



Universidade Federal do Pará
Centro de Geociências
Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**VARIABILIDADE MORFOLÓGICA E SEDIMENTAR DE PRAIAS
ESTUARINAS, ILHA DE MOSQUEIRO.**

TESE APRESENTADA POR

MARIA HELENA SANTOS EL-ROBRINI

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em
Ciências na Área de GEOLOGIA.

Data de Aprovação: **10 / 10 / 2001**

Comitê de Tese:

MAÂMAR EL-ROBRINI (Orientador)

DIETER MUEHE

RUTH LEA BEMERGUY

Belém

Dedico esta Tese à:

In Memoriam, minha avó: Helena Watrin Santos.

Meus pais, dádivas de Deus: Walter e Lourdes;

*Ao meu querido esposo, Maamar, e minha doce
Gabriela, despertar de minha existência e luz do meu
viver.*

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi possível graças ao esforço e ajuda de instituições e pessoas, as quais expresso meus sinceros agradecimentos:

A CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado que permitiu o desenvolvimento desta dissertação;

A Universidade Federal do Pará (UFPA), através do Centro de Geociências (CG) e do Curso de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica (CPGG), que possibilitou, desenvolver meu trabalho;

Ao Prof. Dr. Paulo Sergio Gorayeb, Coordenador do CPGG e ao seu colegiado, pela concessão de mais alguns dias para o término desta;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Maâmar El Robrini, pelo apoio e oportunidade de aprender um pouco mais, no universo do conhecimento;

Aos professore(a)s do CPGG, que contribuíram para meu aprimoramento;

Aos Profs. Dr.^a Ruth Lea Bemerguy (UFPA) e Dr. Dieter Muehe (UFRJ), pela participação na Banca Examinadora desta dissertação de mestrado;

A toda minha família: tios, sobrinhos, e irmãos (Socorro, Walter, Antonio, Otaciano, Luis), pela torcida, em especial, a minha irmã Lourdes pelas discussões, dicas, e principalmente, pelo grande carinho e amizade;

As minhas amigas, que apesar de minha ausência, estiveram torcendo pelo meu sucesso: Rejane, Magna, Betanha, Edna, Honorina, Alzenora, Roseane, Ellen, Ligiane; As amigas que conquistei no decorrer do mestrado no CPGG: Luciana, Joedy, Maria, Márcia Gaspar; Marcelo Moreno, e em especial, ao amigo, Marcos Gleidson, pelas discussões, sugestões, e o encorajamento em diversas etapas de elaboração desta tese;

A todos que participaram dessa minha jornada: Carmena, Nilza, Marivaldo, Francisco Assis, Pedro Walfir, Heitor Tozzi, Gerson, Rita, Kátia, Márcia Milene, Marlys, e todos que no momento não me recordo, mas que contribuíram de alguma forma para este manuscrito;

Ao mestrando, Alex Costa da Silva (UFPE), pela ajuda nas fotografias aéreas;

Ao técnico Afonso Quaresma, Charlie, Marcos e Marcelo pela ajuda no trabalho de campo;

Aos técnicos da Biblioteca do Centro do Geociências, pelas correções bibliográficas;

Finalmente, e sobretudo, a **DEUS**, e a Santíssima Nossa Sra. do Perpétuo Socorro, que estiveram e sempre estarão sustentando meus passos.

"De tudo ficaram três coisas: A certeza de que estamos sempre começando...A certeza de que precisamos continuar...A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...Portanto, devemos: Fazer da interrupção um caminho novo...Da queda um passo de dança...Do medo, uma escada...Do sonho, uma ponte...Da procura, um encontro..."

Fernando Pessoa

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
EPÍGRAFE.....	iv
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	vii
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
1.1. LOCALIZAÇÃO E ACESSO Á ÁREA DE TRABALHO.....	6
2. OBJETIVOS.....	8
2.1 OBJETIVO GERAL.....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3. MÉTODOS E TÉCNICAS DE INVESTIGAÇÃO.....	9
3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	9
3.2 TRABALHO DE CAMPO.....	9
3.2.1 Levantamento de Perfis Topográficos.....	11
3.2.2 Amostragem Sedimentar.....	12
3.3 PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO.....	12
3.3.1 Análise de Sedimentos Arenosos.....	12
3.3.2 Processamento dos dados de levantamento topográfico e sedimentológico.....	13
4. AMBIENTE COSTEIRO.....	14
4.1. DINÂMICA DE PRAIAS.....	15
4.1.1. Ondas.....	16
4.1.2. Correntes Costeiras e Sedimentos.....	17
4.2. DINÂMICA DE PRAIAS ESTUARINAS.....	18
5. CENÁRIO REGIONAL.....	19
5.1. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	19
5.2 ESTRATIGRAFIA.....	20
5.3 CONTEXTO E EVOLUÇÃO TECTÔNICA.....	21
6. CARACTERIZAÇÃO DA ILHA DO MOSQUEIRO.....	22
6.1. FISIOGRAFIA.....	22
6.2. CLIMA.....	23
6.3. VEGETAÇÃO.....	25
6.4. PROCESSOS OCEANOGRÁFICOS E ATMOSFÉRICOS ATUANTES NA ORLA.....	

<i>COSTEIRA</i>	26
6.4.1 Ondas	26
6.4.2 Ventos	27
6.4.3 Correntes de Marés	28
6.5. <i>PRAIAS ESTUARINAS DA ILHA DO MOSQUEIRO</i>	31
7. VARIABILIDADE MORFOLÓGICA DAS PRAIAS ESTUARINAS DA ILHA DO MOSQUEIRO	34
7.1. <i>VARIABILIDADE SAZONAL DAS PRAIAS ESTUARINAS DO SETOR I</i>	35
7.2. <i>VARIABILIDADE SAZONAL DAS PRAIAS ESTUARINAS DO SETOR II</i>	44
8. VARIABILIDADE SEDIMENTAR DAS PRAIAS ESTUARINAS DA ILHA DO MOSQUEIRO	51
8.1. <i>VARIABILIDADE SAZONAL DOS SEDIMENTOS DO SETOR I</i>	52
8.2. <i>VARIABILIDADE SAZONAL DOS SEDIMENTOS DO SETOR II</i>	59
9. DISCUSSÕES	65
10. CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01. Localização da área de estudo. As setas indicam as praias selecionadas...	07
Figura 02. Localização dos Setores I (P5,P6,P7,P8,P9,P10,P11) e II (P1,P2,P3,P4).....	10
Figura 03. Equipamentos utilizados para realização dos perfis praias: (A) nível automático Nikon AX1S; (B) régua graduada em centímetros, de 5m de altura (praia do Farol, 2000).....	11
Figura 04. Material usado em laboratório, em seqüência: (i) as amostras acondicionadas em sacos plásticos etiquetados; (ii) estufa Quimis 317B252, utilizada para secagem das amostras e por último, (iii) o peneirador BecTel, (a) jogo de peneiras, (b) jogo de peneiras, (c) bacia de ultrassom, para lavagem das peneiras.....	13
Figura 05. Principais subdivisões do ambiente praial.....	14
Figura 06. Características da geometria, movimento da água, dinâmica de zonas, e sedimentação de uma praia. As áreas em detalhe, correspondem a zonas de concentração de material em suspensão	15
Figura 07. Média da precipitação Total (mm) em Belém, no período de 75 anos.....	23
Figura 08. Média da precipitação diária (mm) em Belém, no período de 67 anos.....	23
Figura 09. Velocidade média mensal de vento, de 22 anos, em Belém.....	27
Figura 10. Distribuição da amplitude máxima e mínima, nos dias de realização dos perfis.....	28
Figura 11. Velocidade da corrente de maré (nós) durante o levantamento dos perfis	29
Figura 12. Barraquinha da praia totalmente destruída durante as marés de sizígia.....	30
Figura 13. Sacos de areia colocados para conter o avanço da maré na estrada.....	30
Figura 14. Fotografias aéreas levantadas da orla da Ilha do Mosqueiro, do Farol ao Paraíso, mostrando a fisiografia marcada pelos embaixamentos e pontões. As setas indicam o local das praias, e os números em branco referem-se ao número de perfis realizados em cada uma delas.....	31
Figura 15. Falésia ativa esculpida na Formação do Grupo Barreiras, estando em erosão contínua por abrasão marinha. Esta falésia marca a passagem do setor I, para o setor II (praia do Murubira, 2001).....	32
Figura 16. Esgoto na Praia do Farol, apenas visível na baixamar (praia do Farol, junho, 2000).....	33
Figura 17. Esgoto na praia do Murubira (junho, 2000).....	33
Figura 18. Zoneamento Morfológico da praia estuarina de São Francisco, na Ilha do Mosqueiro.....	35
Figura 19. Nivelamento topográfico trimestral do P5 (praia do Ariramba).....	35
Figura 20. Nivelamento topográfico trimestral do P6 (praia do Ariramba).....	36
Figura 21. Faixa do pós-praia na praia do Ariramba (junho, 2000).....	36
Figura 22. Zona de Intermaré da praia do Ariramba, na baixamar (A) linhas de escorrimento (<i>rill marks</i>); (B) afloramento dos sedimentos do Grupo Barreiras. Notar ainda, a forma côncava da enseada em direção ao continente (<i>upward</i>),	

localizada entre dois promontórios (junho, 2000).....	37
Figura 23. Nivelamento topográfico trimestral do P7 (praia do São Francisco).....	38
Figura 24. Praia do São Francisco: (1) escarpa praial bastante reduzida em setembro/2000; (2) Barra arenosa; (2a) barra arenosa mais aplainada em setembro; (2b) barra arenosa com pequeno engordamento, em junho; (3) canal de maré; (3a) largura do canal de maré.....	39
Figura 25. Nivelamento topográfico trimestral do P8 (praia do Marahu).....	40
Figura 26. Mudanças sazonais na zona de intermaré: março (A) marcas de espraiamento (<i>swash marks</i>) fortemente definidas pela concentração de material orgânico; junho e setembro, perfil mais aplainado (praia do Marahu, 2000).....	41
Figura 27. Nivelamento topográfico trimestral do P9 (praia do Marahu).....	42
Figura 28. Nivelamento topográfico trimestral do P10 (praia do Marahu).....	43
Figura 29. Nivelamento topográfico trimestral do P11 (praia do Paraíso).....	43
Figura 30. Nivelamento topográfico trimestral do P1 (praia do Farol).....	44
Figura 31. Fotografia área mostrando: (1) local do perfil, na praia do Farol; (2) vegetação de grande porte no pós-praia; (3) barraquinha de praia.....	45
Figura 32. Fotografia aérea mostrando: (1) local do perfil P2; (2) esgoto; (3a) deriva litorânea, causada pela difração das ondas a montante da praia (3b). Acima, o nivelamento topográfico trimestral do P2 (praia do Chapéu Virado).....	46
Figura 33. Nivelamento Topográfico Trimestral do P3 (praia do Murubira).....	47
Figura 34. Marcas de escorrimento (<i>bifurcating rill marks</i> associadas com <i>meandering rill marks</i>) na zona de intermaré: (praia do Ariramba. Junho, 2000). A seta indica o sentido do fluxo (<i>down-current</i>). Em destaque, a granulometria grosseira logo abaixo da fina camada de material mais fino.....	48
Figura 35. Nivelamento Topográfico Trimestral do P4 (praia do Murubira).....	49
Figura 36. Percentuais da média granulométrica em cada zona praial: (A) pós-praia, (B) zona de intermaré superior e, (C) zona de intermaré inferior (março, junho, setembro, 2000).....	51
Figura 37. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P5 (praia do Ariramba).....	53
Figura 38. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P6 (praia do Ariramba).....	54
Figura 39. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P7 (praia do São Francisco).....	55
Figura 40. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P8 (praia do Marahu).....	56
Figura 41. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P9 (praia do Marahu).....	57
Figura 42. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P10 (praia do Marahu).....	58
Figura 43. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P11 (praia do Paraíso).....	59
Figura 44. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P1 (praia do Farol).....	60
Figura 45. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P2 (praia do Chapéu Virado).....	61

Figura 46. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P3 (praia do Murubira).....	62
Figura 47. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P4 (praia do Murubira).....	64
Figura 48. Mudanças morfológicas de praias estuarinas.....	66
Figura 49. (A) Conjunto de perfis realizados na praia do Marahu; (B) fotografia aérea mostrando os locais destes perfis.....	69
Figura 50. Morfologia típica de praias de baías crenuladas (<i>crenulate bay</i>), localizada entre dois promontórios. A zona de sombra está no promontório a barlar, e o fim tangencial no promontório a sotamar. As letras a e b ilustram o corte do comprimento da baía, e β é o ângulo predominante de aproximação da onda avaliado pela medida do ângulo entre a linha de costa do fim tangencial e a linha de costa do alinhamento do promontório.....	70

TABELAS

Tabela 01. Tamanho dos sedimentos e taxa de acomodação	17
Tabela 02. Características das ondas da Baía do Guajará.....	26
Tabela 03. Largura (m) e gradiente das Zonas do Pós-praia e Intermaré, dos perfis praias levantados (março, junho e setembro de 2000).....	50

1. INTRODUÇÃO

Há uma década, iniciou-se na região norte, no âmbito do PROMAR, hoje Grupo de Estudos Marinhos e Costeiros (GMC), do Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará, estudos científicos à nível de mestrado e doutorado, sobre o mapeamento estratigráfico holocênico do Nordeste do Pará e do Amapá (Pinheiro, 1987; Silveira, 1989; Mendes, 1994; Pereira, 1995; Silva, 1995; Souza filho, 1995; Santos, 1996; Silva, 1996; Souza, 1996).

A partir de 1998, foi iniciado o ciclo de estudos da dinâmica costeira em diversos pontos do litoral paraense (Souza filho & El Robrini, 1998; Souza Filho & El Robrini, 2000; Silva *et al.*, 2000; Souza Filho, 2000; Silva, 2001; El Robrini; no prelo; Alves, no prelo; Ferreira, no prelo).

A zona costeira paraense apresenta duas regiões fisiográficas bem diferenciadas: a Costa Atlântica do Salgado Paraense e as Áreas Marinho-fluviais do Golfão Amazônico (PNGC, 1996). A região das Áreas Marinho-fluviais do Golfão Amazônico, é constituída por uma parte continental estuarina, que margeia o Rio Pará/Baía de Marajó, onde enquadra-se a Ilha do Mosqueiro e, outra insular estuarina, onde sobressai a Ilha de Marajó.

A Ilha do Mosqueiro, é caracterizada por uma orla marcada por sucessivos pontões e enseadas arenosas, as quais formam ao todo 21 praias, que se estendem ao longo de 220,85 km². Destas, sete foram selecionadas para esta pesquisa as praias do Farol, do Chapéu Virado, do Murubira, do Ariramba, do São Francisco, do Marahu e do Paraíso.

Em geral, estas praias apresentam reflexos da influência de meso-maré semi-diurna, amplitudes de maré de até 3.6 m (DHN, 2001) e ondas de baixa energia. A média da velocidade das correntes de maré, em março alcançou 2,9 nós (máxima de 5,2 e mínima de 1,2); no mês de junho 1,8 nós (máxima de 2,5 e mínima de 0,2); e em setembro 2,3 nós (máxima de 2,5 e mínima de 1,5) (DHN, 1962). Possuem estreitas faixas da zona do pós-praia e, extensa zona de intermaré (134,46 m, praia de São Francisco), onde ocorrem as principais mudanças ao longo do perfil praiial.

O clima é quente e úmido, com uma precipitação média anual entre 2.600 e 3.200 mm, apresentando uma estação seca entre junho a novembro, e a chuvosa de dezembro a maio, o período de maior pluviosidade alcança média mensal de 440 mm. A umidade relativa do ar nunca é inferior a 80 %, e a temperatura média anual é de 26°C. O vento predominante é de nordeste (DHN, 1993), com velocidades entre 2,29 e 2,40 (nós) no mês de março; velocidades entre 2,46 e 2,96 (nós) em junho, e velocidades entre 4,20 e 4,24 (nós) no mês de setembro (Pinheiro, 1987).

Ambientes de meso-maré tem sido objeto de alguns estudos (Jago & Hardisty, 1984; Nordstrom & Jackson, 1992; Horn, 1993; Masselink & Hegge, 1995; Hoefel, 1998; Levoy *et al.*, 2000) e relacionados a ambientes com extrema diferença morfodinâmica entre as linhas de maré alta e de maré baixa. Enquanto que, praias estuarinas, foram até o momento, pouco estudadas (Nordstrom, 1989; Nordstrom, 1992; Nordstrom & Jackson, 1990, 1992, 1993) sendo relacionadas a ambientes de baixa energia e tratadas como sistemas oceânicos reduzidos (Nordstrom, 1992). Esta noção norteia, quase todos os trabalhos sobre praias estuarinas, no entanto, estes ambientes possuem características próprias e distintas, principalmente quando comparadas a sistemas de alta energia.

O principal objetivo desta pesquisa é mostrar a variabilidade morfológica e sedimentar sazonal das praias estuarinas da Ilha do Mosqueiro, levando em consideração três períodos distintos: março (mais chuvoso); junho (intermediário) e setembro (menos chuvoso). Um trabalho inexistente, de caracterização em escala de semi-detalhe, sobre praias estuarinas de meso-maré, imprescindíveis para um melhor entendimento desses ambientes costeiros.

1.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO À ÁREA DE TRABALHO

A Ilha do Mosqueiro esta situada no nordeste do Estado do Pará, a 79 km de Belém, na margem direita do estuário do Rio Pará (Baía do Marajó), separada do continente, pelos furos do Maguari e das Marinhas, encontra-se contida na Folha SA 22-X-D-III-1, MI-384, elaborada pela Divisão do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, na escala de 1:50.000. A área em enfoque, está limitada pelas seguintes coordenadas geográficas: 01°03'15"S e 01°13'56"S e 48°28'09"W e 48°18'15"W (Figura 01).

O acesso a Ilha do Mosqueiro faz-se através da BR-316 (26 km), e em seguida, da PA-391 (35 km), ligando-se ao continente através da ponte "*Sebastião Raimundo de Oliveira*", ou por meio fluvial, em viagem de aproximadamente uma hora e meia de duração, a partir da cidade de Belém.

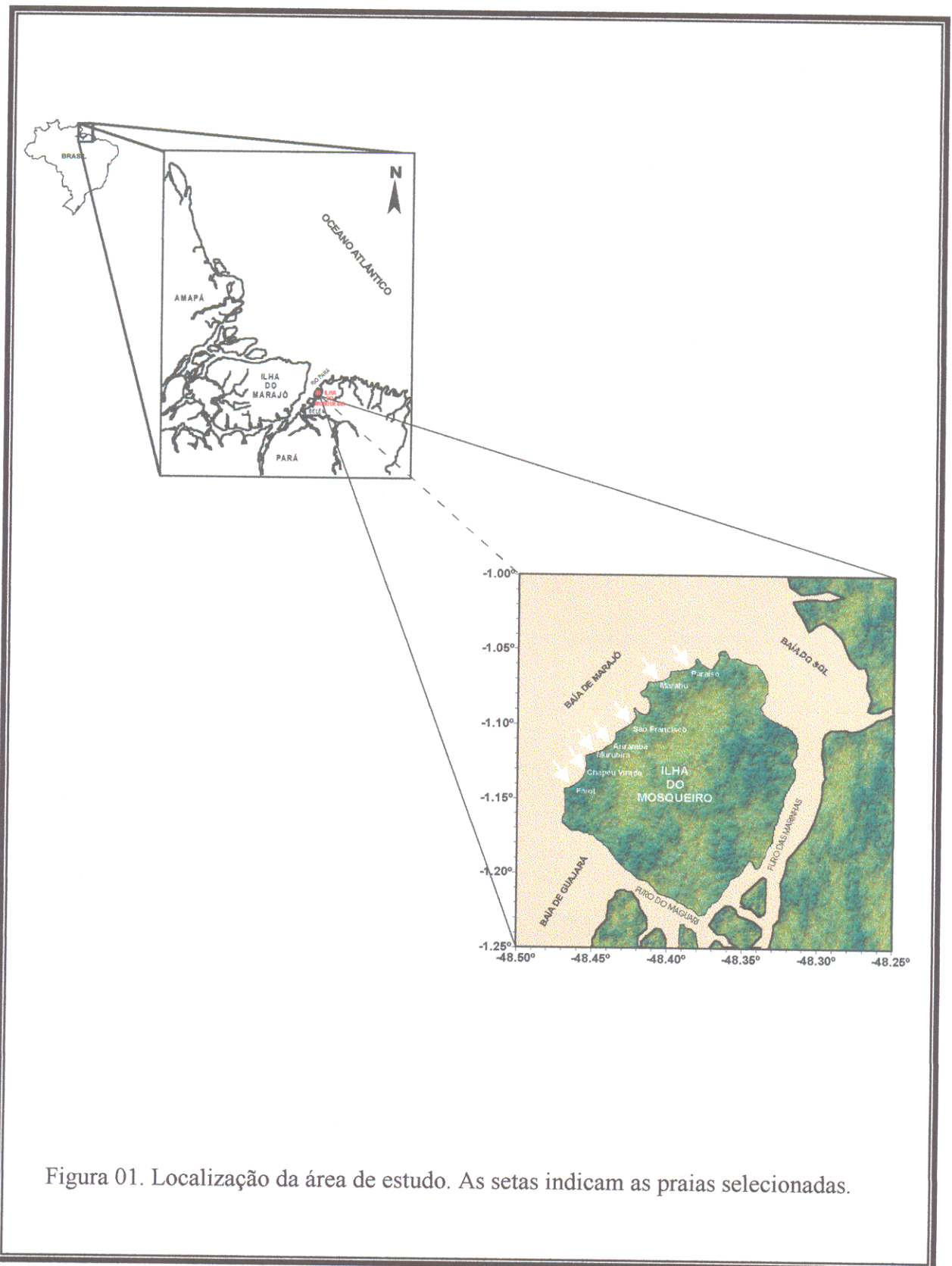


Figura 01. Localização da área de estudo. As setas indicam as praias selecionadas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a variabilidade das praias estuarinas (Paraíso, Marahu, Farol, Chapéu Virado, Ariramba, Murubira e São Francisco) da Ilha do Mosqueiro, durante as estações sazonais distintas (março, mais chuvoso; junho, intermediário; e setembro mais seco).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a variação granulométrica ao longo dos perfis praias, verificando a relação do perfil topográfico com a variação granulométrica;

- Identificar as principais feições ao longo dos perfis topográficos;

- Analisar com base em dados pretéritos, os principais fatores condicionantes da dinâmica litorânea (ventos, correntes e marés);

- Verificar o comportamento das praias, avaliando se há troca de sedimentos entre as mesmas.

