

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

Christianne Maria Moura Reis

**O LITORAL DE JOÃO PESSOA (PB), FRENTE
AO PROBLEMA DA EROSÃO COSTEIRA.**

Tese de Doutorado
2008

CHRISTIANNE MARIA MOURA REIS

Geógrafa, Universidade Federal da Paraíba, 1998.
Mestre, Universidade Federal de Pernambuco, 2001.
Doutor, Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

O LITORAL DE JOÃO PESSOA (PB), FRENTE AO PROBLEMA DA
EROSÃO COSTEIRA.

Tese que apresentou ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Prof. Dr. Virgínio Henrique de Miranda Lopes Neumann, para obtenção do grau de Doutor em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental, defendida e aprovada com distinção, em 31 de março de 2008.

RECIFE, PE
2008

R375I

Reis, Christianne Maria Moura.

O litoral de João Pessoa (PB), frente ao problema da erosão costeira / Christianne Maria Moura Reis. - Recife: O Autor, 2008. xviii, 131 folhas, il : tabs. grafs., figs

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2008.

Inclui Bibliografia e Anexos.

1. Geociências. 2. Variação da Linha de Costa.
3. Vulnerabilidade. 4. Erosão Costeira. I. Título

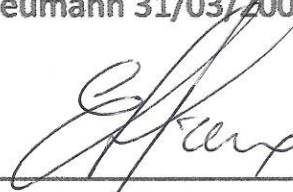
O LITORAL DE JOÃO PESSOA (PB), FRENTE AO PROBLEMA DA
EROSÃO COSTEIRA

Christianne Maria Moura Reis

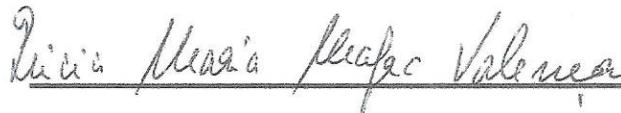
Aprovada:



Prof. Dr. Virgínio Henrique de Miranda Lopes
Neumann 31/03/2008



Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Vianna de Lima
31/03/2009



Prof. Dr. Lúcia Maria Mafra Valença 31/03/2008



Prof. Dr. Silvana Moreira Neves 31/03/2008

Dedico este trabalho a Costa da Paraíba.

SUMÁRIO

	Páginas
SUMÁRIO.....	VI
AGRADECIMENTOS.....	IX
RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	XI
LISTA DE FIGURAS.....	XII
LISTA DE FOTOS.....	XVI
LISTA DE QUADROS.....	XVIII
1.INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Localização da Área.....	02
1.2 Objetivos	02
2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA.....	04
2.1 Clima.....	04
2.2 Ventos.....	05
2.3 Parâmetros que Influenciam os Processos Costeiros.....	08
2.3.1 Morfologia da Plataforma.....	09
2.3.2 Ondas.....	09
2.3.3 Marés.....	12
2.3.4 Correntes Costeiras.....	13
3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA COSTEIRA.....	15
3.1 Métodos.....	15
3.2 Geologia Regional e Local.....	15
3.2.1 Formação Barreiras.....	16
3.2.2 Depósitos Quaternários.....	16
3.2.2.1 Leques Aluviais.....	17
3.2.2.2 Terraços Marinhos Pleistocênicos.....	19
3.2.2.3 Terraços Marinhos Holocênicos.....	19
3.2.2.4 Recifes Algálicos/ Coralinos.....	20
3.2.2.5 Depósitos de Mangue.....	20
3.2.2.6 Areias Praiais.....	20
3.3 Geomorfologia Costeira.....	21
3.3.1 O Ambiente Praial.....	22
3.3.2 Geomorfologia do Litoral de João Pessoa, PB.....	23

3.3.2.1 Setor Costeiro Norte.....	24
3.3.3 Setor Costeiro Sul.....	25
3.3.4 Tipos de Falésias de João Pessoa, PB.....	27
4. VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA A MÉDIO PRAZO.....	30
4.1 Métodos.....	30
4.2 Definição da Linha de Costa.....	30
4.2.1 Critérios para Determinação da Linha de Costa.....	31
4.3 Setor Costeiro Norte.....	32
4.3.1 Praia do Bessa (Sub-Setor A).....	34
4.3.2 Praia de Manaíra e Tambaú (Sub-Setor B).....	37
4.3.3 Enseada do Cabo Branco (Sub-Setor C).....	39
4.4 Setor Costeiro Sul.....	40
4.4.1 Ponta do Cabo Branco, Seixas e Penha (Sub-Setor D).....	40
4.4.2 Praia do Arraial e Jacarapé (Sub -Setor E).....	43
4.4.3 Praia do Sol (Sub-Setor F).....	45
4.4.4 Praia Barra de Gramame (Sub-Setor G).....	45
4.5 O comportamento da Linha de Costa em Médio Prazo e o Desenvolvimento Urbano.....	49
5. VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA A CURTO PRAZO.....	56
5.1 Métodos.....	56
5.2 Perfis Topográficos Praiais e Variações de Curto Prazo.....	57
5.3 Setor Costeiro Norte.....	59
5.3.1 Praia do Bessa.....	59
5.3.1.1 Perfil (P01).....	59
5.3.1.2 Perfil (P02).....	60
5.3.1.3 Perfil (P03).....	60
5.3.1.4 Volume Sedimentar da praia do Bessa.....	60
5.3.2 Praia de Manaíra e Tambaú.....	64
5.3.2.1 Perfil (P04).....	66
5.3.2.2 Perfil (P05).....	66
5.3.2.3 Volume Sedimentar das praias de Manaíra e Tambaú.....	66
5.4 Setor Costeiro Sul.....	70
5.4.1 Praia do Cabo Branco.....	70
5.4.1.1 Perfil (P06).....	70

5.4.1.2 Perfil (P07).....	70
5.4.1.3 Perfil (P08).....	71
5.4.1.4 Volume Sedimentar das praias do Cabo Branco.....	71
5.4.2 Praia do Seixas e Penha.....	76
5.4.2.1 Perfil (P09).....	76
5.4.2.2 Perfil (P10).....	78
5.4.2.3 Volume Sedimentar das praias do Seixas e Penha.....	78
5.4.3 Praia do Jacarapé, Sol e Barra de Gramame.....	81
5.4.3.1 Perfil (P11).....	81
5.4.3.2 Perfil (P12).....	81
5.4.3.3 Perfil (P13).....	82
5.4.3.4 Volume Sedimentar das praias do Jacarapé, Sol e Barra de Gramame.....	82
6. CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DO LITORAL.....	87
6.1 Métodos.....	87
6.2 Sedimentologia das Praias do Setor Costeiro Norte.....	88
6.2.1 Praia do Bessa.....	88
6.2.2 Praias de Manaíra e Tambaú.....	92
6.3 Sedimentologia das Praias do Setor Costeiro Sul.....	93
6.3.1 Praia do Cabo Branco.....	95
6.3.2 Praias do Seixas e Penha.....	98
6.3.3 Praias do Jacarapé, Sol e Barra de Gramame.....	101
7. VULNERABILIDADE DO LITORAL DE JOÃO PESSOA, PB Á EROSÃO COSTEIRA.....	105
7.1 Métodos.....	105
7.2 Sub-Setor A (Células I, II e III).....	109
7.3 Sub-Setor B (Células I e II).....	109
7.4 Sub-Setor C (Célula I).....	110
7.5 Sub-Setor D (Células I, II e III).....	110
7.6 Sub-Setor E (Célula I).....	111
7.7 Sub-Setor F (Célula I).....	111
7.8 Sub-Setor G (Célula I).....	111
8. CONCLUSÕES.....	112
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
ANEXOS.....	122

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Vírginio Neumann, pela orientação deste trabalho.

Ao Professor Dr. Eduardo Viana, pela atenção e por tudo que me ensinou, em relação às tarefas do geoprocessamento e georreferenciamento dos documentos cartográficos.

Ao Professor Dr. Paulo da Nóbrega Coutinho, pelos empréstimos de bibliografia que foram fundamentais para os resultados deste trabalho.

Aos professores Magno Erasto de Araújo e Roberto Sassi, por terem sido os primeiros a despertar em mim o gosto pelos estudos costeiros.

A todos os professores do Curso de Pós-Graduação em Geociências/ UFPE, responsáveis por minha formação nessa área.

Ao Coordenador Geral do Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE.

A todos que fazem parte do Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha - LGGM/ UFPE.

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), que forneceram materiais para a realização deste trabalho.

À Universidade Estadual da Paraíba, que permitiu meus afastamentos quando necessário.

A CAPES pelo apoio financeiro.

A amiga Nivaneide, pela amizade e pelo apoio constante, em todas as necessidades e dificuldades enfrentadas.

A minha irmã Flávia Moura, pelo apoio gráfico.

Ao meu esposo André Luiz e a minha filha Ana Beatriz, por existirem.

E aos meus pais pelo incentivo, carinho e compreensão.

RESUMO

O litoral do Município de João Pessoa (PB), assim como outras regiões litorâneas do nordeste brasileiro, apresenta problemas erosivos associados à dinâmica natural e à ocupação urbana desordenada ocorrida principalmente a partir da década de 70 do século passado, quando a cidade começou a se expandir em direção às praias. O principal objetivo deste trabalho foi classificar a área de estudo quanto à vulnerabilidade à erosão costeira. Para isso foi realizada a quantificação das variações da linha de costa com base em documentos cartográficos e fotográficos de diversas datas (1969 - 1985 - 2005) e a caracterização das variações morfológicas verticais a partir da realização de perfis topográficos praias, em treze localidades distribuídas ao longo de dez praias; e ainda, a análise dos sedimentos praias coletados. Com base nos resultados das variações da linha de costa a médio prazo, foi possível notar o crescimento das áreas com problemas erosivos no litoral de João Pessoa e associá-las à pressão urbana pela qual passou a área de estudo nas últimas décadas. Com relação às variações morfológicas de curto prazo, foi possível identificar várias praias com tendência erosiva (Bessa, Ponta do Cabo Branco, Seixas, Penha e Sol). Os resultados das análises granulométricas revelaram o predomínio de areias finas nos setores com problemas erosivos. No geral, as praias apresentaram distribuições que variaram entre areias médias a finas. Diante dos resultados obtidos com esta pesquisa foi possível identificar áreas com maior ou menor vulnerabilidade à erosão costeira. O sub-setor A (praia do Bessa) apresentou uma vulnerabilidade variando entre moderada a alta; os sub-setores B (praia de Tambaú), C (parte norte da praia do Cabo Branco), E (praia do Arraial e Jacarapé), F (praia do Sol) e G (praia Barra de Gramame) apresentaram um moderado grau de vulnerabilidade. O sub-setor D, incluindo a Ponta do Cabo Branco, a Ponta do Seixas e a Penha, apresentou uma alta vulnerabilidade à erosão costeira. Por fim, constatou-se que as características do meio físico não serviram para evitar o crescimento urbano sobre áreas geologicamente instáveis do litoral de João Pessoa; e que, apesar dos problemas da erosão costeira já instalados, o crescimento da cidade em direção às praias do setor costeiro sul não diminuiu. Para orientar o desenvolvimento urbano nessas áreas, portanto, torna-se imprescindível conhecer o melhor possível o conjunto complexo de processos que ali ocorrem, e que as praias ainda pouco urbanizadas obedeçam a uma faixa maior sem urbanização.

Palavras-Chave: variações da Linha de Costa, vulnerabilidade, erosão costeira.

ABSTRACT

The João Pessoa- PB coast like other places of the Brazilian Northeastern, show erosive problems associated to natural process and a urban disorder occupation, that happened from the 70 decade, of last century, when the city began expanding towards the beaches. This work was onjective to classify the study area in relation to coastal erosion vulnerability. The quantification of coastline variations was carried out based in cartographic and photographic documents of several dates (1969 - 1985 - 2005) besides, the characterization of the vertical morphologic variations, topographical profiles of the beaches analysis of beaches sediments, in thirteen places distributed along ten beaches. The results of coastline variations in medium time showed an increase of areas with erosive problems in João Pessoa's coast associated to urban pressure, in the last decades. In relation to the morphologic variation, in short time, it was possible to make a of diagnostic the beaches with erosive tendency (Bessa, Ponta do Cabo Branco, Seixas, Penha e Sol). The granulometrical analyses revealed the prevalence of fine sands in the sections with erosive problems. Most beaches presented distributions that varied between medium to fine sands. The sub-section A (Bessa beach) presented a vulnerability between moderate to high; The sub-sections B (Tambaú beach), C (north region of Cabo Branco beach), E (Arraial beach and Jacarapé), F (Sol beach) and G (Barra of Gramame beach) presented a moderate vulnerability degree. The sub-section D, including the Cabo Branco, Seixas and Penha presented a high vulnerability. Finally, it was verified that physical environment characteristics didn't avoid the urban growth on geological unstable places of João Pessoa's coast. However, coastal erosion problems already installed as the growth of the city towards the beaches of the south coastal section. It is suggested a urban development with management and it is in those areas indispensable to know the complex processes that occurs a that beaches not urbanized should obey larger area without urbanization.

Keywords: variations of coastline, vulnerability, coastal erosion.

LISTA DE FIGURAS	Páginas
Figura 1.1 – Mapa de localização da área de estudo.....	03
Figura 2.1 – Climatologia da cidade de João Pessoa. Dados de temperatura.....	05
Figura 2.2 – Climatologia da cidade de João Pessoa. Dados de precipitação	06
Figura 2.3 – Climatologia da cidade de João Pessoa. Dados de umidade e evaporação.....	06
Figura 2.4 – Rosa dos ventos anual baseada em dados de ventos entre 1996 e 2001.....	07
Figura 2.5 – Ventos predominantes na área em estudo, segundo sua direção, no período 1987/1997.....	08
Figura 2.6 - Velocidade média dos ventos para o ano de 1999.....	08
Figura 2.7 – Rosa das ondas calculada para a região litorânea.....	10
Figura 2.8 – Altura média das ondas do litoral de João Pessoa (PB). Período: 2006-2007.....	11
Figura 2.9 - Período médio das ondas do litoral de João Pessoa (PB). Período: 2006-2007.....	11
Figura 2.10 - Efeitos da morfologia costeira na distribuição da energia das ondas.....	12
Figura 2.11 - Velocidade da corrente de deriva. Período: 2006-2007.....	14
Figura 3.1 – Mapa geológico-geomorfológico da área em estudo.....	18
Figura 3.2 – Elementos morfológicos de uma praia arenosa.....	22
Figure 3.3 - Perfil de uma falésia destacando a inclinação de sua face.....	27
Figura 3.4 – Mapa de tipos de falésias do litoral de João Pessoa (PB)	29
Figura 4.1 – Mapa de localização dos sub-setores costeiros do litoral de João Pessoa (PB)	33
Figura 4.2 – Variações da linha de costa da praia do Bessa (Sub-Sector A).....	35
Figura 4.3 – Variações da linha de costa das praias de Manaíra e Tambaú (sub-Sector B).....	37
Figura 4.4 – Variações da linha de lоста da enseada do Cabo Branco (sub-Sector C).....	39

Figura 4.5a – Variações da linha de costa da ponta do Cabo Branco (sub-Setor D).....	42
Figura 4.5b – Variações da linha de costa das praias do Seixas e Penha (sub-setor D).....	43
Figura 4.6 – Variações da linha de costa das praias do Arraial e Jacarapé (sub-Setor E).....	44
Figura 4.7 – Variações da linha de costa da praia do Sol (sub-Setor F).....	46
Figura 4.8 – Variações da linha de costa da praia Barra de Gramame (Sub-Setor G).....	47
Figura 4.9 - Migração da desembocadura do rio Gramame e evolução da barra arenosa em 36 anos.....	48
Figura 4.10 – Histogramas representativos das variações horizontais da linha de costa do Setor Costeiro Norte da área em estudo.....	52
Figura 4.11 – Histogramas representativos das variações horizontais da linha de costa do Setor Costeiro Sul da área em estudo.....	53
Figura 4.12 – Mapa do comportamento da linha de costa de João Pessoa (PB), a médio prazo e desenvolvimento urbano para o período entre 1969 e 1985.....	54
Figura 4.13 - Mapa do comportamento da linha de costa de João Pessoa (PB), a médio prazo e desenvolvimento urbano para o período entre 1985 e 2005.....	55
Figura 5.1 – Mapa de localização dos perfis topográficos.....	58
Figura 5.2 – Perfil P01, praia do Bessa, de abril/06 a dezembro/2007.....	61
Figura 5.3 – Perfil P02, praia do Bessa, de janeiro/06 a dezembro/2007.....	62
Figura 5.4 – Perfil P03, praia do Bessa, de janeiro/06 a dezembro/2007.....	63
Figura 5.5 – Deposição e erosão de sedimentos na praia do Bessa.....	65
Figura 5.6 – Resultado do cálculo do volume praial para a praia do Bessa.....	65
Figura 5.7 - Perfil P04, praia de Manaíra, de janeiro/2006 a dezembro/2007.....	67
Figura 5.8 - Perfil P05, praia de Tambaú, de abril/06 a dezembro/2007.....	68
Figura 5.9 - Entradas e saídas de sedimentos nas praias de Manaíra e Tambaú.	69
Figura 5.10 - Resultado do cálculo do volume praial para os perfis P04 (praias de Manaíra) e P05 (praia de Tambaú), durante o monitoramento.....	69

Figura 5.11 - Perfil P06, praia do Cabo Branco, de janeiro/06 a dezembro/2007.....	72
Figura 5.12 - Perfil P07, ponta do Cabo Branco, de janeiro/06 a dezembro/2007.....	73
Figura 5.13 - Perfil P08, ponta do Cabo Branco, de janeiro/06 a dezembro/2007.....	74
Figura 5.14 – Deposição e Erosão de sedimentos na praia do Cabo Branco, durante o monitoramento, nos perfis P06, P07 e P08.....	75
Figura 5.15 - Resultado do cálculo do volume praial para os perfis P06, P07 e P08, na ponta do Cabo Branco, durante o monitoramento.....	76
Figura 5.16 - Perfil P09, praia do Seixas, de janeiro/06 a dezembro/2007.....	77
Figura 5.17 - Perfil P10, praia da Penha, de abril/06 a dezembro/2007.....	79
Figura 5.18 – Deposição e Erosão de sedimentos na praia do Seixas e Penha, durante o monitoramento, nos perfis P10 e P11.....	80
Figura 5.19 - Resultado do cálculo do volume praial para os perfis P09 e P10, na ponta do Seixas e praia da Penha.....	80
Figura 5.20 - Perfil P11, praia do Jacarapé, abril/06 a dezembro/2007.....	83
Figura 5.21 - Perfil P12, praia do Sol, de janeiro/06 a dezembro/2007.....	84
Figura 5.22 - Perfil P13, praia Barra de Gramame, Janeiro/06 a dezembro/07.....	85
Figura 5.23 – Gráfico mostrando comportamento para o segmento do litoral de João Pessoa, entre as praias do Jacarapé, Sol e Barra de Gramame.....	86
Figura 5.24 - Resultado do cálculo do volume praial para os perfis P11, P12 e P13, nas praias do Jacarapé, Sol e Gramame.....	86
Figura 6.1 – Curvas cumulativas da amostra P01, P02 e P03 na praia do Bessa.....	90
Figura 6.2 - Histograma das análises granulométricas das amostras P01, P02 e P03 na praia do Bessa.....	91
Figura 6.3 – Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica para as amostras da praia do Bessa.....	92
Figura 6.4 – Curvas cumulativas das amostras P04 e P05 nas praias de Manaíra e Tambaú.....	93

Figura 6.5 - Histograma das análises granulométricas das amostras P04 e P05 nas praias de Manaíra e Tambaú.....	94
Figura 6.6 – Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica para as amostras das praias de Manaíra e Tambaú.....	94
Figura 6.7 – Curvas cumulativas da amostra P06, P07 e P08, praia do Cabo Branco.....	96
Figura 6.8 - Histograma das análises granulométricas das amostras da praia do Cabo Branco.....	97
Figura 6.9 – Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica para as amostras das praias do Cabo Branco.....	98
Figura 6.10 - Curvas cumulativas das amostras P09 e P10 nas praias do Seixas e Penha.....	99
Figura 6.11 - Histograma das análises granulométricas das amostras P09 e P10 nas praias do Seixas e Penha.....	100
Figura 6.12 – Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica para as amostras das praias do Seixas e Penha.....	100
Figura 6.13 - Curvas cumulativas das amostras P11, P12 e P13 nas praias do Jacarapé, Sol e Gramame.....	102
Figura 6.14 - Histograma das análises granulométricas das amostras P11, P12 e P13 nas praias do Jacarapé, Sol e Gramame.....	103
Figura 6.15 - Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica para as amostras das praias do Jacarapé, Sol e Barra de Gramame.....	104
Figura 7.1 – Mapa de vulnerabilidade à erosão costeira do litoral de João Pessoa, (PB).....	108

LISTA DE FOTOS

Páginas

Foto 3.1 - Ferricretes da praia do Cabo Branco (A). Terraços de abrasão da ponta do Cabo Branco (B). Fonte: SEPLAN/PMJP (2007).....	16
Foto 3.2 - Leques Aluviais Pleistocênicos. Falésia do Cabo Branco – João Pessoa (PB).....	17
Foto 3.3 - Fotografia aérea mostrando parte da área em estudo (Setor Costeiro Norte) onde os terraços marinhos holocênicos foram intensamente ocupados.....	21
Foto 3.4 - (A) Recifes da praia de Tambaú – João Pessoa. (Dominguez, 2000. In: Neves, 2003). (B) Manguezal do Rio Jaguaribe, Praia do Bessa – João Pessoa. (Foto: Ricardo Paulo, 2002).....	25
Foto 3.5 - Falésias vivas do Jacarapé (A). Detalhe da morfologia da Praia Barra de Gramame (B).....	26
Foto 3.6 - Cavidades formadas pela ação das ondas na base das falésias vivas da ponta do Cabo Branco(agosto/2007).....	28
Foto 4.1 - Áreas de acreção e erosão, nas praias de Tambaú e Manaíra, respectivamente. (2005) (A); Praia de Manaíra (2006) (B); Praia de Manaíra. Notar presença de gabiões. (2006) (C); Praia de Tambaú (D).....	38
Foto 4.2 - Pç. Iemanjá em agosto de 2006(A e A’); Detalhes da erosão da barreira do Cabo Branco (dezembro de 2004) (B e B’).....	41
Foto 4.3 - (A) Situação da praia do Seixas em 1999; (B) Situação da praia do Seixas em janeiro de 2006; (C) Detalhes da erosão da Ponta do Seixas em agosto de 2006; (D) Situação de residência localizada na praia do Seixas, outubro de 2006. (Fotos da autora).....	41
Foto 5.1 - Praia do Bessa, Perfil P01(A), Perfil P02 (B), Perfil P03 (C).....	61
Foto 5.2 - Praia de Manaíra, Perfil P04 (A), Praia de Tambaú, Perfil P05 (B).....	62
Foto 5.3 - Praia do Cabo Branco, Perfil P06 (A), Perfil P07 (B), Perfil P08 (C).....	63
Foto 5.4 - Praia do Seixas, Perfil P09 (A). Praia da Penha, Perfil P10 (B).....	67
Foto 5.5 - Praia de Jacarapé, Perfil P11 (A). Praia do Sol, Perfil P12 (B). Praia Barra de Gramame, Perfil P13(C).....	68
Foto 5.6 - Praia do Cabo Branco. Perfil P06.....	72
Foto 5.7 - Praia do Cabo Branco. Perfil P07.....	73
Foto 5.8 - Praia do Cabo Branco. Perfil P08.....	74

Foto 5.9 - Praia do Seixas. Perfil P09.....	77
Foto 5.10 - Praia da Penha. Perfil P10.....	79
Foto 5.11 – Praia de Jacarapé. Perfil P11.....	83
Foto 5.12 – Praia do Sol. Perfil P12.....	84
Foto 5.13 – Praia Barra de Gramame. Perfil P13.....	85
Foto 7.1 - Sub-Setor A, célula II. Detalhes da erosão na praia do Bessa. Clube dos Médicos, situação em 2002 (A) e situação da praia em 2006 (B). Iate Clube da Paraíba, situação em 2006. Notar a colocação de pedras soltas em local crítico de erosão (C e D).....	110

LISTA DE QUADROS

Páginas

Quadro 4.1 - Variações da linha de costa dos Setores Coteiros Norte e Sul (em metros) tomando-se por base a linha de costa de 1969.....	34
Quadro 4.2 – Variações da barra arenosa (praia Barra de Gramame), num período de 36 anos.....	49
Quadro 4.3 - Classes para determinação da vulnerabilidade à erosão costeira.....	49
Quadro 4.4 – Variações da linha de costa em metro por ano e classes de deslocamento da linha de costa de João Pessoa (PB).....	50
Quadro 4.5 – Área aproximada de ocupação urbana dos sub-setores costeiros do litoral de João Pessoa (PB)	51
Quadro 4.6 – Percentual de ocupação urbana e classes de desenvolvimentos urbano dos sub-setores costeiros do litoral de João Pessoa, (PB).....	51
Quadro 7.1 - Parâmetros e classes para a determinação dos graus de vulnerabilidade à erosão costeira.....	106
Quadro 7.2 - Graus de vulnerabilidade à erosão costeira.....	107
Quadro 7.3 - Determinação da vulnerabilidade à erosão costeira, a partir da determinação de parâmetros e classes.....	107

1. INTRODUÇÃO

As regiões costeiras são áreas extremamente complexas e sensíveis do ponto de vista morfodinâmico. É notável também o crescente número de problemas ambientais devido à ocupação dessas áreas para os mais diversos fins. Alguns, decorrentes de processos naturais, outros, da interferência antrópica danosa ao meio natural. No Brasil, vários estudos acerca dos problemas erosivos em áreas costeiras foram desenvolvidos. Entre eles os trabalhos de Meireles (1999); Amaral et al (1990); Pitombeira (1995); Manso et al (1996); Maia (1998); Lima et al. (2002); Diniz (2002); Guedes (2002); ElfrinK et al. (2003); Esteves et al. (2003); Neves (2003); Grigio (2003); Bessa Jr. (2003); Madruga Filho (2005); Santos (2004); Chaves (2005); entre outros.

O litoral do Estado da Paraíba, assim como outras regiões do nordeste brasileiro, apresenta problemas ambientais associados à ocupação urbana desordenada ocorrida principalmente a partir da década de 70 do século passado, quando a cidade começou a se expandir em direção às praias. Praias como a do Cabo Branco, Seixas e Bessa, além de outras praias do litoral paraibano são objetos de notícias, cada vez mais freqüentes nos órgãos de comunicação. As situações de risco (danos e destruição) das edificações localizadas na faixa costeira são cada vez mais freqüentes.

Apesar dos conflitos entre o uso do solo e a dinâmica natural das praias paraibanas terem aumentado nas últimas décadas, poucos estudos foram realizados na tentativa de melhorar a qualidade ambiental nestas áreas. Alguns trabalhos foram elaborados contendo informações de caráter regional, e outros, elaborados pela Prefeitura Municipal de João Pessoa. (Mabesoone, 1967; Mabesoone et al. 1972; Mabesoone, 1992; Carvalho, 1982). Os estudos de caráter mais detalhado consistem em relatórios finais de graduação e pós – graduação (Monteiro, 1989; Moura, 1997; Melo, 1997; Neves, 2003; Furrier, 2007; Vasconcelos, 2007).

Diante da problemática levantada torna-se cada vez mais necessária a realização de estudos que permitam a compreensão da amplitude da erosão costeira, bem como suas origens, conseqüências e possíveis soluções futuras.

1.1 Localização da área em estudo

A área de estudo abrange aproximadamente 24 Km de extensão da linha de costa no município de João Pessoa (PB), correspondendo a 17% do litoral do Estado da Paraíba, distribuídos ao longo de dez praias (delimitadas por acidentes geográficos e/ou denominação popular). Estende-se desde o estuário do rio Gramame (ao Sul) até a desembocadura do rio Jaguaribe (ao Norte), entre as coordenadas 9.220.003 mN e 9.199.057 mN e 301.993 mE e 302.993 mE. (Figura 1.1).

Para fins de ordenação na exposição e caracterização do litoral da área estudada, optou-se por dividi-la em dois grandes setores, diferenciados, principalmente, por suas características morfológicas predominantes (Capítulo 3). O primeiro setor foi denominado Setor Costeiro Norte e estende-se desde o limite norte da área em estudo (foz do rio Jaguaribe) até as proximidades da praça de Iemanjá, na praia do Cabo Branco. Trata-se de um setor costeiro caracterizado predominantemente por costa plana, com grandes enseadas, poucos rios e ocupação urbana muito intensa. O segundo trecho denominado Setor Costeiro Sul é bem caracterizado pelas escapas costeiras, entrecortadas por pequenos e médios rios. Estão localizadas, neste setor, parte da praia do Cabo Branco, praia do Seixas, Penha, Arraial, Jacarapé, Sol e Barra de Gramame. Destaca-se, neste setor, o grande “potencial turístico natural” e o acelerado avanço dos grandes empreendimentos que tomam forma na região, o que já se constitui em uma grande razão para que se faça um monitoramento permanente na zona costeira deste trecho do município.

1.2 Objetivos

O principal objetivo desse trabalho é classificar o litoral de João Pessoa (PB), quanto à vulnerabilidade à erosão costeira.

Especificamente pretende-se:

- Caracterizar os aspectos geológico - geomorfológicos da faixa costeira do município de João Pessoa (PB);
- Caracterizar e quantificar as variações morfológicas (horizontais e verticais) das praias de João Pessoa, em médio e curto prazos; e
- Caracterizar os sedimentos das praias estudadas.

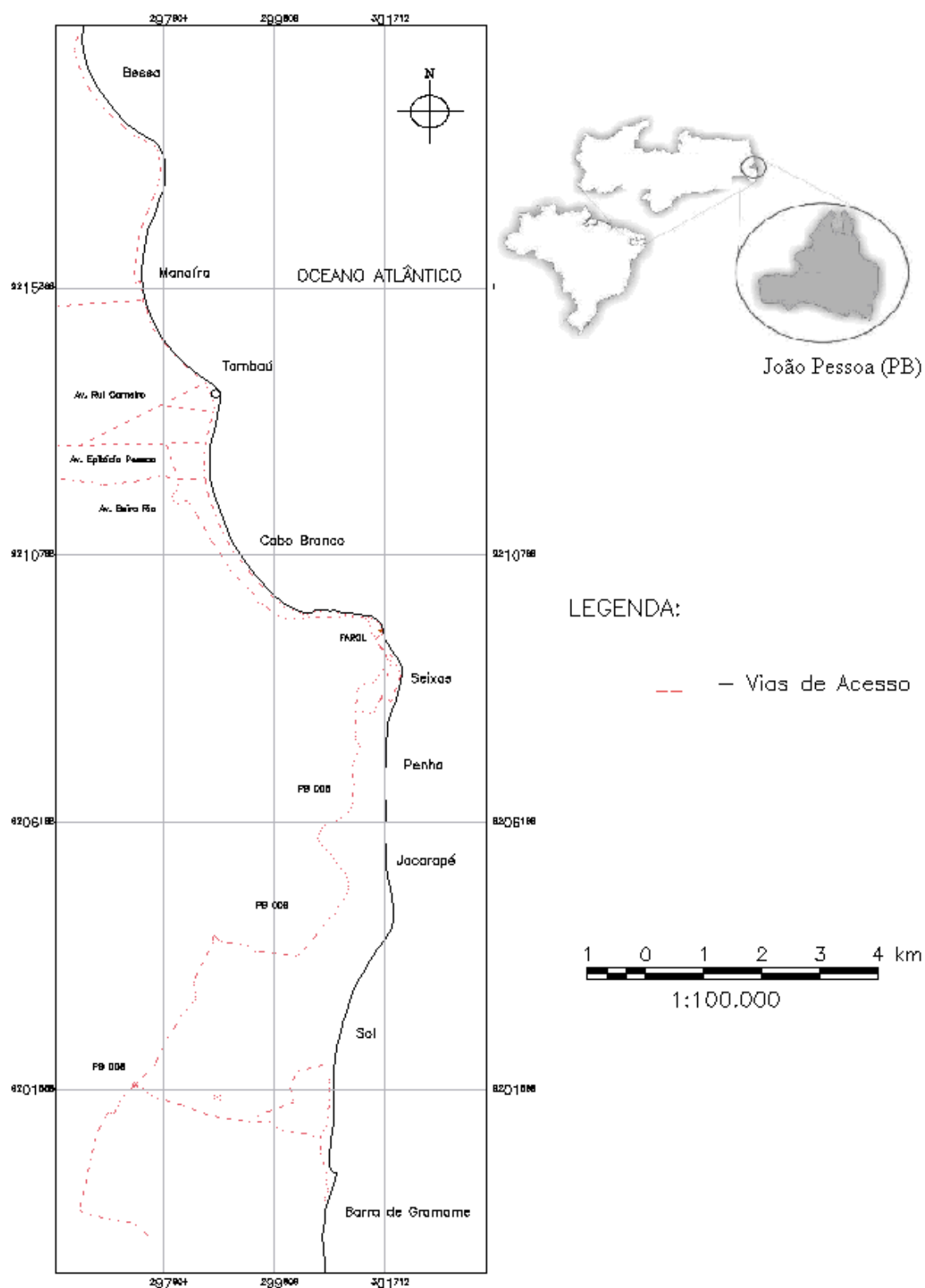


Figura 1.1 – Mapa de Localização da área em estudo. Base Cartográfica: Imagem de Satélite Quik Bird. Cedida pela PMJP/PB (2005).

2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

Neste capítulo serão apresentadas as principais características climáticas da área em estudo e uma caracterização dos processos costeiros atuantes, responsáveis pela dinâmica e conseqüente modelagem da linha de costa, como as ondas, marés e correntes.

2.1 Clima

O clima do Nordeste brasileiro é fortemente influenciado pela presença da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Trata-se de uma zona de baixa pressão atmosférica, com chuvas e trovoadas intensas, originada pela convergência dos ventos alíseos dos dois hemisférios, que normalmente migra sazonalmente de sua posição mais ao norte até posições mais ao sul, durante o verão austral. Quando a ZCIT está mais ao norte, situação mais comumente verificada nos meses de agosto a outubro, os ventos alísios de sudeste são mais intensos, ocorrendo uma progressiva diminuição da intensidade desses ventos à medida que a ZCIT migra em direção a linha do Equador, alcançando os valores mínimos anuais durante os meses de março e abril. Este movimento da ZCIT influencia o padrão de circulação oceânica e de correntes costeiras (Diniz, 2002).

De acordo com as divisões climáticas de Köppen, a área em estudo está incluída no clima tropical chuvoso, tipo As', quente e úmido com chuvas de outono e inverno, sem períodos frios.

As temperaturas médias variam muito pouco durante o ano e a área caracteriza-se por apresentar uma curta estação seca, que se estende de outubro a dezembro. De acordo com Neves (2003), a área possui grande homogeneidade sazonal e espacial da temperatura.

As temperaturas médias anuais ao longo da costa paraibana oscilam entre 22° C e 26,5° C, variando muito pouco durante o ano (Figura 2.1).

A pluviosidade média anual varia entre 1400 e 1800 mm por ano. (Figura 2.2). A estação com maior índice pluviométrico corresponde ao primeiro semestre do ano, ocorrendo em seguida um período seco não muito acentuado. O período chuvoso inicia-se no mês de janeiro, crescendo em fevereiro e consolidando-se já a partir de março, sendo que as maiores precipitações geralmente ocorrem entre os meses de abril e junho, enquanto que o período mais seco compreende os meses de setembro a dezembro. A precipitação média anual na normal de 30 anos ficou em 2.132,1 mm.

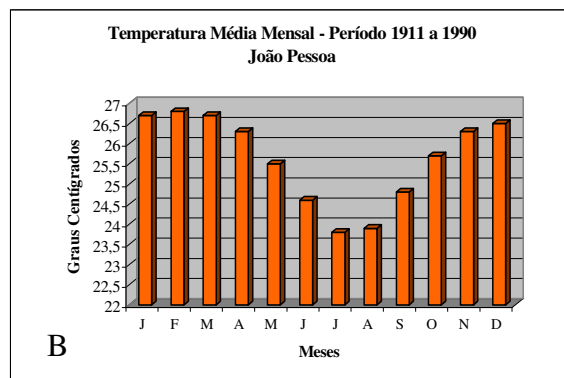
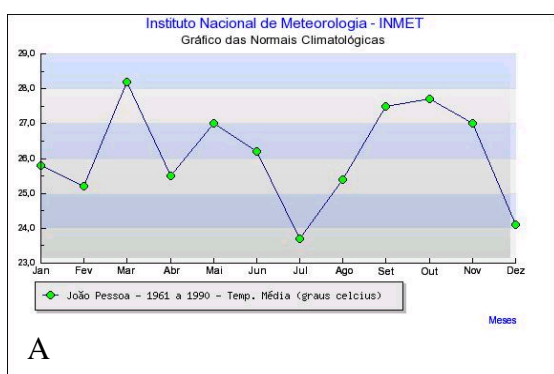


Figura 2.1 – Climatologia da cidade de João Pessoa. Dados de temperatura. O gráfico A mostras dados de temperatura num período entre 1961 e 1990 (Fonte: www.inmet.gov.br). O gráfico B mostra as temperaturas médias mensais para o período 1911 – 1990 obtidas a partir de estações meteorológicas de João Pessoa. (Neves, 2003).

O período de maior pluviosidade, compreendido entre abril e junho, corresponde a 61% desse índice. Mesmo nos meses mais secos a cidade de João Pessoa, recebe chuvas regulares, sendo que os índices ficam cerca de cinco vezes menores que durante os meses mais chuvosos.

Analisando a variação pluviométrica deste litoral, no período de 1994 a 1998, pode-se observar que as menores precipitações ocorreram no ano de 1998 e que, no ano de 1999, as chuvas praticamente foram normais. (Figura 2.2).

Segundo Heckendorff & Lima (1985) a umidade relativa do ar varia entre 80 e 85%. Embora a temperatura média seja elevada, a forte evaporação e a inversão da camada superior dos ventos alísios acentuam a tensão do vapor resultando em maior umidade (Neves, 2003). De acordo com a figura 2.3, a umidade relativa do ar (média), para o período de 1961 a 1990 indica uma amplitude percentual entre a máxima no mês de julho com 84% e a mínima nos meses de janeiro e setembro com 76,7%. A amplitude percentual da umidade relativa do ar se faz entre a máxima no mês de junho com 84,8% e a mínima nos meses de novembro e dezembro com 76,7%.

2.2 Ventos

Os ventos são os grandes responsáveis pela dinâmica costeira, tendo um papel importante na sedimentação litorânea e na formação das ondas, contribuindo, também, para a geração das correntes litorâneas. São caracterizados principalmente por sua velocidade e direção preferencial.

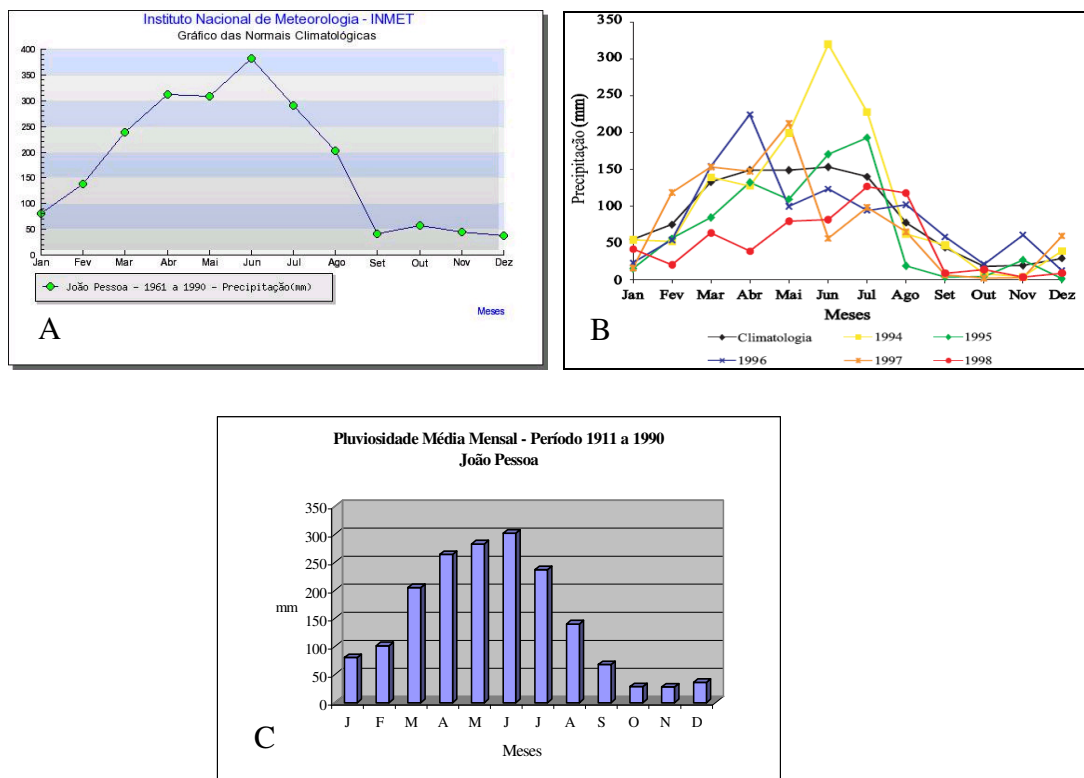


Figura 2.2 – Climatologia da cidade de João Pessoa. Dados de precipitação. (A) o gráfico mostra dados de precipitação num período entre 1961 e 1990 (Fonte: www.inmet.gov.br); (B) o gráfico mostra as variações pluviométricas para o litoral num período entre 1984 e 1998. (Fonte: Moraes Neto et al. 2007); (C) o gráfico mostra as precipitações médias mensais para o período 1911 – 1990 obtidas a partir de estações meteorológicas de João Pessoa. (Neves, 2003).

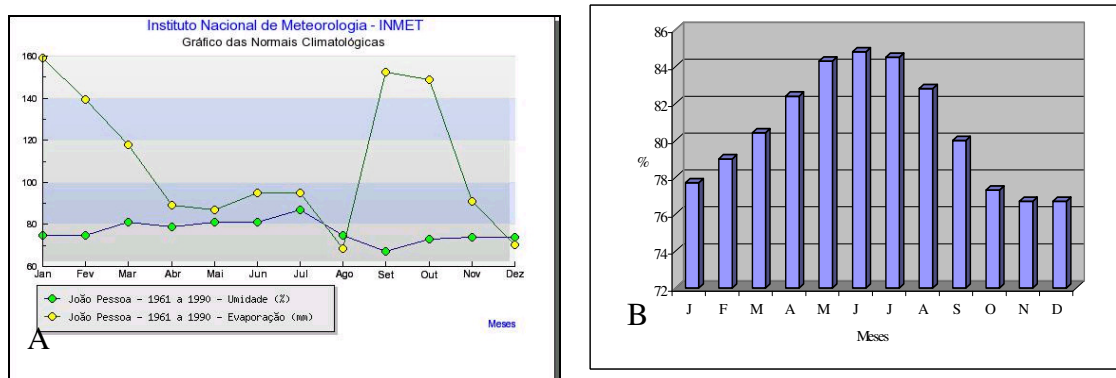


Figura 2.3 – Climatologia da cidade de João Pessoa. Dados de umidade relativa do ar e evaporação. O gráfico A mostra dados de umidade e evaporação num período entre 1961 e 1990 (Fonte: www.inmet.gov.br). O gráfico B mostra a umidade mensal para o período 1911 – 1990 obtidas a partir de estações meteorológicas de João Pessoa. (Neves, 2003).

As informações sobre o regime de ventos da área em estudo foram originadas pelos dados fornecidos pela Estação Meteorológica do Laboratório de Energia Solar/UFPB (Neves, 2003), para o período de 1987 a 1999. Foram utilizados também dados do relatório técnico

elaborado pelo INPH (Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias), para o Litoral de João Pessoa. No geral, a área em estudo é caracterizada por um clima de ventos estáveis, cuja velocidade e direção são bastante constantes ao longo do ano (Figura 2.4).

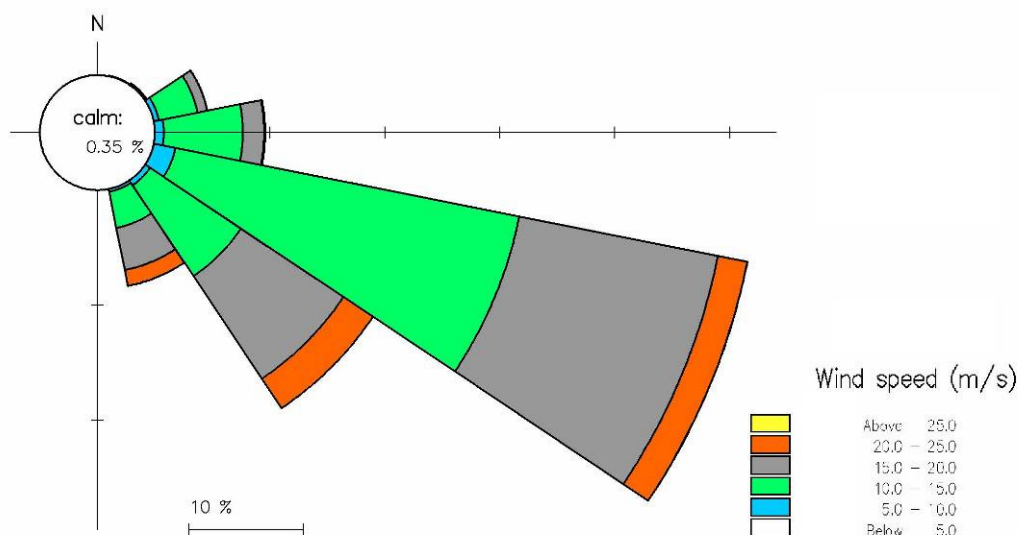


Figura 2.4 – Rosa anual de ventos baseada em dados de ventos entre 1996 e 2001.
Fonte: INPH (2001a).

De acordo com Neves (2003), predominam os ventos do quadrante SE durante todo o ano (frequência média de 64%) com velocidade média de 3m/s, sendo as maiores velocidades registradas nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, seguido pelos ventos de NE nos meses de julho, agosto, setembro e outubro com frequência média de 13,3%, com velocidade média de 3,5 m/s. Os ventos de Sul apresentam frequência de 10,2% e velocidade média de 2,5 m/s. Os ventos de E exibem frequência de 3,4% e velocidade média de 3,0 m/s, enquanto os de SSE apresentam frequência de 0,6% e velocidade média de 1m/s. (Figura 2.5).

De acordo com os dados de Reis (2001), referentes ao ano de 1999, a velocidade média mensal destes ventos foi de 6,0 m/s, atingindo valores maiores que 9,0 m/s entre os meses de julho e agosto (estação mais chuvosa), e mínimas de 3,0 m/s no mês de maio (Figura 2.6).

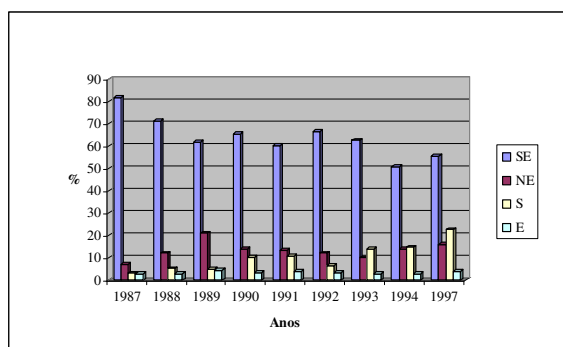


Figura 2.5 – Ventos predominantes na área em estudo, segundo sua direção, no período 1987/1997.
Fonte: Neves (2003).

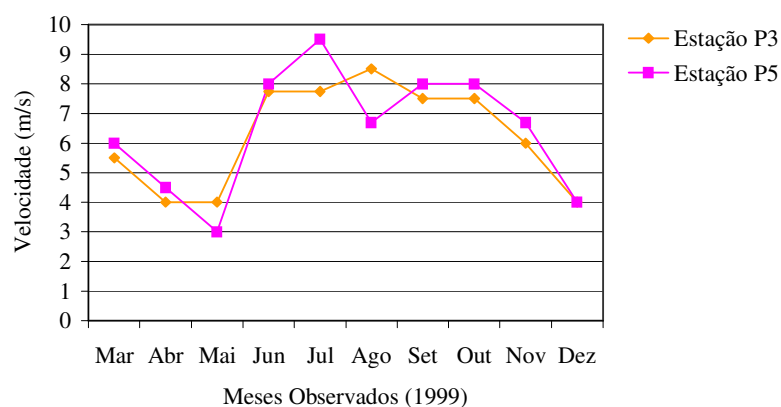


Figura 2.6 - Velocidade Média dos Ventos para o ano de 1999. Estação P3 (Praia do Cabo Branco) e P5 (Praia da Penha). Fonte: Reis (2001).

2.3 Parâmetros que influenciam os processos costeiros

De acordo com Diniz (2002) “os processos costeiros são fortemente influenciados pelos agentes dinâmicos atuantes, de forma que o conhecimento detalhado desses agentes é muito importante para o estudo dos fenômenos existentes e a compreensão da evolução geológica e geomorfológica das áreas costeiras, tanto em curto prazo, como a médio e longo prazo”.

Os ventos alíseos de SE, predominantes na área em estudo, representam um fator essencial na dinâmica litorânea. Estes ventos condicionam o sistema de ondas que atingem a costa e geram uma corrente de deriva de sentido preferencial S-N. A combinação da ação dos ventos, ondas e correntes, exerce um papel fundamental na configuração da linha de costa de João Pessoa.

Para o litoral de João Pessoa, existe uma carência de medições de parâmetros costeiros. Assim, os dados que serão apresentados neste capítulo, se baseiam em trabalhos realizados por vários autores e ainda alguns dados de campo obtidos ao longo desta pesquisa.

2.3.1 Morfologia da plataforma

Considerando os vários aspectos da morfologia da plataforma continental do Nordeste, Coutinho (1976) sugeriu dividi-la em três segmentos, denominando-os de plataforma interna (até a isóbata de -20m), média (entre -20 e -40m) e externa (entre -40 e -60m).

De acordo com Neves (2003), a plataforma continental do Estado da Paraíba caracteriza-se pela reduzida largura, águas relativamente quentes e elevada salinidade, com predominância de sedimentos carbonáticos. No trecho entre o rio Guajú e Miriri, ou seja, no litoral norte do Estado da Paraíba, a plataforma apresenta-se com largura entre 15 e 20 Km, com maior gradiente na batimetria e isóbatas que se dispõem paralelamente a linha de costa. A partir deste ponto começa a se alargar chegando até 35 Km. As isóbatas de 50-60 metros delimitam a quebra da plataforma.

