo período em locais com estruturas de contenção mostra que freqüentemente há efeitos adversos no ambiente, bem como em áreas adjacentes da costa (Hamm *et al.*, 2002).

Na Inglaterra (oeste de Anglia), por exemplo, desde o ano de 1996, perfis de praia têm sido medidos a intervalo de 50 m, em áreas mais afetadas pela presença de obras de contenção da energia das ondas (Thomalla *et al.*, 2003). Este estudo mostrou efeitos adversos ao ambiente.

Além das obras de contenção, que são de intervenção direta e eminente, outras ferramentas têm sido usadas como medidas preventivas.

Em estudos de monitoramento costeiro, a existência de tecnologias como imagens de sensores remotos de diferentes épocas, funciona como uma excelente ferramenta para auxiliar estudos geomorfológicos costeiros, ao estender informações pontuais de uma área para um contexto geográfico, possibilitando o entendimento da história evolutiva destes sistemas (Trebossen *et al.*, 2005, Chu *et al.*, 2006).

Estudos de monitoramento da linha de costa utilizando imagens de satélites foram realizados recentemente por Batista *et al.* (2007) na zona costeira do Parque Nacional do Cabo Orange (Amazonas), o qual é formado pelos Cabos Cassiporé e Orange.

Nesse estudo tornou possível mensurar, de modo geral, qualitativa e quantitativamente, diferentes formas progradacionais e retrogradacionais, tomando como referencia áreas com incremento e diminuição dos manguezais respectivamente, possibilitando assim, o conhecimento e disposição da morfologia costeira em detalhe, ao expor informações ligadas à direção, intensidade e abrangência dos fenômenos. Assim a região que compreende o Cabo Orange sofreu acresção da faixa de praia com deposição de sedimentos com diferentes taxas de acumulação. Considerando o período entre 1980 e 2003 é possível perceber que, a partir da ponta norte do Cabo Cassiporé até o extremo sul deste cabo lamoso, o litoral apresentou comportamento predominantemente erosivo.

A utilização de imagens satélites, também foi feita por Dias *et al.* (2007), além do uso de fotografias aéreas, modelagem digital do terreno (MDT's) e modelagem digital de elevação (MDE) no estudo de processos costeiros no Município de Cabo Frio (RJ), com o objetivo de compreender um possível processo de erosão na região, considerado como resultante do transporte de sedimentos costeiros induzido pelo vento.

Estudos multitemporal de imagens de satélite também foram realizados por França & Souza Filho (2003), os quais demonstraram que, entre os anos de 1986 a 2001, a costa leste da Ilha de Marajó (Pará) esteve sujeita, predominantemente, a processos de recuo da linha de costa.

Um fator predominante no estudo do processo erosivo que tem tomado dimensões significativas no sentido do entendimento é o balanço sedimentar.

Há diversos tipos de intervenções antropogênicas que alteram o balanço sedimentar de um segmento costeiro, podendo gerar um *déficit* de material sedimentar e, conseqüentemente, fenômenos de recuo da linha de costa (Tessler & Goya, 2005).

De impacto mais pronunciado e facilmente verificado na costa brasileira é sem dúvidas a construção de obras rígidas de engenharia que alteram ou até retêm a deriva litorânea de sedimentos arenosos (Tessler & Goya, 2005).

Um exemplo de uma obra rígida, que acaba por alterar a deriva litorânea em um trecho específico da costa gaúcha são os molhes construídos na desembocadura da Laguna dos Patos a fim de facilitar a navegação de entrada e saída da Lagoa. Foram construídos entre 1911 e 1919 e têm cerca de 3,5 km (Tessler & Goya, 2005).

Muito comum como solução de engenharia para minimizar processos erosivos pré-existentes, ou mesmo alargar praias para fins turísticos são pequenos espigões de blocos rochosos (obras rígidas) construídos perpendicularmente à face praial. Exemplos deste tipo de obra podem ser encontrados ao longo de quase todo o litoral brasileiro. Em Caraguatatuba (SP) vários destes espigões foram construídos a fim de deter a erosão que se iniciava por conta da construção da avenida beira-mar (Tessler & Goya, 2005). A Prefeitura Municipal de Vitória também construiu espigões transversais à praia, para solucionar o processo erosivo no litoral. No entanto, os problemas erosivos se agravaram ao longo do tempo e culminaram no recente engordamento da faixa de areia da praia, com areias retiradas na zona submersa adjacente (Albino & Oliveira, 2000). Outro exemplo desse tipo de obra é encontrado no litoral de Olinda (Pereira *et al.*, 2003).

Uma questão que tem acompanhado este tipo de obra quando projetada e implementada inadequadamente é a da retenção do sedimento em um lado do espigão, com a deflagração de erosão no trecho subsequente, exigindo a construção de um novo espigão e assim sucessivamente (Tessler & Goya, 2005).

Obras de estabilização podem ser claramente observadas em várias capitais da região nordeste do Brasil a exemplo da Região Metropolitana do Recife, a qual vem passando por sérios conflitos de uso e ocupação dessas áreas.

Estudos demonstram que nem todos os tipos de intervenção são realizados diretamente na linha de costa. Muitas vezes alterações efetuadas nos cursos dos rios afetam diretamente o aporte sedimentar para a zona costeira. Exemplos destas intervenções, nas mais diversas escalas de magnitude e tempo, existem por toda a costa brasileira. Porém, digno de nota é a construção de diversas usinas hidrelétricas e reservatórios ao longo do rio São Francisco (Tessler & Goya, 2005).

Para que se tenha uma idéia de magnitude, dados da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (<http://chesf.gov.br>) indicam que o reservatório de Sobradinho (BA) é o maior lago artificial do mundo, volume de 34 bilhões de m³ com área de 4000 km², ou seja, 10 vezes maior que a Baía de Guanabara.

Com os represamentos existentes ao longo do canal natural, o fluxo da vazão e principal tipo de transporte sedimentar do rio São Francisco diminuiu muito até atingir a foz, causando a formação de bancos arenosos ao longo da calha e assoreamento imensurável, provocando, desta forma, a “alimentação” natural resultante do ciclo sedimentar causando carência na plataforma. Não se tem estimativa precisa de quanto, mas os reflexos já são

sentidos em forma de erosão nas praias na região da Vila do Cabeço em Sergipe (Tessler & Goya, 2005).

Estudos demonstram que no litoral de Alagoas o recuo da linha de costa foi favorecido pela construção de nove barragens no curso do rio São Francisco. De acordo com Dominguez (2002) as barragens retêm os sedimentos carregados pelos rios, diminuindo a quantidade de material que chega ao litoral. Segundo este autor, a costa nordestina já é considerada “faminta” pela falta de malha de drenagem substancial, e é altamente comprometida pelo barramento, tanto dos rios de grande porte, quanto os de médio e pequeno porte; estes últimos sendo aterrados pela ocupação de baixa renda, a exemplo do rio Beberibe entre Recife e Olinda (Guerra, comunicação pessoal).

Durante muito tempo, a escolha de métodos de proteção costeira baseava-se apenas na relação custo/benefício, ou seja, o gasto com a obra era justificado em função do valor das estruturas, terrenos e valores (áreas de interesse econômico, turístico, histórico etc.) a serem protegidos.

Recentemente a qualidade do meio ambiente tem sido uma preocupação crescente da população em geral, resultando numa mudança de comportamento frente às modificações ambientais geradas por atividades antrópicas. Desta forma, a escolha dos métodos mais apropriados de proteção costeira passou a incluir seus prováveis impactos ambientais além do seu custo e eficiência. Assim, o melhor método para conter processos erosivos a ser implementado numa área específica deve ser aquele que causa o menor dano ao meio ambiente, o mais barato e o mais eficiente (Esteves, 1998).

CAPÍTULO 3 INSTRUMENTOS LEGAIS E BASES INSTITUCIONAIS

A faixa de marinha é medida horizontalmente a partir da linha média da preamar de 1831 até 33 metros (alcance de uma arma de fogo à época) segundo o Decreto-Lei Nº 9.760, de 15 de setembro de 1946, Título I - Dos bens dos imóveis da União, Capítulo I - Da Declaração dos Bens, Seção II - Da Conceituação:

"Art. 2º - São terrenos de Marinha, os que estão a profundidade de 33 (trinta e três) metros medidos horizontalmente para a parte da terra da posição da linha da preamar média de 1831: a) os terrenos no continente, na costa marítima e na margem dos rios e das lagoas até onde se façam sentir as influências das marés. Parágrafo único. Para os efeitos deste artigo a influência das marés é caracterizada pela oscilação periódica de 5 (cinco) centímetros pelo menos do nível das águas, que ocorra em qualquer época do ano" (Brasil, 2000).

A orla de Jaboatão tem uma linha definitiva até a curva do SESC, da década de 1960 (Jaboatão dos Guararapes, 1990). Em 1992 foi estabelecida a linha definitiva do SESC até Barra de Jangada, excluindo a foz do rio Jaboatão, cuja demarcação foi iniciada em 1989. A justificativa desta área era de estabelecer uma faixa de preservação, criando áreas *non aedificandi*, servidões públicas e de proteção nacional, que com o tempo perdeu o sentido de segurança, sendo atualmente mantidos para preservação da orla marítima e das margens de cursos d'água. Aos poucos a União foi permitindo a ocupação dos terrenos de marinha. Os maiores problemas são as ocupações irregulares, não autorizadas. Algumas foram regularizadas em relação à realidade de uma época, e atualmente se apresentam de forma diferente (Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes (PMJG), 1993).

Em Barra de Jangada, Jaboatão, há loteamentos aprovados que apresentam uma faixa de servidão, mas em campo, a situação mostra-se diferente devido ao avanço do mar, onde muitos terrenos e ruas já não existem. A construção de molhes de pedra por moradores e mesmo o projeto de contenção do mar na praia de Candeias e Piedade, realizado pela Secretaria de infra-estrutura do Município em parceria com a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) não foram autorizados pela Secretaria do Patrimônio da União (SPU) (PMJG/UFPE, 1999).

A Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998, que dispõe sobre a regularização, administração, aforamento e alienação de bens imóveis de domínio da União, proibiu novas ocupações, permitindo apenas a legalização de áreas já ocupadas até o ano anterior à promulgação da Medida Provisória 1.567-8/97, que deu origem a esta Lei, datada de 15 de maio de 1997. Quem já ocupava área da União desde 15 de Maio de 1996 pode legalizá-las,

e o SPU concede as inscrições. Esta lei veio para inibir novas ocupações de áreas públicas (Brasil, 2000).

Em Jaboatão dos Guararapes, quase todo o litoral encontra-se ocupado e legalizado, a maior parte dos loteamentos foram aprovados anteriormente a estas leis e muitos foram inscritos anteriormente. O SPU disciplina as ocupações, com quem permanecem se estão pagando a taxa devida à União e no caso de loteamentos assegura uma faixa de 15m de servidão pública.

O proprietário de lote, com parte de terreno de marinha, pode ocupar e edificar, desde que não interfira na faixa de servidão pública. Se a União precisar dos terrenos só a benfeitoria será indenizada.

Numa avaliação crítica, constata-se que as instituições municipais praticamente desconhecem a legislação ambiental que, por sua vez, é muito pouco divulgada; há falta de integração entre os órgãos estaduais e municipais, que deveriam trabalhar consorciados; como resultado da falta de cooperação técnica a fiscalização torna-se insipiente, enfraquecendo o gerenciamento no município.

A Prefeitura dispõe em sua administração indireta a Empresa de Desenvolvimento de Jaboatão (EMDEJA), estrutura de algumas gerências relacionadas à área ambiental, que trabalham dissociadas e de forma isolada, não compartilhando planos, ações e projetos. Há uma gerência específica para a orla marítima que trabalha voltada para o comércio dos barraqueiros, não se envolvendo com a atualização e implementação do Projeto Orla, nem com os fenômenos erosivos e as obras a eles relacionadas (EMDEJA, 2001).

O município deverá atender a Constituição Federal de 1988, a Constituição Estadual, sua Lei Orgânica Municipal e Legislação Urbanística Básica, Lei 165/80, modificada pela Lei 229/83 e leis afins e a legislação ambiental em vigor, trabalhando em parceria com os órgãos ambientais estaduais, como a Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH), a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA). O poder local deverá exigir seu cumprimento, de forma a fazê-la alcançar seus objetivos, aplicando sanções contra aqueles que a infringirem. Essa proposição trará melhoria da qualidade de vida, do meio ambiente natural e o fortalecimento do sistema de gestão municipal.

CAPÍTULO 4

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

4.1 – Localização

O município de Jaboatão dos Guararapes está situado no litoral sul do Estado de Pernambuco, entre os paralelos $08^{\circ}02'48''$ e $08^{\circ}14'31''$ de latitude sul e os meridianos $34^{\circ}54'23''$ e $35^{\circ}06'54''$ de longitude oeste. O estudo incluiu a área que engloba as praias Barra de Jangada, Candeias e Piedade, num total de aproximadamente 5,5 km de extensão (Figura 1).



Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: GERCO/CPRH/PE, 2005.

A área em análise está delimitada ao norte pela Praia de Boa Viagem, ao sul pela Praia do Paiva, a leste pelo Oceano Atlântico e a oeste pela planície costeira. Em escala maior, enquadrada no gerenciamento costeiro de Pernambuco e coordenado pela Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - CPRH-PE, o espaço estudado está contido no setor 2, que compreende o núcleo metropolitano representado pelos seguintes

municípios: Recife, Olinda, Jaboatão dos Guararapes, Camaragibe, São Lourenço da Mata e Moreno.

4.2 – Caracterização da área de estudo

4.2.1 – Geologia e Geomorfologia

A faixa costeira do Estado, com 187 km de extensão, compreende parte das Bacias Sedimentares PE-PB e Cabo, as quais estão separadas pelo Lineamento Pernambuco, que corta a cidade do Recife. É preenchida por uma sedimentação meso-cenozóica, na qual os sedimentos quaternários constituem importantes depósitos desta seqüência.

O comportamento crono-litológico é diferente ao norte e ao sul do Lineamento Pernambuco, conforme estudos geofísicos e geotectônicos realizados por Rand (1976). Essas diferenças se manifestam igualmente nas feições geomorfológicas. Ao norte do Recife, as principais feições são representadas pela Superfície dos Tabuleiros e Planície Costeira, enquanto que ao sul, o Domínio Colinoso substitui, quase inteiramente, a Superfície dos Tabuleiros (Figura 2).

Os Tabuleiros são constituídos por sedimentos areno-argilosos da Fm. Barreiras, de idade plio-pleistocênica, com altitudes entre 40 e 100m e largura inferior a 20 km. No sopé dos Tabuleiros Costeiros, estendem-se as rampas de colúvio. Uma linha de falésias fósseis marca o limite entre os sedimentos da Fm. Barreiras e a Planície Costeira Quaternária.

A planície, com cotas inferiores a 10 m, é resultante da interação de vários fatores, tais como: variação do nível relativo do mar, mudanças climáticas e processos dinâmicos costeiros. É limitada ao norte pelo rio Goiana, a leste pelo Oceano Atlântico, a oeste pelos afloramentos das Fm. Barreiras e cretácicas e ao sul pelo rio Persinunga. Na Planície Costeira, se identificam várias unidades geomorfológicas distintas, com respectivos tipos de sedimentos, cuja evolução segue, em linhas gerais, o modelo apresentado por Dominguez *et al.* (1992).

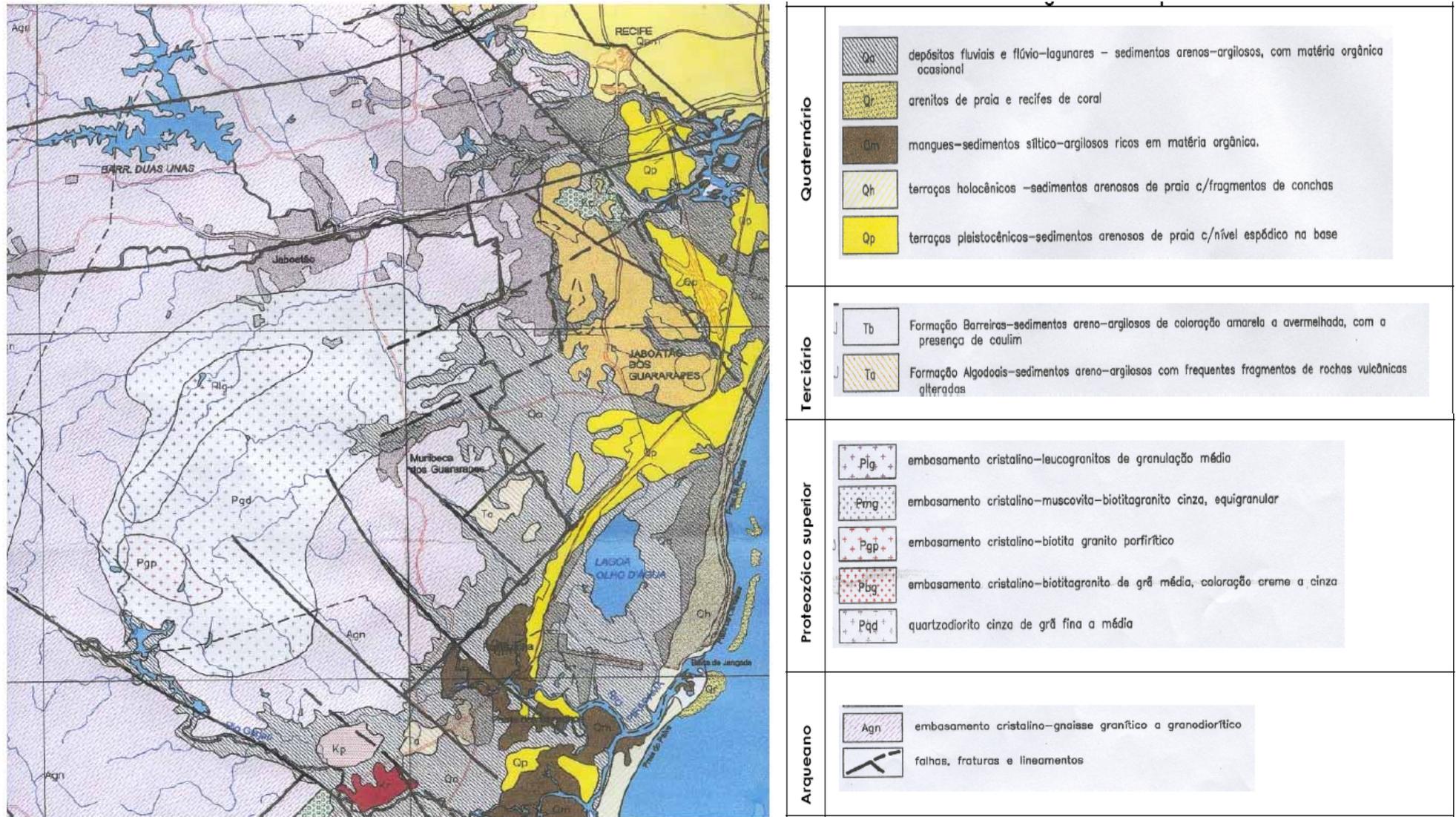


Figura 2. Mapa Geológico do Município de Jaboatão dos Guararapes. Fonte: Alheiros (2004).

Segundo estes autores, o modelo de sedimentação dominante na planície costeira, durante os períodos de nível do mar alto, era o sistema de ilha barreira-laguna, onde os rios não alcançavam diretamente a plataforma e construíam deltas em ambientes protegidos. Ao contrário, durante o abaixamento do nível do mar, as lagunas e baías tornam-se emergentes, a planície costeira avança através dos cordões litorâneos elaborados durante as oscilações do nível do mar no Quaternário, e os rios retrabalham os sedimentos da planície e da plataforma interna, favorecendo o avanço da linha de costa.

Terraços Marinhas Superiores - são aquelas porções do terreno, mais ou menos paralelas à linha de costa, possuindo um topo aplainado e um rebordo abrupto que se mantém livre das investidas do mar, permanecendo secas mesmo durante as marés mais altas. Os terraços superiores ou pleistocênicos, com altitudes de 5 a 8 m, foram elaborados durante a regressão que se sucedeu após o máximo da Penúltima Transgressão Marinha (Bittencourt, 1979), de provável idade pleistocênica.

Apresentam-se descontínuos, mais ou menos alongados e paralelos à linha de costa, no sopé das formações geológicas mais antigas, com largura variando de 0,5 a 1 km. Estes depósitos são constituídos por areias quartzosas inconsolidadas, caracterizados pela ausência de conchas e na base, matéria orgânica lixiviada da porção superior (Figura 3). Uma característica destes terraços é a ausência de cordões litorâneos na superfície, distinguindo-os dos terraços holocênicos, onde essas feições são comuns.



Figura 3. Terraço marinho superior ou pleistocênico. Na base (seta), nota-se acúmulo do ácido húmico gerado pela lixiviação de matéria orgânica (Praia de Serrambi; Fonte: Chaves, 1991 in Pedale, 2006).

Terraços Marinhas Inferiores - Estes terraços, de idade holocênica, desenvolveram-se na Última Regressão Marinha (Bittencourt, 1979), após o retrabalhamento do relevo existente na Última Transgressão, erodindo parcialmente os terraços marinhos superiores ou

pleistocênicos. Este compartimento apresenta uma geometria mais regular com relação àquela observada nos terraços superiores, sendo em geral, alongados, paralelos à linha de costa, com altitude média de 1 a 4 m (Figura 4).

A largura destes terraços é variável, ocorrendo desde 100 m até cerca de 1,5 km. Ocorrem preenchendo a porção externa da planície costeira, sendo reconhecidos em toda a extensão da área estudada, de forma mais ou menos contínua. São constituídos por areias quartzosas médias inconsolidadas, podendo conter conchas de moluscos em bom estado de conservação. A característica marcante destes depósitos é a presença, na sua superfície, de antigos cordões litorâneos pouco espessos.

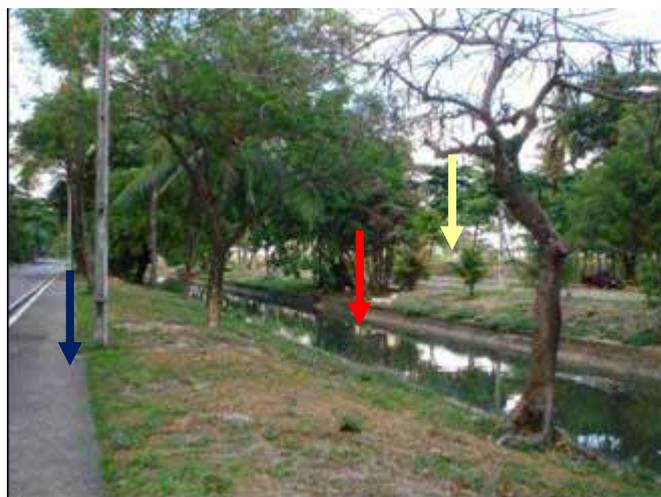


Figura 4. Terraço marinho holocênico - seta amarela, terraço holocênico impermeabilizado - seta azul e baixio de maré - seta vermelha (Canal de Setúbal).

Planície Flúvio-Lagunar - A origem dos depósitos está ligada às regressões marinhas quaternárias, quando o recuo do mar permitiu a deposição de sedimentos trazidos pelos rios, devido ao aumento do gradiente continental. Os sedimentos são lamosos, de cor cinza escura e ocorrem, normalmente, separando os terraços holocênicos e pleistocênicos. Os depósitos fluviais ocorrem principalmente nos vales dos principais rios, em cotas que raramente ultrapassam 10 m. São constituídos por material argilo-arenoso, de granulometria fina a média, ocorrendo encaixados em vales que podem atingir até 1 km de largura. A principal referência é a “Lagoa” Olho d’Água (Figura 5).



Figura 5. Planície flúvio-lagunar e laguna Olho d'Água. Fonte: Guerra *et al.* (2007).

Baixios de Maré – Este ambiente é formado onde o gradiente de declividade é quase nulo, estando, portanto, sujeito à ação das marés. O solo com alto teor de salinidade, as águas mornas e salobras permitem a formação dos manguezais. O sedimento é constituído por lamas escuras, ricas em matéria orgânica, resto de madeira e fragmento de concha. Na área estudada, está havendo a destruição deste ambiente, devido aos aterros para expansão urbana. No estuário dos rios Jaboatão e Pirapama (Figura 6) ocupam apenas 1284 ha (FIDEM, 1987).



Figura 6. Manguezal na foz do rio Jaboatão (seta vermelha). Em primeiro plano (seta amarela) nota-se o desmatamento e ocupação desta área (Fonte: FIDEM, 2006 *in* Pedale, 2006).

Flechas Arenosas (spits) - A origem destes depósitos está relacionada ao encontro de águas fluviais na foz de rios com as correntes de deriva litorânea, no caso, de direção geral S-N, acarretando um obstáculo que impede o transporte de sedimentos, gerando o "efeito de molhe" (Komar, 1976). Havendo saldo positivo da sedimentação, o traçado do rio poderá

ser progressivamente modificado. O crescimento destes cordões pode fechar a foz dos rios, dando condições para o surgimento de algumas lagunas. Na área estudada, ocorrem na foz do rio Jaboatão (Figura 7) com “raiz” na praia do Paiva (município do Cabo de Santo Agostinho).



Figura 7. Flecha arenosa (*spit*) - seta. Foz do rio Jaboatão. (Fonte: FIDEM, 2006 *in* Pedale, 2006).

Recifes de Arenito, de Corais e de Algas - Uma característica do litoral são os recifes de arenito (Figura 8) que exercem importante papel na morfologia costeira. São descontínuos e dispostos em linhas paralelas entre si, compostos de areia quartzosa e cimentados por carbonato de cálcio, sendo os de Piedade, datados em 5.900 ± 300 anos A.P. por Delibrias & Laborel (1971).



Figura 8. Recife de arenito na praia de Piedade (seta).

A localização e a morfologia dos recifes orgânicos sugerem íntima associação com os de arenito. Além dos corais há um grande desenvolvimento de algas calcárias, especialmente onde a ação das ondas é mais forte. As espécies de corais mais comuns em

Piedade são *Siderastrea stellata* e *Mussismilia hispida*, datadas por Delibrias & Laborel (1971) entre 1.830 ± 100 e 3.100 ± 120 anos A. P.

Depósitos Atuais de Praia - Formam a estreita faixa que constitui a porção mais externa da planície costeira, estando depositados entre a linha de baixa-mar e os terraços holocênicos, com pequena inclinação no sentido do mar (Figura 9). Está permanentemente submetida à ação combinada das ondas, correntes e de maré, sendo, de modo geral, constituídas por areia média a grossa, bem selecionada. O conteúdo de carbonato de cálcio é geralmente superior a 70%, no setor de antepraia, decrescendo para 10 a 12%, na pós-praia (Delibrias & Laborel, 1971).



Figura 9. Face da praia de Candeias.

4.2.2 – Condições Climáticas e Oceanográficas

O litoral pernambucano, situado na latitude de 8° , está predominantemente à mesma elevação do nível relativo médio do mar, apresentando baixa pressão atmosférica ($\sim 1,0$ mBar) e interferência dos ventos alísios, cujas velocidades podem variar de 6 a 9 nós, com direção E-SE entre os meses de Abril a Setembro e E-NE de Outubro a Março (Cavalcanti & Kempf, 1970 *in* Pedale, 2006).

O regime climático das latitudes intertropicais caracteriza-se pela existência de um período de verão ou estiagem, de Dezembro a Abril, e outro chuvoso ou de inverno, compreendido entre os meses de Maio e Novembro. A precipitação pluviométrica anual pode atingir até 2000 mm.

Nesta região existem sistemas atmosféricos que interferem na precipitação. Os predominantes são denominados: a Zona de Convergência Intertropical (ZICT), as bandas de nebulosidade associadas a “frentes frias”, os distúrbios de leste, os vórtices ciclônicos de ar superior (VACS), as brisas terrestres e marítimas e, por fim, as oscilações de “30 a 60 dias”.

A região caracteriza-se por apresentar um clima do tipo As' segundo o sistema Köppen de classificação, que corresponde a sistema tropical úmido. Devido a sua posição litorânea, a área apresenta temperaturas elevadas, com médias anuais que variam entre a mínima de 22°C e a máxima de 30°C, que são amenizadas pelos ventos que sopram do mar. A temperatura do ar mostra média entre 22° e 26°C, com umidade relativa do ar oscilando entre 50 a 90% e insolação elevada e evaporação variando entre 800 e 1800 mm.

Estes fenômenos atuam em sub-regiões, e na área de estudo o sistema predominante que atua como agente provocador de variação pluviométrica é o distúrbio de leste que ocorrem principalmente entre os meses de maio e agosto, caracterizando o período chuvoso.e a ampla disparidade climática.