3. MÉTODOS E TÉCNICAS DE INVESTIGAÇÃO

Os métodos e técnicas de investigação utilizados nesta dissertação, são apresentados a seguir: pesquisa bibliográfica e cartográfica, trabalhos de campo e procedimentos de laboratório.

3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Esta etapa constou do levantamento de publicações, que tratam: (i) do cenário geológico regional; (ii) de apoio às aplicações da metodologia utilizada nas diferentes etapas deste trabalho; e (iii) de estudos geológicos costeiros, realizados em ambientes quaternários de outros setores da costa brasileira e de países com contexto geológico semelhante ao da costa paraense, principalmente naquelas dominados por meso-maré.

Foram utilizados ainda, mapas e fotografias aéreas, assim como, fotos para montagem e avaliação de mudanças ocorridas nos meses estudados.

3.2 TRABALHO DE CAMPO

Os trabalhos de campo foram realizados nos meses de: março, junho e setembro de 2000, incluindo monitoramento de perfis praias, coleta de amostras de sedimentos superficiais em três zonas: pós-praia, zona de intermaré superior (LMA) e intermaré inferior (LMB), observação visual de altura das ondas e tomada de fotografias.

Os perfis foram enumerados de 1 a 11, e correspondem às seguintes praias:

- **P1**: praia do Farol;
- **P2**: praia do Chapéu Virado;
- **P3 e P4**: praia do Murubira;
- **P5 e P6**: praia do Ariramba;
- **P7**: praia do São Francisco;
- **P8, P9 e P10**: praia do Marahu;
- **P11**: praia do Paraíso.

A área de estudo foi sub-dividida em dois setores (Figura 02), (i) Setor I, uma porção mais elevada (N-NE), (ii) Setor II, porção mais baixa (S-SW), conforme descrito por Costa & El-Robrini (1992). O setor I (setor N-NE) corresponde ao setor, onde ocorrem as falésias ativas e inativas, e abrange os perfis P5, P6, P7, P8, P9, P10 e P11. O setor II, compreende os perfis P1, P2, P3 e P4.

Na análise das características morfológicas dos perfis, considerou-se o mês de março, como representativo de período mais chuvoso, junho, como intermediário e setembro representativo do período mais seco, visando melhor compreender as variações sazonais.

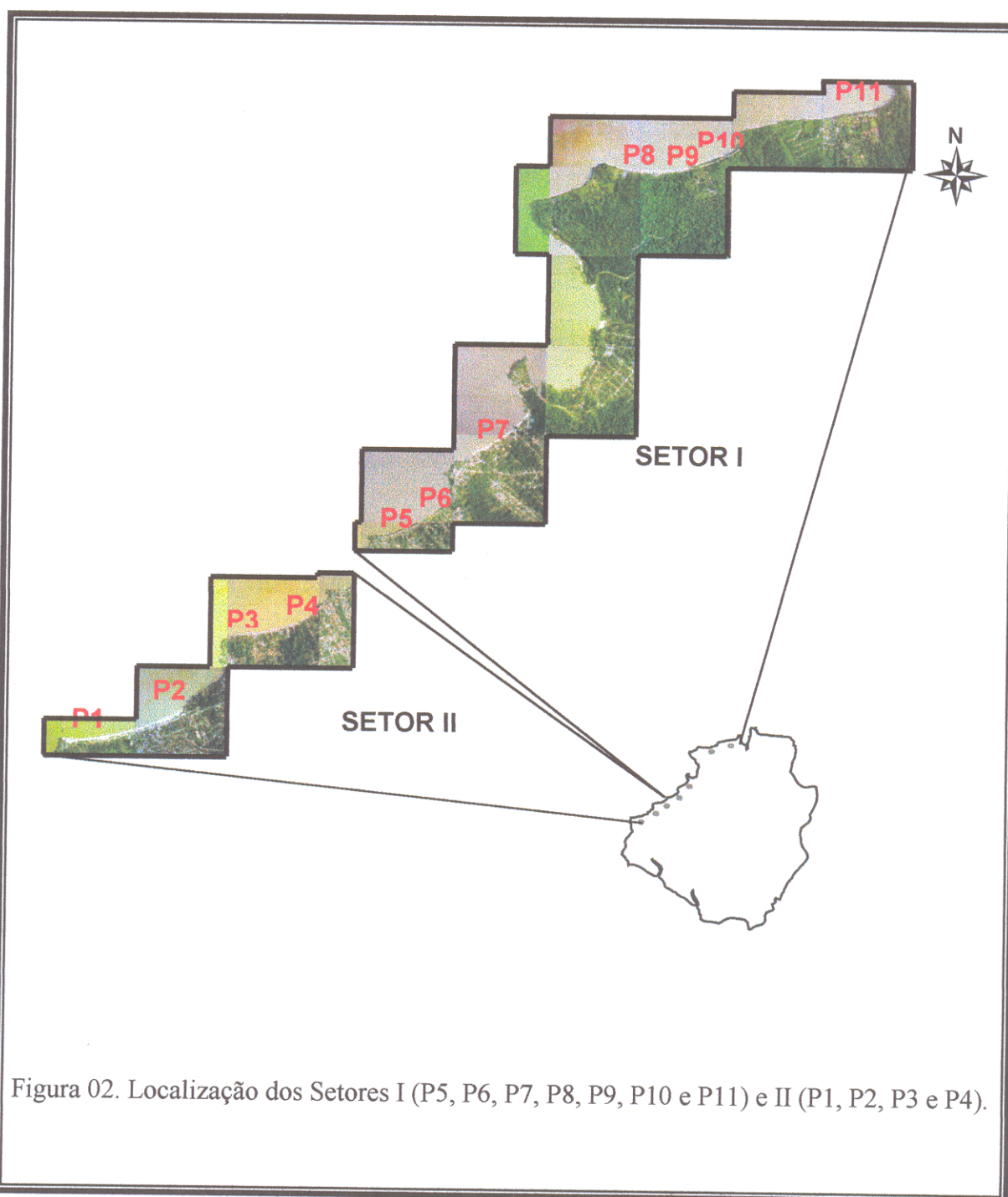


Figura 02. Localização dos Setores I (P5, P6, P7, P8, P9, P10 e P11) e II (P1, P2, P3 e P4).

3.2.1 Levantamento de perfis topográficos

O levantamento do perfil topográfico das praias estuarinas (Paraíso, Marahu, São Francisco, Ariramba, Murubira, Chapéu Virado e Farol) da Ilha do Mosqueiro, foi executado através de nivelamentos topográficos, realizados em 20 de março, 16 e 17 de junho, e 14 e 15 de setembro de 2000, pelo método da estádia (Birkemeier, 1981), sendo conhecido como um levantamento rápido, preciso e com duas pessoas (*“Fast, Accurate Two-Person Beach Surveys”*). Nos locais previstos para o levantamento de cada perfil, foi determinada a orientação dos mesmos, com a bússola da marca *“Brunton”*, sempre em uma direção perpendicular à linha de praia, e ainda foi utilizado o GPS para tomada dos pontos geo-referenciais dos perfis praiais.

Foram levantados perfis praiais: (i) nas praias do Farol, Chapéu Virado, São Francisco e Paraíso (um perfil por praia); (ii) nas praias do Murubira e Ariramba (dois perfis por praia) e, na praia do Marahu (três perfis). Os levantamentos topográficos foram realizados com intervalos trimestrais, durante as marés de sizígia (*“spring tide”*), quando ocorrem as mais altas preamares e as mais baixas baixamares .

Para realizar os nivelamentos topográficos, foi estabelecido um nível de referência (Linha de Maré Alta – LMA) com estações a cada variação na morfologia da praia. Para efetuar os perfis topográficos, foi necessário: Nível de precisão (Nikon AX 1S); Tripé para o nível automático; Trena de 50m; Mira graduada (régua graduada com 5m); Balizas (Figura 03).



Figura 03. Equipamentos utilizados para realização dos perfis praiais: (A) nível automático Nikon AX 1S; (B) régua graduada em centímetros, de 5m de altura (praia do Farol, 2000).

A medição desses perfis foi realizada com base em um ponto fixo, que garantisse sua estabilidade no local, entretanto, nos locais, onde não havia um referencial fixo, foi estabelecido um marco de concreto, visto que, a realização dos perfis se dava de três em três meses. Utilizou-se como zero relativo o nível de referência (LMA – Linha de Maré Alta).

3.2.2 Amostragem sedimentar

As amostras dos sedimentos superficiais foram coletadas em três zonas ao longo dos perfis topográficos: pós-praia, intermaré superior e inferior, nos meses de março, junho e setembro de 2000. As praias, que não obtiveram dados referentes ao pós-praia, tiveram a seguinte descrição: zona de intermaré superior, zona de intermaré média e zona de intermaré inferior. A primeira zona foi escolhida, por representar uma área fora do alcance das ondas e marés normais, as demais (intermaré superior e inferior) foram escolhidas por sofrerem normalmente a ação das marés e os efeitos do espriamento (*swash*) e refluxo (*backwash*) das águas. Os sedimentos coletados foram acondicionados em sacos plásticos (Figura 04) e analisados posteriormente em laboratório.

3.3 PROCEDIMENTOS DE LABORATÓRIO

3.3.1 Análise de sedimentos arenosos

Em laboratório, as amostras de sedimentos arenosos foram lavadas para retirada do sal, e em seguida foram levadas a estufa para secar sob uma temperatura em torno de 100° C (Figura 04). Posteriormente, foi realizado o quarteamento da amostra total, da qual retirou-se 150g de material. Essa quantidade foi processada em peneiras empilhadas, em um agitador automático. Foram utilizadas peneiras (*phi*) 2.000; 1.410; 1.00; 0.710; 0.500; 0.350; 0.250; 0.177; 0.125; 0.088 e 0.062. A coluna de peneiras (Figura 04) foi colocada durante 15 minutos, no peneirador e o material retido em cada uma delas foi pesado, obtendo-se, assim, diretamente as percentagens relativas de abundância. O registro do peso inicial (150g) e final da amostra permitiu o cálculo da perda de material durante o processo.

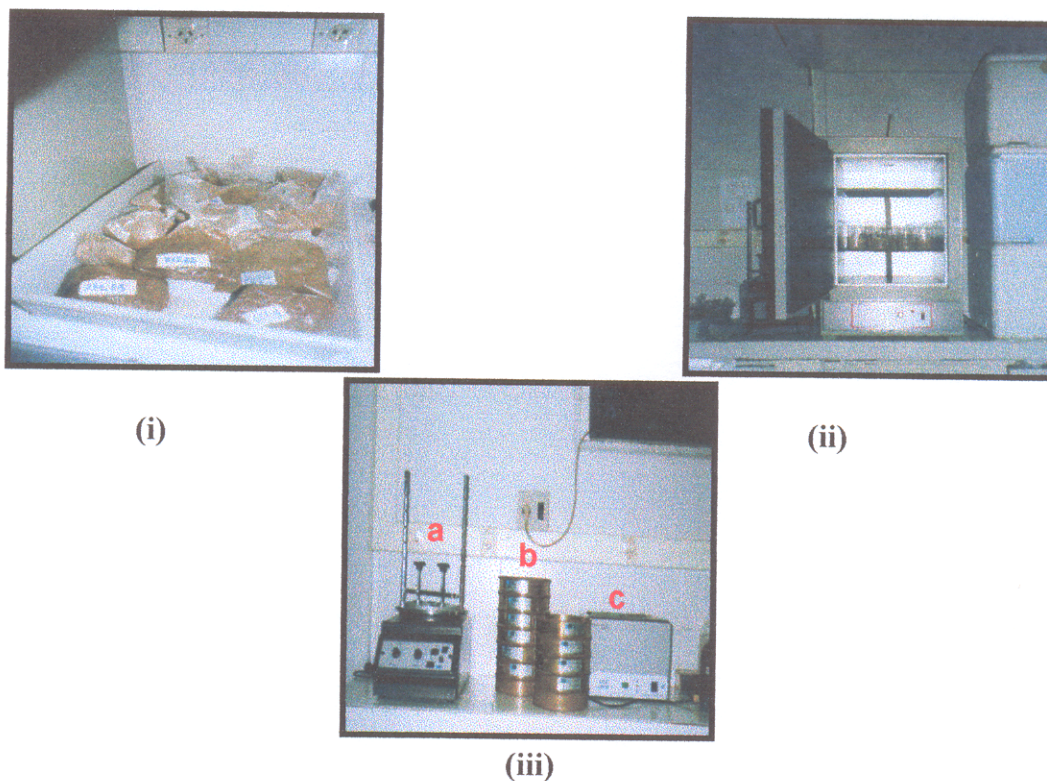


Figura 04. Material usado em laboratório, em sequência: (i) as amostras acondicionadas em sacos plásticos etiquetados; (ii) estufa Quimis 317 B252, utilizada para secagem das amostras e por último, (iii) o peneirador Bec Tel (a), jogo de peneiras (entre 0.062 e 2.000mm) (b), e bacia de ultrassom (c) para lavagem das peneiras.

3.3.2 Processamento dos dados de levantamento topográfico e sedimentológico

Os dados de distância e elevação dos perfis topográficos levantados no campo foram processados através do “*Interactive Survey Reduction Program*” (ISRP) e em seguida digitados em planilha no Programa GRAPHER for Windows, versão 1.29 (2-D Graphing System). Utilizou-se ainda o Programa CorelDRAW 9.

Para processamento digital das amostras sedimentares, utilizou-se o “*Software*” SAG (Sistema de Análise Granulométrica), desenvolvido no Laboratório de Geologia Marinha da Universidade Federal Fluminense (LAGEMAR-UFF). Este programa permite calcular os parâmetros texturais (média, mediana, desvio padrão, assimetria, curtose gráfica e curtose normal) dos sedimentos, segundo a classificação de Folk & Ward (1957).

4. AMBIENTE COSTEIRO

As praias são ambientes sedimentares modernos. Bordejando as áreas costeiras do mundo todo. A praia, inclui a zona de material não consolidado, entre a linha de maré-baixa e a mudança em material ou fisiografia na direção rumo ao continente (*landward*). Existem diversas propostas de terminologias dos diversos setores praias, entre elas têm-se a de Davis (1972), segundo o qual, a zona de intermaré (*interdital*) representa a faixa da praia que corresponde ao estirâncio (*foreshore*), sendo em geral, plana, com uma superfície inclinada, esta zona inclui ainda a porção inclinada rumo ao mar (*seaward*) e é adjacente ao berma (*berm*), relativamente horizontal. Ele destaca o berma como uma zona que sofre mudanças na granulometria e no declive, em função das mudanças das ondas. O pós-praia (*Backshore*), seria completamente acima da influência das águas e estende-se da crista do berma ao litoral, onde ocorre uma mudança fisiográfica. A costa afora (*Offshore*) corresponde à zona que vai da linha de maré baixa (*low tide*) rumo ao mar (*seaward*), com a presença de barras e calhas paralelas à costa (*longshore*) (Figura 05).

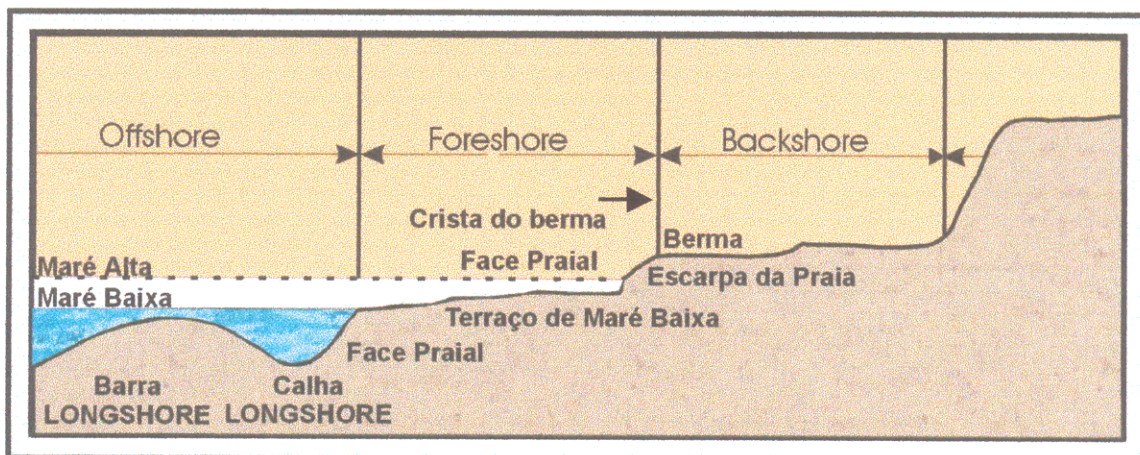


Figura 05. Principais subdivisões do ambiente praial (modificado de Davis, 1972).

Segundo King (1959), as características das praias dependem principalmente do material da praia, as ondas associadas à exposição da praia, o vento e marés. O homem também pode interferir com profundas mudanças. Na verdade, são diversos os fatores que determinam a evolução de cada região litorânea.

4.1 DINÂMICA DE PRAIAS

A linha de costa é apenas parte de um sistema maior, em que, quatro grandes esferas coexistem: a atmosfera; a hidrosfera ou oceano; a litosfera ou superfície da terra e a biosfera. Estas esferas são dinâmicas pela ação das ondas, marés e correntes, vento, chuva, temperatura e fauna. Para entender a evolução ou a dinâmica praias é importante primeiramente conhecer estes processos, que interagem na costa para posteriormente produzir sistemas de praia (Short, 1989).

A dinâmica das zonas, de um perfil praias, é discutida por Pettijohn *et al.* (1972), que destaca entre os principais agentes modeladores de um perfil praias, a geometria, o movimento da água, a dinâmica das zonas e suas características sedimentares (Figura 06).

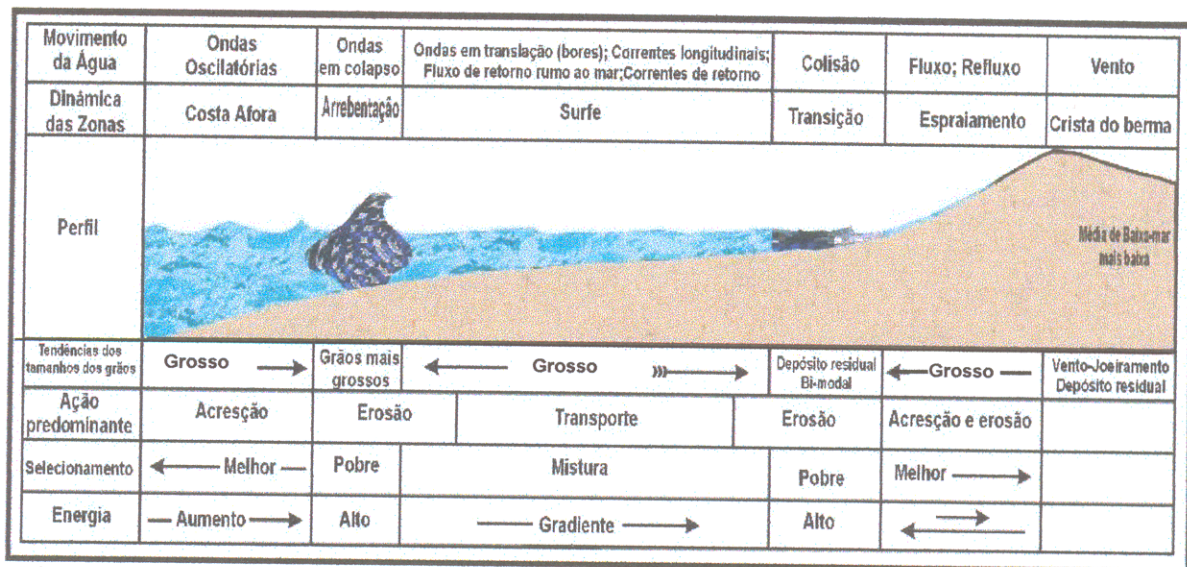


Figura 06. Características da geometria, movimento da água, dinâmica de zonas, e sedimentação de uma praia. As áreas em detalhe, azul escuro, correspondem a zonas de concentração de material em suspensão (modificado de Ingle, 1966. *Apud.* Pettijohn *et al.*, 1972).

Estas modificações possuem variações consideráveis na escala de tempo, podendo ser de anos, meses, dias, até mesmo de segundos, e são todas importantes para um melhor entendimento do ambiente costeiro. A interferência antrópica, é atualmente, um dos principais agentes transformadores desses ambientes. No Japão, por exemplo, mais de 25% da linha de costa é ocupada por estruturas artificiais (diques, espigões, quebra-mares e portos).