2.3.2 Ondas

As ondas podem ser consideradas como perturbações na interface entre dois meios de densidades diferentes. Dentre os vários tipos de ondas que ocorrem no oceano estão as ondas superficiais de gravidade geradas pelo vento. As ondas superficiais de gravidade são a principal e mais constante forma de transporte da energia no mar, exercendo papel preponderante na determinação das feições costeiras e constituindo-se na mais efetiva ameaça às obras costeiras, à segurança da navegação e às operações navais (MMA, 2003).

O conhecimento do regime de ondas de uma região é de fundamental importância, pois elas atuam como importantes agentes de energia, podendo constituir-se na principal causa de erosão, e ainda, gerar diversos tipos de correntes e diferentes padrões de transporte de sedimentos.

Não existem disponíveis, para área estudada, medidas de longa duração do regime de ondas. Os dados que serão apresentados a seguir referem-se a publicações existentes e levantamentos de campo em alguns trechos da área de estudo.

A figura 2.7 mostra o regime de ondas para o litoral de João Pessoa (INPH, 2001a). Os dados revelam que o litoral da área em estudo apresenta em maior proporção ondas com alturas entre 0.5 e 1.5m, em média e com direção preferencial de Sudeste.

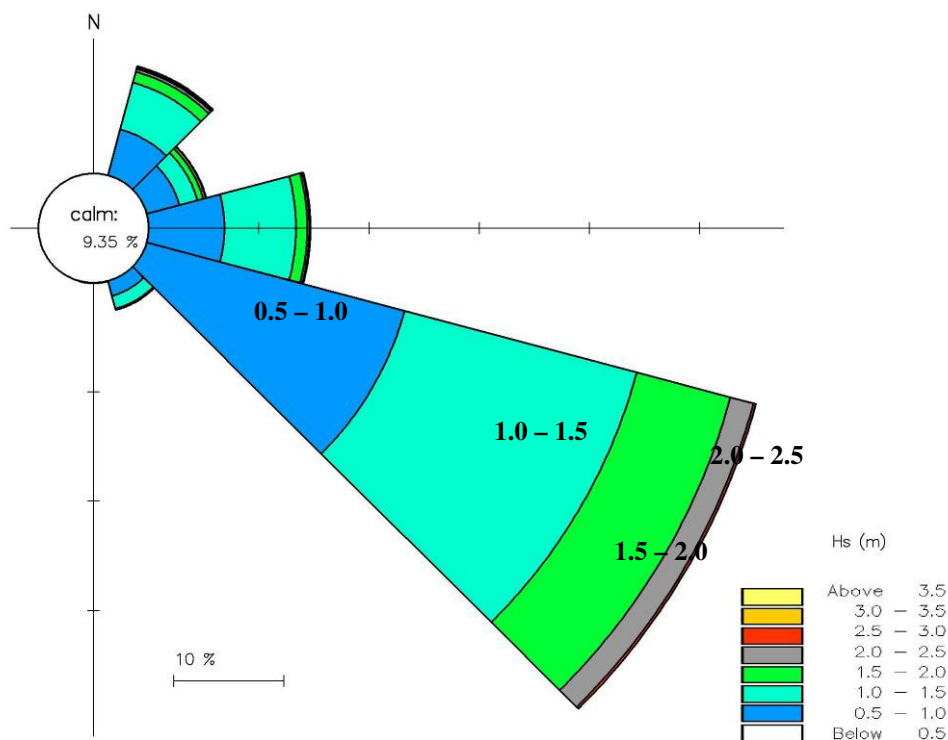


Figura 2.7 – Rosa das Ondas calculada para a região litorânea. Fonte: INPH (2001a).

De acordo com Neves (2003), para o litoral do Estado da Paraíba, as ondas mais freqüentes são oriundas de NE e E, com alturas de 1,0m e períodos de 5,0s, e de SE e SSE, com alturas de 1,5m e períodos de 6,5s.

A partir de observações efetuadas em algumas estações situadas nas praias da área de estudo é possível fazer algumas considerações sobre o regime de ondas atuantes no litoral de João Pessoa.

A altura média das ondas foi de 0.50m. Para o ano de 2006, a altura média máxima foi de 0,79m, para a praia do Bessa, e a média mínima de 0,26m, na praia da Penha. No geral, as praias do Bessa, Manaíra, Cabo Branco, Jacarapé, Sol e Gramame apresentaram as ondas mais altas do período. Nas demais praias não ultrapassaram 0.55m (Figura 2.8).

Os dados revelaram um período de onda (média anual) de 10,0s. O período médio mínimo (mensal) foi de 5,1s, no inverno, e máximo de 14,2s, no verão. O ângulo de incidência variou de 0° a 10°, sendo predominantemente do tipo mergulhante. (Figura 2.9).

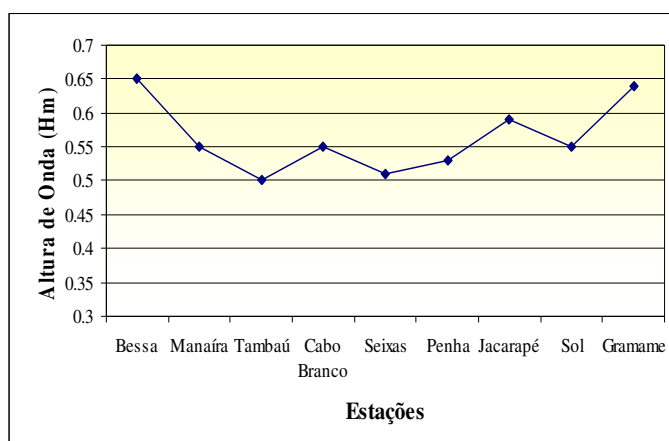


Figura 2.8 – Altura média das ondas do Litoral de João Pessoa, PB. Período: 2006-2007.

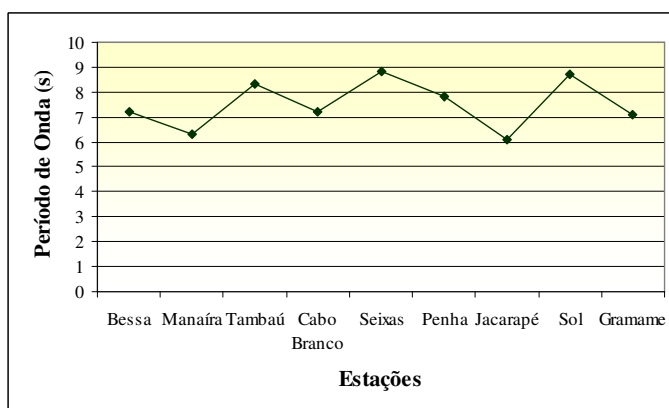


Figura 2.9 – Período médio das ondas do Litoral de João Pessoa, PB. Período: 2006-2007.

Ao longo da linha de costa da área em estudo existem várias feições criadas pela dinâmica das ondas. Destacam-se as pontas rochosas e as enseadas, formadas pelo ataque das ondas quando encontram as praias.

A distribuição da energia das ondas ao longo da área de estudo está relacionada com os padrões de convergência e divergência dos raios de ondas, em decorrência do processo de refração. Esses padrões de “trend” de ondas resultam na concentração e dispersão de energia, respectivamente (Furrier, 2007) (Figura 2.10).

Bloom (1978), conclui que a refração das ondas leva a uma gradual retificação da linha de costa, devido à erosão nas pontas e sedimentação nas baías. Alguns autores sugerem que outros parâmetros devem ser considerados, entre eles, a diferença de resistência do material ao longo da costa; o modelo de refração/difração; a batimetria; presença ou ausência de recife e sua morfologia, por exemplo.

As pontas (promontórios), localizadas na área em estudo (ponta do Bessa, ponta de Tambaú, ponta do Cabo Branco e ponta do Seixas) estão sujeitas à convergência dos raios de ondas. E foram caracterizadas pela intensa erosão.

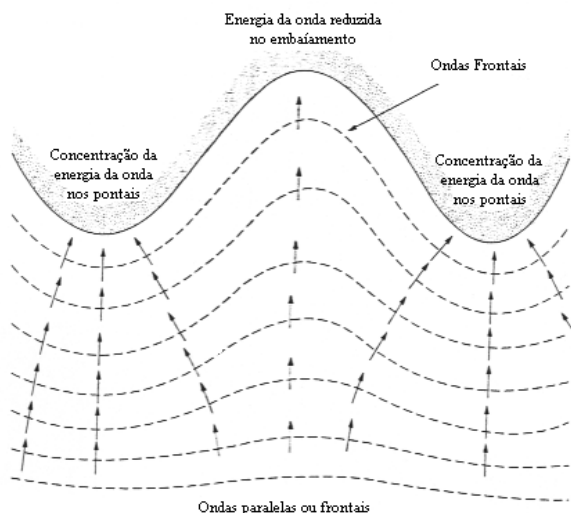


Figura 2.10 – Efeitos da morfologia costeira na distribuição da energia das ondas (French, 1997).

2.3.3 Marés

Além do mecanismo das ondas e correntes geradas por elas, o mecanismo das marés e ressacas (marés meteorológicas) também contribui para a caracterização das feições geomorfológicas costeiras.

No domínio costeiro, a amplitude da maré pode ser a causadora de profundas modificações no processo de sedimentação do litoral, seja acumulando ou erodindo a costa.

As mudanças contínuas de posição entre Sol, Lua e Terra, proporcionam a existência das marés astronômicas nos grandes corpos de água. Ventos soprando do mar e tempestades com queda abrupta de pressão atmosférica podem ocasionar rápidas elevações do nível médio do mar, constituindo as marés meteorológicas, ressacas ou ondas de tempestades. Quando estes fenômenos acontecem durante os períodos de marés de sizígia, praias arenosas baixas podem ser inundadas produzindo erosão e causando verdadeiras catástrofes. Quanto às marés astronômicas, as correntes que se estabelecem entre os períodos de baixa mar e de preamar só são significativas em termos de transporte de sedimentos em costas baixas com marés de grande amplitude.

A influência das marés no tipo de costa depende muito do inter-relacionamento das marés. O regime de marés é um outro fator determinante da geomorfologia de áreas costeiras. De acordo com Angulo (1996), se a diferença de marés é menor que dois metros (micromarés), a predominância é de ondas geradas pelos ventos nos processos costeiros, com ocorrência de praias, esporões, e ilhas barreiras; o que pode ser observado nas regiões sul e sudeste do Brasil. Por outro lado, regiões com diferença de marés maiores que 4 metros (macromarés), ou entre quatro e dois metros (mesomarés) são dominadas por planícies de marés e pântanos salgados, onde as ondas geradas pelo vento podem exercer alguma ação, mas em menor escala, a exemplo das costas das regiões nordeste do Brasil.

No ambiente de mesomarés, como é o caso da área estudada, e de acordo com os dados do Relatório de Inspeção Técnica elaborado pelo INPH (2001b) para o litoral de João Pessoa/PB, a amplitude da maré local atinge cerca de 2,70 metros. A maré do litoral é semidiurna e possui os seguintes níveis: Máxima preamar (3,00 m); Mínima preamar (0,00 m); Preamar média de Sizígia (2,44 m); e Preamar de Quadratura (1,68 m).

De acordo com Neves (2003), a planície costeira do Estado da Paraíba está submetida a mesomarés com características semidiurnas. Com baixa-mar mínima de sizígia de -0,3m e preamar máxima de sizígia registrada de 2,7 m.

2.3.4 Correntes costeiras

A circulação das águas costeiras apresenta características complexas devido à combinação de vários fatores: ondas superficiais, ondas internas, correntes de maré, correntes geradas pelos ventos, interação com as correntes oceânicas e vórtices que delas se desprendem etc. (MMA, 2003).

O transporte dos sedimentos no litoral, assim como as mudanças nas formas dos perfis praias são decorrentes da dinâmica das correntes geradas pelas ondas. De acordo com French (1997) há dois tipos de correntes geradas por ondas: correntes normais e correntes paralelas ou longitudinais. Estas duas formas de correntes são responsáveis pelo transporte litorâneo de sedimentos e pelas mudanças na morfologia costeira.

Quando as ondas incidem paralelamente à linha de costa, desenvolve-se um padrão de células de circulação, cada uma caracterizada por uma corrente longitudinal. A velocidade de uma corrente longitudinal varia em função do ângulo de incidência das ondas.

Numa consideração bastante ampla para a área estudada pode-se dizer que as ondas incidem “obliquamente” sobre as praias e, portanto, executam um transporte litorâneo de

sedimentos ao longo da costa, predominantemente de sul para norte. Ainda assim, a influência de vários fatores torna os fluxos bastante complexos, próximos ao litoral, como resultado da ação dos ventos, das marés e da interação entre fatores e a morfologia do ambiente.

De acordo com os dados do INPH (2001b), as correntes na área em estudo são predominantemente paralelas à costa, preferencialmente para o quadrante norte, influenciadas pelos ventos que sopraram no período do quadrante Sul. Quanto às intensidades das correntes no ponto medido, a 1,0m do fundo, variaram de 0,0 a 25,1 cm/s com um valor médio de 7,0 cm/s e direção média de 345° em relação ao norte verdadeiro (NV). A intensidade máxima observada foi de 25,1 cm/s na direção 351° (NV), ocorrida em 31 de março de 2001.

Medidas realizadas na área em estudo indicaram que as correntes são muito fracas, da ordem de 0,41m/s, em média. As médias mais baixas foram sentidas nas praias do Seixas e Penha. (Figura 2.11).

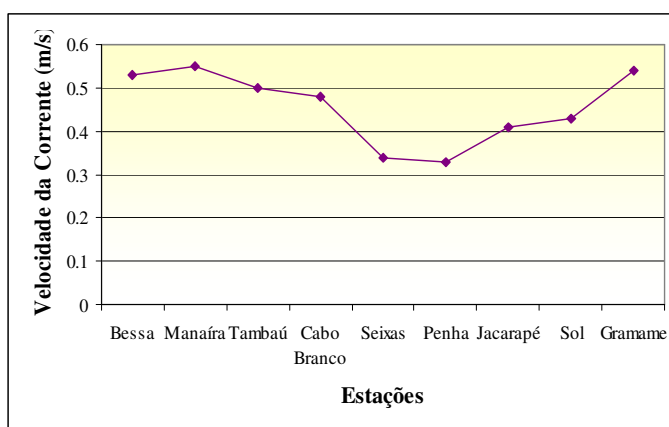


Figura 2.11 – Velocidade da Corrente de Deriva. Período: 2006-2007.

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA COSTEIRA

Este capítulo apresenta uma descrição sucinta da geologia e da geomorfologia costeira da área em estudo.

3.1 Métodos

Foram utilizadas como base para o mapeamento geológico-geomorfológico: as cartas topográficas folhas: H-12, I-12, J-12 e 13, K-13 e L-13, na escala 1: 10.000/ INCRA- PB-SUDENE (1985); o Mapa Geológico do Estado da Paraíba, na escala 1:500.000/ CPRM (2002). Foram obtidas informações a partir dos trabalhos de Monteiro (1989) e Coutinho (1967). Também foram analisadas as fotografias aéreas, na escala 1: 30.000/ Ministério da Aeronáutica, Projeto FAB - SUDENE (1969); as fotografias aéreas, na escala 1: 40.000/ INCRA, Terrafoto (1985); e as fotografias aéreas, na escala 1: 8.000/ MUBDJP (1998), complementadas com levantamentos de campo (Figura 3.1).

Para a confecção do mapa de tipo de falésias foram utilizadas informações de campo e analisadas imagens de satélite atuais. O objetivo do mapa é apresentar características acerca das falésias do litoral de João Pessoa, a fim de utilizá-las mais tarde (capítulo 7), como um dos parâmetros de determinação da vulnerabilidade à erosão costeira. Utilizou-se a metodologia proposta por Maine Geological Survey (2005), com algumas modificações (Figura 3.4).

3.2 Geologia regional e local

Toda a Faixa Costeira do Estado da Paraíba está inserida na Bacia Sedimentar Costeira Paraíba (Lima Filho, 1998) e a área estudada, especificamente, pertence à Sub - Bacia Alhandra. A Sub - Bacia Alhandra, limita-se ao Norte ao longo do lineamento Paraíba com a Sub - Bacia Canguaretama, e ao Sul, ao longo da falha de Goiana, com a Sub - Bacia Olinda (Mabesoone e Alheiros, 1988).

3.2.1 Formação Barreiras

Para Mabesoone et al., (1972), os depósitos da Formação Barreiras foram originados em ambiente fluvial e de corrida de lama, enquanto Bigarella e Popp (1966) destacam a existência de um clima úmido a semi-árido, com deposição do material em forma de leques aluviais, quando o nível do mar encontrava-se abaixo do atual. Esses depósitos se apresentam em forma de tabuleiros, com superfície relativamente plana e inclinada para o mar. Existem pequenos rios que cortam os tabuleiros, percorrem a planície costeira e atingem a praia.

O termo Formação Barreiras foi utilizado neste trabalho para indicar sedimentos clásticos, pobres em conteúdo fossilífero, de cores vivas e variadas, mal consolidados, correspondendo a areias, siltes, argilas e areias com seixos e cascalhos. Nas falésias, presentes em grandes trechos do litoral nordestino, a Formação Barreiras mostra-se composta por argilas coloridas, areias avermelhadas com níveis caulínicos, níveis conglomeráticos, possuindo matriz arenosa e comumente reunida por cimento ferruginoso.

Segundo Furrier (2007), é comum nos sedimentos desta formação a precipitação de óxido-hidróxido de ferro e alumínio. Tais concentrações formam níveis de ferricretes duros em vários patamares e, principalmente, na base das mesmas. Os ferricretes por apresentarem maior resistência à erosão formam terraços marinhos de abrasão e bancos rochosos, testemunhos do recuo das falésias (Fotos 3.1A e 3.1B).

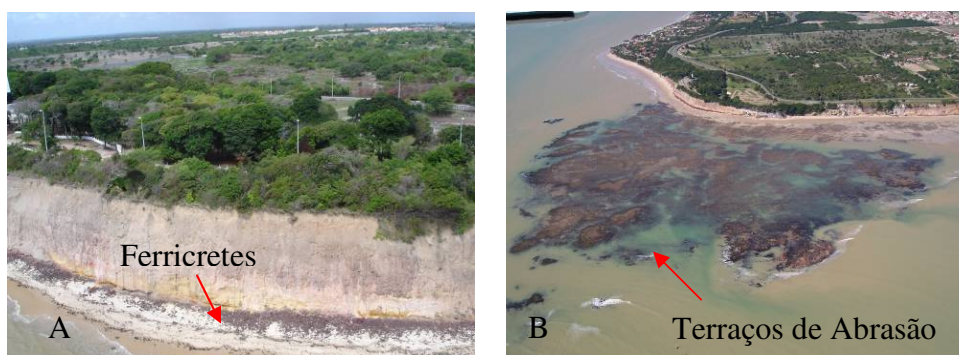


Foto 3.1 – Ferricretes da praia do Cabo Branco (A). Terraços de abrasão da ponta do Cabo Branco (B). Fonte: Fotos cedidas pela PMJP/SEPLAN (2007).

3.2.2 Depósitos Quaternários

A evolução quaternária da zona costeira brasileira foi controlada essencialmente pelas variações do nível relativo do mar. De acordo com Neves (2003), para a costa do Estado da Paraíba podem ser reconhecidos três episódios transgressivos durante o Quaternário: (1º

Episódio) Transgressão Mais Antiga que ocorreu após a deposição da Fm. Barreiras, cujos testemunhos estão preservados sob a forma de falésias mortas; (2º Episódio) Penúltima Transgressão que alcançou um máximo por volta de 120.000 anos A.P., deixando como testemunhos os terraços marinhos pleistocênicos; e (3º Episódio) a

Última Transgressão que alcançou um nível de mar alto por volta de 5100 anos AP, e deixou como testemunhos os terraços marinhos holocênicos.

Os depósitos quaternários abrangem uma fração considerável da área em estudo, no setor costeiro Norte de João Pessoa, estando em sua maioria, extremamente ocupados e descaracterizados pela ação antrópica. Estes depósitos estão representados pelos Depósitos Continentais (Leques Aluviais) e Marinhos/Transicionais (Terraços Marinhos Pleistocênicos e Holocênicos, Recifes Algálicos/Coralíneos, Depósitos de Mangue e Areias de Praia). Os depósitos marinhos/transicionais resultam da interação de vários fatores, tais como, oscilações do nível relativo do mar e dos processos dinâmicos costeiros, em decorrência das mudanças climáticas globais.

3.2.2.1 Leques Aluviais

De acordo com Monteiro (1989), os leques aluviais ocorrem em forma de canais, entalhados na Formação Barreiras, preenchidos com material cuja gênese ambiental é tipicamente fluvial de energia alta a média.

Para a área em estudo, entre a praia Barra de Gramame e Cabo Branco, setor costeiro Sul de João Pessoa, Monteiro (op. cit.) afirma que os sedimentos são constituídos de areias médias a grossas, com presença de cascalho maciço sustentado pela matriz e relacionado a fluxos sedimentares de gravidade. Este sugere ainda, que os sedimentos sejam característicos de regiões proximais de leques aluviais com fluxo de detritos, tendo como área fonte a própria Formação Barreiras (Foto 3.2).



Foto 3.2 – Leques Aluviais Pleistocênicos. Falésia do Cabo Branco (PB). Foto da autora, 2007.

3.2.2.2 Terraços Marinhos Pleistocênicos

Os terraços marinhos pleistocênicos têm sua origem relacionada à regressão subsequente à Penúltima Transgressão (120.000 a.P.) e apresentam uma altitude entre 8 a 10 metros. São representados por areias quartzosas finas e claras, geralmente lixiviadas, podendo gradar para areias acastanhadas a pretas impregnadas de ácidos orgânicos (Suguio, 1999).

Registros desses depósitos foram encontrados na planície do rio Gramame e praia do Arraial. São formados por sedimentos arenosos de coloração creme e granulação média a grossa, apresentando, porém, em sua base, uma coloração amarronzada e levemente cimentada devido à concentração de ácidos húmicos (Monteiro, 1989).

3.2.2.3 Terraços Marinhos Holocênicos

Os terraços marinhos se constituem em antigos relevos costeiros, representando paleolinhas praias que correspondem a diferentes fases transgressivas e regressivas, associadas, respectivamente, ao estágio interglacial e glacial do hemisfério Norte durante o quaternário (Suguio, 1999).

Constituem depósitos arenosos, normalmente posicionados a 4 e 5m acima do nível do mar atual. Sua construção está relacionada à Última Transgressão e Regressão subsequente (Bittencourt et al., 1979).

Na área em estudo ocupam uma faixa assimétrica e alongada, preferencialmente no sentido N-S, onde se desenvolveram os bairros do Bessa, Manaíra, Tambaú e Cabo Branco. Antigas linhas de cordões litorâneos foram ocupadas por casas, pousadas, restaurantes, clubes recreativos e abertura de vias de acesso. A presença dos terraços marinhos (5.100 anos A. P.), neste setor, proporcionou à área, uma planície costeira mais larga. Elas são formadas por areias quartzosas médias, inconsolidadas, de coloração branca ou ligeiramente bege e geralmente apresentam fragmentos de conchas. Distingue-se dos terraços pleistocênicos (120.000 anos A. P.), pela ausência de sedimentação escura na base, presença de fragmentos de conchas e apresentam a superfície ornamentada por cordões arenosos, mascarados em função da urbanização (Foto 3.3).

3.2.2.4 Recifes Algálicos/ Coralinos

Recifes de corais são formações rochosas edificadas por plantas e animais que secretam carbonato de cálcio. Estão limitados às regiões tropicais, em águas rasas entre 5 a 60 metros (Neves, 2003).

Estes encontram-se mais desenvolvidos no setor costeiro Norte, nas praias do Bessa e Tambaú. Na praia do Bessa formam recifes de franja e defronte a praia de Tambaú formam o recife de Picãozinho. Neste último, segundo Carvalho (1982), não foi constatada a presença de elemento litológico, apenas elementos biogênicos em testemunhos de até 2m de profundidade.

3.2.2.5 Depósitos de Mangue

Litologicamente, os depósitos de mangue são de natureza, granulometria e composição heterogênea, sendo encontrados sedimentos argilosos, siltosos, argilo-arenosos, depósitos orgânicos e material grosso, incluindo seixos rolados (Neves, 2003).

Na área em estudo ocorre de forma mais expressiva no estuário do rio Gramame. Menores ocorrências são encontradas no entorno de pequenas desembocaduras periodicamente obstruídas (maceiós).

3.2.2.6 Areias Praiais

As areias praias têm origens diversas. A principal contribuição provém do continente, transportadas pelos rios, enquanto outras fontes resultam da própria erosão costeira e outra parte significativa vem de elementos biodetríticos, especialmente em praias que apresentam formações recifais.

Komar (1983), diz que as areias praias formam as praias, e estas, resultam da acumulação de sedimentos inconsolidados de tamanhos diversos (areia, cascalho e seixo), que se estende em direção à costa, do nível médio de maré baixa até alguma alteração fisiográfica, como uma falésia, um campo de dunas ou até o local de fixação permanente da vegetação.

As areias praias são encontradas ao longo de toda a área em estudo apresentando granulometria variável, sendo as areias mais finas associadas às praias de menor declividade e/ou pontais com sinais erosivos.



Foto 3.3 – Fotografia Aérea mostrando parte da área de estudo (setor costeiro norte) onde os terraços marinhos holocênicos foram intensamente ocupados. Fonte: TERRAFOTO (1985). Escala: 1:65.000.

3.3 Geomorfologia Costeira

A faixa de praia estudada encontra-se na porção Leste da planície costeira no litoral do município de João Pessoa (PB), limitada pelas falésias dos sedimentos areno-argilosos de coloração avermelhada da Formação Barreiras, de idade plio-pleistocênica (unidade dominante na área).

A superfície dos tabuleiros com cotas entre 30 - 40 m, constitui elemento geomorfológico importante no desenvolvimento da planície costeira, cuja existência depende do maior ou menor recuo das falésias.

A planície costeira, com cotas inferiores a 5 m, é constituída por uma grande variedade de depósitos sedimentares, resultantes da interação de vários fatores, tais como, variações do nível relativo do mar, do aporte de sedimentos e dos processos dinâmicos em decorrência das mudanças climáticas globais.

3.3.1 O Ambiente Praial

A paisagem costeira atual constituída por praias, geralmente associadas às dunas costeiras em direção ao continente, e o ambiente de antepraia em direção ao mar, foram definidas depois da estabilização do nível do mar a menos de 7.000 anos.

A zona de praia estende-se desde o nível de baixa-mar (profundidade de interação das ondas com o substrato) até a linha de vegetação permanente (limite das ondas de ressacas), ou onde há mudança na fisiografia, como na zona de dunas ou de falésias.

A praia constitui um depósito de sedimentos inconsolidado que apresentam grande mobilidade. Desempenham um papel importante na proteção da costa, ao mesmo tempo em que são amplamente usadas para turismo e lazer.

O ambiente praial, na realidade, é um pouco mais amplo do que o termo praia. Estende-se de pontos permanentemente submersos, situados além da zona de arrebentação, onde as ondas de maior altura já não selecionam nem mobilizam, até a faixa de dunas e/ou escarpas que ficam à retaguarda do ambiente. O ambiente praial inclui as seguintes unidades morfológicas (Figura 3.2).

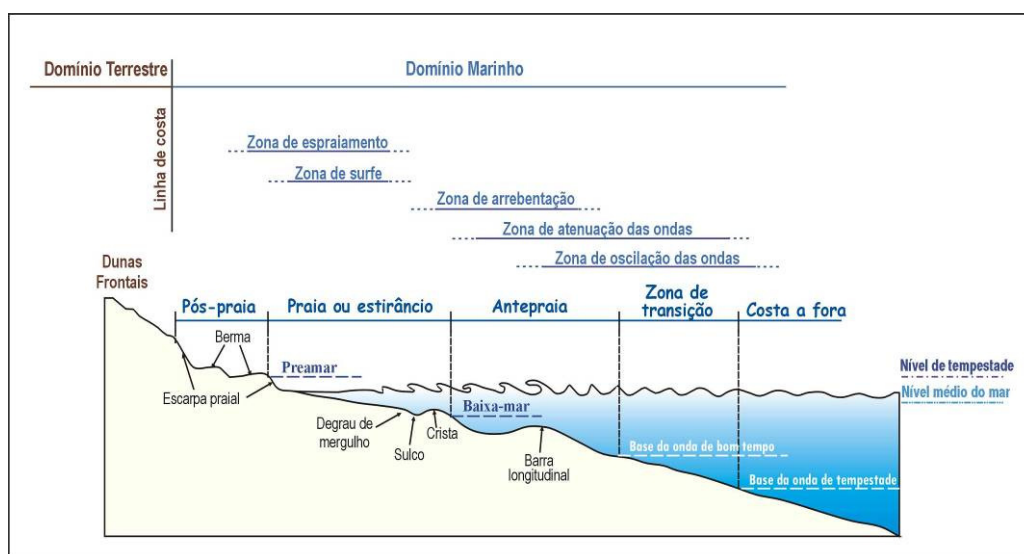


Figura 3.2 – Elementos morfológicos de uma praia arenosa (Duarte, 2002).

A duna frontal corresponde às dunas situadas a partir da alta praia em direção à planície costeira dispostas longitudinalmente em relação à linha de costa. Essas dunas constituem importantes fontes de sedimentos.

A pós-praia situa-se acima da linha de preamar, compreendendo uma faixa relativamente estreita atingida pela ação das ondas em ocasião de ressacas ou marés excepcionais. É separada do campo de dunas e do estirâncio por escarpa de praia, formada pela ação conjunta de ondas e marés (Duarte, 2002). De acordo com Reineck & Singh (1975), em direção ao continente podem ocorrer dunas, falésias e/ou outras feições morfológicas. Bigarella & Popp (1966) usam o termo pós-praia para designar a faixa de praia que fica entre a antepraia (limite de espraçamento das ondas normais) e as dunas frontais (alcance máximo das ondas de tempestade ou marés muito altas).

A praia, estirâncio ou face litorânea são termos utilizados para situar a porção da praia lavada diariamente pelas ondas e marés correspondendo à parte do ambiente praial que sofre normalmente a ação das marés e os efeitos do espraçamento das ondas após a arrebentação (U.S. Army, 1973). Corresponde também a área, disponível para fins recreativos, depende de vários fatores, dos quais os mais importantes são a sua inclinação e o estágio da maré em um dado momento (MMA, 2003).

A antepraia é a zona que se inicia no nível médio de maré baixa e estende-se mar adentro, além da zona de arrebentação, até a base da onda de bom tempo. Representa uma zona de máxima movimentação de sedimentos. Em direção à costa, limita-se com o estirâncio, rumo ao mar, com a zona de transição (MMA, 2003).

3.3.2 Geomorfologia do Litoral de João Pessoa (PB)

A área em estudo apresenta uma morfologia costeira onde se destacam dois domínios geomorfológicos distintos, os Baixos Planaltos Costeiros e a Baixada Litorânea. Os Baixos Planaltos Costeiros ou Tabuleiros Costeiros são sustentados pelos sedimentos da Formação Barreiras e é a unidade predominante no setor costeiro Sul. No geral, apresentam-se com superfícies aplainadas, suavemente inclinadas para o mar. São interrompidos abruptamente, a Leste, pelas Falésias Marinhas Vivas (ativas) ou Mortas (inativas). A Baixada Litorânea corresponde aos terrenos planos de baixa altitude formada por sedimentos depositados no Quaternário. Apresentam formas variadas que resultam da acumulação de sedimentos marinhos e continentais.

A linha de costa de João Pessoa apresenta uma configuração morfológica caracterizada pela alternância de enseadas e pontas rochosas, formando praias de grande valor cênico. As diversas feições morfológicas observadas correspondem a uma repetição em escala reduzida do que ocorre no litoral paraibano, caracterizado, no geral, por praias estreitas e arenosas que formam pequenas enseadas, interrompidas pelo avanço dos tabuleiros até o mar e pelos estuários dos rios que drenam para o oceano.

Visando caracterizar a morfologia do litoral de João Pessoa, optou-se por descrevê-lo em dois setores costeiros, o norte e o sul.

3.3.2.1 Setor Costeiro Norte

O Setor Costeiro Norte apresenta uma linha de costa com comprimento de aproximadamente 11,42 Km, correspondendo à cerca de 46,32 % da linha de costa estudada. Estão incluídas neste setor as praias do Bessa, Manaíra, Tambaú, e a parte Norte da praia do Cabo Branco.

Neste setor, as falésias estão mais recuadas e favoreceram a existência de uma planície costeira mais extensa, que constitui o compartimento de maior representatividade no setor. Sobre essa planície, desenvolvem-se os terraços marinhos holocênicos, os depósitos de mangue, e os depósitos atuais de praia. Nela estão inseridas as três importantes enseadas que marcam a morfologia do litoral pessoense. A primeira enseada está localizada entre a Ponta de Campina (Cabedelo) e a ponta do Bessa, formando as praias de Intermares e Bessa. A segunda, inclui as praias de Manaíra e Tambaú e está localizada entre a ponta do Bessa e ponta de Tambaú. A terceira, e mais extensa enseada, está compreendida por pontas rochosas, sendo a mais importante delas a do Cabo Branco, que forma uma enseada com a ponta do Seixas, que é o ponto mais oriental das Américas.

As praias deste setor são compostas por sedimentos arenosos e fragmentos de conchas. A pós-praia, quando exposta apresenta pouca vegetação e largura média em torno de 10 metros. E a face de praia apresenta inclinação inferior a 10°.

Os recifes ocorrem descontinuamente ao longo do setor, defronte as praias do Bessa e Tambaú. Na praia de Tambaú, eles ocorrem submersos a uma distância de aproximadamente 700 m da linha de costa, emergindo na maré baixa (Foto 3.4). Essas formações desempenham papel importante na evolução da morfologia recente da costa. São orgânicos formados por corais e/ou algas calcárias.

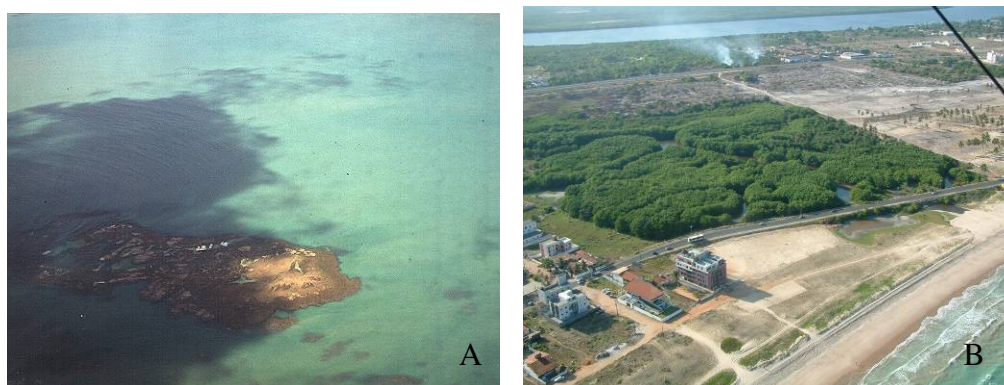


Foto 3.4 – Recifes da praia de Tambaú – João Pessoa. (Dominguez, 2000. In: Neves, 2003) (A). Manguezal do Rio Jaguaribe, Praia do Bessa – João Pessoa. (Foto: Ricardo Paulo, 2002) (B).

3.3.2.2 Setor Costeiro Sul

O setor costeiro sul corresponde ao trecho do litoral de João Pessoa, entre as falésias vivas da praia do Cabo Branco e a foz do Rio Gramame. Apresenta uma linha de costa com comprimento de aproximadamente 13,23 Km, que corresponde a cerca de 53,67 % da linha de costa estudada. Estão incluídas neste setor a parte sul da praia do Cabo Branco, a praia do Seixas, Penha, Arraial, Jacarapé, Sol e Barra de Gramame.

Caracteriza-se principalmente, por ser um trecho constituído essencialmente pelos tabuleiros costeiros, entrecortados por seis micro-bacias hidrográficas, compostas pelos rios Cabelo, Aratú, Jacarapé, Cuiá, Camurupim e Gramame.

Os tabuleiros costeiros desenvolvem-se sobre uma superfície com topografia plana a suavemente ondulada, com cotas topográficas em torno de 26 metros, e com ligeira inclinação no sentido do oceano. Eles representam um elemento geomorfológico importante para o setor, tendo em vista o desenvolvimento das planícies costeiras, cuja existência depende do maior ou menor recuo das falésias.

No setor costeiro sul, as falésias vivas talvez sejam um dos tipos mais notáveis da morfologia costeira, podendo ocorrer, em formas distintas, em função dos processos costeiros atuantes, e mais representativos naquela região. O perfil das falésias apresenta-se, no geral, de forma vertical (Figura 3.3).

Ao longo do setor ocorrem cerca de 9 km de falésias esculpidas nos sedimentos da Formação Barreiras. Destas, 4 km são de falésias vivas, submetidas constantemente à ação marinha, e consistem em importantes fornecedoras de sedimentos para praias vizinhas.

Destacam-se as falésias da praia do Cabo Branco, Sol, Jacarapé e Barra de Gramame (Foto 3.5). Nesta última, estão as falésias mais conservadas em termos de ocupação urbana. Em alguns trechos do litoral, como na Ponta do Cabo Branco, vê-se uma grande quantidade de blocos desmoronados de tamanhos variados. Os mais antigos formam uma espécie de terraço de abrasão, próximos a linha de praia.



Foto 3.5 - Falésias Vivas do Jacarapé (A). Detalhe da morfologia da Praia Barra de Gramame (B).
Fotos da autora, 2006.

A linha de falésias mortas, que marca o limite entre os sedimentos da Formação Barreiras e os Terraços Marinhos Holocênicos, nas praias do Seixas e Penha, serviram de ponte de apoio para a formação dos feixes de cordões litorâneos, ocupados pelo bairro do Seixas. Esses antigos cordões litorâneos deram forma à planície costeira, alongada no sentido N-S.

As praias são estreitas e arenosas, constantemente submetidas à ação combinada das ondas, correntes e marés, algumas chegando a ficar totalmente submersas durante a preamar. A largura média não ultrapassa 30 metros. A pós-praia, quando presente, corresponde ao trecho com ocupação humana, próximo às desembocaduras dos rios. A face de praia apresentou declividade entre 6° e 11°.

O limite Sul da área em estudo é limitado pelo estuário do rio Gramame, onde ocorre um esporão ou barra arenosa. De acordo com Santos (2004), essas barras podem ser definida como “aberturas de comunicação dos corpos d’água na linha de costa”.

Essas aberturas sofrem influências da dinâmica costeira (ondas, marés, ventos e deriva litorânea), bem como do balanço hídrico regional e do aporte sedimentar continental. Essas influências são responsáveis pela grande mobilidade dos esporões arenosos que ora são largos, ora são estreitos, configurando-se assim como setor costeiro de grande instabilidade.

Os depósitos de mangue ocorrem nas desembocaduras dos rios Cabelo, Aratú, Jacarapé, Cuiá, Camurupim e Gramame.

3.3.4 Tipos de falésias de João Pessoa (PB).

A declividade, a forma, a composição e a quantidade de vegetação que recobre uma falésia estão relacionadas diretamente com a susceptibilidade da face da escarpa à erosão contínua. A erosão de uma falésia resulta em mudanças da linha de costa, que por si só, não são vistas como um risco. No entanto, quando a erosão ameaça algo de valor, como casas, restaurantes, hotéis, entre outras edificações, localizadas nas proximidades da crista das falésias, é que o processo se torna um problema (Maine Geological Survey, 2005).

Neste trabalho, as falésias são definidas como um declive íngreme da linha de costa formada por sedimentos pouco compactados (Figura 3.3).

Vários processos podem conduzir à erosão das falésias. As águas pluviais podem infiltrar no pacote sedimentar encharcando e favorecendo desmoronamentos de terra e sedimentos para as praias. Sazonalmente, por ocasião das marés altas, inundações e ação das ondas, os sedimentos depositados na base das falésias podem ser lavados, removendo-os e solapando o sopé das falésias, originando verdadeiras cavidades, que por força da gravidade são puxados para baixo (Foto 3.6).

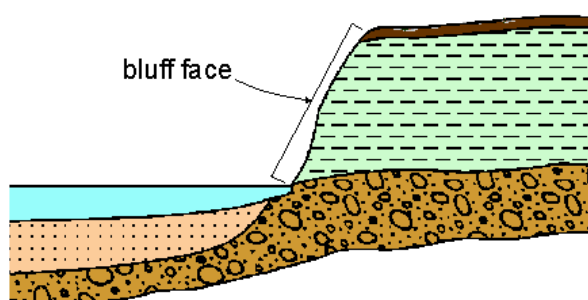


Figura 3.3 - A figura mostra o perfil de uma falésia destacando a inclinação de sua face.
Fonte: Maine Geological Survey (2005).



Foto 3.6 - Cavidades formadas pela ação das ondas na base das falésias vivas da ponta do Cabo Branco. Fotos da autora (agosto/2007).

Até certo ponto as falésias podem ser afetadas por todos esses processos. Porém, a taxa de erosão pode variar de um local para outro. A figura 3.4 apresenta os tipos de falésias de João Pessoa. O mesmo ajuda a identificar trechos da linha de costa com maiores riscos de erosão costeira. As faixas coloridas e padronizadas representam a classificação da falésia e o contorno da linha de costa. As cores indicam a estabilidade relativa da face escarpada. Faces escarpadas menos estáveis são mais suscetíveis à erosão. A largura da faixa colorida é só para propósitos de ilustração, e não indica a largura da área de estabilidade de erosão. A figura mostra somente uma informação geral sobre a estabilidade das escarpas. As informações retratam apenas uma inspeção visual da costa realizada durante os trabalhos de campo, no decorrer da pesquisa.

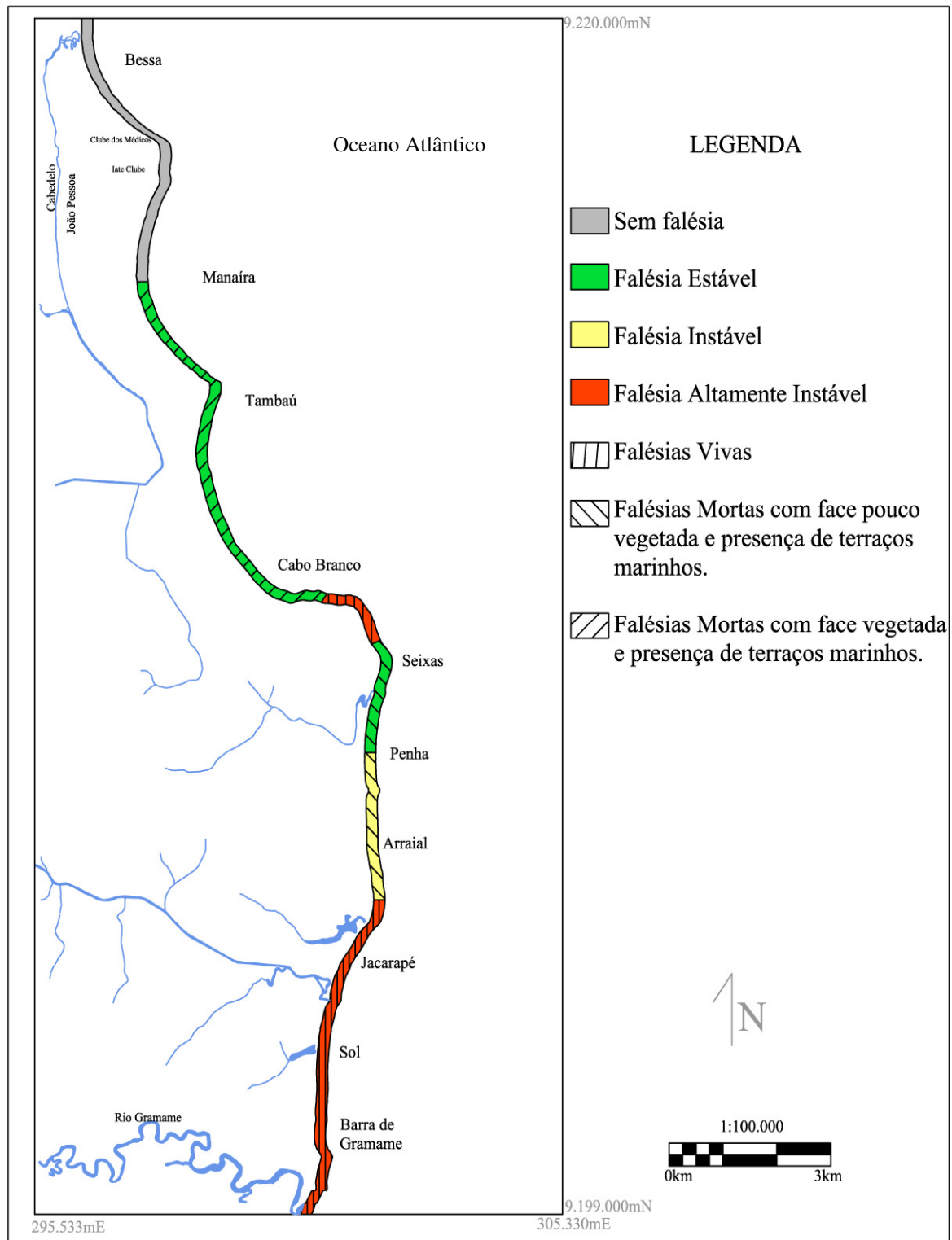


Figura 3.4 – Mapa de tipos de falésias do Litoral de João Pessoa, PB.
Base Cartográfica: SUDENE (1969); TERRAFOTO (1985)

4. VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA EM MÉDIO PRAZO

4.1 Métodos

Para caracterizar as variações morfológicas horizontais ocorridas num período de 36 anos (1969-2005), optou-se por dividir os setores costeiros (Norte e Sul) da área em estudo, em sete sub-setores (Figura 4.1).

As variações da linha de costa (valores expressos em metros/ano) estão apresentadas no Quadro 4.1.

Para confeccionar os mapas que mostram o comportamento da linha de costa, por sub-setores, para o litoral de João Pessoa foram utilizados os seguintes materiais: a) as Fotografias Aéreas levantadas em 1969, escala: 1:30.000; b) as fotografias aéreas levantadas em 1985, escala: 1:40.000; c) a Imagem de Satélite “Quick Bird”, ano 2005, fornecida pela SEPLAN/PMJP.

4.2 Definição de linha de costa

Bird (1970) define linha de costa (coastline) como uma zona entre a margem da água no nível da maré baixa e o limite em direção a terra sobre a ação das ondas. Já a linha de praia (shoreline), é estritamente a margem da água que migra de acordo com as marés.

Para Muehe (1995), a linha de praia (shoreline) é o limite da rampa de “swash” (máximo da maré alta) no intervalo de tempo de observação, ou seja, a linha de praia muda segundo a altura da maré. Este autor concorda com Thurman (1994) que define linha de praia (shoreline) como a margem da água que estritamente oscila de acordo com a maré.

De acordo com Diniz (2002), a linha de costa pode ser definida como a linha que separa o continente do oceano, sofrendo constantes mudanças, como resultado dos fenômenos naturais e processos antrópicos que ali atuam. Este mesmo autor afirma que quando a linha de costa avança em direção ao oceano, tem-se um acréscimo da área continental, num processo chamado de progradação. Por outro lado, quando a linha de costa recua continente adentro, eliminando uma porção da área continental, tem-se o fenômeno conhecido como erosão

costeira. Se a porção da área continental, atingida pelo avanço do mar, estiver ocupada por estruturas fixas (antrópicas), o fenômeno, então, é visto como um problema.

Por fim, optou-se por definir a “linha de costa” como uma linha que se encontra inserida na região litorânea, numa faixa submetida a uma dinâmica complexa, onde interage, conjuntamente ou de forma isolada, um grande número de processos de origem continental e marinha. Ela pode ser associada à existência de feições praiais como linha de falésias ou linha de vegetação, podendo estar, muitas vezes, estabilizada pela intervenção humana, como acontece nas praias do Bessa, Manaíra, Tambaú, Cabo Branco e Seixas.

4.2.1 Critérios para determinação da linha de costa

De acordo com Dolan et al. (1991), os dois tipos fundamentais de elementos utilizados para definir a posição de linha de costa são as cartas topográficas e as fotografias aéreas. Estes autores destacam também a existência de erros nas informações inerentes ao processo que lhes deu origem, como também, à deformação inerente a qualquer representação gráfica da realidade.

Ao estudar as variações da linha de costa deve-se considerar, primeiramente, a definição da linha de costa e, posteriormente, deve-se escolher um método mais confiável e compatível com os documentos que serão utilizados para definir tais linhas para épocas distintas. Deve-se definir um “proxy”, ou seja, uma referência mais adequada ao nível de detalhamento exigido pelo objetivo do trabalho.

Segundo Ferreira et al (1994), existem métodos diversificados para determinar as taxas médias de variação da linha de costa que utilizam diferentes referências (base da falésia, topo da falésia, pós-praia/ estirâncio, linha da maré alta, linha do zero hidrográfico, linha ao nível médio do mar, etc.) bem como diferentes documentos (fotografias aéreas verticais, cartas, mapas, imagens de satélite, radar etc.). As taxas médias determinadas para o mesmo período utilizando métodos diferentes geralmente fornecem valores ligeiramente diferentes.

Outras questões importantes, na análise da variação da linha de costa são: o período analisado e a época do ano. Diversos autores afirmam ser importante ter em mente, que a erosão costeira não é um fenômeno que ocorre de forma absolutamente continuada, nem em ritmo constante. Portanto, há anos em que a erosão é maior, e outros, em que quase não há erosão ou se verifica mesmo uma progradação.

A escala, a extensão e variabilidade do setor costeiro analisado são, também, fatores importantes, uma vez que, a análise de fotografias aéreas ou mapas com escalas menores

fornece resultados mais confiáveis do que quando essa documentação tem escalas maiores. Além disso, em trechos muito extensos, e/ou em que a variabilidade das características é grande, as taxas médias de variação da linha de costa apresentam menor confiabilidade do que quando esses trechos são de menor extensão e/ou a variabilidade é pequena.