As águas que cobrem a plataforma continental apresentam temperatura superficial de 27 a 28,7°C e uma salinidade variando de 32,2‰, relativo ao período chuvoso, a 36,0‰, para o período de estiagem.

A costa de Pernambuco é do tipo meso-maré, dominada por ondas e sob a ação constante dos ventos alísios vindos principalmente de E-SE, no período de abril a setembro, e de N-NE, quando sopram de Outubro a Março. A maior intensidade dos ventos ocorre durante os meses de Agosto e Setembro. Os ventos alísios de E-SE, que predominam na maior parte do ano, desempenham papel importante nos processos dinâmicos costeiros, pois eles determinam o sistema de ondas que atingem a costa, gerando a corrente de deriva litorânea que é fundamental no processo evolutivo do litoral.

Dados da CONSULPLAN (1992) sobre velocidade e direção de ventos, analisados pelo INPH, para a implantação do Complexo Industrial Portuário de Suape, revelaram que a velocidade preferencial dos ventos situa-se no intervalo 4-6 m/s (41 % dos dados), podendo atingir de 12 a 14 m/s (0,1 %), com direções principais ESE e SE. Estes valores aproximam-se dos obtidos por Manso *et al.* (1995) para a praia de Boa Viagem, onde há uma predominância da direção ESE (44%), com percentuais elevados de E, em torno de 15%, justificando, desta forma, a grande incidência de ondas frontais que atingem a costa. Estes autores obtiveram valores de velocidade dos ventos, para o mesmo período, de 0 a 6 m/s, sendo a maior ocorrência no intervalo de 3 a 4 m/s (65%).

Dados sobre o clima de onda na área de Suape, analisados pela CONSULPLAN (1992), mostram que durante o período de estiagem, quando os ventos têm menor intensidade, as ondas têm direção de 113°, altura significativa média (Hs) de 0,97 m e período significativo médio (Tz) de 6,4 s. Durante o período chuvoso, as ondas apresentam direção de 117 °, Hs de 1,13 m e Tz de 6,5 s. Os valores médios anuais para o litoral de Pernambuco podem ser considerados os seguintes: direção das ondas = 115°; Hs = 1,05 m e Tz = 6,5 s.

Os dados de altura significativa das ondas, observados na zona de arrebentação da praia da Boa Viagem, mostram uma variação de 0,2 a 1,4 m, com uma predominância no intervalo de 0,6 a 0,8 m. O período oscilou entre 4 e 12 s, com uma concentração entre 6 e 8 s (Manso *et al.*, 1995).

No verão, a corrente litorânea apresentou uma direção preferencial N-S (77%), com velocidades concentradas entre 0,2 e 0,3 m/s, enquanto nos demais meses predominou o sentido S-N, com velocidades entre 0,1 e 0,2 m/s. Estes valores estão próximos dos obtidos para Suape, onde as velocidades não ultrapassam 0,5 m/s na região externa aos arrecifes.

Para a costa de Pernambuco, existem poucos dados sobre o transporte sedimentar longitudinal ou paralelo à praia. Os estudos em Suape mostraram apenas uma tendência sazonal, no sentido N-S, em época de verão, e S-N, nos meses de inverno. Resultados obtidos por Coutinho *et al.* (1994), no período de inverno, indicaram que a capacidade do transporte resultante está em torno de 70.000m³/ano de sedimento, no sentido S-N. No período de verão, foi encontrado um transporte da ordem de 15.000 m³/ano, no sentido N-S para a mesma praia (Manso *et al.*, 1995).

As marés no litoral pernambucano são do tipo semi-diurna, com período médio de 12-42 h, apresentando duas preamares e duas baixa-mares por dia lunar. Os valores representativos da altura da maré são: 2,4 m para sizígia máxima; 2,1 m para sizígia mínima; 1,1 m para a maré intermediária e 0,7 m para a maré de quadratura. Os projetos do Instituto de Pesquisas Hidroviárias (INPH) utilizam a maré do Porto do Recife, tomando como referência de nível o zero hidrográfico do mesmo porto, que é de 4,0 m.

CAPÍTULO 5

MATERIAL E MÉTODOS

5.1 – Levantamento bibliográfico

A pesquisa bibliográfica foi realizada através da leitura de trabalhos relacionados ao tema do projeto ou trabalhos semelhantes, tais como artigos científicos, livros e publicações com o intuito de se obter o maior número de informações possíveis sobre o local estudado, bem como sobre o assunto em questão.

5.2 – Trabalho de campo

Foram realizadas mensalmente amostragens em 5 (cinco) pontos (Figura 10), durante a maré baixa de sizígia, com a realização de nivelamento topográfico e coleta de duas amostras: no estirâncio superior e inferior, respectivamente. Os perfis foram posicionados perpendicularmente à linha de costa em direção ao mar, a partir de uma referência de nível (RN) cuja posição foi determinada através de um GPS *Garmin Map 76S*.

O nivelamento topográfico foi efetuado inicialmente através do uso do nível topográfico, *Pentax AL-240*, o qual foi substituído pelo nível automático FOIF modelo NAL 324 adquirido pelo Projeto MAI, em conjunção com a mira topográfica que constitui de uma régua graduada de 5 metros de altura. O nivelamento topográfico define as cotas dos pontos ao longo do perfil marcados em relação a um RN. Estas cotas foram determinadas por visadas horizontais com miras verticais, estabelecidas nos diversos pontos de inflexão do terreno.

A coleta dos sedimentos superficiais foi realizada com um auxílio de uma espátula e estas foram armazenadas em sacos plásticos devidamente etiquetados.

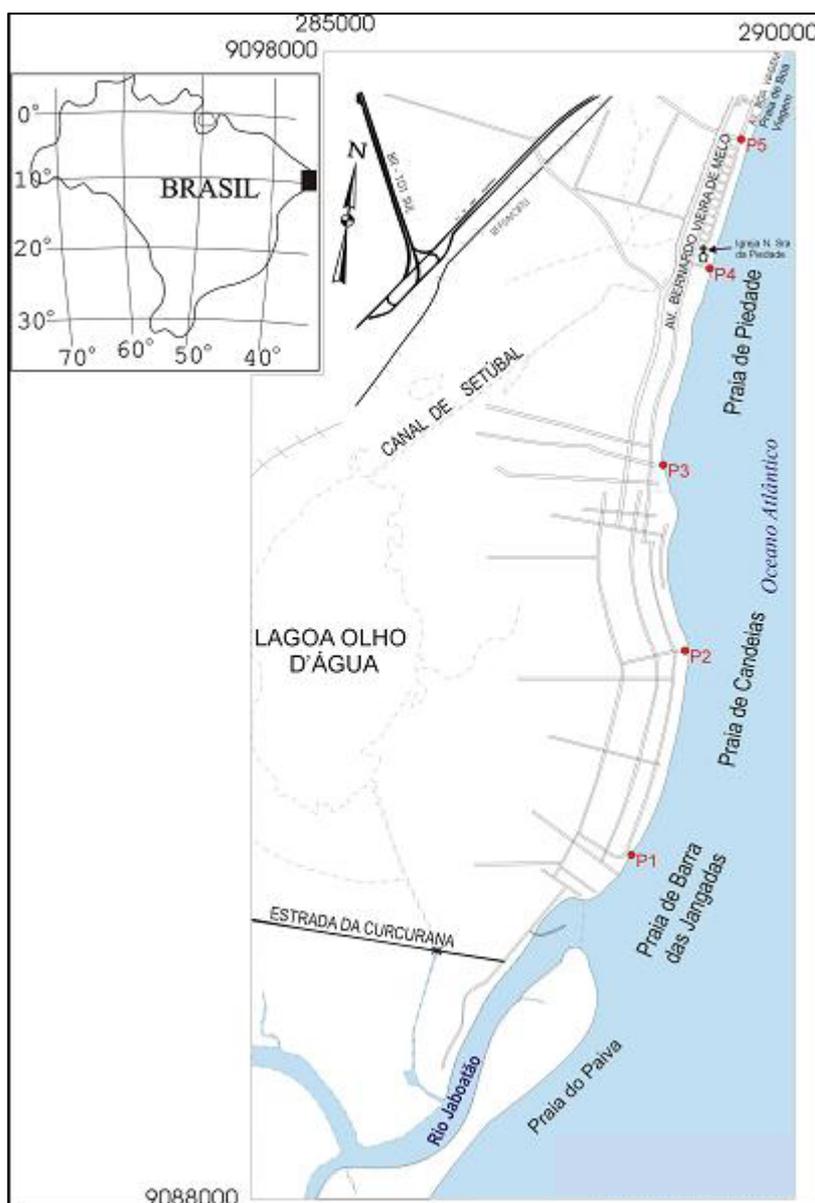


Figura 10. Representação esquemática do mapa da área de Jaboatão dos Guararapes e localização dos pontos dos perfis. Fonte: Guerra (2005).

Foi realizado ainda o caminhamento ao longo do litoral estudado com o uso do GPS, tomando como referência as marcas de deixa da praia, para a análise da evolução da linha de costa. Estes dados foram plotados através do *software TrackMaker* cuja licença foi obtida pelo Projeto MAI, os quais foram comparados com os levantados através da fotointerpretação das linhas de deixa dos anos 1974, 1981 e 1997 afim de estabelecer a variação temporal.

Posteriormente foi determinado o grau de vulnerabilidade desta faixa costeira através da observação em campo da estabilidade e das características morfológicas das praias, bem como do grau de urbanização e de intervenções na orla, fornecendo assim, uma avaliação do risco presente em cada trecho.

Levando em conta os parâmetros citados, foram determinados três graus de vulnerabilidade (baixo, médio e alto), os quais serão detalhados posteriormente nos resultados. Todas as observações foram devidamente anotadas em uma tabela de campo e registradas através de fotografias para facilitar a análise feita em laboratório.

5.3 – Trabalho de laboratório

A análise dos dados foi realizada no Laboratório de Oceanografia Geológica (LABOGEO), do Departamento de Oceanografia (DOCEAN) e no Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM), do Departamento de Geologia (DGEO), ambos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

5.3.1 – Nivelamento topográfico

Os dados obtidos no nivelamento topográfico foram ajustados ao nível médio do mar com o uso das tábuas de marés da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

A variação morfológica dos perfis foi realizada mensalmente através de programas específicos, nos quais cada perfil foi representado graficamente e posteriormente plotado. Esses dados foram comparados com os perfis realizados anteriormente (Guerra, 2005).

O volume sedimentar dos perfis foi calculado utilizando-se programa específico, onde a área abaixo de cada perfil foi determinada pelo cálculo geométrico de cada seção, multiplicando o valor da área em metros quadrados por 1 m, ou seja, mantendo o próprio valor da área, obtendo-se o volume da areia por metro linear de praia.

Assim, após a determinação do balanço sedimentar entre os anos indicados, para auxiliar e incrementar a interpretação foi utilizada a relação qualitativa determinada por Wright & Short (1984) que dividiu os perfis de nivelamento de acordo com a ação hidrodinâmica.

5.3.2 – Análise granulométrica

As amostras de sedimentos coletadas em cada perfil foram analisadas segundo a metodologia de Suguio (1973). Primeiramente as amostras foram homogeneizadas, quarteadas e selecionada uma alíquota com 100 g para cada amostra, pesada em balança de precisão Mettler. Essas alíquotas foram submetidas a um peneiramento úmido, para a separação da fração fina (<0,062 mm) e eliminação de sais solúveis, através da utilização de peneiras com malhas de 2,000 mm e 0,062 mm e depois levadas à estufa para a secagem com temperatura de 60°C, durante 48 h.

Após a secagem, estas alíquotas foram pesadas novamente e submetidas a um peneiramento seco da fração areia, com conjunto de peneiras sedimentológicas com aberturas de malha correspondentes aos limites por *Wentworth* (*in* Suguio, 1973): 1,410

mm; 1,000 mm; 0,710 mm; 0,500 mm; 0,350 mm; 0,250 mm; 0,180 mm; 0,125 mm; 0,082 mm e 0,062 mm. O processo foi realizado por meio de agitador automático (“Rot up”) durante 10 min. O material retido em cada peneira e no aparador foi pesado e estimado o percentual de ocorrência de cada fração sedimentológica em cada amostra. As massas obtidas foram processadas no *software Sysgran 2.4* para gerar os parâmetros estatísticos pelo método de Folk & Ward (Suguio, 1973).

5.3.3 – Análise morfoscópica

A morfoscopia dos grãos foi realizada apenas nas amostras que apresentaram variação quanto à classificação textural do sedimento de um ano (2006) para o outro (2007). Essa variação destacou-se após a classificação pelo *software Sysgran*.

Para a análise morfoscópica foram escolhidas as maiores frações granulométricas disponíveis nas amostras, sendo determinada a mesma fração para cada par mensal, possibilitando assim, a comparação entre as mesmas.

Através da observação à lupa binocular e auxílio de um estilete foram selecionados 100 grãos de quartzo numa placa de Petri de uma fração determinada. Posteriormente os grãos foram classificados quanto ao arredondamento pela comparação com a escala fotográfica definida por Powers (1953 *in* Dias, 2004).

Powers (1953 *in* Dias, 2004) definiu as seguintes seis classes de arredondamento: muito anguloso; anguloso; sub-anguloso; sub-arredondado; arredondado; e bem arredondado (Figura 11).

Os valores obtidos foram trabalhados em programa específico para a obtenção das respectivas percentagens do grau de arredondamento dos grãos, as quais serviram para avaliar o tipo de transporte na área de estudo.

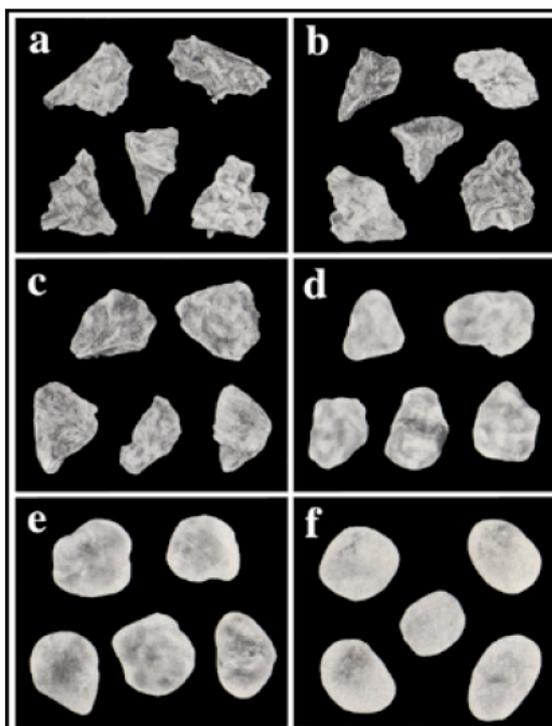


Figura 11. Exemplos das seis classes de arredondamento definidas por Powers (1953): a - muito anguloso; b - anguloso; c - sub-anguloso; d - sub-arredondado; e - arredondado; f - bem arredondado. Fonte: Dias (2004, adaptado de Powers, 1953 e Shepard, 1973).

5.3.4 – Análise da evolução da linha de costa

A evolução da linha de costa foi feita através da fotointerpretação das linhas de deixa em fotografias aéreas de anos diversos (1974, 1981, 1997). As linhas de evolução de cada ano foram então sobrepostas para a análise do deslocamento das linhas de maré alta, cuja área pôde ser quantificada ao se plotar todos os dados no mapa base georeferenciado.

A esta interpretação foi sobreposta a linha de costa atual obtida no caminhamento realizado em 2007 com o uso de GPS *Map 76S* da *Garmin*, cujos dados foram plotados através do *software TrackMaker* e outros gráficos específicos. Os dados obtidos do monitoramento realizado em 2005 na mesma área de estudo, foram utilizados para uma comparação com os dados do monitoramento realizado em 2006 e 2007.

CAPÍTULO 6

EVOLUÇÃO DE CURTO PRAZO: ESTUDOS DA MORFODINÂMICA PRAIAL

6.1 – As divisões do ambiente praial

Praias são usualmente definidas como uma acumulação de sedimentos inconsolidados que se estendem desde o nível médio da maré baixa até alguma mudança fisiográfica como falésias, dunas ou áreas permanentemente vegetadas (Komar, 1998 *in* Pasolini, 2005). Porém Suguio (2003) diz que o ambiente de praia extrapola em muito a praia propriamente dita, estendendo-se até pontos permanentemente subaquosos, onde as ondas, mesmo as mais fortes, já quase não mobilizam os sedimentos.

A região praial constitui uma área de contínuas alterações morfodinâmicas, provocadas por processos de origem continental e marinha (Silva *et al.* 2004). Esse estado morfodinâmico praial depende de uma série de fatores interdependentes que condicionam o “equilíbrio morfológico-dinâmico” do sistema. As características do regime de ondas incidentes, configuração morfológica da região costeira e plataforma continental adjacente, variáveis do estoque sedimentar disponível e processos harmônicos produzidos pela ação das marés e correntes derivadas, são condicionantes dos processos erosivo-deposicionais atuantes no sistema (Weschenfelder & Zouain, 2002).

O perfil de uma praia tem sido comumente dividido em diversas zonas, cada uma delas possuindo morfologia, fácies e processos característicos. Segundo Reading & Collinson (1996) *in* Gregório (2004), os setores do ambiente praial (Figura 12) estão divididos, em dunas frontais, pós-praia, praia e antepraia.

As dunas frontais limitam-se com a pós-praia na parte inferior da escarpa. A pós-praia situa-se acima da linha de preamar, sendo atingida pela ação das ondas em ocasião de tempestades e sua largura está associada à inclinação média da praia. Praia ou estirâncio é a porção situada entre o limite superior da preamar e o limite inferior da baixamar, sendo o setor que sofre a ação das ondas e marés e os efeitos de espraiamento das ondas. A antepraia compreende a parte sempre submersa do perfil, e se delimita com a praia do nível da maré baixa, estendendo-se mar à dentro até onde não há remobilização dos sedimentos.

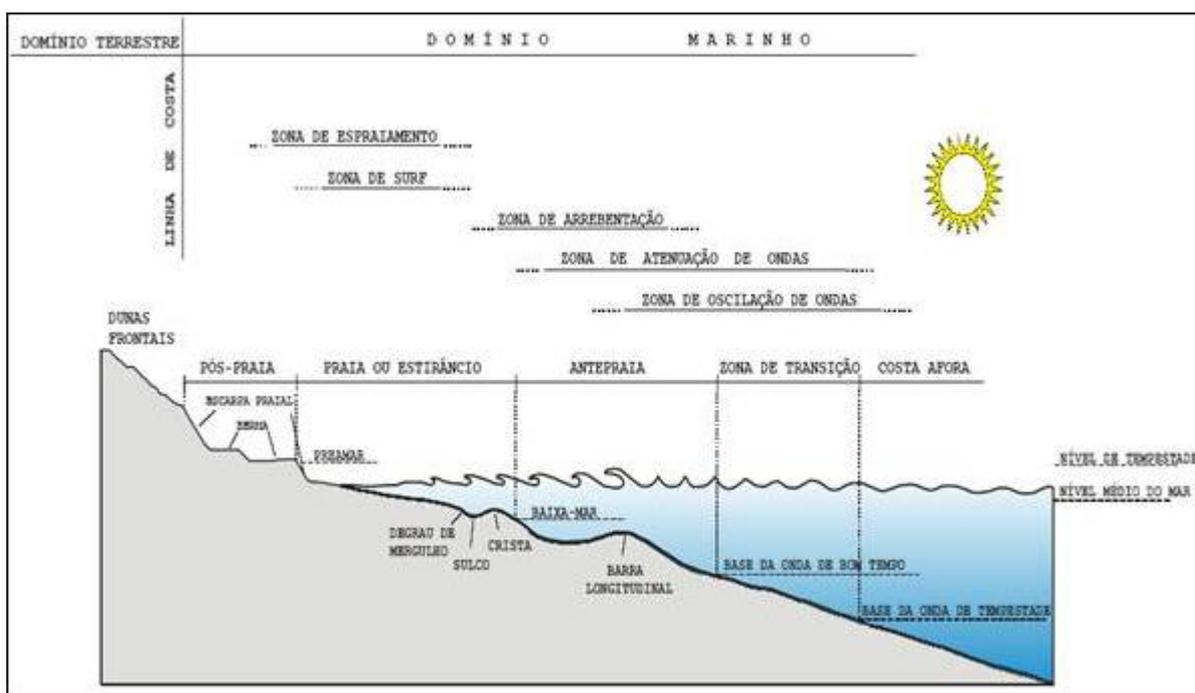


Figura 12. Perfil de prisma praial, mostrando a nomenclatura descritiva das feições costeiras. Fonte: Duarte (2002).

6.2 – Análise dos perfis de praia (nivelamento topográfico)

As praias arenosas são o produto de um complexo sistema de forças que interagem entre si, formando um arcabouço estrutural dinâmico que se modela à medida que condições energéticas do ambiente também se modificam.

Mudanças na forma do perfil praial estão estritamente condicionadas pela interação onda-sedimento. Os incrementos na energia das ondas provocam alterações à distribuição dos sedimentos ao longo perfil praial, fazendo com que o mesmo se modele sua forma e atinja seu equilíbrio, ajustando-se àquela condição hidrodinâmica (Pasolini, 2005). Assim, durante o verão os sedimentos são depositados na pós-praia, enquanto no inverno as marés de tempestades os retiram da pós-praia e os acumulam na antepraia.

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 realização de perfis topográficos praias sazonais e também durante diferentes condições de maré é fundamental para o reconhecimento das alterações morfológicas das praias de uma determinada região costeira. Esta técnica, altamente difundida e de custos bastante reduzidos, fornece informações valiosas para a construção de obras de engenharia costeira, permitindo calcular e fazer previsões do volume de sedimentos transportados/depositados, assim como partes, ou regiões, preferenciais de erosão e/ou

deposição de sedimentos, em função de diferentes condições de energia do meio marinho (Silva *et al.*, 2004).

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. A implantação do local dos perfis levou em conta as características das praias, presença de recifes de arenito ou de corais, áreas de erosão ou sedimentação.

Ao longo da área de estudo foram escolhidos 5 locais (Figura 10) para a realização, mensal, de perfis de Barra de Jangada/Candeias e o último, localizado no início da praia de Boa Viagem, imediações da rua Armindo Moura.

6.2.1 – PERFIL 1

O perfil 1 está localizado nas imediações da Rua Carlos Antônio Zarzar (288579/9091754) nos limites entre a praia de Barra de Jangada e Candeias. Este perfil é caracterizado por apresentar setores praias relativamente preservados, apesar da existência de enrocamento e aterro sobre parte da pós-praia (Figura 13). Apresenta largura de aproximadamente 90 m de extensão. A pós-praia com largura média de 30m com a formação de berma e estirâncio com largura média de 60 m (Figura 14).



Figura 13. Vista para norte do enrocamento (seta vermelha) e aterro (seta amarela) sobre parte da pós-praia.



Figura 14. Vista para norte (A) e para sul (B) do perfil 1.

O início dos estudos entre os meses de Abril a Maio de 2006 houve perda pouco significativa de sedimentos do perfil, principalmente na pós-praia e estirâncio inferior. O mês de Junho de 2006 foi marcado por um período deposicional.

No mês seguinte (Julho) o perfil passou para um estágio erosivo com perda significativa. A partir de Agosto de 2006, até Novembro de 2006, o perfil apresentou acréscimo de sedimentos, principalmente no estirâncio inferior. No mês seguinte (Dezembro) houve o rebaixamento do perfil em toda a sua extensão.

Em Janeiro de 2007 houve recuperação do perfil e a partir de Fevereiro o perfil passou por um período erosivo com perda significativa até Março do mesmo ano. O rebaixamento do perfil em Março de 2007 é visivelmente observado na figura 15 (seta) e reflete possivelmente as ressacas que ocorreram neste período. A partir de Abril de 2007 até Junho do mesmo ano houve acréscimo significativo, mantendo certo estágio de equilíbrio.

O mês de Julho de 2007 é marcado por perdas no setor do estirâncio mostrando grande declividade da praia. No mês de Agosto de 2007 o perfil foi marcado por um período deposicional, assim como no mês de Setembro, quando houve, também, acumulação na pós-praia, porém observou-se rebaixamento do perfil no estirâncio neste último mês. (Figura 15).

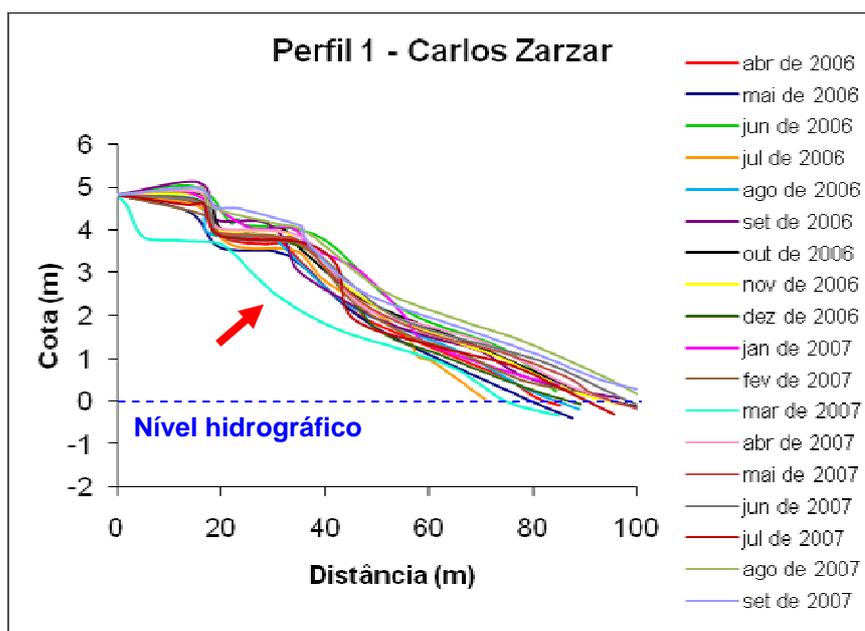


Figura 15. Representação esquemática dos perfis praias.

A análise integrada dos perfis demonstrou que este local está aparentemente recuperando o seu equilíbrio, com tendência de engorda no final do período monitorado. Essa recuperação reflete possivelmente a estabilidade pela retenção de sedimentos a jusante do “espigão” (Figura 14A).

No âmbito geral o perfil 1 apresentou balanço sedimentar positivo (Figura 16), com menor volume sendo observado no mês de Março de 2007 ($-4,70 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$) e maior no mês de Junho de 2006 ($92,04 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$).

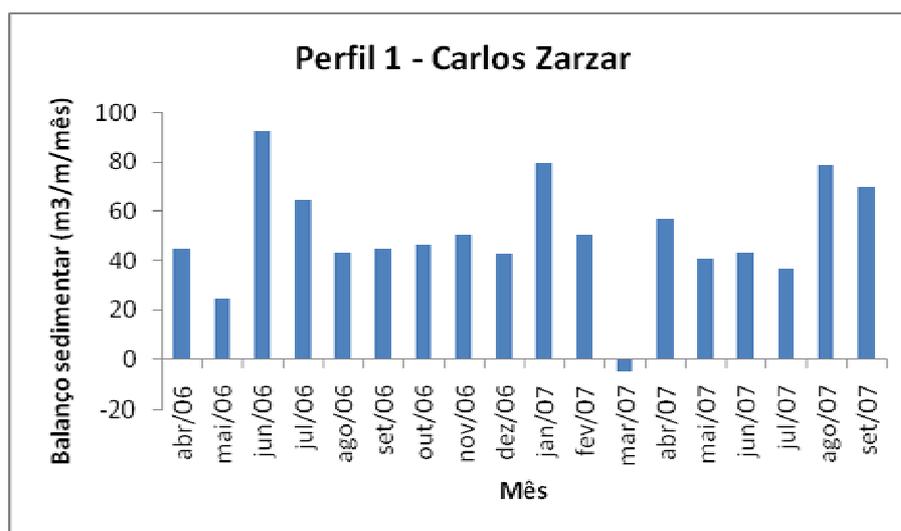


Figura 16. Balanço sedimentar do perfil 1.

6.2.2 – PERFIL 2

O perfil está localizado junto a Rua Manuel Menelau, nas imediações do antigo Bar do Caranguejo (288826/9092993). A largura média é de aproximadamente 60 m (Figura 17) e não apresenta pós-praia devido ao enrocamento e aterro. Verificou-se a construção de uma quadra poliesportiva sobre o enrocamento após sua impermeabilização com concreto durante o período de monitoramento (Figura 18).



Figura 17. Vista para norte (A) e para sul (B) do perfil 2.



Figura 18. Vista do enrocamento (seta vermelha - foto A). Impermeabilização e aterro (seta amarela) sobre a pós-praia (B) e construção da quadra poliesportiva (seta vermelha - B) em Março de 2007.