4.1.1. Ondas

As ondas realizam selecionamento e redistribuição de sedimentos fornecidos pelos rios, formando as praias, bancos arenosos longitudinais (*longshore bars*), ilhas-barreiras (*barrier islands*), pontais arenosos (*spits*), etc. O grau de influência dos processos fluviais ou das ondas é determinado pela capacidade destas em retrabalhar e redistribuir os sedimentos (Suguio, 1981). Segundo Suguio (*op cit*), quando a energia das ondas é muito forte, a composição mineralógica das areias fluviais pode ser drasticamente alterada, sempre tendendo a aumentar o teor de quartzo nos corpos arenosos, resultando em areias “limpas”, bem selecionadas e muito permeáveis. Essas areias estão associadas a ondas de alta energia (maior que 20×10^7 ergs/seg.), e os corpos arenosos apresentam na superfície subaquosa uma forte declividade e um perfil côncavo. Em costas com ondas de baixa energia (menos de 1×10^7 ergs/seg.), os corpos arenosos apresentam na superfície subaquosa uma fraca declividade e um perfil convexo. As areias depositadas nessas condições representam o produto de processos essencialmente fluviais, sendo pobremente selecionadas, argilosas e pouco permeáveis.

As ondas oceânicas podem ser geradas a 1000 km de distância da praia. Elas podem viajar sob a forma de *swell*, por dias para chegar nas margens continentais, na zona de surfe (*surf*), onde elas encontram profundidades menores que a metade do seu comprimento de onda, e progressivamente quebram. Esta movimentação pode ser vista em uma arrebentação mergulhante (“*plunging*”), que apresenta uma crista encrespada, com tubos, sendo formadas em praias com um gradiente alto. As arrebentações mais comuns são as de arrebentação progressiva (“*spilling*”), que ocorrem em praias de baixo gradiente, onde a energia da onda é dissipada gradualmente, produzindo massas turbulentas de ar, que correm sob a frente de inclinação da onda, ao invés do espetacular tubo formado nas cristas de encrespamento. As arrebentações das ondas são os principais responsáveis pelos fluxos na zona de surfe (*surf*).

O mecanismo pelo qual as ondas modificam a morfologia das praias baseia-se na ascensão dos grãos de areia pela turbulência que acompanha a passagem de uma onda, e a queda destes mesmos grãos sobre o fundo, quando a onda não exerce mais força ascensional sobre eles. Cada vez que o grão é erguido do substrato, vai ocupar um lugar diferente. Em função do remanejamento de milhares de grãos arenosos, a configuração da praia sofre sucessivas

transformações topográficas e sedimentológicas.

4.1.2. Correntes costeiras e sedimentos

O transporte perpendicular à praia esta fundamentalmente associado à ação das ondas e correntes de retorno, por elas geradas, enquanto o transporte paralelo à costa é associado às correntes longitudinais, induzidas pela ação de ondas incidentes, com determinada obliquidade relativamente à linha de costa e pelas correntes longitudinais geradas pela existência de um gradiente de altura da onda ao longo da costa.

Para uma escala de ordem de grandeza sazonal, as variações estão associadas ao perfil transversal de praia, enquanto numa escala de ordem de grandeza de anos, as variações estão associadas a uma ação média do mar e intervenções antropogênicas com efeitos na variação da linha de costa. Estas duas componentes possibilitam o estudo de transporte de sedimentos na zona costeira.

O tamanho dos sedimentos da praia, também contribui para a dinâmica da praia, pois ao contrário do ar, onde todos os objetos caem à mesma velocidade, na água, os sedimentos caem proporcionalmente ao tamanho dos sedimentos. Os sedimentos muito finos, como argila, não afundam, mas permanecem em suspensão por dias ou até semanas, causando turbidez na água. Os sedimentos siltosos, levam 2 horas para assentar em um cilindro de laboratório (Tabela 01).

Tabela 01. Tamanho dos sedimentos e taxa de acomodação (Short, 1989).

Material	Tamanho – Diâmetro	Tempo para Assentar
Argila	0.001 – 0.008 mm	Horas a dias
Silte	0.008 – 0.063 mm	5 min. a 2 horas
Areia	0.063 – 2.00 mm	5 seg. a 5 min.
Pedra	2mm – 6.4 cm	1 a 5 seg.
Seixo	> 6.4 cm	< 1 segundo.

4.2. DINÂMICA DE PRAIAS ESTUARINAS

O fator principal que afeta a morfodinâmica de uma praia arenosa é a onda, mas os ventos e as correntes de maré também representam um papel importante nas mudanças morfológicas. Em costas estuarinas, os processos fluviais podem tornar-se dominantes.

Alguns dos termos freqüentemente, usados para descrever estas praias são: “*sheltered*” (protegido), ambientes de “baixa energia”, “*short fetch*” * ou “intermaré”, (Nordstrom, 1992), sendo no entanto, sempre associadas à locais dominados pelas correntes de maré e por ondas geradas localmente, e de baixa energia.

O tamanho das ondas em estuários, são determinadas pela velocidade dos ventos, duração e espaço do “*fetch*”, mas estas são ainda, limitadas pela profundidade da água, alterações do fluxo de vento devido a topografia e estruturas humanas na plataforma da bacia. Desta forma, a forma da bacia é uma variável importante na geração das ondas por causa de seu efeito em restringir a largura do “*fetch*” (Seymour, 1977; Downing, 1983. *Apud*: Nordstrom, 1992).

A amplitude de maré, varia significativamente dentro de pequenas distâncias em praias estuarinas, afetando a força de correntes de maré e a distribuição vertical de energia de onda dentro do perfil, determinando a largura e a duração da arrebentação das ondas em qualquer elevação. As correntes de maré, também, são importantes processos dentro de baías ou em locais oceânicos, e exercem grande influência nas mudanças morfo-sedimentares das praias, quando operam junto às ondas.

As correntes “*longshore*” incluem fluxos paralelos à costa gerados por ondas de ventos locais e ondas oceânicas refratadas como também, os fluxos de marés e o sentido do vento.

Os sedimentos em praias estuarinas são freqüentemente grossos, e não retornam para as baías em quantidades apreciáveis entre os períodos de calmarias e tempestades por causa da baixa energia da onda. Esta baixa energia contribui também, para restringir a quantidade de sedimento movido “*offshore*” e “*onshore*” (Nordstrom, 1992).

* *fetch* – extensão da superfície sob a ação do vento (Christofolletti, A. 1974).

5. CENÁRIO REGIONAL

5.1. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

O relevo do NE do Pará, de acordo com Costa *et al.* (1977), é sustentado por três unidades geomorfológicas distintas:

(i) O Maciço Residual, que representa as maiores elevações (200 m), caracterizando "*inselbergs*" desenvolvidos sobre metassedimentos do Grupo Gurupi;

(ii) A Zona dos Platôs, que constituem uma série de platôs de bordas escarpadas e ravinadas, esculpidas em sedimentos do Grupo Barreiras;

(iii) E o Peneplano, correlacionável à unidade morfo-estrutural Planalto Rebaixado da Amazônia da zona bragantina (Barbosa & Pinto, 1973) e a Unidade Geomorfológica do Baixo Planalto Costeiro, que representa um planalto sustentado por conglomerados do Grupo Barreiras, caracterizado por um relevo colinoso de baixa amplitude.

Os sedimentos quaternários representam a Unidade Planície Aluvionar (Costa *et al.*, 1977), correlacionável à Unidade Morfoestrutural Litoral de "*rias*" (Barbosa & Pinto, 1973), à Unidade Geomorfológica Planície Costeira Baixa, caracterizada por manguezais e à Unidade Geomorfológica Planície Arenosa, constituindo as planícies arenosas, as praias, e os cordões dunários.

O litoral NE do Pará perfaz 600 km de extensão, indo desde a foz dos rios Amazonas e Gurupi, e é subdividido por Franzinelli (1982, 1992), em dois tipos de costa:

(i) **Costa de emersão**, situada a oeste da Baía de Marajó, que apresenta-se reta e contornada por baixos cordões arenosos, com uma planície de maré muito bem desenvolvida; ou a oeste da Baía de Pirabas, onde as baías costeiras recortam as falésias ativas do Planalto Costeiro e;

(ii) **Costa de submersão**, a leste da Baía de Marajó. A costa de submersão é referida como uma costa embaiada transgressiva dominada por maré (Souza Filho, 1995); ou a leste da Baía de Pirabas, onde o Planalto Costeiro recua em direção ao sul, constituindo falésias mortas e as baías recortam a planície costeira.

A mesma autora (Franzinelli *op cit*) reconheceu ainda quatro feições geomorfológicas regionais, representadas por falésias ativas e inativas, planícies de marés e cristas de praias ("*beach-ridges*").

Enquanto que, Monteiro *et al.* (1992), dentro do contexto da geomorfologia regional da região do nordeste do Pará, observou as seguintes unidades de relevo: Planície Amazônica e Litoral de “rias” e “Lençóis Maranhenses”, Planalto Setentrional Pará-Maranhão, Planalto Rebaixado da Amazônia (Barbosa *et al.* 1974 e Barbosa & Pinto, 1974. In: Monteiro *et al.* 1992).

5.2 ESTRATIGRAFIA

Oliveira e Leonardo (1943) utilizaram a denominação “Grupo Pará” para toda a seqüência quaternária presente na região nordeste do Estado do Pará. Para Schaller (1971), a Seqüência Pará corresponde ao Grupo Pará definido na Foz do Amazonas. A parte basal desse grupo representa a deposição pleistocênica definida por Sá (1969) como sedimentos Pós-Barreiras.

A seqüência estratigráfica local representada pelos sedimentos do Grupo Barreiras e do Pós-Barreiras (Sá, 1969), de idade bastante discutida, foi dividida em três fácies distintas da base ao topo, descritas a seguir (Igreja *et al.*, 1990; Costa & El-Robrini, 1992):

A fácies correspondente à base, é a argilosa com lentes arenosas, é constituída essencialmente, de material argilo-siltoso com lentes arenosas, tornando-se mais grossa ascendentemente. Ocorrem ainda, alguns seixos de quartzo resultantes do desgaste das fácies superiores. É comum nesta fácies, o aspecto cavernoso, graças à ação erosiva da maré, e a presença de algumas “marmitas”, tubos de raízes, que juntamente aos planos de fraqueza, proporcionam a desferrificação deste material. Esta fácies é bastante perceptível nas praias do Ariramba e Paraíso.

A fácies areno-conglomerática, localizada logo acima da anterior, é constituída por arenitos ferruginosos, dispostos em blocos e/ou em colunas, com alguma matriz argilosa, contendo alguns níveis de seixos de quartzo e seixos de argilito, o que revela um aspecto conglomerático, mas concentrado nos blocos areníticos.

No topo, a fácies areno-argilosa, é constituída por material areno-argiloso, com alguns níveis de seixos angulosos a subarredondados de quartzo, e alguns níveis de concreções lateríticas, formados pela desagregação dos blocos de arenitos ferruginizados da fácies subjacente. Estas concreções, por vezes separam sedimentos amarelados (topo das falésias) de sedimentos mais avermelhados. Esta fácies é a mais superficial de todas, não apresenta estruturas e corresponde ao Pós-Barreiras de Sá (*op cit.*).

5.3 CONTEXTO E EVOLUÇÃO TECTÔNICA

Estudos de Borges *et al.* (1995 a e b) relacionam a configuração atual das “rias” do litoral paraense a dois movimentos tectônicos datados do Mio-Plioceno e do Pleistoceno Médio-Holoceno. O primeiro estaria ligado ao desenvolvimento de falhas transcorrentes orientadas na direção NE-SW que controlariam a orientação das principais “rias” da região, bem como as “rias” que penetravam por grandes extensões no continente, influenciando também na deposição das formações Pirabas e Barreiras. Estes movimentos teriam se prolongado até o Pleistoceno Médio a Superior, quando ocorre o movimento tectônico mais novo que projetou as falhas transcorrentes dextrais E-W, as quais interagiram através de falhas normais NW-SE, resultando em romboedros transtensivos que modificaram o sistema de drenagem e as unidades de relevo.

Para Igreja *et al.* (1990), a costa transicional do Guajará-Marajó no nordeste do Pará, onde se localizam diversas ilhas, inclusive a do Mosqueiro, é constituída por um arranjo de blocos losangulares ativos desde o Terciário. Estas ilhas resultam do retrabalhamento das rochas sedimentares do Grupo Barreiras e delineiam as falhas normais dos blocos em geral basculados para SE, segundo um leque lístrico com convergência para NW e N. Os manguezais, em posições oblíquas, comportam as zonas de transferência. Os horizontes lateríticos concrecionários, nos cantos W dos blocos basculados, afloram e sofrem uma forte ação erosiva atual, uma vez que constituem as feições positivas predominantes e delimitadoras das praias. Os mesmos autores, sugerem a partir de estudos neotectônicos, um modelo evolutivo para a foz do rio Pará, Ilhas do Outeiro e Mosqueiro, a partir da reativação de blocos no Terciário e no Quaternário, o qual aplica-se à costa nordeste do Pará.

Na zona de intermaré, a fácies argilosa com lentes arenosas expõe uma série de estruturas hidroplásticas, como duplexes romboédricos e sigmoidais, semelhantes aos descritos na região do Salgado por Costa *et al.*, (1991). As principais direções estruturais são N40E, N35W, N35W e L-W, que representam o controle estrutural, a qual a drenagem foi submetida, sendo possível ainda, notar o basculamento do pacote sedimentar em direção ao continente, com mergulho de 20/195Az (Costa & El Robrini, 1992).

6. CARACTERIZAÇÃO DA ILHA DO MOSQUEIRO

6.1. FISIOGRAFIA

Segundo Silva (1975) e Costa & El-Robrini (1992), a Ilha do Mosqueiro pode ser subdividida em duas seções fisiográficas principais:

Terraços Aluviais Pleistocênicos – ao Norte – Nordeste, são as áreas mais elevadas, com altitudes entre 15-25 m, representam 2/3 da superfície da ilha. Constituem-se de sedimentos arenosos, siltosos e argilosos caoliníticos.

Planície Aluvial de Inundação – ao Sul–Sudeste, sendo periodicamente ou permanentemente inundadas. São áreas planas, com altitudes entre 5 a 10 m. Esta é constituída por sedimentos argilosos e siltosos, pouco desenvolvidos, pertencentes à formação mais recente, ou Holoceno.

As feições morfológicas observadas por Monteiro *et al.* (1992) na Ilha do Mosqueiro foram: falésias vivas, canais de marés, planície de inundação, terrenos holocênicos ou tabuleiros e os "marrotes" de topo arredondado, que representam as características de geração de relevo, decorrentes de processos como a abrasão, intemperismo e marés.

As falésias apresentam-se como escarpas de pouca cobertura vegetal, com inclinação média de 15° e de altura variável de um a uma dezena de metros. Estão relacionadas à atividade ou presença erosiva de massas de água nos arenitos do Grupo Barreiras, que "escavam" pequenas cavernas na base das falésias. As falésias da Ilha do Mosqueiro são ativas, salve algumas inativas, protegidas pela acumulação de areia ou cascalho, ou recobertas total ou parcialmente pela vegetação como é o caso das falésias inativas de São Francisco e de Carananduba (Borges *et al.*, 1997). Estas feições constituem em termos espaciais, cerca de 10% da área da ilha, distribuindo-se principalmente no limite terra-água da ilha.

Os canais de maré aparecem na Ilha do Mosqueiro como pequenos vales fluviais, com comunicação com os rios do interior da ilha, estes ocorrem ligados aos rios principais, comportando-se como porções ramificadas de meandros destes rios. Os canais são rasos (algumas dezenas de centímetros a um metro), e excepcionalmente chegam a exceder esta característica, apresentando ainda falésias decimétricas, sendo construídas ao longo de seu curso. Ocorrem essencialmente da periferia para o centro da ilha, mostrando uma distribuição de área de cerca de 5%, associando-se aos rios principais como ramificações de seus meandros.

A Planície de Inundação corresponde às regiões marginais aos rios. A deposição se processa progressivamente durante a vazante, com o abaixamento do nível das águas. Normalmente, apresentam pouca expressão topográfica, não estando mais do que centímetros acima da lâmina d'água na vazante e sendo parcial ou totalmente encobertos na cheia. Nesta área, são depositados pelitos geralmente silte e argila, que chegam a formar bancos parcialmente colonizados por vegetação de raízes aéreas. Nesta Planície, associam-se os terrenos holocênicos.

Os marrotes, são os pequenos morros, com topo arredondado, de amplitude de vários centímetros a vários metros. No caso dos menores, ocorrem sem cobertura vegetal, e no caso dos maiores, com vegetação rasteira e arbustiva. Os marrotes, são constituídos por arenitos do Grupo Barreiras, os quais na Ilha do Mosqueiro, apresentam-se menos intemperizados que nas demais regiões.

6.2. CLIMA

O clima determina a variação e intensidade dos processos químicos, físicos e biológicos atuantes em um sistema costeiro.

Devido a falta de dados meteorológicos na Ilha do Mosqueiro, foram utilizados dados pretéritos de áreas adjacentes à área em enfoque.

Segundo o Departamento Nacional de Meteorologia (1992), as normais climatológicas calculadas para sete anos, tendo como base a Estação Meteorológica de Belém, apresentam os seguintes dados: média anual da Temperatura do ar é de 30,2° C; a umidade relativa do ar possui média anual de 85,2° C; a evaporação total alcança uma média anual de 677,4 mm. Os cálculos para a média do período para precipitação total e diária (mm) se estenderam entre os anos de 1923 a 1998 e 1923 a 1990, respectivamente.

Com base nos gráficos da média da precipitação total (mm) e da média da precipitação diária (mm) de Belém, verifica-se que, o mês de março corresponde ao período mais chuvoso, setembro um período de menores índices pluviométricos, e junho corresponderia a um período intermediário (Figuras 07 e 08).

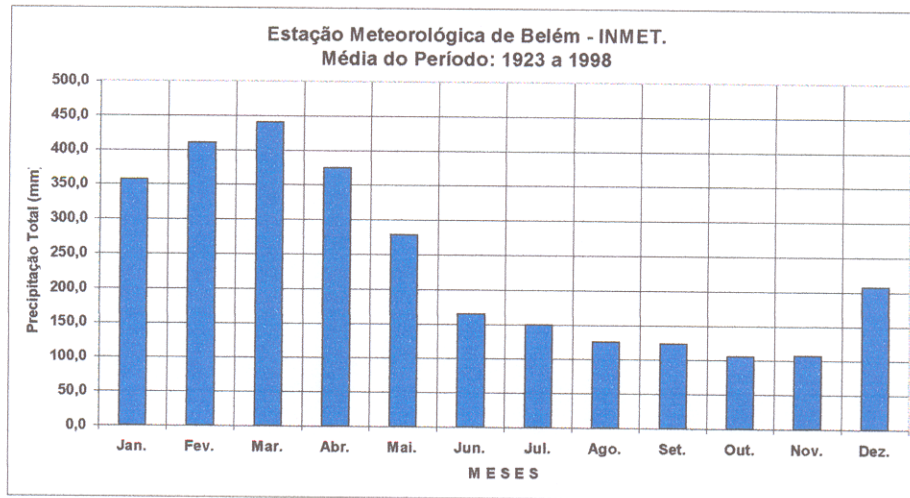


Figura 07. Média da precipitação total (mm) em Belém, no período de 75 anos (Departamento Nacional de Meteorologia, 1992).

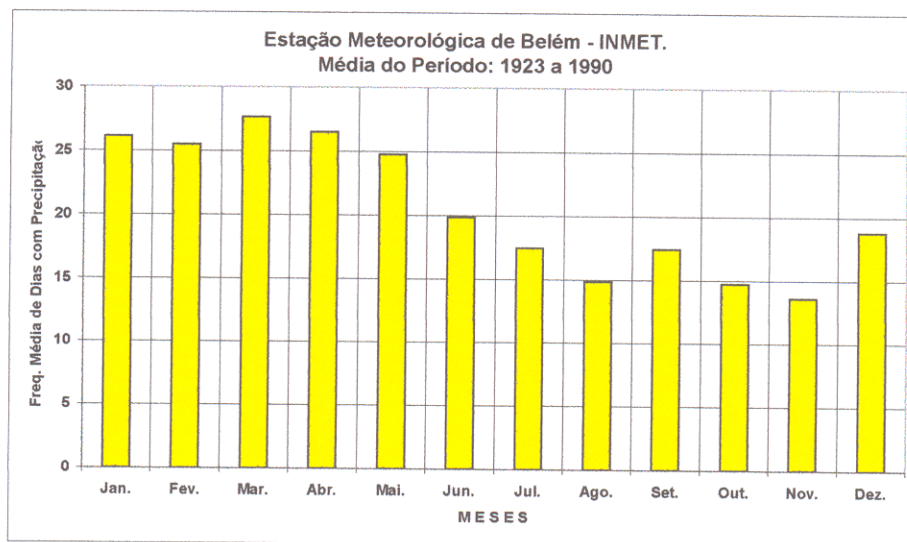


Figura 08. Média da precipitação diária (mm) em Belém, no período de 67 anos (Departamento Nacional de Meteorologia, 1992).

Na Ilha do Mosqueiro, a estação seca ocorre de junho a novembro, e a chuvosa de dezembro a maio. O período de maior pluviosidade (média mensal de 440 mm), com chuvas torrenciais, ocorre em março, portanto no fim do verão (Góes Filho *et al.*, 1973). O vento predominante é de nordeste (DHN, 1993). O clima é quente e úmido, com uma precipitação média anual, variando entre 2.600 e 3.200 mm.

A umidade relativa do ar nunca é inferior a 80%, e a temperatura média anual é de 26°C. De acordo com a classificação climática de Köppen, a ilha está enquadrada na zona climática Af, que corresponde ao clima de floresta tropical, constantemente úmida, sem estação fria.

Todos esses fatores são importantes para compreensão do comportamento das praias em Mosqueiro.

6.3. VEGETAÇÃO

A vegetação primária da ilha é constituída de Floresta Primária Perenifólia. Este tipo de vegetação pode ser subdividido em dois subtipos, que estão condicionados ao tipo de relevo da área (Silva, 1975).