Diversos autores concluem que os estudos sobre deslocamento da linha de costa têm demonstrado que o mapeamento da marca da linha máxima das preamaras, usando fotografias aéreas, sofre grandes flutuações sazonais e, por isso, é o indicador menos apropriado do que a linha de vegetação, as escarpas costeiras e as estruturas de engenharia.

A linha de vegetação é o indicador biológico do limite superior alcançado pelas enchentes de preamar e representa um marcador ideal para delimitar o movimento da linha de costa, seja através de sua identificação em documentos cartográficos, seja diretamente no campo. A linha de vegetação é controlada pela enchente na pós-praia e geralmente se encontra entre 0,3 a 2,0 metros acima do nível do mar.

As escarpas costeiras constituem um excelente indicador do movimento da linha de costa, em médio, longo ou curtos prazos. Quando ativas, fornecem a posição da linha de costa, naquele momento.

Em algumas praias a feição da linha de costa mais proeminente é a presença de estruturas artificiais costeiras construídas paralelas à praia, tais como: enrocamentos, revestimentos e muros para proteção da retaguarda. Nesta situação, a estrutura deve ser considerada como limite da linha de costa em direção ao continente, e poderia ser usada para monitorar o movimento desta no campo.

Neste trabalho optou-se por definir como “proxy”, a “linha” que marca a extensão da preamar em direção ao continente. Assim, o movimento da linha de costa foi cartografado pela identificação de feições como: as escarpas costeiras (base das falésias vivas), linha de vegetação da pós-praia e a presença de estruturas artificiais. As alterações observadas na linha de costa do município de João Pessoa, durante o intervalo de tempo considerado nesta pesquisa (36 anos), foram obtidas, a partir da análise sequencial de fotografias aéreas e imagem de satélite e serão apresentadas neste capítulo.

4.3 Setor Costeiro Norte

O Setor Costeiro Norte foi subdividido em três sub-setores. O sub-setor A (praia do Bessa); o sub-setor B (praias de Manaíra e Tambaú); e o sub-setor C (Enseada do Cabo Branco) (Figura 4.1).

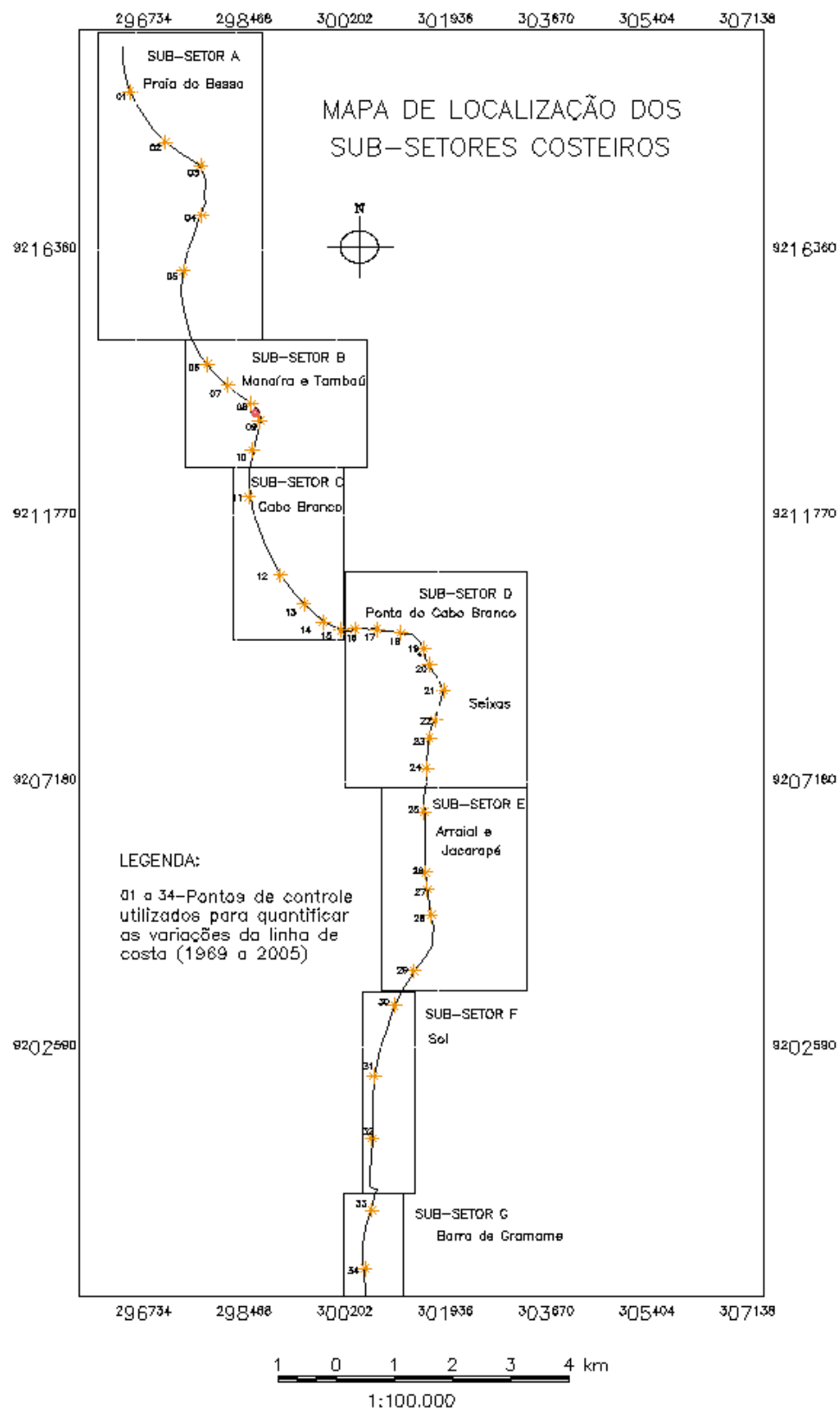


Figura 4.1 – Mapa de Localização dos Sub-Setores Costeiros, João Pessoa (PB).
Base cartográfica : SUDENE (1:10.000).

Quadro 4.1 - Variações da linha de costa (em metros) tomando-se por base a linha de costa de 1969. *pontos enumerados de Norte para Sul de cada setor.

Sector Costeiro	Sub-Sectores	Pontos	Localização dos Pontos (UTM)	1969-1985	1985-2005
Norte	(A) Bessa	1*	297.621mE e 9.219.077mN	+ 3,28	+3,60
		2	297.268mE e 9.218.212mN	-12,97	-23,48
		3	297.858mE e 9.217.808mN	-15,40	-18,13
		4	297.872mE e 9.216.957mN	-9,27	-9,27
		5	297.547mE e 9.215.999mN	-9,24	+13,85
				Σ -43,6	Σ - 33,43
	(B) Manaíra e Tambaú	6	297.969mE e 9.214.389mN	+5,22	-15,03
		7	298.324mE e 9.214.030mN	+12,33	-17,62
		8	298.725mE e 9.213.705mN	+4,40	+3,13
		9	298.868mE e 9.213.412mN	+25,57	-11,34
		10	298.729mE e 9.212.918mN	+33,86	+18,18
				Σ +81,38	Σ -2,68
	(C) Enseada do Cabo Branco	11	298.677mE e 9.212.097mN	+3,44	+50,57
		12	299.226mE e 9.210.743mN	-1,15	+39,07
		13	299.628mE e 9.210.245mN	0	+24,42
		14	299.959mE e 9.209.931mN	+3,22	-1,66
		15	300.265mE e 9.209.791 N	-2,64	-7,02
				Σ +2,87	Σ +105,38
Sul	(D) Seixas e Penha	16	300.502mE e 9.209.816mN	+0,53	+1,51
		17	300.893mE e 9.209.816mN	0	-13,83
		18	301.299mE e 9.209.759mN	-1,53	-13,00
		19	301.690mE e 9.209.841mN	0	-16,33
		20	301.790mE e 9.209.200mN	+0,57	-7,07
		21	302.029mE e 9.208.758mN	+4,45	-39,93
		22	301.883mE e 9.208.249mN	+2,48	-10,10
		23	301.789mE e 9.207.937mN	-3,95	-25,45
		24	301.732mE e 9.207.413mN	-0,97	+0,14
				Σ +1,58	Σ -124,06
	(E) Arraial e Jacarapé	25	301.693mE e 9.206.664mN	+6,59	+0,97
		26	301.729mE e 9.205.620mN	+3,67	-3,35
		27	301.740mE e 9.205.328mN	-1,79	+2,89
		28	301.531mE e 9.204.885mN	-18,00	0
		29	301.531mE e 9. 203.929mN	+0,77	+8,97
				Σ -8,76	Σ +9,8
	(F) Sol	30	301.184mE e 9.203.315mN	-29,61	-6,35
		31	300.840mE e 9.202.101mN	-1,07	-16,41
		32	300.802mE e 9.201.022mN	-4,78	-1,31
				Σ -35,46	Σ -14,59
	(G) Gramame	33	300.800mE e 9.199.776mN	-66,32	-12,23
		34	300.691mE e 9.198.773mN	-16,92	-12,85
				Σ -83,24	Σ -25,08

4.3.1 Praia do Bessa (Sub-Sector A)

A praia do Bessa está localizada no limite Norte da área em estudo. É a primeira praia, de Norte para Sul, do sector costeiro Norte. É uma típica praia de enseada de grande concavidade, aproximadamente 3,57 km, cujas extremidades são guarnecidas por

afloramentos rochosos que lhes garantem a morfologia atual. A largura média atual da praia é de 45 metros (Figura 4.1).

O primeiro setor considerado, para observações das variações morfológicas horizontais, equivale a um trecho de aproximadamente 6 km de linha de costa. Na figura 4.1, este setor foi denominado de Sub-Setor (A).

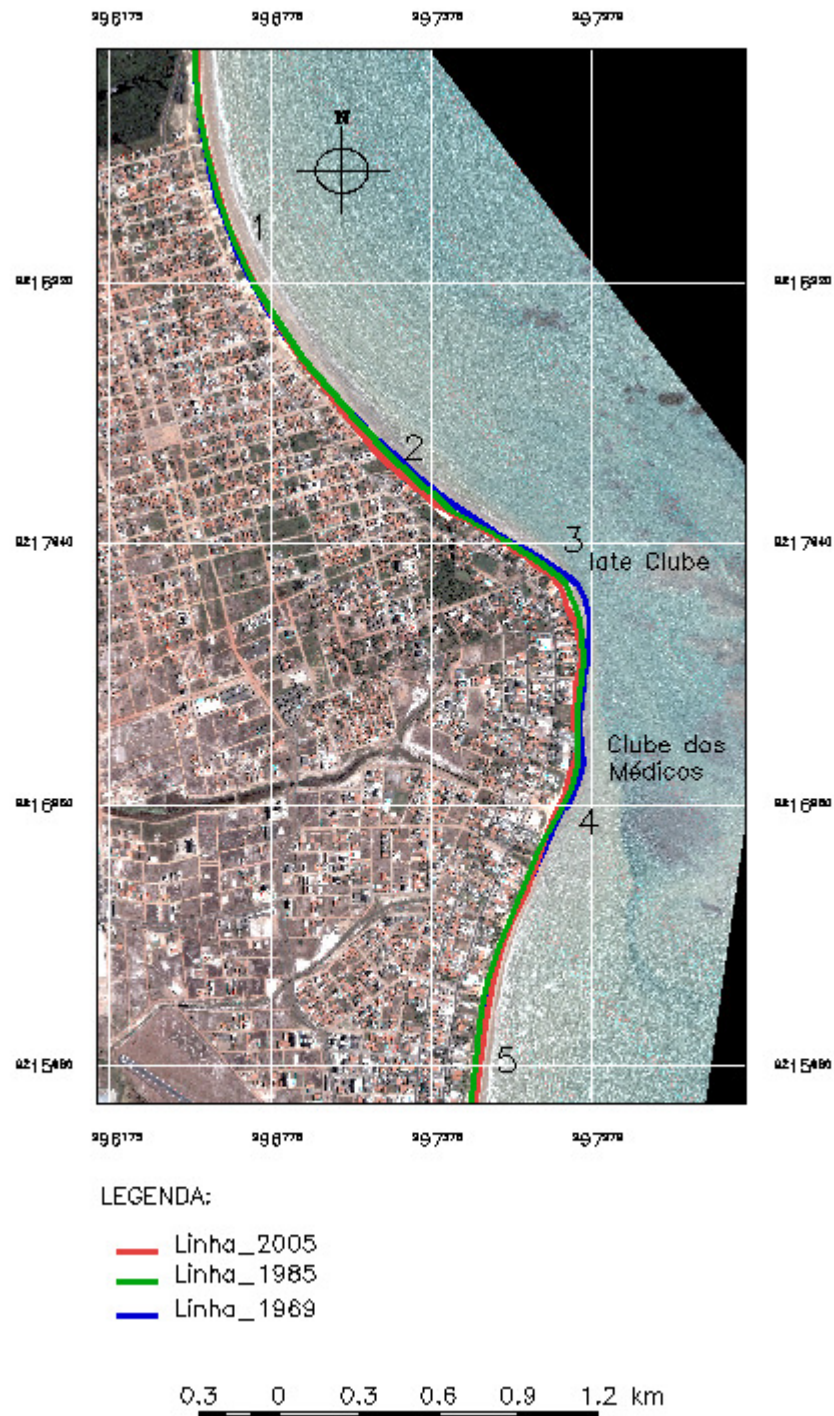


Figura 4.2 – Variações da Linha de Costa da praia do Bessa (Sub-Setor A). Fonte: SUDENE (1969), TERRAFOTO (1985), PMJP (2005).

Do início da praia do Bessa (na desembocadura do rio Jaguaribe) até as proximidades do Clube dos Médicos da Paraíba, não apresenta, atualmente, indicadores de erosão costeira, possuindo, ao longo deste trecho, uma faixa de praia com vegetação pioneira. A partir daí, inicia-se a Ponta do Bessa. Ao longo de praticamente toda a extensão desse pontal arenoso até o Iate Clube da Paraíba são encontrados indícios de erosão costeira, com muros caídos, exposição de fundações e a destruição de antigos gabiões construídos para conter o problema. Nesta, a pós-praia encontra-se ocupada por residências, o Iate Clube da Paraíba e o Clube dos Médicos.

As distâncias entre as linhas de costa indicaram que a praia do Bessa apresenta setores com predomínio da erosão, desde a década de 1970. Observou-se que todos os pontos selecionados para análise mostraram um comportamento erosivo, com exceção do ponto 1, que manteve-se estável nos dois períodos considerados.

Medindo-se o posicionamento da linha de costa entre os anos de 1969 e 1985, notou-se que as maiores variações ocorreram entre os pontos 2 e 3, com erosão de até 0,96 metros/ano (ponto 3), localizado em frente as instalações do Clube dos Médicos da Paraíba. Os pontos 4 e 5, localizados na porção sul do sub-setor A, apresentaram erosão, em média 0,57 metros/ano. O trecho da praia do Bessa, entre os pontos 2 e 5 (correspondendo ao trecho: Clube dos Médicos – Iate Clube), foi caracterizado como erosivo durante o primeiro período analisado (1969-1985).

Com relação ao segundo período (1985-2005), apenas os pontos 2 e 3, mantiveram características erosivas (com erosão de até 1,17 metros/ano). As demais localidades não apresentaram grandes variações horizontais.

No geral, pode-se dizer que para o período de 36 anos, a praia do Bessa apresentou uma erosão da linha de costa, predominando os maiores valores para sua porção central, entre o Clube dos Médicos e proximidades do Iate Clube da Paraíba (Figura 4.2). Os dados revelaram que a situação erosiva no local não é fato recente. O avanço do mar sobre as construções na praia do Bessa vem sendo constatado desde o início da década de 1960, fato confirmado por antigos moradores da região e pela presença de obras visando a contenção do problema erosivo ali instalado. Pode-se supor que a erosão verificada na praia do Bessa, pode estar sofrendo influência da construção do Hotel Tambaú, localizado em praia adjacente a esta.

4.3.2 Praia de Manaíra e Tambaú (Sub-Setor B)

No sub-setor B foram incluídas as praias de Manaíra e Tambaú, por sua contigüidade. As análises das variações da linha de costa para as praias de Manaíra e Tambaú foram realizadas num trecho de aproximadamente 2,65 km (Figura 4.3).

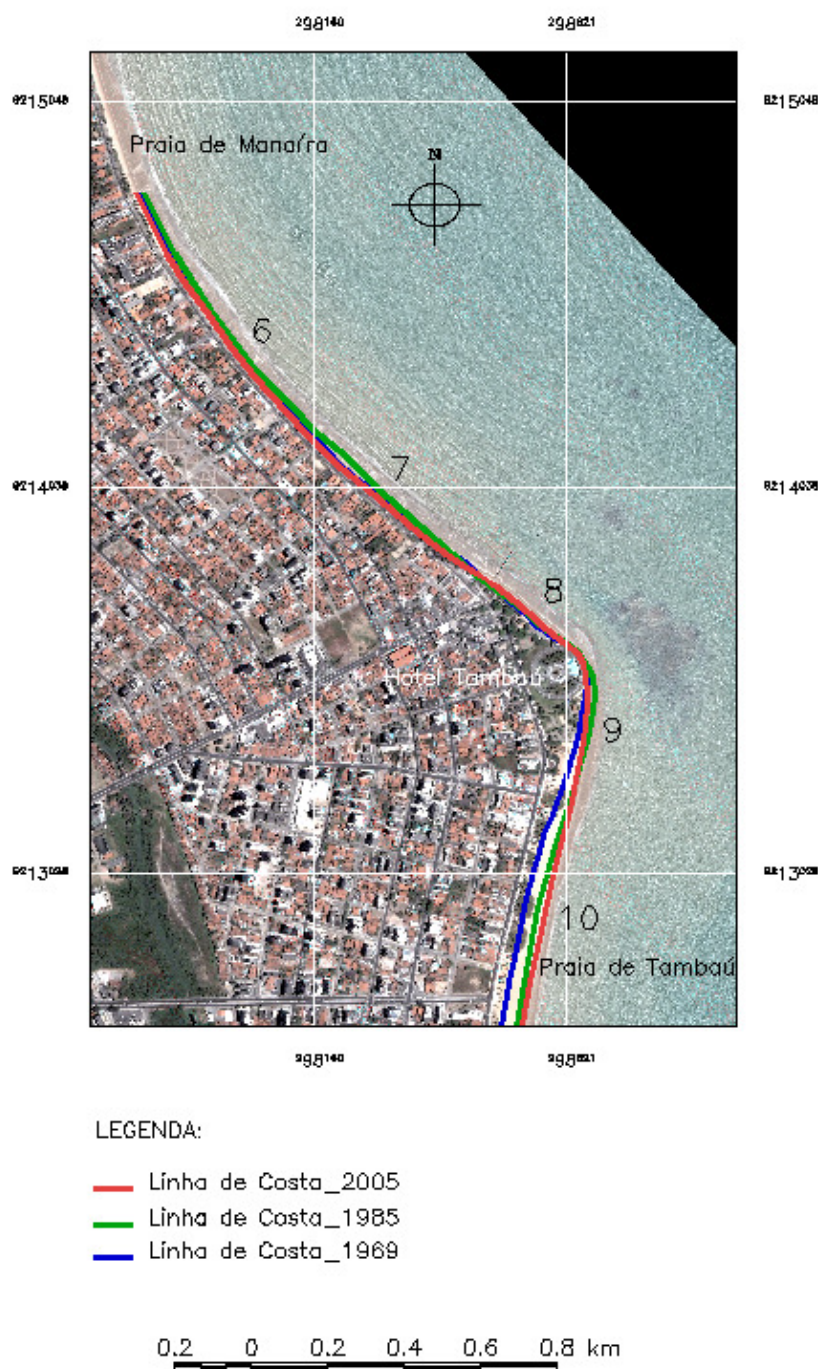


Figura 4.3 - Variações da Linha de Costa das praias de Manaíra e Tambaú (Sub-Setor B). Fonte: SUDENE (1969), TERRAFOTO (1985), PMJP (2005).

A praia de Manaíra está localizada numa enseada de aproximadamente 3,80 km, limitada a Sul pela ponta de Tambaú (Hotel Tambaú), e a Norte pela ponta do Bessa. A largura média da praia de Manaíra atualmente é de 40 metros. Como é adjacente ao Hotel Tambaú, foi o primeiro trecho do litoral a sofrer as consequências da implantação desse hotel, construído sobre o pontal arenoso, que limita as duas praias (Manaíra e Tambaú).

Na praia de Tambaú, não foram encontrados indícios de erosão costeira. Essa praia apresenta uma largura considerável (39 metros) com uma pós-praia recoberta por vegetação pioneira. O limite Sul desta praia se dá no Busto de Tamandaré, onde se inicia a praia do Cabo Branco.

Medindo-se o posicionamento da linha de costa entre os anos de 1969 e 1985, notou-se que o trecho correspondente a praia de Manaíra (pontos 6 e 7) mostrou acresção de até 0,77 metros/ano. Já no segundo período analisado (1985-2005), a praia de Manaíra passou a ter características erosivas com erosão de 0.75 no ponto 6, e até 0.88 metros/ano, no ponto 7.

No trecho correspondente a praia de Tambaú, não foram verificados grandes recuos da linha de costa. Os pontos 9 e 10 apresentaram acresção de até 2,11 metros/ano, entre 1969 e 1985. O ponto 8 manteve-se estável em todo o período analisado

Diante das análises de documentos cartográficos e observações feitas em campo é possível dizer que o hotel Tambaú vem funcionando como um grande obstáculo capaz de reter os sedimentos transportados pela corrente de deriva litorânea, provenientes do Sul, provocando uma acresção na praia de Tambaú e um contínuo “emagrecimento” da praia de Manaíra (lado Norte do hotel) (Foto 4.1A).



Foto 4.1–Áreas de acresção e erosão, nas praias de Tambaú e Manaíra, respectivamente. (2005) (A); Praia de Manaíra. Notar presença de gabiões. (2006) (B); Fotos da autora.

4.3.3. Enseada do Cabo Branco (Sub-Setor C)

O sub-setor C inclui a enseada da praia do Cabo Branco, onde não se vê indícios de erosão costeira. Seu limite Norte é o Busto de Tamandaré e o limite Sul se dá nas proximidades da Praça de Iemanjá, onde se inicia o setor crítico da referida praia, descrito no sub-setor D da área em estudo (Figura 4.4).

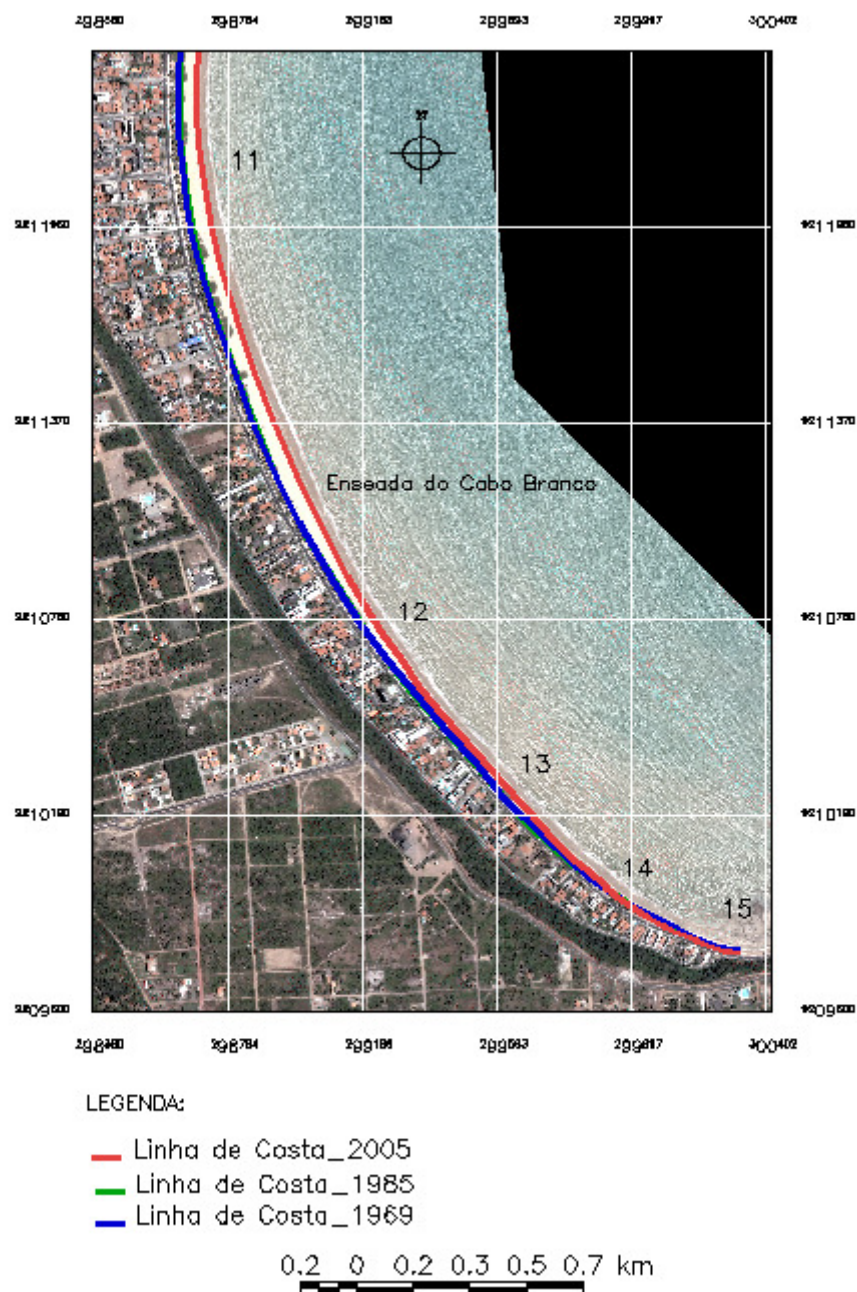


Figura 4.4 - Variações da Linha de Costa da Enseada do Cabo Branco (Sub-Setor C). Fonte: SUDENE (1969), TERRAFOTO (1985), PMJP (2005).

A enseada do Cabo Branco apresenta uma extensão aproximada de 4,47 km. A praia apresenta um perfil relativamente extenso com 44 metros e uma faixa de vegetação pioneira recobrando parte da pós-praia. As análises de variação de linha de costa para este sub-setor foram realizadas num trecho de aproximadamente 3,41 km. Para o primeiro período analisado (1969-1985) as distâncias entre as linhas de costa indicaram pequenas variações horizontais para todos os pontos selecionados.

Já entre 1985 e 2005, o ponto 11 apresentou acresção de 2,52 metros/ano; o ponto 12 apresentou 1,95 metros/ano, e o ponto 13 apresentou acresção de 1,22 metros/ano. Os demais pontos mantiveram-se estáveis, nos dois períodos considerados.

4.4 Setor Costeiro Sul

O Setor Costeiro Sul foi subdividido em 4 sub-setores. O sub-setor D (Ponta do Cabo Branco a praia da Penha); o sub-setor E (praias de Arraial e Jacarapé); o sub-setor F (praia do Sol); e o sub-setor G (praia Barra de Gramame) (Figura 4.1).

4.4.1 Ponta do Cabo Branco, Seixas e Penha (Sub-Setor D)

Está incluída no sub-setor D, a porção mais saliente do litoral de João Pessoa, caracterizada pelas Pontas do Cabo Branco e Ponta do Seixas, e seu prolongamento para Sul é representado pela praia da Penha.

É neste sub-setor que estão configurados os principais problemas relacionados com a erosão costeira do litoral de João Pessoa. O trecho é constituído por praias estreitas com largura máxima em torno de 25 metros e limitadas por falésias vivas.

A partir da Praça de Iemanjá, na porção Sul da praia do Cabo Branco, em direção a Ponta do Cabo Branco, fica clara a existência de um processo erosivo intenso, evidenciado pela destruição dessa praça, e pelos constantes desmoronamentos de blocos das falésias vivas (Foto 4.2).

A praia do Seixas apresenta-se sob a forma de pontal arenoso. É exatamente da extremidade da ponta até quase seu limite Sul com a praia da Penha, que aparecem indícios de intensa erosão costeira (Foto 4.3).

Na praia da Penha não foram identificados indícios da erosão costeira. Na sua porção Norte encontra-se uma linha de falésias mortas bastante recuadas e terraços marinhos holocênicos até o limite com a pós-praia.



Foto 4.2: Pç. Iemanjá em agosto de 2006 (A e B); Detalhe da erosão da barreira do Cabo Branco (dezembro de 2004 (C). Fotos da autora.

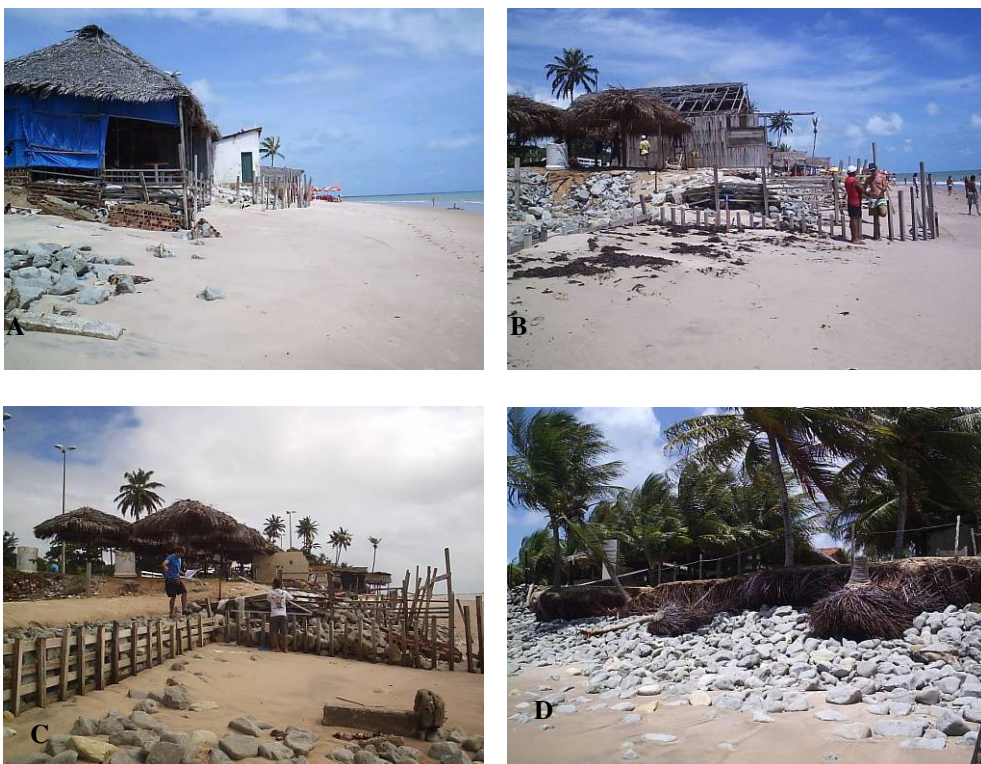


Foto 4.3: Situação da praia do Seixas/ 1999 (A); Situação do Seixas em janeiro/ 2006 (B); Erosão da Ponta do Seixas em agosto/ 2006 (C); Residência localizada na praia do Seixas, outubro/ 2006 (D) . (Fotos da autora).

As análises de variação de linha de costa para este sub-setor foram realizados num trecho de aproximadamente 4,0 km.

As distâncias entre as linhas de costa indicaram pequenas variações entre 1969 e 1985.

Já para o segundo período analisado (1985-2005), houve variações consideráveis em todo o trecho, principalmente entre os pontos 17 e 19 (na ponta do Cabo Branco), onde a linha de falésias sofreu um recuo máximo de 0,81 metros/ano. Na ponta do Seixas, entre os pontos 21 e 23, a linha de costa sofreu com uma alta erosão com quase 2,0 metros/ano. Nos pontos 20 (praia do Cabo Branco) e 24 (praia da Penha) a linha de costa manteve-se estável, durante todo o período analisado (Figura 4.5a e b).

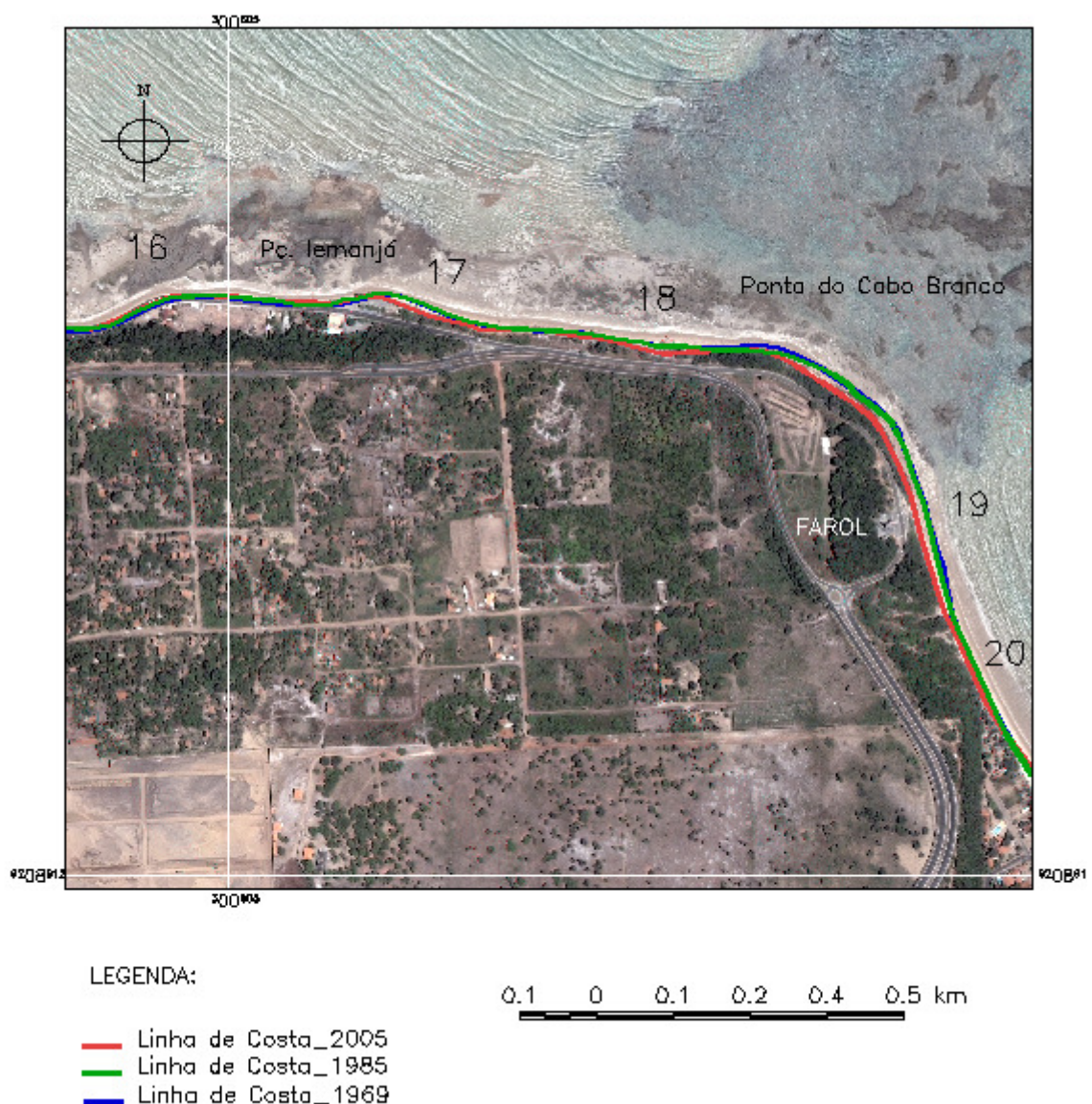


Figura 4.5a - Variações da Linha de Costa da Ponta do Cabo Branco (Sub-Sector D).
Fonte: SUDENE (1969), TERRAFOTO (1985), PMJP (2005).

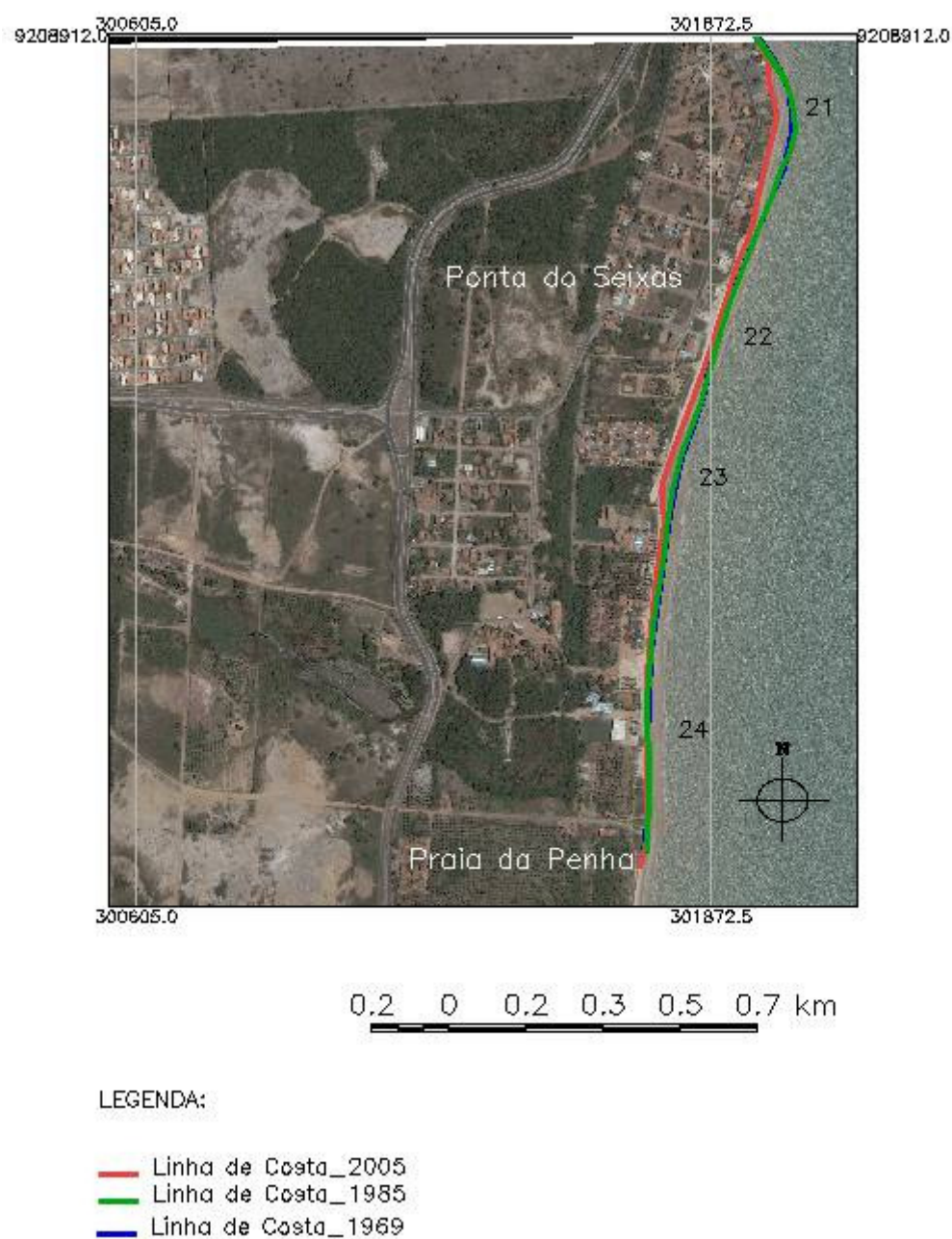


Figura 4.5b - Variações da Linha de Costa das praias do Seixas e Penha (Sub-Setor D).
Fonte: SUDENE (1969), TERRAFOTO (1985), PMJP (2005).

4.2 Praias do Arraial e Jacarapé (Sub-Setor E)

No sub-setor E estão incluídas as praias do Arraial e Jacarapé (Figura 4.1). Neste trecho do litoral de João Pessoa destacam-se novamente as falésias vivas que marcam fortemente o setor costeiro Sul da área em estudo. As escarpas da Formação Barreiras são entrecortadas por dois pequenos rios, o Aratú, na praia do Arraial e o Jacarapé, na praia homônima. Todo o trecho tem aproximadamente 3,64 km de extensão. As praias, com largura

média de 25 metros, apresentam-se, mais ou menos retilínea até as proximidades da desembocadura do rio Jacarapé, porção sul do sub-setor, quando curva-se na direção NE-SW (Figura 46).

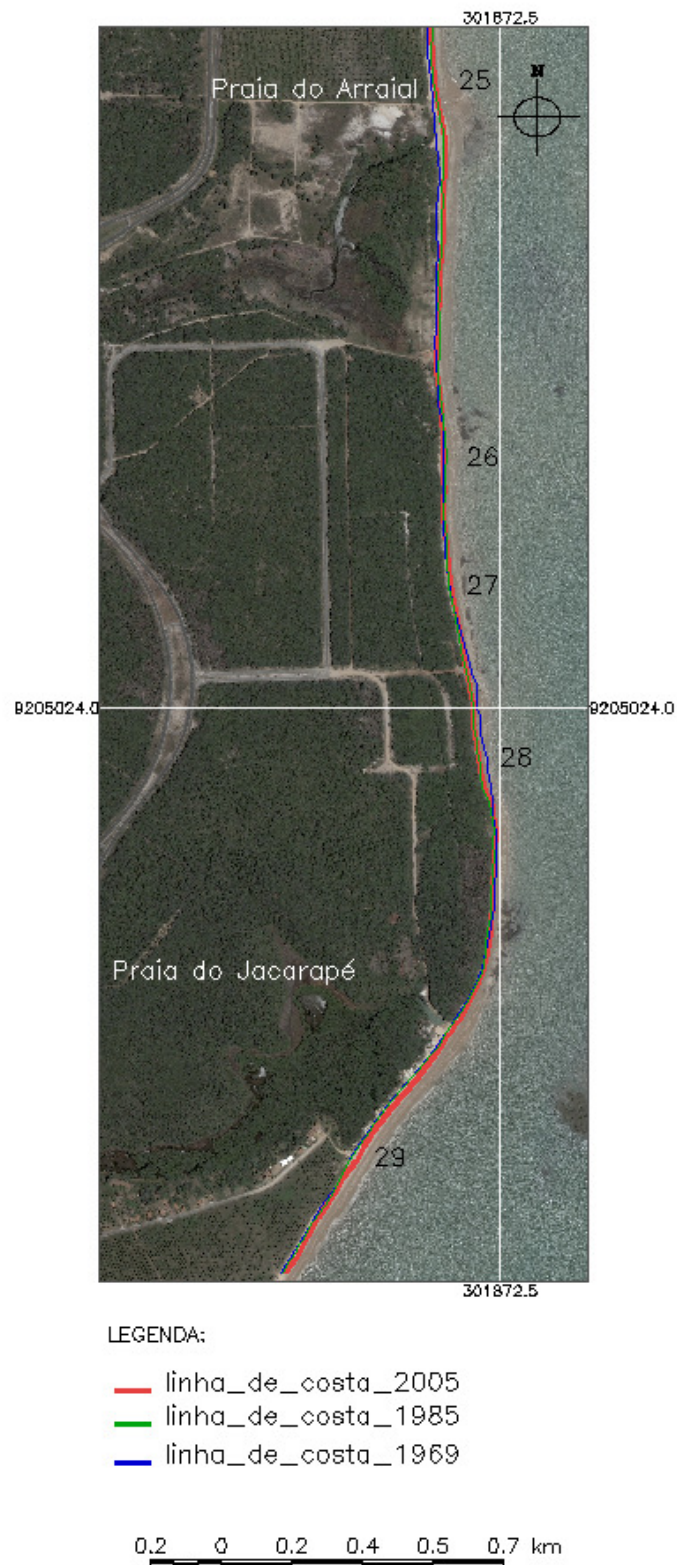


Figura 4.6 - Variações da Linha de Costa das do Arraial e Jacarapé (Sub-Sector E).
Fonte: SUDENE (1969), TERRAFOTO (1985), PMJP (2005).

As distâncias entre as linhas de costa indicaram um período de alta erosão, entre 1969 e 1985, para o ponto 28 (praia do Jacarapé), com recuo da linha de falésias de até 1,12 metros/ano. Com exceção deste ponto, todos os demais mantiveram sua característica estável, comprovada nos dois períodos analisados.

4.4.3 Praia do Sol (Sub-Setor F)

O sub-setor F é composto pela praia do Sol, que possui um largura média de 25 metros e uma extensão de aproximadamente 8,9 Km. Apresenta-se como uma praia em forma de arco margeada por falésias entrecortadas por dois pequenos rios (Camurupim e Cuiá). No sopé das falésias vivas, que fazem o limite desta com a praia Barra de Gramame, ocorrem blocos de vários tamanhos cimentados por óxido/ hidróxido de ferro.

As análises de variação de linha de costa para a praia do Sol foram realizadas num trecho de aproximadamente 3,0 km. As distâncias entre as linhas de costa indicaram que o setor apresentou um alto recuo das falésias entre 1969 e 1985, representado pelo ponto 30, com erosão de até 1,12 metros/ano. Já o segundo período (1985-2005) foi marcado pela estabilidade das mesmas. Os demais pontos mantiveram-se estáveis ao longo dos dois períodos analisados (Figura 4.7).

4.4.4 Praia Barra de Gramame (Sub-Setor G)

A praia Barra de Gramame tem uma extensão de 3,08 Km, com direção aproximada N-S. Nesta praia a dinâmica flúvio-marinha favorece a formação de uma barra

arenosa, que dá nome à praia, evidenciada pelos deslocamentos significativos da desembocadura, facilmente identificados em fotografias aéreas e imagens de satélite.

As análises de variação de linha de costa para a praia Barra de Gramame foram realizadas num trecho de aproximadamente 1,2 km. No mapa (Figura 4.1), este setor foi denominado de Sub-Setor (G).

As distâncias entre as linhas de costa indicaram que a praia Barra de Gramame é bastante instável quanto a sua morfologia, resultando em variações consideráveis da linha de costa.



Figura 4.7 - Variações da Linha de Costa das da praia do Sol (Sub-Setor F).
 Fonte: SUDENE (1969), TERRAFOTO (1985), PMJP (2005).

No primeiro período analisado (1969-1985) houve recuo de até 4,14 metros/ano, no ponto 33 e de até 1,05 metros/ano, no ponto 34. No segundo período também houve recuo da linha de costa de até 0,61 metros/ano, no ponto 33 e de 0,64 metros/ano, no ponto 34 (Figura 4.8).

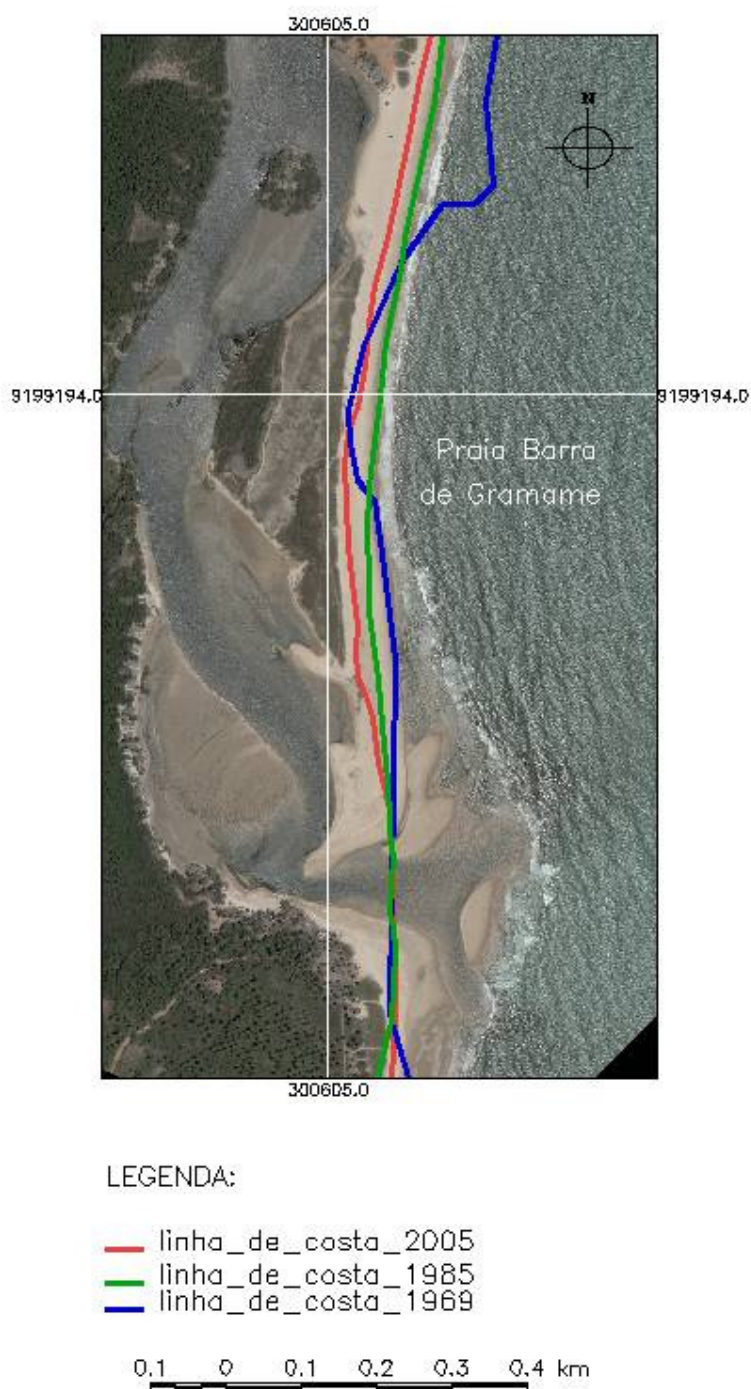


Figura 4.8 - Variações da Linha de Costa da praia Barra de Gramame (Sub-Setor G).
Fonte: SUDENE (1969), TERRAFOTO (1985), PMJP (2005).

Ainda no sub-setor G foram calculadas as variações da área da barra arenosa e a migração da desembocadura do rio Gramame tomando-se por base a sua posição em 1969. Durante o período analisado a barra arenosa mostrou grandes variações em sua extensão e forma. Verificou-se que há uma tendência de crescimento, e consequentemente, migração da desembocadura para sul (Figura 4.9).