Notou-se acúmulo de sedimentos no setor do estirâncio e antepraia, principalmente no mês de Outubro de 2006. Entre Abril de 2006 e Julho de 2007 a praia apresentou equilíbrio hidrodinâmico com tendência para o rebaixamento do perfil (Figura 19). Entre os meses de Agosto a Setembro de 2007 o perfil foi marcado por erosão com perda de sedimentos, promovida possivelmente pela intensificação das obras neste local como a construção da quadra poliesportiva em Março de 2007 e posterior impermeabilização do enrocamento (Figura 18B).

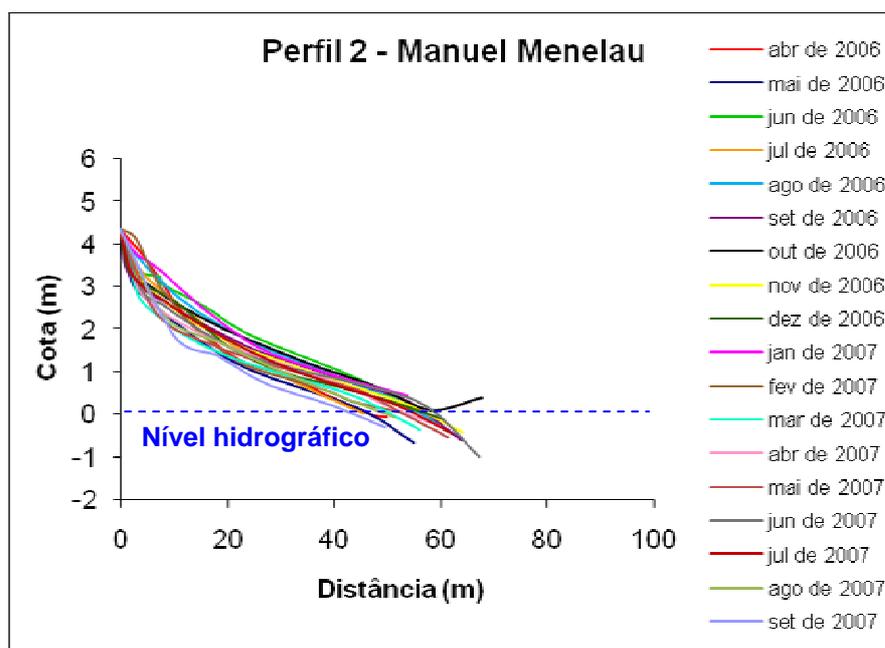


Figura 19. Representação esquemática dos perfis praias.

Possivelmente este comportamento de equilíbrio hidrodinâmico está relacionado à retenção do sedimento pelo tómbolo (ponte de acesso ao quebra-mar) a norte do perfil, demonstrando apenas transporte “vai-e-vem” (Figura 20).



Figura 20. Vista do tómbolo na praia de Candeias. Fonte: GERCO/CPRH/PE, 2005.

Em relação ao volume calculado para o período de monitoramento observou-se que o perfil 2 apresentou balanço sedimentar negativo (Figura 21), com menor volume observado no mês de Junho de 2007 ($-56,60 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$) e maior no mês de Janeiro de 2007 ($-9,38 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$).

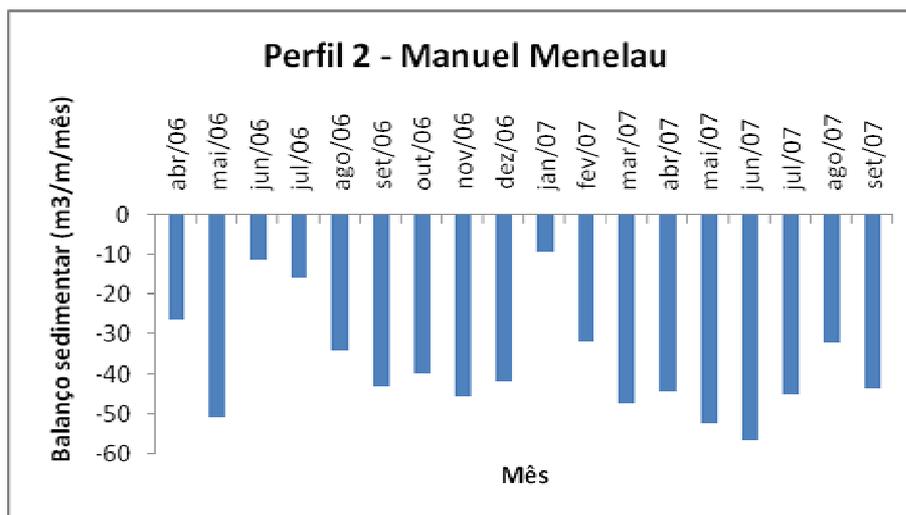


Figura 21. Balanço sedimentar do perfil 2.

6.2.3 – PERFIL 3

O perfil 3 está localizado em frente à Rua Domingos Sávio (nas imediações do Hotel Dorisol) (0288601/9094687). É um perfil relativamente curto (40 m), em relação aos demais devido à existência de uma linha de recife de arenito (Figura 22B).

Apesar da presença desse anteparo natural, após a construção do quebra-mar semi-submerso (750 m de extensão e 2 m de altura), essa área foi submetida à intensa variabilidade. Esta questão prejudicou o monitoramento do mesmo e a interpretação geoambiental. Outra questão crucial é a ausência da pós-praia devido às edificações, que será discutido posteriormente, sobre este setor e parte do estirâncio superior (Figura 22).

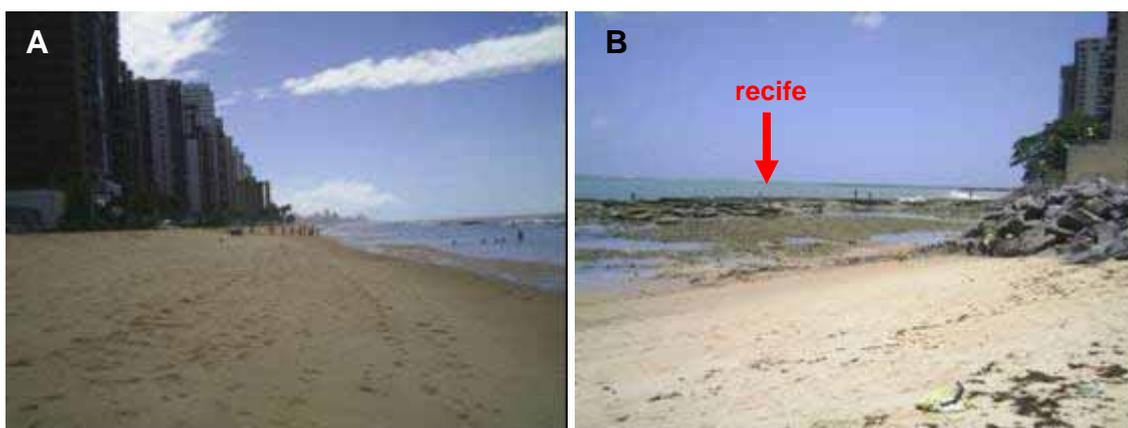


Figura 22. Vista para norte (A) e para sul (B) do perfil 3.

A variabilidade ocorrida neste perfil provocou a perda de RNs, os quais foram reposicionados à medida que houve a necessidade, o que é demonstrado esquematicamente na figura 23.

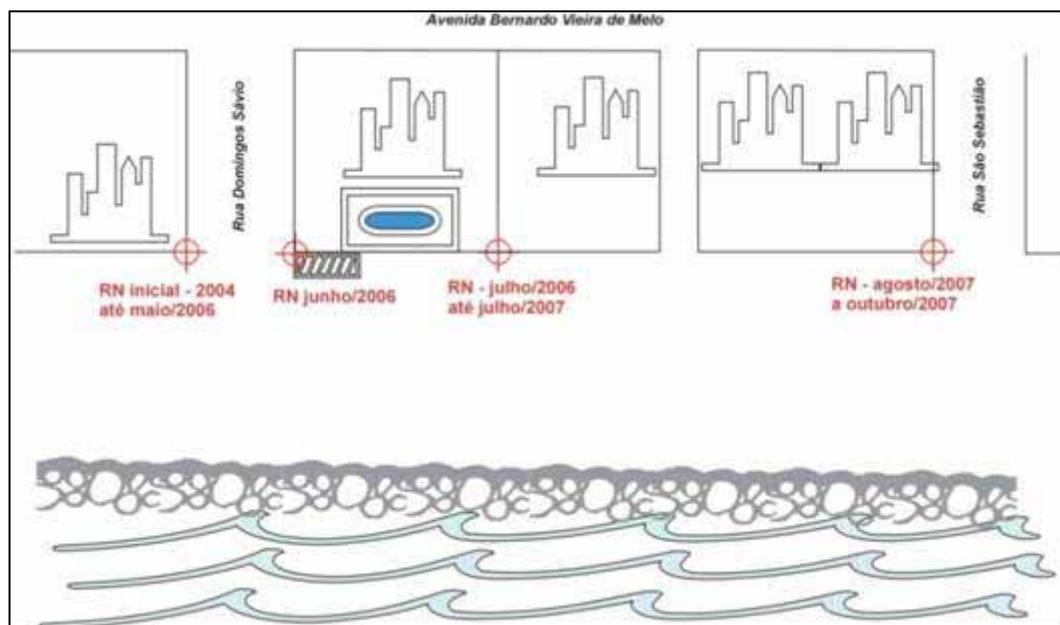


Figura 23. Representação esquemática da localização dos RNs do perfil 3.

No início dos estudos em Abril de 2006 o perfil apresentou uma largura média de aproximadamente 45m de extensão (Figura 24A). No mês seguinte (Maio), apesar de ter sido observado a recuperação da praia ($23,78 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$), começou a implantação de um “enrocamento” no local (Figura 24B).

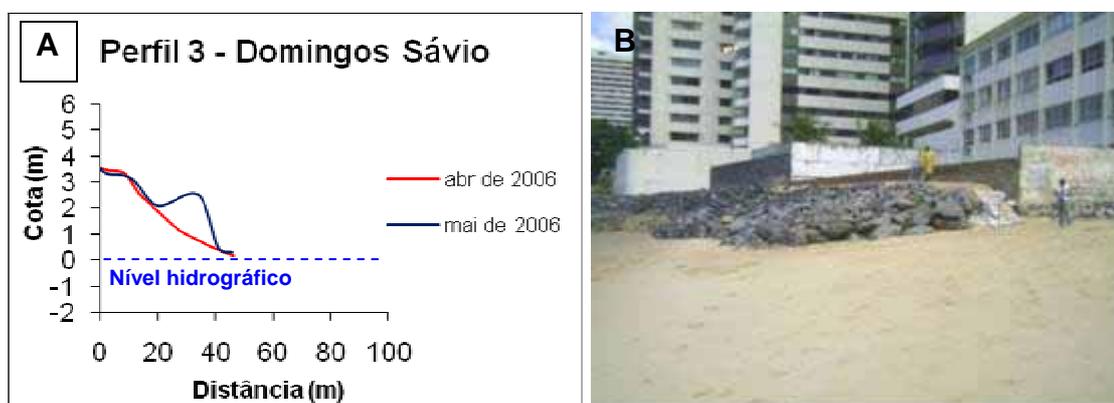


Figura 24. Representação esquemática do perfil 3 em Abril e Maio de 2006 (A) e visualização do mesmo (B).

O processo de colocação do enrocamento continuou provocando, a perda do RN inicial acima citado e relocação do mesmo para a esquina do muro do edifício Ancoradouro. Esta intervenção promoveu a redução significativa da praia no mês de Junho de aproximadamente 20 m como mostra a figura 25. O balanço sedimentar para este mês foi de $13,50 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$.

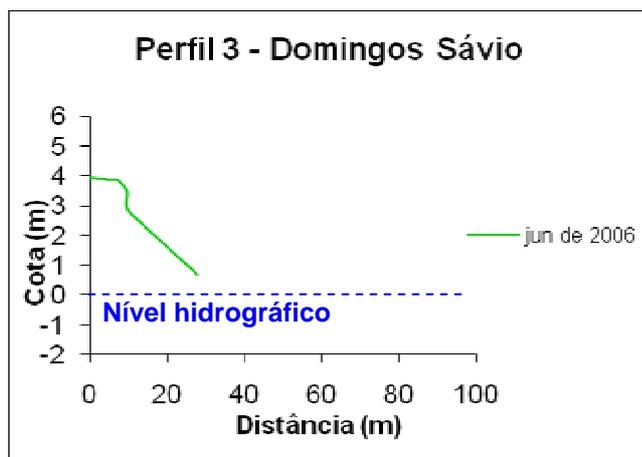


Figura 25. Perfil mostrando a redução da praia em Junho de 2006.

Em Julho de 2006, pela tomada de decisão dos moradores dos edifícios adjacentes, o enrocamento foi aumentado em sua extensão para “proteger” o edifício Ancoradouro (Figura 26A). Além do enrocamento foram colocados sacos de areia na base do muro do edifício citado que continuou até o mês de Agosto (Figura 26B).



Figura 26. Vista mostrando a interferência do enrocamento (seta vermelha) em Julho de 2006 sobre o RN (seta amarela - A) e a colocação de sacos de areia na base do muro do edifício Ancoradouro no mês de Agosto (seta - B).

Devido à destruição do local do RN e risco para o edifício Ancoradouro, as interferências com as “obras de contenção” continuaram. Assim em Julho houve a relocação do RN (Figura 27A) para o final do muro do mesmo edifício (Figura 27B). O nivelamento foi realizado a partir desse mês neste local até Julho de 2007. Em Setembro de 2006 o processo erosivo se acentuou causando a destruição total do muro do prédio (Figura 27B) e provocando perda de sedimentos até Outubro do mesmo ano, tendo sido, inclusive, verificado neste último mês, intenso incremento deste processo (seta vermelha - Figura 28).

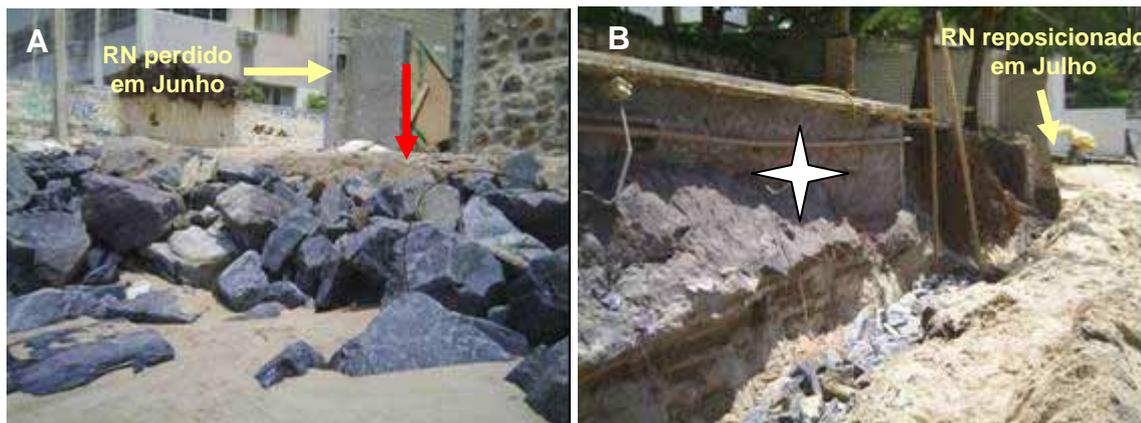


Figura 27. Vista da área afetada pela ressaca de Setembro 2006 (A) mostrando a destruição da rampa do prédio (seta vermelha) e do local do RN; bem como as obras de recuperação do muro que ruiu expondo a piscina (estrela) e o ponto onde permaneceu o RN até Julho de 2007 (B).

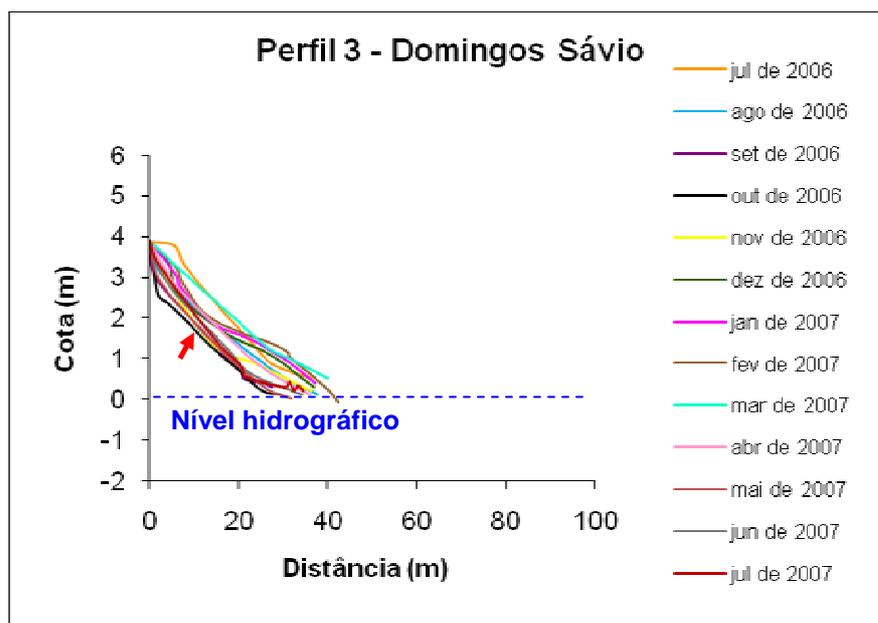


Figura 28. Representação esquemática dos perfis praias.

No mês de Novembro de 2006 até Março de 2007 houve discreta recuperação da praia (Figura 28). Neste último mês houve a completa reconstituição do muro do prédio, porém já se iniciando um processo emergencial de contenção a erosão marinha através da colocação de sacos de areia na base do muro (Figura 29).



Figura 29. Vista do muro do prédio recuperado em Março de 2006 (estrela) (A) e da colocação de sacos de areia na base do muro do mesmo (seta) (B).

A partir de Abril de 2007 a Julho do mesmo ano, observou-se uma grande perda de sedimentos do perfil (Figura 28), demonstrando assim, agravamento do processo de erosão marinha. Por este motivo no mês de Agosto de 2007 o RN foi novamente perdido e reposicionado para duas ruas antes da Domingos Sávio, rua São Sebastião, devido à interdição da área para a recuperação dos danos causados as edificações do local (Figura 30).



Figura 30. Vista mostrando a destruição do muro do prédio (estrela) com exposição da piscina (seta - A) e perda do RN em Agosto de 2007 indicado pela seta (B) devido à expansão do enrocamento.

Quanto ao volume calculado para o período compreendido entre Julho de 2006 e Julho de 2007 o perfil 3 apresentou balanço sedimentar negativo (Figura 31), com menor volume observado no mês de Maio de 2007 ($-21,03 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$) e maior no mês de Julho de 2006 ($2,27 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$).

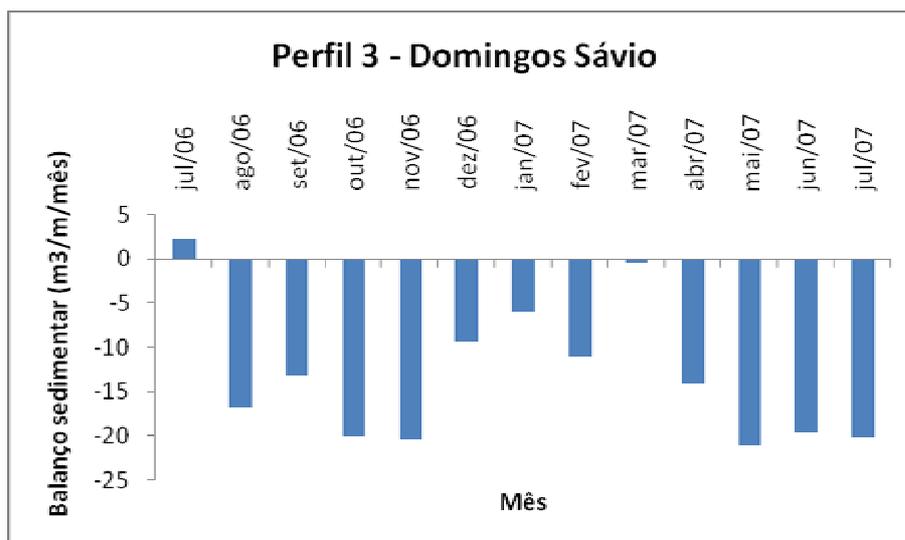


Figura 31. Balanço sedimentar do perfil 3.

A partir de Agosto de 2007, já com RN na rua São Sebastião, o perfil apresentou uma extensão total de 40 m, sendo a pós-praia com aproximadamente 10 m com formação de berma e estirâncio de 30 m com grande declividade e formação de marcas de ondas no estirâncio inferior (seta vermelha - Figura 32A), registrada no gráfico da Figura 33, que continua até o recife (seta amarela - Figura 32A).



Figura 32. Vista do perfil 3 com novo RN para norte (A) e para sul com destaque para a formação da berma (B).

Observou-se que de Agosto para Setembro de 2007 o perfil passou por um período erosivo com perda de sedimentos em torno de $15,78 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$ (Figura 33). As obras realizadas a sul prejudicaram, possivelmente, a deposição do sedimento.

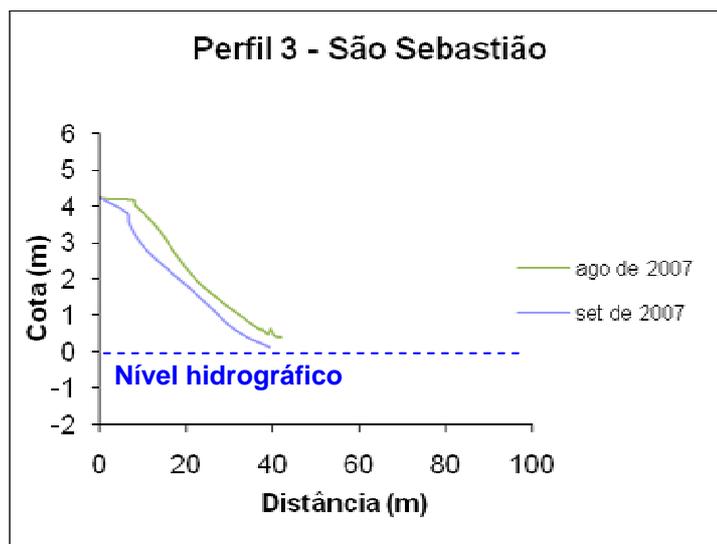


Figura 33. Perfil 3 mostrando a erosão da praia ocorrida no período compreendido entre Agosto e Setembro de 2007.

6.2.4 – PERFIL 4

O perfil 4 está localizado em frente à Rua Miguel Arcanjo (289063/9096425), marcado por apresentar setores praias relativamente preservados. A pós-praia apresenta largura média de aproximadamente 30 m de extensão com formação de berma e o estirâncio apresenta largura média de 60 m (Figura 34).



Figura 34. Vista para norte (A) e para sul (B) do perfil 4.

A partir de Abril até Julho de 2006 notou-se acréscimo na cota caracterizando assim, estágio deposicional. Nos meses seguintes observou-se perda no estirâncio inferior até Março de 2007. Deste mês até Maio de 2007 houve acréscimo de aproximadamente 30 m no perfil. Nos meses de Junho e Julho de 2007 houve equilíbrio, com evidência de acumulação em Agosto. Em Setembro de 2007 ocorreu pequena perda na pós-praia e acumulação no estirâncio (Figura 35).

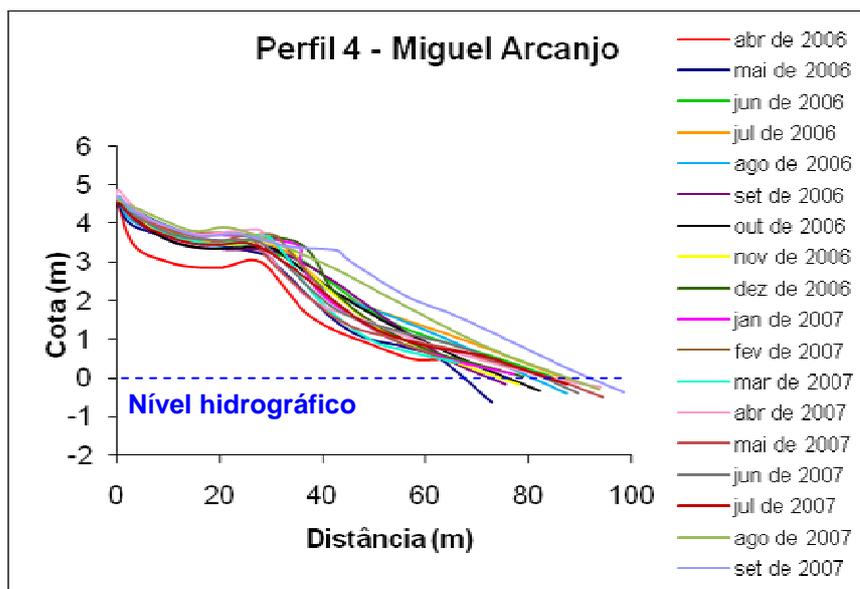


Figura 35. Representação esquemática dos perfis praias.

A análise integrada dos perfis ao longo de todo o período estudado mostrou como principal característica da área tendência à deposição, tal como pode ser observado pela análise da Figura 35. Os setores de pós-praia e estirâncio superior foram setores que tiveram mobilidade significativa, com progradação da berma na ordem de 15 m e de 35 m no estirâncio inferior.

No geral o perfil 4 apresentou balanço sedimentar positivo (Figura 36), com menor volume observado no mês de Maio de 2007 ($-18,82 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$) e maior o mês de Fevereiro de 2007 ($40,58 \text{ m}^3/\text{m}/\text{mês}$).

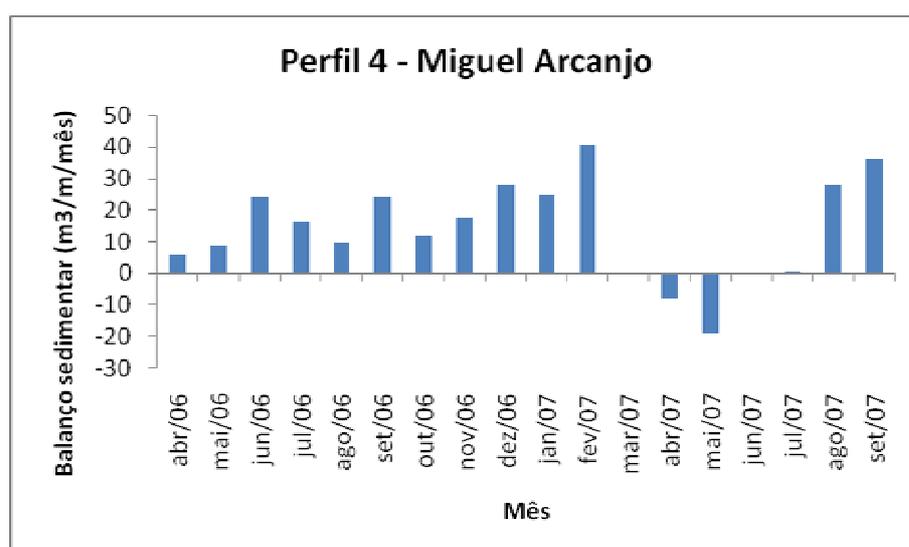


Figura 36. Balanço sedimentar do perfil 4.

6.2.5 – PERFIL 5

O perfil 5 localiza-se na Rua Armindo Moura no limite entre os municípios de Jaboatão dos Guararapes e Recife (289775/9098485). É o perfil que apresenta o melhor estado de preservação, possivelmente porque neste trecho foram respeitados os limites do ambiente praiar, ou seja, não houve ampliação do calçadão e da pista de rolamento. A pós-praia apresenta cerca de 20 m de largura e estirâncio de aproximadamente 60 m de extensão (Figura 37).



Figura 37. Vista do perfil 5 para norte (A) e para sul (B).

A partir de Abril até Maio de 2006 observou-se recuperação do perfil. Do mês de Junho de 2006 até Março de 2007, notou-se diminuição na cota, embora tenha sido pouco significativa ao longo do perfil, mantendo certo estado de equilíbrio, com exceção para o mês de Outubro de 2006 que apresentou aumento no estirâncio superior, promovendo a formação de quebra acentuada, embora não configure uma berma (seta – Figura 38). O período compreendido entre os meses de Abril a Maio de 2007 foi caracterizado por estágio deposicional seguido por um erosivo a partir de Junho até Agosto de 2007. Em Setembro de 2007 houve recuperação do perfil em toda a sua extensão (Figura 38).