Segundo Pinheiro (1987), as margens estuarinas desta região possuem uma vegetação fortemente condicionada aos fatores geomorfológicos, sendo sub-divididas em três grandes tipos: (i) Vegetação de várzea, tipicamente de área inundável sob controle periódico das marés; (ii) Vegetação de floresta densa associada aos terrenos mais elevados, chamados de "terra firme". Este termo é usado para terrenos, que não estão sujeitos à inundação; (iii) Vegetação de florestas secundárias, associadas a áreas desmatadas, ocupando uma grande área na região.

A vegetação de várzea está intimamente relacionada aos processos de colmatção natural, provocada pelas inundações nos períodos de enchentes, em consequência da elevada concentração de material sólido em suspensão nas águas estuarinas. A composição florística da várzea depende fundamentalmente da relação entre o relevo e o regime de marés. Este tipo de floresta ocorre geralmente às proximidades de drenagem, a qual precisa tanto da água, como do tipo do solo para se manter.

Pode-se inferir que na ilha, não existem mais ecossistemas vegetais virgens, mas somente pequenas áreas relativamente conservadas, a maioria devido a própria natureza, pois, ocorrem inundações periódicas. Paradoxalmente, nela estão localizadas as praias mais bonitas com falésias, banhadas por água doce, muito procuradas pela população urbana.

6.4. PROCESSOS OCEANOGRÁFICOS E ATMOSFÉRICOS ATUANTES NA ORLA COSTEIRA

Os processos costeiros, interagem com a geologia numa escala temporal (segundos, minutos, horas, dias, meses, anos, séculos, ou até décadas), para produzirem um sistema particular ou ambiente costeiro (Short, 1989), tais como: ondas, ventos, correntes de maré.

6.4.1 Ondas

O clima de ondas é uma variável importante para avaliar os processos costeiros de curto e médio prazos, pois é responsável pelo transporte de sedimentos nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa. Conforme Muehe (1998), de Salinópolis à costa do Amapá, a presença de uma plataforma continental larga e recoberta por lama exerce um efeito significativo no sentido de atenuação das ondas.

Dados relacionados às características das ondas, mais próximo da Ilha do Mosqueiro, são apresentados por Pinheiro (1987) (Tabela 02).

Observou-se *in loco*, que as ondas quebram com altura de até 1m, e períodos em torno de 8 segundos. A superfície da água na ilha em condições de maré baixa, caracteriza um sistema relativamente tranqüilo, com presença de pequenas ondulações, que não chegam a 0,3 m de altura.

Tabela 02. Características das ondas na Baía do Guajará (modificada de Pinheiro, 1987).

Profundidade*	Característica	T**=3s	T**=4s	T**=5s	T**=6s
15m	L ⁺	~14m	25m	40m	53m
	C [△]	4,68	6,23	7,66	8,83
	Cg [○]	2,34	3,14	4,15	5,31
	Vmf [∇]	2,49x10 ⁻³	3,62x10 ⁻²	0,12	0,18
	D [⊙]	7,1x10 ⁻²	4,0x10 ⁻²	2,5x10 ⁻²	1,8x10 ⁻²
10m	L	~14m	25m	35m	50m
	C	4,67	6,14	7,32	7,95
	Cg	2,34	3,28	4,42	5,60
	Vmf	7,1x10 ⁻²	4,0x10 ⁻²	2,8x10 ⁻²	2x10 ⁻²
	D	1,14x10 ⁻²	4x10 ⁻²	0,2	0,16
5m	L	<14m	22m	30m	40m
	C	<4,57	5,56	6,08	6,13
	Cg	<2,51	3,69	4,63	5,16
	Vmf	<0,22	0,39	0,50	0,60
	D	<7,1x10 ⁻²	4,5x10 ⁻²	3,3x10 ⁻²	2,5x10 ⁻²

*Profundidade= no local de propagação da onda;** T =Período da onda; ⁺L= Comprimento; [△]C= Celeridade; [○]Cg= Velocidade de grupo; [∇]Vmf= Velocidade máxima próximo ao fundo; [⊙]D = Declividade da onda.

6.4.2 Ventos

A região sofre de uma escassez de informações de parâmetros meteorológicos. Entre os escassos trabalhos a respeito, destaca-se o de Rocha & Brazão (1989), no período de 24 a 28 de fevereiro de 1988, da Estação Meteorológica da UFPA/ALBRÁS, instalada no Município de Barcarena e, Pinheiro (1987), que obteve dados de ventos na Estação Meteorológica da UFPA (Belém), de 1985 a 1986, para estudos da hidrodinâmica do estuário guajarinu, que servirá de fonte para considerações sobre a hidrodinâmica da Ilha do Mosqueiro, e ainda, alguns dados de velocidade de vento da região de Belém (Departamento Nacional de Meteorologia, 1992).

Com relação ao vento, foram utilizados dados de 22 anos de velocidade média mensal de vento de Belém (Figura 10), e ainda informações coletadas de dois anos consecutivos (1985/86) na Baía do Guajará por Pinheiro (1987), que verificou, a direção do vento no mês de março, predominante de NNE-N com velocidades entre 2,29 e 2,40 (nós); em junho entre E-ESSE, com velocidades entre 2,46 e 2,96 (nós), e setembro no quadrante E, com velocidades entre 4,20 e 4,24 (nós).

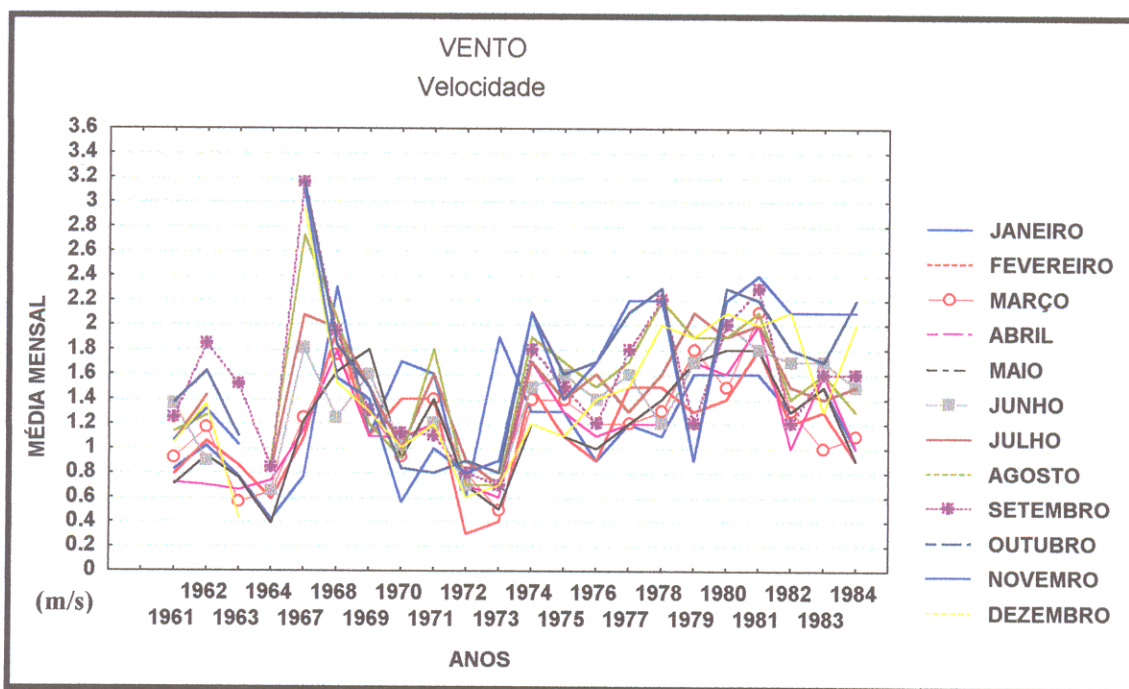


Figura 09. Velocidade média mensal de vento, de 22 anos, em Belém (Departamento Nacional de Meteorologia, 1992).

6.4.3 Correntes de Marés

As marés apresentam intervalos periódicos de aproximadamente 6 horas e 12 min, que separam uma baixamar e uma preamar, correspondendo a um 1/4 do dia lunar para as marés semi-diurnas. As maiores amplitudes coincidem, em regra geral, com as datas das posições de Lua Cheia e de Lua Nova (maré de sizígia *Spring Tide*), entretanto, as menores amplitudes coincidem com aquelas de Quarto Minguante e Crescente (maré de quadratura *Neap Tide*).

A orla da Ilha do Mosqueiro é dominada por meso-maré semi-diurna, com amplitudes de maré de até 3.6m (DHN, 2001). Sendo que, durante os trabalhos de campo, a amplitude máxima foi de 3,62 e, a mínima, 0,27, ambas no mês de março, às 23:17h e 04:48h, respectivamente (X Tide, 2000) (Figura 11). Segundo Short (1982. *Apud*: Hoefel, 1998), espera-se que em ambientes meso e macro-marés, a hidrodinâmica e a mobilidade da praia sejam alteradas com a variação de maré. Ou seja, estes funcionam como importantes mecanismos de transporte sedimentar. Os efeitos da amplitude de maré, dizem respeito ao deslocamento das zonas de surfe e espriamento e de empinamento da onda sobre o perfil praial.

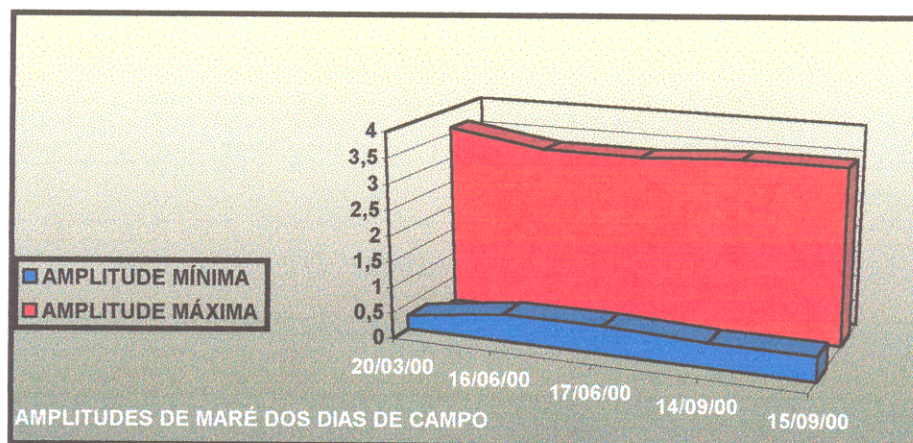


Figura 10. Distribuição da amplitude máxima e mínima nos dias de realização dos perfis.

As correntes de maré representam um dos principais agentes que controlam tanto a distribuição espacial como temporal, de partículas em áreas costeiras e estuarinas.

Segundo CDP/PORTOBRÁS (1980, *Apud*. Pinheiro, 1987):

- as velocidades máximas médias mais altas ocorrem durante as marés de sizígia, na enchente, a cerca de 1m da superfície d'água;
- as velocidades máximas médias mais baixas associadas às marés de quadratura, na vazante, do mesmo modo a 1m da superfície;
- as velocidades máximas absolutas ocorrem durante as marés de sizígia;
- nas marés de sizígia, as correntes atingem velocidades máximas comumente, 3 horas após a estofa de baixamar e 3h 30, após a estofa da preamar.

A média da velocidade das correntes, foi estimada através das Cartas de Maré do Rio Pará (DHN, 1962). Em março, as correntes de maré apresentaram uma velocidade média de 2,9 (máxima de 5,2 e mínima de 1,2); junho com média de 1,8 (máxima de 2,5 e mínima de 0,2); setembro a velocidade média é de 2,3 (máxima de 2,5 e mínima de 1,5) (Figura 11). A corrente de maré vazante no sentido SW-NE foi predominante.

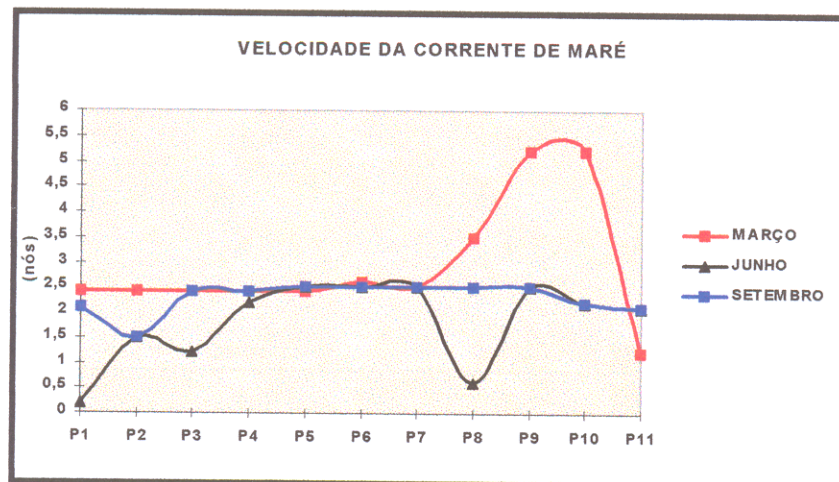


Figura 11. Velocidade da corrente de maré (nós) durante o levantamento dos perfis (DHN, 1962).

As correntes de marés representam um parâmetro fundamental, promovendo trocas constantes entre as zonas “*onshore*” e “*offshore*”, e segundo Pinheiro (1987), as velocidades médias mais altas ocorrem durante as marés de sizígia, na enchente, cerca de 1m da superfície d'água, causando maiores impactos na morfologia praial e nas construções localizadas próximas a estas (Figuras 12 e 13). Em segundo plano, a atuação das correntes litorâneas resultantes da chegada de ondas à costa, que são responsáveis pelo transporte de grandes quantidades de sedimentos “*cross-shore*”, com menor influência se comparada a corrente de maré.

Com relação aos dados de maré salina da área, se tem pouquíssimos trabalhos, destacando-se alguns trabalhos, baseados em dados de diatomáceas marinhas (Moreira Filho *et al.*, 1974) e dados físico-químicos (Egler & Schzassman, 1962; Santos, 1982; entre outros) evidenciam o caráter salobro das águas durante os meses de estiagem.



Fig.12. Barraquinha da praia totalmente destruída durante as marés de sizígia (praia do Paraíso, março de 2001).



Fig.13. Sacos de areia colocados para conter o avanço da maré na estrada (praia do Paraíso, março/2001).

6.5. PRAIAS ESTUARINAS DA ILHA DO MOSQUEIRO

Existem praias com variedade de grãos, formas, composições. Estas diferenças refletem variações a exposição ao vento, ondas e correntes como também as características de materiais erodidos de formações litorâneas, topografia pré-existente, padrões de crescimento de vegetação, e atividades humanas.

As praias estuarinas, estudadas na Ilha do Mosqueiro, as quais podem ser enquadradas dentro do conceito de Nordstrom (1992), que considera uma praia estuarina, como sendo, ambiente constituído por finas camadas de sedimentos inconsolidados (3-30cm), variando em extensão de alguns metros para vários quilômetros, normalmente, compostas de materiais similares de formações litorâneas erodidas atrás da praia. Possuem uma baixa energia de onda, e uma variação significativa de amplitude de maré. Sendo dominante nestes ambientes, ondas geradas localmente e correntes de maré de estuários (Carter & Lowry. *Apud*: Nordstrom, 1992).

Em geral, as praias estuarinas da Ilha do Mosqueiro são curtas e estreitas, formando enseadas, com suas larguras diminuindo em direção as pontas, caracterizando uma orla marcada por sucessivos pontões e enseadas (Figura 14).

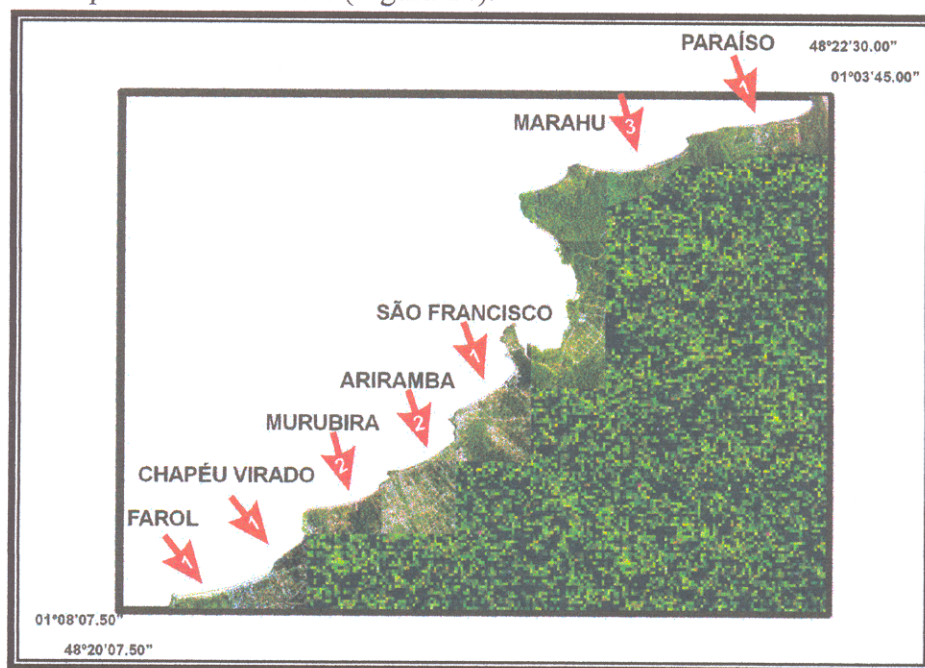


Figura 14. Fotografias aéreas levantadas da orla da Ilha do Mosqueiro, do Farol ao Paraíso, mostrando a fisiografia marcada pelos embaiamentos e pontões. As setas indicam o local das praias, e os números em branco referem-se ao número de perfis realizados em cada uma delas (Modificado de CODEM, 1999).

As diversas praias da Ilha do Mosqueiro apresentam similaridades, com a seqüência estratigráfica local, representada pelos sedimentos do Grupo Barreiras, o qual aflora em muitas praias durante a baixamar, e o Pós-Barreiras (Sá, 1969). As melhores exposições do Grupo Barreiras ocorrem nas falésias ativas ou inativas, na orla da Ilha do Mosqueiro. Na área de enfoque, as falésias ativas foram observadas nas praias do Murubira (Figura 15), do Ariramba, do Marahu e do Paraíso; e as falésias inativas, na praia do São Francisco.



Figura 15. Falésia ativa esculpida na Formação do Grupo Barreiras, estando em erosão contínua por abrasão marinha, esta falésia marca a passagem do setor I para o setor II (praia do Murubira, março 2001).

Todas as praias estudadas estão próximas a assentamentos urbanos, mas diferem quanto à densidade de estruturas: escolas, supermercados, sorveterias, açougues, farmácias, restaurantes, etc. A maioria apresenta esgotos a céu aberto (Figuras 16 e 17), desaguando diretamente nas referidas praias. Sendo comum, alguns banhistas desavisados, na preamar, buscarem entretenimento dentro dos canais de saída dessas tubulações (Figura 16).

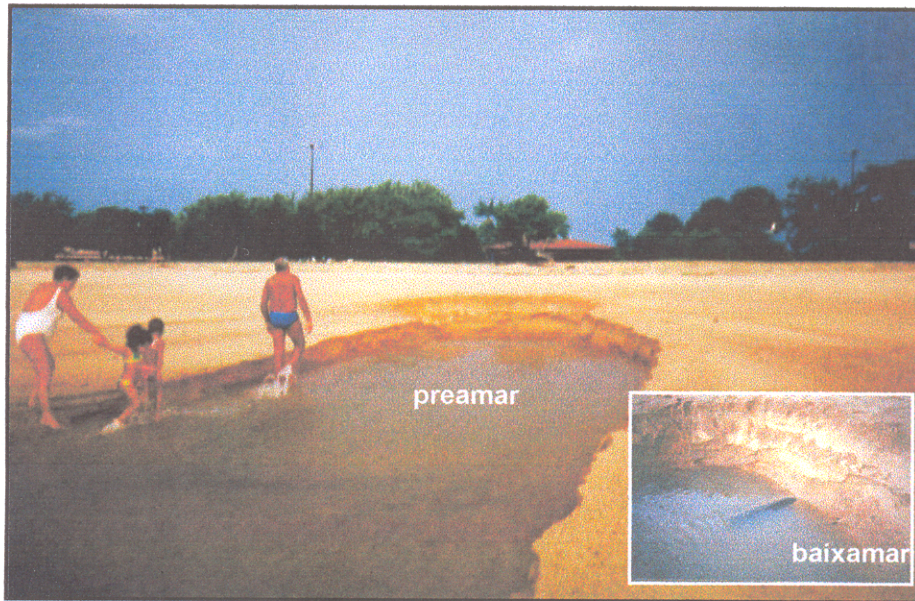


Figura 16. Esgoto na praia do Farol, apenas visível na baixamar (Junho/2000).



Figura 17. Esgoto na praia do Murubira (junho/2000).

7. VARIABILIDADE MORFOLÓGICA DAS PRAIAS ESTUARINAS DA ILHA DO MOSQUEIRO

O monitoramento topográfico das praias, através de perfilagem topográfica (P1-P11) foi executado durante três períodos sazonais: março (período chuvoso), junho (intermediário) e setembro (menos chuvoso) e, durante as marés de sizígias. Durante o período chuvoso, as condições hidrodinâmicas foram mais intensas, e os perfis apresentaram-se mais curtos que os demais períodos. Os 4 perfis realizados no setor I (mais elevado, com ocorrência de falésias) e os 7 perfis no setor II (menos elevado), evidenciaram eventuais mudanças na morfologia praial.