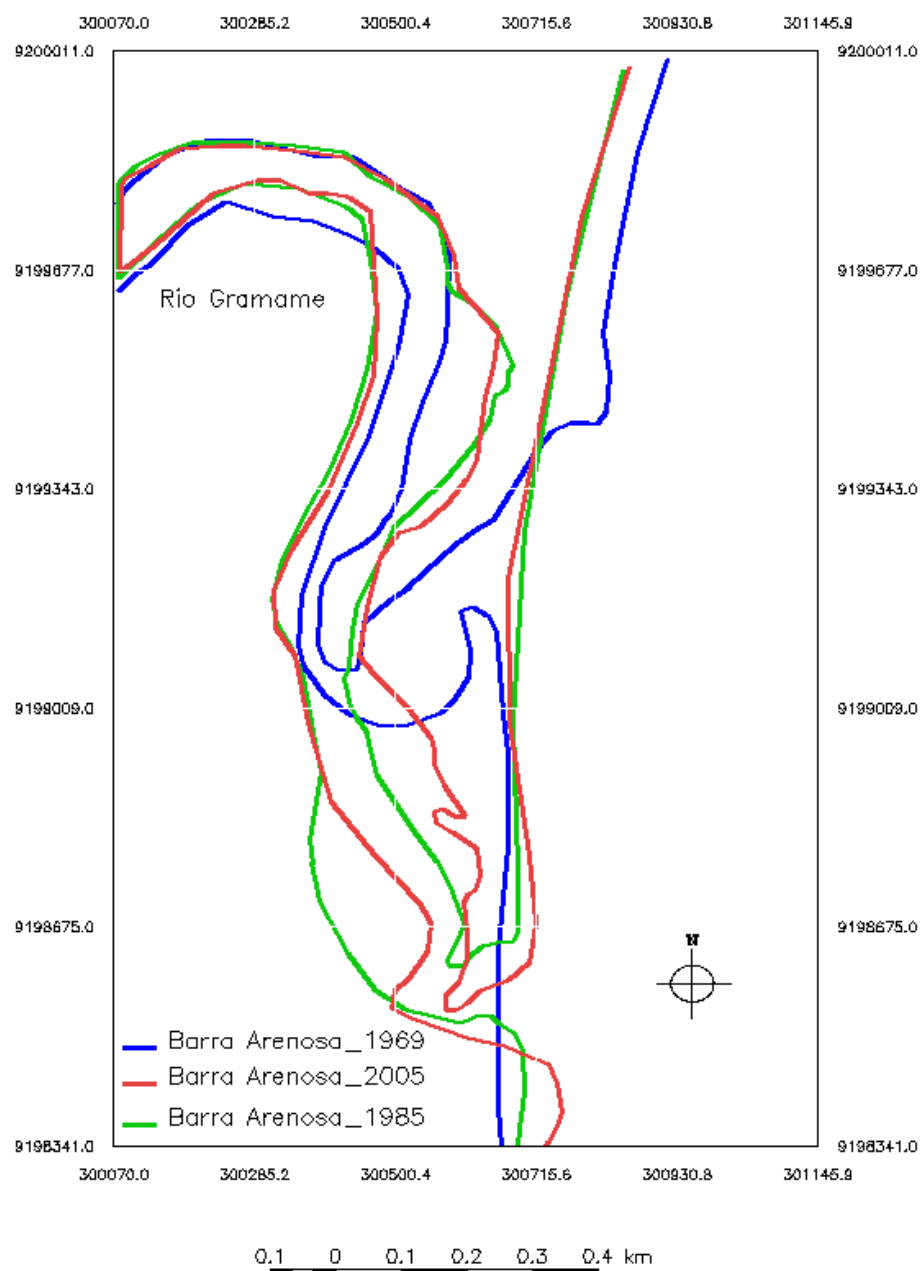


Figura 4.9 – Migração da desembocadura do Rio Gramame em 36 anos.
Fonte: SUDENE (1969), TERRAFOTO (1985), PMJP (2005).

Observa-se que entre 1969 e 1985, ocorreram grandes mudanças no traçado do rio Gramame, próximo a sua foz. Observa-se um grande recuo da linha de costa correspondente ao ponto 33 e migração da foz de aproximadamente 628 metros para sul. Em 2005, observa-se que a barra arenosa, bem como a desembocadura do rio, não sofreram grandes modificações com relação a 1985 (Quadro 4.2).

Quadro 4.2 – Variações da barra arenosa, num período de 36 anos.

Período	Área (Km ²)	Extensão N-S (m)
1969	0,083	495,66
1985	0,156	938,27
2005	0,130	1031,00

4.5 O comportamento da linha de costa em médio prazo e o desenvolvimento urbano do litoral de João Pessoa (PB)

Nos itens anteriores foram apresentadas algumas considerações referentes à quantificação em metros/ano do deslocamento da linha de costa do município de João Pessoa (PB), entre os anos de 1969 e 2005. Agora será apresentada a correlação deste deslocamento com o grau de desenvolvimento urbano, considerando a área total dos sete sub-setores costeiros como referência, e suas respectivas áreas urbanas.

Considerando os valores do deslocamento da linha de costa em médio prazo (Quadro 4.1) foram definidos intervalos de classe para caracterizar o nível de erosão em cada sub-setor costeiro. Segundo Santos (2004), os intervalos apresentados (quadro 4.3) podem ser aplicados a costas com déficit de sedimentos e planícies costeiras pouco desenvolvidas, como é o caso das praias localizadas na Costa Oriental Nordestina.

Quadro 4.3 – Classes para determinação da vulnerabilidade à erosão costeira. Modificado de Santos (2004).

PARÂMETROS	CLASSES	DEFINIÇÕES
Deslocamento da Linha de Costa com base na linha de 1969.	Acréscimo	> 0,5 m/ano
	Estável	0,5 a -0,5 m/ano
	Erosão	-0,5 a -1,0 m/ano
	Alta Erosão	> -1,0 m/ano
Desenvolvimento Urbano	Alto	> 60% da área do sub-setor costeiro ocupado
	Moderado	30 a 60% da área do sub-setor costeiro ocupado
	Baixo	< 30% da área do sub-setor costeiro ocupado

Também no quadro 4.3, estão apresentadas as classes de desenvolvimento urbano criadas para a área em estudo. Foi considerado que o sub-setor costeiro com mais de 60% de

sua área ocupada fosse classificado como de alto grau, os que apresentassem entre 30 e 60% de desenvolvimento urbano fosse classificado com moderada ocupação urbana, e os sub-setores com menos de 30% de sua área total ocupada, como de baixo grau de desenvolvimento.

No quadro 4.4, estão expressos os valores das variações da linha de costa em metros por ano, para os 34 pontos de controle selecionados ao longo dos sete sub-setores. Foram considerados para análise, dois períodos distintos. O primeiro de 16 anos (1969-1985) e o segundo período, de 20 anos (1985-2005).

Quadro 4.4 – Variações da linha de costa (em metro por ano) e classes de deslocamento da linha de costa de João Pessoa, PB.

SETOR COSTEIRO	SUB- SETORES		VALORES METROS/ANO		CLASSES DE DESLOCAMENTO DA LINHA DE COSTA	
			1969-1985 (m/16)	1985-2005 (m/20)	1985	2005
NORTE	A	1	+0,20	+0,18	Estável	Estável
		2	-0,81	-1,17	Erosão	Erosão
		3	-0,96	-0,90	Erosão	Erosão
		4	-0,57	-0,46	Erosão	Estável
		5	-0,57	+0,69	Erosão	Estável
	B	6	+0,32	-0,75	Acresção	Erosão
		7	+0,77	-0,88	Acresção	Erosão
		8	+0,27	-0,15	Estável	Estável
		9	+1,59	-0,56	Acresção	Estável
		10	+2,11	-0,90	Acresção	Acresção
	C	11	+0,21	+2,52	Estável	Acresção
		12	-0,07	+1,95	Estável	Acresção
		13	0,00	+1,22	Estável	Acresção
		14	+0,20	-0,08	Estável	Estável
		15	-0,16	-0,35	Estável	Estável
SUL	D	16	+0,03	+0,07	Estável	Estável
		17	0,00	-0,69	Estável	Erosão
		18	-0,09	-0,65	Estável	Erosão
		19	0,00	-0,81	Estável	Erosão
		20	+0,03	-0,35	Estável	Estável
		21	+0,27	-1,99	Estável	Alta Erosão
		22	+0,15	-0,50	Estável	Erosão
		23	-0,24	-1,27	Estável	Alta Erosão
		24	-0,06	0,00	Estável	Estável
	E	25	+0,41	+0,04	Estável	Estável
		26	+0,22	-0,16	Estável	Estável
		27	-0,11	+0,18	Estável	Estável
		28	-1,12	0	Alta Erosão	Estável
		29	+0,04	+0,44	Estável	Estável
	F	30	-1,85	-0,31	Alta Erosão	Estável
		31	-0,06	-0,82	Estável	Estável
		32	-0,29	-0,06	Estável	Estável
	G	33	-4,14	-0,61	Alta Erosão	Erosão
		34	-1,05	-0,64	Alta Erosão	Erosão

A partir do quadro 4.4, foi possível elaborar histogramas representativos das variações em metros/ano para todos os pontos selecionados (Figuras 4.10 e 4.11).

Para o cálculo do grau de desenvolvimento urbano, foi calculada a área total dos sub-setores. Utilizando fotografias aéreas e imagens de satélite, foram calculadas as áreas aproximadas de ocupação urbana de cada sub-setor e, posteriormente, calculados os percentuais de ocupação. De acordo com as classes apresentadas no quadro 4.3, o litoral de João Pessoa pôde ser classificado como de baixo, moderado e alto grau de desenvolvimento urbano.

Visando analisar a relação entre as variações da linha de costa e o desenvolvimento urbano da cidade de João Pessoa, foram criados os quadros 4.5 e 4.6, além dos mapas apresentados nas figuras 4.12 e 4.13.

De acordo com os dados levantados, notou-se que as áreas que sofreram um maior crescimento urbano correspondem aos sub-setores localizados entre as praias do Bessa e Cabo Branco. Quanto às praias localizadas no setor costeiro Sul, da área em estudo, deve-se ressaltar a importância do planejamento para áreas ainda pouco ocupadas. Neste caso, apenas os sub-setores E e G (correspondentes as praias do Arraial, Jacarapé e Gramame), que mantêm um baixo grau de desenvolvimento urbano.

Quadro 4.5 – Área aproximada de ocupação urbana dos sub-setores costeiros do litoral de João Pessoa, PB.

SUB-SETORES COSTEIROS	Área Total do Sub-Sector (km ²)	Área Ocupada em km ²		
		1969	1985	2005
A	6.56	0.43	2.83	6.2
B	1.86	0.30	1.11	1.75
C	2.05	0.16	0.44	1.7
D	3.87	0.00	0.008	1.73
E	2.40	0.32	0.34	0.50
F	0.89	0.09	0.20	0.36
G	0.74	0.04	0.07	0.10

Quadro 4.6 – Percentual de Ocupação Urbana e Classes de Desenvolvimento Urbano dos sub-setores costeiros do litoral de João Pessoa, PB.

SUB-SETORES COSTEIROS	Percentual de Ocupação Urbana			Classes de Desenvolvimento Urbano		
	1969	1985	2005	1969	1985	2005
A	6,55	43,14	94.5	baixo	moderado	alto
B	16,12	59,67	94.0	baixo	moderado	alto
C	7,86	21,56	82.9	baixo	baixo	alto
D	0	0,20	44.7	baixo	baixo	moderado
E	13.3	14.1	20.83	baixo	baixo	baixo
F	10.11	22.47	40.4	baixo	baixo	moderado
G	5.40	9.45	13.5	baixo	baixo	baixo

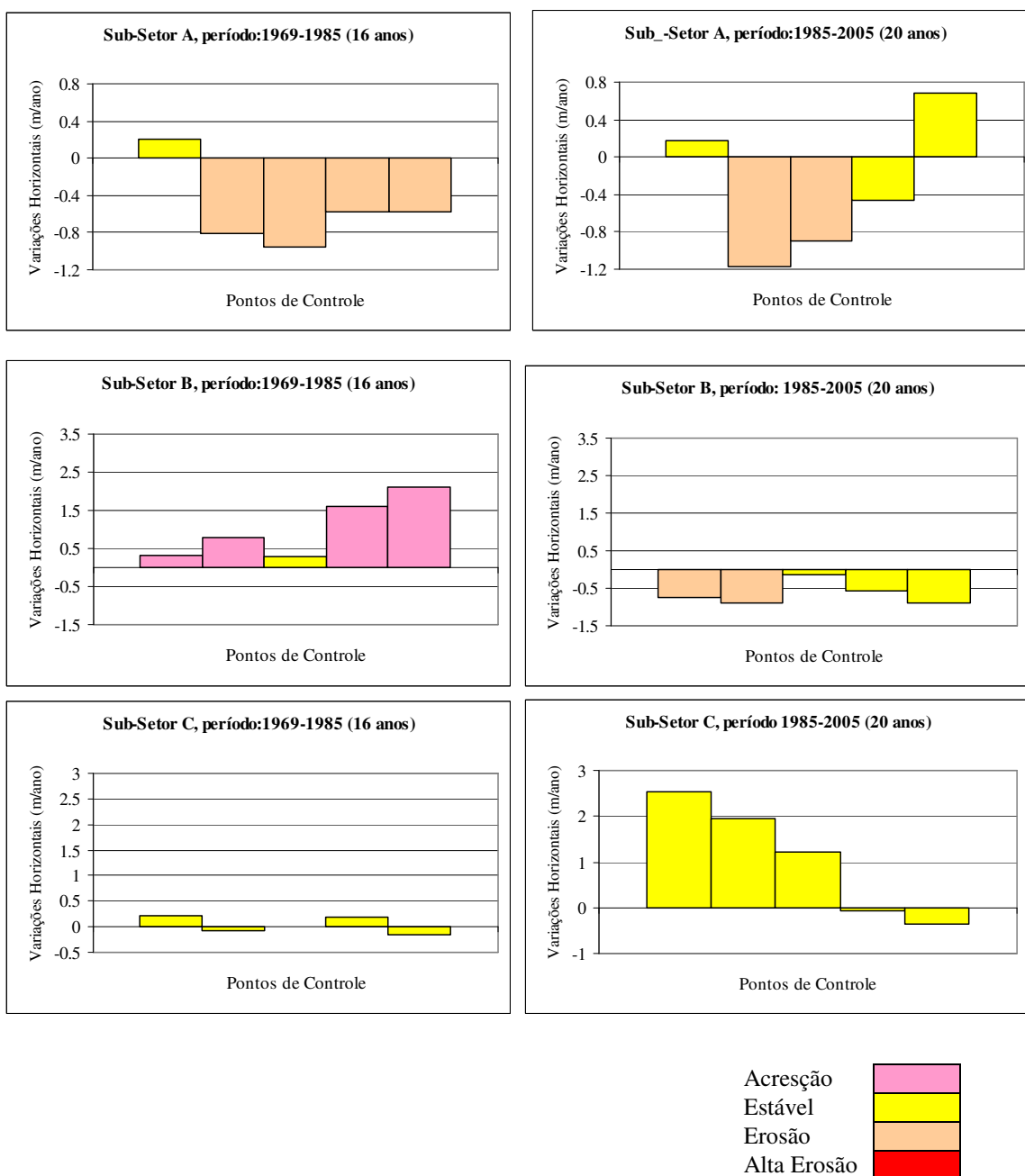


Figura 4.10 - Histogramas representativos das variações horizontais da linha de costa do Setor Costeiro Norte da área de estudo.

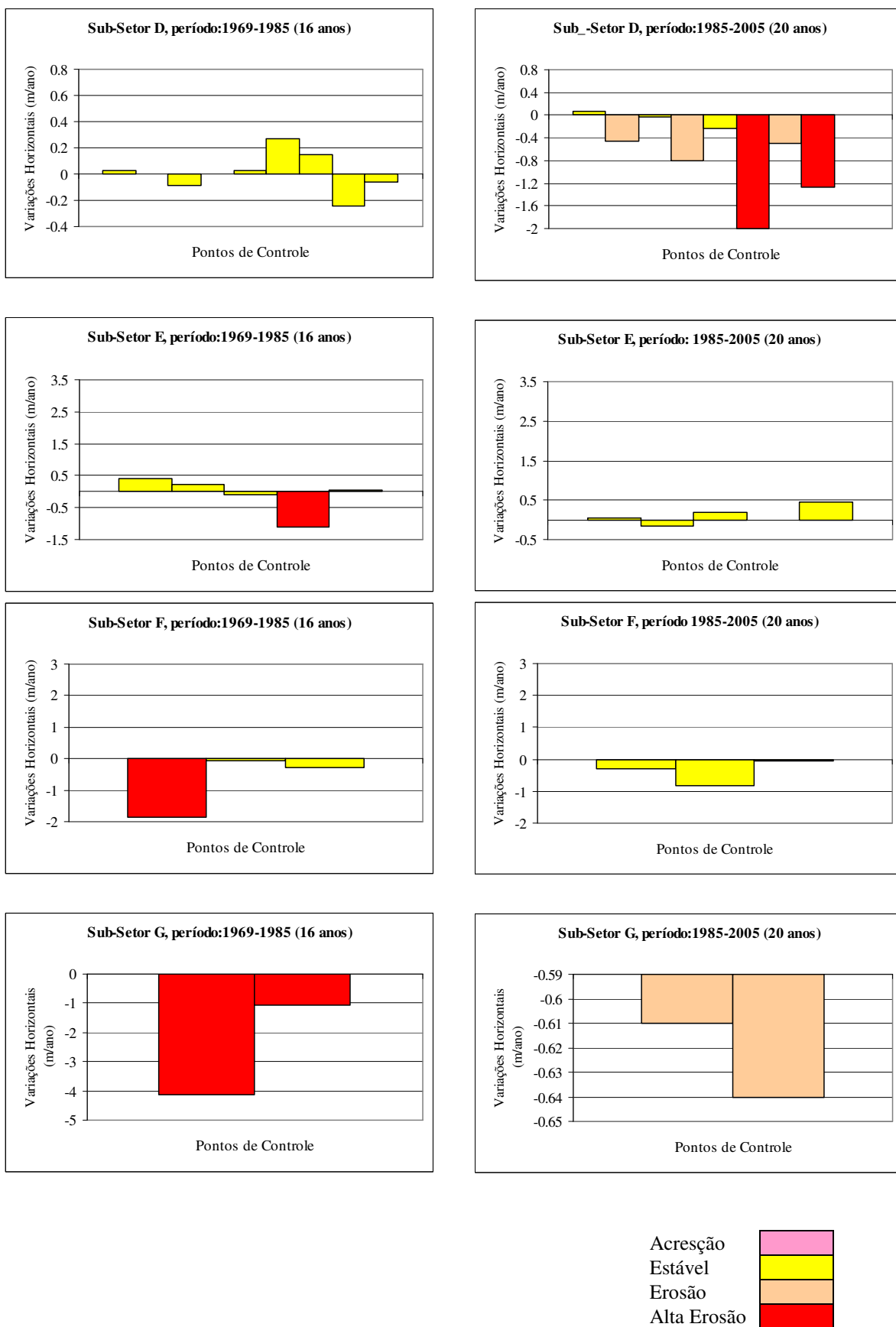


Figura 4.11 - Histogramas representativos das variações horizontais da linha de costa do Setor Costeiro Sul da área de estudo.

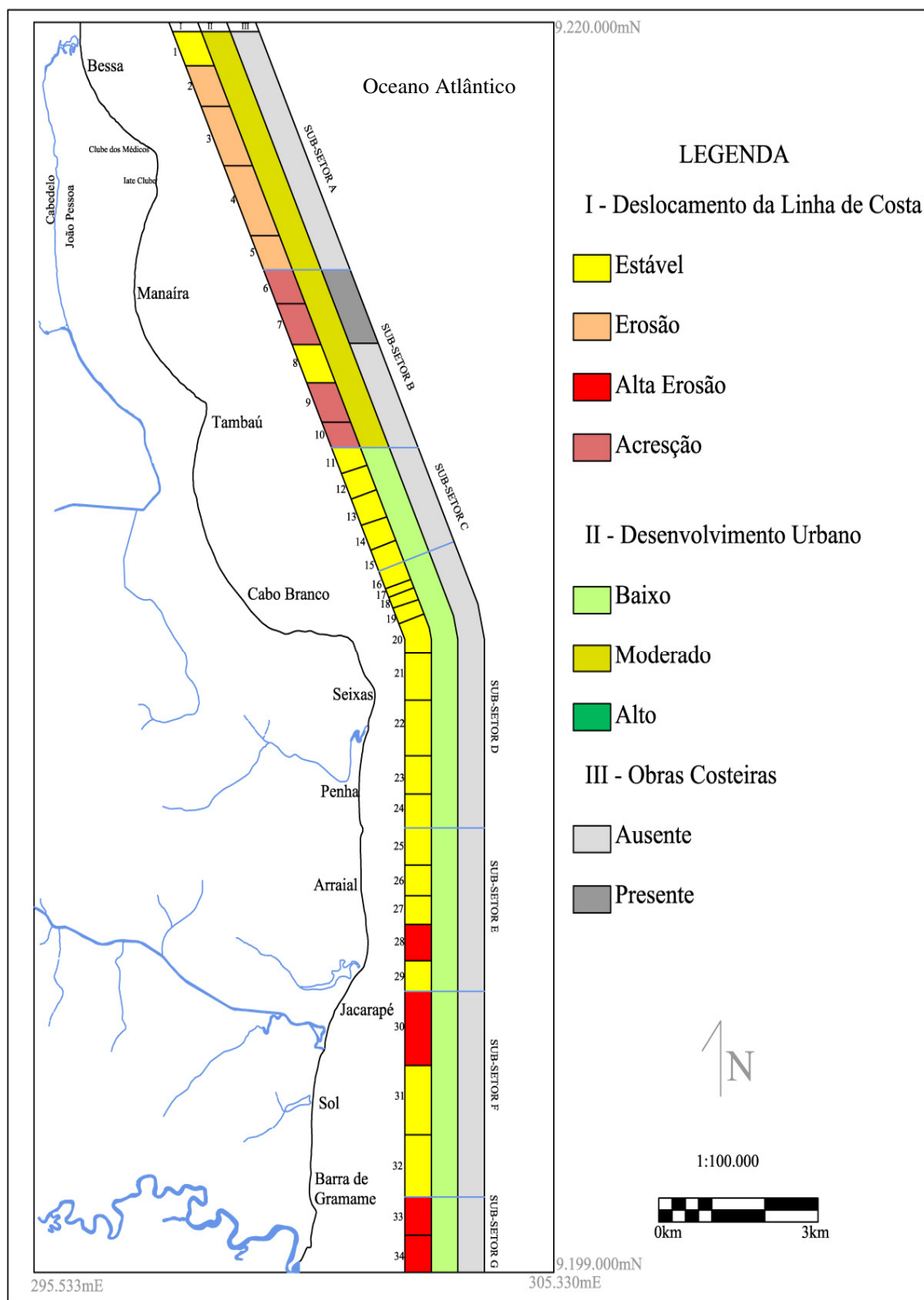


Figura 4.12 – Comportamento da Linha de Costa de João Pessoa - PB, a médio prazo e Desenvolvimento Urbano para o período entre 1969 e 1985. Base cartográfica: SUDENE (1969); TERRAFOTO (1985).

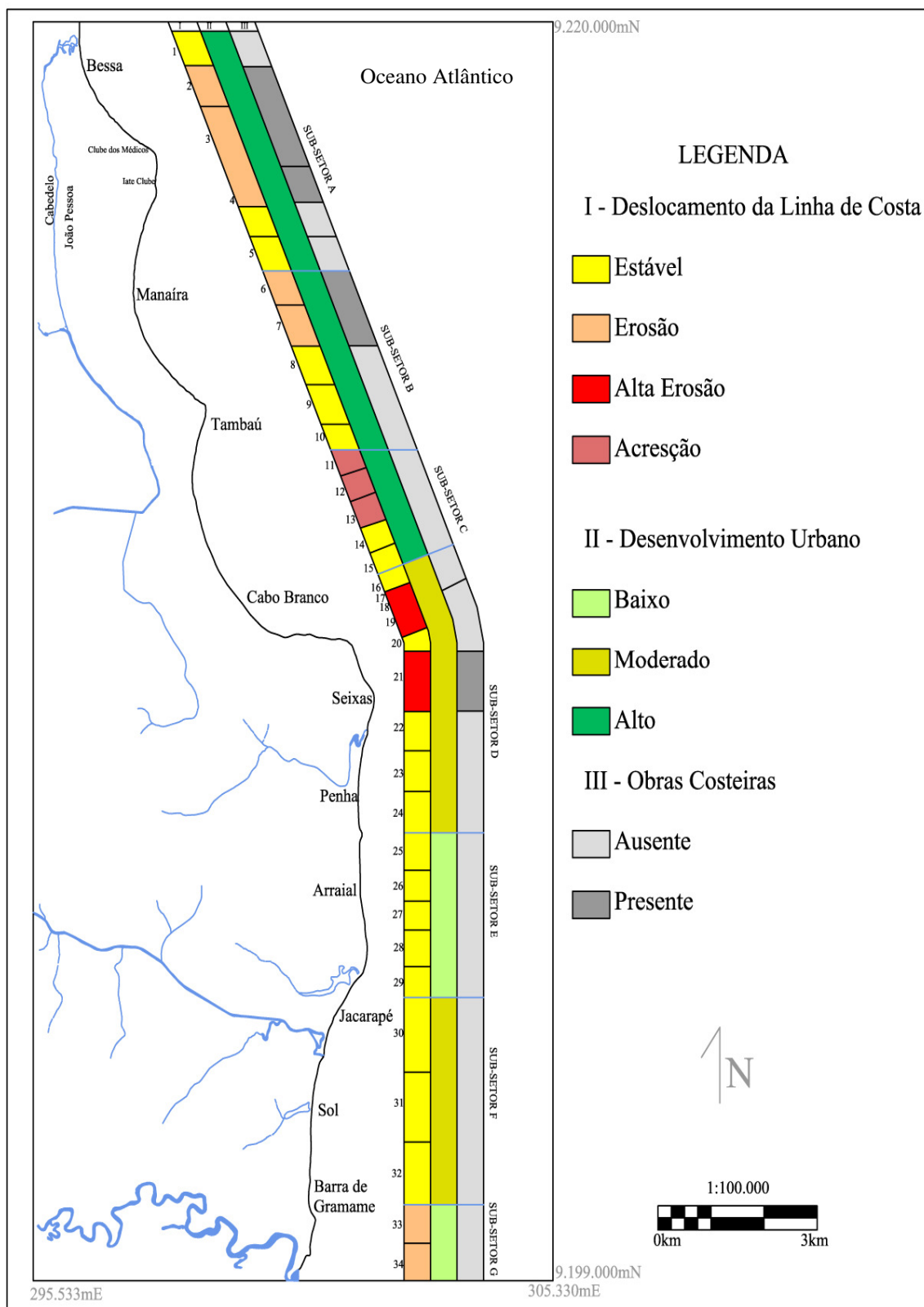


Figura 4.13 – Comportamento da Linha de Costa de João Pessoa - PB, a médio prazo e Desenvolvimento Urbano para o período entre 1985 e 2005. Base cartográfica: TERRAFOTO (1985).

5. VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA EM CURTO PRAZO

5.1 Métodos

Os perfis praias foram realizados com a finalidade de determinar a geomorfologia do ambiente praias e o balanço sedimentar das praias durante o monitoramento (janeiro de 2006 a dezembro de 2007). Estes foram executados com periodicidade mensal, com base em um nível de referência obtido em relação ao nível do mar, por ocasião de uma maré baixa. Para a correção ao nível médio de maré baixa de sizígia (NMMBS), foram anotadas em cada perfil a linha d'água e o horário do levantamento. Esses dados foram obtidos através do uso de um cálculo denominado MARE.

Foram selecionadas treze localidades para a realização do monitoramento das variações morfológicas verticais das praias do litoral de João Pessoa, a partir da realização dos perfis topográficos. Os perfis foram numerados de acordo com a sua localização, de Norte para Sul da área em estudo. A implantação destes foi definida em função das características gerais das praias e áreas com sinais erosivos ou não. O método adotado para a realização dos perfis foi idealizado por Emery (1961).

Com o auxílio do programa Grapher 1.09, os perfis foram representados em combinações de 12 meses consecutivos. Foi possível, também, calcular o volume sedimentar de cada perfil, através do programa Surfer 8.0. Para isso, considerou-se cada perfil com a largura igual a 1 metro, obtendo-se, desta forma, o volume de areia por metro linear de praia, em metros cúbicos (m^3/m).

No setor costeiro Norte, foram selecionadas cinco localidades para a realização dos perfis. Estes foram denominados: P01, P02 e P03 (praia do Bessa); P04 (praia de Manaíra) e P05 (praia de Tambaú). No setor costeiro Sul, foram selecionadas sete localidades para a realização dos perfis. Estes foram denominados: P06, P07 e P08 (praia do Cabo Branco); P09 (praia do Seixas); P10 (praia da Penha); P11 (praia do Jacarapé); P12 (praia do Sol) e P13 (praia Barra de Gramame). A figura 5.1, mostra a localização dos perfis ao longo da área de estudo.

5.2 Perfis topográficos praias e variações em curto prazo

A realização periódica de perfis praias, pode documentar a acreção, erosão ou estabilidade da linha de costa. Os perfis praias são desenhados perpendiculares à praia e, geralmente, se iniciam na base de uma falésia, duna, linha de vegetação, muro, etc. e, em direção ao mar, se estendem até a profundidade suficiente para incluir parte da ante-praia, onde o transporte de sedimento é ativo.

Os perfis topográficos praias têm por finalidade definir a morfologia do perfil praias verificando a resposta deste ambiente à dinâmica costeira. A realização destes fornece conhecimentos detalhados sobre os fatores que controlam o gradiente do perfil praias, ou seja, ondas (energia e tipo de arrebentação), sedimentos praias e interação onda-sedimento (transporte sedimentar), além de definir o balanço sedimentar da praia.

A análise dos perfis praias revela a variabilidade na elevação da praia e na mudança de volume que ocorre ao longo do perfil. É importante compreender como o perfil muda ao longo do ano e o que causa essas mudanças. A comparação entre perfis sucessivos pode ser usada para quantificar mudanças na posição da linha de praia, mudanças volumétricas e resposta sazonal do perfil.

Uma característica marcante observada nas praias arenosas é que elas modificam sua configuração, perfil e planta, ao longo do tempo. Essas contínuas variações de formas denominam-se “variabilidade praias” ou “variações de curto prazo” (Dolan, et al. 1991).

A origem da variabilidade de uma determinada praia está associada a sua própria gênese e a sua configuração surge como resultado da interação da dinâmica atuante (ondas, correntes e marés), dos contornos existentes (costa e batimetria da plataforma continental interna), presença de recifes e a disponibilidade de material sedimentar (areia) no sistema.

Teoricamente, uma determinada praia com uma granulometria definida, submetida a uma dinâmica atuante e constante, desenvolve uma configuração (planta e perfil) estável no tempo. A configuração alcançada denomina-se “configuração de equilíbrio” (Coutinho, 2007, comunicação verbal).

Neste capítulo serão apresentadas as variações de curto prazo ocorridas durante o monitoramento da área em estudo, ou seja, aquelas variações caracterizadas pelas trocas contínuas de forma, num período mínimo de 12 meses.

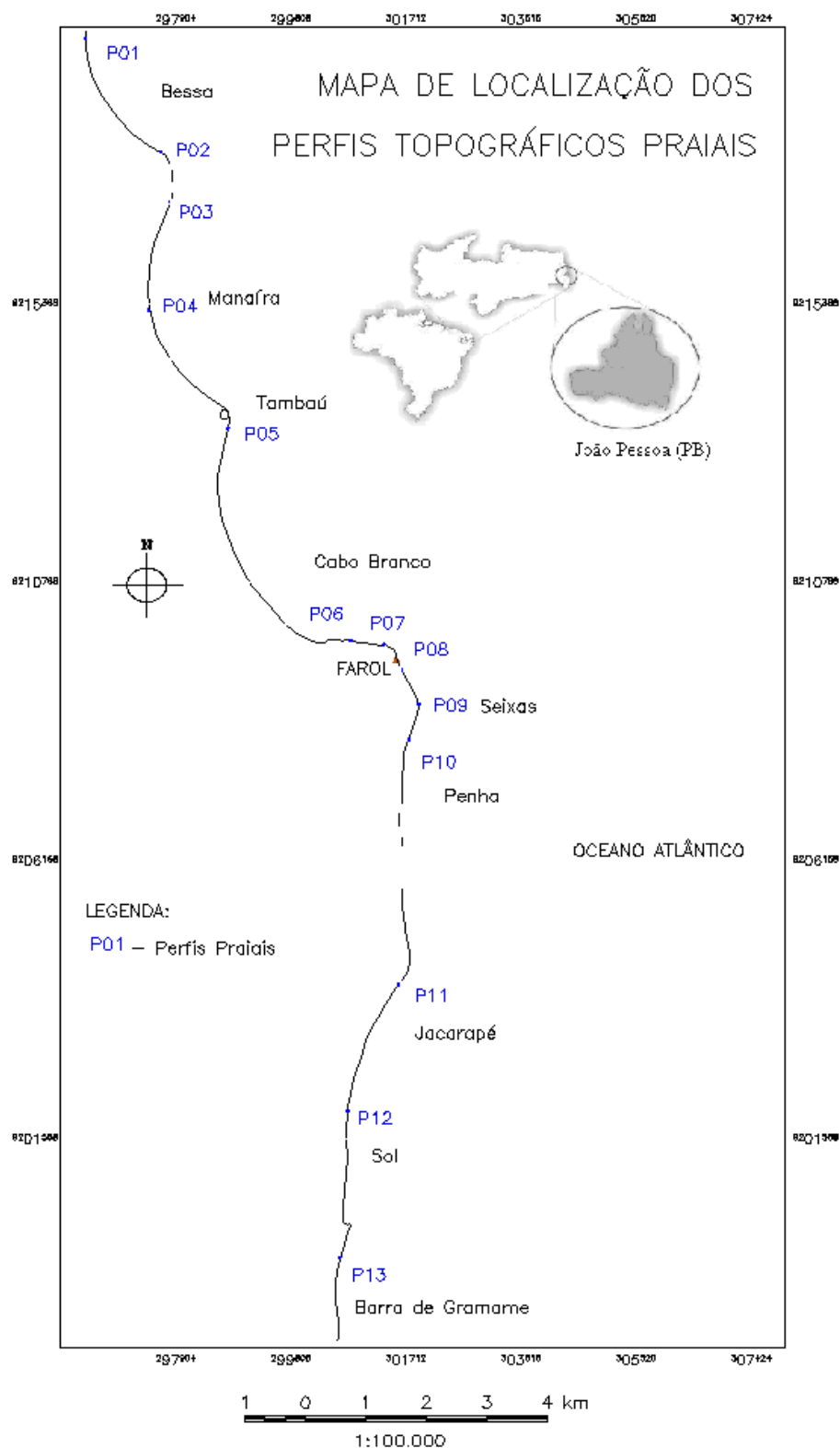


Figura 5.1 – Mapa de Localização dos perfis topográficos. Fonte: Imagem de Satélite Quik Bird. Cedida pela PMJP/PB (2005).

5.3 Setor Costeiro Norte

5.3.1 Praia do Bessa

Na praia do Bessa foram selecionados três locais para a realização dos perfis topográficos praias. Esta escolha deve-se ao fato de ter sido observado, em épocas anteriores, sinais erosivos em um trecho de 1,25 km, onde predominam atualmente estruturas de engenharia para a contenção da ação marinha.

O perfil P01 se situa na porção Norte da praia do Bessa, próximo à desembocadura do rio Jaguaribe. O perfil P02 encontra-se na ponta do Bessa, porção Norte, próximo ao Clube dos Médicos da Paraíba. O perfil P03 está situado na porção Sul da ponta do Bessa, nas proximidades do Iate Clube da Paraíba (Figura 5.1).

5.3.1.1 Perfil (P01)

O Perfil P01 está localizado nas coordenadas UTM 296.425 mE e 9.219.746 mN. Este apresenta uma extensão em torno de 150 metros, a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 4,41 metros. A face de praia apresenta extensão média de 50 metros e declividade média de 7°. A pós-praia encontra-se com ocupação urbana (Foto 5.1).

A análise dos perfis praias neste ponto revelou certa estabilidade na morfologia do perfil até 10 metros a partir do ponto de origem. Deste ponto até 50 metros, foram sentidas consideráveis variações morfológicas marcadas, principalmente, pela mobilidade das bermas, presentes praticamente durante todo o período monitorado. Talvez a instabilidade na morfologia da praia do Bessa, neste trecho, esteja associada à presença da desembocadura do rio Jaguaribe.

Nos três primeiros meses de monitoramento (abril a junho de 2006), a berma apresentou-se, em torno de 45 metros da origem. A partir de julho de 2006, esta feição foi totalmente destruída, recuando cerca de 10 metros e permanecendo assim, até o último mês de 2006. A partir do primeiro mês de 2007, a berma torna a compor a paisagem da praia, porém posicionada em torno de 50 metros da origem (Figura 5.2).

5.3.1.2 Perfil (P02)

O Perfil P02 localizado nas coordenadas UTM 297.707 mE e 9.217.901 mN, nas proximidades do Clube do Médicos da Paraíba, apresenta uma extensão em torno de 85 metros, a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 2,64 metros. A face de praia apresenta extensão média de 55 metros e declividade média de 5^0 (Foto 5.2).

A exemplo do P01, neste trecho da praia do Bessa, a pós-praia também encontra-se com ocupação urbana. E a estreita face de praia mostra estruturas de contenção à erosão costeira. Ao contrário do perfil P01, os perfis levantados nas proximidades do Clube dos Médicos da Paraíba, mostraram-se muito semelhantes, principalmente quanto a sua morfologia (Figura 5.3).

5.3.1.3 Perfil (P03)

O Perfil P03 está localizado nas coordenadas UTM 297.887 mE e 9.217.089 mN, nas proximidades do Iate Clube da Paraíba. Apresenta uma face de praia com declividade em torno de 6^0 e 7^0 , e uma extensão em torno de 45 metros, a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 3,03 metros (Foto 5.3).

Assim como os perfis P01 e P02, o perfil P03, também na praia do Bessa, apresenta uma pós-praia substituída pela ocupação urbana e uma estreita face de praia mostrando indícios de erosão costeira e presença de estruturas para a contenção do problema erosivo. O perfil P03 apresenta uma extensão de aproximadamente 100 metros, ao longo do qual foram sentidas modificações na morfologia, durante o período de monitoramento. Tendo apresentado, no decorrer do período, cavas na face praial (Figura 5.4).

5.3.1.4 Volume sedimentar da praia do Bessa.

De acordo com os dados obtidos durante o monitoramento, a praia do Bessa nas proximidades da desembocadura do rio Jaguaribe (perfil P01) apresentou uma tendência ao equilíbrio (Figura 5.5).

A média do volume sedimentar do perfil P01 foi de $246,4 \text{ m}^3/\text{m}$. O valor máximo foi de $380,19 \text{ m}^3/\text{m}$ (outubro/06) e o valor mínimo foi de $221,89 \text{ m}^3/\text{m}$ (julho/06) (Anexo 01).



Foto 5.1 – Praia do Bessa, Perfil P01. Foto da autora.

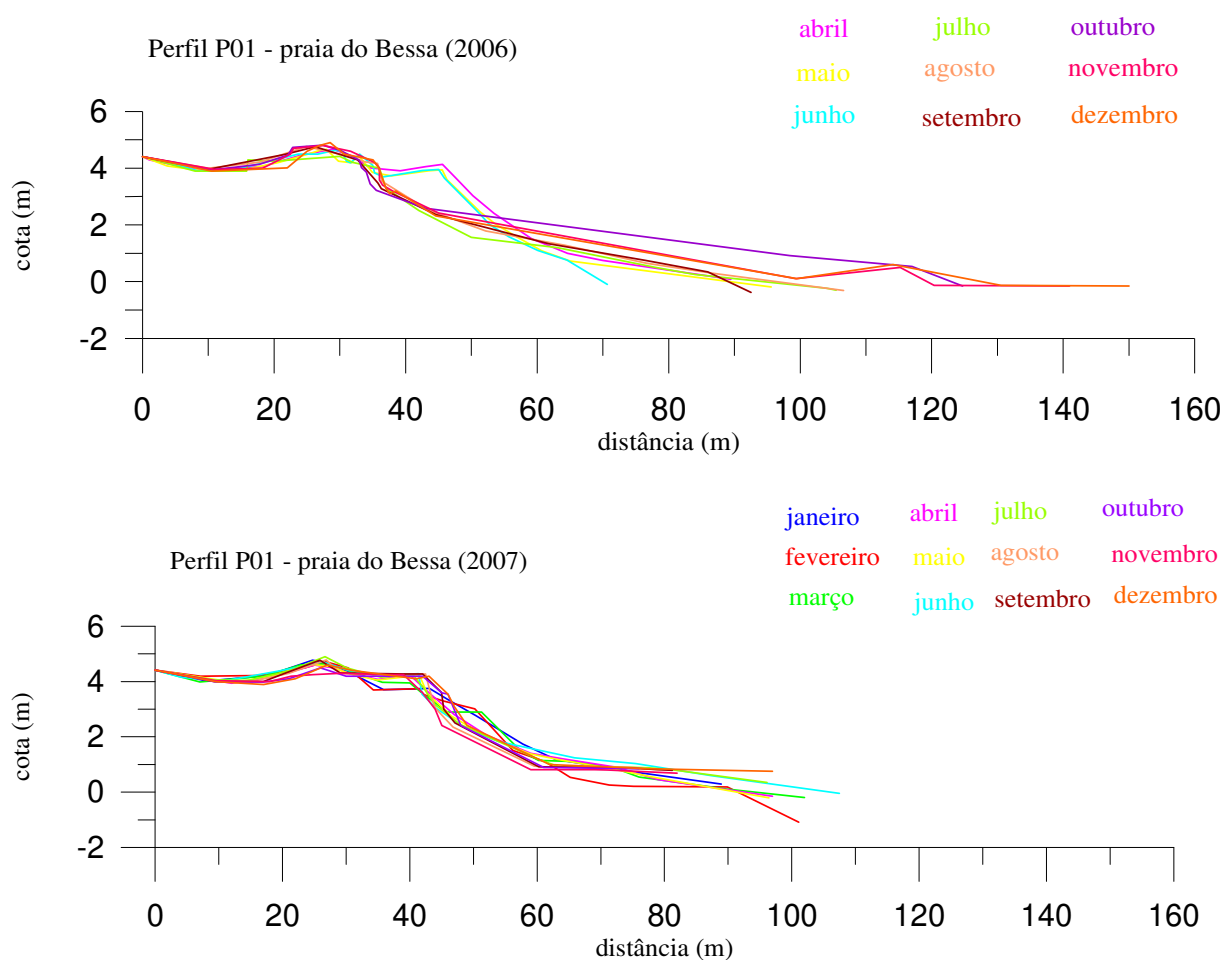


Figura 5.2 – Perfil P01, Praia do Bessa, de abril/06 a dezembro/2007.



Foto 5.2 – Praia do Bessa, Perfil P02. Foto da autora.

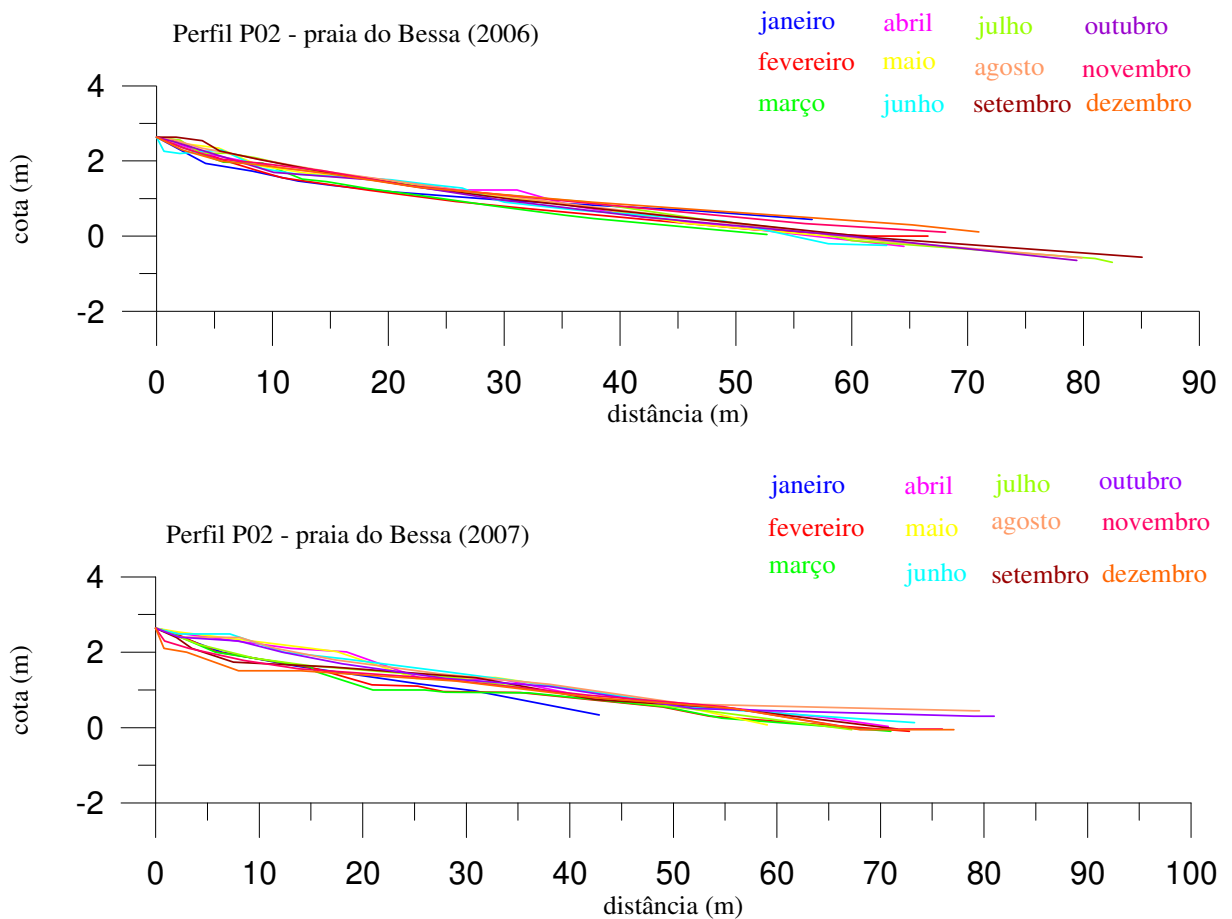


Figura 5.3 – Perfil P02, Praia do Bessa, de janeiro/06 a dezembro/2007.



Foto 5.3 – Praia do Bessa, Perfil P03. Foto da autora.

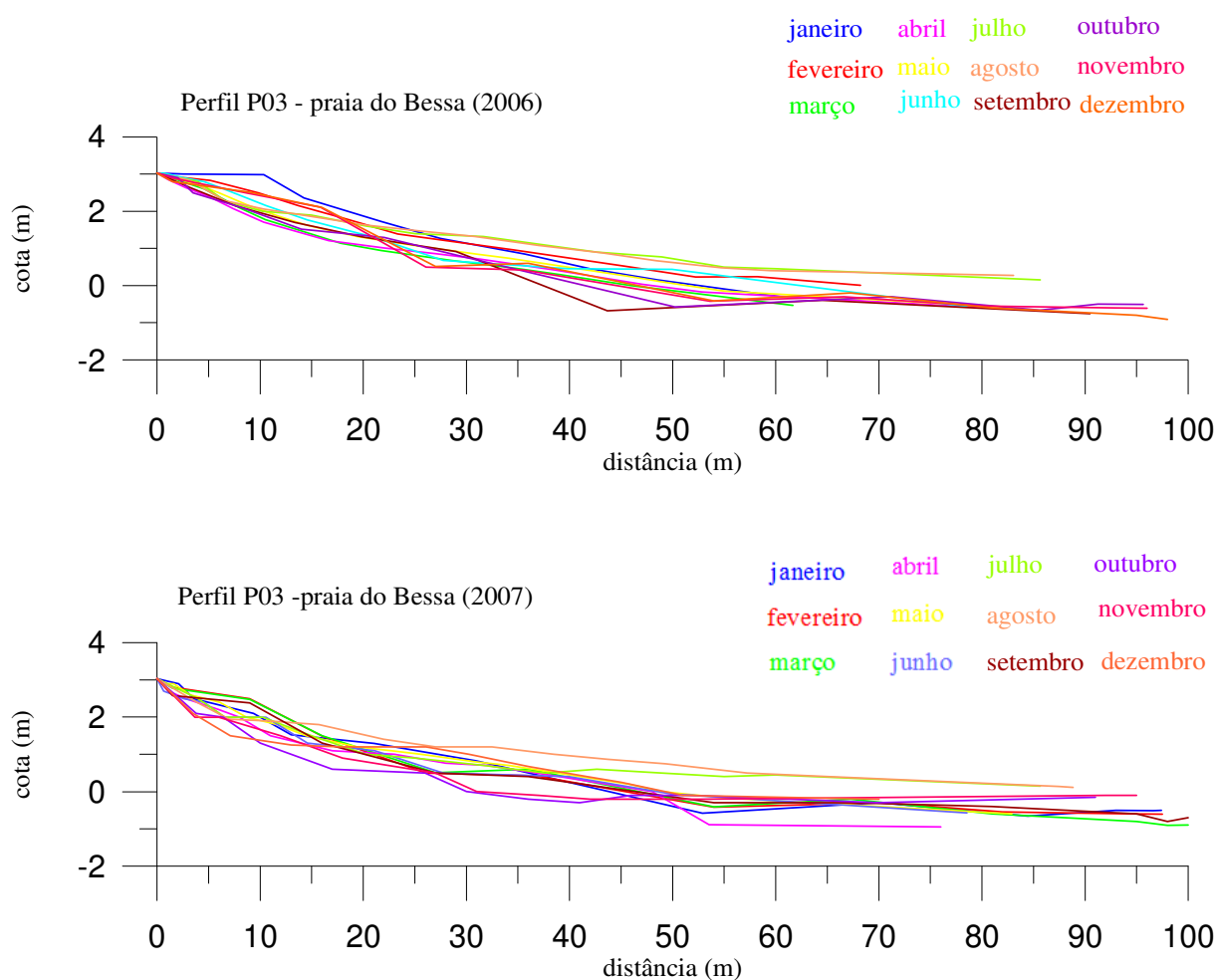


Figura 5.4 – Perfil P03, Praia do Bessa, de janeiro/06 a dezembro/2007.