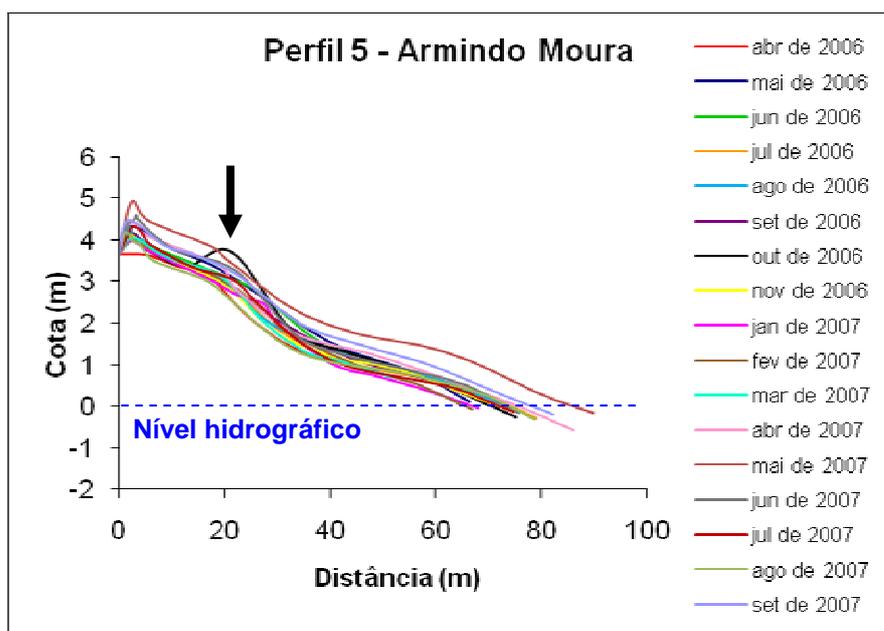


Figura 38. Representação esquemática dos perfis praias.

O perfil 5 tem, reconhecidamente, tendência a equilíbrio, o que pode ser confirmado pela análise da Figura 38. De forma geral, como citado anteriormente, este perfil tende a progradação em todos os setores. A presença de incremento no RN possivelmente está associada a transporte eólico, formando pequena duna.

Apesar do aparente equilíbrio dinâmico observado neste perfil, os cálculos do balanço sedimentar realizados no período de monitoramento apontaram para uma tendência erosiva (Figura 39), com menor volume observado no mês de Agosto de 2007 (-33,01 m³/m/mês) e maior no mês de Março de 2007 (16,96 m³/m/mês).

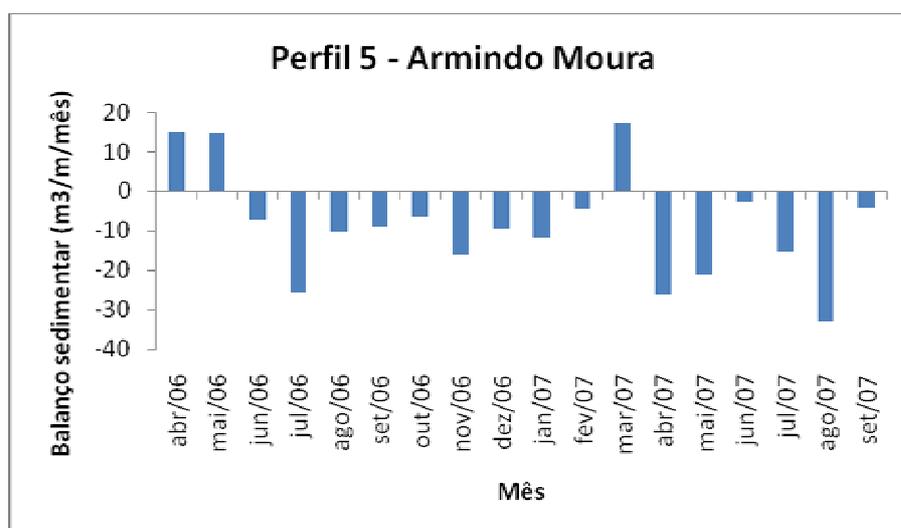


Figura 39. Balanço sedimentar do perfil 5.

6.3 – Análise do balanço sedimentar entre 2005, 2006 e 2007

Um perfil praiial modifica-se de acordo com as variações hidrodinâmicas da área, que podem ser influenciadas pela presença ou não de recifes (arenito ou corais), áreas de deposição ou erosão, e por obras de engenharia (espigões, enrocamentos, quebra-mares, revestimentos, diques ou suprimento artificial de areia).

Os perfis praiiais no Município de Jaboatão dos Guararapes foram realizados durante o período de Abril de 2006 a Setembro de 2007, como citado anteriormente, englobando as praias de Barra das Jangadas, de Candeias e a de Piedade, mas esse estudo vem de longa data (1984) pelos pesquisadores do LGGM coordenado pelo Prof. Valdir Manso onde foram registrados os principais aspectos sedimentológicos e morfodinâmicos ocorridos no setor de pós-praia, estirâncio e antepraia. A partir do ano de 2004 e 2005 a Profa. Núbia Guerra do LABOGEO/DOCEAN, juntamente ao LGGM continuou a monitorar este litoral e cedeu, gentilmente, os dados morfodinâmicos obtidos no ano de 2005 para que fosse feita a comparação com os dados obtidos durante esta pesquisa.

Através de programa específico foram elaborados e analisados os perfis praiiais, e determinado o balanço sedimentar entre os anos indicados.

Entretanto, devido a grande dinâmica erosiva que se instalou após o ano de 2005, mais especificamente após o mês de Maio que promoveu a necessidade de relocação de RN devido a perda pela colocação de “obras” de contenção, não foi possível realizar a avaliação entre todos os meses, apenas os que mantiveram os RNs na mesma posição é que foram comparados e interpretados.

Para auxiliar e incrementar a interpretação foi utilizada a relação qualitativa determinada por Wright & Short (1984) que dividiu os perfis de nivelamento de acordo com a ação hidrodinâmica. Infelizmente não foi possível a avaliação quantitativa devido a problemas logísticos pela indisponibilidade dos dados do Projeto MAI (altura da onda na arrebenção - H_b e o seu período - T), do qual essa Dissertação faz parte. Mas, apesar dessa informação, que enriqueceria ainda mais as interpretações, conseguiu-se resultados compatíveis e interessantes que mereceram ser citados. De acordo estes autores a natureza dos ciclos de praia tem sido determinada pela realização de perfis topográficos, tal como anteriormente citado. Entretanto, 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 utilizados na literatura é o proposto por Wright & Short (1984). Neste modelo, os autores incluem a morfologia das zonas de arrebenção e de surfe, e identificaram além dos dois estágios morfológicos extremos, o *dissipativo* e o *refletivo*, mais quatro denominados *intermediários*: *barra* e *calha*

longitudinal, barra e praia rítmica (ou de cúspides), barra transversal e terraço de baixa-mar (Figura 40).

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 freqüente 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 estágio de uma praia e as características das ondas e dos seus sedimentos foi estabelecida por Wright & Short (1984), utilizando o parâmetro Ω , de Dean (1973 *in* Wright & Short, 1984): Mas como citado acima, não foi possível realizar os cálculos pertinentes, por isso a avaliação foi qualitativa/comparativa.

Fisicamente, segundo Wright & Short (1984), o parâmetro Ω de Dean procura indicar a predisposição dos grãos de areia (controlados pela velocidade de sedimentação - ωs) 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 da praia, Wright e Short (1984) utilizaram um valor médio ponderado de Ω de Dean, que considera, também, as condições morfodinâmicas antecedentes de uma dada praia.

Assim, a seguir seguem as tabelas, os gráficos e suas interpretações inclusive com citação do modelo de Wright e Short (1984).

A princípio, a comparação dos meses de Abril a Setembro de 2005, 2006 e 2007 por terem RNs com mesmo posicionamento, exceto o perfil 3 onde houve a comparação apenas de Abril a Maio de 2005 e 2006, e em seguida, o mês de Julho entre 2006 e 2007 pelo mesmo motivo citado.

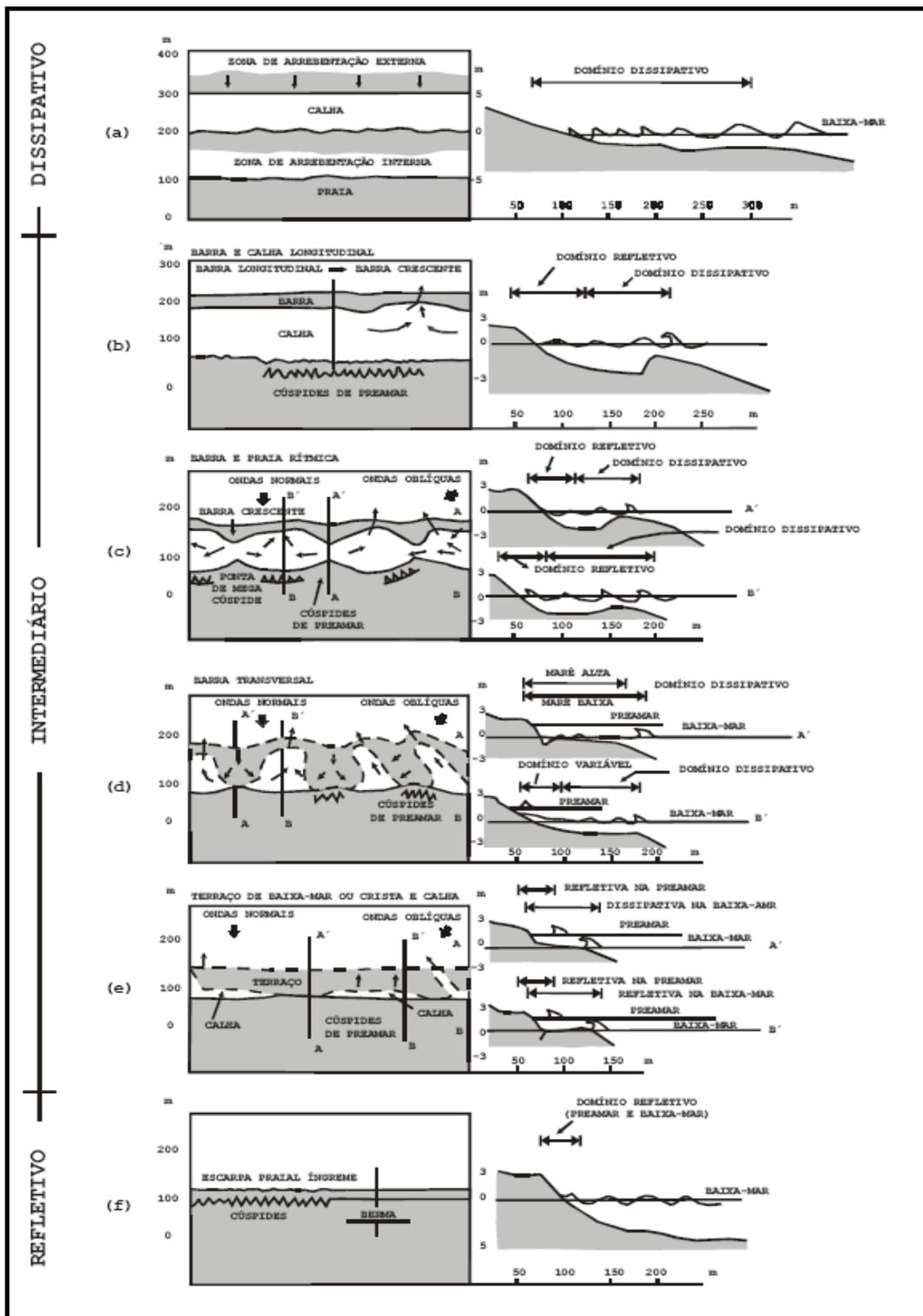


Figura 40. Características morfológicas dos seis estágios de praia (Wright & Short, 1984).
Fonte: Duarte (2002).

Tabela 1. Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 1 (Carlos Zarzar) – anos 2005, 2006 e 2007.

No Perfil	MÊS	ANO 2005 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	ANO 2006 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	ANO 2007 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	Interpretações dos perfis
P1	Abril	-4,07	44,80	56,84	Recuperação do perfil. A pós-praia não apresentou modificação significativa, no entanto se notou duas quebras na porção superior do perfil em 2006 e discreta perda na antepraia. O perfil passa de reflectivo para intermediário com domínio reflectivo na porção superior e dissipativo na porção inferior em 2006 e 2007. Neste último ano houve recuperação do perfil com migração da berma. Essa recuperação reflete possivelmente a retenção do sedimento a jusante do espigão.
P1	Maio	-2,61	24,58	40,55	Recuperação do perfil. A pós-praia não apresentou modificação significativa em 2006, no entanto observou-se duas quebras. Destaca-se a intensa recuperação do estirâncio. Em 2007 houve recuperação ao longo de todo perfil. Este perfil pode ser classificado como intermediário com domínio reflectivo na porção superior e dissipativo na inferior.
P1	Junho	31,49	92,04	43,09	Recuperação significativa do perfil com redeposição na pós-praia e definição da berma em 2006. Destaca-se a intensa recuperação do estirâncio em 2006. Em 2007 houve um rebaixamento do perfil e acúmulo na antepraia. O perfil passou de dissipativo para intermediário com domínio reflectivo na porção superior e dissipativo na inferior em 2006 e 2007.
P1	Julho	33,74	64,44	36,72	A pós-praia não apresentou modificação significativa, destacando-se a intensa recuperação do estirâncio em 2006, que pode ter sido reposição do sedimento que se encontrava na antepraia. O perfil pode ser classificado como intermediário com domínio variável em 2005 e 2006. Em 2007 houve recuperação do perfil no estirâncio superior e antepraia. A pós-praia neste último ano também não apresentou modificação significativa, no entanto continua as duas quebras só que migraram para o estirâncio. O perfil pode ser classificado como intermediário com domínio reflectivo.

Tabela 1. Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 1 (Carlos Zarzar) – anos 2005, 2006 e 2007 (continuação).

P1	Agosto	23,02	43,11	78,58	A pós-praia apresentou modificação pouco significativa com deslocamento progradante da berma em 2006. Houve recuperação do estirâncio. O perfil pode ser classificado como intermediário com domínio reflectivo em 2005 e 2006. Em 2007 houve recuperação do perfil modificando sua característica para intermediário com domínio reflectivo na porção superior e dissipativo na inferior.
P1	Setembro	16,45	44,65	69,68	A pós-praia e o estirâncio apresentam grande modificação com definição de setores. A recuperação do perfil foi significativa. O perfil passou de ligeiramente dissipativo para intermediário com domínio reflectivo na porção superior e dissipativo no estirâncio e antepraia em 2006 e 2007.

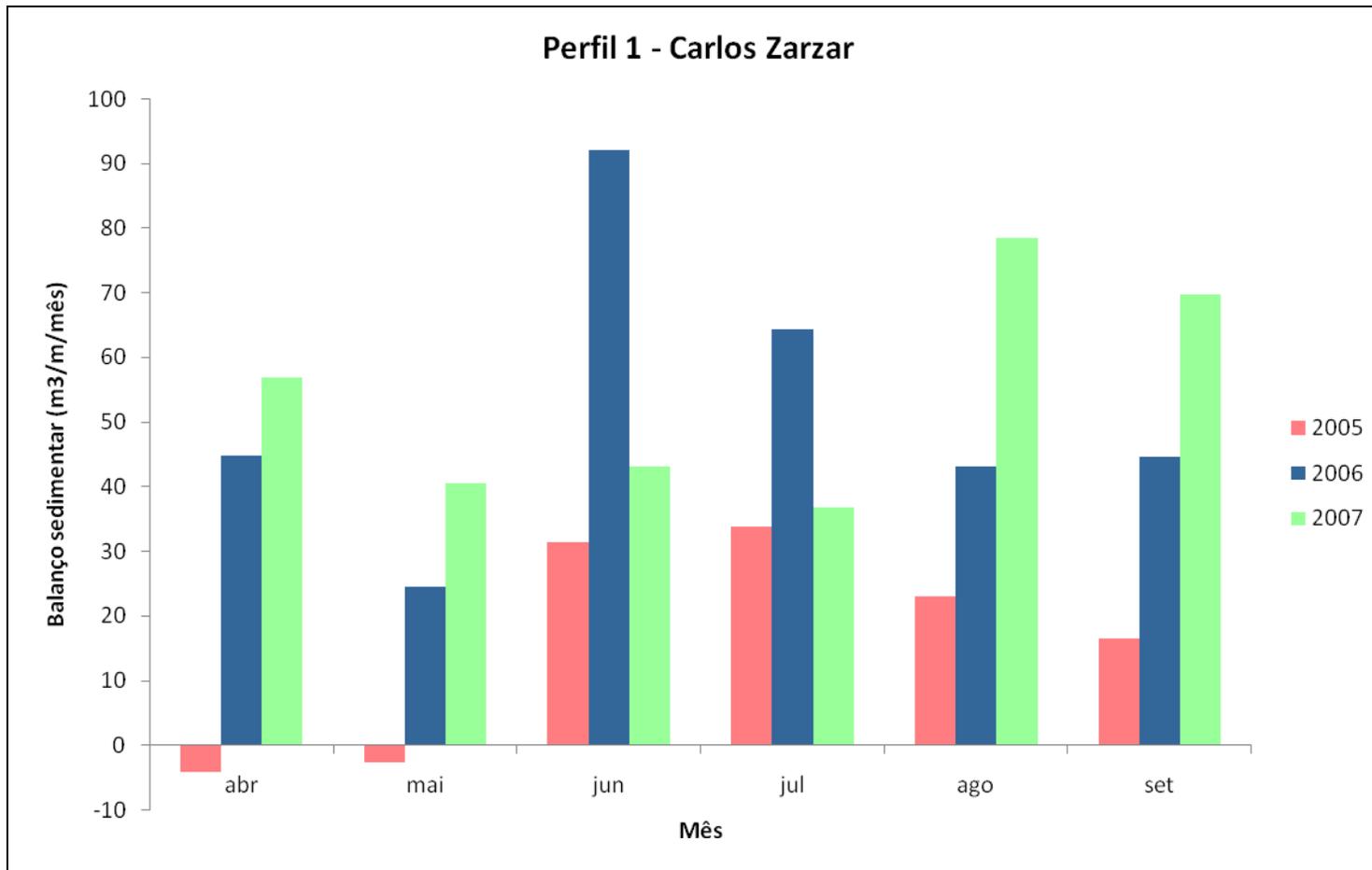


Figura 41. Balanço sedimentar do perfil 1 (Carlos Zarzar) – anos 2005, 2006 e 2007.

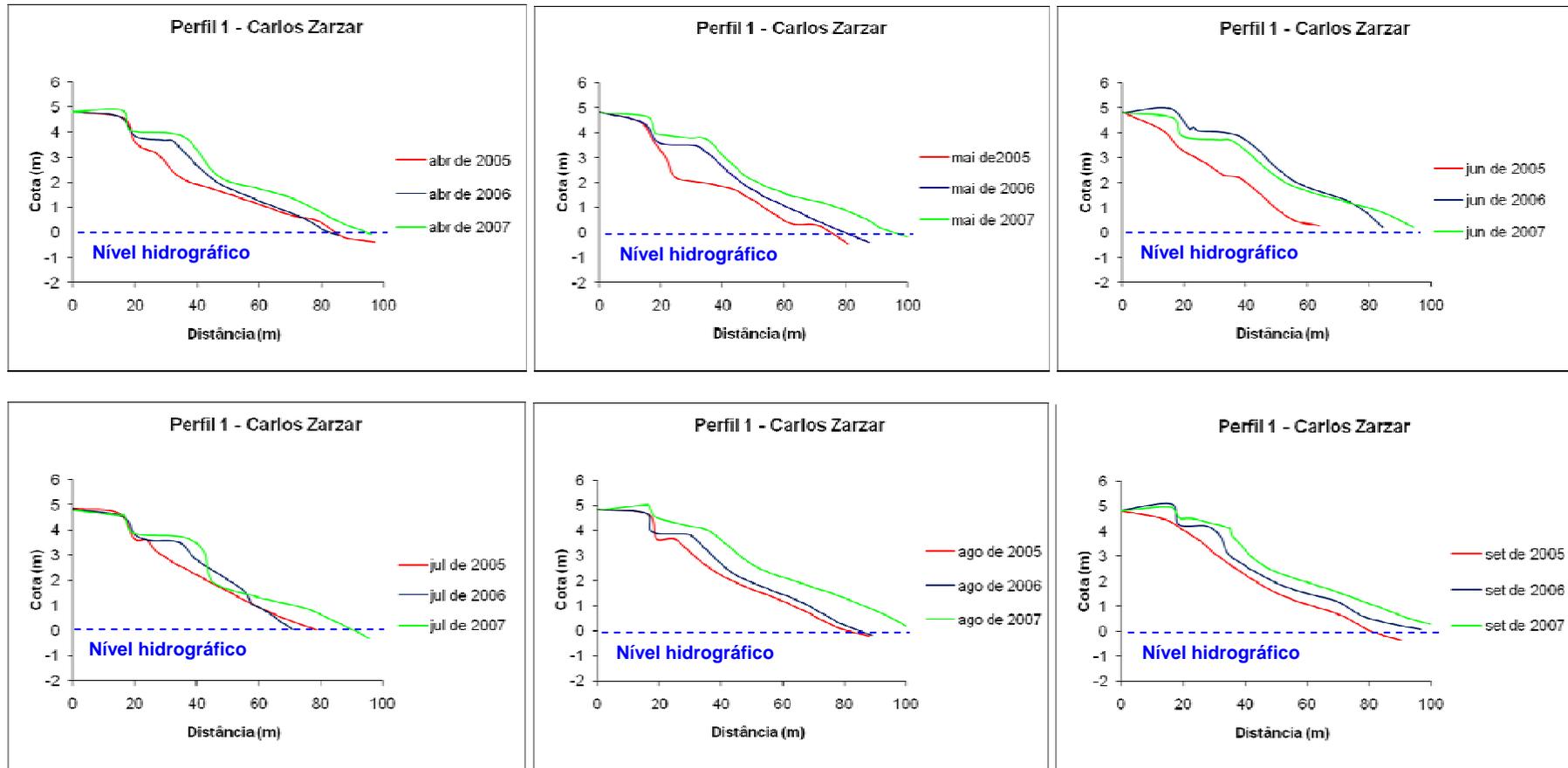


Figura 42. Representação esquemática dos perfis praias - anos de 2005, 2006 e 2007.

Tabela 2. Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 2 (Manuel Menelau) – anos 2005, 2006 e 2007

No Perfil	MÊS	ANO 2005 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	ANO 2006 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	ANO 2007 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	Interpretações dos perfis
P2	Abril	-67,96	-26,20	-44,17	Houve recuperação na pós-praia e rebaixamento acentuado no estirâncio em 2006. Este perfil passou de intermediário com domínio dissipativo para dissipativo. Em 2007 houve movimentação do sedimento da pós-praia para o estirâncio e antepraia, destacando sua característica dissipativa. Essa movimentação demonstra equilíbrio hidrodinâmico de “vai-e-vem”.
P2	Maio	9,41	-50,76	-52,14	Neste período houve erosão acentuada em todo o perfil, com discreta recuperação no estirâncio em 2007. O perfil pode ser classificado pela conformação como dissipativo, já que não apresenta pós-praia bem definida e acúmulo. Nesta época, após a construção da quadra poliesportiva, houve o revestimento do enrocamento localizado a sul do perfil.
P2	Junho	-21,18	-11,13	-56,60	Em 2006 o perfil não apresentou deposição, sendo mais característico a remobilização do sedimento. Em 2007 houve o rebaixamento do perfil com acúmulo na antepraia. Neste período o perfil refletiu um comportamento dissipativo.
P2	Julho	19,04	-15,76	-44,75	Neste período o perfil reflete um comportamento dissipativo com perda acentuada em 2006. Notou-se a remoção de sedimentos na pós-praia em 2007 e recuperação no estirâncio inferior e antepraia.
P2	Agosto	-36,31	-33,87	-32,24	No período de 2005 para 2006 o perfil reflete um comportamento dissipativo com equilíbrio, ou seja, o “vai-e-vem” de sedimento da antepraia para o estirâncio e pós-praia e vice-versa. Em 2007 houve rebaixamento do perfil, permanecendo ainda a característica dissipativa.
P2	Setembro	-45,39	-43,01	-43,54	Neste período de 2005 para 2006 o perfil reflete um comportamento dissipativo com equilíbrio. Em 2007 houve rebaixamento do perfil com grande declividade no estirâncio superior, podendo ser classificado com dissipativo.

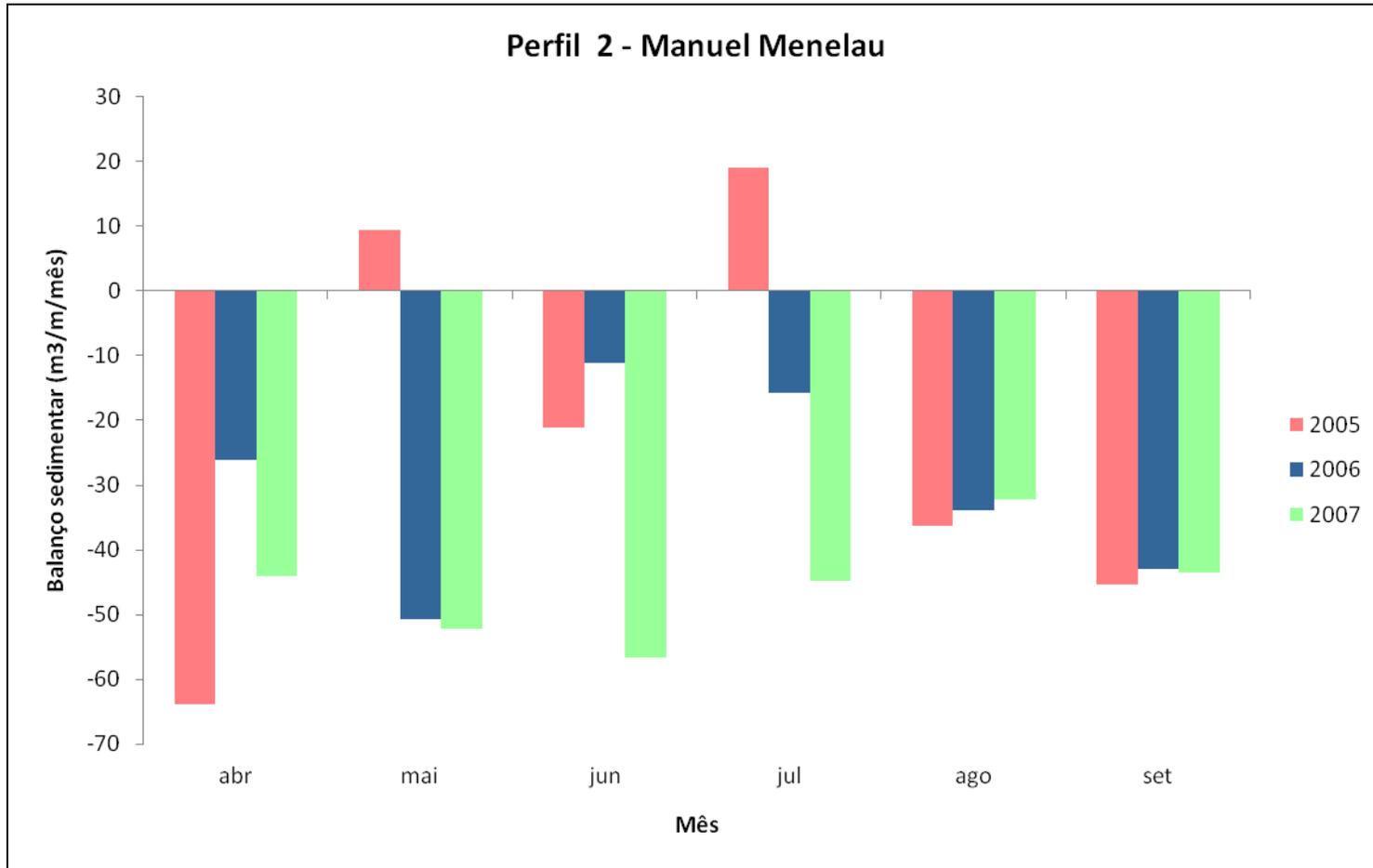


Figura 43. Balanço sedimentar do perfil 2 (Manuel Menelau) – anos 2005, 2006 e 2007.