A terminologia adotada para as zonas morfológicas do ambiente costeiro segue, basicamente a adotada por Wright *et al.* (1982), adaptada à zonation morfológica de praias estuarinas da Ilha do Mosqueiro (Figura 18):

- **Pós-praia** (“*Backshore*”): Estende-se do nível de maré alta normal, até o limite topográfico da praia em direção ao continente (dunas costeiras ou falésias), apresentando uma forma pronunciada côncava em direção ao continente. No caso das praias da Ilha do Mosqueiro, a zona do pós-praia apresentou-se estreita, em alguns períodos inexistentes (Ariramba e Murubira), com declive bastante suave e extensões que variaram de 0 (P6 em março e setembro; P3 e P4 nos três meses) à 57,27m na praia do Farol (P1, Junho/2000). Em todas as praias, esta zona limita-se com áreas construídas ou estradas.
- A **Zona de Inter-maré** (“*Intertidal*”) apresenta uma largura moderada (~350m) entre os limites de marés de sizígia, separada do pós-praia por uma anteduna alta (*foredune*) (~18m) e por um baixo gradiente da zona de inframaré (*subtidal*). Na Ilha do Mosqueiro, esta zona apresenta-se mais larga que o pós-praia, entre os limites de preamar e baixamar de sizígia, e em vários trechos, ocorrem as marcas de escorrimento (*rill marks*), associadas às descidas dos níveis de maré e ao fluxo (*swash*) e refluxo (*backwash*) das ondas; os gradientes variaram entre 1:0.002 e 1:0.2.
- A **Zona de Inframaré** (*Subtidal*) estende-se abaixo do nível da linha de maré baixa de sizígia e é permanentemente sub-aquosa, seu gradiente é muito baixo ($\tan \beta=0.009-0.011$) Esta zona é composta por sedimentos finos (média do tamanho do grão $< 0.1\text{mm}$ ou $\sim 3\phi$). Na Ilha do Mosqueiro, a granulometria apresentou-se de fina à grossa (com a média do tamanho do grão variando entre 3,267 e 0,335 ϕ).

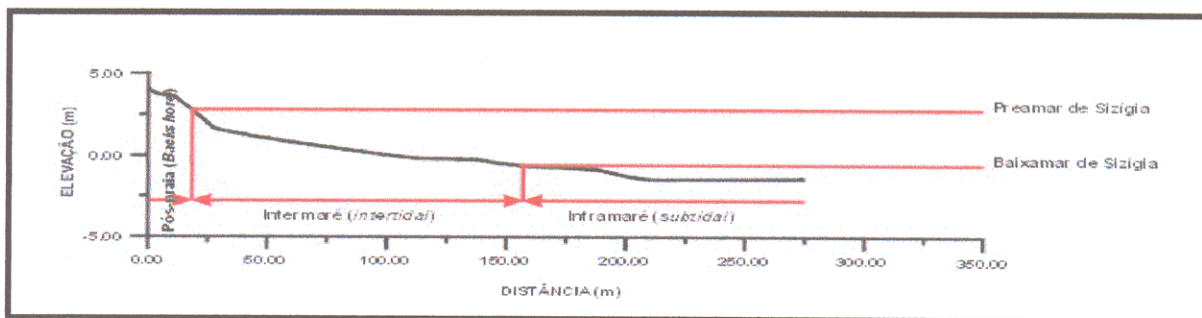


Figura 18. Zoneamento morfológico de praia estuarina de São Francisco, na Ilha do Mosqueiro (1h35' antes da baixamar. Junho, 2000).

7.1. VARIABILIDADE SAZONAL DAS PRAIAS ESTUARINAS DO SETOR I

A praia do Ariramba (Figura 19) durante o levantamento trimestral, apresentou-se marcada por um perfil côncavo, entre a linha de maré alta e a linha de maré baixa. O pós-praia foi curto no período de março, com 2,58 m, aumentando em 0,64 m no período de setembro (3,22 m), os gradientes nestes meses foram de 1:0.06 e 1:0.04, respectivamente. No período intermediário, em junho, ocorreu uma maior extensão desse setor, 12,25 m, e um gradiente de 1:0.06.

A zona de intermaré, é mais extensa no período de março, com 45,15 m e um gradiente de 1:0.07, e mais curta no período de setembro com 36,76 m e gradiente de 1:0.09, com a aparição de uma barra interna. Em junho, o comprimento da praia ficou 41,28 m com um gradiente de 1:0.08, notando-se, uma pequena perda de material neste período.

A zona de inframaré nesta praia em março, foi curta em relação a junho e setembro, contudo foi observada uma deposição no período chuvoso e no período menos chuvoso, quando comparados ao período intermediário.

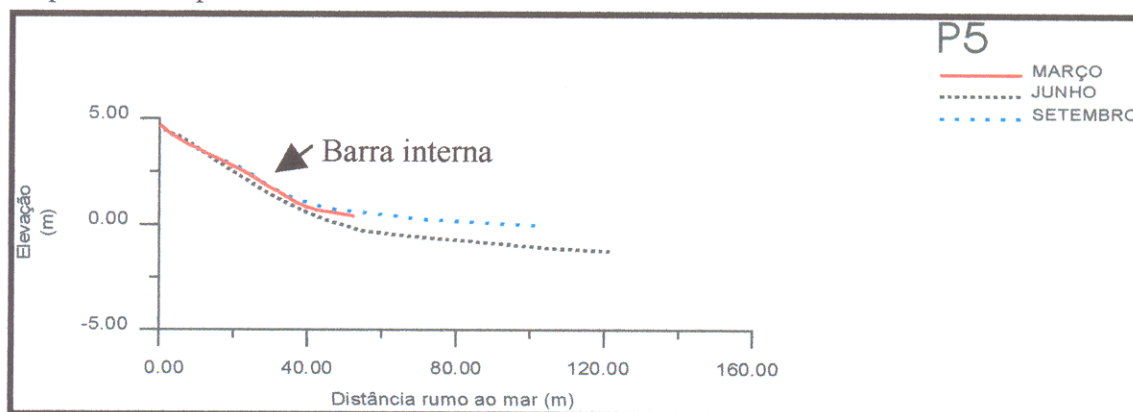


Figura 19. Nivelamento topográfico trimestral do P5 (praia do Ariramba).

Em outro trecho da praia do Ariramba (Figura 20), o pós-praia foi preenchido pela intermaré no período de março e setembro, voltando a ocorrer somente em junho, com uma estreita faixa de 3,20 m (Figura 21), e um gradiente de 1:0,078.

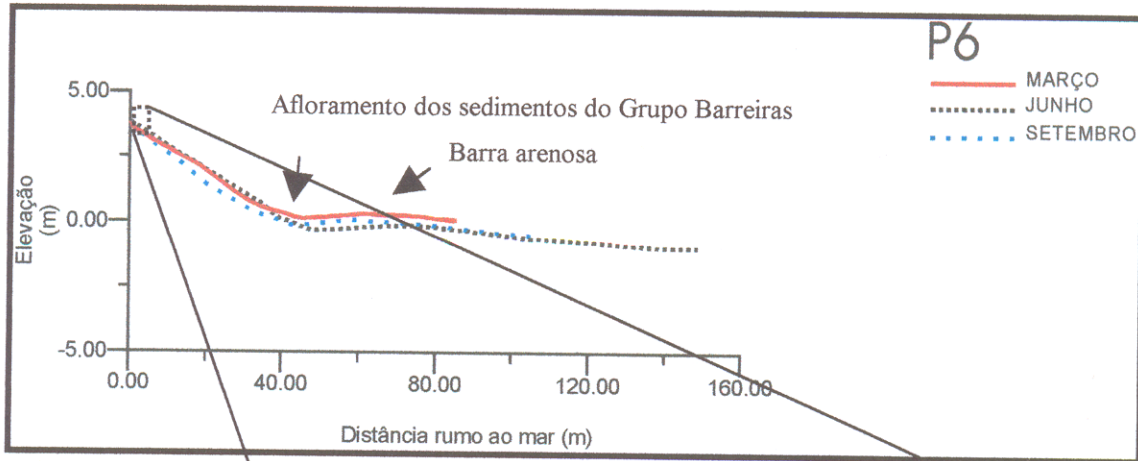


Figura 20. Nivelamento topográfico trimestral do P6 (praia do Ariramba).



Figura 21. Faixa do pós-praia na praia do Ariramba (junho/2000).

Durante o ciclo de levantamento topográfico praias, a zona de intermaré apresentou uma forma inclinada, estendendo-se da linha de baixamar até a linha de preamar de sizígia. Esta zona foi mais extensa no mês de junho com 44,80 m, tendo um gradiente de 1:0,08, enquanto, no período de março apresentou a menor faixa com 29,60 m, e um gradiente de 1:0,12. Em

setembro, este trecho da praia do Ariramba apresentou uma largura de 32 m, com um gradiente de 1:0.11.

Entre os meses de março e junho, foi verificado um engordamento nesta zona, ocorrendo um estreitamento do perfil no período de setembro, sendo identificadas ainda, linhas de escorrimento e o afloramento sedimentar do Grupo Barreiras, na linha de baixamar de sizígia, visíveis durante a baixamar (Figura 22).

Na zona de inframaré, verificou-se o surgimento de uma barra arenosa, a qual decresceu de março para setembro. Em seguida, foi constatado entre 110 e 120m costa afora (*offshore*) uma camada de lama nos meses de junho e setembro e, em março, não foi possível avançar muito o perfil.



Figura 22. Zona de Intermaré da praia do Ariramba na baixamar. (A) linhas de escorrimento (*rill marks*); (B) afloramento dos sedimentos do Grupo Barreiras. Notar ainda, a forma côncava da enseada em direção ao continente (*upward*), localizada entre dois promontórios (junho/2000).

Na praia do São Francisco (Figura 23), o pós-praia apresentou-se quase inalterado, com exceção em junho, quando alcançou uma largura de 18,26 m, e um gradiente de 1:0.06. Em março e setembro, o pós-praia esteve com 11,62 m de largura e gradientes de 1:0.01 e 1:0.02, respectivamente.

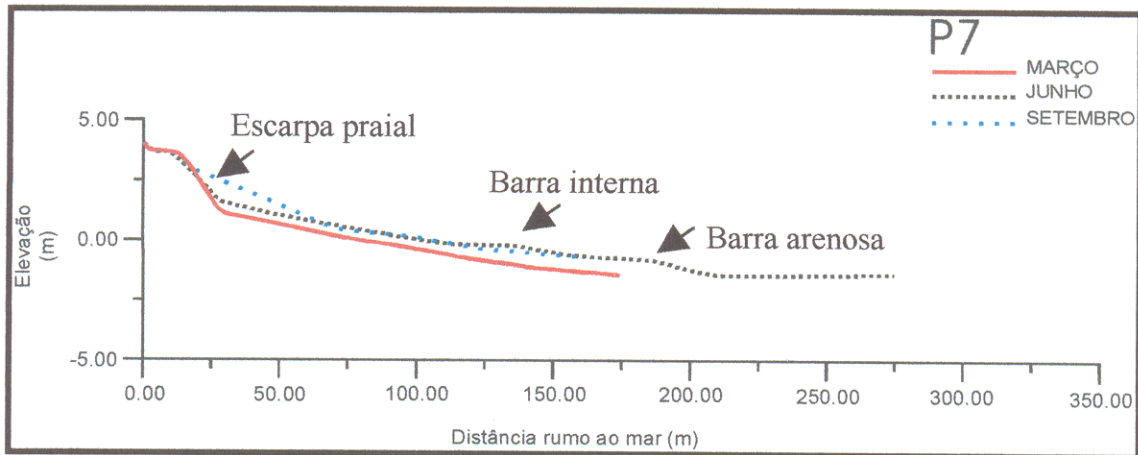


Figura 23. Nivelamento topográfico trimestral do P7 (praia do São Francisco).

Uma escarpa foi verificada nos três períodos nesta praia. Em março, sua crista encontrava-se na linha de preamar de sizígia, com uma altura de 2,5 m, e sua base no afloramento do lençol freático. Em junho, houve uma diminuição da escarpa para 2,09 m, terminando ainda no lençol freático, enquanto que, em setembro, foi quase totalmente aplainada (Figura 24.1), atingindo o valor mínimo de 0,57 m de altura. Após a escarpa, o perfil praial seguiu-se quase plano, se não fossem as barras arenosas, os canais, as marcas onduladas (*swash bars*) (Figura 24).

Em março e setembro, a zona de intermaré iniciou no topo da escarpa e em junho abaixo desta. Em março, esta zona apresentou-se bem aplainada, em junho, houve formação de duas barras arenosas: uma barra interna na porção inferior da intermaré e outra no início da inframaré. Em setembro, estas barras migraram para a porção superior da intermaré. Esta praia, teve a zona de intermaré maior de todos os perfis realizados. Em março, a zona de intermaré obteve uma largura de 102,92 m, com um gradiente de 1:0.03; em junho alcançou a maior extensão, com 134,46 m, e um gradiente de 1:0.02, e em setembro, decresceu para 111,22 m, e um gradiente de 1:0.03.

A zona de inframaré nesta praia, apresentou uma pequena barra arenosa em junho, permanecendo mais aplainada nos demais meses.

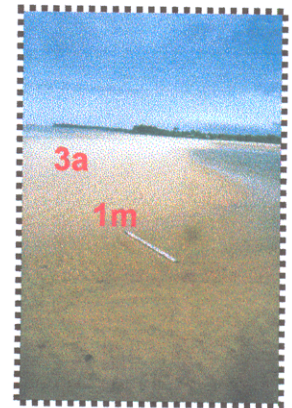
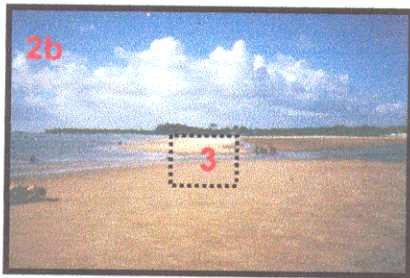
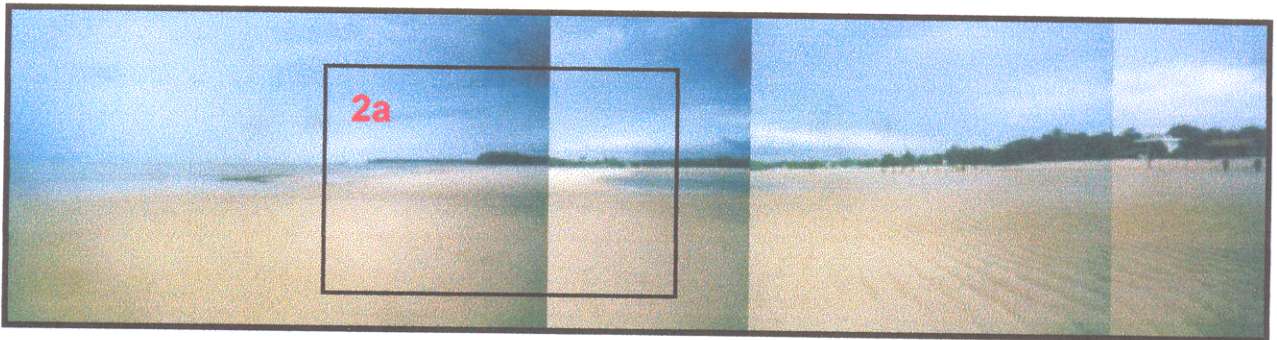
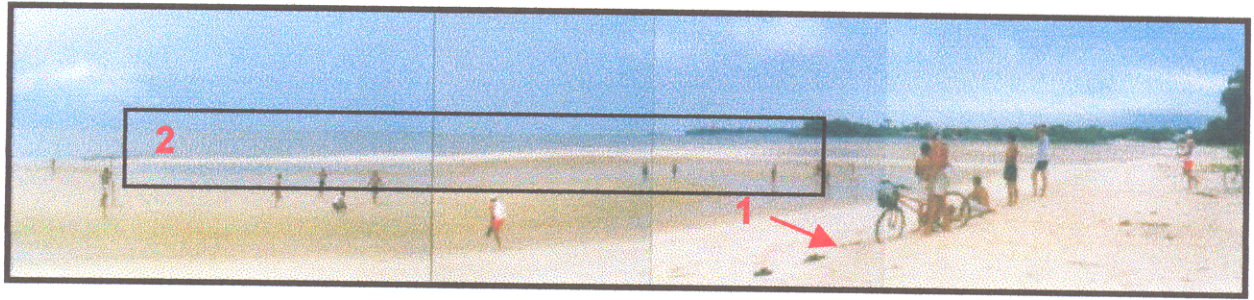


Figura 24. Praia de São Francisco: (1) Escarpa praial bastante reduzida em setembro/2000; (2) Barra arenosa; (2a) barra arenosa mais aplainada em setembro (2000); (2b) barra arenosa com pequeno engordamento em Junho (2000). (3) Canal de maré, e (3a) largura do canal de maré (setembro/2000).

Na praia do Marahu (Figura 25), houve poucas alterações nos três períodos, sem grandes mobilidades durante os levantamentos topográficos, notando-se apenas uma pequena elevação em março (Figura 26).

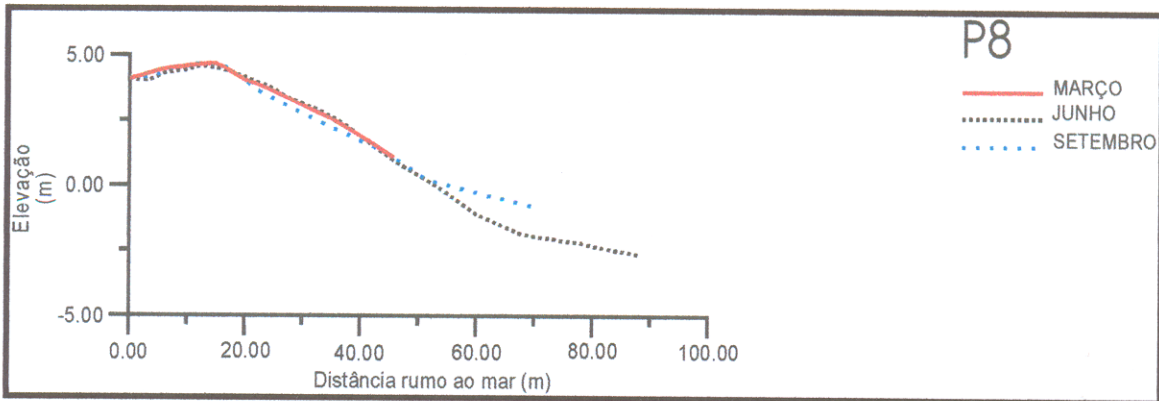


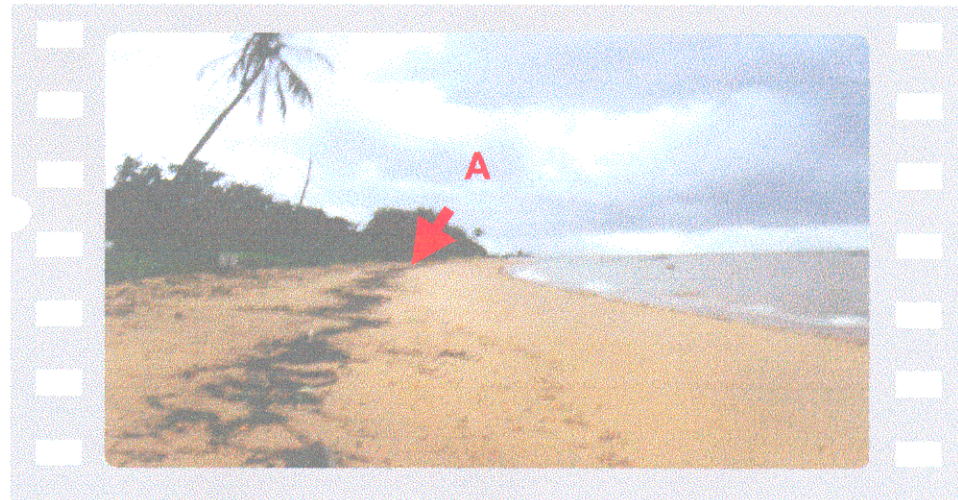
Figura 25. Nivelamento topográfico trimestral do P8 (praia do Marahu).

Nesta praia, ocorreu uma estreita faixa do pós praia, com uma largura em março de 16,96 m e gradiente de 1:0.03; em junho aumentou para 20,48 m, com um gradiente mais acentuado de 1:0.04, e em setembro, estava bem menor, com uma faixa de pós-praia de 15,68 m, com um gradiente de 1:0.02.

A zona de intermaré (Figura 26) em março obteve a menor largura, somente 17,75m e um gradiente de 1:0.20. Em junho, esta zona se alongou até 27,69 m com um gradiente de 1:0.13, e em setembro estava bem larga, com 31,24 m, com um gradiente de 1:0.11. Esta zona, foi marcada por um perfil íngreme, com engordamento em março, seguido de um período quase estável em junho, tendo um novo estreitamento no período de setembro.

A zona de inframaré, apresentou um engordamento no perfil de junho para setembro.

MARÇO



JUNHO



SETEMBRO



Figura 26. Mudanças sazonais na zona de intermaré: março, (A) marcas de espraiamento (*swash marks*) fortemente definidas pela concentração de material orgânico; junho e setembro, perfil mais aplainado (praia do Marahu, 2000).

Na porção mais ao centro da praia do Marahu (Figura 27), o pós-praia apresentou em março uma largura de 16,82 m e um gradiente de 1:0.05; em esta zona aumentou para 26,09 m e um gradiente de 1:0.02; no período de setembro, novamente decresceu, com 10,73 m de largura e um gradiente de 1:0.03. Esta zona, apresentou uma crista praial em março, que foi preenchida em junho, voltando a ocorrer novamente em setembro.