O saldo do balanço sedimentar indica que, no geral, o perfil P01 apresenta um comportamento estável, com exceção do período entre setembro-outubro/06 e outubro-novembro/06, os quais apresentaram uma grande deposição (+148,26 m³/m) e grande erosão, (-125,06 m³/m), respectivamente (Figura 5.5 e 5.6).

Nas proximidades do Clube dos Médicos, na praia do Bessa (perfil P02) apresentou uma tendência à deposição de sedimentos (Figura 5.5).

A média total do volume sedimentar foi de 69,70 m³/m. O valor máximo foi de 96,79 m³/m em agosto/07, e o mínimo foi de 54,19 m³/m em março/06. O saldo do balanço sedimentar indica que o perfil P02 apresentou um comportamento mais estável entre janeiro e dezembro de 2006, passando a ter um comportamento mais instável durante o segundo período de monitoramento (janeiro-dezembro de 2007). Embora tenham apresentado certa instabilidade, os perfis praias mantiveram uma estabilidade nos outros períodos com valores que não ultrapassaram 21 m³/m. O período de maior deposição foi entre julho-agosto/07 e o de maior erosão foi entre agosto-setembro/07, com +22,3 m³/m e -20,82 m³/m, respectivamente (Anexo 01, Figura 5.6).

Ao contrário do que foi verificado no trecho da praia do Bessa, compreendido entre os perfis P01 e P02, o setor da praia localizado nas imediações do Iate Clube da Paraíba (P03) apresentou tendência erosiva durante o monitoramento (Figura 5.5).

A média do volume sedimentar dos perfis praias foi de 62,54 m³/m. O valor máximo foi de 92,0 m³/m (julho/06) e o mínimo foi de 33,54 m³/m (outubro/07). O saldo do balanço sedimentar revela um comportamento instável para o perfil P03, talvez influenciado pelas maiores erosões ocorridas entre fevereiro-março/06 (-33,53 m³/m); agosto-setembro/06 (-36,59 m³/m); agosto-setembro/07 (-36,06 m³/m); setembro-outubro/07 (-17,94 m³/m). As maiores deposições ocorreram em junho-julho/06 (+30,63 m³/m) e entre novembro-dezembro/07 (+24,44 m³/m) (Anexo 01, Figura 5.6).

5.3.2 Praia de Manaíra e Tambaú

Por não apresentar sinais visíveis da erosão costeira (apenas em um local) em cada uma das praias, foram realizados os perfis praias. Na praia de Manaíra o perfil P04 está localizado nas proximidades do Mag Shopping, e na praia de Tambaú o perfil P05 está localizado no lado Sul do Hotel Tambaú, nas proximidades do estacionamento (Figura 5.1).

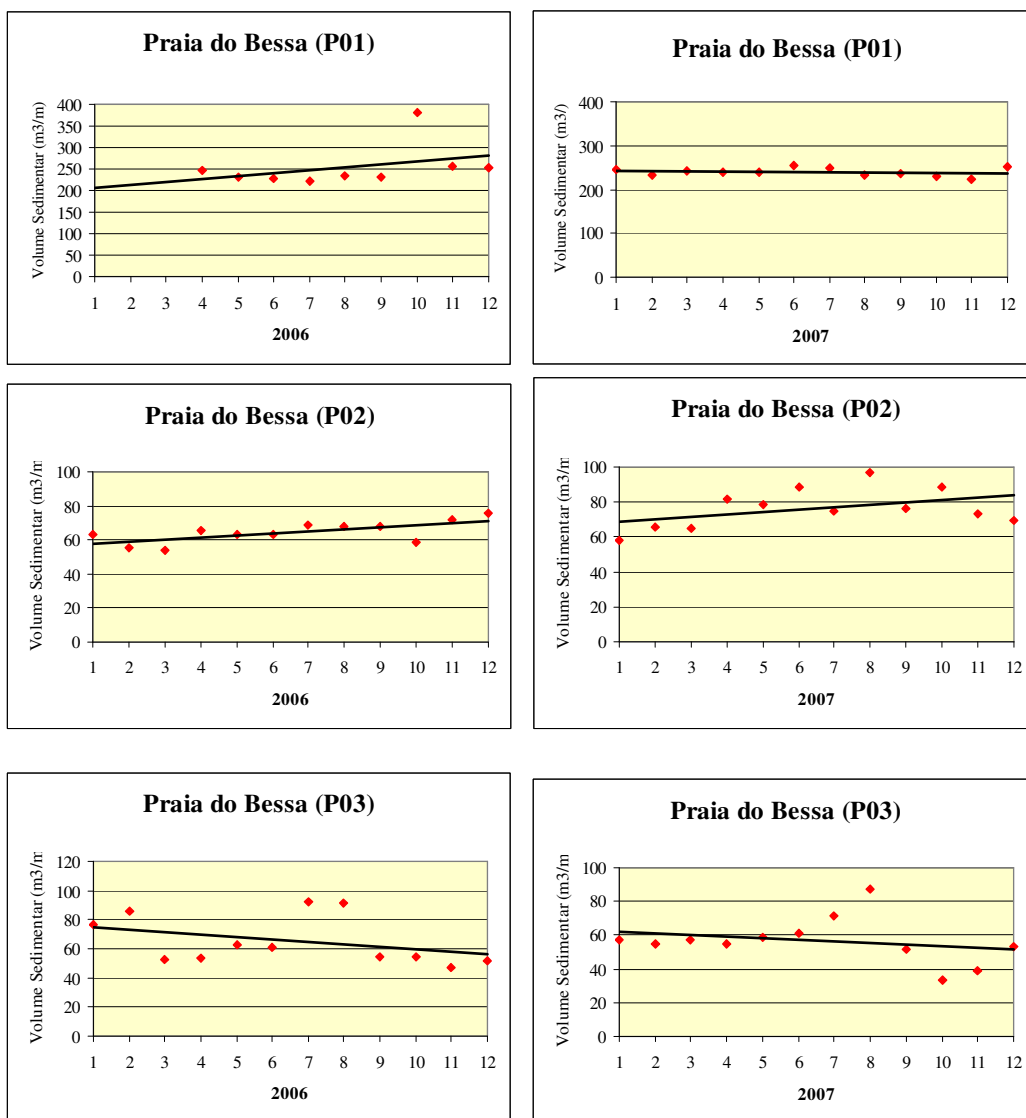


Figura 5.5 – Deposição e erosão de sedimentos na praia do Bessa, nos perfis P01, P02 e P03.

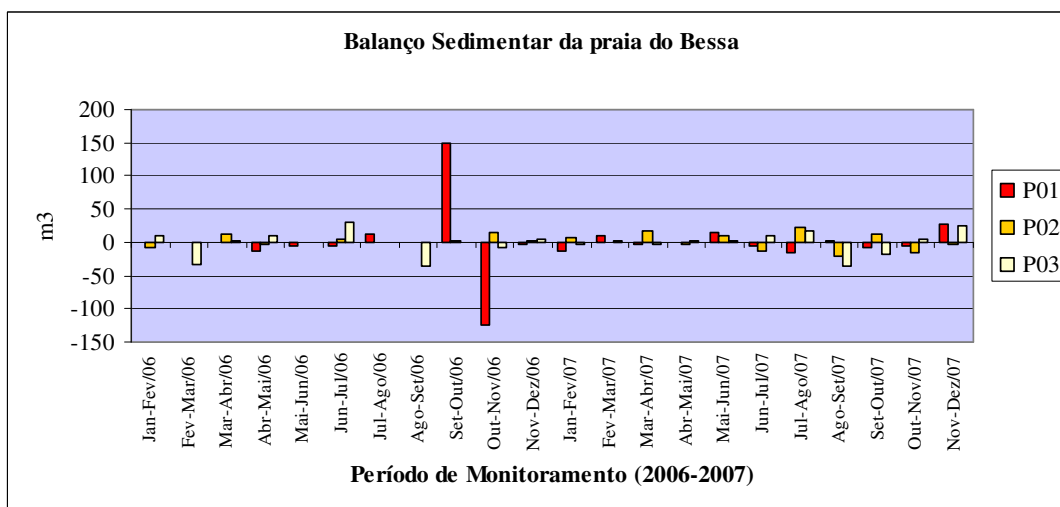


Figura 5.6 – Resultado do cálculo do volume praial para os perfis P01, P02 e P03, na praia do Bessa, durante o monitoramento.

5.3.2.1 Perfil (P04), praia de Manaíra

O Perfil P04, localizado na praia de Manaíra, nas coordenadas UTM 275.340 mE e 9.215.263 mN, apresenta uma extensão em torno de 80 metros, a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 4,18 metros. A face de praia tem uma extensão aproximada de 35 metros, com declividade média de 8^0 (Foto 5.4).

As principais variações morfológicas foram sentidas entre 10 e 45 metros e entre 45 e 75 metros, a partir do ponto de origem, apresentando bermas durante praticamente todo o período, com exceção para os períodos entre janeiro, fevereiro e agosto de 2006. Em abril/07 houve migração da berma de aproximadamente 20 metros (Figura 5.7).

5.3.2.2 Perfil (P05), praia de Tambaú

O Perfil P05, localizado na praia de Tambaú, nas coordenadas UTM 298.724 mE e 9.213.320 mN, apresenta uma extensão em torno de 180 metros, a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 4,37 metros. A face de praia apresenta uma largura média de 30m com declividade em torno de 8^0 (Foto 5.5).

Observando as curvas do perfil da praia de Tambaú, nota-se pequenas variações entre 80 e 100 metros, no primeiro período de monitoramento (abril a dezembro de 2006). Já em 2007, o perfil apresentou algumas variações morfológicas, com migração de berma presente em todo o período de monitoramento (Figura 5.8).

5.3.2.3 Volume sedimentar das praias de Manaíra e Tambaú (P04 E P05).

No geral, os dados do balanço sedimentar mostraram uma tendência ao equilíbrio para as praias de Manaíra e Tambaú (Figura 5.9). O saldo do balanço sedimentar indica que as praias de Manaíra e Tambaú apresentam um comportamento estável.

A média do volume sedimentar do perfil P04, na praia de Manaíra, foi de 107,72 m³/m. O valor máximo foi de 130,00 m³/m em abril/06 e o mínimo foi de 97,00 m³/m em novembro/07.

O período de saldo mais negativo foi em julho e agosto/07 (-260,31 m³/m). Os de maior deposição foram em setembro e outubro/06, março e abril/07 e setembro e outubro/07 com +25,79 m³/m, +27,29 m³/m e 22,97 m³/m, respectivamente (Anexo 02, Figura 5.10).



Foto 5.4 – Praia de Manaíra, perfil P04. Foto da autora.

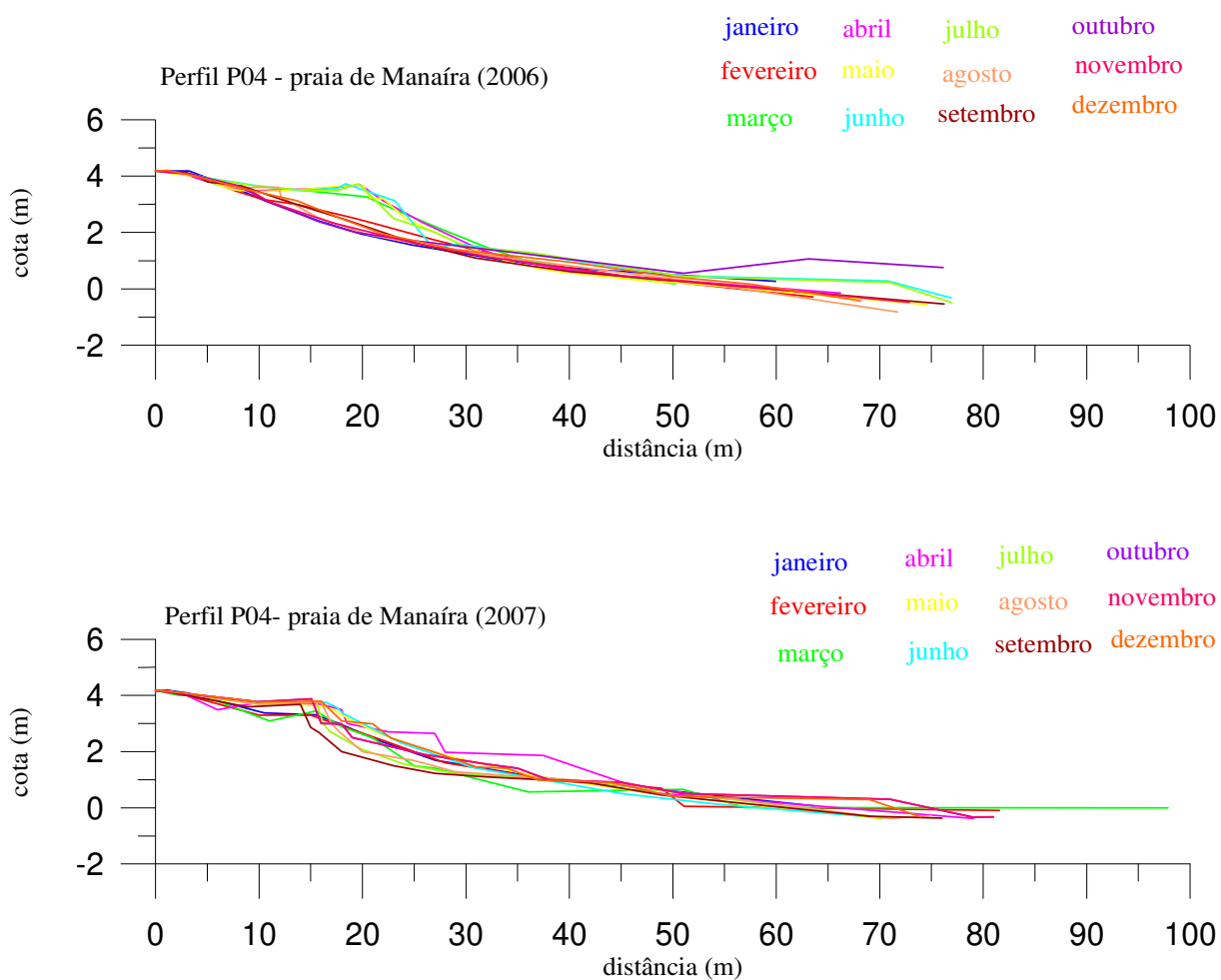


Figura 5.7 - Perfil P04, Praia de Manaíra, janeiro de 2006 a dezembro de 2007.



Foto 5.5 – Praia de Tambaú, perfil P05. Foto da autora.

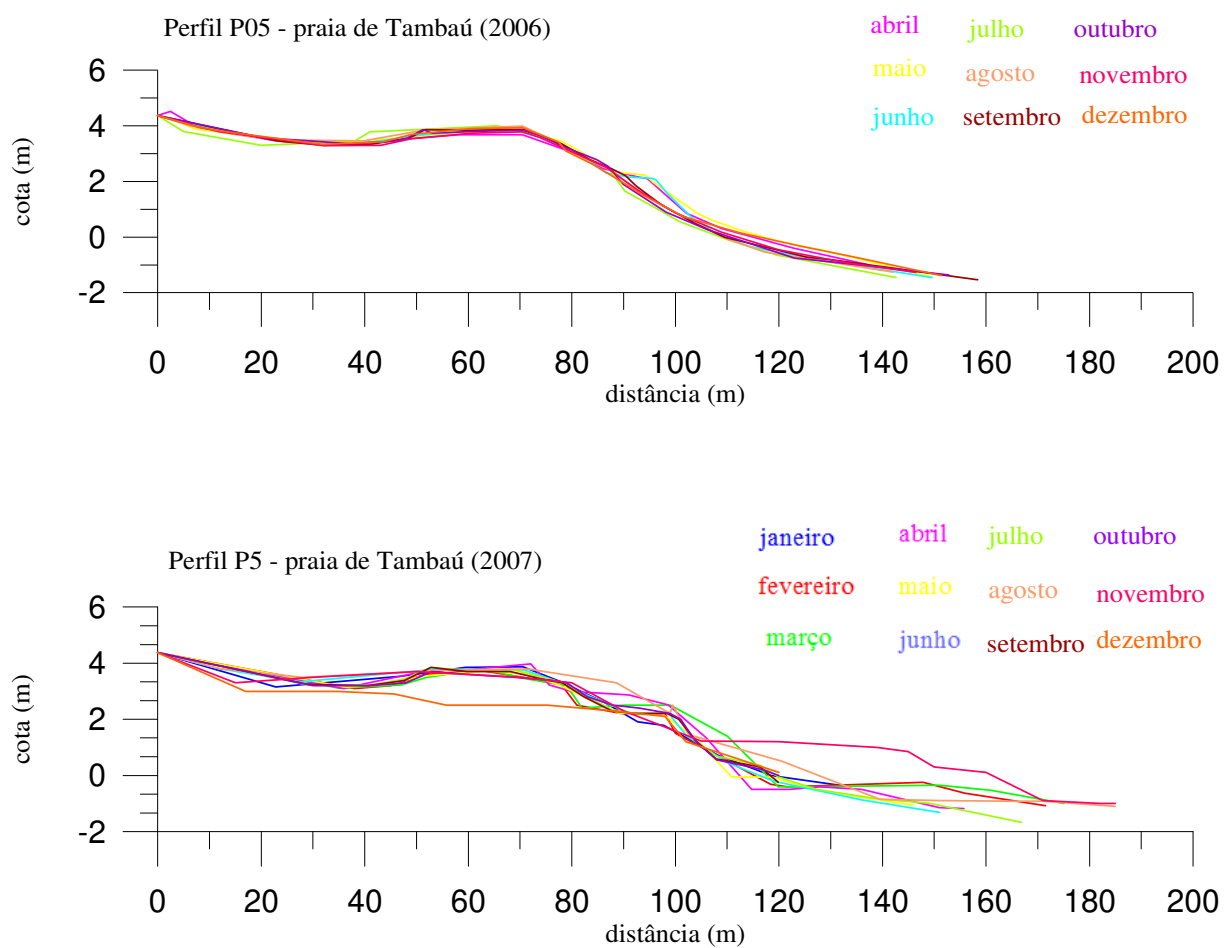


Figura 5.8 - Perfil P05, praia de Tambaú, de abril/06 a dezembro/2007.

Para o perfil P05, na praia de Tambaú, o volume sedimentar médio foi de 343,03 m³/m. O valor máximo foi de 390,51 m³/m, em novembro/07, e o mínimo de 294,7 m³/m, em dezembro/07. Os períodos de saldo mais positivo foram julho-agosto/07, outubro-novembro/07 com +29,32 m³/m e +42,26 m³/m, respectivamente. Os saldos mais negativos foram sentidos entre os meses de abril-maio/07, agosto-setembro/07, novembro/dezembro/07, com -17,94 m³/m, -32,82 m³/m e -95,81 m³/m, respectivamente (Anexo 02, Figura 5.10).

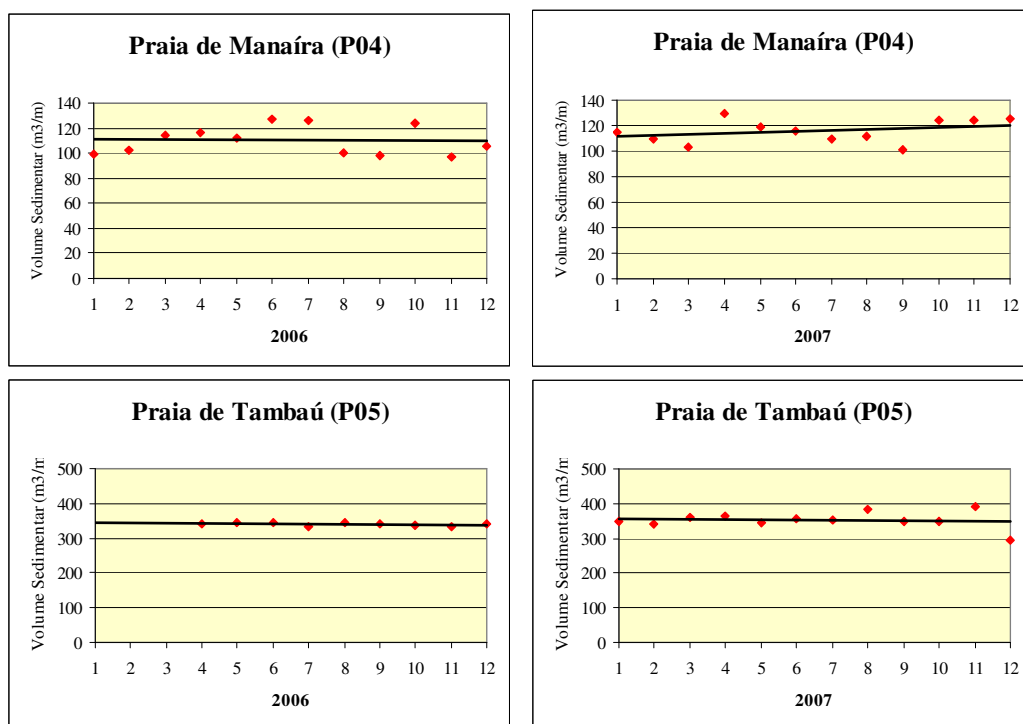


Figura 5.9 – Deposição e erosão de sedimentos nas praias de Manaíra e Tambaú, nos perfis P04 e P05.

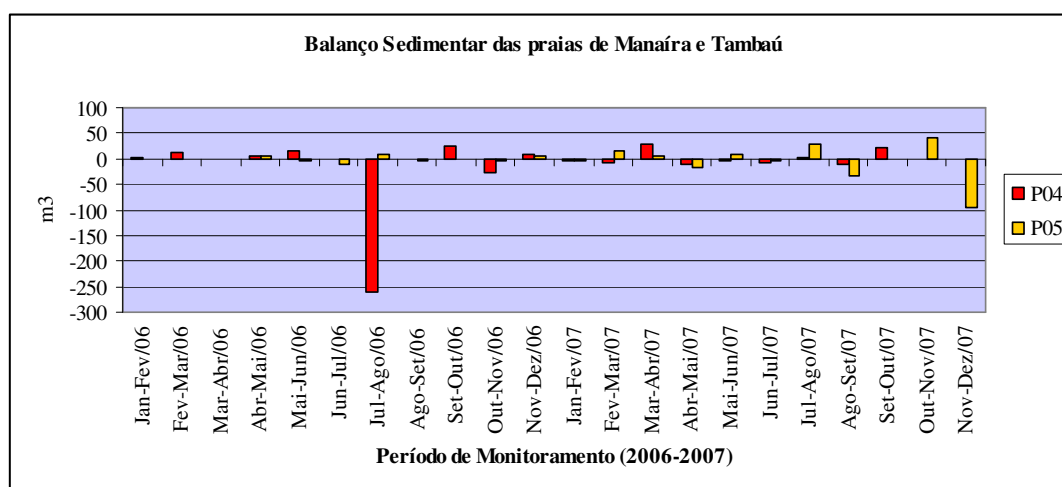


Figura 5.10 - Resultado do cálculo do volume praial para os perfis P04 (praias de Manaíra) e P05 (praia de Tambaú), durante o monitoramento.

5.4. Setor Costeiro Sul

5.4.1 Praia do Cabo Branco

Na praia do Cabo Branco foram selecionadas três localidades para a realização dos perfis praias. Assim como ocorreu na praia do Bessa, a escolha dos perfis se deu em função da erosão costeira ali verificada.

5.4.1.1 Perfil (P06)

O perfil P06 está localizado próximo a praça de Iemanjá, nas proximidades do restaurante Bargaço, a partir das coordenadas 300.899 mE e 9.209.788 mN. Este perfil apresentou uma extensão em torno de 120 metros, a partir do ponto de origem cujo Rn absoluto é igual a 3,25 metros. Apresenta uma face de praia em torno de 100 metros, com declividade média de 6°. A pós-praia encontra-se ocupada por casas, restaurantes e vias de acesso a área (Foto 5.6).

De acordo com as curvas plotadas, o perfil P06 apresentou grandes variações no balanço sedimentar (item 5.4.1.4). Não houve formação de bermas durante o período analisado. O local apresenta sinais de uma erosão intensa, constatada pelos dados de campo e sinais visíveis de destruição da praça ali localizada (Figura 5.11).

5.4.1.2 Perfil (P07)

O perfil P07 encontra-se localizado na ponta do Cabo Branco tendo como referência uma antiga árvore no topo da barreira que se mantém equilibrada por suas raízes na borda da falésia viva. Localiza-se nas coordenadas 301.425 mE e 9.209.754 mN e apresenta uma extensão em torno de 90 metros, a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 2,55 metros. A face de praia limita-se com as falésias vivas e a declividade média é de 6° (Foto 5.7).

A praia do Cabo Branco, neste trecho, apresenta uma estreita face de praia com aproximadamente 50 metros. Durante todo o monitoramento foram sentidas pequenas variações morfológicas, porém uma grande instabilidade no balanço sedimentar (Figura 5.12), principalmente entre os meses de fevereiro e outubro.

5.4.1.3 Perfil (P08)

O perfil P08 também tem como referência as falésias vivas da ponta do Cabo Branco, limite Sul com a praia do Seixas. As coordenadas de localização são 301.712 mE e 9.209.319 mN. O perfil apresenta uma extensão em torno de 65 metros, a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 3,48 metros. Assim como no P07, neste trecho de praia, a pós-praia não existe sendo substituída pelas falésias vivas que se limitam com a estreita face de praia, com cerca de 25 metros, e declividade média de 5° (Foto 5.8).

O perfil P08 apresentou pequenas variações morfológicas, ao longo de toda a sua extensão, havendo formação de bermas em janeiro/06, maio-jun/06 e março/07 e julho/07 (Figura 5.13).

5.4.1.4 Volume sedimentar da praia do Cabo Branco (P06, P07 E P08).

No geral, a praia do Cabo Branco, no trecho compreendido entre os perfis P06 e P07 apresentou uma tendência fortemente erosiva. Já o perfil P08, nesta mesma praia, apresentou características tendendo ao equilíbrio (Figura 5.14).

O volume sedimentar médio para o perfil P06 foi de 82,29 m³/m. O valor máximo foi de 131,69 m³/m (agosto/06) e o mínimo foi de 45,96 m³/m (novembro/07). Observa-se no gráfico da figura 5.15, um emagrecimento do pacote sedimentar da ordem de 46,35 m³/m, para o período de monitoramento. Em 2006, os períodos mais erosivos foram janeiro-fevereiro (-35,37 m³/m), abril-maio (-21,57 m³/m) e agosto-setembro (-34,04 m³/m). Em 2007, os períodos de saldos mais negativos foram janeiro-fevereiro (-47,97 m³/m), junho-julho (-23,82 m³/m) e agosto-setembro (-23,59 m³/m). O perfil P06 apresentou, também, períodos com saldos bastante positivos como, março-abril/06 (+28,54 m³/m) e maio-junho/07 (+32,94 m³/m), sendo este último o período com maior deposição de sedimentos para o período analisado. Os demais períodos apresentaram pequenas variações no balanço sedimentar, em torno de 10 m³/m (Anexo 03, Figura 5.15).

A média do volume sedimentar para o perfil P07 foi de 41,18 m³/m. O valor máximo foi de 70,66 m³/m (dezembro/06), e o mínimo de 27,2 m³/m (outubro/07). O saldo do balanço sedimentar indica para o perfil P07 um comportamento muito instável, com períodos de muita deposição e muita erosão. A maior deposição ocorreu nos períodos entre janeiro-fevereiro/06 (+24,96 m³/m), abril-maio/06 (+16,39 m³/m) e novembro-dezembro/06 (+31,43 m³/m) (Anexo 02, Figura 5.15).



Foto 5.6 – Praia do Cabo Branco. Perfil P06. Foto da autora.

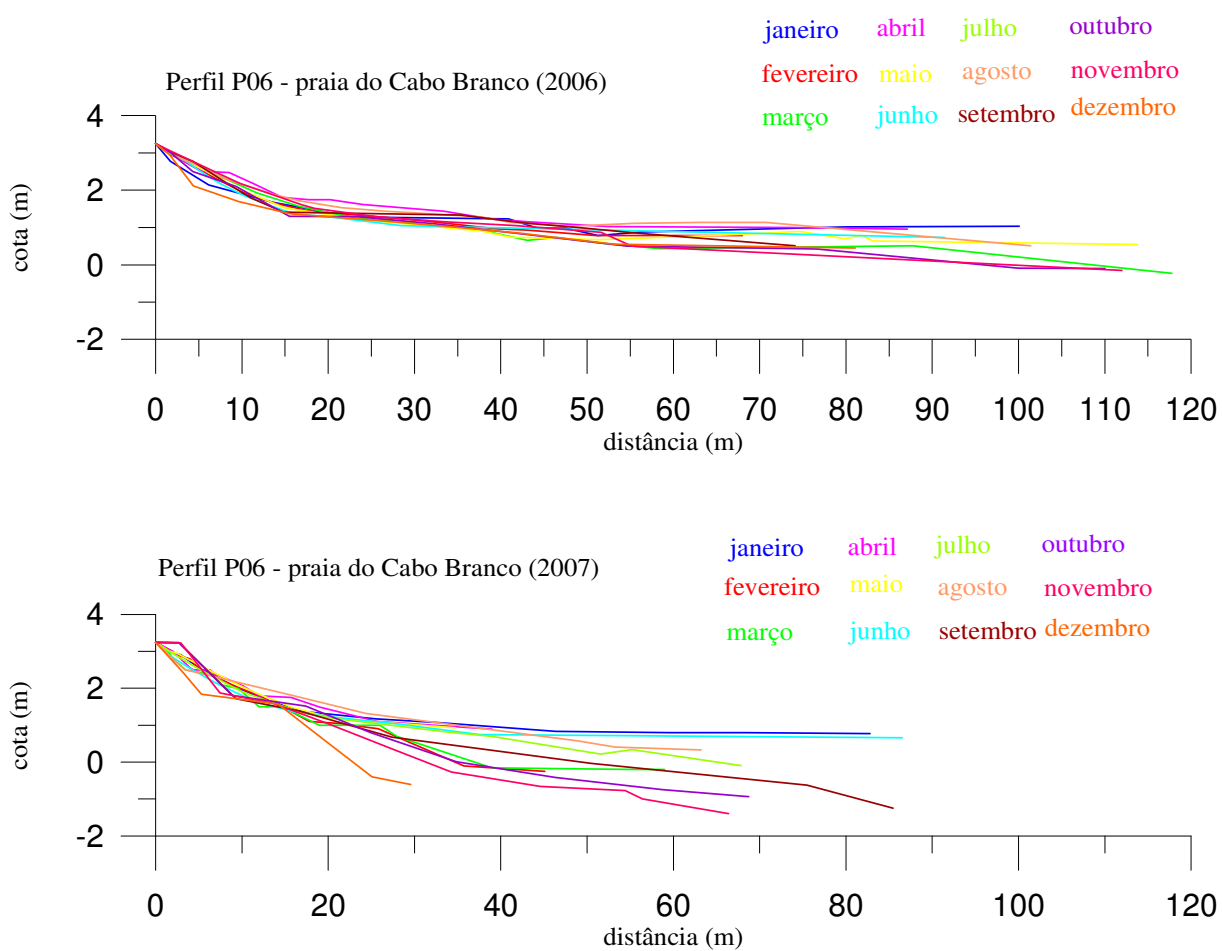


Figura 5.11 - Perfil P06, praia do Cabo Branco, de janeiro/06 a dezembro/2007.



Foto 5.7 – Praia do Cabo Branco. Perfil P07. Foto da autora.

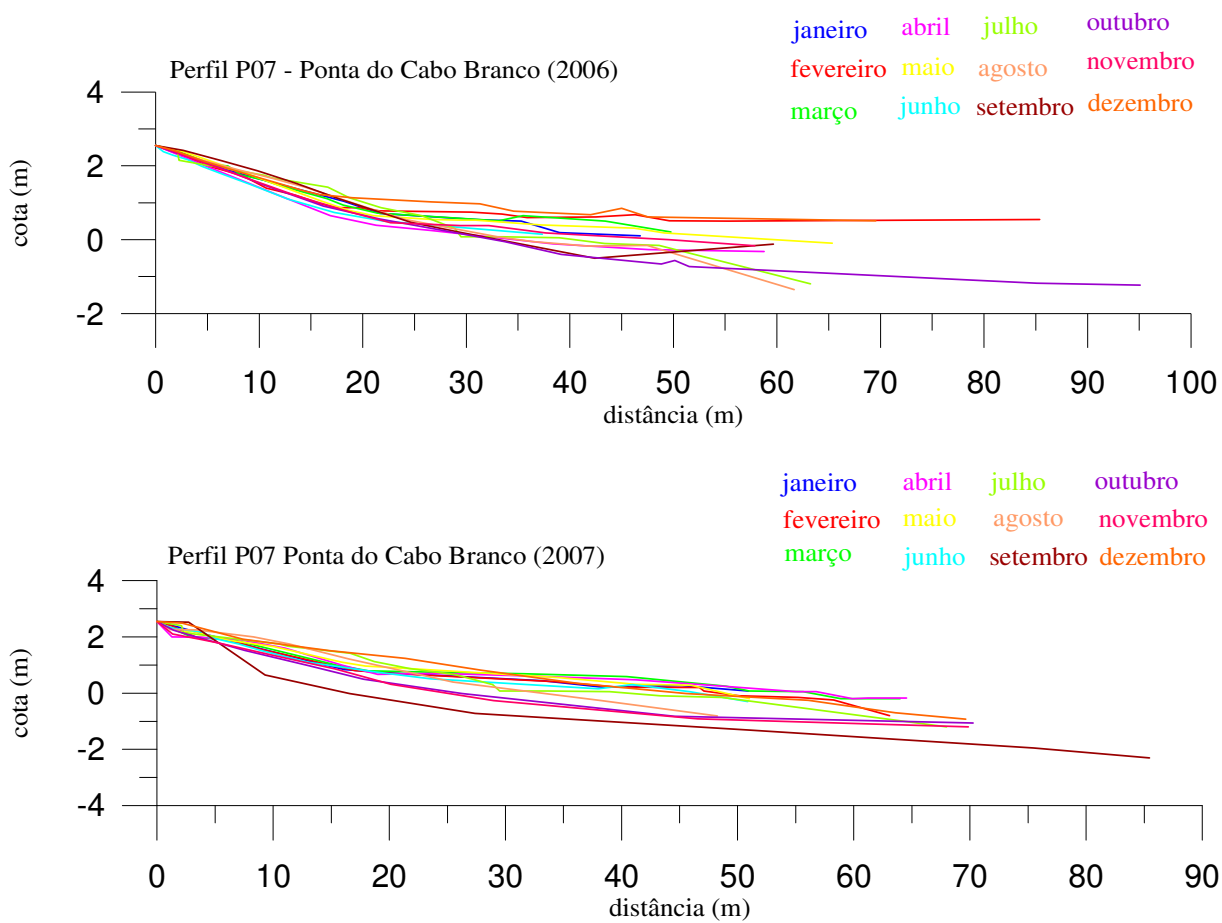


Figura 5.12 - Perfil P07, ponta do Cabo Branco, de janeiro/06 a dezembro/2007.



Foto 5.8 – Praia do Cabo Branco. Perfil P08. Foto da autora.

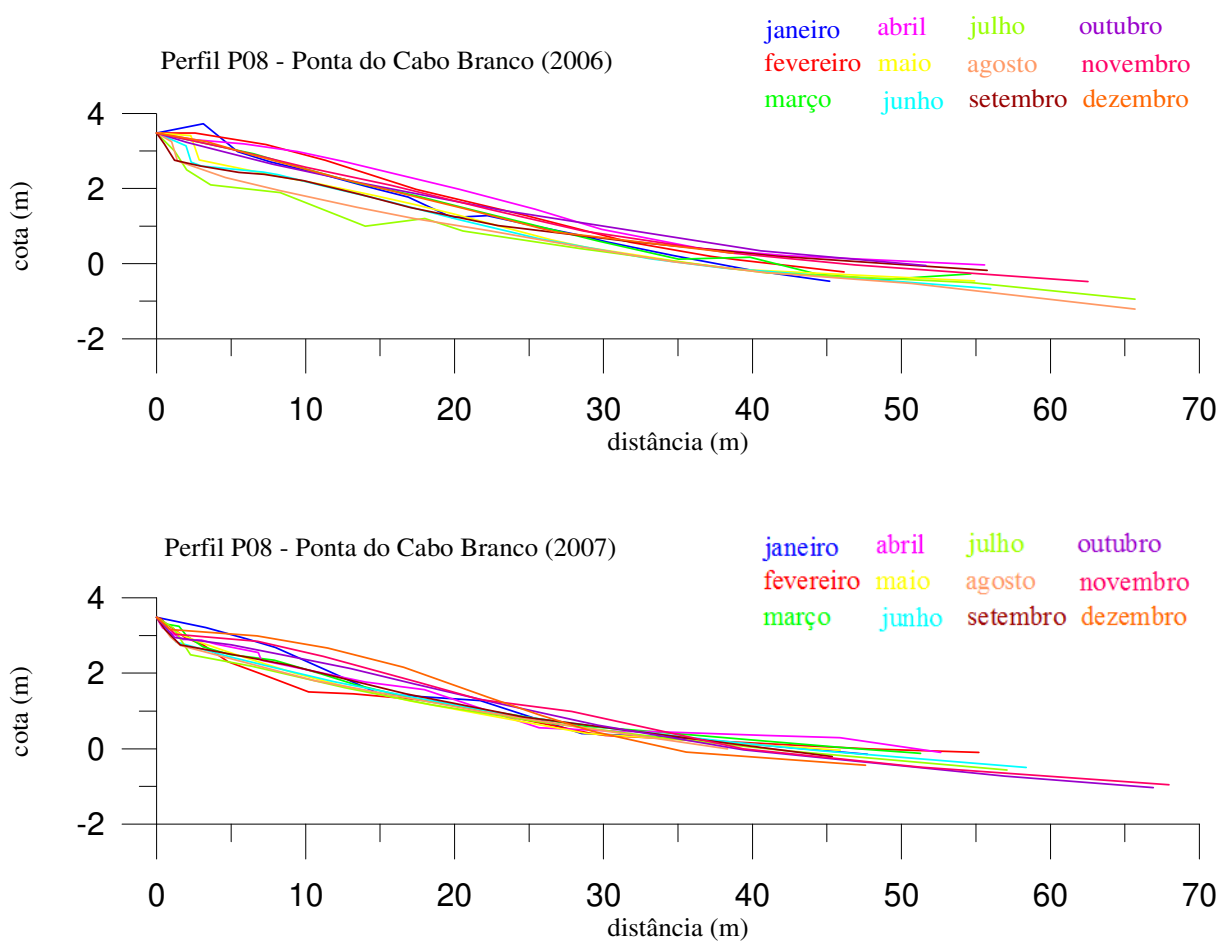


Figura 5.13 - Perfil P08, ponta do Cabo Branco, de janeiro/06 a dezembro/2007.

O maior saldo negativo verificou-se nos períodos de fevereiro e março/06 (-20,48 m³/m), março-abril/06 (-17,84 m³/m) e maio-junho/06 (-13,41 m³/m). Em 2007, a forte tendência erosiva pode ter sido induzida pela diminuição no pacote sedimentar formado pelo perfil P07, verificado nos últimos meses de monitoramento, quando o perfil passou a apresentar um volume médio de 27,40 m³/m, diminuindo cerca de 50% do seu volume médio anterior (Anexo 02, Figura 5.15).

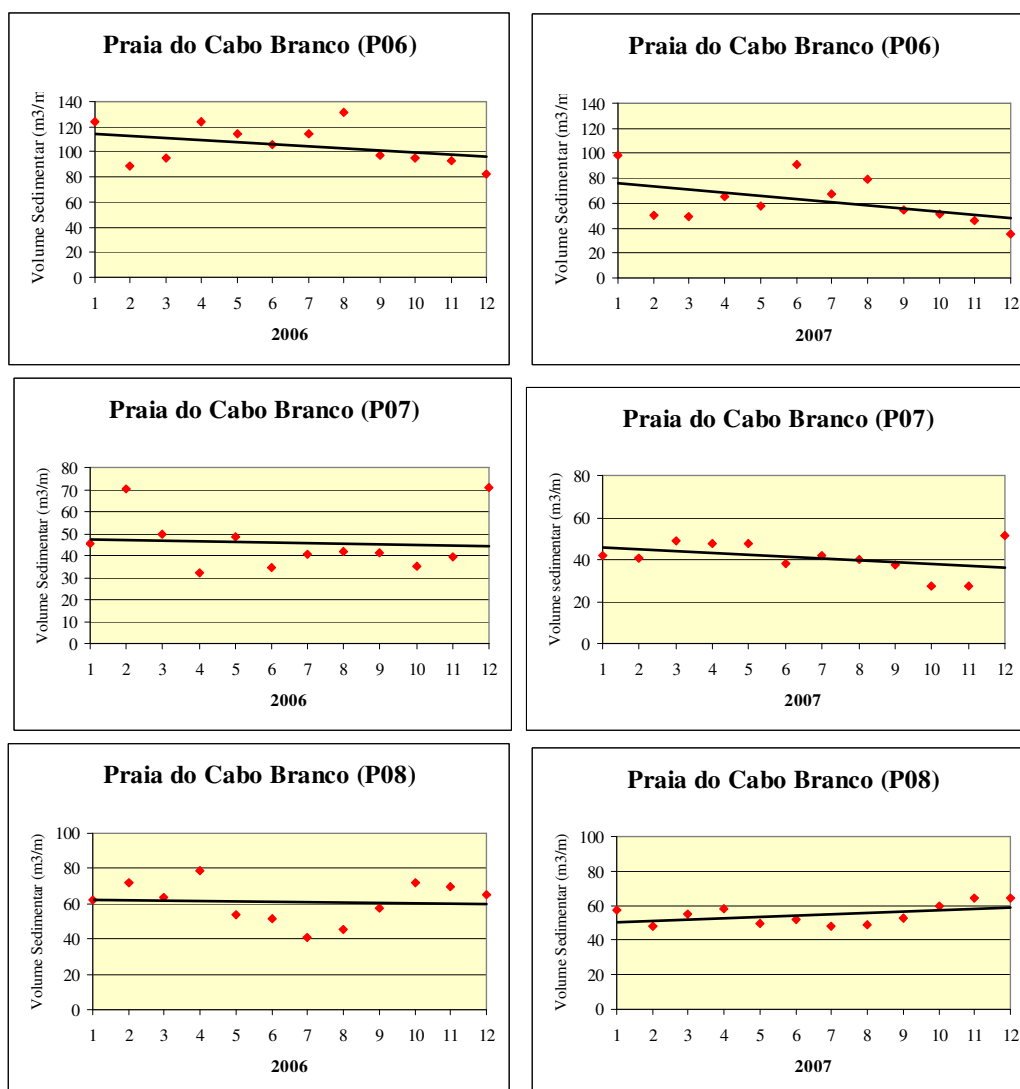


Figura 5.14 - Entradas e saídas de sedimentos na praia do Cabo Branco, durante o monitoramento, para os perfis P06, P07 e P08.

Quanto ao perfil P08, o volume sedimentar médio foi de 57,44 m³/m. O valor máximo foi de 78,89 m³/m (abril/06) e o mínimo de 40,85 m³/m (julho/06). O saldo do balanço sedimentar mostra certa instabilidade nos perfis entre janeiro e dezembro de 2006,

e uma maior estabilidade no período seguinte. Os meses que apresentaram saldo mais positivo foram janeiro-fevereiro/06 (+9,83 m³/m), março-abril/06 (+15,17 m³/m), agosto-setembro/06 (+12,13 m³/m) e setembro-outubro/06 (+14,29 m³/m). Os saldos de balanço mais negativos foram verificados nos períodos de abril-maio/06 (-24,47 m³/m) e junho-julho (-10,88 m³/m). Em 2007, os saldos negativos e positivos não ultrapassaram 10,0 m³/m (Anexo 03, Figura 5.15).

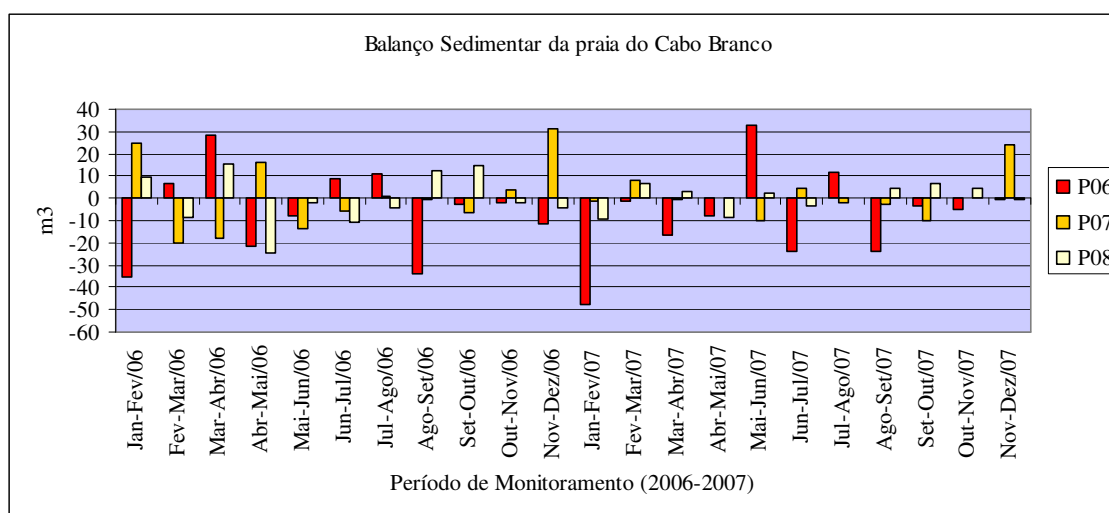


Figura 5.15 - Resultado do cálculo do volume sedimentar praial para os perfis P06, P07 e P08, na ponta do Cabo Branco, durante o monitoramento.

5.4.2 Praias do Seixas e Penha

Entre as praias do Seixas e Penha, foram selecionados dois locais para realização dos perfis (P09 e P10).

5.4.2.1 Perfil (P09), Praia do Seixas

O perfil P09 está localizado na praia do Seixas, nas coordenadas 301.997 mE e 9.208.764 mN, ao lado da antiga palhoça do Seixas. Este apresenta uma extensão em torno de 95 metros, a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 3,18 metros. A face de praia apresenta largura média de 20 metros e declividade média de 6° (Foto 5.9).



Foto 5.9 – Praia do Seixas. Perfil P09. Foto da autora.

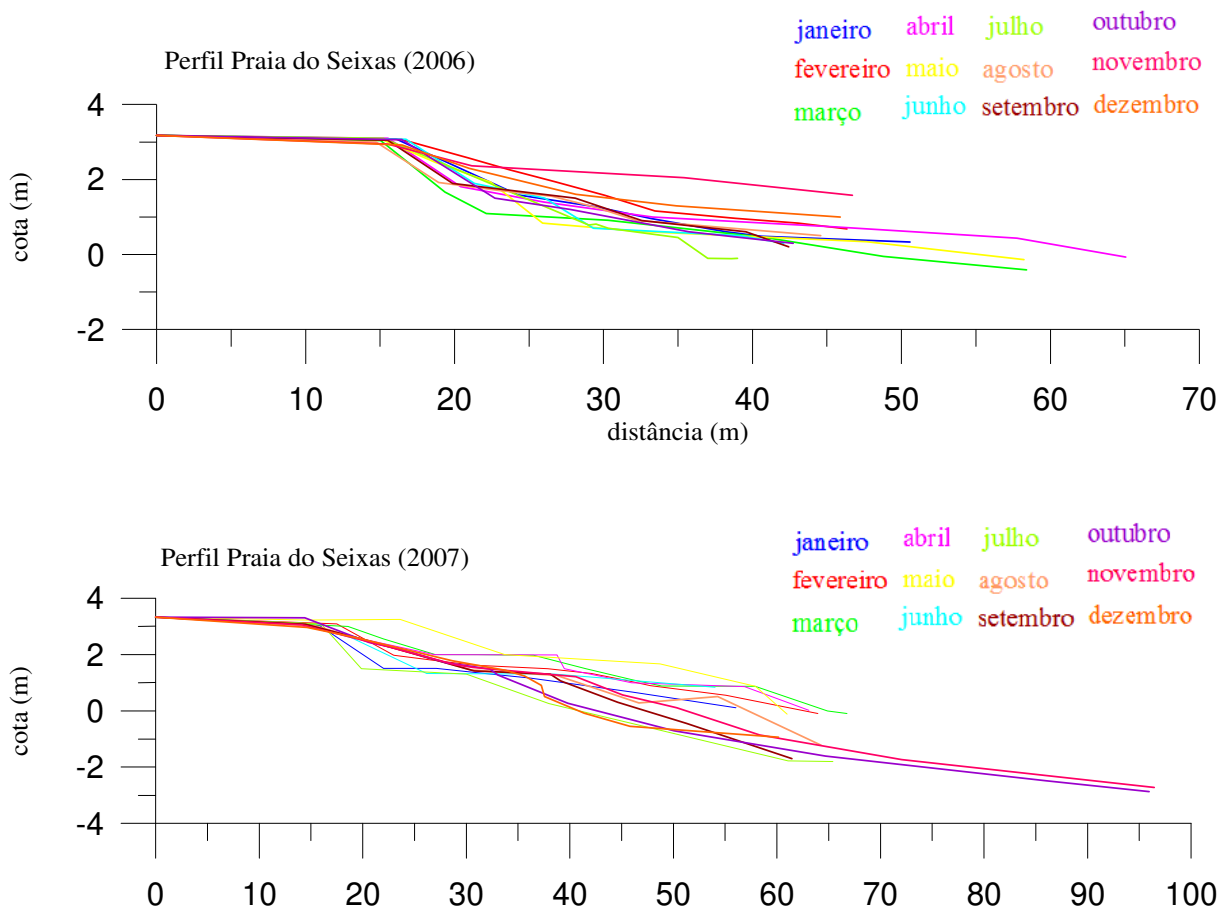


Figura 5.16 – Perfil P09, praia do Seixas, de janeiro/06 a dezembro/2007.

Verificou-se neste perfil uma pós-praia caracterizada com intensa ocupação por casas e bares, e uma estreita face de praia que disputa seu lugar com estruturas soltas que visam conter o processo erosivo.

As curvas plotadas mostraram consideráveis variações morfológicas para o perfil P09, principalmente a partir de 15 metros do ponto de origem. Pôde-se observar a instabilidade do perfil em toda a sua extensão, caracterizando o local como de forte tendência erosiva (Figura 5.16).