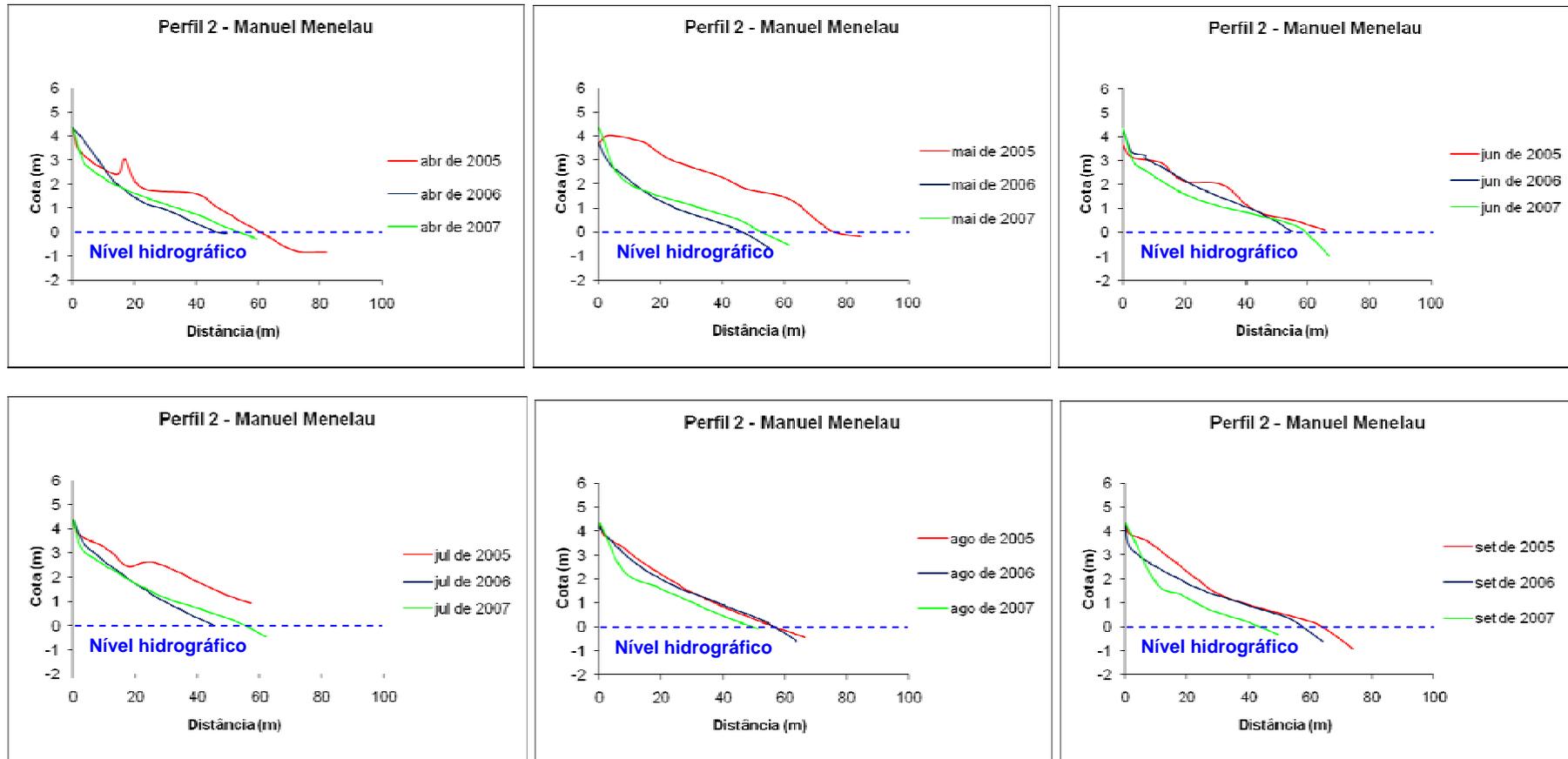


Figura 44. Representação esquemática dos perfis praias - anos de 2005, 2006 e 2007.

Tabela 3. Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 3 (Domingos Sávio) – anos 2005, 2006 e 2007

No Perfil	MÊS	ANO 2005 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	ANO 2006 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	ANO 2007 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	Interpretações dos perfis
P3	Abril	-47,59	-10,22		Após a perda intensa no ano anterior houve recuperação significativa do perfil; destaque para classificação de reflectivo para dissipativo.
P3	Maio	-17,76	13,55		Neste período continuou uma pequena recuperação do perfil, com rebaixamento significativo na pós-praia, mas equilíbrio no estirâncio superior. Pode-se classificar o perfil como intermediário com domínio variável. Houve nesta época a colocação de blocos rochosos sobre os recifes, para início do enrocamento.
P3	Junho				RN reposicionado impossibilitando a comparação deste período.
P3	Julho		2,27	-20,27	Verificou-se a expressiva perda de sedimento em todos os setores. As obras realizadas a sul prejudicaram possivelmente a deposição do sedimento. O perfil passou de intermediário com domínio reflectivo em 2006 para dissipativo em 2007.
P3	Agosto				RN reposicionado impossibilitando a comparação deste período.
P3	Setembro				RN reposicionado impossibilitando a comparação deste período.

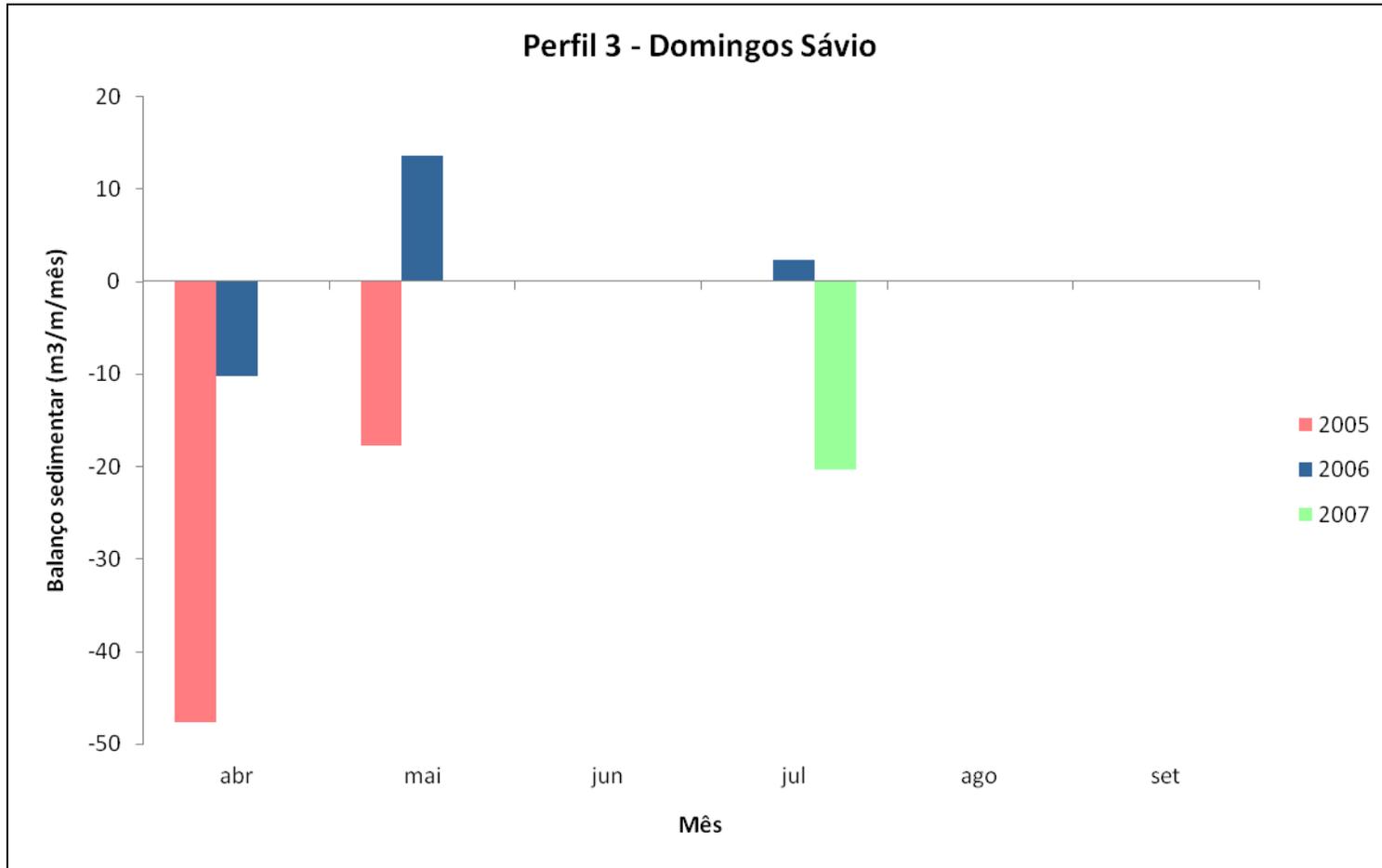


Figura 45. Balanço sedimentar do perfil 3 (Domingos Sávio) – anos 2005, 2006 e 2007.

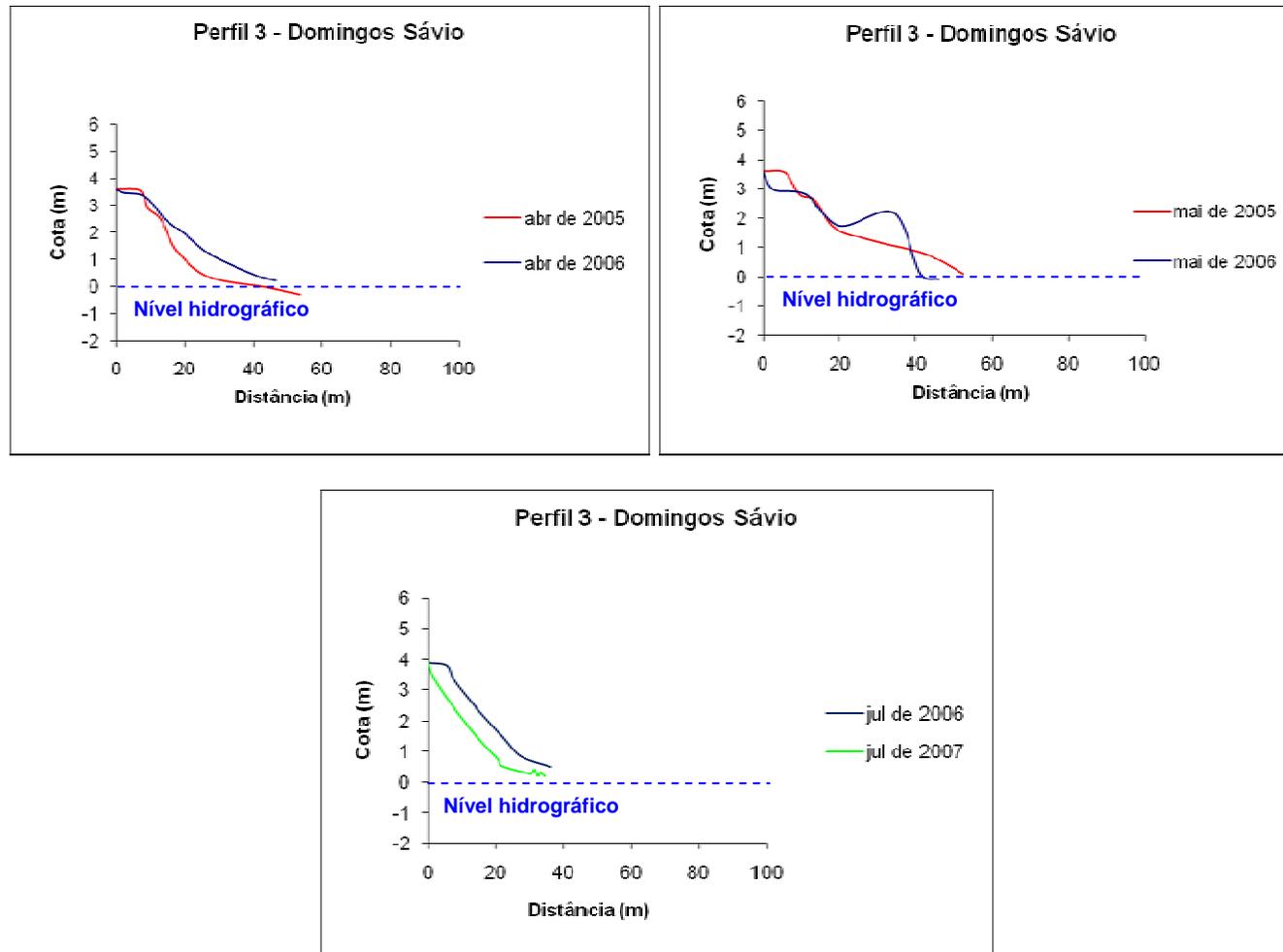


Figura 46. Representação esquemática dos perfis praias - anos de 2005, 2006 e 2007.

Tabela 4. Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 4 (Miguel Arcanjo) – anos 2005, 2006 e 2007

No Perfil	MÊS	ANO 2005 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	ANO 2006 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	ANO 2007 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	Interpretações dos perfis
P4	Abril	-21,37	5,71	-8,04	De 2005 para 2006 houve certa estabilidade na pós-praia com formação de berma, mas no estirâncio houve rebaixamento do perfil ficando com declive bastante acentuado. O perfil passou de dissipativo a reflectivo. Em 2007 houve recuperação do perfil, permanecendo a característica reflectiva do ano anterior.
P4	Mai	-43,33	8,38	-18,81	O perfil apresentou reposição intensa na pós-praia em 2006, certamente do sedimento que se encontrava na antepraia. Houve definição de berma e declive bastante acentuado no estirâncio, sendo que em 2007 houve uma reposição na antepraia. Pode-se considerar que o perfil passou de dissipativo a reflectivo em 2006 e 2007.
P4	Junho	60,91	24,41	0,069	O perfil apresentou rebaixamento intenso e aumentou o declive no estirâncio. Em 2007 não houve modificação significativa na pós-praia e perda no setor do estirâncio. Pode-se considerar que o perfil passou de intermediário com domínio dissipativo para reflectivo.
P4	Julho	-8,79	16,14	0,39	O perfil em 2006 apresentou acréscimo intenso em todo perfil. A berma apesar de suave continua redefinida. Pode-se considerar o perfil reflectivo em 2005 e dissipativo em 2006 ou discretamente reflectivo devido à presença incipiente da pós-praia. Em 2007 o perfil apresentou modificação pouco significativa com perda do sedimento já que não se observou deposição na antepraia. Verificou-se neste último ano a retração em todos os setores praias. O perfil em 2007 foi do tipo reflectivo.

Tabela 3. Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 4 (Miguel Arcanjo) – anos 2005, 2006 e 2007 (continuação)

P4	Agosto	69,99	9,97	28,03	O perfil apresentou rebaixamento em 2006 com formação de berma indicando possivelmente mudança na energia do sistema. O perfil passou de intermediário com domínio dissipativo para reflectivo em 2006. Em 2007 houve recuperação do perfil com destruição da berma, voltando a sua condição de intermediário com domínio dissipativo.
P4	Setembro	-1,42	24,48	36,15	O perfil apresentou equilíbrio com rebaixamento no estirâncio em 2006. Em 2007 houve recuperação do perfil com destaque para a largura da pós-praia. Pode-se considerar o perfil como reflectivo.

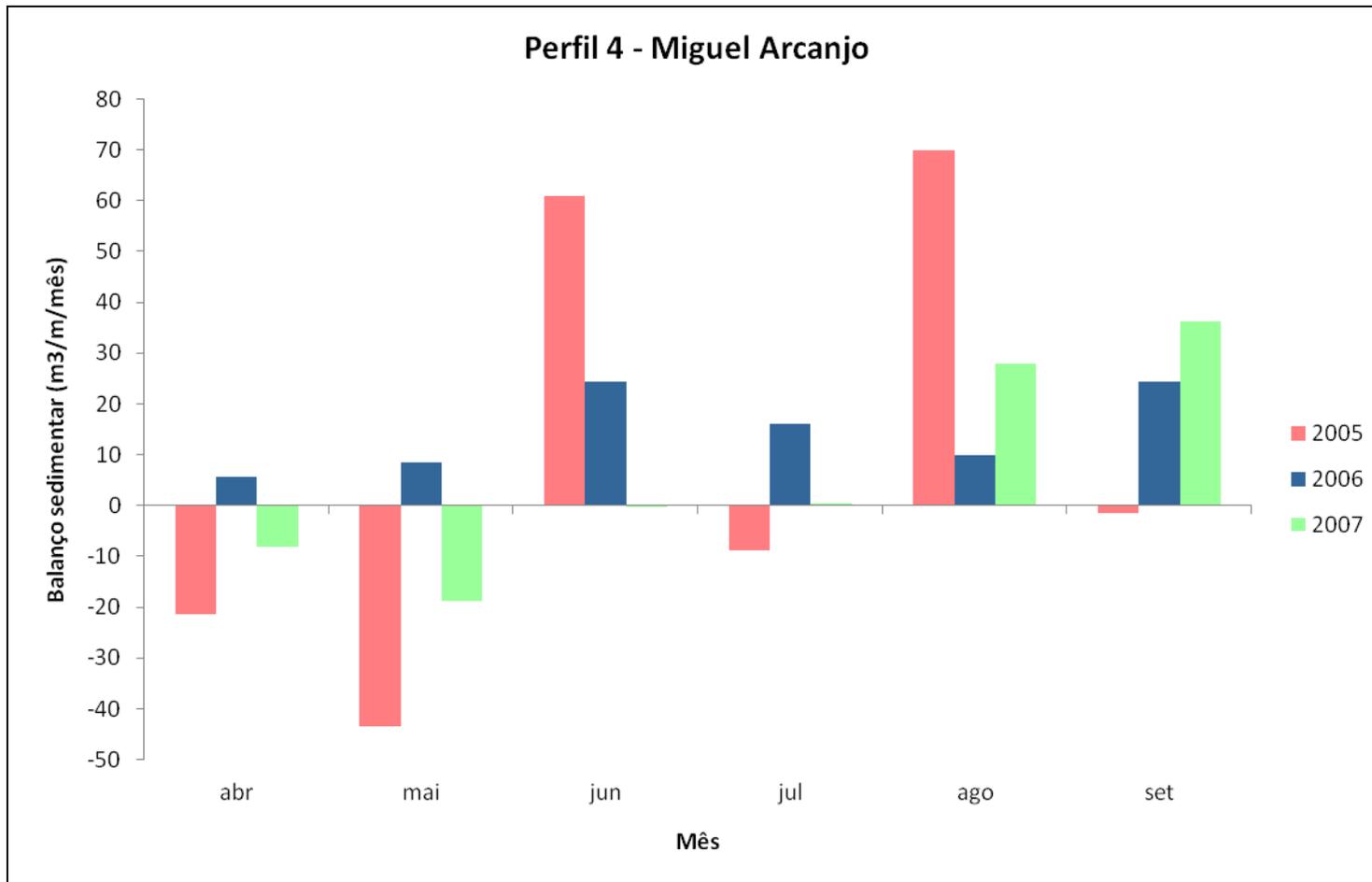


Figura 47. Balanço sedimentar do perfil 4 (Miguel Arcanjo) – anos 2005, 2006 e 2007.

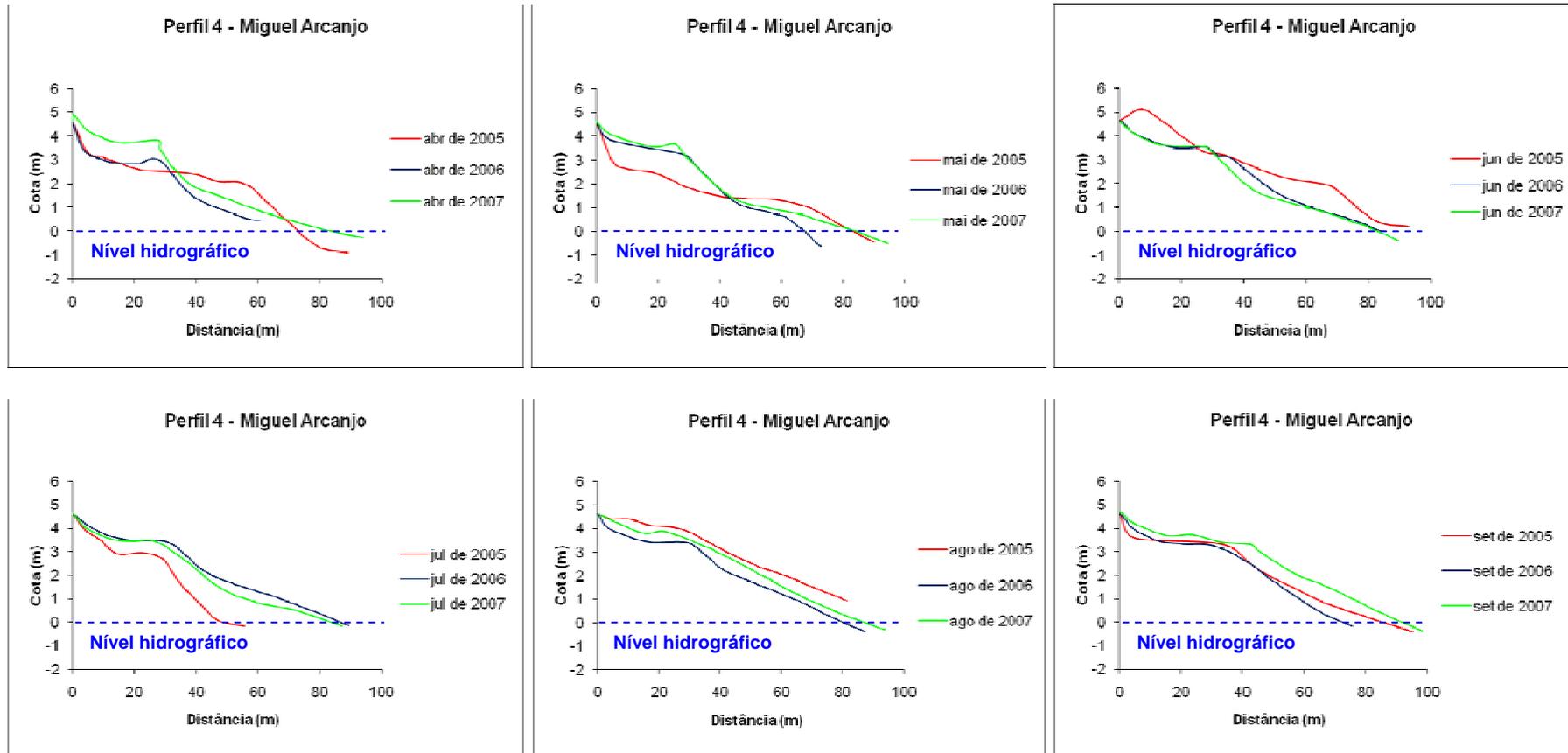


Figura 48. Representação esquemática dos perfis praias - anos de 2005, 2006 e 2007.

Tabela 5. Dados e interpretação do Balanço Sedimentar no perfil 5 – anos 2005, 2006 e 2007.

No Perfil	MÊS	ANO 2005 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	ANO 2006 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	ANO 2007 Balanço sedimentar absoluto (m ³ /m/mês)	Interpretações dos perfis
P5	Abril	-27,87	14,98	-26,17	O perfil apresentou perda significativa a partir da berma em 2006, aumentando a declividade no estirâncio, podendo ser classificado, ainda, como dissipativo. Em 2007 houve recuperação do perfil com destaque para a formação de pequena duna (seta) junto ao RN. Este perfil pode ser classificado como intermediário com domínio reflectivo na porção superior e dissipativo na inferior.
P5	Maio	2,96	14,44	-21,43	O perfil apresentou perda com remobilização do sedimento em 2006, já que não apresentou deposição na antepraia. Em 2007 houve recuperação do perfil com formação de duna (seta) na pós-praia. O perfil pode ser classificado como dissipativo.
P5	Junho	17,97	-7,43	-2,87	O perfil apresentou perda com remobilização do sedimento em 2006 já que não apresentou deposição na antepraia. O perfil passou de intermediário com domínio dissipativo para dissipativo em 2006. Em 2007 houve acúmulo na pós-praia, formando pequena duna (seta). Pode-se considerar o perfil como intermediário com domínio reflectivo na porção superior e dissipativo na inferior.
P5	Julho	-76,62	-25,93	-15,33	O perfil apresentou recuperação em todo o perfil em 2006. Em 2007 o perfil apresentou equilíbrio com recuperação da pós-praia e estirâncio superior. Neste período houve a formação de pequena duna (seta). O perfil passou de dissipativo para ligeiramente reflectivo em 2006 e 2007.
P5	Agosto	-68,51	-10,30	-33,01	O perfil apresentou recuperação em todo o perfil em 2006, embora os setores não estejam bem definidos. Em 2007 houve um rebaixamento pouco significativo no perfil. Pela forma, o perfil passou de intermediário com domínio reflectivo na porção superior e dissipativo na inferior para dissipativo em 2006 e 2007.
P5	Setembro	-37,01	-8,93	-4,08	O perfil apresentou, equilíbrio até 2006, embora os setores não estejam bem definidos. Em 2007 houve uma recuperação do perfil. Pela forma, o perfil pode ser classificado como dissipativo.

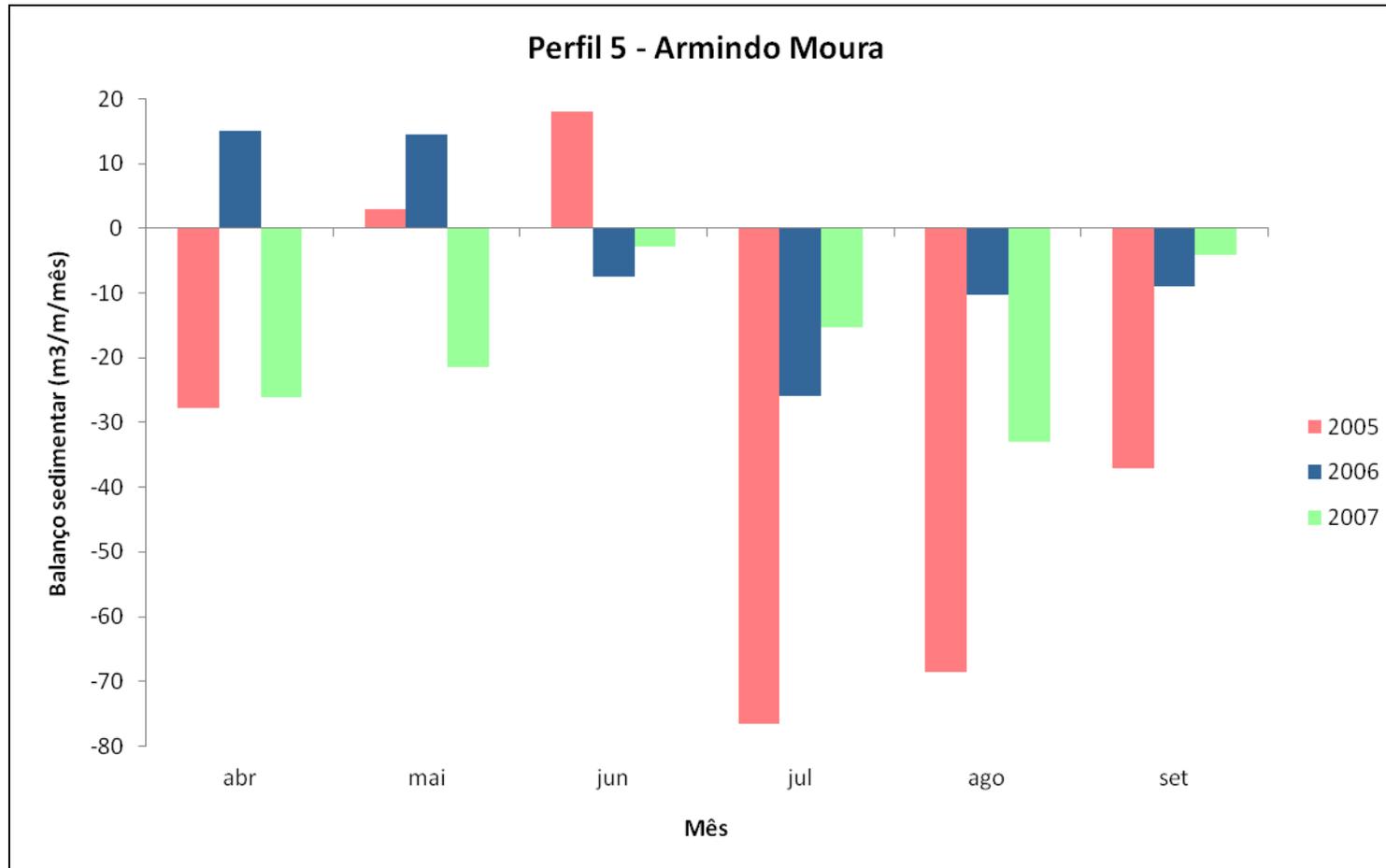


Figura 49. Balanço sedimentar do perfil 5 (Armindo Moura) – anos 2005, 2006 e 2007.