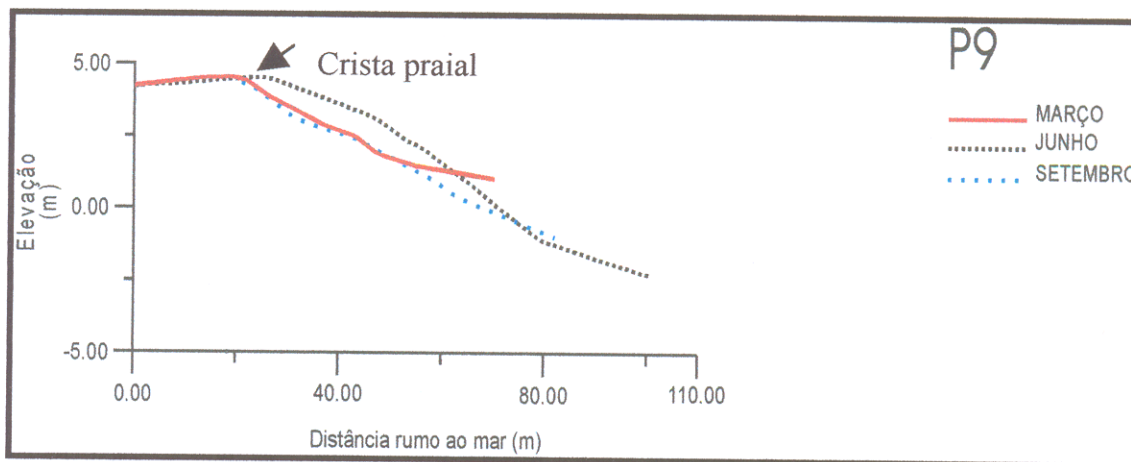


Figura 27. Nivelamento topográfico trimestral do P9 (praia do Marahu).

Esta praia, apresentou algumas variações na zona de intermaré, em março, sua largura era de 17,0 m, e gradiente de 1:0.21; em setembro aumentou para 38,50 m, com um gradiente de 1:0.09; alcançando em junho uma largura de 40,50 m, a maior dos períodos, e um gradiente de 1:0.08. O perfil sofreu um engordamento de março para junho, e em setembro um estreitamento.

O perfil da zona de inframaré, apresentou o mesmo comportamento da zona de intermaré, engordamento em março e um estreitamento em setembro. Em junho, apresentou-se entre os dois períodos.

Outro trecho da praia do Marahu (Figura 28), apresentou a largura do pós-praia com valores máximos e mínimos de 32,34 m e 14,70 m, nos períodos de março e junho, respectivamente, com gradientes de 1:0.12 para o primeiro e 1:0.23 para o segundo. Em setembro, apresentou uma faixa de pós-praia de 30,87 m e um gradiente de 1:0.15. Esta praia, foi marcada pela presença de uma escarpa no pós-praia ao longo dos três meses.

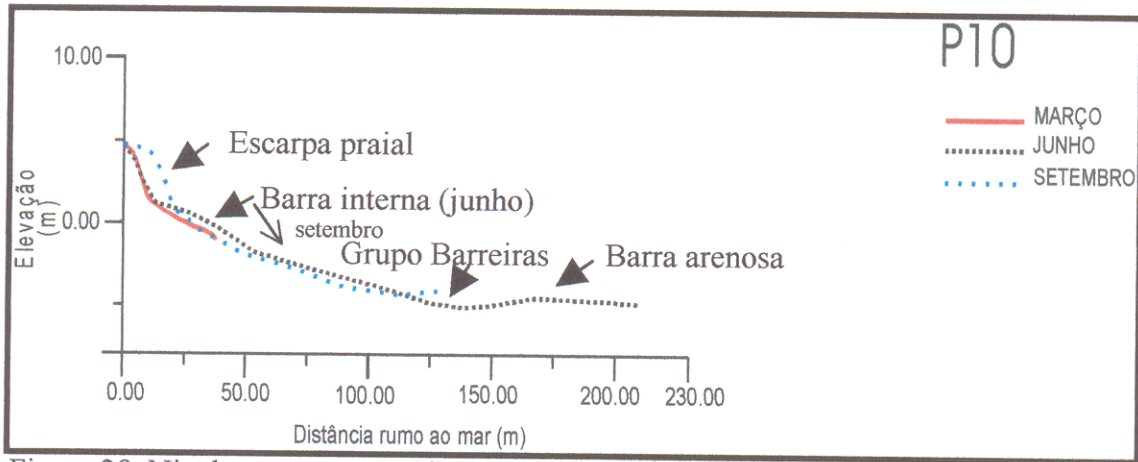


Figura 28. Nivelamento topográfico trimestral do P10 (praia do Marahu).

A zona de intermaré da praia do Marahu, apresentou uma maior extensão em junho, com 85,26 m e um gradiente de 1:0.04, enquanto, em março, esta foi reduzida, alcançando uma largura de apenas 7,35 m e um gradiente de 1:0.48, e em setembro, a intermaré alargou novamente, chegando a 57,33 m e um gradiente de 1:0.06. Com base no levantamento topográfico, verificou-se em junho a formação de uma barra interna com a crista à altura da linha de preamar de sizígia, esta barra em setembro foi aplainada na intermaré superior, formando uma leve ondulação a altura da porção inferior da intermaré.

Notou-se ainda, uma calha à altura da linha de baixamar de sizígia, sob o afloramento dos sedimentos do Grupo Barreiras, nos meses de junho e setembro, seguida de uma barra arenosa na zona de inframaré, mais acrescida no período de setembro. O mês de março apresentou dados insuficientes em relação à zona de inframaré.

A praia do Paraíso (Figura 29), durante as coletas de campo trimestrais apresentou um perfil quase plano, com pequenas alterações em todos os períodos.

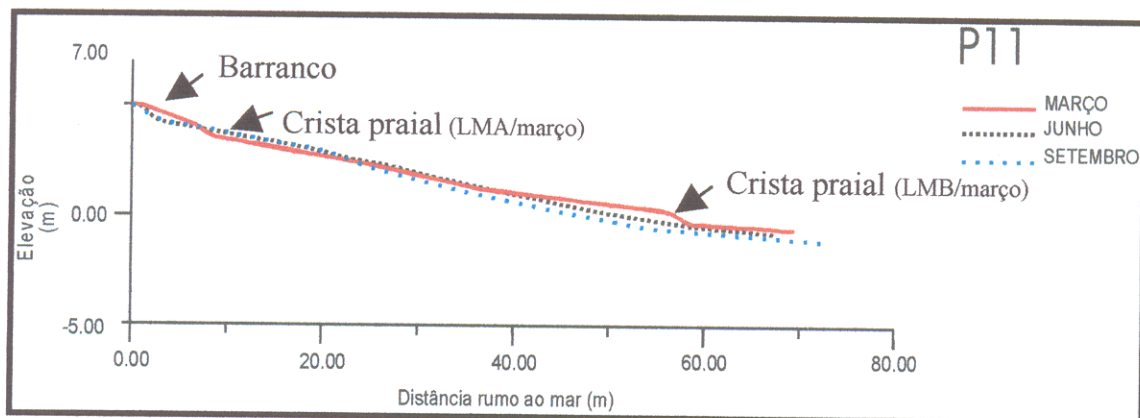


Figura 29. Nivelamento topográfico trimestral do P11 (praia do Paraíso).

O pós-praia oscilou em largura entre os períodos de levantamentos, em março, a largura foi de 6,62 m para um gradiente de 1:0.26; em junho aumentou para 18,5 m e gradiente de 1:0.078; e em setembro, diminuiu para 8,25 m, para um gradiente de 1:0.10. No primeiro trimestre do ano, em março, verificou-se no pós-praia, a formação de uma quebra suave da topografia, a altura da preamar de sizígia, inexistente em junho e setembro. Esta zona, apresentou-se acrescida em março, diminuindo em junho e se mantendo quase estável no período de setembro.

A zona de intermaré foi larga, apresentando uma largura de 48,88 m em março e, um gradiente de 1:0.07; em junho, esta zona diminuiu para 30,55 m e o gradiente ficou de 1:0.11; estreitando-se mais em setembro, com 29,61 m de largura e um gradiente de 1:0.12. Esta zona, foi levemente acrescida em setembro e junho, na sua porção superior, ao contrário do que ocorreu na intermaré inferior, que cresceu em março, formando uma pequena crista a altura da baixamar de sizígia, a qual foi inexistente em junho e setembro.

A zona de inframaré, apresentou um perfil aplainado com o mesmo comportamento da porção inferior da zona de intermaré, engordou em março e estreitou em junho e setembro.

7.2. VARIABILIDADE SAZONAL DAS PRAIAS ESTUARINAS DO SETOR II

A praia do Farol (Figuras 30 e 31) apresentou poucas mudanças sazonais no pós-praia, todavia, a mais larga faixa de pós-praia de todos os levantamentos topográficos, com uma largura de 57,27 m, em junho, para um gradiente de 1:0.011, em setembro, esta zona foi de 53,12 m e um gradiente 0:00, em março, foi verificado a menor largura, 51,46 m e um gradiente de 1:0.002. Nesta zona, foi observada ainda, uma franja de vegetação de pequeno porte, bem expressiva em junho, menor em março e escassa em setembro.

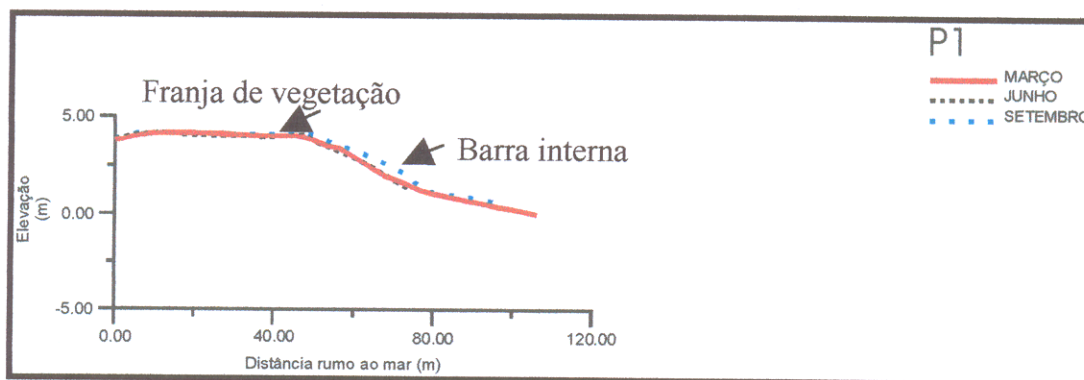


Figura 30. Nivelamento topográfico trimestral do P1 (praia do Farol).

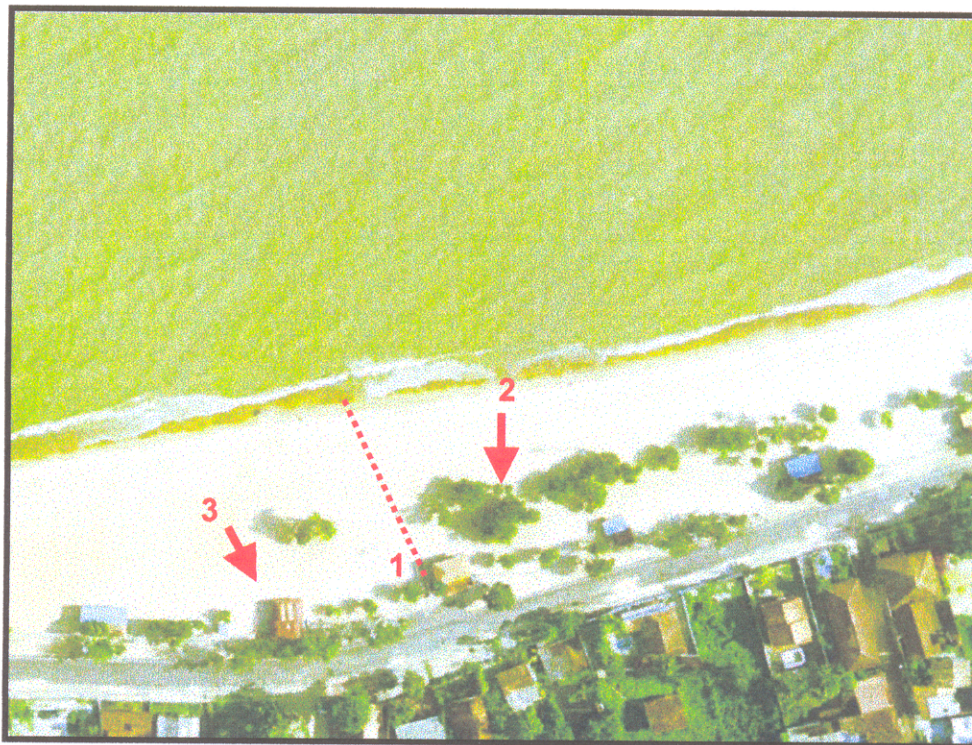


Figura 31. Fotografia aérea mostrando: (1) local do perfil P1, na praia do Farol; (2) vegetação, de grande porte, existente na zona do pós-praia e; (3) barraquinha de praia (CODEM, 1999).

O pós-praia, não apresentou muita mobilidade entre os períodos analisados, apenas um pequeno engordamento do perfil em março, e uma quebra no relevo, à altura da linha de preamar de sizígia, em março e setembro.

A zona de intermaré, foi a zona mais inclinada da praia. A extensão desta zona variou da seguinte forma: em março estava com uma largura de 25,73 m e um gradiente de 1:0.13, em junho, sua largura diminuiu para 5,60 m e um gradiente de 1:0.64, em setembro voltou a alargar, chegando a 19,09 m e um gradiente de 1:0.18. Entre os períodos de março e junho, houve poucas mudanças nesta zona, no entanto, em setembro ocorreu um engordamento do perfil, com a formação de uma barra interna, limitada pelas linhas de preamar e baixamar de sizígia.

A zona de inframaré, esteve plana nos períodos de março e setembro, quando o perfil se alongou costa afora (*offshore*).

Na praia do Chapéu Virado (Figuras 32), o pós-praia estendeu-se em setembro por 47,20 m, com um gradiente de 1:0.06, enquanto que, em março e junho, a largura dessa zona foi quase a

mesma para estes dois períodos, 34,4 m para março e 34,0 m para junho, com gradientes de 1:0.10 para o primeiro e 1:0.08 para o segundo.

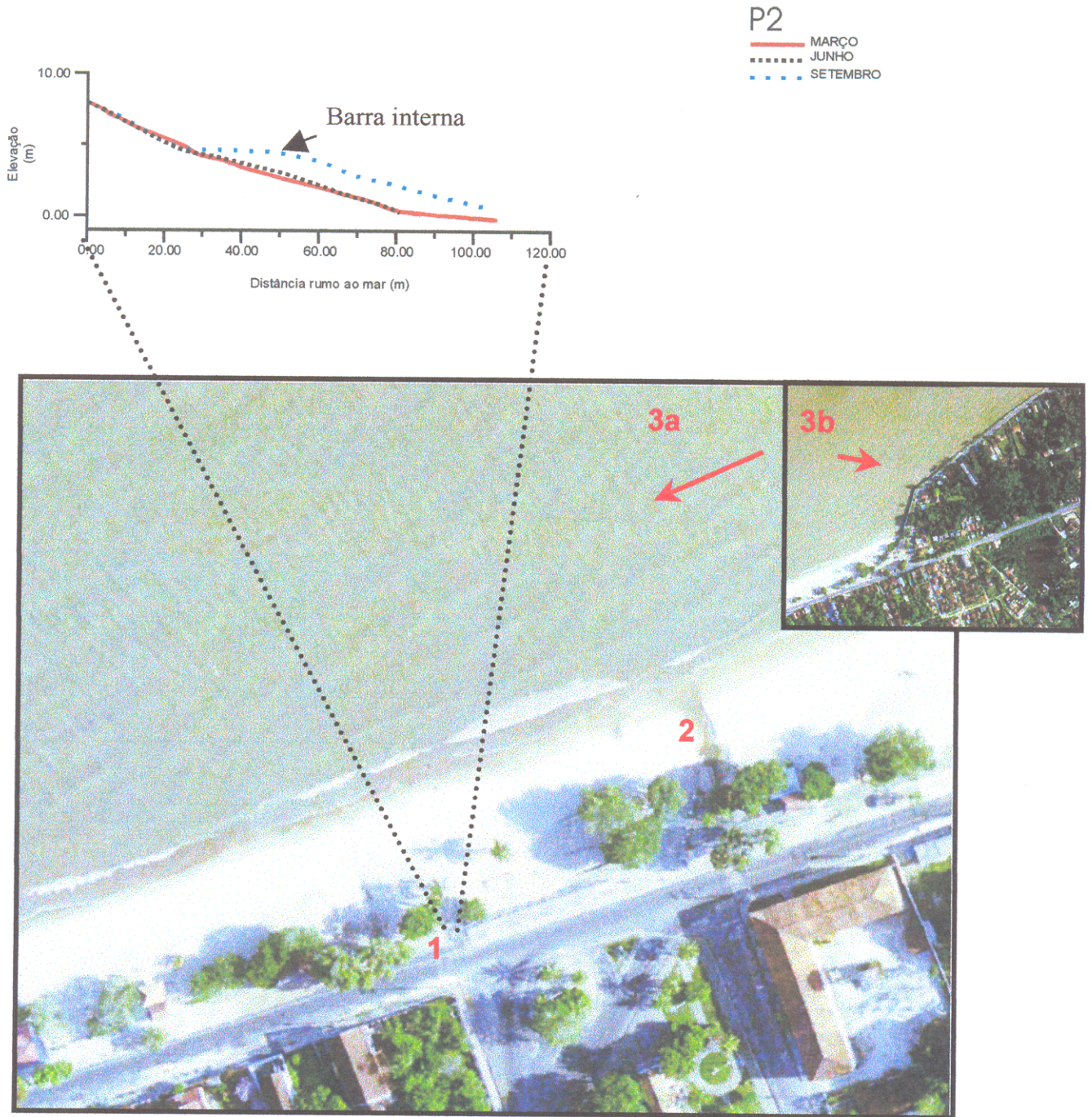


Figura 32. Fotografia aérea mostrando: (1) local do perfil P2, na praia do Chapéu Virado, ao lado do Carramanchão; (2) esgoto; (3a) deriva litorânea, causada pela difração das ondas a montante da praia (3b).

No início do pós-praia da praia do Chapéu Virado, em março, ocorre uma quebra na linha de preamar de sizígia, em junho, esta ruptura estava mais suave e avançou no perfil 4,80 m, rumo ao continente (*landward*). Em setembro, esta quebra ocorreu a 19,20 m do início da praia. O pós-praia estendeu-se, mantendo um declive plano e extenso em setembro, e mais inclinado e estreito em março e junho. A faixa de vegetação, de pequeno porte, mencionada no perfil P1, logo acima da linha de maré alta, foi verificada neste perfil, porém, somente em junho.

A zona de intermaré em março, ocorre numa largura de 33,5 m e um gradiente de 1:0.10. Esta faixa diminuiu em setembro para 25 m, com um gradiente de 1:0.14, em junho, apresentou-se bem estreita e com gradiente um pouco mais acentuado de 1:0.15. Em junho, esta zona foi acrescida no perfil, e em setembro, apresentou um engordamento mais expressivo, com a aparição de uma barra interna, a qual estendeu-se até a zona de inframaré, indicando um aumento gradativo de material arenoso de junho para setembro.

Na praia do Murubira (Figura 33), o pós-praia foi observado somente em março com uma largura de 3,75 m, sem alteração no gradiente. Nos demais períodos, essa zona foi ausente.

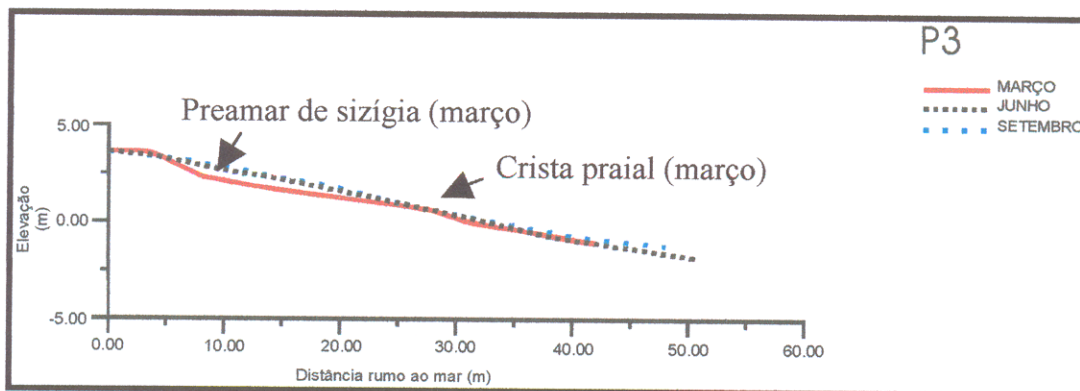


Figura 33. Nivelamento topográfico trimestral do P3 (praia do Murubira).

Em junho, a zona de intermaré, apresentou uma extensão de 36,50 m e um gradiente de 1:0.09; em março, esta foi diminuída para 23,75 m e um gradiente de 1:0,15 e, em setembro, esta zona alargou novamente, para 29,25 m e um gradiente de 1:0.12. Em março, verificou-se uma ruptura do relevo, na linha de preamar de sizígia, seguida de uma crista na linha de baixamar de sizígia. Nos outros períodos, a intermaré, apresentou-se bem aplainada, com engordamento dos perfis. Nesta zona, surgiram ainda, marcas de escoamento bifurcadas associadas com as meandranes (*Bifurcating/meandering rill marks*), formadas dentro do fluxo de uma fina camada

de água sobre os sedimentos superficiais na descida da maré (Figura 34), resultando em uma zona saturada.