5.4.2.2 Perfil (P-10), Praia da Penha

O perfil P10, localizado na praia da Penha, nas coordenadas 301.662 mE e 9.206.901 mN, apresenta uma extensão em torno de 80 metros, a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 3,47 metros. Verificou-se neste perfil uma pós-praia coberta pela vegetação rasteira de praia, e com presença antrópica. A face de praia não apresenta sinais visíveis de erosão e apresenta largura média de 25 metros, e declividade de 7^0 (Foto 5.10).

Analisando as curvas plotadas, nota-se que o perfil P10 apresentou grandes variações morfológicas, ao longo de toda a sua extensão, a partir de 10 metros do ponto de origem. As principais variações foram verificadas na face de praia, com migração de berma, no decorrer do período (Figura 5.17).

5.4.2.3 Volume sedimentar das praias do Seixas (P09) e Penha (P10)

Os gráficos apresentados na figura 5.18, mostram a tendência erosiva das praias do Seixas e Penha.

No geral, o perfil P09, praia do Seixas, apresentou um volume sedimentar médio de $93,52 \text{ m}^3/\text{m}$. O valor máximo foi de $144,28 \text{ m}^3/\text{m}$, em maio/07 e o valor mínimo foi de $43,19 \text{ m}^3/\text{m}$, em agosto/06.

O saldo do balanço sedimentar indica que a praia do Seixas apresenta um comportamento instável entre saldos positivos e negativos. Os períodos de maior erosão foram maio-junho/07 ($-38,19 \text{ m}^3/\text{m}$) seguido de junho-julho/07 ($-24,70 \text{ m}^3/\text{m}$). Os demais períodos, em média, mostraram um saldo negativo em torno de $-10 \text{ m}^3/\text{m}$. As maiores deposições ocorreram em abril-maio/07 ($+20,89 \text{ m}^3/\text{m}$) e julho-agosto ($+22,35 \text{ m}^3/\text{m}$) (Anexo 04, Figura 5.19).



Foto 5.10 – Praia da Penha. Perfil P10. Foto da autora.

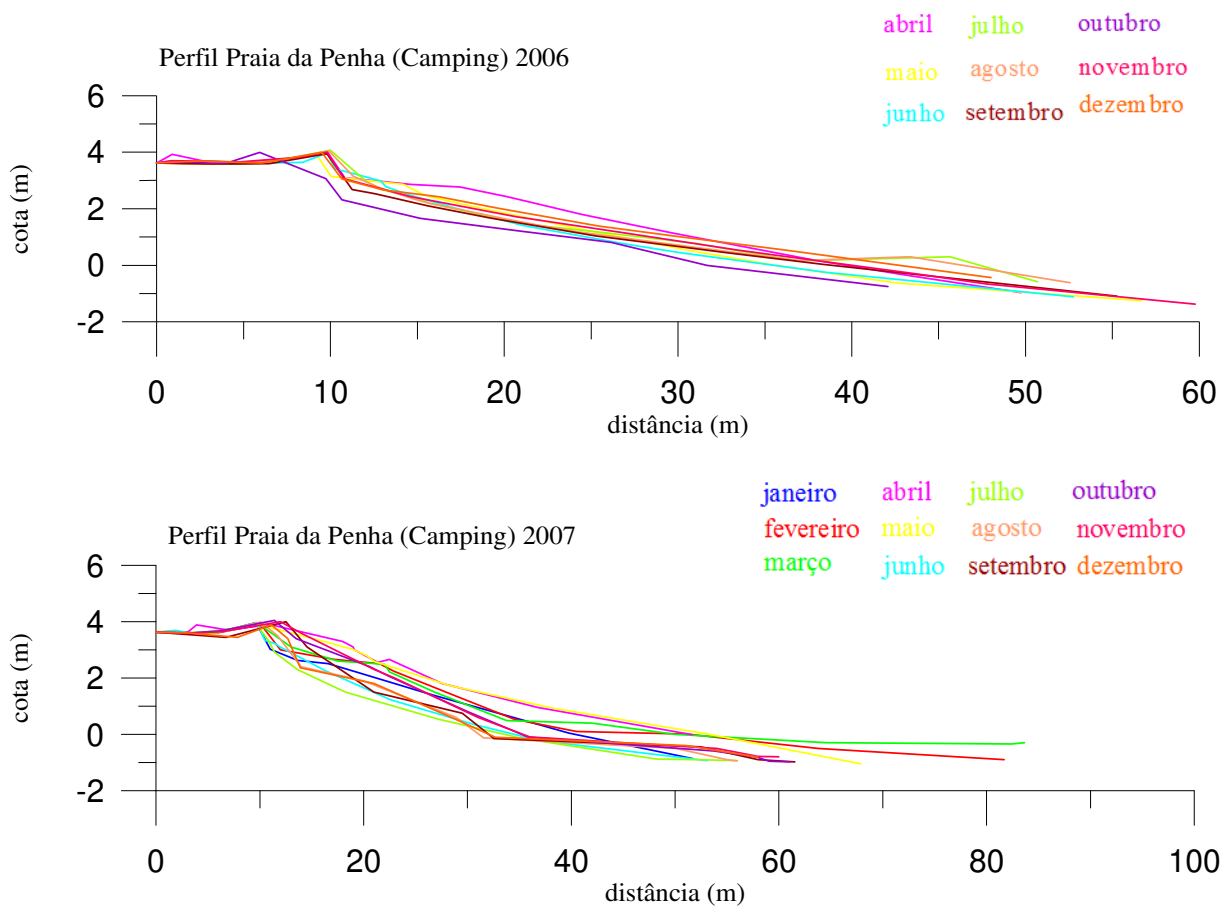


Figura 5.17 - Perfil P10, praia da Penha, de abril/06 a dezembro/2007.

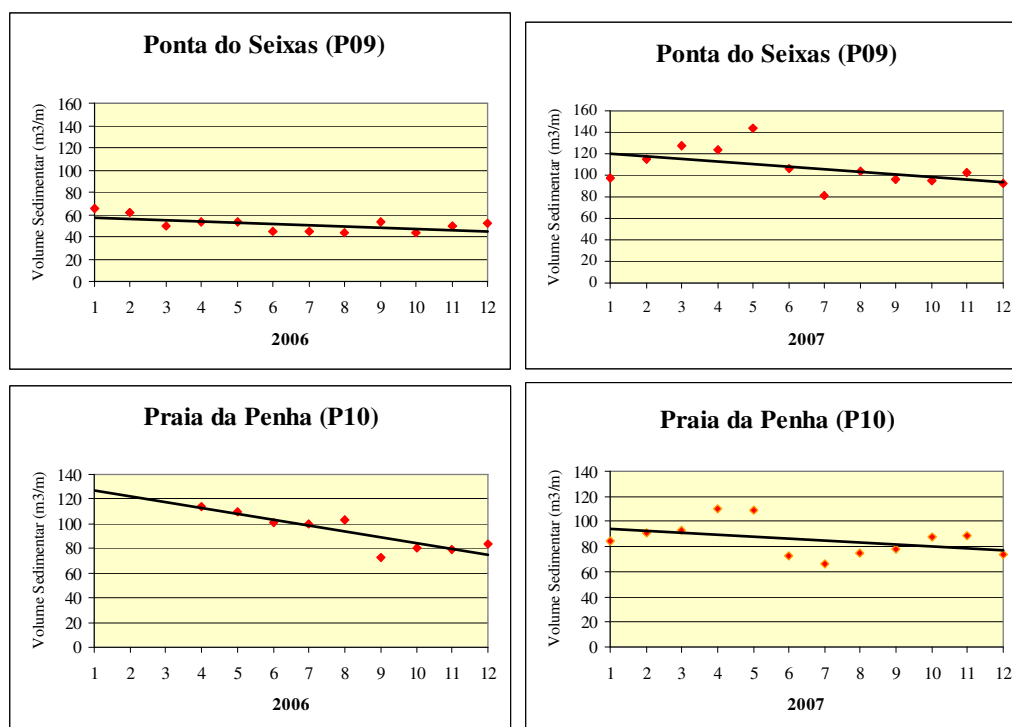


Figura 5.18 – Deposição e erosão de sedimentos na praia do Seixas e Penha, nos perfis P10 e P11.

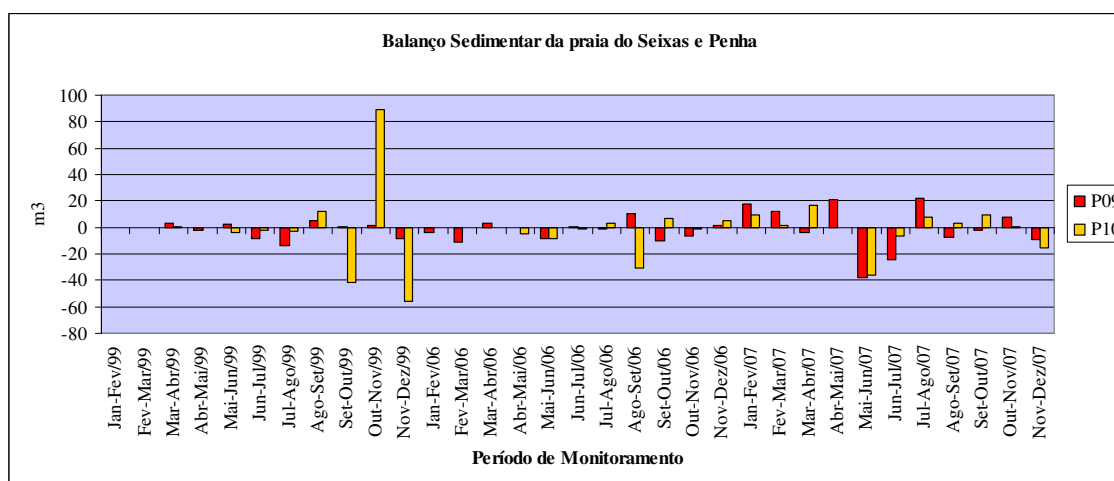


Figura 5.19 - Resultado do cálculo do volume praial para os perfis P09 e P10, na ponta do Seixas e praia da Penha, durante o monitoramento.

Os resultados obtidos corroboram com os dados apresentados por Reis (2001) que caracterizou a mesma área como de suave tendência erosiva, durante o período estudado (março a dezembro/1999).

Assim como na praia do Seixas, na praia da Penha (P10) o saldo do balanço sedimentar mostrou um comportamento instável com períodos de muita erosão (novembro-dezembro/99) e outros de muita deposição (outubro-novembro/99), com $-55,67 \text{ m}^3/\text{m}$ e $+8,13 \text{ m}^3/\text{m}$, respectivamente. O volume sedimentar médio foi de $104,13 \text{ m}^3/\text{m}$. O valor

máximo foi de 172,48 m³/m (novembro/99) e o mínimo de 66,78 m³/m (julho/07) (Anexo 04; Figura 5.19) No geral, embora a praia da Penha (nas proximidades da área de camping), não apresente sinais erosivos visíveis, nota-se uma forte tendência a erosão. Esta situação difere da apresentada por Reis (2001).

5.4.3 Praias do Jacarapé, Sol e Barra de Gramame

Entre a praia do Jacarapé e a Barra de Gramame, foram selecionados três locais para a realização dos perfis praias (P11, P12 e P13).

5.4.3.1 Perfil (P11), Praia do Jacarapé

O perfil P11 está localizado na praia do Jacarapé, próximo à desembocadura do rio de mesmo nome, nas coordenadas 301.669 mE e 9.204.112 mN. Apresenta uma extensão em torno de 75 metros, a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 3,75 metros. A face de praia apresenta uma largura média de 25 metros, e declividade em torno de 10⁰ (Foto 5.11). Analisando as curvas plotadas com os dados obtidos a partir de abril de 2006, pode-se dizer que ocorreu pequena mobilidade do perfil entre o ponto de origem até dez metros (Figura 5.20).

5.4.3.2 Perfil (P12), Praia do Sol

O perfil P12, localizado na praia do Sol, nas coordenadas 300.772 mE e 9.202.032 mN, apresenta uma extensão em torno de 100 metros, a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 2,7 metros. A pós-praia caracteriza -se pela presença de gramíneas, coqueiros e pela ocupação humana. A face de praia apresenta uma largura média de 25 metros, e declividade em torno de 8⁰ (Foto 5.12). Na praia do Sol, os perfis levantados apresentaram bastante semelhança até cerca de 40 metros da origem do perfil. A partir deste ponto notou-se grande variação no volume sedimentar e presença de bermas em quase todo o período (Figura 5.21).

5.4.3.3 Perfil (P13), praia Barra de Gramame

O perfil P13, localizado na praia Barra de Gramame, próximo a desembocadura do rio Gramame, nas coordenadas 300.688 mE e 9.199.589 mN, apresenta uma extensão em torno de 100 metros a partir do ponto de origem, cujo Rn absoluto é igual a 2,9 metros. A pós-praia se encontra substituída pelas escarpas costeiras. A face de praia apresenta uma largura média de 25 metros, e declividade em torno de 9^0 (Foto 5.13). Analisando o comportamento das curvas plotadas observa-se pequenas variações na morfologia do perfil entre 0 e 30 metros. Deste ponto em diante, percebe-se variações mensais, as quais podem ser confirmadas com os dados do volume sedimentar apresentado na figura 5.23.

5.4.3.4 Volume sedimentar das praias do Jacarapé, Sol e Gramame

No perfil P11, praia do Jacarapé, a média do volume sedimentar foi de 119,04 m³/m. O valor máximo foi de 183,60 m³/m (setembro/06) e o valor mínimo foi 95,55 m³/m (novembro/07). O balanço sedimentar do perfil P11, mostra um comportamento estável para o período analisado. Os saldos negativos apresentaram valores bem próximos dos positivos, confirmando o equilíbrio no balanço sedimentar da praia do Jacarapé. Entre agosto-setembro/06 houve a maior deposição, do período analisado, com +45,55 m³/m, seguido do período com saldo mais baixo com -43,67 m³/m (setembro-outubro/06). (Anexo 05, Figuras 5.23, 5.24).

Para o perfil P12, praia do Sol, o volume sedimentar médio foi de 186,68 m³/m. O valor máximo foi de 200,72 m³/m (janeiro/06) e o mínimo de 166,43 m³/m (agosto/06). O saldo do balanço sedimentar da praia do Sol, indicou, no primeiro período de monitoramento (janeiro-dezembro/06), uma tendência à erosão, com saldo negativo nos períodos entre maio-junho/06 (-10,83 m³/m), e entre julho-agosto/06 (-12,63 m³/m). As maiores deposições ocorreram entre janeiro-fevereiro/07 (+16,92 m³/m) e outubro-novembro/07 (+11,21 m³/m) (Anexo 05, Figuras 5.23, 5.24).

O volume sedimentar médio para a praia de Barra de Gramame (P13) foi de 174,77 m³/m. O valor máximo foi de 221,43 m³/m (janeiro/06) e mínimo de 150,03 m³/m em fevereiro/07. O saldo indica instabilidade do perfil P13, nos primeiros seis meses de monitoramento, e nos últimos seis meses. Nos demais períodos apresentou variações de menos de 10,0 m³/m. Os períodos negativos foram janeiro-fevereiro/06 (-69,96 m³/m), junho-julho/06 (-41,43 m³/m), junho-julho/07 (-57,22 m³/m) e novembro-dezembro/07 (-

49,63 m³/m). As maiores deposições de sedimentos ocorreram entre maio-junho/07 (+51,42 m³/m) e julho-agosto/07 (+67,69 m³/m) (Anexo 05, Figuras 5.23; 5.24).



Foto 5.11 – Praia de Jacarapé. Perfil P11. Foto da autora.

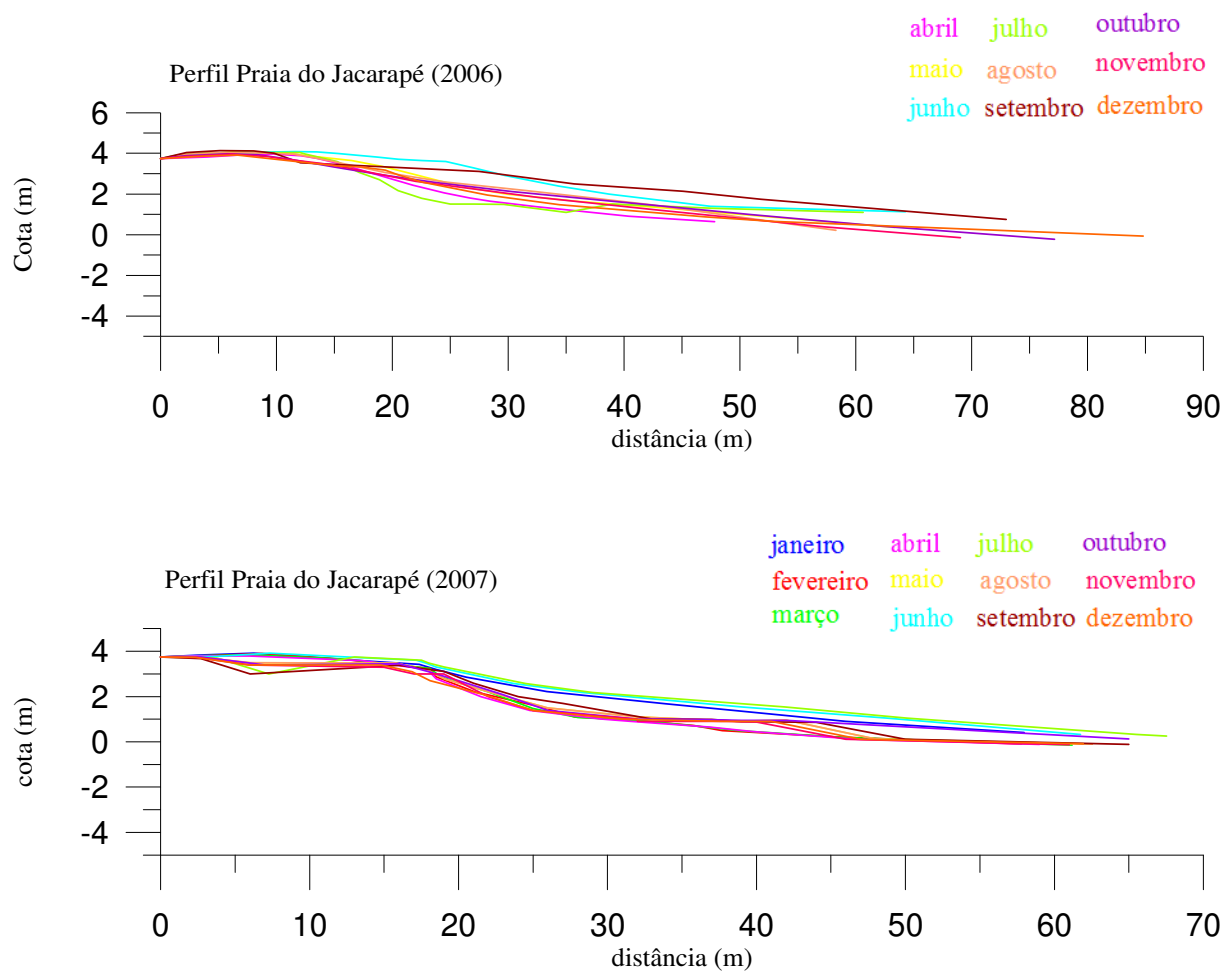


Figura 5.20 - Perfil P11, praia do Jacarapé, abril/06 a dezembro/2007.



Foto 5.12 – Praia do Sol. Perfil P12. Foto da autora.

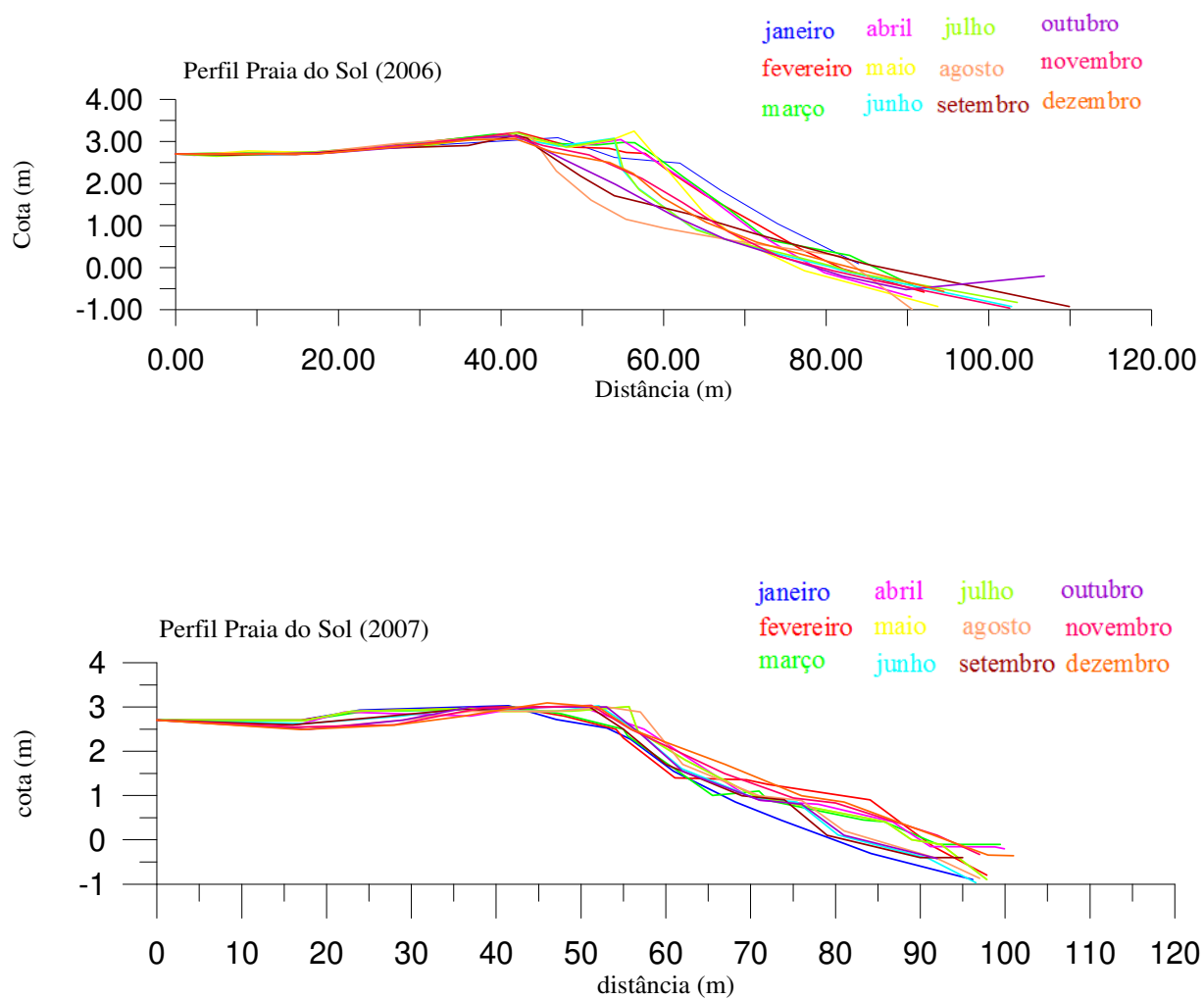


Figura 5.21 - Perfil P12, praia do Sol, de janeiro/06 a dezembro/2007.



Foto 5.13 – Praia Barra de Gramame. Perfil P13. Foto da autora.

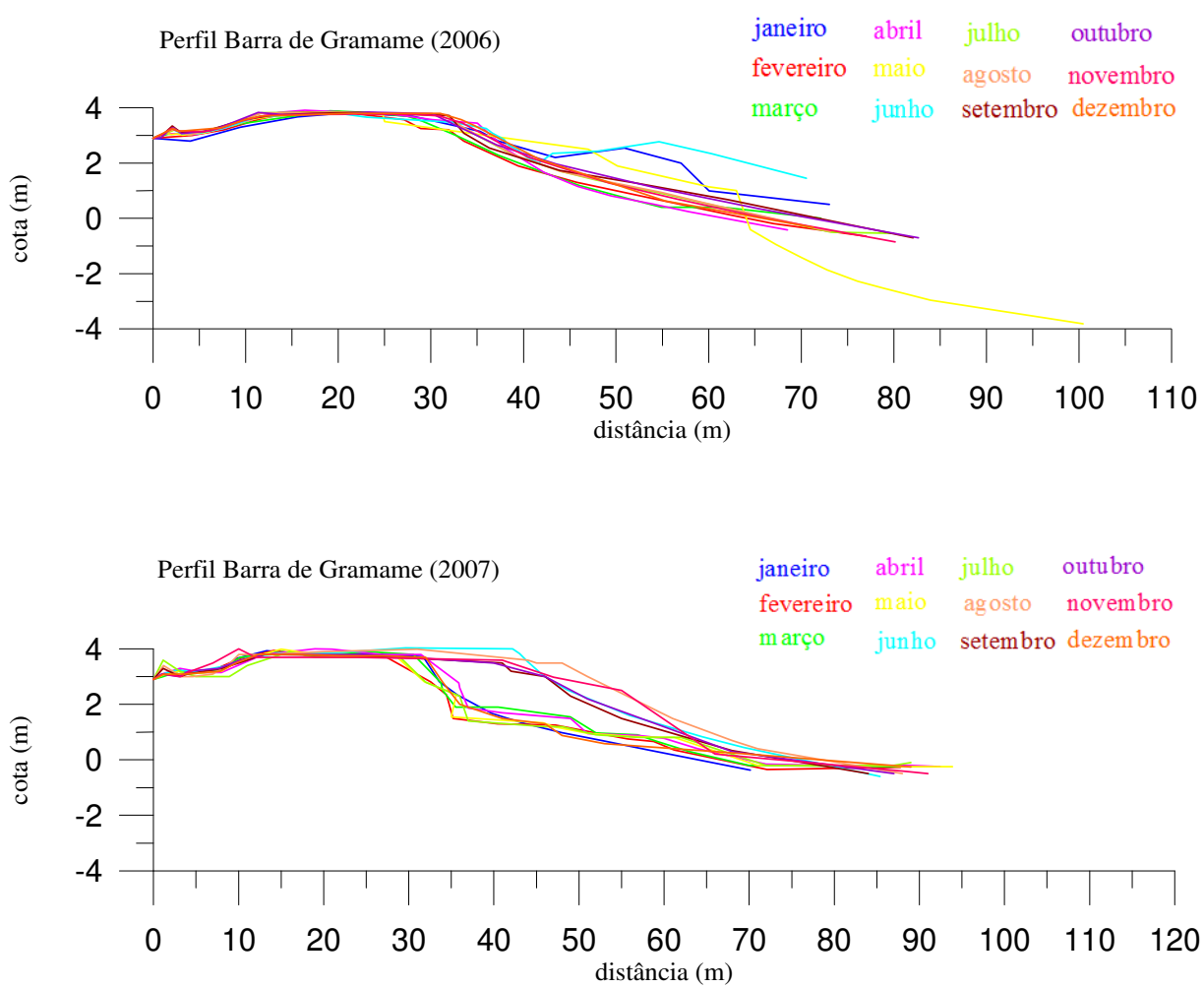


Figura 5.22 - Perfil P13, praia Barra de Gramame, Janeiro/06 a dezembro/07.

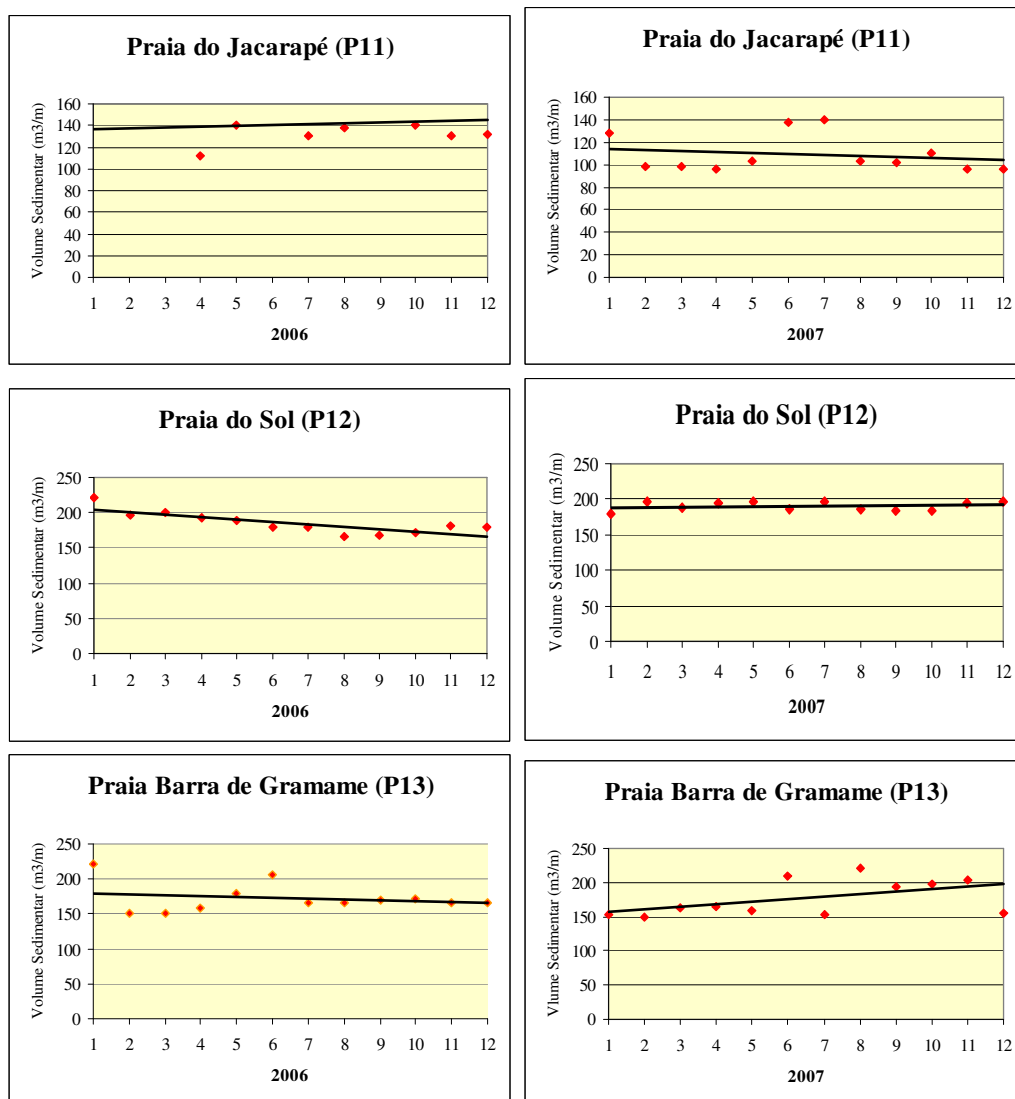


Figura 5.23 – Gráfico mostrando comportamento para o segmento do Litoral de João Pessoa, entre as praias do Jacarapé, Sol e Barra de Gramame, durante o monitoramento.

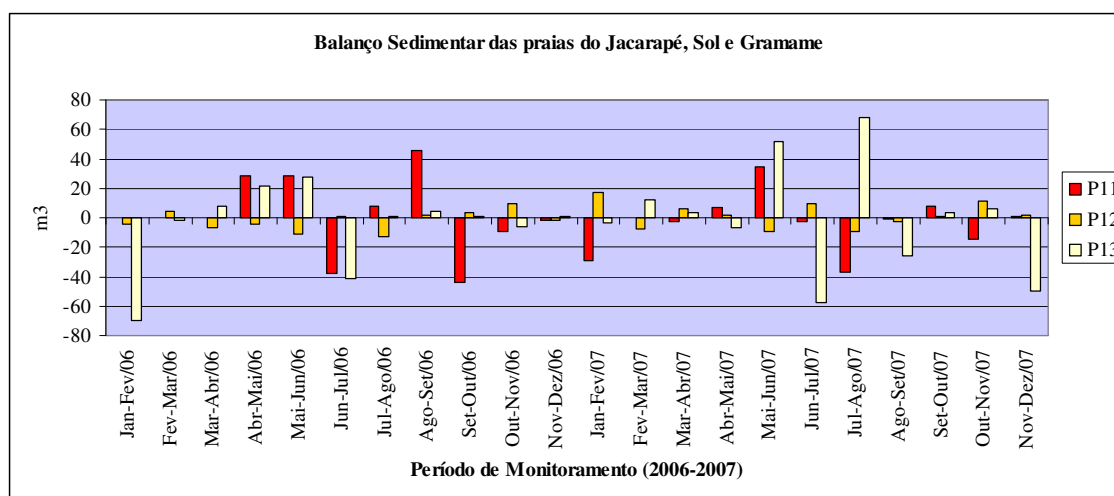


Figura 5.24 - Resultado do cálculo do volume praiar para os perfis P11, P12 e P13, nas praias do Jacarapé, Sol e Gramame, durante o monitoramento.

6. CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DO LITORAL DE JOÃO PESSOA (PB)

6.1 Métodos

A análise sedimentológica, neste trabalho, tem por objetivo principal caracterizar a granulometria dos sedimentos do ambiente praial, estudando sua granulometria através de parâmetros estatísticos.

A análise granulométrica é um processo que permite estabelecer uma expressão quantitativa da distribuição dos grãos em amostras de sedimentos. Os sedimentos coletados na face praial foram classificados de acordo com os valores da escala granulométrica proposta por Wentworth (1922) in Muehe (1995), onde os valores podem ser expressados em milímetros (mm) ou em phi (ϕ).

As amostras foram tratadas em laboratório, sendo submetidas ao peneiramento úmido e seco em um agitador de peneiras, onde foram separadas as frações granulométricas (cascalho, areia e finos/lama). Em seguida, para avaliação dos resultados, foi utilizado o programa “Anased” que calcula os parâmetros estatísticos (diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose), segundo Folk & Ward (1957).

A média e a mediana são valores de tendência central de uma amostra. A mediana é o valor correspondente à maior frequência de ocorrência de um dado tamanho granulométrico. A média (diâmetro médio) é mais afetada pela posição das caudas da curva, ou seja, representa a média geral do tamanho dos sedimentos.

Os limites para a classificação do grau de seleção de uma amostra, proposto por Folk (1974), são baseados nos valores do desvio padrão.

O afastamento do diâmetro médio da mediana indica o grau de assimetria. Os sedimentos que possuem material fino e grosso em proporções iguais apresentam curvas simétricas. Um excesso de material fino traduz uma assimetria positiva, enquanto o excesso de material grosso será traduzido por uma assimetria negativa. O sinal negativo indicaria remoção de partículas finas (ou remoção seletiva contínua), características de zonas litorâneas, praias e canais de entrada de maré (“*inlets*”). O sinal positivo resultaria

da acumulação de sedimentos finos em zonas protegidas, como lagunas e dunas de deposição eólica.

A curtose representa a razão entre as dispersões na parte central e nas caudas das curvas de distribuição. De acordo com Guerra (1995), a curtose é uma medida de esbeltez da curva de distribuição. Distribuições leptocúrticas indicam remoção de uma fração dos sedimentos por correntes de fundo, e distribuições platicúrticas indicam a mistura de diferentes populações.

Segundo Lira (1997) existem três populações desenvolvidas em uma distribuição, pelos tamanhos dos grãos: (1) População transportada por rolamento – ocorre em grãos maiores do que zero ϕ , quando a energia do ambiente não é suficiente para deslocá-los do fundo; (2) População transportada por saltação - ocorre em grãos entre 1,0 e 2,0 ϕ , podendo atingir a fração 3,0 ϕ ; (3) População transportada por suspensão – ocorre em grãos menores que 4,0 ϕ , podendo incluir grãos maiores. O ambiente é típico de baixa energia.

6.2 Sedimentologia das praias do Setor Costeiro Norte

No Setor Costeiro Norte da área em estudo foram coletadas amostras de sedimentos da face praial dos perfis: P01, P02, P03 (praia do Bessa), P04 (praia de Manaíra) e P05 (praia de Tambaú) (Figura 5.1).

6.2.1 Praia do Bessa

Perfil (P01)

Analisando as características granulométricas da praia do Bessa (perfil P01), pode-se dizer que houve um predomínio das areias médias, com diâmetro médio de 1.55 ϕ , com exceção dos meses de abril e maio/06, e janeiro e abril/07, onde houve predomínio das areias finas (2.04 ϕ , em média). O desvio padrão apresentou-se em média com valor de 0.85 ϕ , predominando durante o período analisado as distribuições moderadamente selecionadas. Com exceção para as amostras de abril/06 e fevereiro e março/07, que apresentaram distribuições mal selecionadas com média de 1.06 ϕ . A assimetria variou de muito negativa a positiva, predominando amostras com assimetria negativa (-0.15 ϕ). A

variação constante deste parâmetro, durante o período analisado, revela a alternância de energia neste trecho da praia do Bessa (perfil P01). A curtose também apresentou variações, no decorrer do período, com distribuições predominantemente platicúrticas, com valor médio de 0.88ϕ , em abril e setembro/06, e janeiro-fevereiro/07, e mesocúrticas, para as amostras de maio-agosto/06 e novembro/06, com 0.98ϕ , em média. As variações sentidas, também neste parâmetro, confirmam as variações nas condições de energia do ambiente (Figura 6.1, 6.2, 6.3).

Perfil (P02)

Já os sedimentos coletados na praia do Bessa, nas proximidades do Clube dos Médicos (perfil P02), foram caracterizados como areias finas (2.46ϕ), na maioria dos meses, e médias em junho e novembro/06 e janeiro/07, apresentando uma variação do grau de seleção (moderadamente a mal selecionadas), predominando esta última, com média de 1.38ϕ . A assimetria apresentou-se bastante variável durante o período, predominando as distribuições negativas (-0.18ϕ). A curtose foi predominantemente leptocúrtica, com valor médio de 1.28ϕ . Com exceção para as amostras de junho-agosto, e novembro/06, onde predominaram distribuições mesocúrticas. As variações sentidas na assimetria e curtose revelam a condição de alta energia, nesse trecho da praia do Bessa, e confirma a pobre seleção verificada durante o período de análise (Figuras 6.1, 6.2, 6.3).

Perfil (P03)

A exemplo das amostras coletadas nas proximidades do Clube dos Médicos, as amostras do perfil P03, localizado nas proximidades do Iate Clube da Paraíba, também apresentaram areias finas (2.39ϕ). Já o desvio padrão apresentou-se em média com valor de 0.95ϕ , predominando as distribuições moderadamente selecionadas. Com exceção para os períodos entre janeiro e abril/06 e janeiro e março/07, onde predominaram as distribuições mal selecionadas com 1.23ϕ , em média. A assimetria, assim como ocorreu na amostra P02, apresentou-se bastante variável durante todo período, predominando as distribuições aproximadamente simétricas (0.04ϕ). A curtose foi predominantemente muito leptocúrtica, com valor médio de 1.54ϕ . Como ocorreu no P02, as amostras do P03 também

apresentaram variações no parâmetro curtose, indicando uma praia de alta energia (Figuras 6.1, 6.2, 6.3).

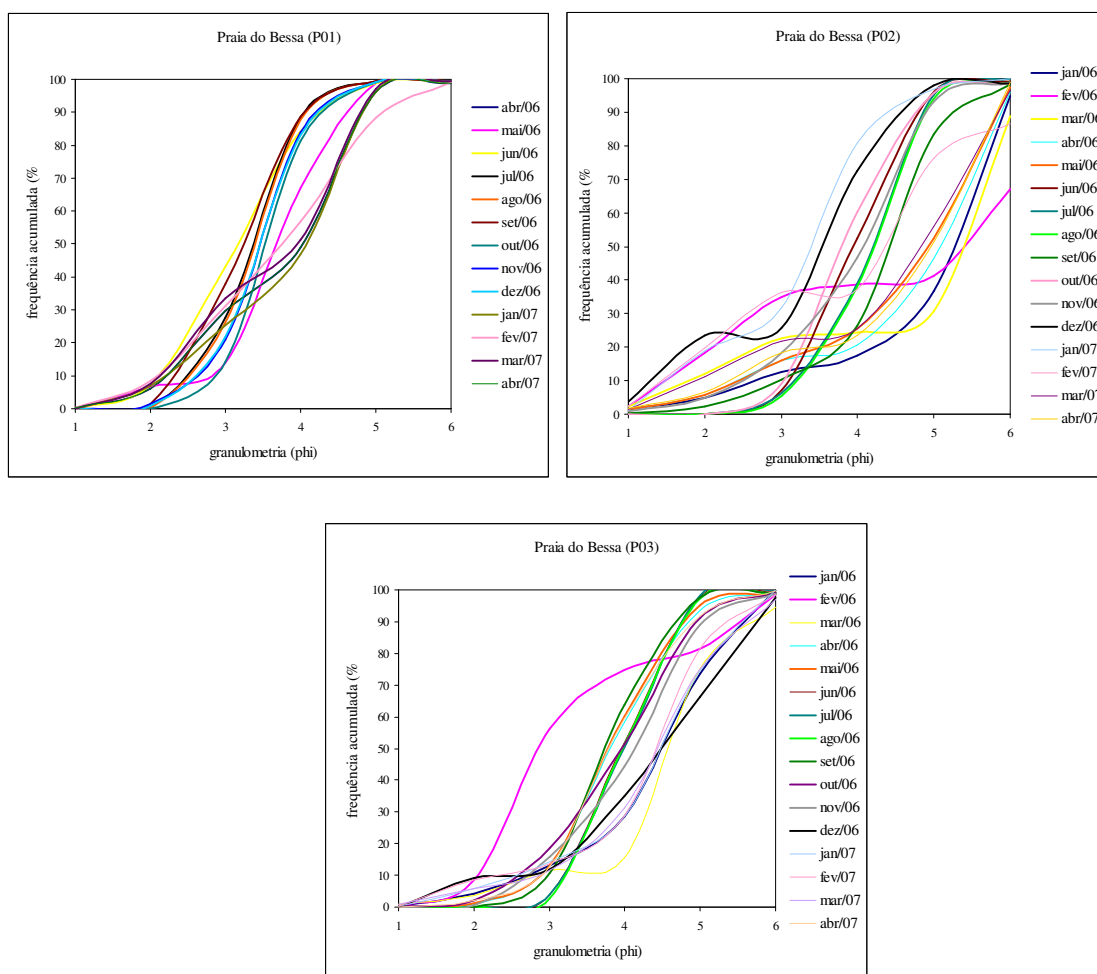


Figura 6.1 – Curvas cumulativas das amostras P01, P02 e P03, na praia do Bessa.

No geral, pode-se dizer que a praia do Bessa, no trecho selecionado para análise, é composta por sedimentos que variam de areia média a fina. A figura 6.3 mostra que a linha de tendência indica uma diminuição do diâmetro médio para sul. O desvio padrão das amostras P01 e P03 apresentam uma seleção moderada, com exceção para o P02, onde as amostras apresentaram-se menos selecionadas. A curtose e assimetria revelaram a variação no grau de energia desta praia, caracterizando o trecho P02-P03 como o de mais alta energia, fato confirmado pelas distribuições predominantemente leptocúrticas (Figura 6.3).

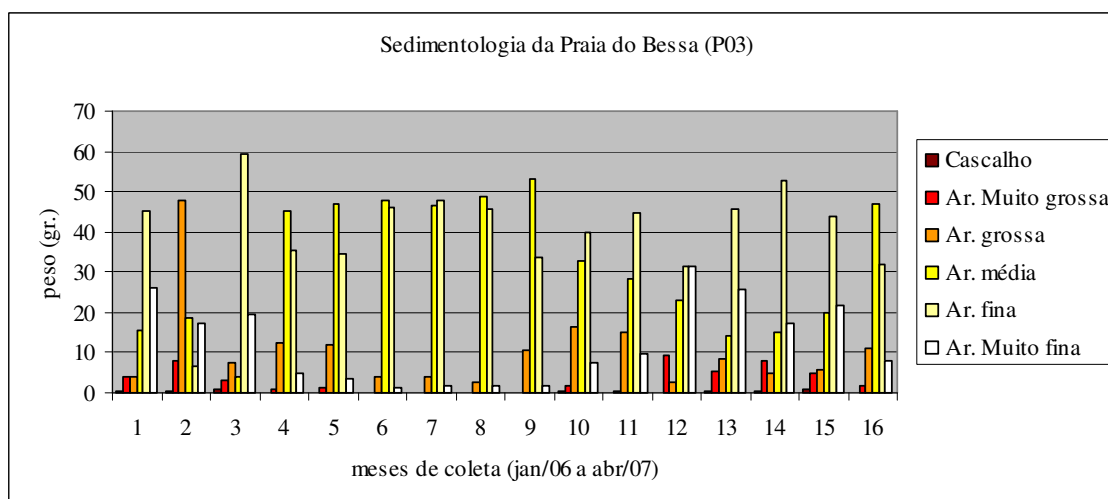
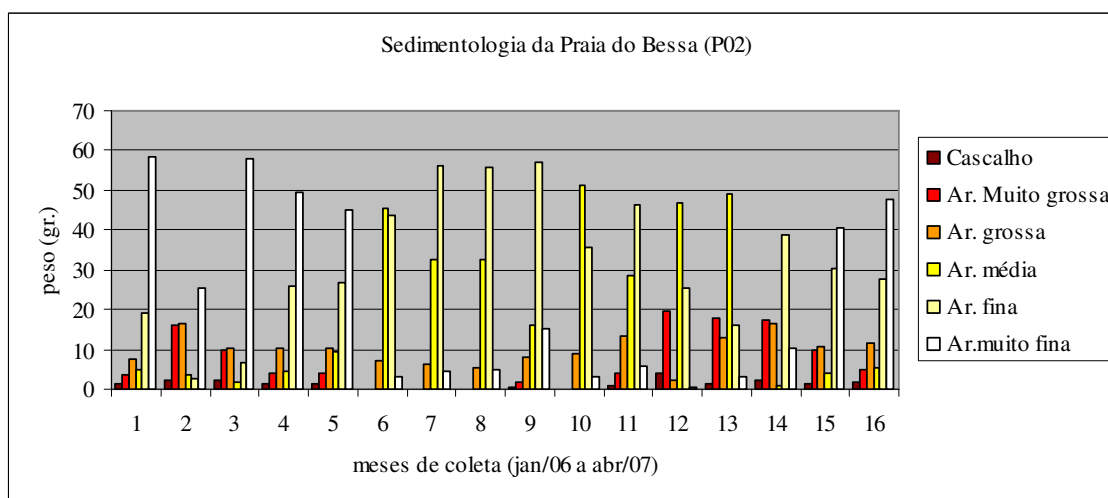
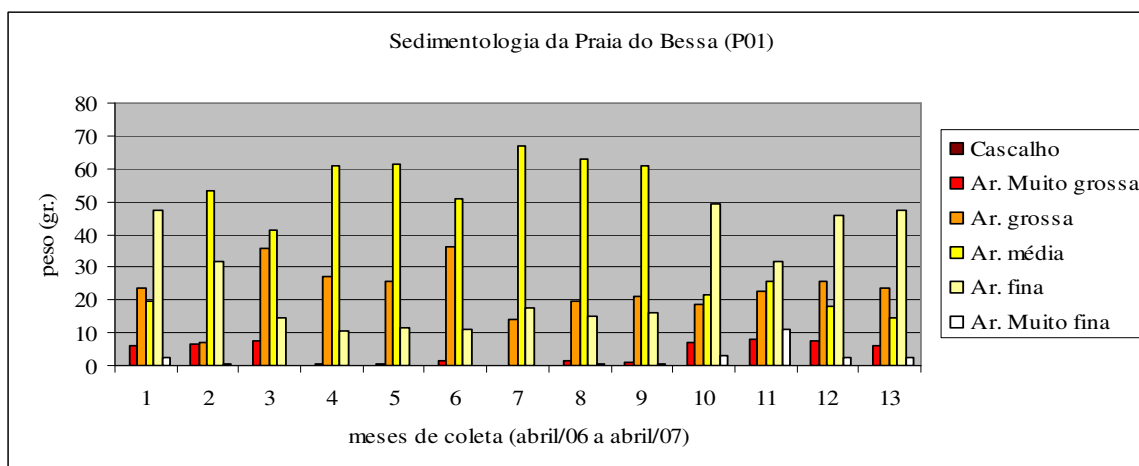


Figura 6.2 - Histogramas das análises granulométricas das amostras P01, P02 e P03, na praia do Bessa.

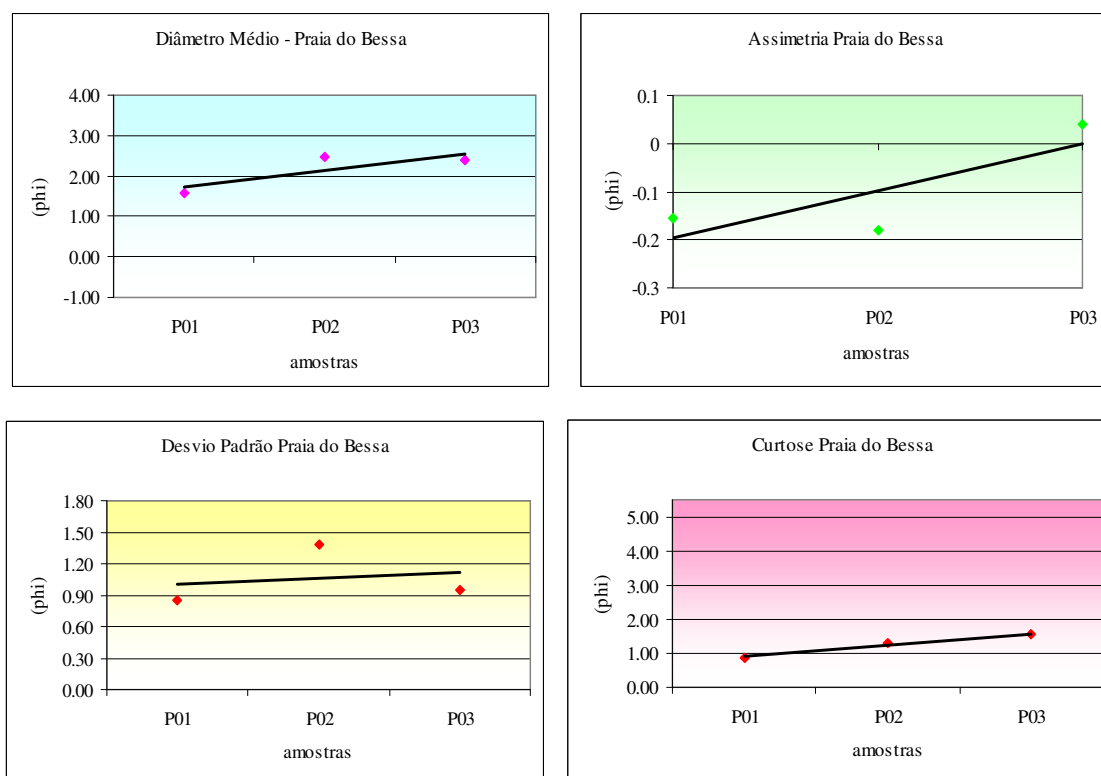


Figura 6.3 – Parâmetros Estatísticos da distribuição granulométrica para as amostras da praia do Bessa.