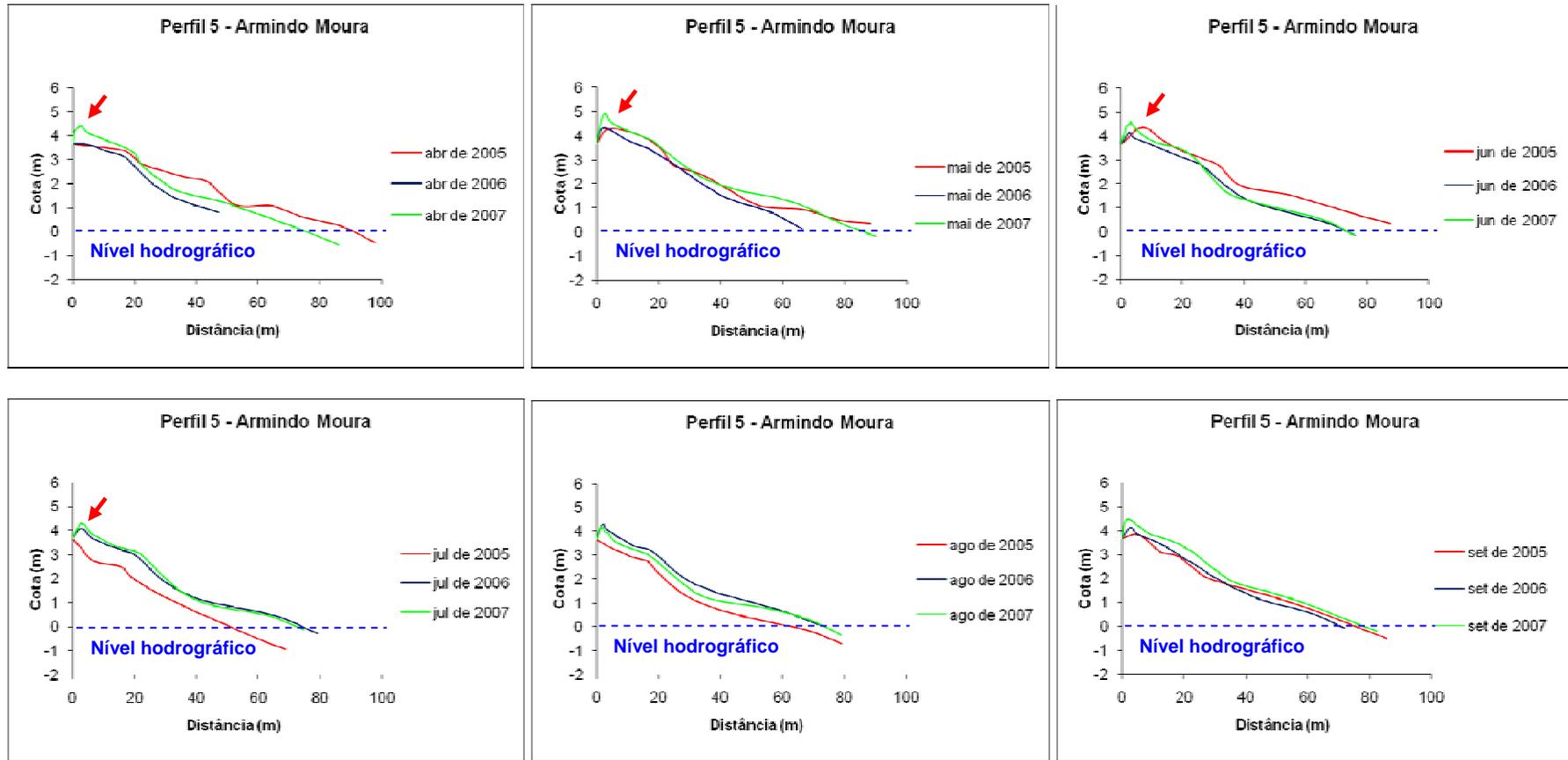


Figura 50. Representação esquemática dos perfis praias no mês de Julho - anos de 2005, 2006 e 2007.

A classificação morfodinâmica dos perfis estudados mostrou resultados condizentes quando se avaliou as variações entre os mesmos em períodos determinados. Na maioria das vezes, os perfis 1 e 4 demonstraram característica intermediária, enquanto que os perfis 2, 3 e 5 apresentaram comportamento predominantemente dissipativo.

De modo geral, houve tendência de recuperação dos setores praias, com exceção dos perfis 2 (rua Manoel Menelau) e 3 (rua Domingos Sávio) marcados por intenso processo de erosão, possivelmente pela intensificação das obras de engenharia nestes locais. Apesar desta constatação, o estado crítico foi assinalado pelo rebaixamento dos perfis em toda área estudada. Por não se ter acesso, também, à batimetria, foi impossível avaliar se o sedimento está na plataforma adjacente ou foi transportado ao largo pela corrente litorânea.

O monitoramento realizado mostrou que nem sempre ocorre um ciclo deposicional, mas sim que, além das ações naturais tais como a morfologia e fatores hidrodinâmicos, bem como antrópicos, ou seja, obras de engenharia nos setores de pós-praia e estirâncio, particularmente, controlam a morfologia do perfil e da linha de costa do determinado litoral.

CAPÍTULO 7

CARACTERIZACAO SEDIMENTOLÓGICA

7.1 – A 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 *in* Duarte, 2002).

Independente dos materiais, a composição tende a refletir as regiões adjacentes (áreas-fontes) e a granulometria dos 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 (Duarte, 2002).

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, 1973).

7.1.1 – Características texturais dos sedimentos

A seguir foi feita, do ponto de vista textural, uma análise descritiva e comparativa entre os perfis. Foram avaliados os comportamentos do tamanho médio e grau de seleção dos grãos. Uma síntese dos resultados, com indicadores numéricos das distribuições granulométricas, pode ser vista nos anexos 1 e 2.

De acordo com Duane (1964) e Bittencourt *et al.* (1987), as pequenas quantidades de sedimentos - grossos ou finos – que podem diariamente ser retirados ou adicionados ao perfil não alterariam significativamente os outros parâmetros estudados como o diâmetro médio ou grau de seleção.

Deste modo, as considerações feitas para os perfis analisados levaram em conta a variação mensal do perfil ao longo do monitoramento.

7.1.1.1 – Perfil 1: Rua Carlos Zarzar

Durante o período de monitoramento houve predominância de areia fina no setor do estirâncio superior e areia fina a muito fina no estirâncio inferior. As amostras de sedimento foram classificadas como bem selecionadas no estirâncio superior e moderadamente selecionadas no estirâncio inferior.

O predomínio de areias finas neste local indica possivelmente baixa energia no sistema, este fato baseia-se em Soares-Gomes & Figueiredo (2002), que dizem que o

tamanho médio das partículas sedimentares de uma dada região reflete, em parte, a exposição ao hidrodinamismo (ação de ondas e correntes) e, em parte, a história geológica da área, a qual determina a disponibilidade de tamanho dos sedimentos. Deste modo, as partículas mais finas comum no perfil 1 somente se acumulariam sobre condições mais abrigadas, enquanto as areias grossas refletem um ambiente mais dinâmico e de alta energia.

7.1.1.2 – Perfil 2: Rua Manuel Menelau

O perfil mostra claramente o predomínio de areia fina no estirâncio superior e composição granulométrica variando entre areia muito fina a fina no estirâncio inferior. O sedimento apresentou grau de seleção variando de pobre a moderado no estirâncio inferior e moderado no estirâncio inferior.

O perfil 2 também apresentou um ambiente sedimentar predominantemente de baixa energia no período de monitoramento, pois permitiu assim como no perfil 1 a retenção de areias finas, de acordo com Soares-Gomes & Figueiredo (2002).

7.1.1.3 – Perfil 3: Rua Domingos Sávio

No período de monitoramento houve predominância de areia média ao longo deste perfil. As amostras de sedimento foram classificadas como bem selecionadas no estirâncio superior e moderadamente selecionadas no estirâncio inferior. A energia do sistema possivelmente não foi suficiente para remover as areias médias do ambiente.

Na antepraia estão os recifes que interferem diretamente na interação onda-sedimento, provocando baixa movimentação de areia no estirâncio; possivelmente, as mudanças climáticas e/ou a presença de obras de engenharia, estão modificando o padrão de ondas, fazendo com que estas alcancem proporções cada vez maiores, atingindo e promovendo a remobilização e transporte de sedimentos no perfil.

7.1.1.4 – Perfil 4: Rua Miguel Arcanjo

Neste perfil houve predominância de areia média no estirâncio superior e de areia fina no inferior. O sedimento foi classificado como bem selecionado no estirâncio superior e moderadamente selecionado no estirâncio inferior.

Por esta região ser considerada “mar aberto” a energia do sistema hidrodinâmico, através da ação das ondas, possivelmente, é a principal responsável pelo deslocamento e redistribuição dos sedimentos no perfil. Neste caso, supõe-se que a energia foi suficiente para remover o sedimento fino deixando o médio predominante.

7.1.1.5 – Perfil 5: Rua Armindo Moura

Durante o monitoramento observou-se predominância de areia fina neste perfil. As amostras foram classificadas como bem selecionadas no estirâncio superior e moderadamente selecionadas no inferior.

De acordo com esta classificação pode-se inferir que a energia é semelhante a dos perfis 1 e 2 (Soares-Gomes & Figueiredo, 2002).

7.2 – A análise morfoscópica

A forma das partículas sedimentares é um atributo importante dos sedimentos, principalmente dos não coesivos. Efetivamente, o comportamento hidrodinâmico varia com a forma das partículas, sendo as partículas esféricas têm tendências mais fáceis de remobilizar do que as angulosas (Dias, 2004).

O arredondamento dos elementos detríticos é considerado de grande importância, pois fornece indicações sobre o tempo que essas partículas se encontram ativas no ciclo sedimentar, sobre a intensidade do transporte, sobre a distância a que se localiza a origem dos sedimentos etc.

Houve a proposta inicial denominada de "Índice de Arredondamento de Wentworth", apresentada por este autor em 1919 e 1922 (*in* Dias, 2004), o qual se expressa pela relação: em que r_1 é o raio de curvatura da aresta mais aguda e R é o valor médio dos raios de curvatura de todas as arestas. A partir deste estudo Krumbein (1940 *in* Dias, 2004), propuseram métodos de determinação do arredondamento baseados na média das curvaturas (r) de todas (N) as arestas, dividida pelo raio (R) do maior círculo circunscrito. Todavia, foi a escala proposta por Powers, em 1953 (*in* Dias, 2004), que se impôs internacionalmente, sendo, a partir daí, o método quase consensualmente aceito para avaliar o arredondamento dos grãos de quartzo da areia.

Este sucesso deve-se, por um lado, ao fato desta escala de avaliação bidimensional ser suportada por fotografias que, de algum modo, dão indicações sobre a tridimensionalidade das partículas e, por outro, a simplicidade da sua utilização (simples comparação entre os grãos a classificar e os representados nas fotografias).

Para aplicar este método, deve-se selecionar, logo de partida, o tipo mineralógico a considerar que o grau de arredondamento depende da mineralogia, ficando os grãos de minerais menos duros arredondados mais rapidamente do que os de minerais mais duros. Por essa razão, a análise deve incidir sempre sobre a mesma espécie mineralógica.

Segundo Dias (2004) utiliza-se normalmente como mineral-tipo o quartzo, devido à sua abundância e dureza, embora por vezes a avaliação do rolamento de outras espécies minerais (como a granada ou o zircão) conduza a resultados muito interessantes. Não se devem misturar, numa mesma avaliação, grãos de frações granulométricas diferentes, já

que o grau de arredondamento diminui à medida que os grãos vão se tornando menores; quando não se efetua a avaliação em todas as frações (Dias, 2004).

Considerou-se que a classificação de 100 grãos foi suficiente, embora se saiba que a precisão dos resultados aumenta com a dimensão da população.

Assim, a análise morfooscópica mostrou predominância de grãos sub-angulosos em todas as amostras analisadas. Isso implica que o transporte por saltação é amplamente dominante ao longo de toda a área estudada. O resultado da distribuição do grau de arredondamento com indicadores numéricos pode ser vista no anexo 3.

CAPÍTULO 8

ANÁLISE DE MÉDIO PRAZO – EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA

Para a análise da linha de costa, foi preparado uma base cartográfica (UNIBASE escala 1:1.000) na qual foram plotadas, a posição das linhas relativas aos anos de 1974, 1981 e 1997 que foram comparadas com a linha de costa atual referente ao ano de 2007, para toda a área estudada, desde a praia de Barra de Jangadas até a rua Armindo Moura.

A linha de deslocamento foi marcada a partir da fotointerpretação, como citado anteriormente e a comparação entre as mesmas permitiu calcular a evolução da linha de costa nesse intervalo de tempo. Assim, no presente estudo foi determinado a tendência de recuo ou progradação da linha de praia.

A morfologia geral da linha de costa da área, compreendida entre a foz do rio, em Barra de Jangadas e a rua Armindo Moura, mostrou uma alternância de avanços e recuos da linha de praia, com marcadas tendência a recuo, embora a “sombra” do quebra-mar esteja bem definida e ocorra a saliência do tómbolo formado pela raiz da ponte de acesso. Após a rua Domingos Sávio há um trecho “retilíneo” de direção aproximadamente N20E até o extremo da área (Figura 51). Destaco que esta figura se encontra também em anexo de forma ampliada para melhor visualização da mesma.

Analisando o deslocamento da linha de costa na foz do rio Jaboatão, nota-se que na margem esquerda das linhas relativas aos anos de 1974 e 1997 ocorreu recuo de aproximadamente 163 m. Neste trecho, por não haver domínio praial, não foi feito o traçado de 2007, mas é notória a erosão desta margem alterando a morfologia no canal fluvial.

A partir da praia de Barra de Jangada, verifica-se acúmulo de sedimento formando bancos que chegam a ter uma cugabem em torno de 119 m³. Mas apesar desta morfologia, há um recuo da linha de costa de 15 m, chegando a um valor máximo de 47 m próximo à curva da avenida Bernardo Vieira de Melo no período entre 1974 e 2007, caracterizada pela presença de uma praia reflectiva, de areia grossa, interrompida por ruínas, que se encontra no banco arenoso citado (Figura 52).

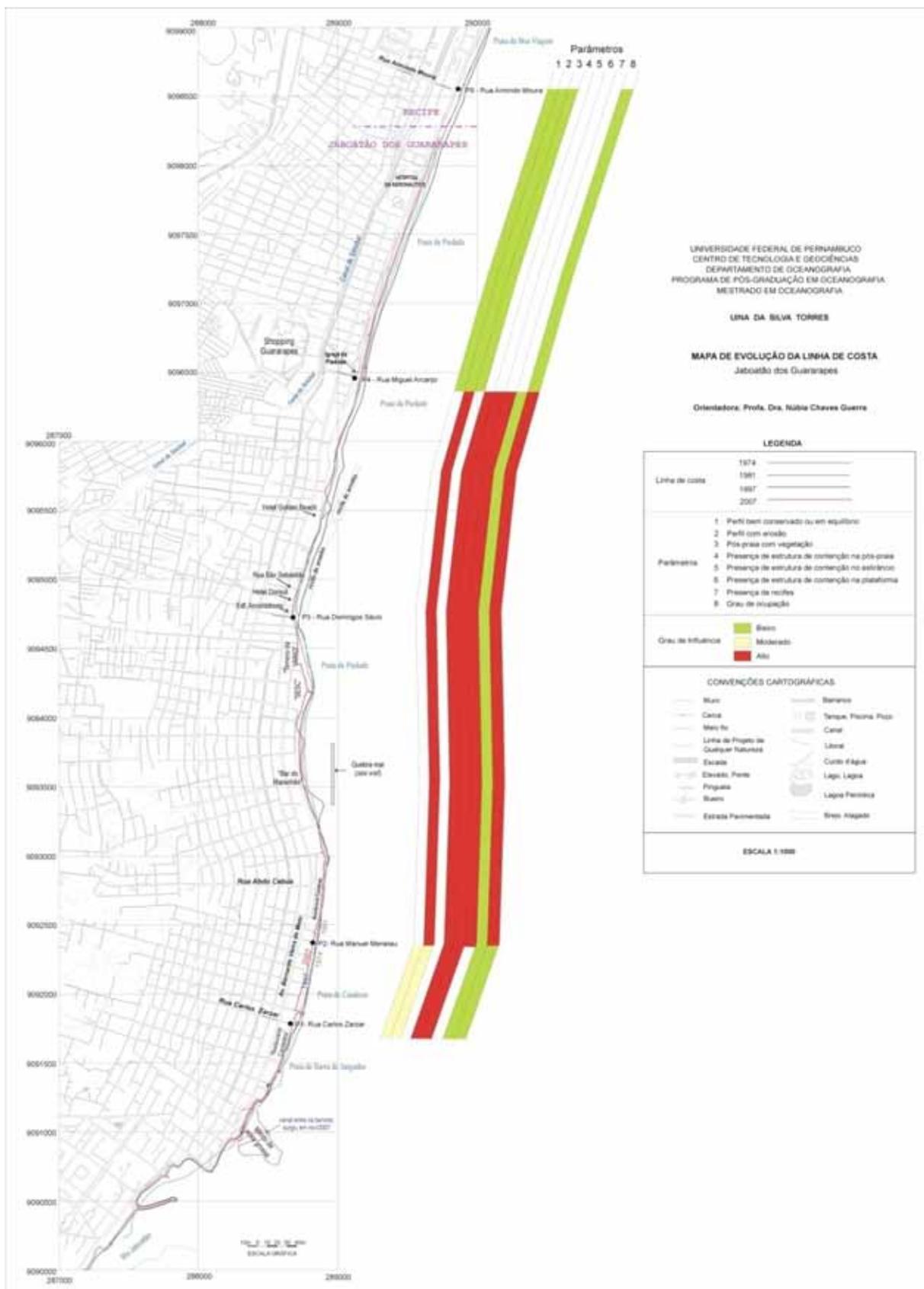


Figura 51. Mapa do Município de Jaboatão dos Guararapes mostrando a posição das linhas de costa referentes aos anos de 1974, 1981, 1997 e 2007 e o seu grau de vulnerabilidade.



Figura 52. Vista aérea da praia de Barra de Jangada, mostrando a margem esquerda do estuário (seta preta) até um pequeno espigão próximo à curva da avenida Bernardo Vieira de Melo (seta vermelha). Fonte: GERCO/CPRH/PE, 2005.

Em Setembro de 2007, o banco apresentou a formação de um “canal”, dividindo-o, onde é possível perceber o fluxo de sedimentos. Este sedimento está se acumulando na ponta onde há a ruína do antigo restaurante Pontal da Barra.

A jusante desta área a situação torna-se bastante complicada devido às várias intervenções realizadas (espigões, muros e “enrocamentos”); nota-se acentuado recuo da linha de costa atingindo 83 m.

Da curva da avenida Bernardo Vieira de Melo até o bar do Maranhão (sombra do quebra-mar) predomina a erosão, materializada pelo acentuado recuo da linha de costa. E presença de inúmeras obras rígidas.

Quando se comparam a linha de 1974 e a de 1981 nota-se que este trecho era bordejado por uma praia arenosa contínua. A erosão é mais acentuada ao norte da rua Carlos Zarzar, devido a presença do espigão, com um recuo de 52 m. Esse valor se reduz em direção ao norte devido a presença do quebra-mar, em seguida volta a predominar a erosão intensa na altura do SESC até a as imediações da rua São Francisco, com um trecho de pouca modificação próximo ao residencial Candeias imediações da rua *Abdu Cabus*.

Após a rua São Sebastião ocorreu leve recuperação para seguir com recuo até o final da área. Esse recuo foi observado a partir da antiga Igreja de Nossa Senhora da Piedade em torno de 16 m, o que caracteriza um frágil equilíbrio.

CAPÍTULO 9

VULNERABILIDADE DA ORLA DE JABOATÃO DOS GUARARAPES

Para a gestão integrada da zona costeira é muito importante a definição do grau de vulnerabilidade, que pode ser determinado em função do deslocamento da linha de costa, da estabilidade e das características da praia, resultando na definição de setores ou células costeiras.

A vulnerabilidade, associada ao grau de urbanização e de intervenções na faixa costeira, fornece uma avaliação do risco presente em cada trecho. Cada célula é caracterizada pela variedade de feições morfológicas, condições hidrodinâmicas, processos evolutivos, sedimentologia da praia e antepraia e intervenções humanas.

A praia pode proteger a área a sua retaguarda desde que ela apresente uma tendência de progradação ou estabilidade, uma berma alta e bem desenvolvida, declive suave para o mar e a presença de recifes ou de barras arenosas na antepraia.

Levando em conta os parâmetros citados, foram determinados três graus de vulnerabilidade:

- i) baixo - caracteriza uma praia com tendência à progradação, pós-praia e estirâncio bem desenvolvidos e ausência de obras de contenção;
- ii) médio - quando a praia apresenta uma frágil estabilidade, ou ligeira tendência erosiva, os setores de pós-praia e estirâncio pouco desenvolvidos e presença de obras de fixação; e
- iii) alto - ausência de pós-praia, reduzido estirâncio e forte presença de estruturas de proteção.

Esta análise resultou na tabela 6 contendo as características das praias, destacando as áreas com seus distintos graus de vulnerabilidade. A vulnerabilidade da orla pode também ser observada na figura 51.

Tabela 6. Matriz de correlação de vulnerabilidade.

PARÂMETROS	Trecho 1 entre P1 e P2	Trecho 2 entre P2 e P4	Trecho 3 entre P4 e P5
Perfil bem conservado ou em equilíbrio			
Perfil com erosão			
Pós-praia com vegetação			
Presença de estruturas de contenção na pós-praia			
Presença de estruturas de contenção no estirâncio			
Presença de estruturas de contenção na plataforma			
Presença de recifes			
Grau de ocupação			
Diagnóstico de risco	3	5	2

Diagnóstico de risco

1 – Muito baixo

2 – Baixo

3 – Moderado

4 – Alto

5 – Muito alto

Grau de Influência

 Baixo

 Moderado

 Alto


CAPÍTULO 10

CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Baseado nos dados levantados no monitoramento efetuado no período entre Abril e Setembro de 2007, pôde-se realizar inferências as condições geoambientais do litoral do Município de Jaboatão dos Guararapes.

O estudo do nivelamento topográfico demonstrou tendência progressiva assinalada pela recuperação dos setores praias, com exceção ao período de ressacas extemporâneas e dos perfis 2 (rua Manuel Melenau) e 3 (rua Domingos Sávio), marcados por efetivo processo de erosão, possivelmente pela interferência das obras de engenharia implementadas inadequadamente nestes locais. Apesar desta constatação, o estado crítico foi assinalado pelo rebaixamento dos perfis em toda área estudada.

Os atributos texturais analisados mostraram-se de grande utilidade na caracterização sedimentar, principalmente quando associados às variações dos seus níveis de energia. Assim, observou-se que os perfis praias quase sempre, apresentaram predomínio de areias finas, com boa a moderada seleção, caracterizando tendência à baixa energia, exceto nos perfis 3 e 4, onde registrou-se a predominância de areias médias, que leva a supor que nestes, há maior energia no sistema capaz de transportar, retrabalhar e depositar areia dessa granulometria. A análise morfoscópica, com grãos predominantemente subangulosos, indicou que o transporte por saltação é amplamente dominante ao longo da área de estudo.

A análise da evolução da linha de costa demonstrou que nas praias de Piedade e início da praia de Candeias, a exemplo dos demais trechos monitorados, houve importantes alterações na zona costeira, sendo a mais significativa, a impermeabilização dos cordões litorâneos. Notou-se, pela fotointerpretação, alternâncias e recuos da linha de costa com marcadas tendências de recuo e que no início da década de 70, já existiam estruturas de proteção contra o ataque de ondas, demonstrando a enorme fragilidade destas praias.

O quadro atual, de aparente equilíbrio dinâmico, pode ser facilmente alterado, pois com a elevação do nível do mar a vulnerabilidade aumenta e os riscos se acentuam. A construção de espigões, quebra-mares e outras obras de engenharia rígidas, associada a de imóveis sobre a pós-praia, induz ao risco moderado na praia de Barra de Jangadas e Candeias a muito alto na praia de Piedade.

A falta dos dados hidrodinâmicos e geofísicos comprometeram, e muito, a avaliação do monitoramento, já que complementam pelas informações de altíssima relevância para o conhecimento das feições de fundo da antepraia e plataforma, transporte de sedimentos, áreas de possíveis jazidas e dos agentes hidrodinâmicos (ondas, correntes etc).

As alterações atuais decorrem, possivelmente, das intervenções e ocupações que ocorreram ao longo dos anos (décadas de 70, 80 e 90), associadas às mudanças naturais

inerentes ao registro/ciclo geológico, bem como ao aumento do nível do mar considerado pelos ambientalistas como resultado do aquecimento global.

Independente da causa, os efeitos na zona costeira deste Município ressaltam a importância do acompanhamento através de monitoramento e que a continuidade do mesmo são imensuráveis.

As conferências mundiais comprovam que é necessário o acompanhamento sistemático do comportamento das variáveis geoambientais que interagem e modificam o ambiente marinho e costeiro, no sentido não apenas de preservar, mas para minimizar e/ou evitar riscos e desastres. Além disso, é imprescindível a implementação da política do gerenciamento que dispõe sobre o uso e ocupação do solo de forma ordenada e auto-sustentável.

Desta forma, sugere-se implementar a Legislação Federal que versa sobre a não ocupação de terrenos da União, vetando a Lei Municipal vigente. Esta medida irá evitar que as obras e edificações públicas e/ou privadas venham sofrer risco e serem submetidas à ação das ondas ou de infiltração direta da cunha salina.

Sugere-se ainda:

- 1) não construir obras públicas ou privadas nas zonas de realimentação de sedimento, ou seja, nos cordões litorâneos;
- 2) desassorear o rio Jaboatão e impedir a construção de barragens que impeçam a chegada de sedimento do continente na praia;
- 3) redimensionar os espigões existentes para permitir a passagem do sedimento de jusante para montante, ou seja, de sul para norte dos mesmos;
- 4) retirar os tómbolos e bancos que estão retendo os sedimentos;
- 5) construir “abas” no quebra-mar a fim de eliminar a refração de ondas nos flancos; e por fim,
- 6) não construir obras rígidas que impeçam o transporte pela deriva litorânea.

CAPÍTULO 11

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, J. & OLIVEIRA, R.M.S, 2000. Monitoramento topográfico e granulométrico das areias da praia de Camburi antes, durante e após o engordamento artificial. In: *Simpósio sobre Praias Arenosas, Anais de resumos expandidos*. UNIVALI Itajaí – SC. p. 355-56.
- ALHEIROS. M. M. 2004. **Riscos de Escorregamentos na Região Metropolitana do Recife**. Doutorado em Geologia. Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, 112f.
- AMARAL, R. F. 2001. **A Dinâmica Ambiental e o Problema da Erosão na Zona Costeira do Município de Tibau do Sul**. IDEMA, 45 p. (Relatório Interno).
- ARAÚJO, R. F. de; ALBINO, J.; OLIVEIRA, R, 2000. Variação Temporal da Granulometria das Areias da Praia De Camburi - Vitória, ES. In: II SEPES Seminário de Extensão e Pesquisa do Espírito Santo, **Anais ...** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, p. 17.
- BATISTA, E. M.; SOUZA FILHO, P. W. M.; SILVEIRA, O. F. M, 2007. Monitoramento da linha de costa do Parque Nacional do Cabo Orange através da análise multi-temporal de imagens de sensores remotos. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais**, Florianópolis, Brasil. p. 6621-6628.
- BESSA JUNIOR, O, 2003. Interferência entre a ocupação urbana e a dinâmica natural no Litoral Sul do Paraná. **Análise Conjuntural**, v.25, n.11-12, p.13.
- 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.
- BRASIL, 2000. **Constituição da República Federativa do Brasil**. PINTO, Antônio Luiz de Toledo, WINDT, Márcia Cristina Vaz dos Santos e SIQUEIRA, Luiz Eduardo Alves de. 25 ed. atual. e ampl. São Paulo: Saraiva.
- BROWDER, A. E. & DEAN, R. G, 2000. Monitoring and comparison to predictive models of the Perdido Key beach nourishment project, **Coastal Engineering** nº 39, p.173 – 191.
- BUSMAN, D. V. 2004. **Valoração de danos de erosão na praia do Farol Velho (Salinópolis), NE do Pará**. 50 p. UFPA (Trabalho de Conclusão de Curso).
- BUSMAN, D. V.; MENDES, A. C.; GREGORIO. A. S, 2005. Vulnerabilidade econômica relativa de erosão costeira na praia do farol Velho (Salinópolis/PA). In: Congresso da ABEQUA, 10. 2005, Guarapari, **Anais...** Guarapari, CD.
- CHRISTIANSEN, C.; MOLLER, J. T. Beach erosion at Klim, Denmark, 2003. A ten-year record. **Coastal Engineering**, nº 3, 283 – 296.
- CHU, Z. X.; SUN, X.G.; ZHAI, S.K.; XU, K.H, 2006. Changing pattern of accretion/erosion of the modern Yellow River (Huanghe) subaerial delta, China: Based on remote sensing images. **Marine Geology**, v. 227, p. 13-30.