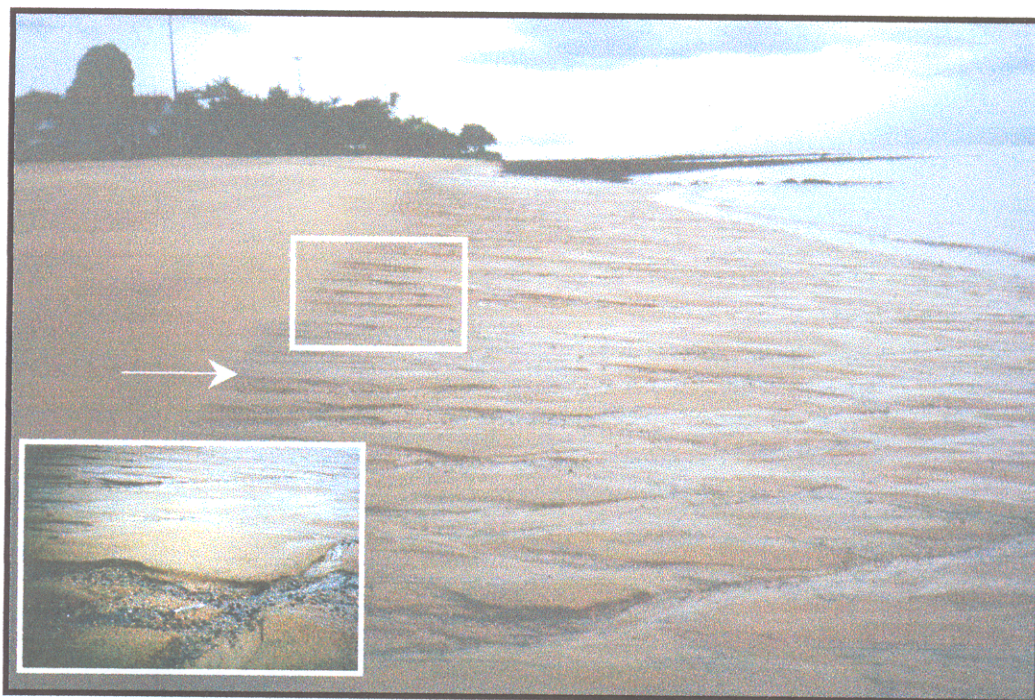


Figura 34. Marcas de escorrimento (*Bifurcating rill marks* associadas com *meandering rill marks*) na zona de intermaré. (praia do Ariramba, Junho/2000). A seta indica o sentido do fluxo (*down-current*). Em destaque, a granulometria grosseira logo abaixo da fina camada de material mais fino.

A zona de inframaré, também mostrou-se aplainada nos três períodos, com o mesmo comportamento da zona de intermaré.

A praia do Murubira (Figura 35), não apresentou a zona de pós-praia nos três períodos de campo.

A zona de intermaré, apresentou em março, uma largura de 32,66 m e um gradiente de 1:0.11; em junho aumentou para 44,73 m e um gradiente de 1:0.08.

Entre março e junho, não houve alterações significativas nesta zona, ocorrendo apenas um crescimento em junho.

Este perfil apresentou informações somente no decorrer de março e junho, em função de problemas ocorridos no campo.

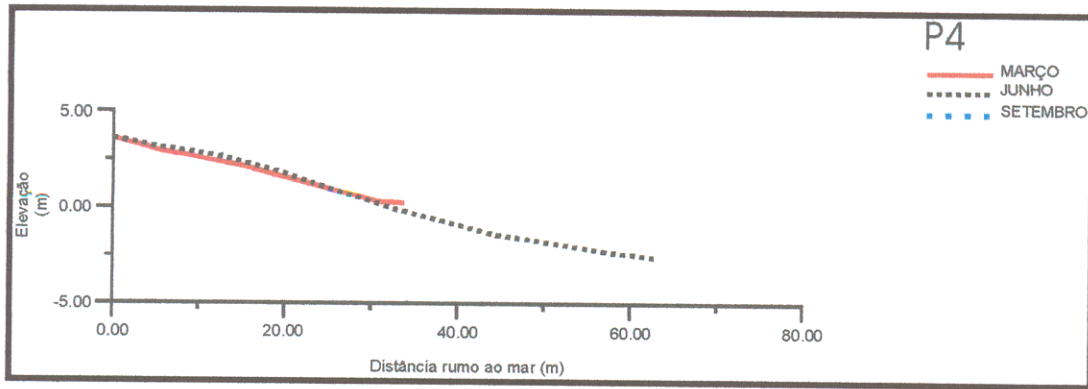


Figura 35. Nivelamento topográfico trimestral do P4 (praia do Murubira).

O levantamento topográfico trimestral, dos 32 perfis praias (P1 – P11), durante as marés de sizígia, revelaram um padrão de variação sazonal em algumas praias (setor II). A largura das praias, variou entre 22,05 m, na praia do Marahu, à 152,72 m na praia do São Francisco, com gradientes, entre 1:0.006 e 1:0.4. Em geral, a zona do pós-praia foi estreita e, a zona de intermaré mais larga (Figura 03). As principais formas verificadas foram, as escarpas na zona do pós-praia, barras internas na zona de intermaré e, barras arenosas na zona de inframaré.

Tabela 03. Largura (m) e gradiente das Zonas do Pós-praia e Intermaré, dos perfis praias levantados (março, junho e setembro de 2000).

Setor	Praia	Perfil	MESES (2000)	Pós-praia		Intermaré	
				largura	gradiente	largura	gradiente
I	Paraíso	P11	MARÇO	6,62	1:0.2	48,88	1:0.07
	Paraíso	P11	JUNHO	18,50	1:0.07	30,55	1:0.1
	Paraíso	P11	SETEMBRO	8,25	1:0.1	29,61	1:0.1
	Marahu	P10	MARÇO	14,70	1:0.2	7,35	1:0.4
	Marahu	P10	JUNHO	32,34	1:0.1	85,26	1:0.04
	Marahu	P10	SETEMBRO	30,87	1:0.1	57,33	1:0.06
	Marahu	P9	MARÇO	16,82	1:0.05	17,0	1:0.2
	Marahu	P9	JUNHO	26,09	1:0.02	40,50	1:0.08
	Marahu	P9	SETEMBRO	10,73	1:0.03	38,50	1:0.09
	Marahu	P8	MARÇO	16,96	1:0.03	17,75	1:0.1
	Marahu	P8	JUNHO	20,48	1:0.04	27,69	1:0.1
	Marahu	P8	SETEMBRO	15,68	1:0.02	31,24	1:0.2
	São Francisco	P7	MARÇO	11,62	1:0.01	102,92	1:0.03
	São Francisco	P7	JUNHO	18,26	1:0.06	134,46	1:0.02
	São Francisco	P7	SETEMBRO	11,62	1:0.02	111,22	1:0.03
	Ariramba	P6	MARÇO	-	0	29,60	1:0.07
	Ariramba	P6	JUNHO	3,20	1:0.07	44,80	1:0.08
	Ariramba	P6	SETEMBRO	-	0	32,0	1:0.09
	Ariramba	P5	MARÇO	2,58	1:0.06	45,15	1:0.07
	Ariramba	P5	JUNHO	12,25	1:0.06	41,28	1:0.08
Ariramba	P5	SETEMBRO	3,22	1:0.04	36,76	1:0.09	
II	Murubira	P4	MARÇO	3,75	-	23,75	1:0.1
	Murubira	P4	JUNHO	-	-	36,50	1:0.09
	Murubira	P4	SETEMBRO	-	-	29,25	1:0.1
	Murubira	P3	MARÇO	-	-	32,66	1:0.1
	Murubira	P3	JUNHO	-	-	44,73	1:0.08
	Murubira	P3	SETEMBRO	-	-	46,15	1:0.07
	Chapéu Virado	P2	MARÇO	34,40	1:0.1	33,50	1:0.1
	Chapéu Virado	P2	JUNHO	34,00	1:0.08	23,00	1:0.1
	Chapéu Virado	P2	SETEMBRO	47,20	1:0.06	25,00	1:0.1
	Farol	P1	MARÇO	51,46	1:0.01	25,73	1:0.1
	Farol	P1	JUNHO	57,27	1:0.01	5,60	1:0.6
	Farol	P1	SETEMBRO	53,12	1:0.006	19,09	1:0.1

8. VARIABILIDADE SEDIMENTAR DAS PRAIAS ESTUARINAS DA ILHA DO MOSQUEIRO.

Em todas as amostras sedimentares (84) analisadas, as frações areia predominaram, com uma representação de 64,04%; ocorreram em menor proporção, areias com cascalho esparso (31,46%) e areias com cascalho 4,49%. A média das mesmas foi, areia média, com 57,38%, para 28,09% de areia fina e 14,61% de areia grossa.

Em geral, a análise da média das amostras em cada trecho do perfil praial, apresentaram um predomínio de areia média (82%) no pós-praia, com exceção do P2 (setembro), P5 (junho), P6 (junho/setembro) e P11 (junho), que apresentaram areia fina (18%) (Figura 36).

Na zona de Intermaré superior, predominaram também a areia média (64%), com exceção dos perfis P2, P4, P11 (todos em março), P5 (junho), P6 (junho/setembro), P10 (setembro), que obtiveram valores de amostras para areia fina (25%), e os perfis P1 e P2 (setembro) e P8 (junho), que apresentaram areia grossa (11%) (Figura 36).

Na zona de Intermaré inferior, as respostas obtidas foram bem distintas das anteriores, com o predomínio de areia fina (39%), seguida da areia grossa (36%), e em menor quantidade areia média (25%) (Figura 36).

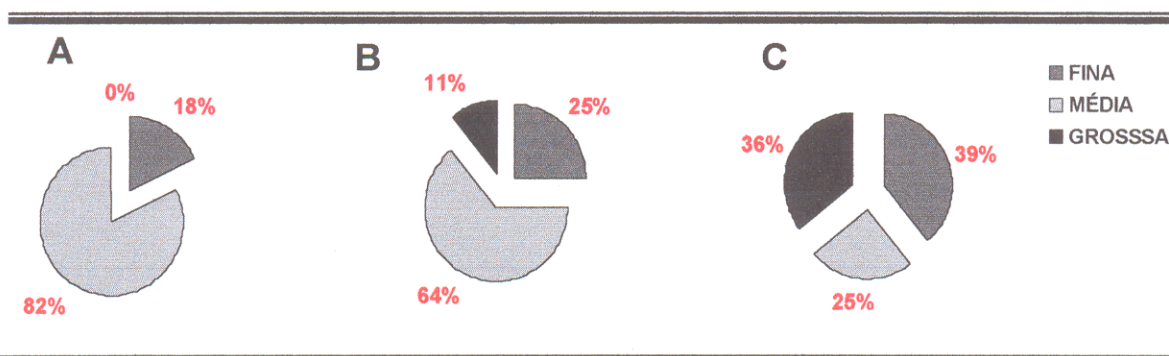


Figura 36. Percentuais da média granulométrica em cada trecho do perfil: (A) Pós-praia, (B) Zona de Intermaré superior e, (C) Zona de Intermaré inferior (março, junho e setembro de 2000).

Quanto ao selecionamento, assimetria e curtose, as amostras sedimentares foram predominantemente, bem selecionadas (49%), aproximadamente simétricas (55%), e mesocúrticas (60%) .

A variabilidade sazonal ocorreu no pós-praia, nos três períodos, com predomínio de 100% de areia média em março, em junho, esta porcentagem caiu para 73%, e exibiu 27% de areia fina. Em setembro, estes percentuais variaram novamente, voltando a aumentar a porcentagem da areia média (82%) e, diminuir a areia fina (18%). Nesta zona, não ocorreram frações de areia grossa, nos três períodos.

Na zona de intermaré superior, em março, as amostras apresentaram frações de areias médias (50%) e areias finas (50%). A partir de junho, apareceram além das areias finas (18%), as frações de areia grossa (9%), entretanto, as frações médias (73%) ainda foram predominantes. Em setembro, as amostras apresentaram frações de areias finas e grossas, numa mesma porcentagem, de 18% para 64% de areia média.

Na zona de Intermaré inferior, em março, dominaram as frações de areias grossas (50%), para 33% de areias finas e uma pequena porcentagem de areias média (17%). Em junho, a fração de areia grossa decresceu (36%), aumentando os grãos de areias médias (37%) e diminuindo as frações de areia fina (27%). Em setembro, as frações de areias finas foram predominantes, com 55%, para 27% de areias grossas e 18% de areias médias.

8.1. VARIABILIDADE SAZONAL DOS SEDIMENTOS DO SETOR I

A análise das amostras de sedimentos da praia do Ariramba (Figura 37), em junho, mostram o pós-praia e a intermaré superior recobertos por areia fina, enquanto que na zona de intermaré inferior, dominaram frações de areia média. Em setembro, a situação se inverteu, no pós-praia e intermaré superior ocorreram areia média, e na intermaré inferior, areia fina. O valor médio, da mediana e da média, nos três setores em dois períodos, foram de $1,961\phi$ (areia média).

O selecionamento nas amostras deste perfil, em dois períodos, indicam que, em março, os três setores estavam bem selecionados, alterando somente na intermaré superior, em setembro, quando estavam moderadamente selecionados.

Em junho, a assimetria das amostras sedimentares, estava aproximadamente simétrica no pós-praia, assimetricamente positiva na intermaré superior e, assimetricamente negativa na intermaré inferior. Em setembro, as amostras variaram um pouco nestes setores do perfil, estavam assimetricamente positivas no pós-praia, e aproximadamente simétrica nas intermaré superior e inferior.

A curtose, em junho, estava no pós-praia e intermaré superior com frações mesocúrticas e, na intermaré inferior, curtose leptocúrtica, enquanto que, em setembro, as amostras estavam mesocúrticas nos três setores.

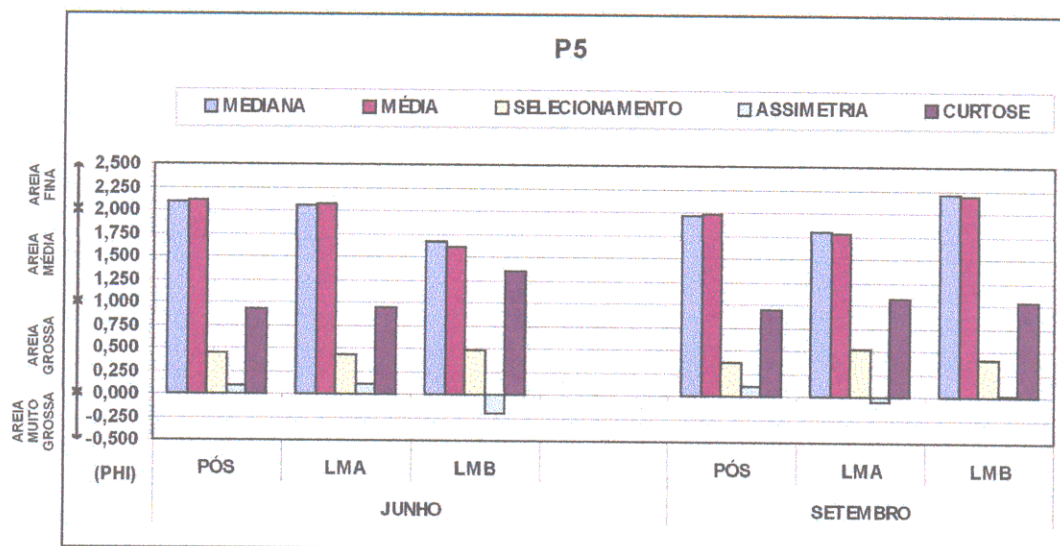


Figura 37. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P5 (praia do Ariramba).

Na praia do Ariramba (Figura 38), em março, a média e mediana estavam com valores para, areia fina no pós-praia, e areia grossa na intermaré superior. Em setembro, os setores da intermaré superior e da intermaré média apresentaram areia fina, e na intermaré inferior, areia média. A média e a mediana obtiveram valores médios de 1,999φ (areia média) em dois meses, nos três setores.

O grau de selecionamento, em junho, variou de bem selecionado no pós-praia e intermaré superior, para pobremente selecionado na intermaré inferior. Em setembro, devido o pós-praia ter sido preenchido pela intermaré, os dados foram os seguintes: a intermaré superior e intermaré média, estavam bem selecionadas e a intermaré inferior, continuavam pobremente selecionadas.

A assimetria não variou em junho, com amostras aproximadamente simétricas nos três setores. Em setembro, ocorreram mudanças em todos os setores, a intermaré superior estava aproximadamente simétrica, a intermaré média, assimetricamente negativa e a intermaré inferior, assimetricamente muito negativa.

Os valores da curtose estiveram mesocúrticas em junho, no pós-praia, na intermaré superior, e platicúrtica na intermaré inferior. Em setembro, a curtose passou de mesocúrtica na intermaré superior, para leptocúrtica na intermaré média e platicúrtica na intermaré inferior.

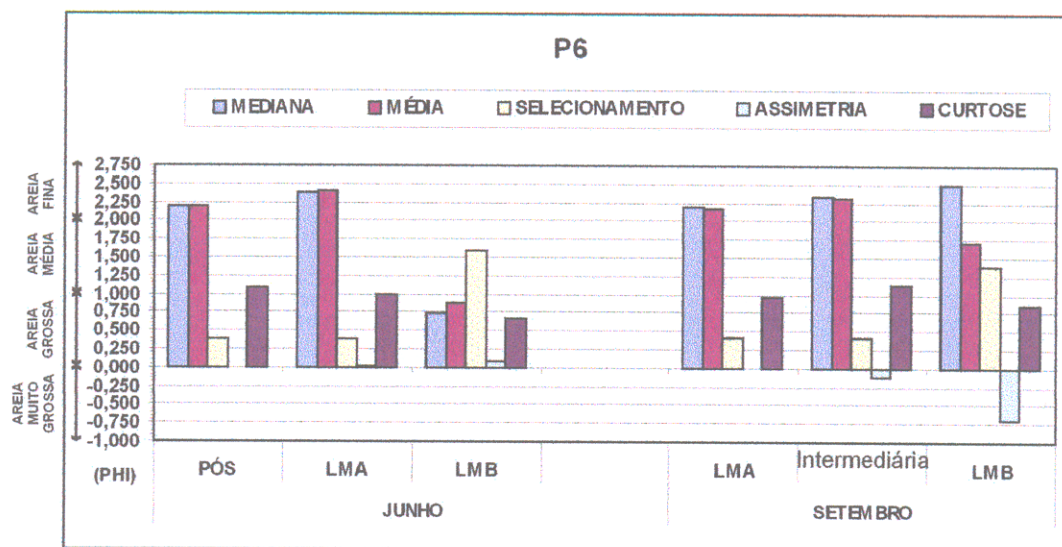


Figura 38. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P6 (praia do Ariramba).

Na praia do São Francisco (Figura 39), em junho, o pós-praia e a intermaré superior, apresentaram, areia média e, a intermaré inferior, areia grossa. Em setembro, as frações de areias estavam com valores para areia média, para os três setores. A média dos valores da mediana e média, em dois meses de análise, foi de 1,390φ (areia média).

O selecionamento destas amostras, em junho, mostraram-se muito bem selecionadas no pós-praia, bem selecionadas na intermaré superior e moderadamente selecionadas na intermaré inferior. Em setembro, as zonas do pós-praia e da intermaré inferior, estavam moderadamente selecionadas.

A assimetria, em junho, foi aproximadamente simétrica no pós-praia e na intermaré inferior e, assimetricamente negativa, na intermaré superior. Em setembro, aproximadamente simétrica na intermaré superior e, assimetricamente negativa no pós-praia e na intermaré inferior. A curtose nos dois períodos, estiveram mesocúrtica na intermaré superior e inferior, e leptocúrtica no pós-praia.

simétricas, no pós-praia e na intermaré superior, e amostras com assimetria negativa, na intermaré inferior. Em setembro, as frações granulométricas, estavam aproximadamente simétricas no pós-praia e, amostras com assimetria negativa, na intermaré superior e inferior.

A curtose variou em março de mesocúrtica na intermaré superior, para leptocúrtica no pós-praia e intermaré inferior. Em junho e setembro, as amostras estiveram nos três setores, mesocúrticas.

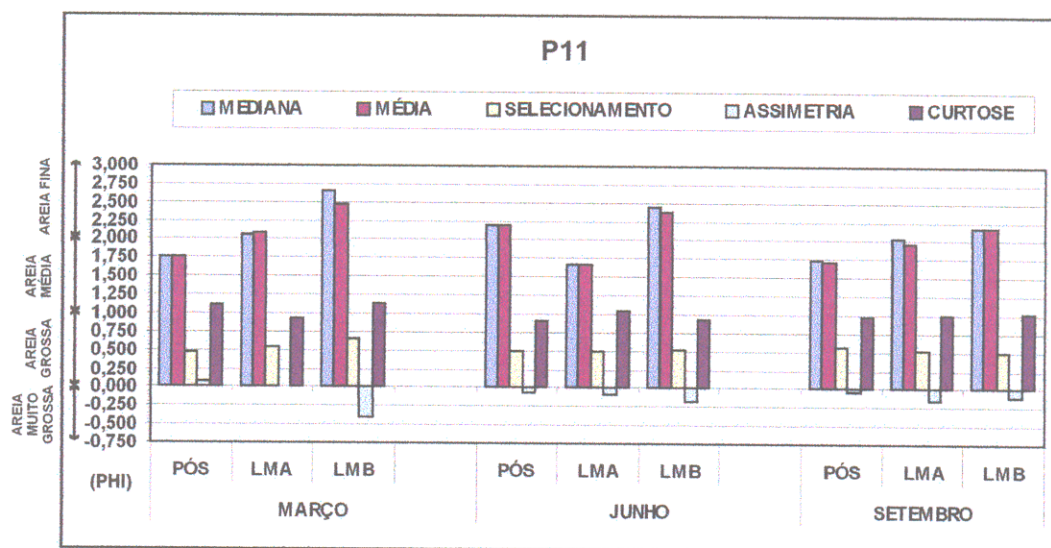


Figura 43. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P11 (praia do Paraíso).