6.2.2 Praias de Manaíra e Tambaú

Perfil P04

Analisando as características sedimentológicas da praia de Manaíra, pode-se dizer que houve um predomínio das areias médias, com diâmetro médio de 1.79ϕ , com exceção para os meses de janeiro, fevereiro, setembro e dezembro, onde predominaram as areias finas. As distribuições foram moderadamente selecionadas (0.82ϕ), com exceção do primeiro mês de análise (janeiro/06), onde as amostras mostram-se muito mal selecionadas (1.03ϕ). A assimetria variou de muito negativa a positiva, predominando as distribuições aproximadamente simétricas (-0.06ϕ), revelando para este trecho da praia de Manaíra a existência de material fino e grosso em proporções iguais. O sinal muito negativo predominante em algumas amostras revela a remoção contínua de partículas finas. A curtose foi predominantemente muito leptocúrtica com valor médio de 1.55ϕ , indicando a alta energia a praia (Figuras 6.4, 6.5, 6.6).

Perfil P05

Assim como na praia de Manaíra, as amostras da praia de Tambaú foram, predominantemente, médias (1.67ϕ), moderadamente selecionadas (0.59ϕ) e aproximadamente simétricas (0.08ϕ). A curtose variou de platicúrtica (baixa energia), nos meses maio, junho e outubro/06 e março/07, com média de 0.85ϕ , a muito leptocúrtica (maior energia), nos meses de abril, julho e agosto/06 e janeiro/07, com média de 2.32ϕ . No geral, a praia de Tambaú (perfil P05) apresentou distribuições mesocúrticas (1.09ϕ), indicando variação no grau de energia desta praia (Figura 6.4, 6.5, 6.6).

Pode-se dizer que as praias de Manaíra e Tambaú apresentaram um comportamento semelhante durante o período analisado. A maior variação ocorreu o parâmetro assimetria, onde a praia de Tambaú foi predominantemente mesocúrtica e a praia de Manaíra predominantemente muito leptocúrtica, mostrando uma maior energia para a segunda (Figura 6.6).

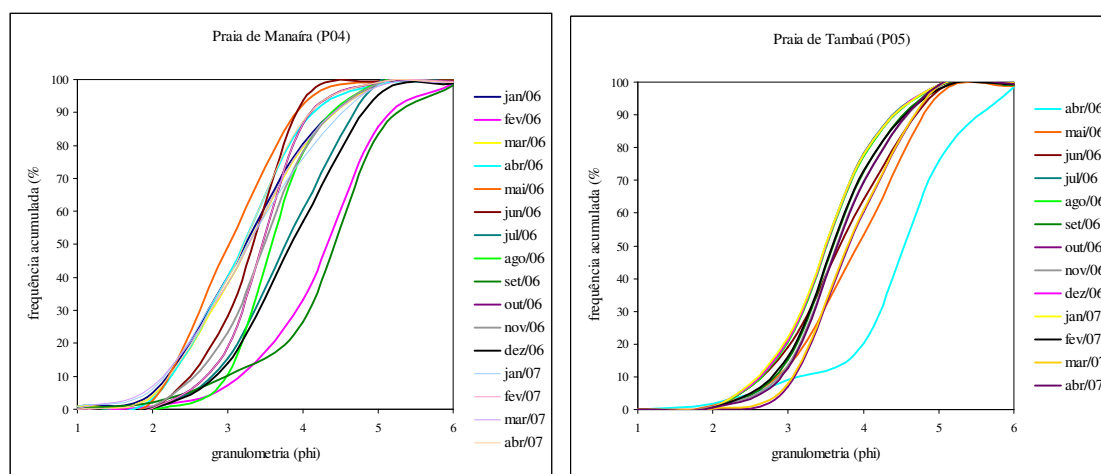


Figura 6.4 – Curvas cumulativas das amostras P04 e P05, praias de Manaíra e Tambaú.

6.3 Sedimentologia das praias do Setor Costeiro Sul

No Setor Costeiro Sul da área de estudo foi coletada amostras na face de praia nos perfis P06, P07 e P08 (praia do Cabo Branco), P09 (praia do Seixas), P10 (praia da Penha), P11 (praia do Jacarapé), P12 (praia do Sol) e P13 (praia Barra de Gramame) (Figura 5.1).

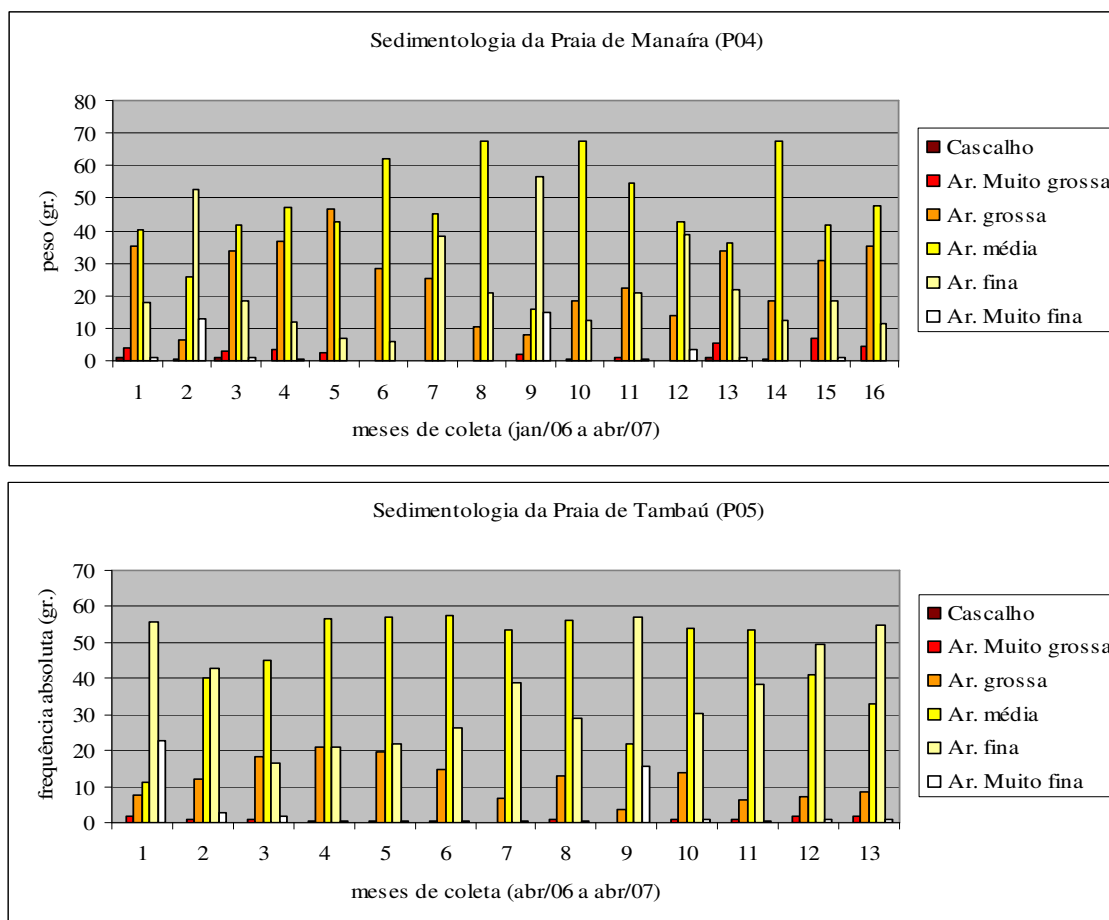


Figura 6.5 - Histograma das análises granulométricas das amostras P04 e P05, praias de Manaíra e Tambaú.

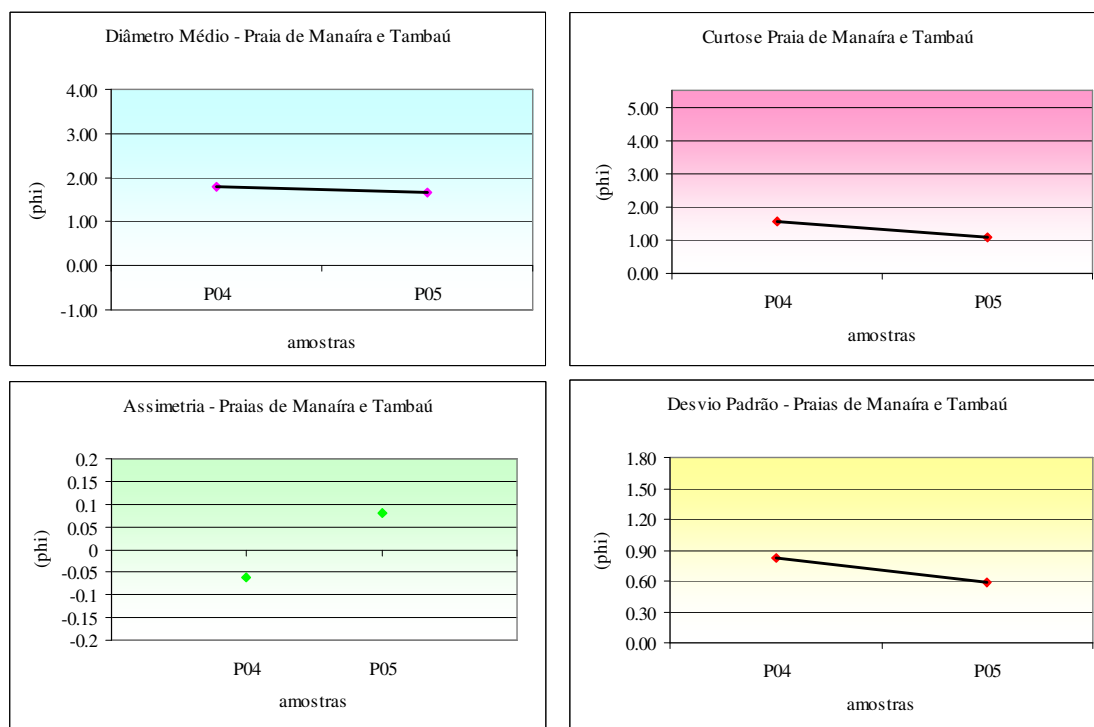


Figura 6.6 – Parâmetros Estatísticos da distribuição granulométrica para as amostras das praias de Manaíra e Tambaú.

6.3.1 Praia do Cabo Branco

Perfil P06

Analisando as características sedimentológicas das amostras da praia do Cabo Branco (P06), nas proximidades da Pç. Iemanjá, pode-se dizer que houve um predomínio das areias finas (2.45ϕ) e muito finas (2.57ϕ). O grau de seleção foi predominantemente moderado, entre os meses de abril e outubro/06 e entre fevereiro e março/07, com valor médio de 0.89ϕ . Mostrando uma pobre seleção nos demais meses (1.06ϕ). A assimetria variou de muito negativa (alta energia), nos meses de março, outubro e dezembro/06, e março e abril/07, a aproximadamente simétrica (energia intermediária), nos meses de maio-agosto/06 e novembro/06. Predominando amostras com assimetria negativa (-0.24ϕ). A variação deste parâmetro indica as condições de energia alta da praia do Cabo Branco, neste trecho. A curtose também apresentou variações, no decorrer do período, o que vem a indicar a alternância de estágio de energia, predominando as distribuições muito leptocúrticas (Figura 6.7, 6.8, 6.9).

Perfil P07

As amostras da praia do Cabo Branco (P07) foram predominantemente médias (1.84ϕ). No entanto, apresentaram uma considerável variação do decorrer do período. Nos dois primeiros meses de análise (janeiro-fevereiro/06) apresentaram-se muito finas. Nos quatro meses seguintes foram, predominantemente, médias, seguidas de areias finas, em julho e agosto/06. No restante do período variaram, ainda, entre areias médias e grossas. Essa diversidade no tamanho dos grãos fica comprovada pelo baixo grau de seleção apresentado pelas distribuições, com variações entre moderada e mal selecionadas. A assimetria, assim como ocorreu nas amostras P06, apresentou-se bastante variável, predominando as distribuições negativas (alta energia). A curtose foi predominantemente mesocúrtica, indicando variação no grau de energia desta praia (Figura 6.7, 6.8, 6.9).

Perfil P08

A exemplo das amostras P07, as amostras do perfil P08, também apresentaram areias médias (1.80ϕ). Com variações entre fina e muito finas. Já o desvio padrão apresentou-se em média com valor de 0.95ϕ , predominando as distribuições moderadamente selecionadas. Com exceção para os períodos entre fevereiro e abril/06 e dezembro e março/07, onde predominaram as distribuições mal selecionadas. A assimetria apresentou-se bastante variável durante todo período, entre muito negativa a muito positiva, predominando as distribuições aproximadamente simétricas (0.03ϕ). A curtose foi predominantemente leptocúrtica (alta energia), com valor médio de 1.15ϕ (Figura 6.7, 6.8, 6.9).

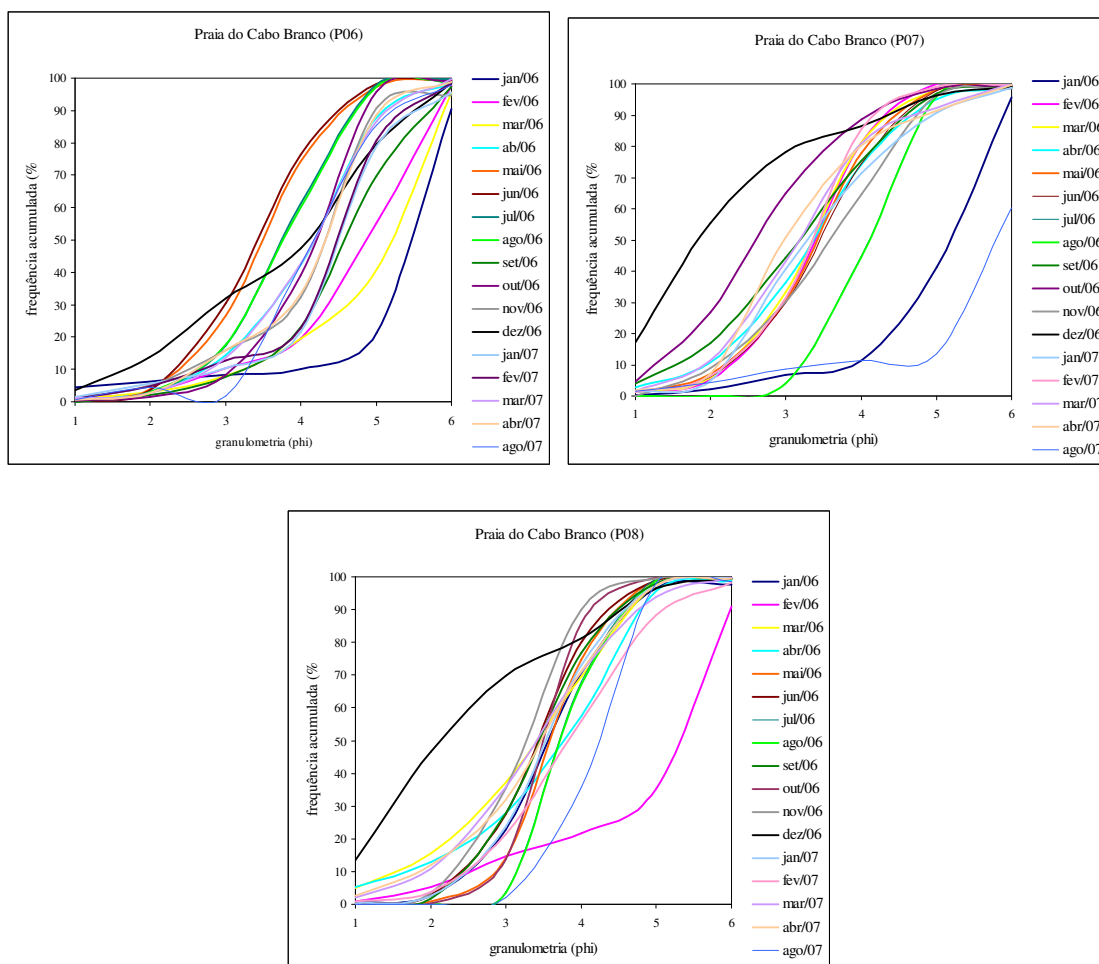


Figura 6.7 – Curvas cumulativas da amostra P06, na praia do Cabo Branco.

No geral, pode-se dizer que a praia do Cabo Branco, no trecho selecionado para análise, é composta por sedimentos que variaram entre areias muito finas e média. A figura 6.9 mostra que a linha de tendência indica um aumento no diâmetro médio para Sul.

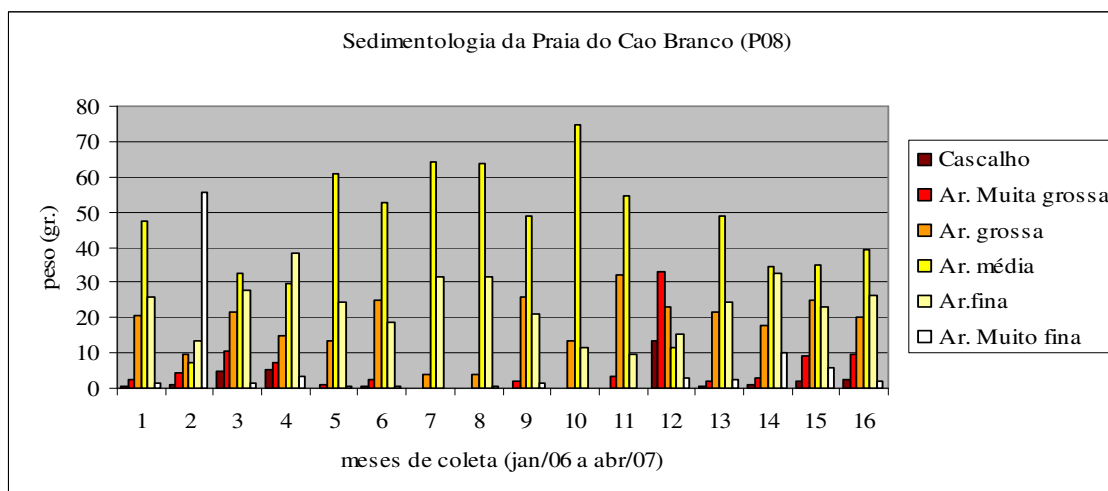
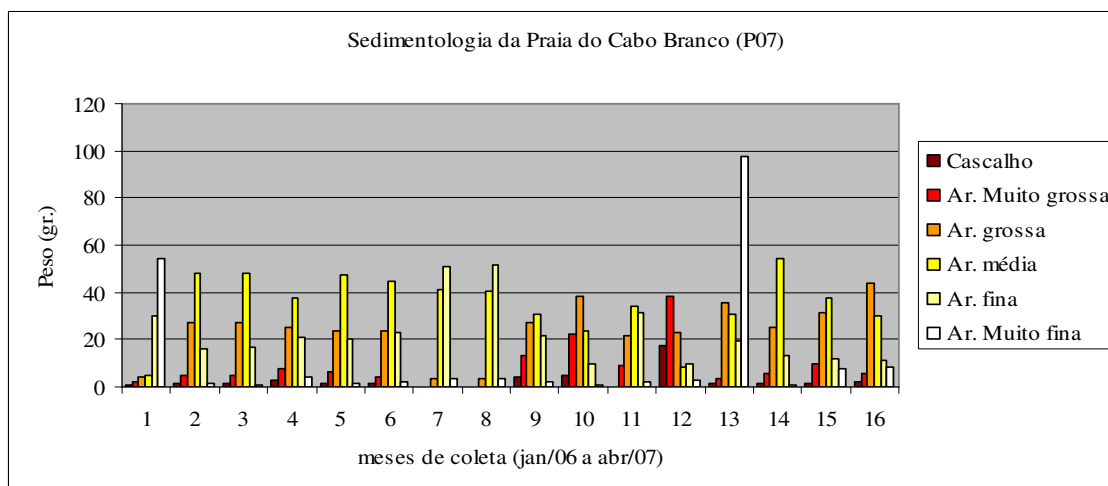
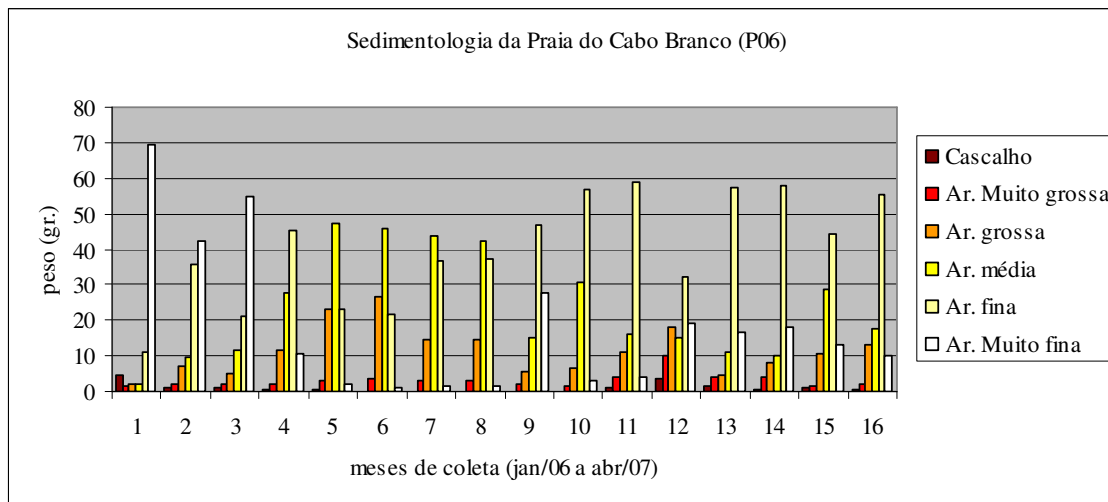


Figura 6.8 - Histograma das análises granulométricas das amostras P08, praia do Cabo Branco.

A média do desvio padrão das amostras P07 e P08 apresentaram uma seleção moderada, com exceção para o P06, onde as amostras apresentaram-se menos selecionadas.

A curtose e assimetria revelaram a variação no grau de energia desta praia, caracterizando o P06, como o de mais alta energia. Fato confirmado pelas distribuições predominantemente leptocúrticas (Figura 6.9).

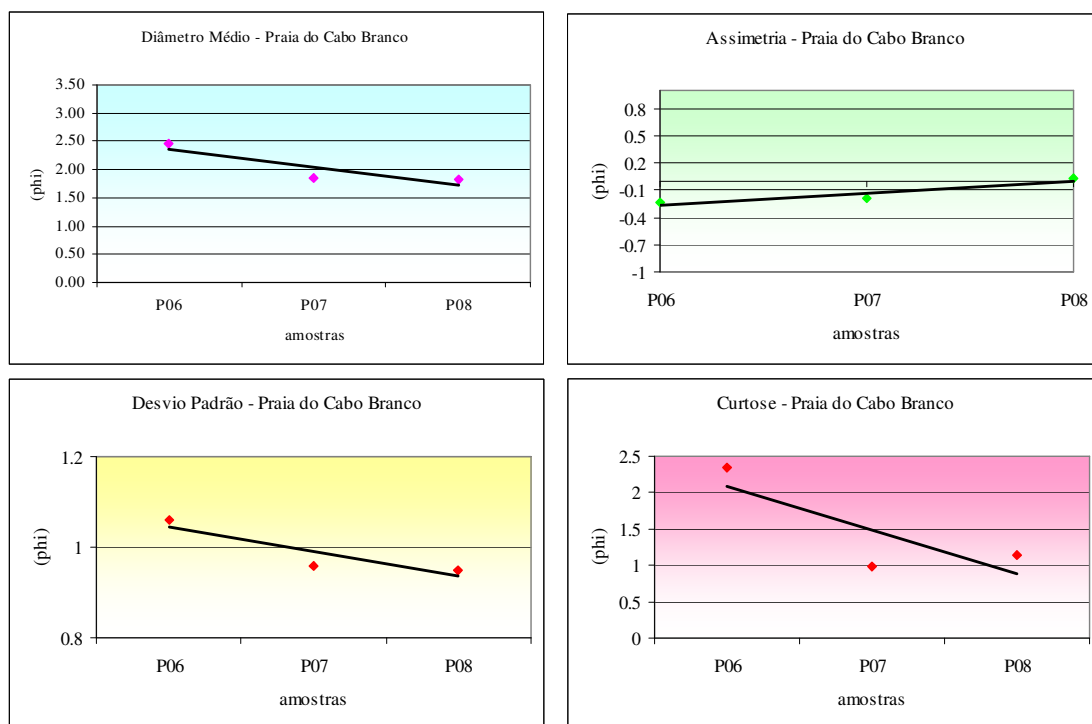


Figura 6.9 – Parâmetros Estatísticos da distribuição granulométrica para as amostras das praias do Cabo Branco.

6.3.2 Praias do Seixas e Penha

Perfil P09

Analisando as características granulométricas da praia do Seixas, pode-se dizer que houve um predomínio das areias finas, com diâmetro médio de 2.37ϕ , com exceção dos meses de maio e junho/06, setembro/06, novembro e dezembro/06, e janeiro e fevereiro/07, onde houve predomínio das areias médias (1.81ϕ , em média). O desvio padrão apresentou-se em média com valor de 1.21ϕ , predominando as distribuições mal selecionadas. Com exceção para as amostras entre junho-novembro/06 e janeiro/07, que apresentaram

distribuições moderadamente selecionadas com média de 0.75ϕ . A assimetria variou de muito negativa a muito positiva, predominando amostras aproximadamente simétricas (0.02ϕ). As variações sentidas neste parâmetro revela a alternância de energia, desta praia. A curtose indica ainda um ambiente de energia alta com distribuições predominantemente muito leptocúrticas, com valor médio de 2.24ϕ (Figura 6.10, 6.11, 6.12).

Perfil P10

As amostras da praia da Penha foram predominantemente médias (1.76ϕ) e moderadamente selecionadas (0.68ϕ), sem grandes variações no decorrer do período. A assimetria variou de negativa (alta energia), a positiva (menor energia), predominando as distribuições aproximadamente simétrica (energia intermediária), com valor médio de 0.09ϕ . A variação deste parâmetro indica variações nas condições de energia da praia da Penha. A curtose também apresentou variações, no decorrer do período, com distribuições muito leptocúrticas, nos meses de junho a agosto/06, e platicúrticas nos meses de maio/06, outubro/06, dezembro/06 e fevereiro/07, o que vem a indicar a alternância de estágio de energia desta praia, predominando as distribuições leptocúrticas (1.16ϕ) (Figura 6.10, 6.11, 6.12).

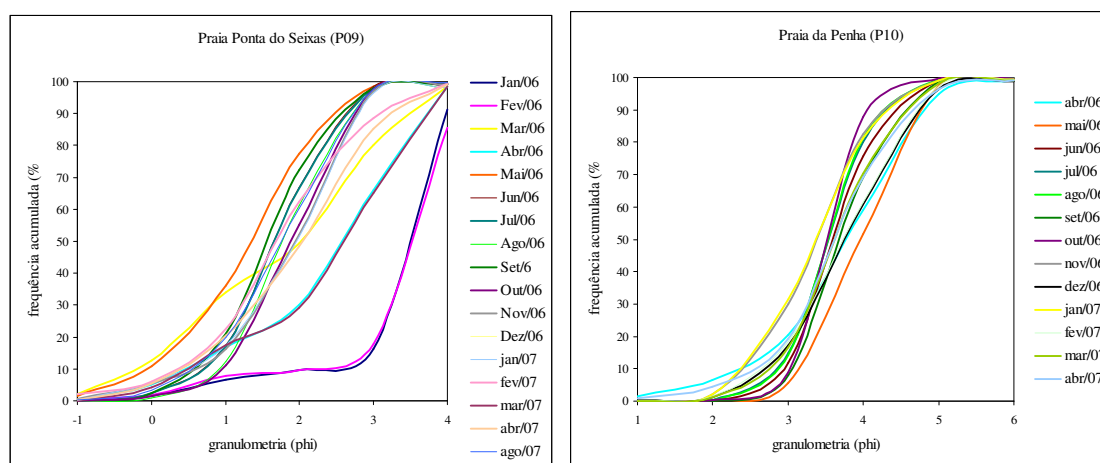


Figura 6.10 - Curvas Acumulativas das amostras P09 e P10, praia do Seixas e Penha.

No geral, pode-se dizer que a praia do Seixas (P09), no trecho selecionado para análise, é composta por sedimentos mais finos e que há uma tendência de aumento do tamanho do grão e uma melhor seleção para as amostras da praia da Penha (P10). A curtose e assimetria revelaram a variação no grau de energia destas praias, caracterizando a praia do Seixas, como a de mais alta energia (Figura 6.12).

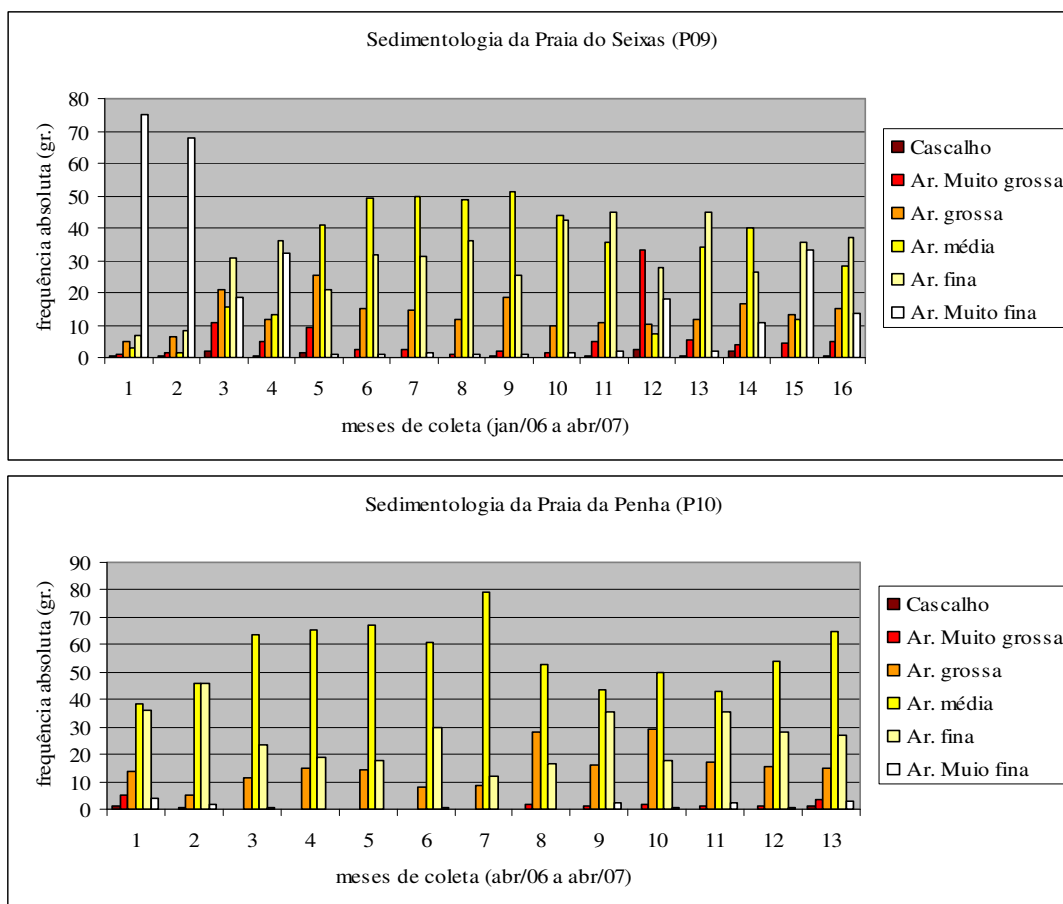


Figura 6.11 - Histograma das análises granulométricas das amostras P09 e P10, praia do Seixas e Penha.

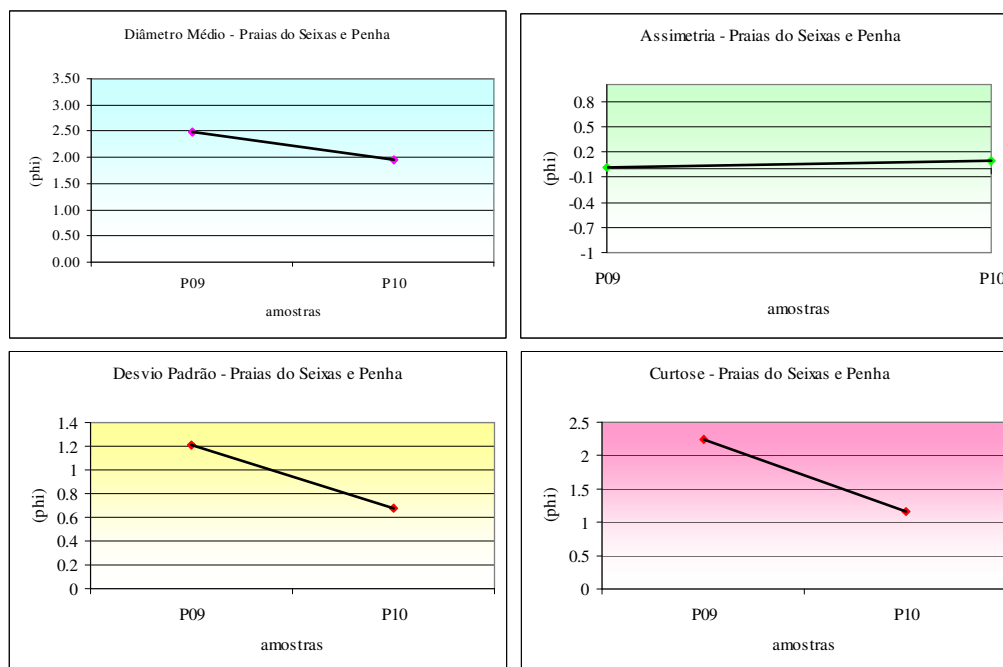


Figura 6.12 – Parâmetros Estatísticos da distribuição granulométrica para as amostras das praias do Seixas e Penha.

6.3.3 Praias do Jacarapé, Sol e Barra de Gramame

Perfil (P11)

Analizando as características granulométricas da praia do Jacarapé (perfil P11), pode-se dizer que houve um predomínio das areias médias, com diâmetro médio de 1.62ϕ , com exceção do período setembro-novembro/06, onde houve predomínio das areias finas. O desvio padrão apresentou-se em média com valor de 0.71ϕ , predominando durante o período analisado as distribuições moderadamente selecionadas. A assimetria variou de muito negativa a muito positiva, predominando amostras aproximadamente simétricas (0.06ϕ). A curtose também apresentou variações, no decorrer do período, com distribuições muito platicúrticas a muito leptocúrticas, predominando as leptocúrticas com 1.20ϕ , em média. As variações sentidas neste parâmetros, confirmam as condições de energia alta do ambiente (Figura 6.13, 6.14, 6.15).

Perfil (P12)

Assim como os sedimentos coletados na praia do Jacarapé, as amostras da praia do Sol foram caracterizados como areias médias (1.39ϕ), e finas em julho e agosto/06, apresentando uma variação do grau de seleção (mal selecionadas a moderadamente), predominando esta última, com média de 0.89ϕ . A assimetria apresentou-se bastante variável durante o período (muito negativa a muito positiva), predominando as distribuições aproximadamente simétricas (0.08ϕ). A curtose variou entre muito platicúrtica (baixa energia) e mesocúrtica (energia intermediária), predominando as distribuições platicúrticas (0.86ϕ). As variações sentidas na assimetria e curtose revelam as variações de energia desta praia (Figura 6.13, 6.14, 6.15).

Perfil (P13)

A exemplo das amostras coletadas nas praias do Jacarapé e Sol, as amostras do perfil P13, praia Barra de Gramame, também apresentaram areias médias (1.61ϕ), com grau de seleção, predominantemente, moderado 0.79ϕ . Com exceção para o mês de abril/07, onde predominou as distribuições mal selecionadas com (1.98ϕ), em média. A

assimetria apresentou-se bastante variável durante todo período, predominando as distribuições negativas (-0.20ϕ), indicando uma praia de energia alta. A curtose foi predominantemente mesocúrtica, com valor médio de 1.07ϕ (Figura 6.13, 6.14, 6.15).

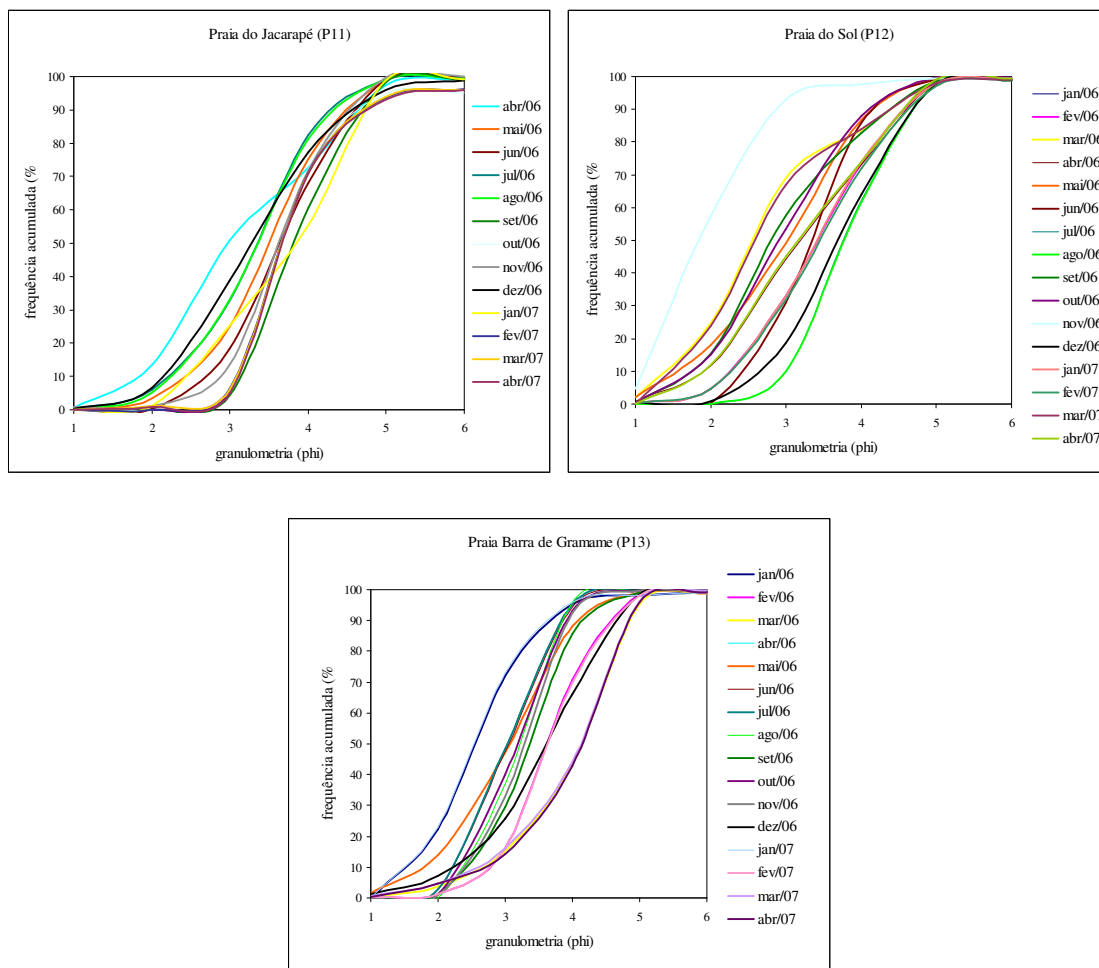


Figura 6.13 – Curvas cumulativas da amostra P11, P12 e P13, praias do Jacarapé, Sol e Gramame.

No geral, pode-se dizer que o trecho do litoral de João Pessoa entre a praia do Jacarapé e Barra de Gramame é composto por sedimentos que não apresentaram grandes variações no decorrer do período, onde predominaram as areias médias. A figura 6.15, mostra que a linha de tendência indica uma pequena diminuição no diâmetro médio para Norte, em direção a praia do Jacarapé. A média do desvio padrão das amostras apresentaram uma seleção moderada, com exceção para o P12 (praia do Sol), onde as amostras apresentaram-se menos selecionadas. A curtose e assimetria revelaram a variação no grau de energia destas praias, caracterizando as praias do Jacarapé e Barra de Gramame, como as de mais alta energia (Figura 6.15).

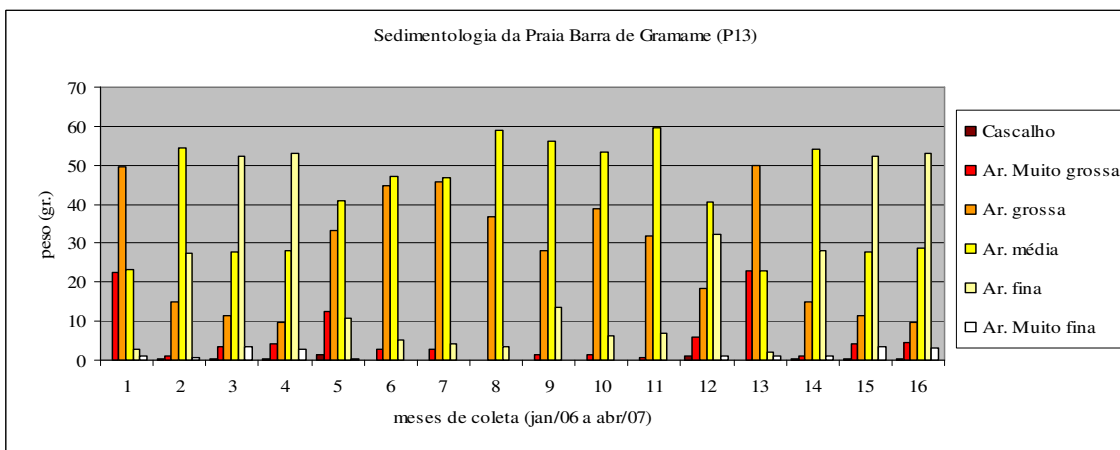
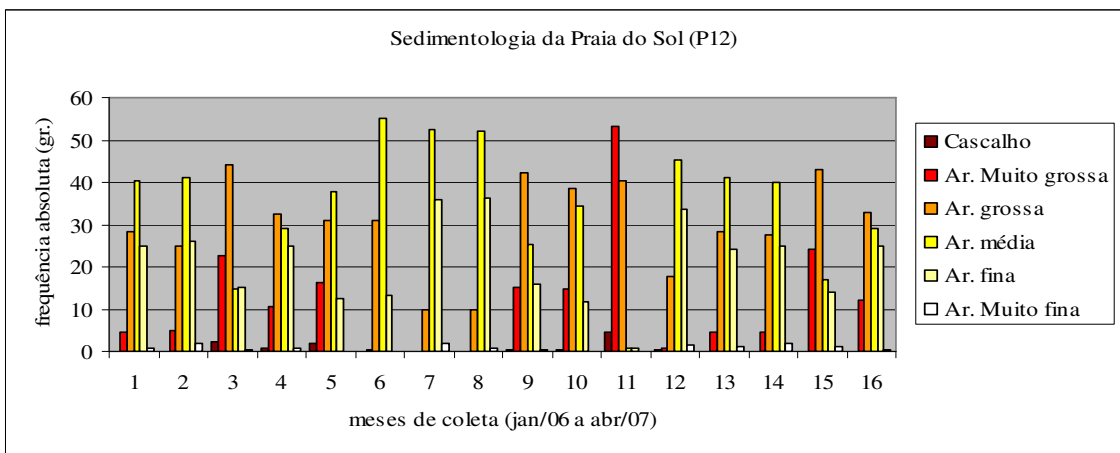
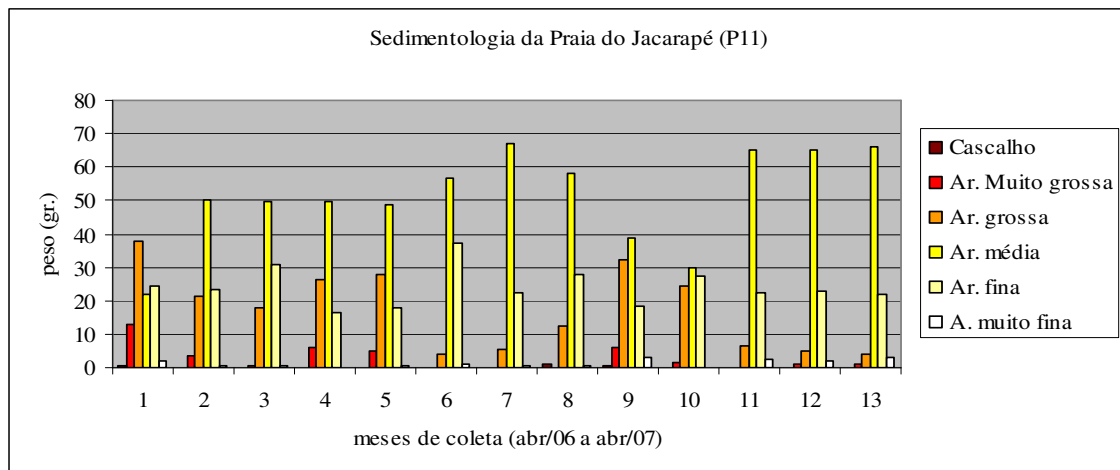


Figura 6.14 - Histograma das análises granulométricas das amostras P11, P12 e P13.

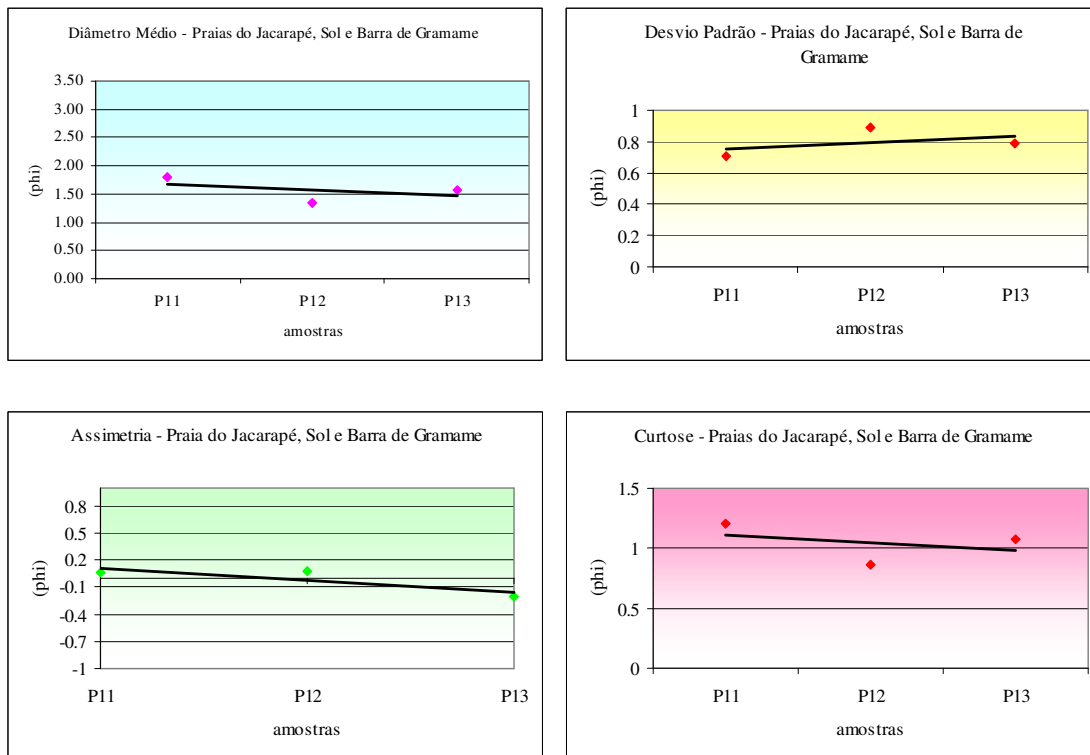


Figura 6.15 – Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica para as amostras das praias do Jacarapé, Sol e Barra de Gramame.

7. VULNERABILIDADE DO LITORAL DE JOÃO PESSOA À EROSÃO COSTEIRA

As zonas costeiras representam cerca de 1.6% da superfície das terras emersas, abrigando aproximadamente 40% da população mundial, constituindo-se nas áreas mais afetadas pela ação do homem. Estas zonas apresentam uma grande fragilidade e vulnerabilidade às intervenções antrópicas, decorrentes da complexidade de ambientes resultantes da interação terra/mar (French, 1997).

O objetivo deste capítulo é a elaboração de um mapa para o litoral de João Pessoa (PB), que permita classificar zonas (células) de vulnerabilidade, dando importância aos processos e fenômenos envolvidos na problemática da erosão costeira.

Para tanto, foram analisados diversos parâmetros que são entendidos, neste trabalho, como os mais condicionantes para a classificação da vulnerabilidade à erosão costeira. Com base nesses parâmetros, foi desenvolvida uma matriz de classificação, cuja finalidade é a sua aplicação em outros municípios litorâneos do Estado da Paraíba, considerando para isso a importância de cada parâmetro no processo erosivo, em particular.

7.1 Métodos

A palavra vulnerabilidade vem do Latim *Vulnerabilis* que corresponde ao ponto mais fraco, mais vulnerável. Segundo Dal Cin & Simeoni (1994), a vulnerabilidade é um instrumento de planejamento e gerenciamento adequado ao litoral.

Neste estudo, a vulnerabilidade à erosão costeira foi definida como sendo a probabilidade de uma determinada área propensa a sofrer danos, devido à ação de agentes naturais ou antrópicos, podendo ser determinada em função da estabilidade e das características da praia, resultando em uma classificação em setores (células), com maior ou menor tendência à erosão, a partir da seleção de alguns parâmetros (variáveis).

A avaliação de cada parâmetro foi feita com base nas informações apresentadas nos capítulos anteriores. O cruzamento das informações obtidas durante a pesquisa, permitiu o mapeamento do nível de vulnerabilidade à erosão das praias estudadas, possibilitando a

identificação de trechos da linha de costa mais susceptíveis de serem alterados, frente as modificações naturais e antrópicas.