COMETTI, S. de R., 2005. **Modelagem, monitoramento, erosão e ocupação costeira – MMOC/ES**, INSTITUTO DO MILÊNIO – RECOS. UFES (Relatório de Estágio).

CONSULPLAN Eng. Ltda., 1992 – Complexo industrial portuário de Suape. **Análise das ondas de Suape medidas pelo INPH no período de 1980 a 1983**.

COUTINHO, P.N., MANSO, V. A. V, LIMA FILHO, M.F., LIMA, A. T. O, MEDEIROS, A. B, PEDROSA, F. J. A, MARTINS, M. H. A, CHAVES, N. S, SAMPAIO, A.S., LIRA, A. R. A, MENEZES, M.O.B., BRITO, M.F.L. 1994, Coastal Quaternary of Pernambuco, Brazil, 14th International Sedimentological Congress, Recife, PE, D-31.

DELIBRIAS, C. & LABOREL, J. 1971. Recent variation of sea-level along the brasilian coast. **Quaternaria**, p:45-49.

DIAS, J. M. A. 2004. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos (Uma introdução a oceanografia geológica)**. e-books <http://w3.ualg.pt/dilidias/JAD/indexB.html>.

DIAS, F. F.; PEREIRA R. S.; SEOANE, J. C. S.; CASTRO J. W. A, 2007. Utilização de imagens satélites, fotografias aéreas , MDT's e MDE no estudo de processos costeiros – Cabo Frio/RJ. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**. Florianópolis, Brasil. p. 2007-2014.

DILLENBURG, S. R.; ROY, P. S.; TOMAZELLI, L. J. 2000. Influence of antecedent topography on coastal evolution as tested by the Shoreface Translation-Barrier Model (STM). **Journal of Research**, 16 (1), 71 – 81.

DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & MARTIN, L. 1992. Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: roles of sea-level history, trade winds and climate. **Sedimentary Geology**, 80: 213-232.

DOMINGUEZ, J. M.L. 2002. **Erosão modifica contorno do litoral da região nordeste**. Ciência, Tecnologia & Meio Ambiente - Agência Brasil - Radiobrás. Disponível em: www.radiobras.gov.br/ct/2002/materia_110102_2.htm.

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. **Caracterização Morfo-sedimentológica e evolução de curto e médio prazo das praias do Pina, Boa Viagem e Piedade, Recife/Jaboatão dos Guararapes – PE**, 2002. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de Tecnologia e Geociências. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 141f.

EMDEJA - Empresa Municipal de Desenvolvimento do Jaboaão dos Guararapes, 2001. **Ações Preventivas para Combater as Inundações na Bacia da Lagoa Olho d'Água**. Jaboaão dos Guararapes.

ESTEVEZ, L. S, 1998. Análise de impactos ambientais gerados por obras de engenharia costeira: *um método quantitativo*. Fundação Universidade do Rio Grande – Deptº de Geociências. Rio Grande – RS. **Anais XI SNO**.

ESTEVEZ, L.S.; VRANJAC, M.P.; BARLETTA, R.C.; M.A.G. PIVEL; ERTHAL, S.; VANZ, A.; SILVA, A.R.P.; OLIVEIRA, U.R., 1999. Impacto de um evento de alta energia nas obras de

proteção costeira no balneário do Hermenegildo, RS, Brasil. In: **Anais do VII Congresso da ABEQUA**. VII Congresso da ABEQUA, 1999, Porto Seguro.

ESTEVES, L.S.; TOLDO Jr. E. E.; DILLENBURG, S. R.; TOMAZELLI, L. J. 2002. Long and Short Term Coastal Erosion in Southern Brazil. In: International Coastal Symposium 2002, **International Coastal Symposium**. v. 1, p 273 – 282.

FARACO, K. R, 2003. **Comportamento morfodinâmico e sedimentológico da praia dos Ingleses, ilha de Santa Catarina, SC, no período de 1996 – 2001**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 120f.

FERREIRA JUNIOR, A. V.; NASCIMENTO, K. C.; FREITAS NETO, O.; AMARAL, R. F, 2005. Mapeamento da zona costeira do litoral sul do Rio Grande do Norte com o uso de fotografias aéreas de pequeno formato e modelo digital de terreno. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiania, Brasil, p.2993 – 2995.

FIDEM, 1987. **Carta da Nucleação Centro** – Escala 1:20.0000.

FRANÇA, C. F.; SOUZA FILHO, P. W. M, 2003. Análise das mudanças morfológicas costeiras de médio período na margem leste da ilha de Marajó (PA) em imagem LANDSAT. **Revista Brasileira de Geociências**. 33 (2-suplemento), p. 127 – 136.

GIANNINI, P. C. F.; ÂNGULO, R. J.; SOUZA, M. C.; KOGUT, J. S.; DELAI, M. S, 2004. A erosão na costa leste da Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, estado do Paraná: modelo baseado na distribuição espacial de formas deposicionais e propriedades sedimentológicas. **Revista Brasileira de Geociências**. 34(2), p.231-242.

GREGÓRIO, M. N, 2004. **Sedimentologia e morfologia das praias do Pina e da Boa Viagem, Recife (PE) – Brasil**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Departamento de Oceanografia. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 110f.

GUERRA, N. C, 2005. Caracterização morfodinâmica e sedimentar das praias do município de Jaboatão dos Guararapes, Região Metropolitana do Recife. In: Congresso da ABEQUA, 10. 2005, Guarapari, **Anais...** Guarapari, CD.

GUERRA, N. C; ARAÚJO, T. C. M; MANSO, V. A. V., 2007. Monitoramento Ambiental Integrado – MAI: Avaliação dos processos de erosão dos municípios de Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda e Paulista. 265p. (Relatório1).

HAMM, L.; CAPOBIANCO, M.; DETTE, H. H.; LECHUGA A.; SPANHOFF, R.; STIVE M. J. F. A summary of European experience with shore nourishment. **Coastal Engineering**, 47, 2002. p. 237 – 264.

HANSON, H.; BRAMPTON, A.; CAPOBIANCO, M.; DETTE, H. H.; HAMM, L.; LAUSTRUP, C.; LECHUGA, A.; SPANHOFF, R. Beach nourishment projects, practices, and objectives — a European overview. **Coastal Engineering**, 47, 2002. p. 81 – 111.

HILL, H. W.; KELLEY, J. T.; BELKNAP, D. F.; DIKSON, S. M. The effects of storms and storm-generated currents on sand beaches in Southern Maine, USA. **Marine Geology**, 210 (1-4), 2004, 149 – 168.

JABOATÃO DOS GUARARAPES, 1990. **Lei Orgânica Municipal**.

KELLER, E. A, 1992.. **Environmental Geology**. Macmillan Publishing Company. 521 p.

- KOMAR, P. D., 1976. **Beach processes and sedimentation**. Prentice Hall Editor, New Jersey, 429 p.
- LINS DE BARROS, F. M, 2005. Áreas críticas e de risco potencial à erosão costeira no Município de Maricá, Rio de Janeiro. In: Congresso da ABEQUA, 10. 2005, Guarapari, **Anais...** Guarapari, CD.
- LINS-DE-BARROS, F. M. **Risco e Vulnerabilidade à erosão costeira no Município de Maricá, Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geografia – UFRJ, 2005, 147f.
- LIRA, A. R. A, 1997. **Caracterização morfológica e vulnerabilidade do litoral entre as praias da Enseadinha e Maria Farinha, Paulista – PE**. Recife, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Pernambuco – Centro de Tecnologia e Geociências. Geologia, 96f.
- MANSO, V. A. V.; COUTINHO, P. N.; LIMA, A.T. O.; MEDEIROS, A. B.; ALMEIDA, L. E. S. B.; BORBA, A. L. S.; LIRA, A. R. A. PEDROSA, F. J. A.; CHAVES, N.S.; DUARTE, R. X.; IVO, P. S, 1995. **Estudos da erosão marinha na praia da Boa Viagem**. Convênio ENLURB/FADE/LGGM – UFPE, Recife, 98p. (Relatório Técnico).
- MANSO, V. A. V, 2000. **Monitoramento ambiental das praias do município de Paulista – PE**. Recife, Universidade Federal de Pernambuco – Centro de Tecnologia e Geociências. Departamento de Engenharia e Minas (LGGM), 134p. (Relatório final).
- MANSO, V. A. V.; VALENÇA, L. M.; COUTINHO, P. N, GUERRA, N.S. Sedimentologia da plataforma continental. In: LEÇA, E. ; LEITÃO, S. N. COSTA, M. F, 2004. **Oceanografia um cenário tropical**. Universidade Federal de Pernambuco – Departamento de Oceanografia. Recife, p. 59 – 86.
- MARCONDES, A. C. J. **Vulnerabilidade erosiva da Praia do Nenel, Ilha Bela (Ilha do Boi) Vitória, ES**. Monografia de Graduação em Oceanografia. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória, 2005, 79f.
- MARTINS, L. R.; TOLDO Jr., E. E.; DILLENBURG, S. R. 2002. Erosão costeira: Causas, análise de risco e sua relação com a gênese de depósitos minerais. OEA/ CNPq **CD Rom**, Porto Alegre, RS.
- MARTINS, L. R.; TABAJARA, L. L.; TABAJARA, E. R, 2004. Linha de costa: estudos e problemas. **GRAVEL**, 2, , 40 -56.
- MENDES AC, SILVA MS and FARIA Jr LEC. 1997. A expansão urbana e seus efeitos danosos ao meio ambiente da Ilha do Atalaia – Salinópolis/PA. In: Costa, M.L. & Angélica, R.S. (coord.). Contribuições à geologia da Amazônia. Belém, FINEP/SBG. p. 359-396.
- MILLER, M. E. & PATCHINEELAM, S. M. 2005. Indicadores de erosão costeira em uma área de preservação ambiental: litoral norte do estado do Paraná. In: II Congresso Brasileiro de Oceanografia. Vitória - ES. Brasil, p.01 – 03.
- MOURA, A R. L. U. *et al*, 2005. Morfologia e sedimentologia em um trecho da praia de Candeias (Jaboatão dos Guararapes-PE, Brasil). . In: Congresso da ABEQUA, 10. 2005, Guarapari, **Anais...** Guarapari, CD.
- MUEHE, D. Geomorfologia costeira.1998. In: GUERRA, A. Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro. Ed. Bertrand do Brasil, 1998. p. 253 – 306.

- MUEHE, D, 2001. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, V.2 (1), p:35-43.
- MULLER, J.; WUST, R. A. J.; HEARTY, P. J, 2006. Sediment transport along an artificial shoreline: “The Strand” Townsville, NE-Queensland, Australia. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 66, p. 204 – 210.
- NOERNBERG, M. A.; MARONE, E.; ANGULO, R. J, 2001. Detecção de processos costeiros associados a transporte de sedimentos em um evento pós-frontal na costa do Paraná utilizando Landsat7/ETM+. In: X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, Brasil, p.831 – 834.
- OLIVEIRA, U. R, 2004. **Comportamento morfodinâmico e granulométrico do arco praial Pântano do Sul- Açores, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. 97f.
- PASOLINI, A, 2005. **Análise morfodinâmica da praia de Marataízes frente a um processo de engordamento artificial.** Monografia de Graduação em Oceanografia. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória, 60f.
- PASSOS, R. C. S, 2004. **Variação Morfotextural da Praia de Camburi, Vitória – ES, Após engordamento artificial.** Monografia de graduação em Oceanografia. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória.
- PEDALE, A.D. 2006. **Avaliação da ocupação urbana no litoral de Jaboatão dos Guararapes - PE.** Monografia do Curso de Especialização em Gestão de Ambientes Costeiros tropicais, DOCEAN, UFPE.
- PEREIRA, L. C. C.; JIMÉNEZ, J. A.; MEDEIROS, C.; COSTA, R. M, 2003. The influence of environmental status of Casa Caiada and Rio Doce beaches (NE – Brazil) on beaches uses. *Ocean Coastal Management*, 46, p. 1011 – 1030.
- PINTO, F. T, 2006. Evolução da erosão costeira no contexto europeu. In: 1ª Conferência Lusófona sobre o Sistema Terra – CluSTer FC-UL, Lisboa, Portugal, p. 1 – 5.
- PMJG - Prefeitura Municipal de Jaboatão dos Guararapes, 1993. **Legislação Urbanística Básica, Lei Municipal 165/80, modificada pela Lei 229/83.** Jaboatão dos Guararapes.
- PMJG/UFPE - Prefeitura Municipal do Jaboatão dos Guararapes/ Universidade Federal de Pernambuco, 1999. **Fórum Jaboatão Século XXI.** Jaboatão dos Guararapes.
- PRATA, P. M, 2005. **Variação textural dos sedimentos da praia de Camburi, Vitória – ES após o engordamento artificial.** Monografia de final de curso (Graduação em Oceanografia) – Departamento de Ecologia e Recursos Naturais. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 75f.
- RANASINGHE, R.; TURNER, I. L, 2006. Shoreline reponse to submerged structures: A review. *Coastal Engineering*, 53, 65 – 79.
- RAND. H. M. 1976. **Estudos geofísicos na faixa litorânea sul de Recife.** Recife, UFPE, Tese Livre Docência, 101f.

RAUDKIVI, A. J.; DETTE, H. H, 2002. Reduction of sand demand for shore protection. **Coastal Engineering**, 45 (3-4), 239 – 359.

RIBEIRO, G. P.; ROCHA, C. H. O.; FIGUEIREDO Jr., A. G.; SILVA, C. G.; SILVA, S. H. F.; MOREIRA, P. S. C.; GUIMARAES, M. S. D.; PEREIRA, A. P.; ALMEIDA, A. G.; PINNA, B. G.; SOUZA, C. F.; SILVA, C.; SANTOS, R. A.; VASCONCELOS, S. C, 2004. Análise espaço-temporal no suporte a avaliação do processo de erosão costeira em Antafona, São João da Barra (RJ). **Revista Brasileira de Cartografia**, 56 (2), 129 – 138.

ROLLNIC, M. 2002. **Hidrologia, clima de onda e transporte advectivo na zona costeira de Boa Viagem, Piedade e candeias – PE**. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Oceanografia/ UFPE. 111p.

SANTOS, C. L.; SILVA, M. A. M.; SALVADOR, M. V. S, 2004. Dinamica sazonal e os efeitos das ressacas nas praias de Niterói/RJ. **Revista Brasileira de Geociências**, 34 (3), 355 – 360.

SANTOS, L, 2005. Classificação do litoral de Marataízes, Espírito Santo, quanto a vulnerabilidade erosiva. (Monografia de Final de Curso) Departamento de Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória, 144f.

SEYMOW, R, 2005. Rapid erosion of a small southern California beach fill. **Coastal Engineering**, 52 (2), 151 -158.

SILVA, C. G. *et al*, 2004. **Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa**. In: introdução à geologia marinha. Org. BAPTISTA NETO, J. A. *et al*. Ed. Interciência. Rio de Janeiro.

SIMÓ, D. H.; HORN FILHO, N. O, 2004. Caracterização e distribuição espacial das “ressacas” e áreas de risco na ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **GRAVEL**, 2, 93 -103.

SOARES-GOMES, A.; FIGUEIREDO, A. G. O, 2002. **Ambiente Marinho**. In: Biologia Marinha. Org. PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. Ed. Interciência. Rio de Janeiro.

SOUZA, S. T, 2004. **A saúde das praias da Boa Viagem e do Pina, Recife (PE), Brasil**. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Pós-Graduação em Oceanografia, Dissertação de Mestrado. Recife, 148f.

SPERANSKI, N. CALLIARI, L. J. 2000. Bathymetric Lenses end localized Coastal Erosion in Southern Brazil. **Journal of Coastal Research** ICS 200 Proceedings: 209 – 215, Wellington, New Zeland.

SUGUIO, K. 1973. **Introdução a Sedimentologia**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda, 1973. 318p.

SUGUIO, K, 2003. **Geologia Sedimentar**. Ed.1 São Paulo: Edgard Blucher LTDA.

SWART, D.H, 1991. Beach nourishment and particle size effects. **Coastal Engineering**, nº 16, p.61-81 Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam,

TAGLIANI, C. R. A, 2003. Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento, Belo Horizonte, Brasil, p.1657 – 1664.

- TESSLER, M. G.; GOYA, S. C., 2005. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 17, p. 11-23.
- THOMALLA, F.; VICENT, C. E., 2003. Beach response to shore-parallel breakwaters at Sea palling. Norfolk. UK. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 56, 203 – 212.
- TOLDO, Jr. E. E.; ALMEIDA, L. E. S. B.; NICOLODI, J. L.; MARTINS, L., 2005. Retracao e progradacao da zona costeira do Estado do Rio Grande do Sul. *GRAVEL*. 3, 31 – 38.
- TORRONTEGUY, M. C., 2002. **Sistema Joaquina – Morro das Pedras e praias adjacentes da costa leste da ilha de Santa Catarina: aspectos morfodinamicos, sedimentologicos e condicionantes**. Florianopolis, Dissertação (Mestrado em Geografia) – Pos-graduacao em Geografia, universidade Federal de Santa Catarina. 158f.
- TREBOSSSEN, H.; DEFFONTAINES, B. ; CLASSEAU, N. ; KOUAME, J. ; RUDANT, J.P, 2005. Monitoring coastal evolution and associated littoral hazards of French Guiana shoreline with radar images. C. R. *Geoscience*, v. 337, p. 1140 – 1153.
- WESCHENFELDER, J.; ZOUAINI, R. N. A, 2002. Variabilidade Morfodinâmica das Praias Oceânicas. *Pesquisas em Geociências*, 29 (1), 3 -13.
- WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D., 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, Amsterdam, 56: 93-118.

ANEXOS

Anexo 1. Classificação do sedimento do setor do estirâncio segundo Folk & Ward (Sysgran) - ano 2006.

Folk & Ward	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
P1 EST INF 28/04/06	2,725	Areia fina	2,737	0,5486	Moderadamente selecionado	-0,07481	Aproximadamente simétrica	1.153	Leptocúrtica	0	98,55	1,45	0
P1 EST SUP 28/04/06	1,973	Areia média	1,972	0,4208	Bem selecionado	-0,03437	Aproximadamente simétrica	0,9692	Mesocúrtica	0	99,87	0,13	0
P2 EST INF 28/04/06	2,006	Areia fina	2,125	0,843	Moderadamente selecionado	-0,2014	Negativa	1.039	Mesocúrtica	0	98,4	1,6	0
P2 EST SUP 28/04/06	1,723	Areia média	1,742	0,8895	Moderadamente selecionado	0,1557	Positiva	1.544	Muito leptocúrtica	0,15	91,36	8,49	0
P3 EST INF 28/04/06	1,631	Areia média	1,588	0,6303	Moderadamente selecionado	0,09739	Aproximadamente simétrica	1.123	Leptocúrtica	0	98,42	1,58	0
P3 EST SUP 28/04/06	1,989	Areia média	2,046	0,5195	Moderadamente selecionado	-0,1543	Negativa	1.041	Mesocúrtica	0,17	99,51	0,32	0
P4 EST INF 28/04/06	2,03	Areia fina	2,036	0,5292	Moderadamente selecionado	0,003499	Aproximadamente simétrica	1.052	Mesocúrtica	0	99,41	0,59	0
P4 EST SUP 28/04/06	1,797	Areia média	1,781	0,4117	Bem selecionado	0,01812	Aproximadamente simétrica	1.148	Leptocúrtica	0	99,73	0,27	0
P5 EST INF 28/04/06	2,084	Areia fina	2,115	0,4423	Bem selecionado	-0,02926	Aproximadamente simétrica	1.023	Mesocúrtica	0	98,92	1,08	0
P5 EST SUP 28/04/06	2,091	Areia fina	2,132	0,3895	Bem selecionado	-0,05441	Aproximadamente simétrica	0,9841	Mesocúrtica	0	99,8	0,2	0
P1 EST INF 26/05/06	2,854	Areia fina	3,034	1.095	Pobrememente selecionado	-0,5166	Muito negativa	2.079	Muito leptocúrtica	5,06	93,63	1,31	0
P1 EST SUP 26/05/06	2,468	Areia fina	2,424	0,5658	Moderadamente selecionado	0,0792	Aproximadamente simétrica	1.019	Mesocúrtica	0	99,32	0,68	0
P2 EST INF 26/05/06	3,181	Areia muito fina	3,28	0,7293	Moderadamente selecionado	-0,2717	Negativa	1.206	Leptocúrtica	0,12	93,29	6,59	0
P2 EST SUP 26/05/06	2,278	Areia fina	2,26	0,6059	Moderadamente selecionado	0,04836	Aproximadamente simétrica	1.193	Leptocúrtica	0	99,15	0,85	0
P3 EST INF 26/05/06	1,656	Areia média	1,667	0,5682	Moderadamente selecionado	-0,07922	Aproximadamente simétrica	1.029	Mesocúrtica	0,19	98,98	0,83	0
P3 EST SUP 26/05/06	1,709	Areia média	1,717	0,5132	Moderadamente selecionado	-0,05273	Aproximadamente simétrica	0,9465	Mesocúrtica	0	99,81	0,19	0
P4 EST INF 26/05/06	2,071	Areia fina	2,118	0,8199	Moderadamente selecionado	-0,06698	Aproximadamente simétrica	0,9603	Mesocúrtica	0	98,93	1,07	0
P4 EST SUP 26/05/06	1,822	Areia média	1,816	0,5869	Moderadamente selecionado	0,08067	Aproximadamente simétrica	0,9423	Mesocúrtica	0	99,02	0,98	0
P5 EST INF 26/05/06	2,487	Areia fina	2,534	0,5849	Moderadamente selecionado	-0,1183	Negativa	1.045	Mesocúrtica	0	98,92	1,08	0
P5 EST SUP 26/05/06	2,172	Areia fina	2,179	0,5542	Moderadamente selecionado	-0,03698	Aproximadamente simétrica	1.034	Mesocúrtica	0	99,7	0,3	0
P1EST SUP 28/06/06	2,048	Areia fina	2,082	0,434	Bem selecionado	-0,06395	Aproximadamente simétrica	1,06	Mesocúrtica	0	99,48	0,52	0
P2 EST INF 28/06/06	2,276	Areia fina	2,252	0,7096	Moderadamente selecionado	0,0316	Aproximadamente simétrica	1.077	Mesocúrtica	0,38	98,25	1,37	0
P2 EST SUP 28/06/06	2,165	Areia fina	2,181	0,5585	Moderadamente selecionado	-0,01852	Aproximadamente simétrica	1.245	Leptocúrtica	0	99,41	0,59	0
P3 EST INF 28/06/06	0,83	Areia grossa	0,7967	0,7812	Moderadamente selecionado	0,07135	Aproximadamente simétrica	1.093	Mesocúrtica	2,41	96,57	1,02	0
P3 EST SUP 28/06/06	1,504	Areia média	1,521	0,4721	Bem selecionado	-0,04849	Aproximadamente simétrica	1.017	Mesocúrtica	0	99,76	0,24	0
P4 EST SUP 28/06/06	1,795	Areia média	1,798	0,4872	Bem selecionado	-0,02303	Aproximadamente simétrica	0,9573	Mesocúrtica	0	99,86	0,14	0
P5 EST INF 28/06/06	1,839	Areia média	1,804	0,586	Moderadamente selecionado	0,156	Positiva	0,9692	Mesocúrtica	0	98,93	1,07	0
P5 EST SUP 28/06/06	1,96	Areia média	1,944	0,4313	Bem selecionado	0,02613	Aproximadamente simétrica	0,9876	Mesocúrtica	0	100	0	0

Anexo 1. Classificação do sedimento do setor do estirâncio segundo Folk & Ward (Sysgran) - ano 2006 (continuação).

Folk & Ward	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
P1 EST SUP 14/07/06	2,603	Areia fina	2,568	0,5515	Moderadamente selecionado	0,03596	Aproximadamente simétrica	0,9491	Mesocúrtica	0,03	99,24	0,73	0
P1 EST INF 14/07/06	2,432	Areia fina	2,374	0,6931	Moderadamente selecionado	0,1206	Positiva	1,11	Leptocúrtica	0,02	96,75	3,23	0
P2 EST SUP 14/07/06	1,902	Areia média	1,868	0,4616	Bem selecionado	0,08096	Aproximadamente simétrica	1,063	Mesocúrtica	0	99,41	0,59	0
P2 EST INF 14/07/06	2,125	Areia fina	2,107	0,7887	Moderadamente selecionado	0,1676	Positiva	1,617	Muito leptocúrtica	0,07	93,42	6,51	0
P3 EST SUP 14/07/06	1,703	Areia média	1,721	0,4536	Bem selecionado	-0,05535	Aproximadamente simétrica	1,108	Mesocúrtica	0,08	99,75	0,17	0
P3 EST INF 14/07/06	0,858	Areia grossa	0,7851	0,8838	Moderadamente selecionado	0,0928	Aproximadamente simétrica	0,9419	Mesocúrtica	2,76	96,22	1,02	0
P4 EST SUP 14/07/06	1,796	Areia média	1,775	0,4126	Bem selecionado	0,04663	Aproximadamente simétrica	1,209	Leptocúrtica	0	99,56	0,44	0
P4 EST INF 14/07/06	1,895	Areia média	1,89	0,6372	Moderadamente selecionado	0,08287	Aproximadamente simétrica	1,19	Leptocúrtica	0	98,19	1,81	0
P5 EST SUP 14/07/06	2,046	Areia fina	2,076	0,3953	Bem selecionado	-0,05144	Aproximadamente simétrica	0,9402	Mesocúrtica	0	99,57	0,43	0
P5 EST INF 14/07/06	2,723	Areia fina	2,728	0,4339	Bem selecionado	0,01419	Aproximadamente simétrica	1,193	Leptocúrtica	0	99,56	0,44	0
P1 EST SUP 11/08/06	1,966	Areia média	1,955	0,3843	Bem selecionado	-0,03905	Aproximadamente simétrica	0,8745	Platicúrtica	0	99,51	0,49	0
P1 EST INF 11/08/06	3,215	Areia muito fina	3,262	0,6554	Moderadamente selecionado	-0,2681	Negativa	1,549	Muito leptocúrtica	1,39	94,57	4,04	0
P2 EST SUP 11/08/06	1,781	Areia média	1,789	0,6225	Moderadamente selecionado	-0,02028	Aproximadamente simétrica	1,134	Leptocúrtica	0,33	99,13	0,54	0
P2 EST INF 11/08/06	3,561	Areia muito fina	3,621	0,432	Bem selecionado	-0,2114	Negativa	1,094	Mesocúrtica	0,09	90,77	9,14	0
P3 EST SUP 11/08/06	1,961	Areia média	1,96	0,4033	Bem selecionado	-0,09085	Aproximadamente simétrica	0,9087	Mesocúrtica	0	99,72	0,28	0
P3 EST INF 11/08/06	2,542	Areia fina	2,552	0,5125	Moderadamente selecionado	-0,06254	Aproximadamente simétrica	1,142	Leptocúrtica	0,69	99,13	0,18	0
P4 EST SUP 11/08/06	1,733	Areia média	1,728	0,5103	Moderadamente selecionado	0,04329	Aproximadamente simétrica	1,016	Mesocúrtica	0	99,49	0,51	0
P4 EST INF 11/08/06	1,791	Areia média	1,798	0,6986	Moderadamente selecionado	0,01267	Aproximadamente simétrica	1,026	Mesocúrtica	0	99,15	0,85	0
P5 EST SUP 11/08/06	2,065	Areia fina	2,098	0,3637	Bem selecionado	-0,05685	Aproximadamente simétrica	0,8957	Platicúrtica	0	99,81	0,19	0
P5 EST INF 11/08/06	2,044	Areia fina	2,048	0,4881	Bem selecionado	0,03059	Aproximadamente simétrica	1,054	Mesocúrtica	0	99,13	0,87	0
P1 EST INF 22/0906	1,438	Areia média	1,416	1,697	Pobremente selecionado	0,08662	Aproximadamente simétrica	0,5526	Muito platicúrtica	12,64	85,37	1,99	0
P1 EST SUP 22/0906	1,992	Areia média	1,982	0,4971	Bem selecionado	0,05044	Aproximadamente simétrica	1,088	Mesocúrtica	0	99,6	0,4	0
P2 EST INF 22/0906	2,357	Areia fina	2,932	1,631	Pobremente selecionado	-0,492	Muito negativa	0,703	Platicúrtica	6,74	85,95	7,31	0
P2 EST SUP 22/0906	2,113	Areia fina	2,126	0,5565	Moderadamente selecionado	-0,04859	Aproximadamente simétrica	1,064	Mesocúrtica	0	98,98	1,02	0
P3 EST INF 22/0906	1,849	Areia média	1,975	0,6528	Moderadamente selecionado	-0,299	Negativa	1,156	Leptocúrtica	1,02	97,96	1,02	0
P3 EST SUP 22/0906	1,67	Areia média	1,676	0,5657	Moderadamente selecionado	-0,08185	Aproximadamente simétrica	0,9433	Mesocúrtica	0,13	99,57	0,3	0
P4 EST INF 22/0906	1,607	Areia média	1,618	0,8477	Moderadamente selecionado	-0,03795	Aproximadamente simétrica	1,026	Mesocúrtica	0,26	98,53	1,21	0
P4 EST SUP 22/0906	2,707	Areia fina	2,412	1,231	Pobremente selecionado	0,2568	Positiva	0,6357	Muito platicúrtica	0	59,86	40,14	0
P5 EST INF 22/0906	2,23	Areia fina	2,218	0,4801	Bem selecionado	0,07176	Aproximadamente simétrica	1,008	Mesocúrtica	0	99,15	0,85	0
P5 EST SUP 22/0906	2,13	Areia fina	2,171	0,3753	Bem selecionado	-0,06318	Aproximadamente simétrica	1,07	Mesocúrtica	0	99,64	0,36	0

Anexo 1. Classificação do sedimento do setor do estirâncio segundo Folk & Ward (Sysgran) - ano 2006 (continuação).