Foram utilizadas as metodologias propostas por Dal Cin & Simeoni (1994); Coelho (2006) e Marcomini & López (2007), com algumas modificações.

O grau de vulnerabilidade foi determinado em função dos seguintes parâmetros: a) do ambiente praial (presença ou ausência de pós-praia); b) das variações horizontais (determinada pela análise do recuo da linha de costa em médio prazo, apresentada no capítulo 4; c) das variações verticais a partir, da análise das variações no volume sedimentar dos perfis praias (apresentadas no capítulo 5); c) do desenvolvimento urbano e obras de contenção; e d) das demais características da costa, como por exemplo, a estabilidade das falésias. Para cada um dos parâmetros considerados, foram atribuídos classes e pesos (Quadro 7.1).

Quadro 7.1 – Parâmetros e Classes para a determinação dos graus de Vulnerabilidade a Erosão Costeira. Fonte: Modificado de Marcomini & López (2007).

Parâmetros		Classes	Pesos	Definições
I	Ambiente Praial (pós-praia)	Ausente	3	Substituídas pela urbanização
		Ausente	2	Substituída pelas Falésias Vivas
		Presente	1	Bem conservadas, sem ocupação urbana
II	Variações Horizontais da Linha de Costa	Acresção	0	> 0,5 m/ano
		Estável	1	0,5 a -0,5 m/ano
		Erosão	2	-0,5 a -1,0 m/ano
		Alta Erosão	3	> -1,0 m/ano
III	Variações Verticais da Linha de Costa	Tendência à Acresção	0	Saldo de balanço sedimentar positivo
		Tendência ao Equilíbrio	1	Saldo de balanço sedimentar equilibrado
		Tendência Erosiva	2	Saldo de balanço sedimentar negativo
IV	Desenvolvimento Urbano	Baixo	0	< 30% da área do sub-setor costeiro ocupado
		Moderado	1	30 a 60% da área do sub-setor costeiro ocupado
		Alto	2	> 60% da área do sub-setor costeiro ocupado
V	Estruturas Artificiais	Ausentes	0	Sem estruturas de contenção
		Presentes	1	Com estruturas de contenção
VI	Tipo de Falésia	Sem Falésia	0	Ausência de Falésias
		Estável	1	Falésias Mortas com face vegetada
		Instável	2	Falésias Mortas com face pouco vegetada
		Altamente Instável	3	Falésias Vivas

No mapa da Figura 7.1, a vulnerabilidade à erosão costeira do litoral de João Pessoa, é apresentada através da divisão da linha de costa atual em setores (células), com classificação em três níveis, como pode ser visto nos quadros 7.2. e 7.3.

Quadro 7.2 – Grau de Vulnerabilidade à Erosão Costeira

VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA	
Alta	Entre 10 e 12
Moderada	Entre 5 e 10
Baixa	Entre 0 e 5

1) Vulnerabilidade Alta – esta caracteriza uma ausência de pós-praia, reduzido estirâncio e/ou presença de falésias vivas. As praias apresentam tendência erosiva, presença de estruturas artificiais de proteção e desenvolvimento urbano que 60% da área considerada. Este último estaria representando uma área de tensão erosiva, com impactos configurados.

2) Vulnerabilidade Moderada – a praia apresenta uma frágil estabilidade, ou ligeira tendência erosiva, os setores de pós-praia e estirâncio são pouco desenvolvidos ou substituídos por falésias vivas, há presença de obras de contenção e o desenvolvimento urbano está entre 30 e 60% da área considerada.

3) Vulnerabilidade Baixa - caracteriza uma praia com tendência à progradação, pós-praia e estirâncio bem desenvolvidos, ausência de obras de contenção, desenvolvimento urbano menor que 30% da área considerada, e presença de falésias mortas com face vegetada.

Quadro 7.3 – Classificação da vulnerabilidade à erosão costeira, a partir da determinação de parâmetros e classes.

SUB-SETOR	Células	Parâmetros/ Pesos						VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA
		I	II	III	IV	V	VI	
A	I	3	1	1	2	0	0	7
	II	3	2	2	2	1	0	10
	III	3	1	1	2	0	0	7
B	I	3	2	0	2	1	1	9
	II	3	1	1	2	0	1	8
C	I	3	1	0	2	0	1	7
D	I	2	2	2	2	1	3	12
	II	2	3	2	1	1	2	11
	III	3	1	1	1	0	2	8
E	I	2	1	-	0	0	3	6
	II	2	1	1	0	0	3	7
F	I	2	1	1	1	0	3	8
G	I	2	2	0	1	0	3	8

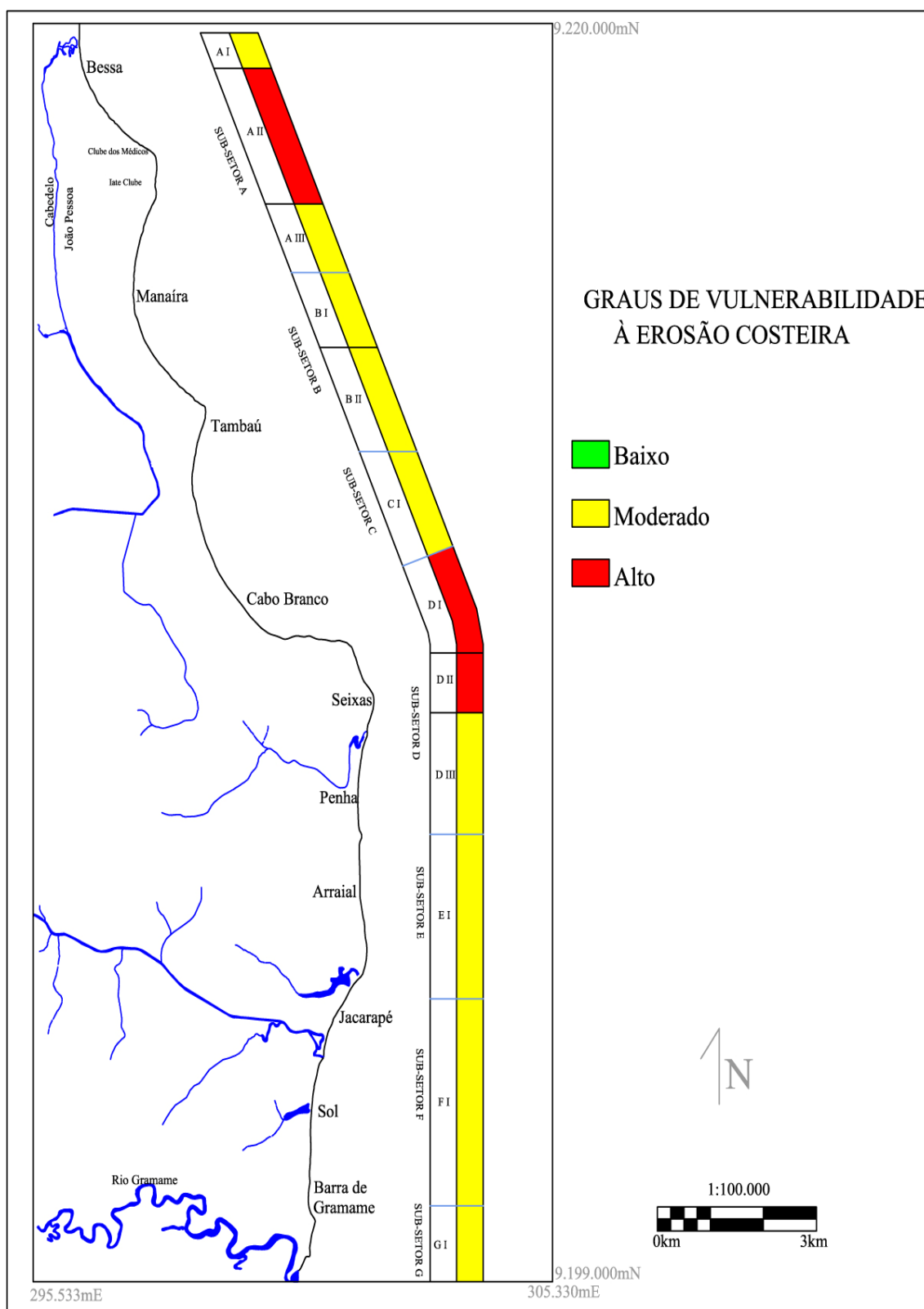


Figura 7.1 – Mapa de Vulnerabilidade à erosão costeira do Litoral de João Pessoa, PB.
Base cartográfica: Terrafoto (1985); PMJP (2005).

7.2 Sub-Setor A (Células I, II, III)

O sub-setor A, na praia do Bessa, apresentou dois valores de graus de vulnerabilidade à erosão costeira. E foi caracterizado a partir de três células (A-I, A-II e A-III) (Quadro 7.3, Figura 7.1).

A célula A-I apresenta um moderado grau de vulnerabilidade justificado pelas seguintes características: substituição da pós-praia, por atividades antrópicas (casas, clubes etc.); praia estável, sem indícios de erosão costeira (cap. 6); balanço sedimentar com ligeira tendência à acresção (cap.7); alto grau de urbanização; ausência de estruturas de contenção; e, ausência de falésias.

A célula A-II, ao contrário da célula A-I, apresenta um alto grau de vulnerabilidade justificado pela: substituição da pós-praia, por atividades antrópicas (casas, clubes etc.); forte tendência erosiva (cap. 6); balanço sedimentar negativo (cap.7); alto grau de urbanização; presença de estruturas de contenção; e, ausência de falésias.

A célula A-III, assim como a célula A-I, apresenta um moderado grau de vulnerabilidade, justificado pela: substituição da pós-praia, por atividades antrópicas; tendência erosiva (cap. 6); balanço sedimentar negativo (cap.7); alto grau de urbanização; - ausência de estruturas de contenção; e, ausência de falésias.

7.3 Sub-Setor B (Células I, II)

O sub-setor B, nas praias de Manaíra e Tambaú, apresentou grau moderado de vulnerabilidade à erosão costeira. Este foi caracterizado a partir de duas células (B-I e B-II) (Quadro 7.3, Figura 7.1).

A célula B-I apresenta as seguintes características: substituição da pós-praia pela urbanização; trechos com indícios de erosão costeira (cap. 6); alto grau de urbanização; presença de estruturas de contenção; e, recuo de falésias mortas, com face vegetada.

A célula B-II, também apresenta características que a classificou como de grau moderado. As características que prevaleceram foram: pós-praia substituída pela urbanização; praia estável, com tendência ao equilíbrio; alto grau de urbanização; estruturas de contenção ausentes; e, falésias mortas recuadas, com face vegetada.



Foto 7.1 – Sub-Setor A, célula II. Detalhes da erosão na praia do Bessa. (A) Clube dos Médicos, situação em 2002, e (B) situação da praia em 2006. (C e D) Iate Clube da Paraíba, situação em 2006. Notar a colocação de pedras soltas em local crítico de erosão. Fotos da autora.

7.4 Sub-Setor C (Célula I)

O sub-setor C, situado na enseada do Cabo Branco, apresentou grau moderado de vulnerabilidade à erosão costeira. E foi caracterizado por apenas uma célula (C-I) (Quadro 7.3, Figura 7.1).

A célula C-I apresentou as seguintes características: pós-praia, bem desenvolvida e, em parte, substituída pela ocupação urbana; praia com tendência a acresção; alto grau de desenvolvimento urbano; obras de contenção ausentes; e, falésias mortas recuadas, com face vegetada.

7.5 Sub-Setor D (Células I, II, III)

O sub-setor D é situado na porção Sul da praia do Cabo Branco, entre a Praça de Iemanjá e a praia da Penha. Este apresentou vulnerabilidade que variou entre média e alta.

E foi caracterizado a partir de três células (D-I, D-II e D-III) (Quadro 7.3; Figura 7.1).

As células D-I e D-II apresentaram um alto grau de vulnerabilidade justificado pelas seguintes características: substituição da pós-praia pelas falésias vivas; praias estreitas, com alta erosão (cap. 6); balanço sedimentar negativo (cap.7); alto grau de urbanização; presença de estruturas de contenção; e, presença de falésias vivas (Foto 4.3 e 4.4).

A célula D-III apresentou as seguintes características: - pós-praia substituída pela ocupação urbana; - praia estável com tendência ao equilíbrio; - alto grau de desenvolvimento urbano; - obras de contenção ausentes; - e falésias mortas recuadas, com face pouco vegetada.

7.6 Sub-Setor E (Célula I)

O sub-setor E, situado nas praias do Arraial e Jacarapé, apresentou apenas um grau de vulnerabilidade à erosão costeira. E foi caracterizado a partir da célula (E-I) (Quadro 7.3, Figura 7.1).

A célula E-I apresentou moderado grau de vulnerabilidade à erosão costeira justificado pelas seguintes características: pós-praia composta pelas falésias vivas; praia estável com tendência ao equilíbrio; baixo grau de desenvolvimento urbano; estruturas de contenção ausentes; e, presença de falésias vivas.

7.7 Sub-Setor F (Célula I)

O sub-setor F, situado na praia do Sol, apresentou um grau moderado de vulnerabilidade à erosão costeira. E foi caracterizado a partir da célula (F-I).

A célula F-I foi caracterizada pela: pós-praia composta pelas falésias vivas; praia estável, com tendência ao equilíbrio; moderado grau de urbanização; ausência de estruturas de contenção; e, presença de falésias vivas.

7.8 Sub-Setor G (Célula I)

O sub-setor G, situado na praia Barra de Gramame, apresentou vulnerabilidade moderada à erosão costeira. E foi caracterizado a partir da célula G-I.

A célula G-I apresenta as seguintes características: pós-praia composta por falésias vivas; tendência erosiva (cap. 6); moderado grau de urbanização; ausência de estruturas de contenção; e, presença de falésias vivas.

8. CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se afirmar que a erosão costeira atualmente visível no litoral de João Pessoa, tem causas múltiplas, e que, embora essas causas sejam atribuídas aos processos naturais atuantes na costa, não deve ser esquecida a importante influência das atividades antrópicas, tendo em vista que o espaço disponível para que os processos de dinâmica costeira possam se desenrolar naturalmente, resultaram da excessiva pressão sobre a zona costeira da área em estudo.

Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, é possível listar as principais conclusões obtidas:

A linha de costa apresenta duas orientações preferenciais, sendo o Setor Costeiro Norte com orientação NWE-SE, com três importantes enseadas e o Setor Costeiro Sul com uma orientação preferencial N-S, com reentrância considerável a partir da praia do Jacarapé.

O Setor Costeiro Sul é bordejado, em quase toda a sua extensão, por falésias vivas, que alcançam altitudes médias em torno de 25 metros. E no Setor Costeiro Norte, a linha de falésias ocorre, porém, recuada com relação ao outro setor. Predominam os terraços marinhos e praias mais desenvolvidas.

Com exceção dos estuários dos rios Gramame (na divisa dos municípios de João Pessoa e Conde (PB), e Cuiá, as áreas ocupadas pelos manguezais são pequenas e restritas às desembocaduras dos rios que deságuam no Setor Costeiro Sul. Todos estes rios são de pequeno porte, e têm suas desembocaduras parcialmente bloqueadas em épocas de poucas chuvas.

As correntes litorâneas seguem normalmente a direção dos ventos dominantes. Preferencialmente fluem de Sul para Norte.

À exceção das praias de Barra de Gramame, Sol e Jacarapé, situadas no Setor Costeiro Sul, a linha de costa do Litoral de João Pessoa é fortemente urbanizada. Nas demais áreas ocorre uma urbanização incipiente restrita àqueles trechos situados nas vizinhanças das pequenas localidades, podendo estar associadas às desembocaduras fluviais. De outro lado, a construção recente da rodovia PB-008 tem, progressivamente facilitado o acesso à região e à sua linha de costa, principalmente em praias antes quase desertas como as do Setor Costeiro Sul.

As variações da linha de costa do município de João Pessoa estão relacionadas aos processos naturais e antrópicos que atuam no litoral. É possível identificar nos mapas, que a erosão, bem como as progradações ou estabilizações verificadas, não atuam continuamente ao longo das 10 praias da área em estudo. Pode-se supor que as variações sofridas pela linha de costa de João Pessoa possam estar associadas: a ausência de dunas; a existência de planícies costeiras pouco desenvolvidas; ao pequeno aporte fluvial e a plataforma interna estreita, composta essencialmente por sedimentos carbonáticos. E que a erosão costeira já instalada em alguns locais, tornou-se um problema em decorrência da crescente ocupação urbana do litoral.

Enfim, a análise da configuração da linha de costa mostrou, para o período considerado neste estudo (36 anos), que as feições naturais, bem como as estruturas rígidas (casas, restaurantes, clubes etc.) localizadas sobre os terraços marinhos recentes, estão atuando e modificando de maneira considerável a morfologia das praias, podendo provocar, ao longo do tempo, uma mudança no padrão de distribuição dos sedimentos ao longo da costa. Um exemplo deste fato é o emagrecimento das praias localizadas ao Norte do Hotel Tambaú, e a progradação verificada na praia do Cabo Branco, ao sul deste. Diante das observações realizadas, supõe-se que este hotel vem favorecendo o aprisionamento dos sedimentos a jusante e o retrabalhamento destes, a montante daquele hotel.

As praias mais críticas, com relação ao problema erosivo, são as praias do Bessa, Ponta do Cabo Branco e Seixas. Destaca-se, ainda, a praia Barra de Gramame que vem sofrendo grandes variações morfológicas em virtude da forte influência flúvio-marinha ali constatada.

Enfim, as limitações impostas pelo meio físico não serviram para evitar o crescimento urbano sobre áreas geologicamente instáveis no litoral de João Pessoa. E, apesar dos problemas e dos impactos crescentes associados à capacidade das zonas costeiras para sustentarem as atividades humanas, a pressão generalizada para o crescimento da cidade em direção às praias no Setor Costeiro Sul, não diminui, e logo esse setor sentirá as conseqüências do desenvolvimento urbano da cidade de João Pessoa.

É possível afirmar que, associado aos fatores naturais, responsáveis pela dinâmica costeira atuante, existem outros, de origens antrópicas, que transformaram o processo de origem natural, no problema da erosão costeira do litoral de João Pessoa (PB). E que, a melhor maneira de conservar as praias, é assegurar um espaço para se mover em direção ao mar durante as fases de acreção e, na direção do continente durante as fases erosivas. O

uso prudente de uma distância de segurança entre as construções e a zona de praia ativa poderia assegurar esse espaço.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amaral, R.F.; Lima, A.T.; Assis, H.M.B.; Manso, V.A.V., 1990. Estudo do comportamento atual da linha de costa entre as desembocaduras do rio Timbó e do canal de Sanata Cruz Paulista (PE). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36. Natal RN. SBG, v. 02, 676-689p.
- Bessa Jr., O., 2003. Interferência entre a ocupação urbana e a dinâmica natural no litoral sul do Paraná. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geologia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 156p.
- Bigarella, J.; J. Popp, J. H., 1966. Contribuição ao estudo dos sedimentos praias recentes. IV – Praias dunas de Barrado Sul (SC). Bol. Paran. Geografia. 18/20.
- Bird, E. C. F., 1970. *Coasts*. The Massachusetts Institute of Tecnology, 246 p.
- Bittencourt, A. C. da S. P. ; Landim, J. M.; Vilas Boas, G. S.; Flexor, J. M. 1979. The Marine formation of the coast of the State Bahia, Brazil. In: Suguio, K.; Fairchild, T. R.; Martin, L.; Flexor, J. M. (Eds). International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, São Paulo, Proceeding. p.232-253.
- Bloom, A. 1978. Geomorphology. Ed. Prentice Hall.
- Coelho, C. 2006. Riscos de exposição de frentes urbanas para diferentes intervenções de defesa costeira. Tese de Doutorado. Universidade de Alveiro. 404p.
- Carvalho, M.G.R.F., 1982. Estado da Paraíba: Classificação Geomorfológica. João Pessoa. Ed Universitária. UFPB. 72p.
- Chaves, M. S., 2005. Dinâmica costeira dos campos petrolíferos Macau/Serra, Litoral Setentrional do Estado do Rio Grande do Norte. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN. P. 118.

- Coutinho, P. N., 1976. Geologia Marinha da Plataforma Continental Alagoas-Sergipe. Universidade Federal de Pernambuco. Tese de Livre docência. UFPE. Recife 112p.
- Coutinho, M. G. N., 1967. Mapa Geológico dos Municípios de João Pessoa, Cabedelo e Gramame – PB. Relatório de Graduação em Geologia. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE.
- CPRM. 2002. Mapa Geológico do Estado da Paraíba, na escala 1:500.000.
- Dal Cin & Simeoni., 1994. A model for determining the classifications vulnerability and risk in the Southern coastal zone of the Marche (Italy). *Journal of Coastal Research*. 10. 18-29.
- Diniz, R. F., 2002. Erosão Costeira ao longo do Litoral Oriental do Rio Grande do Norte: causas, conseqüências e influência nos processos costeiros de uso e ocupação na região costeira. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geologia. Universidade Federal da Bahia.
- Dolan, R.; Fenster, M. S.; Holme, S. J., 1991. Temporal analysis of shoreline recession and accretion. *Journal Coastal Research*, 7 (3): 723-744
- Duarte, R. X. 2002, Caracterização Morfo-Sedimentologica e Evolução de Curto e Médio Prazo das praias do Pina, Boa Viagem e Piedade, Recife - Jaboatão dos Guararapes, PE. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geociências, UFPE.
- Elfrink, B.; Accetta, D.; Mangor, K., 2003. Shoreline Protection Cabo Branco. Ne Brazil. Coopedec VI. Colombo, Sri Lanka. Paper 088. p.1-11.
- Emery, K. O., 1961. A simple method of measuring beach profiles. *Limnology Oceanography*, 6:90-93.
- Esteves, L.; Toldo Jr., E. ; Dillemburg, S., 2003. Influência da Mobilidade Praial nas Estimativas das Taxas de Variação da Linha de Costa. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 9, Recife-PE, Anais..., p. 67.

- Ferreira, et al., 1994. Erosión Costera Evaluación de Vulnerabilidad de Playa. Caso Tipo: Las Toninas (<http://ordeco.org/medanos.html>)
- Folk, R. L. & Ward, W.C., 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*. V.27, nº 1, 3-26.
- Folk, R.L. - 1974. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Publi. Co. Austin (Texas). 182p.
- French, P.W., 1997. Coastal and Estuarine Management. Routledge. London and New York. 251p.
- Furrier, Max. 2007. Caracterização Geomorfológica e do Meio Físico da Folha João Pessoa – 1:100.000. Universidade de São Paulo. Pós-Graduação em Geografia Física. Depto. De Geografia. Tese de Doutorado.
- Grigio, A. M., 2003. A Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do Município de Guamaré (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera. Programa de Pós - Graduação em Geodinâmica e Geofísica. UFRN, Natal, RN, Dissertação de Mestrado, 222 p.
- Guedes, L., 2002. Monitoramento Geoambiental do Estuário do Rio Paraíba do Norte - PB por meio da Cartografia Temática Digital e de produtos de Sensoriamento Remoto. Programa de Pós - Graduação em Geodinâmica e Geofísica. UFRN, Natal, RN, Dissertação de Mestrado 87 p.
- Guerra, A. T., 1995. Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro. 652p.
- Heckendorff, V. D.; Lima, P. L., 1985. Climatologia. Atlas do Estado da Paraíba. Governo do Estado. Grafset. João Pessoa, Paraíba. 34-43p.
- INPH. 2001a. Relatório : Medições de parâmetros ambientais realizados nas adjacências do Cabo Branco, João Pessoa – PB.

- INPH. 2001b. Relatório: Modelagem Matemática dos Processos Costeiros, para João Pessoa, PB.
- INMET. 2006. WWW.inmet.gov.br
- Lima, Z.M.C.; Alves A. L.; Amaro, V. E.; Vital, H., 2002. Coastline evolution of the Galinhos spit (NE-Brazil) using air photography and Landsat TM images. *Revista Pesquisas em Geociências*, 28 (2): 497-507.
- Lima Filho, M. F., 1998. Análise Estratigráfica e Estrutural da Bacia Pernambuco. Tese de Doutorado. USP. Instituto de Geociências, São Paulo. 139p.
- Komar, P. D. 1983. Handbook of coastal processes and erosion. CRC Press, Florida.
- Lira, A. R. A. 1997. Caracterização Morfológica e vulnerabilidade do Litoral entre as praias da Enseadinha e Maria Farinha, Paulista- PE. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geociências UFPE. Recife- PE. 96p.
- Mabesoone, J.M. 1967. Sedimentologia da Faixa Costeira Recife- João Pessoa. In: Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia. 16: 57-72p.
- Mabesoone, J.M.; Silva, A. C.; Beurlen, K., 1972. Estratigrafia e Origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. In: 2: 173-187p.
- Mabesoone, J. M.; Alheiros, M. M., 1988. Origem da Bacia Sedimentar Pernambuco - Paraíba. *Revista Brasileira de Geociências*. 18: 476-482p.
- Mabessone, J. K., 1992. Revisão da Faixa Sedimentar Costeira Pernambuco, Paraíba e parte do Rio Grande do Norte. UFPE/Recife.
- Madrugá Filho, J. D., 2005. Aspectos Ambientais entre as praias do Paiva e Gaibu, Município do Santo Agostinho (Litoral Sul de Pernambuco). Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE. P. 252.
- Maia, L. P., 1998. Procesos Costeros Y Balance Sedimentario a Lo Largo de Fortaleza (NE-Brasil): Implicaciones Para una Gestión Adecuada de La Zona Litoral..

- Universidade de Barcelona. Faculdade de Geologia. Departamento de Estratigrafia e Paleontologia. Barcelona, Tese de Doutorado. P.269.
- Maine Geological Survey. Department of Conservation. 2005. Reading Coastal Bluffs Maps. Disponível em : www.maine.gov/doc/nrimc/mgs/mapuse/bluffs/.htm. Em: nov/07.
- Manso, V.A.V.; Coutinho, P.N.; Medeiros, A. B.; Borba, A. L. S.; Lira, A.R.A.; Pedro, F.J.A.; Martins, M.H.A.; Chaves, N.S.; Duarte, R.X. & Ivo, P.S., 1996. Proposta para a contenção da erosão marinha na Praia de Boa Viagem – Recife, PE. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39. Anais...Salvador-Bahia, SBG, v. 4, p. 489-492.
- Marcomini & López, 2007. Método de Evaluación de Vulnerabilidad de Playa. Caso Tipo: Las Toninas. Disponível em: <http://ordeco.org/arena%20texto.htm>. Acesso: 03 de junho de 2007.
- Meireles, A. J. de A., 1999. Falésias do Litoral Leste do Estado do Ceará: Análise dos processos morfogenéticos e impactos ambientais. Revista Geonotas, 3 (2).
- Melo, N.A., 1997. Estudo dos Sedimentos Holocênicos das Micro-Bacias Estuarinas de João Pessoa - PB. Monografia de Graduação. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 40p.
- MMA. 2003. Projeto de Gerenciamento Costeiro. Diagnóstico Oceanográfico e Proposição de Disciplinamento de Usos da Faixa Marinha do Litoral Norte do Estado da Bahia. Ministério do Meio Ambiente. Governo do Estado da Bahia. SEMARH. CRA. 134p.
- Monteiro, A. B., 1989. Geologia e Aspectos Faciológicos da Formação Barreiras numa área a sul de João Pessoa/PB. Trabalho de Graduação em Geologia. Recife. UFPE.
- Moraes Neto, J.M et al., 2007. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e

- Ambiental. v.11, n.1. Campina Grande, PB, DEAG/UFCG. p.61–66. Disponível em : <http://www.agriambi.com.br>.
- MUBDJP. 1998. Fotografias Aéreas. Escala 1: 8.000.
- Muehe, D., 1995. Geomorfologia Costeira. In: Guerra, A.J.T. & Cunha, S.B. (eds). Geomorfologia: Uma Atualização de bases e Conceitos. Rio de Janeiro: Bertarand Brasil, p. 253-308.
- Neves, S. M., 2003. Erosão Costeira no Estado da Paraíba. Programa de Pós- Graduação em Geologia. UFBA. Salvador, BA, Tese de Doutorado, 130p.
- Pitombeira, E. S., 1995. Litoral de Fortaleza – Ceará- Brasil, um exemplo de degradação. In. Simpósio sobre processos sedimentares e problemas ambientais na zona costeira nordeste do Brasil. Recife-PE, Anais...UFPE. 59-62p.
- PMJP. PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. SEPLAN. 2005. Imagem de Satélite “Quick Bird”.
- Reineck, H. E. & Singh, J. B., 1975. *Depositional Sedimentary environments*. Springer_Verlag. Berlim. 439p.
- Reis, C. M. M., 2001. Caracterização Morfodinâmica e vulnerabilidade dom Litoral de João Pessoa entre as Praias do Cabo Branco e Penha. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE. P.86.
- Ricardo Paulo. 2002. CD com fotos panorâmicas da Cidade de João Pessoa, PB.
- Santos, R. C. A. L., 2004. Evolução da Linha de costa a médio e curto prazo associado ao grau de desenvolvimento urbano e aos aspectos geoambientais na planície costeira de Maceió - Alagoas. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Geociências. Recife, PE. P.176.
- Suguio, K., 1999. Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins. Bertrand Brasil, RJ.

SUDENE. 1969. Fotografias Aéreas. Escala 1: 30.000/ Ministério da Aeronáutica, Projeto FAB.

SUDENE. 1985. Cartas Topográficas. Folhas: H-12, I-12, J-12 e 13, K-13 e L-13, na escala 1: 10.000/ INCRA- PB.

TERRAFOTO. 1985. Fotografia Aérea. Escala: 1:65.000.

Thurman, H. V., 1994. *Introductory Oceanography*. Maxwell Maemillan International, New York, 7th ed, 550p.

U. S. ARMY. 1973. *Shore protection manual*. Washington, Coastal Eng. Res. Center Dep. Army Corps Eng., 3v.

Vasconcelos, G. F. 2007. Caracterização Físico-Geográfica das praias do município de João Pessoa (PB). Monografia de Graduação em Geografia. Universidade Federal da Paraíba. 84p.

www. Googleearth.com. Imagens de Satélite.

ANEXOS

ANEXO 01 – Dados do volume sedimentar por perfil (Praia do Bessa, 2006-2007).

Meses/ Ano 2006	SETOR COSTEIRO NORTE					
	Praia do Bessa					
	P01		P02		P03	
	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m
Janeiro	-	-	63.30	*	76.16	*
Fevereiro	-	-	55.78	-7.52	85.75	+9.59
Março	-	-	54.19	-1.50	52.22	-33.53
Abril	245.63	*	65.60	+11.40	53.53	+1.31
Maio	232.09	-13.54	63.31	-2.28	62.49	+8.96
Junho	226.92	-5.17	63.39	+0.08	61.36	-1.13
Julho	221.89	-5.02	68.75	+5.36	92.00	+30.63
Agosto	233.32	+11.49	68.23	- 0.52	91.09	-0.90
Setembro	231.93	-1.39	68.27	+0.03	54.50	-36.59
Outubro	380.19	+148.26	58.25	+2.89	54.91	+0.41
Novembro	255.13	-125.06	72.01	+13.76	47.00	-7.91
Dezembro	251.59	-3.53	75.44	+3.43	51.23	+4.23

Meses/ Ano 2007	SETOR COSTEIRO NORTE					
	Praia do Bessa					
	P01		P02		P03	
	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m
Janeiro	246.48	*	57.84	*	57.05	*
Fevereiro	233.34	-13.14	65.54	+7.7	54.86	-2.19
Março	242.67	+9.33	64.61	-0.93	57.16	+2.3
Abril	240.68	-1.99	81.98	+17.37	55.15	-2.01
Maio	239.58	-1.1	78.38	-3.6	58.52	+2.84
Junho	254.88	+15.3	88.71	+10.33	61.36	+2.84
Julho	248.49	-6.39	74.49	-14.22	71.26	+9.9
Agosto	233.42	-15.07	96.79	+22.3	87.54	+16.28
Setembro	236.85	+3.43	75.97	-20.82	51.48	-36.06
Outubro	230.06	-6.79	88.42	+12.45	33.54	-17.94
Novembro	223.61	-6.45	73.61	-14.81	38.9	+5.36
Dezembro	251.72	+28.11	69.54	-4.07	53.36	+24.44

ANEXO 02 – Dados do volume sedimentar por perfil (Praias de Manaíra e Tambaú, 2006-2007).

Meses/ Ano 2006	SETOR COSTEIRO NORTE (Praia de Manaíra e Tambaú)			
	P04		P05	
	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m
Janeiro	99,17	*	-	-
Fevereiro	101,89	+2.71	-	-
Março	113,71	+11.82	-	-
Abril	116,27	+2,55	342,20	*
Maio	112,16	+4.10	346,75	+4.55
Junho	127,55	+15.36	344,28	-2.47
Julho	126,38	-1.16	332,94	-11.34
Agosto	100,07	-260.31	343,04	+10.10
Setembro	98,26	-1.80	340,13	-2.91
Outubro	124,05	+25.79	337,92	-2.20
Novembro	97,00	-27.05	333,98	-3.94
Dezembro	105,46	+8.46	340,40	+6.41

Meses/ Ano 2007	SETOR COSTEIRO NORTE (Praia de Manaíra e Tambaú)			
	P04		P05	
	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m
Janeiro	114.85		347.57	
Fevereiro	109.54	-5.31	342.8	-4.77
Março	102.71	-6.83	359.082	+16.28
Abril	130.00	+27.29	363.96	+4.88
Maio	118.56	-11.44	346.02	-17.94
Junho	115.68	-2.88	355.93	+9.91
Julho	109.43	-6.25	353.39	-2.54
Agosto	112.02	+2.59	382.71	+29.32
Setembro	101.33	-10.69	349.89	-32.82
Outubro	124.3	+22.97	348.25	-1.64
Novembro	124.39	+0.09	390.51	+42.26
Dezembro	125.04	+0.65	294.7	-95.81

ANEXO 03 – Dados do volume sedimentar por perfil (Praia do Cabo Branco, 2006-2007).

Meses/ Ano 2006	SETOR COSTEIRO NORTE (Praia do Cabo Branco)					
	P06		P07		P08	
	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m
Janeiro	123,77	* mês inicial	45,23	*	62,06	*
Fevereiro	88,40	-35.37	70,19	+24.96	71,94	+9.83
Março	95,24	+6.84	49,71	-20.48	63,71	-8.21
Abril	123,79	+28.54	31,86	-17.84	78,89	+15.17
Maiο	113,82	-21.57	48,25	+16.39	53,92	-24.47
Junho	106,09	-7.732	34,84	-13.41	51,74	-2.18
Julho	114,75	+8.65	40,84	-6.00	40,85	-10.88
Agosto	131,69	+11.34	42,03	+1.19	45,17	-4.31
Setembro	97,64	-34.04	41,23	-0.79	57,30	+12.13
Outubro	95,04	-2.60	35,16	-6.07	71,59	+14.29
Novembro	93,33	-1.71	39,23	+4.06	69,43	-2.16
Dezembro	82,16	-11.17	70,66	+31.43	65,16	-4.27

Meses/ Ano 2007	SETOR COSTEIRO NORTE (Praia do Cabo Branco)					
	P06		P07		P08	
	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m
Janeiro	98.25	*	42.06	*	57.47	*
Fevereiro	50.28	-47.97	40.94	-1.12	47.85	-9.62
Março	49.27	-1.01	48.74	+7.8	54.74	+6.89
Abril	65.53	-16.26	47.62	-0.89	57.88	+3.14
Maiο	57.79	-7.74	47.85	+0.23	49.44	-8.44
Junho	90.73	+32.94	37.79	-10.06	51.9	+2.46
Julho	66.91	-23.82	42.03	+4.24	48.28	-3.62
Agosto	78.59	+11.68	40.31	-1.72	48.45	+0.17
Setembro	55.00	-23.59	37.21	-3.1	53.05	+4.6
Outubro	51.2	-3.8	27.2	-10.01	59.58	+6.53
Novembro	45.96	-5.24	27.61	+0.41	64.34	+4.76
Dezembro	35.40	-0.56	51.70	+24.09	64.03	-0.31

ANEXO 04 – Dados do volume sedimentar por perfil (Praias do Seixas e Penha, 2006-2007).

Meses de Monitoramento	SETOR COSTEIRO SUL											
	Praia do Seixas e Penha											
	P09						P10					
	2007		2006		1999		2007		2006		1999	
	Volume m ³ /m	Variação Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação Volume m ³ /m
Janeiro	97.33	*	65,28	*	-	-	84.43	*	-	-	-	-
Fevereiro	115.15	+17.82	61,39	-3.88	-	-	91.18	+9.75	-	-	-	-
Março	127.36	+12.21	50,19	-11.20	136,56	*	92.95	+1.77	-	-	120.68	*
Abril	123.39	-3.97	53,6	+3.40	140,21	+3.65	109.97	+17.02	114,49	*	121.34	+0.66
Maio	144.28	+20.89	53,13	-0.46	138,02	-2.19	109.48	-0.49	110,00	-4.48	121.00	-0.34
Junho	106.09	-38.19	44,51	-8.61	140,54	+2.52	72.93	-36.55	101,26	-8.74	117.75	-3.58
Julho	81.38	-24.70	44,7	+0.18	132,50	-8.04	66.78	-6.15	100,15	-1.10	115.34	-2.41
Agosto	103.73	+22.35	43,19	-1.51	118,81	-13.69	74.83	+8.05	103,55	+3.40	112.29	-3.05
Setembro	96.65	-7.08	53,67	+10.48	123,70	+4.89	77.98	+3.15	72,96	-30.58	124.94	+12.64
Outubro	94.68	-1.97	43,64	-10.03	124,63	+0.93	87.89	+9.91	79,80	+6.83	83.34	-41.59
Novembro	102.61	+7.93	50,23	-6.59	126,32	+1.69	88.8	+0.91	78,93	-0.87	172.48	+89.13
Dezembro	93.05	-9.56	51,56	+1.61	118,21	-8.11	73.61	-15.19	83,61	+4.68	116.81	-55.67

ANEXO 05 – Dados do Volume Sedimentar por perfil (Praias do Jacarapé, Sol e Barra de Gramame, 2006-2007).

Meses/ Ano 2006	SETOR COSTEIRO SUL					
	Praia do Jacarapé		Praia do Sol		Praia Barra de Gramame	
	P11		P12		P13	
	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m
Janeiro	-	-	200,72	*	221,43	*
Fevereiro	-	-	196,03	- 4.693	151,46	-69.96
Março	-	-	200,53	+4.503	150,08	-1.38
Abril	112,14	*	193,50	-7.03	157,46	+7.37
Maio	140,30	+28.16	189,34	-4.157	179,13	+21.67
Junho	168,47	+28.17	178,51	-10.83	206,80	+27.66
Julho	130,70	-37.76	179,07	+0.56	165,36	-41.43
Agosto	138,05	+7.34	166,43	-12.63	166,08	+0.72
Setembro	183,60	+45.55	167,82	+1.39	170,20	+4.11
Outubro	139,93	-43.67	171,18	+3.35	171,34	+1.14
Novembro	130,33	-9.60	181,00	+9.81	165,24	-6.10
Dezembro	131,72	-1.39	179,49	-1.50	166,05	+0.81

Meses/ Ano 2007	SETOR COSTEIRO SUL					
	Praia do Jacarapé		Praia do Sol		Praia Barra de Gramame	
	P11		P12		P13	
	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m	Volume m ³ /m	Variação do Volume m ³ /m
Janeiro	127.43	*	179.55	*	153.42	*
Fevereiro	98.11	-29.32	196.47	+16.92	150.03	-3.39
Março	98.41	+0.3	188.58	-7.89	161.95	+11.92
Abril	95.66	-2.75	194.7	+6.12	165.57	+3.62
Maio	102.81	+7.15	196.08	+1.38	158.42	-7.15
Junho	137.3	+34.49	186.4	-9.68	209.84	+51.42
Julho	139.52	-2.22	196.07	+9.67	152.62	-57.22
Agosto	102.81	-36.71	186.33	-9.74	220.318	+67.69
Setembro	102.3	-0.51	183.45	-2.88	194.67	-25.64
Outubro	110.3	+8.0	184.185	+0.73	198.43	+3.76
Novembro	95.55	-14.75	195.39	+11.21	204.23	+5.8
Dezembro	96.23	+0.68	197.2	+1.81	154.6	-49.63

ANEXO 06 – Parâmetros Estatísticos (Assimetria) das amostras de sedimentos do litoral de João Pessoa, PB.

PARÂMETRO ESTATÍSTICO	LOCAL DA COLETA DE SEDIMENTOS												
ASSIMETRIA													
Mês/2006	P13	P12	P11	P10	P09	P08	P07	P06	P05	P04	P03	P02	P01
jan	0,024	-0,069	-	-	0,466	-0,001	-0,632	-0,137	-	-0,248	-0,196	-0,186	-
fev	0,02	0,001	-	-	0,642	-0,188	-0,632	-0,299	-	-0,36	0,601	0,344	-
mar	-0,587	0,269	-	-	-0,312	-0,163	-0,108	-0,723	-	0,033	0,556	0,3	
abr	-0,593	-0,069	0,392	-0,164	-0,35	-0,288	-0,114	-0,352	-0,151	-0,183	-0,723	-0,769	-0,678
mai	-0,303	-0,372	-0,01	0,189	-0,131	0,256	-0,124	-0,006	0,123	-0,139	-0,413	-0,257	0,255
jun	-0,203	-0,231	-0,001	0,273	-0,01	-0,012	-0,112	0,001	-0,015	-0,304	0,389	-0,001	-0,277
jul	-0,48	0,223	-0,046	0,264	0,199	0,524	-0,436	-0,046	0,005	0,284	0,591	-0,379	-0,259
ago	-0,48	0,223	-0,046	0,264	0,199	0,524	-0,436	-0,046	0,005	0,284	0,591	-0,379	-0,259
set	-0,243	0,412	0,475	0,279	-0,002	0,004	-0,195	-0,14	0,249	0,248	0,234	-0,19	-0,21
out	-0,23	0,27	0,48	0,27	0,148	-0,002	0,121	-0,58	0,237	-0,262	0,025	0,228	0,266
nov	-0,272	0,556	0,244	-0,01	-0,194	-0,245	-0,152	-0,091	0,242	-0,001	-0,345	-0,46	-0,239
dez	-0,153	-0,01	-0,063	-0,023	-0,111	0,219	0,368	-0,334	-0,033	0,164	-0,152	-0,004	-0,004
Mês/2007													
Jan	0.02	0.00	0.00	-0.00	-0.21	-0.00	-0.76	-0.26	-0.00	-0.06	-0.25	-0.28	-0.69
fev	0.23	0.00	0.01	-0.03	0.00	0.06	-0.36	-0.22	0.02	-0.26	-0.28	0.04	-0.04
mar	-0.65	0.27	-0.02	0.01	-0.31	-0.02	0.02	-0.34	0.22	-0.09	-0.23	-0.44	-0.26
abr	0.64	-0.06	-0.55	-0.01	-0.44	-0.16	0.50	-0.49	0.24	-0.20	0.31	-0.46	-0.07

ANEXO 07 – Parâmetros Estatísticos (Curtose) das amostras de sedimentos do litoral de João Pessoa, PB.

PARÂMETRO ESTATÍSTICO	LOCAL DA COLETA DE SEDIMENTOS												
CURTOSE													
Mês/2006	P13	P12	P11	P10	P09	P08	P07	P06	P05	P04	P03	P02	P01
jan	0,941	0,727	-	-	10,9	0,929	1,208	13,423	-	3,686	0,838	4	-
fev	0,953	0,594	-	-	11,527	3,816	1,208	1,835	-	1,178	0,918	0,476	-
mar	0,886	1,127	-	-	0,823	0,753	1,129	1,139	-	0,859	10,26	0,101	-
abr	0,907	0,727	0,71	1,106	0,887	0,905	0,792	1,135	2,92	0,882	1,139	1,388	0,673
mai	1,108	1,074	1,966	0,797	1,108	1,012	1,166	0,638	0,862	0,837	1,308	2,265	0,915
jun	0,795	0,93	0,904	2,308	0,918	0,96	0,777	0,904	0,877	0,906	0,579	0,904	1,088
jul	0,593	0,871	0,881	2,426	0,882	0,613	0,583	0,881	2,142	2,399	0,401	1,053	0,991
ago	0,593	0,871	0,881	2,426	0,882	0,613	0,583	0,881	2,142	2,399	0,401	1,053	0,991
set	0,95	1,075	0,59	0,906	0,959	0,936	1,039	1,218	0,972	0,881	0,887	1,356	0,882
out	0,838	1,089	1,283	0,9	0,869	2,588	0,777	1,078	0,84	2,451	1,078	0,864	2,429
nov	0,885	0,865	0,966	0,934	1,095	0,895	0,734	4,17	0,941	2,073	1,095	1,089	0,966
dez	0,774	0,85	1,074	0,873	0,692	0,85	1,325	0,838	1,02	0,859	0,723	0,624	0,624
Mês/2007													
jan	0,94	0,59	2,30	0,91	1,09	0,95	0,64	3,89	2,11	1,03	0,99	1,13	0,71
fev	0,94	0,59	2,38	0,86	1,32	1,07	1,18	3,22	0,98	2,44	1,56	2,12	0,85
mar	0,89	1,10	2,29	0,94	0,76	0,88	1,35	1,12	0,85	1,08	1,41	0,96	0,67
abr	4,13	0,72	0,64	0,95	1,24	0,78	1,33	1,16	0,93	0,86	1,12	1,38	2,40

ANEXO 08 – Parâmetros Estatísticos (Diâmetro Médio) das amostras de sedimentos do litoral de João Pessoa, PB.

PARÂMETRO ESTATÍSTICO	LOCAL DA COLETA DE SEDIMENTOS												
DIÂMETRO													
Mês/2006	P13	P12	P11	P10	P09	P08	P07	P06	P05	P04	P03	P02	P01
jan	0,796	1,629	-	-	3,79	1,791	3,348	3,472	-	2,769	2,673	3,124	-
fev	1,847	1,707	-	-	5,958	3,056	3,348	3,721	-	2,437	1,695	5,036	-
mar	2,323	1,035	-	-	2,231	1,655	1,648	3,107	-	1,652	3,006	2,101	-
abr	2,328	0,629	1,416	1,856	2,504	1,755	1,672	2,355	2,752	1,415	3,107	2,803	2,03
mai	1,336	1,136	1,742	2,149	1,642	2	1,683	1,74	2,117	1,35	2,446	2,508	2,041
jun	1,354	1,47	1,836	2,004	1,85	1,692	1,713	1,706	1,85	1,457	2,151	1,836	1,4
jul	1,408	2,084	1,648	1,95	2,08	2,075	2,361	1,881	1,766	1,992	2,111	2,393	1,488
ago	1,408	2,084	1,648	1,95	2,08	2,075	2,361	1,881	1,766	1,992	2,111	2,393	1,488
set	1,476	1,318	2,106	2,054	1,79	1,721	1,416	2,772	2,008	2,071	2,072	2,635	1,424
out	1,398	1,135	2,057	2,05	2,11	1,74	0,82	2,372	2,097	1,544	1,937	2,1	1,949
nov	1,43	0,13	2,01	1,66	1,93	1,42	1,75	2,19	2,03	1,74	2,33	2,11	046
dez	1,772	1,857	1,65	1,887	1,726	0,9	0,251	2,24	2,676	2,099	2,705	1,759	1,759
Mês/2007													
jan	0.78	1.70	1.75	1.66	1.91	1.76	2.73	2.66	1.74	1.64	2.65	1.40	2.05
fev	2.02	1.72	1.76	1.86	1.85	1.88	1.44	2.64	1.83	1.54	2.60	2.14	1.82
mar	2.14	1.04	1.71	1.84	2.50	1.69	1.60	2.36	2.08	1.62	2.64	2.49	1.82
abr	2.07	1.61	1.44	1.82	2.11	1.68	1.41	2.19	2.03	1.40	2.10	2.57	2.06

ANEXO 09 – Parâmetros Estatísticos (Desvio Padrão) das amostras de sedimentos do litoral de João Pessoa, PB.

PARÂMETRO ESTATÍSTICO	LOCAL DA COLETA DE SEDIMENTOS												
DESVIO													
Mês/2006	P13	P12	P11	P10	P09	P08	P07	P06	P05	P04	P03	P02	P01
jan	0,834	1,028	-	-	1,342	0,848	0,812	2,089	-	2,622	1,035	2,18	-
fev	0,787	0,871	-	-	3,677	2,323	0,82	0,312	-	0,788	1,373	4,755	-
mar	0,714	1,18	-	-	1,404	1,086	0,926	1,012	-	0,854	1,898	0,782	-
abr	0,713	1,028	1,045	0,977	1,305	1,17	1,041	0,85	0,951	0,677	1,012	1,339	1,005
mai	0,836	0,997	0,834	0,617	1,003	0,636	0,959	0,852	0,682	0,643	0,781	0,638	0,657
jun	0,617	0,649	0,804	0,62	0,812	0,816	0,961	0,85	0,825	0,593	0,526	0,804	0,802
jul	0,512	0,645	0,832	0,599	0,667	0,508	0,531	0,832	0,789	0,603	0,51	0,731	0,628
ago	0,512	0,645	0,832	0,599	0,667	0,508	0,531	0,832	0,789	0,603	0,51	0,731	0,628
set	0,651	0,997	0,521	0,618	0,825	0,832	1,203	0,981	0,646	0,631	0,65	0,948	0,654
out	0,623	0,834	0,727	0,62	0,667	0,434	1,039	0,974	0,622	0,599	0,974	0,653	0,599
nov	0,617	0,653	0,641	0,8	0,927	0,651	1,02	2,163	0,649	0,803	0,837	0,976	0,653
dez	0,983	0,823	0,978	0,824	1,732	1,41	1,373	1,422	0,796	0,683	1,043	0,844	0,844
Mês/2007													
jan	0.83	0.87	0.77	0.81	0.93	0.83	1.26	1.05	0.79	0.96	1.13	1.17	1.00
fev	0.66	0.87	0.73	0.82	1.12	1.00	0.77	0.98	0.77	0.59	1.11	2.82	1.17
mar	0.84	1.16	0.75	0.79	1.22	1.13	1.12	0.84	0.62	0.94	1.11	1.42	1.02
abr	1.98	1.02	0.49	0.84	1.12	1.03	1.10	0.96	0.64	0.66	0.79	1.36	2.26