Folk & Ward	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
P1 EST INF 06/10/06	2.726	Areia fina	2.904	1.052	Pobrememente selecionado	-0,3803	Muito negativa	1.237	Leptocúrtica	2,49	95,85	1,66	0
P1 EST SUP 06/10/06	2.057	Areia fina	2.043	0,6032	Moderadamente selecionado	0,3399	Muito positiva	1,85	Muito leptocúrtica	0	91,51	8,49	0
P2 EST INF 06/10/06	2.777	Areia fina	3.504	1,4	Pobrememente selecionado	-0,7639	Muito negativa	0,936	Mesocúrtica	3,09	92,74	4,17	0
P2 EST SUP 06/10/06	2.068	Areia fina	2.107	0,4537	Bem selecionado	-0,07796	Aproximadamente simétrica	1.079	Mesocúrtica	0	99,03	0,97	0
P3 EST INF 06/10/06	1.375	Areia média	1.356	0,8216	Moderadamente selecionado	0,008134	Aproximadamente simétrica	0,8706	Platicúrtica	1,13	97,92	0,95	0
P3 EST SUP 06/10/06	1.702	Areia média	1.724	0,5803	Moderadamente selecionado	-0,1064	Negativa	0,8969	Platicúrtica	0	99,74	0,26	0
P4 EST INF 06/10/06	2.015	Areia fina	1.992	0,5835	Moderadamente selecionado	0,08604	Aproximadamente simétrica	1.116	Leptocúrtica	0	98,76	1,24	0
P4 EST SUP 06/10/06	1.672	Areia média	1.699	0,4103	Bem selecionado	-0,03919	Aproximadamente simétrica	1.087	Mesocúrtica	0	99,65	0,35	0
P5 EST INF 06/10/06	2,15	Areia fina	2,13	0,6132	Moderadamente selecionado	0,1313	Positiva	1.248	Leptocúrtica	0	95,4	4,6	0
P5 EST SUP 06/10/06	2.129	Areia fina	2,17	0,3893	Bem selecionado	-0,05733	Aproximadamente simétrica	1,04	Mesocúrtica	0	99,58	0,42	0
P1 EST INF 06/11/06	3.558	Areia muito fina	3.634	0,5466	Moderadamente selecionado	-0,282	Negativa	1,29	Leptocúrtica	0	85,04	14,96	0
P1 EST SUP 06/11/06	2.252	Areia fina	2,25	0,4607	Bem selecionado	0,01234	Aproximadamente simétrica	1,25	Leptocúrtica	0	99,05	0,95	0
P2 EST INF 06/11/06	3.387	Areia muito fina	3.607	0,7872	Moderadamente selecionado	-0,6191	Muito negativa	1.865	Muito leptocúrtica	0,72	93,73	5,55	0
P2 EST SUP 06/11/06	2.275	Areia fina	2.263	0,4791	Bem selecionado	0,07125	Aproximadamente simétrica	1.422	Leptocúrtica	0	98,48	1,52	0
P3 EST INF 06/11/06	2.252	Areia fina	2.258	0,482	Bem selecionado	-0,09025	Aproximadamente simétrica	1.447	Leptocúrtica	0,81	98,8	0,39	0
P3 EST SUP 06/11/06	1.805	Areia média	1,82	0,4681	Bem selecionado	-0,07409	Aproximadamente simétrica	0,9094	Mesocúrtica	0	99,99	0,01	0
P4 EST INF 06/11/06	1.403	Areia média	1.545	1.014	Pobrememente selecionado	-0,1781	Negativa	0,8972	Platicúrtica	1,69	97,4	0,91	0
P4 EST SUP 06/11/06	1,74	Areia média	1.742	0,4603	Bem selecionado	-0,001169	Aproximadamente simétrica	1.046	Mesocúrtica	0	99,53	0,47	0
P5 EST INF 06/11/06	2.268	Areia fina	2.322	0,6422	Moderadamente selecionado	-0,1055	Negativa	0,8783	Platicúrtica	0	98,9	1,1	0
P5 EST SUP 06/11/06	2.106	Areia fina	2.143	0,3749	Bem selecionado	-0,04581	Aproximadamente simétrica	1.003	Mesocúrtica	0	99,21	0,79	0
P1 EST INF 05/12/06	3,5	Areia muito fina	3.564	0,527	Moderadamente selecionado	-0,298	Negativa	1.269	Leptocúrtica	0	92,14	7,86	0
P1 EST SUP 05/12/06	2.212	Areia fina	2,22	0,4942	Bem selecionado	-0,03198	Aproximadamente simétrica	1.111	Leptocúrtica	0	99,17	0,83	0
P2 EST INF 05/12/06	3.524	Areia muito fina	3,63	0,6516	Moderadamente selecionado	-0,5536	Muito negativa	2.059	Muito leptocúrtica	2,09	93,13	4,78	0
P2 EST SUP 05/12/06	2.224	Areia fina	2.274	0,712	Moderadamente selecionado	-0,1068	Negativa	1.059	Mesocúrtica	0	99,2	0,8	0
P3 EST INF 05/12/06	1.547	Areia média	1.582	0,4518	Bem selecionado	-0,08819	Aproximadamente simétrica	1.083	Mesocúrtica	0	98,91	1,09	0
P3 EST SUP 05/12/06	1.903	Areia média	1.876	0,4031	Bem selecionado	0,000115	Aproximadamente simétrica	0,941	Mesocúrtica	0	99,59	0,41	0
P4 EST INF 05/12/06	2.604	Areia fina	2.794	0,9138	Moderadamente selecionado	-0,2751	Negativa	0,9809	Mesocúrtica	0	98,47	1,53	0
P4 EST SUP 05/12/06	1.664	Areia média	1.685	0,4338	Bem selecionado	-0,01913	Aproximadamente simétrica	1.008	Mesocúrtica	0	99,76	0,24	0
P5 EST INF 05/12/06	2.642	Areia fina	2.675	0,6261	Moderadamente selecionado	-0,1282	Negativa	1.167	Leptocúrtica	0	98,6	1,4	0
P5 EST SUP 05/12/06	2.048	Areia fina	2.041	0,4767	Bem selecionado	0,04044	Aproximadamente simétrica	0,998	Mesocúrtica	0	99,43	0,57	0

Anexo 2. Classificação do sedimento do setor do estirâncio segundo Folk & Ward (Sysgran) - ano 2007.

Folk & Ward	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
P1 EST INF 04/01/07	2,766	Areia fina	2,825	0,8424	Moderadamente selecionado	-0,1879	Negativa	1,029	Mesocúrtica	0,6123	99,39	0	0
P1 EST SUP 04/01/07	2,064	Areia fina	2,099	0,4169	Bem selecionado	-0,05521	Aproximadamente simétrica	1,009	Mesocúrtica	0	100	0	0
P2 EST INF 04/01/07	1,628	Areia média	1,459	1,571	Pobrememente selecionado	0,1016	Positiva	0,7646	Platicúrtica	7,679	92,32	0	0
P2 EST SUP 04/01/07	1,812	Areia média	1,877	0,7282	Moderadamente selecionado	-0,1471	Negativa	1,015	Mesocúrtica	0,3027	99,7	0	0
P3 EST INF 04/01/07	1,872	Areia média	1,871	0,5247	Moderadamente selecionado	0,01934	Aproximadamente simétrica	1,008	Mesocúrtica	0,05026	99,95	0	0
P3 EST SUP 04/01/07	2,075	Areia fina	2,114	0,3984	Bem selecionado	-0,0662	Aproximadamente simétrica	0,9644	Mesocúrtica	0	100	0	0
P4 EST INF 04/01/07	2,355	Areia fina	2,416	0,7943	Moderadamente selecionado	-0,1412	Negativa	0,9522	Mesocúrtica	0,01022	99,99	0	0
P4 EST SUP 04/01/07	1,603	Areia média	1,633	0,4414	Bem selecionado	-0,04969	Aproximadamente simétrica	0,9931	Mesocúrtica	0	100	0	0
P5 EST INF 04/01/07	2,457	Areia fina	2,471	0,5363	Moderadamente selecionado	-0,01171	Aproximadamente simétrica	0,9873	Mesocúrtica	0	100	0	0
P5 EST SUP 04/01/07	2,052	Areia fina	2,075	0,4044	Bem selecionado	-0,01464	Aproximadamente simétrica	0,9377	Mesocúrtica	0	100	0	0
P1 EST INF 02/02/07	3,328	Areia muito fina	3,386	0,5121	Moderadamente selecionado	-0,2589	Negativa	1,059	Mesocúrtica	0	100	0	0
P1 EST SUP 02/02/07	2,073	Areia fina	2,109	0,4288	Bem selecionado	-0,06271	Aproximadamente simétrica	1,021	Mesocúrtica	0,2209	99,78	0	0
P2 EST INF 02/02/07	3,653	Areia muito fina	3,689	0,2956	Muito bem selecionado	-0,3406	Muito negativa	1,418	Leptocúrtica	0,6647	99,34	0	0
P2 EST SUP 02/02/07	1,428	Areia média	1,422	0,9789	Moderadamente selecionado	-0,01649	Aproximadamente simétrica	0,9716	Mesocúrtica	1,795	98,21	0	0
P3 EST INF 02/02/07	1,616	Areia média	1,606	0,5255	Moderadamente selecionado	-0,008741	Aproximadamente simétrica	1,001	Mesocúrtica	0,1906	99,81	0	0
P3 EST SUP 02/02/07	2,094	Areia fina	2,138	0,4176	Bem selecionado	-0,08729	Aproximadamente simétrica	1,022	Mesocúrtica	0	100	0	0
P4 EST INF 02/02/07	2,769	Areia fina	2,853	0,6767	Moderadamente selecionado	-0,237	Negativa	1,149	Leptocúrtica	0	100	0	0
P4 EST SUP 02/02/07	1,749	Areia média	1,748	0,4362	Bem selecionado	0,004567	Aproximadamente simétrica	1,128	Leptocúrtica	0	100	0	0
P5 EST INF 02/02/07	2,286	Areia fina	2,433	0,7625	Moderadamente selecionado	-0,2191	Negativa	0,806	Platicúrtica	0,01033	99,99	0	0
P5 EST SUP 02/02/07	2,112	Areia fina	2,136	0,4245	Bem selecionado	0,0046	Aproximadamente simétrica	0,9419	Mesocúrtica	0	100	0	0
P1EST INF 19/03/07	3,437	Areia muito fina	3,574	0,8879	Moderadamente selecionado	-0,6172	Muito negativa	2,744	Muito leptocúrtica	3,739	96,26	0	0
P1EST SUP 19/03/07	2,43	Areia fina	2,38	0,4537	Bem selecionado	0,1339	Positiva	1,069	Mesocúrtica	0	100	0	0
P2 EST INF 19/03/07	2,258	Areia fina	3,074	1,672	Pobrememente selecionado	-0,6411	Muito negativa	0,6111	Muito platicúrtica	6,201	93,8	0	0
P2 EST SUP 19/03/07	2,483	Areia fina	2,597	0,7515	Moderadamente selecionado	-0,2308	Negativa	1,201	Leptocúrtica	0	100	0	0
P3 EST INF 19/03/07	1,707	Areia média	1,709	0,4947	Bem selecionado	-0,01353	Aproximadamente simétrica	1,035	Mesocúrtica	0,07004	99,93	0	0
P3 EST SUP 19/03/07	1,778	Areia média	1,767	0,5019	Moderadamente selecionado	0,05436	Aproximadamente simétrica	1,143	Leptocúrtica	0,07086	99,93	0	0
P4 EST INF 19/03/07	2,299	Areia fina	2,327	0,7713	Moderadamente selecionado	-0,0653	Aproximadamente simétrica	0,8786	Platicúrtica	0,06034	99,94	0	0
P4 EST SUP 19/03/07	1,78	Areia média	1,782	0,4771	Bem selecionado	-0,02093	Aproximadamente simétrica	0,9324	Mesocúrtica	0	100	0	0
P5 EST INF 19/03/07	2,278	Areia fina	2,292	0,6594	Moderadamente selecionado	-0,0333	Aproximadamente simétrica	0,9956	Mesocúrtica	0	100	0	0
P5 EST SUP 19/03/07	2,199	Areia fina	2,22	0,3935	Bem selecionado	-0,02953	Aproximadamente simétrica	1,196	Leptocúrtica	0	100	0	0

Anexo 2. Classificação do sedimento do setor do estirâncio segundo Folk & Ward (Sysgran) - ano 2007 (continuação).

Folk & Ward	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
P1EST INF 17/04/07	3,007	Areia muito fina	3,235	0,8446	Moderadamente selecionado	-0,4406	Muito negativa	1,03	Mesocúrtica	0,5091	99,49	0	0
P1EST SUP 17/04/07	2,043	Areia fina	2,076	0,3568	Bem selecionado	-0,08738	Aproximadamente simétrica	0,8262	Platicúrtica	0	100	0	0
P2 EST INF 17/04/07	3,428	Areia muito fina	3,52	0,5412	Moderadamente selecionado	-0,4371	Muito negativa	1,307	Leptocúrtica	0,2434	99,76	0	0
P2 EST SUP 17/04/07	2,086	Areia fina	2,131	0,4581	Bem selecionado	-0,1019	Negativa	1,087	Mesocúrtica	0	100	0	0
P3 EST INF 17/04/07	1,704	Areia média	1,701	0,5203	Moderadamente selecionado	-0,02218	Aproximadamente simétrica	0,9175	Mesocúrtica	0,111	99,89	0	0
P3 EST SUP 17/04/07	1,842	Areia média	1,796	0,4663	Bem selecionado	0,1539	Positiva	1,241	Leptocúrtica	0	100	0	0
P4 EST INF 17/04/07	2,28	Areia fina	2,241	0,9302	Moderadamente selecionado	0,06575	Aproximadamente simétrica	0,7414	Platicúrtica	0,4028	99,6	0	0
P4 EST SUP 17/04/07	1,768	Areia média	1,758	0,3976	Bem selecionado	0,02186	Aproximadamente simétrica	1,293	Leptocúrtica	0	100	0	0
P5 EST INF 17/04/07	2,172	Areia fina	2,079	0,6963	Moderadamente selecionado	0,1785	Positiva	0,8827	Platicúrtica	0	100	0	0
P5 EST SUP 17/04/07	2,096	Areia fina	2,139	0,3534	Bem selecionado	-0,1019	Negativa	0,967	Mesocúrtica	0	100	0	0
P1EST INF 16/05/07	2,689	Areia fina	2,741	0,7219	Moderadamente selecionado	-0,226	Negativa	1,078	Mesocúrtica	4,124	95,88	0	0
P1EST SUP 16/05/07	2,712	Areia fina	2,746	0,6272	Moderadamente selecionado	-0,1224	Negativa	0,9002	Mesocúrtica	0,1318	99,87	0	0
P2 EST INF 16/05/07	3,303	Areia muito fina	3,571	1,035	Pobrememente selecionado	-0,7046	Muito negativa	2,679	Muito leptocúrtica	3,678	96,32	0	0
P2 EST SUP 16/05/07	2,755	Areia fina	2,827	0,6396	Moderadamente selecionado	-0,1901	Negativa	0,933	Mesocúrtica	0	100	0	0
P3 EST INF 16/05/07	1,822	Areia média	1,848	0,5694	Moderadamente selecionado	-0,05668	Aproximadamente simétrica	0,9809	Mesocúrtica	0,3035	99,7	0	0
P3 EST SUP 16/05/07	1,904	Areia média	1,873	0,4076	Bem selecionado	0,01734	Aproximadamente simétrica	0,9407	Mesocúrtica	0	100	0	0
P4 EST INF 16/05/07	2,901	Areia fina	2,958	0,5592	Moderadamente selecionado	-0,1786	Negativa	1,088	Mesocúrtica	0	100	0	0
P4 EST SUP 16/05/07	1,918	Areia média	1,882	0,454	Bem selecionado	0,0929	Aproximadamente simétrica	1,025	Mesocúrtica	0	100	0	0
P5 EST INF 16/05/07	2,542	Areia fina	2,614	0,6843	Moderadamente selecionado	-0,2279	Negativa	1,173	Leptocúrtica	0	100	0	0
P5 EST SUP 16/05/07	2,127	Areia fina	2,098	0,5283	Moderadamente selecionado	0,04986	Aproximadamente simétrica	0,9361	Mesocúrtica	0	100	0	0
P1 EST INF 16/06/07	3,104	Areia muito fina	3,235	0,7572	Moderadamente selecionado	-0,4012	Muito negativa	1,482	Leptocúrtica	0	100	0	0
P1 EST SUP 16/06/07	2,006	Areia fina	1,995	0,4455	Bem selecionado	0,06801	Aproximadamente simétrica	1,033	Mesocúrtica	0	100	0	0
P2 EST INF 16/06/07	2,867	Areia fina	3,288	1,225	Pobrememente selecionado	-0,6323	Muito negativa	1,774	Muito leptocúrtica	11,59	88,41	0	0
P2 EST SUP 16/06/07	2,752	Areia fina	2,835	0,6747	Moderadamente selecionado	-0,2306	Negativa	0,9993	Mesocúrtica	2,158	97,84	0	0
P3 EST INF 16/06/07	1,972	Areia média	2,003	0,6373	Moderadamente selecionado	-0,08212	Aproximadamente simétrica	1,007	Mesocúrtica	0,5322	99,47	0	0
P3 EST SUP 16/06/07	1,607	Areia média	1,653	0,3679	Bem selecionado	-0,09658	Aproximadamente simétrica	1,03	Mesocúrtica	0	100	0	0
P4 EST INF 16/06/07	2,091	Areia fina	2,106	0,7811	Moderadamente selecionado	-0,03341	Aproximadamente simétrica	1,031	Mesocúrtica	0	100	0	0
P4 EST SUP 16/06/07	1,851	Areia média	1,826	0,4371	Bem selecionado	0,03987	Aproximadamente simétrica	0,9811	Mesocúrtica	0	100	0	0
P5 EST INF 16/06/07	2,356	Areia fina	2,335	0,6016	Moderadamente selecionado	0,09054	Aproximadamente simétrica	0,8703	Platicúrtica	0	100	0	0

Anexo 2. Classificação do sedimento do setor do estirâncio segundo Folk & Ward (Sysgran) - ano 2007 (continuação).

Folk & Ward	Média	Classificação	Mediana	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curtose	Classificação	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila
P1 EST INF 13/07/07	2,115	Areia fina	2,148	0,4497	Bem selecionado	-0,04987	Aproximadamente simétrica	1,047	Mesocúrtica	0	100	0	0
P1 EST SUP 13/07/07	2,335	Areia fina	2,3	0,6066	Moderadamente selecionado	0,08928	Aproximadamente simétrica	1,12	Leptocúrtica	0	100	0	0
P2 EST INF 13/07/07	2,487	Areia fina	3,077	1,343	Pobrememente selecionado	-0,6029	Muito negativa	0,8315	Platicúrtica	0	100	0	0
P2 EST SUP 13/07/07	2,084	Areia fina	2,101	0,8234	Moderadamente selecionado	-0,1026	Negativa	1,34	Leptocúrtica	0	100	0	0
P3 EST INF 13/07/07	2,653	Areia fina	2,694	0,5063	Moderadamente selecionado	-0,1371	Negativa	1,391	Leptocúrtica	0	100	0	0
P3 EST SUP 13/07/07	1,258	Areia média	1,258	0,5211	Moderadamente selecionado	0,007366	Aproximadamente simétrica	1,083	Mesocúrtica	0	100	0	0
P4 EST INF 13/07/07	2,254	Areia fina	2,366	0,8608	Moderadamente selecionado	-0,2065	Negativa	1,01	Mesocúrtica	0	100	0	0
P4 EST SUP 13/07/07	1,961	Areia média	1,901	0,4727	Bem selecionado	0,1775	Positiva	1,066	Mesocúrtica	0	100	0	0
P5 EST INF 13/07/07	1,987	Areia média	1,965	0,5825	Moderadamente selecionado	0,08615	Aproximadamente simétrica	0,9872	Mesocúrtica	0	100	0	0
P5 EST SUP 13/07/07	2,007	Areia fina	1,969	0,462	Bem selecionado	0,1218	Positiva	0,9911	Mesocúrtica	0	100	0	0
P1 EST INF 29/08/07	3,28	Areia muito fina	3,431	0,9977	Moderadamente selecionado	-0,05698	Muito negativa	2,694	Muito leptocúrtica	8,468	91,53	0	0
P1 EST SUP 29/08/07	1,944	Areia média	1,886	0,4456	Bem selecionado	0,185	Positiva	1,099	Mesocúrtica	0	100	0	0
P2 EST INF 29/08/07	3,378	Areia muito fina	3,465	0,8583	Moderadamente selecionado	-0,5118	Muito negativa	2,546	Muito leptocúrtica	2,8448	97,15	0	0
P2 EST SUP 29/08/07	2,379	Areia fina	2,378	0,5084	Moderadamente selecionado	0,0162	Aproximadamente simétrica	1,027	Mesocúrtica	0,0405	99,96	0	0
P3 EST INF 29/08/07	2,177	Areia fina	2,098	0,5481	Moderadamente selecionado	0,1336	Positiva	0,6734	Platicúrtica	0	100	0	0
P3 EST SUP 29/08/07	1,859	Areia média	1,814	0,4096	Bem selecionado	0,08145	Aproximadamente simétrica	1,091	Mesocúrtica	0	100	0	0
P4 EST INF 29/08/07	2,523	Areia fina	2,537	0,6442	Moderadamente selecionado	-0,005594	Aproximadamente simétrica	0,992	Mesocúrtica	0,07125	99,93	0	0
P4 EST SUP 29/08/07	1,786	Areia média	1,769	0,4861	Bem selecionado	0,06601	Aproximadamente simétrica	1,299	Leptocúrtica	0	100	0	0
P5 EST INF 29/08/07	2,027	Areia fina	1,969	0,6276	Moderadamente selecionado	0,1133	Positiva	0,9135	Mesocúrtica	0	100	0	0
P5 EST SUP 29/08/07	2,022	Areia fina	2,008	0,4438	Bem selecionado	0,0855	Aproximadamente simétrica	1,002	Mesocúrtica	0	100	0	0
P1 EST INF 28/09/07	1,97	Areia média	2,354	1,423	Pobrememente selecionado	-0,391	Muito negativa	0,9059	Mesocúrtica	3,34	96,66	0	0
P1 EST SUP 28/09/07	2,162	Areia fina	2,106	0,6567	Moderadamente selecionado	0,1165	Positiva	1,091	Mesocúrtica	1,841	98,16	0	0
P2 EST INF 28/09/07	0,9113	Areia grossa	0,7705	1,549	Pobrememente selecionado	0,298	Positiva	0,7987	Platicúrtica	18,03	81,97	0	0
P2 EST SUP 28/09/07	3,031	Areia muito fina	3,062	0,5212	Moderadamente selecionado	-0,1719	Negativa	1,225	Leptocúrtica	0,5996	99,4	0	0
P3 EST INF 28/09/07	1,619	Areia média	1,661	0,6469	Moderadamente selecionado	-0,2065	Negativa	1,376	Leptocúrtica	1,141	98,86	0	0
P3 EST SUP 28/09/07	1,859	Areia média	1,812	0,3795	Bem selecionado	0,09956	Aproximadamente simétrica	1,159	Leptocúrtica	0	100	0	0
P4 EST INF 28/09/07	1,758	Areia média	1,751	0,6987	Moderadamente selecionado	-0,03806	Aproximadamente simétrica	1,343	Leptocúrtica	1,439	98,56	0	0
P4 EST SUP 28/09/07	1,647	Areia média	1,692	0,3828	Bem selecionado	-0,07333	Aproximadamente simétrica	1,208	Leptocúrtica	0	100	0	0
P5 EST INF 28/09/07	1,792	Areia média	1,709	0,7653	Moderadamente selecionado	0,1785	Positiva	1,017	Mesocúrtica	0,02296	99,98	0	0
P5 EST SUP 28/09/07	1,601	Areia média	1,634	0,4176	Bem selecionado	0,008121	Aproximadamente simétrica	1,023	Mesocúrtica	0	100	0	0

Anexo 3. Distribuição quanto ao grau de arredondamento dos grãos na amostras analisadas.

ANGULOSIDADE (%)	 muito anguloso	 anguloso	 sub-anguloso	 sub-arredondado	 arredondado	 muito arredondado
P1 EST INF 28/04/2006	8	44	48	0	0	0
P1 EST INF 17/04/2007	6	45	47	2	0	0
P1 EST SUP 28/04/2006	2	15	69	14	0	0
P1 EST SUP 17/04/2007	2	22	69	7	0	0
P1 EST SUP 22/09/2006	1	11	68	18	2	0
P1 EST SUP 28/09/2007	1	10	65	24	1	0
P2 EST INF 28/04/2006	5	24	58	13	0	0
P2 EST INF 17/04/2007	3	19	65	13	0	0
P2 EST SUP 28/04/2006	4	31	58	7	0	0
P2 EST SUP 17/04/2007	3	14	78	4	1	0
P2 EST SUP 11/08/2006	2	19	39	36	4	0
P2 EST SUP 29/08/2007	5	26	62	7	0	0
P2 EST INF 22/09/2006	4	24	49	23	0	0
P2 EST INF 28/09/2007	5	23	40	32	0	0
P3 EST INF 14/07/2006	3	8	44	39	6	0
P3 EST INF 13/07/2007	4	19	57	18	2	0

Anexo 3. Distribuição quanto ao grau de arredondamento dos grãos na amostras analisadas (continuação).

ANGULOSIDADE (%)	muito anguloso	anguloso	sub-anguloso	sub-arredondado	arredondado	muito arredondado
P4 EST SUP 28/06/2006	1	6	71	18	4	0
P4 EST SUP 16/06/2007	0	14	62	20	4	0
P4 EST INF 11/08/2006	0	10	54	35	1	0
P4 EST INF 29/08/2007	2	20	48	27	3	0
P4 EST SUP 22/09/2006	0	24	57	19	0	0
P4 EST SUP 28/09/2007	0	9	63	26	1	1
P5 EST INF 28/06/2006	0	19	60	20	1	0
P5 EST INF 16/06/2007	0	16	65	19	0	0
P5 EST INF 22/09/2006	0	21	67	11	1	0
P5 EST INF 28/09/2007	0	20	68	12	0	0
P5 EST ISUP 22/09/2006	0	16	70	14	0	0
P5 EST SUP 28/09/2007	0	14	71	15	0	0

Anexo 4. Mapa do Município de Jaboatão dos Guararapes mostrando a posição das linhas de costa referentes aos anos de 1974, 1981, 1997 e 2007 e o seu grau de vulnerabilidade.

OBS: O ANEXO 4 REFERENTE AO MAPA DO MUNICÍPIO DE JABOATÃO DOS GUARARAPES É O MESMO DA FIGURA 51 LOCALIZADO NA PÁGINA 89 DESTA DISSERTAÇÃO, PORÉM NA FORMA IMPRESSA O ANEXO 4 SE ENCONTRA DE FORMA AMPLIADA EM PAPEL A0 PARA MELHOR VISUALIZAÇÃO DO MAPA.