8.2. VARIABILIDADE SAZONAL DOS SEDIMENTOS DO SETOR II

Na praia do Farol (Figura 44), a média e a mediana, indicaram em março a predominância de areia média no pós-praia, areia média e grossa na intermaré superior e, areia grossa na intermaré inferior. Em junho, predominaram areia média no pós-praia e intermaré superior, e areia grossa e média, na intermaré inferior. Em setembro, as amostras do pós-praia, apresentaram areia média e, as intermarés, superior e inferior, amostras com frações de areia grossa. A média, dos valores da mediana e da média, em três períodos de análises, foram de 1,672φ (areia média) no pós-praia, 1,204φ (areia média) na intermaré superior, e 0,644φ (areia grossa) na intermaré inferior.

O selecionamento das amostras sedimentares, indicaram em março, amostras moderadamente selecionadas no pós-praia e na intermaré inferior e, grãos bem selecionados na

intermaré superior. Em junho, o grau de selecionamento, passou de bem selecionado no pós-praia, para moderadamente selecionado na intermaré superior e, pobremente selecionado na intermaré inferior. Em setembro, as amostras do pós-praia, continuavam bem selecionadas, assim como, as amostras da intermaré superior, continuavam moderadamente selecionadas, ocorrendo uma mudança apenas, na intermaré inferior, na qual as amostras, passaram a moderadamente selecionadas.

A distribuição da assimetria das várias frações, foi em três períodos de análises, aproximadamente simétrica no pós-praia, assim como, em junho e setembro, na intermaré superior e, em março, na intermaré inferior. As amostras arenosas, apresentaram valores para assimetria positiva na intermaré superior, em março, e valores negativos de assimetria na intermaré inferior, em junho e setembro. A curtose passou de mesocúrtica, no pós-praia e na intermaré superior, à leptocúrtica na intermaré inferior, em março, voltando a curva de distribuição mesocúrtica, em junho e setembro, nos três setores.

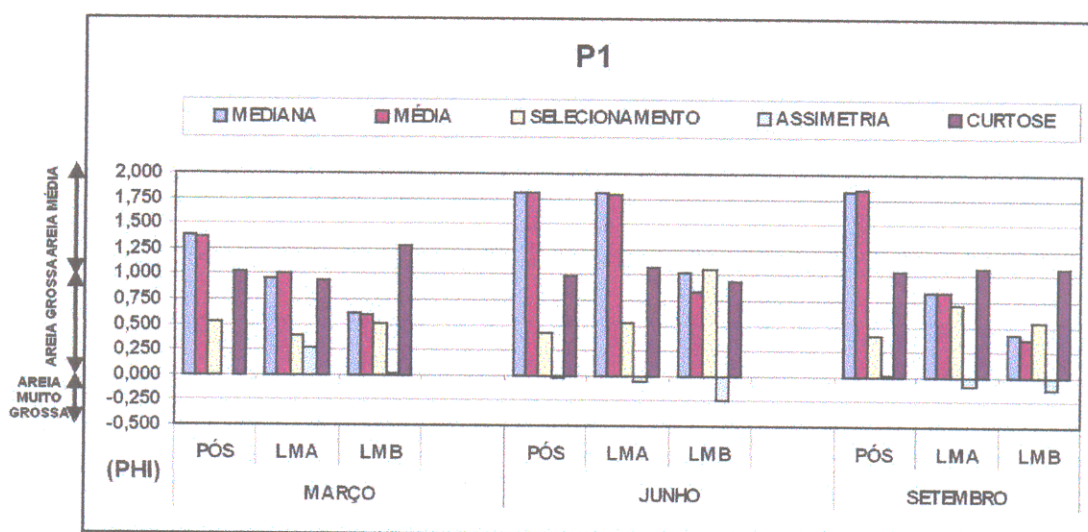


Figura 44. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P1 (praia do Farol).

Na praia do Chapéu Virado (Figura 45), a média e a mediana das amostras sedimentares, demonstraram em março, no setor do pós-praia e na intermaré inferior, areia média, com exceção da intermaré superior, que teve areia fina. Em junho, os três setores apresentaram amostras com areia média. Em setembro, dominaram areias finas, no pós-praia e na intermaré inferior, enquanto que, na intermaré superior, a predominância foi de areia grossa. A média, dos valores da mediana

e média das frações, em três meses de campo, variaram de 2,039φ (areia fina) no pós-praia, para 1,452φ (areia média) na intermaré superior, e 1,810φ (areia média) na intermaré inferior.

O selecionamento em março, das amostras sedimentares, estavam bem selecionadas no pós-praia, muito bem selecionadas na intermaré superior e, moderadamente selecionadas na intermaré inferior. Em junho, as amostras do pós-praia, ainda estavam bem selecionadas, entretanto, na intermaré superior, as amostras estavam moderadamente selecionadas e, na intermaré inferior, pobremente selecionadas.

A assimetria das amostras, em março, foi aproximadamente simétrica na intermaré inferior à assimetricamente positiva, no pós-praia e na intermaré superior. Em junho, as amostras do pós-praia, estavam aproximadamente simétricas, as amostras sedimentares da intermaré superior, apresentavam assimetria negativa e, a intermaré inferior, apresentava valores para amostras com assimetria muito negativa. A curtose das amostras do pós-praia e da intermaré inferior, estavam mesocúrticas, em março, enquanto que, as amostras da intermaré superior, estavam platicúrticas. Em junho, apenas as amostras do pós-praia, apresentaram o mesmo resultado de março, os outros setores, estavam inversos, a intermaré superior, mesocúrtica e, a intermaré inferior, platicúrtica.

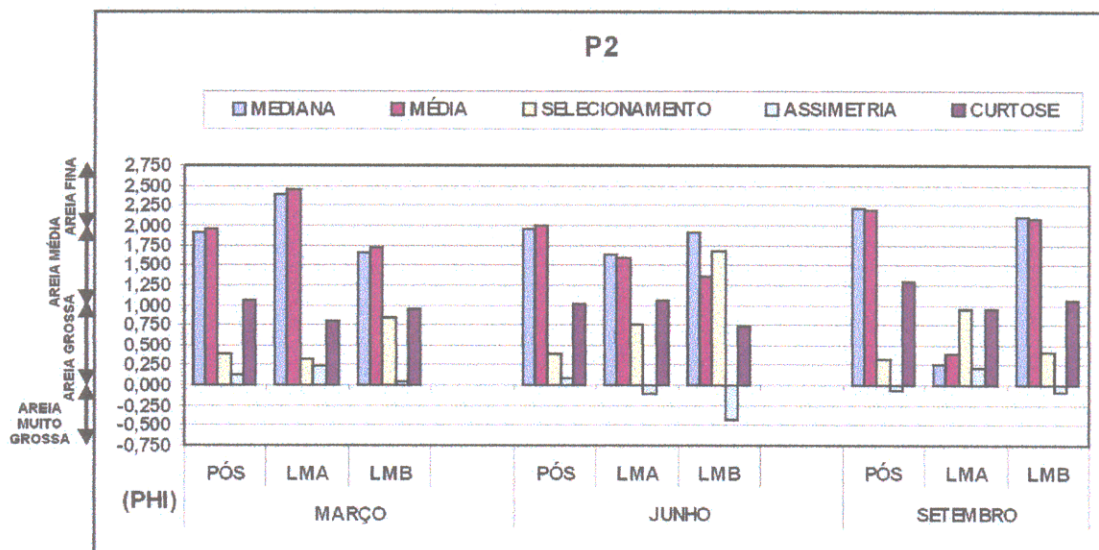


Figura 45. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P2 (praia do Chapéu Virado).

Na praia do Murubira (Figura 46), as amostras sedimentares, apresentaram valores de média e mediana para areia média na intermaré superior e intermaré média, e em junho, areia fina

na intermaré inferior. Em setembro, ocorreram areias médias tanto no pós-praia como na intermaré superior e, areia fina na intermaré inferior. A fração de menor valor, 1,768 ϕ (areia média) foi encontrada na intermaré média, em setembro, e o valor máximo 2,424 ϕ (areia fina) foi encontrado na intermaré inferior, em junho. A média dos valores da mediana e média, nos três setores, em dois meses, foram de 2,00 ϕ (areia média e fina).

Em junho, o grau de seleção, na intermaré superior e porção média da intermaré, mostraram amostras bem selecionadas, e na intermaré inferior, amostras moderadamente selecionadas. Em setembro, verifica-se que as amostras nas intermarés superior e inferior, estavam bem selecionadas, e na porção da intermaré média, moderadamente selecionadas.

A assimetria em junho, foi aproximadamente simétrica nas amostras da intermaré superior e intermaré média, na intermaré inferior, as frações granulométricas, apresentaram assimetria negativa. Em coleta feita em setembro, verifica-se que as amostras apresentaram valores de assimetria negativa, tanto na porção média da intermaré quanto na intermaré inferior, na intermaré superior, estavam aproximadamente simétricas.

A curtose em junho apresentou amostras com curvas mesocúrticas, na intermaré superior e leptocúrtica na intermaré média e inferior. Em setembro, as amostras estavam leptocúrticas, nos três setores.

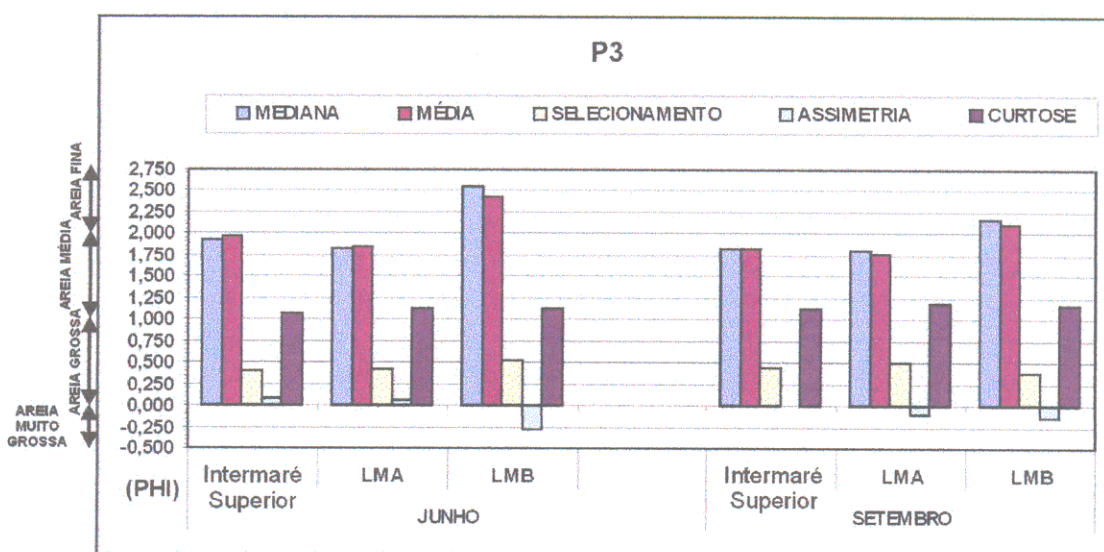


Figura 46. Análise estatística (mediana, média, seleção, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P3 (praia do Murubira).

Na zona de intermaré superior da praia do Murubira (Figura 47), em março, as frações de areias médias predominaram e, nas zonas de intermaré média e na intermaré inferior, areia fina. Em junho, predominavam sedimentos de areia média, nos três setores. Em setembro, ainda dominavam sedimentos de areia média na intermaré superior e intermaré média, sendo que, na intermaré inferior, as amostras foram de areia fina. O valor médio, nos três períodos, da média e mediana foram, de $1,927\phi$ (areia média) na LMA, $1,915\phi$ (areia média) na intermaré média e $2,065\phi$ (areia fina) na LMB.

O selecionamento das amostras desta praia, em março, estavam muito bem selecionadas na intermaré superior e, bem selecionadas, na intermaré média e intermaré inferior. Em junho, as amostras analisadas, estavam bem selecionadas nos dois primeiros setores, e moderadamente selecionada na intermaré inferior. Em setembro, as amostras sedimentares, estavam bem selecionadas, na intermaré superior e inferior e, muito bem selecionadas, na intermaré média.

Em setembro, a assimetria nestes sedimentos, apresentaram-se aproximadamente simétricos, nos três setores. Em junho, os sedimentos da intermaré superior e, da intermaré média, também estavam aproximadamente simétricos, todavia, os sedimentos da intermaré inferior, estavam com assimetria negativa. Em março, as amostras da intermaré superior e inferior, estavam com valores de assimetria positiva e, as amostras da porção média da intermaré, aproximadamente simétricas.

Em relação à curtose, os dados mostraram que, em março, as amostras sedimentares da intermaré superior e intermaré média, estavam platicúrticas e, as amostras da intermaré inferior, mesocúrticas. Em junho, os três setores, apresentaram amostras com a curva de distribuição leptocúrticas, voltando novamente, em setembro, a ter valores de curvas de distribuição mesocúrticas, nos três setores.

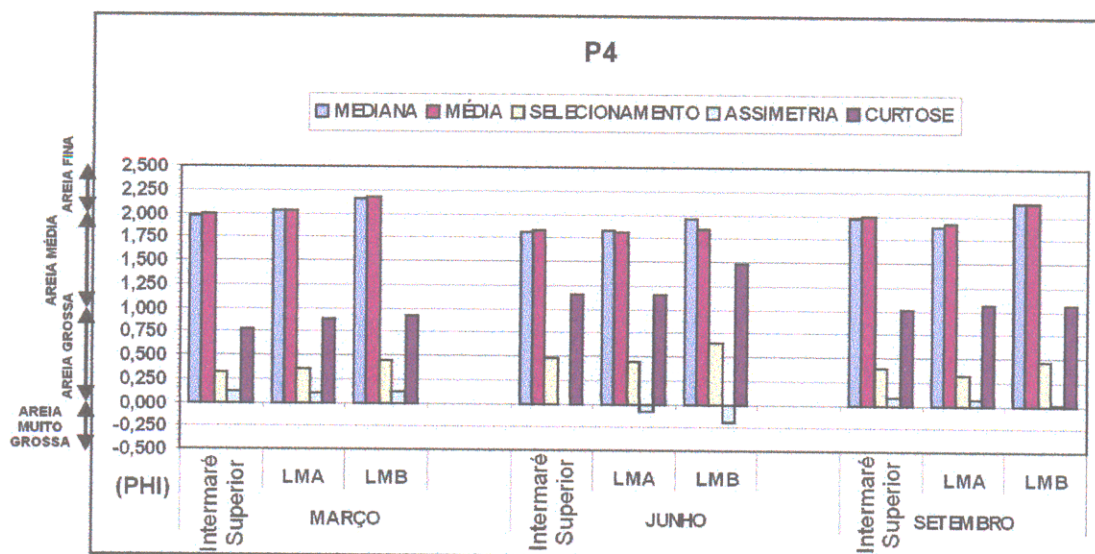


Figura 47. Análise estatística (mediana, média, selecionamento, assimetria, curtose) das amostras sedimentares do perfil P4 (praia do Murubira).

9. DISCUSSÕES

A presença de promontórios sucessivos na Ilha do Mosqueiro, exerce uma influência importante sobre as ondas e as correntes de marés, na dispersão e deposição dos sedimentos, e por conseguinte na evolução da linha de costa. Promontórios não só capturam a energia da onda causando um raio de convergência, mas também eles têm uma tendência para impulsionar os fluxos de maré, criando um redemoinho de maré (Robinson, 1983. *Apud*: Carter, 1988). As correntes de maré, segundo Downing (1983. *Apud*: Nordstrom, 1989), são mais rápidas, onde as praias estão localizadas próximas a canais de maré, promontórios, ou a construções na baía. Quando estas correntes de marés, operam junto às ondas, efetuam grandes mudanças nas praias. Nestas ocasiões, estas correntes podem resultar em correntes tão fortes quanto, às observadas em praias oceânicas (Nordstrom, 1977).

As praias da Ilha do Mosqueiro, influenciadas por amplitudes de meso-maré (3,5 m), e baixa energia de ondas, apresentaram perfis com características semelhantes ao padrão de perfil praial de meso-maré. Neste modelo, as mudanças morfológicas são caracterizadas, pela retirada de material sedimentar da face praial, mas com pouca ou, nem uma mudança de inclinação do perfil praial (Freire & Andrade, 2000). Estas mudanças, são associadas a variações temporárias na deriva litorânea devido à variabilidade de direção de ventos e orientação da linha costeira (Nordstrom & Jackson, 1992; Freire & Andrade, *op cit.*).

Hoefel (1998), ressaltou um outro aspecto comum a todas as praias meso/macro-marés, que seria a exibição de um padrão refletivo na maré alta e, de outro mais dissipativo na maré baixa e intermediária. Porém, que estas praias sob ação de ondas altas, sofreriam escarpamento das porções superiores do perfil praial e, passariam a ser dominadas por condições mais dissipativas também. Tornando-as, então, bem mais estáveis, espacial e temporalmente. Levoy *et al.* (2000), também, destaca uma extrema diferença entre as zonas de linha de maré alta e linha de maré baixa de praias de meso e macro marés para, praias de macro maré: (i) As primeiras, geralmente formariam, uma preamar média de sizígia reflectiva e uma baixamar média de sizígia intermediária a dissipativa, enquanto que, (ii) as macro marés, apresentariam um perfil reflectivo a intermediário na linha de maré alta média de sizígia, uma linha de maré alta média de quadratura dissipativa e, uma baixamar média de quadratura extremamente dissipativa (Jago & Hardisty, 1984; Horn, 1993; Masselink & Hegge, 1995; Levoy et al., 2000).

Nordstrom (1992), descreve essas mudanças morfológicas de praias estuarinas em três modelos de perfis (Figura 48), (i) o primeiro, seria em resposta a ondas de alta energia, envolvendo retrabalhamento dos sedimentos do estirâncio superior e, deposição no estirâncio inferior, com a mudança para um perfil côncavo ascendente (*upward*); (ii) o segundo perfil, seria em resposta a uma variação da energia das ondas, envolvendo um pequeno deslocamento do perfil; (iii) o terceiro, corresponderia à resposta principal de perfil típico de praias estuarinas, com o deslocamento do perfil de praia inteiro rumo ao continente (*landward*), enquanto o declive do perfil é mantido.

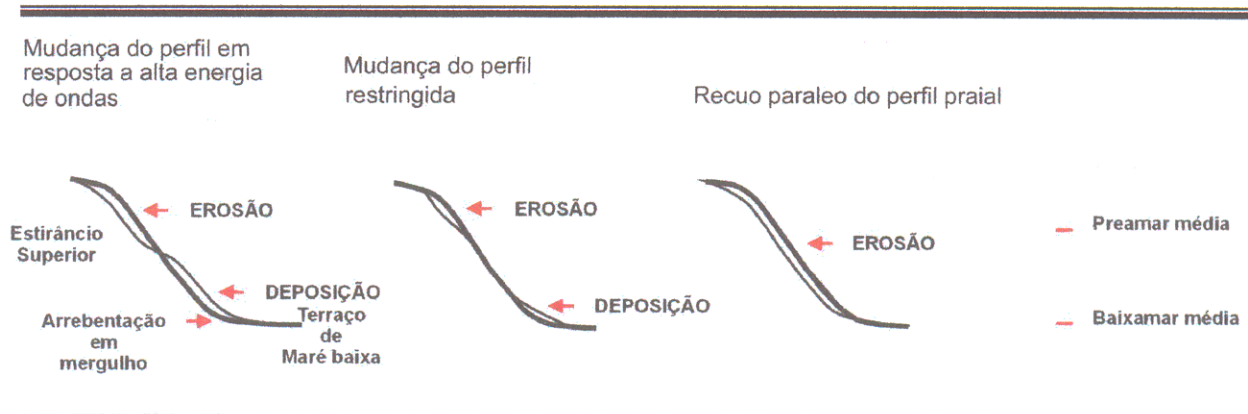


Figura 48. Mudanças morfológicas de praias estuarinas (Modificado de Nordstrom, 1992).

Na Ilha do Mosqueiro, as praias do setor I, apresentaram semelhanças com os três modelos de perfis, enquanto que, no setor II, as praias tenderam mais para o modelo de recuo paralelo do perfil praial, na zona de intermaré superior, enquanto o declive do perfil foi mantido.

Estas mudanças de morfologia praial, advêm de uma complexa relação entre as formas deposicionais e os processos hidrodinâmicos. Masselink & Hegge (1995), estudando as mudanças morfológicas em praias arenosas, durante os ciclos de marés, registraram mudanças rítmicas no estirâncio (*foreshore*) dos perfis praiiais. Estas mudanças rítmicas da zona de estirâncio, associadas aos ciclos de marés, variaram conforme a migração da zona de *swash* (fluxo) e *backwash* (refluxo). Acontece que, a taxa pela qual a maré translada pelo perfil – em função da amplitude de maré, estágio de maré e gradiente da praia – determina a duração dos processos hidrodinâmicos em cada nível do perfil da praia. As variações espaciais-temporais induzidas pela maré em processos hidrodinâmicos somam a outros níveis de complexidade de morfodinâmica de praia, e é responsável pela geração de um número distinto de tipos de praias.

Para Bascom (1951. *Apud*: Dubois, 1988), King (1959) e Komar (1976), a granulometria e o declive da praia estão diretamente relacionados um para o outro. No caso das praias em enfoque, tanto do setor I, quanto setor II, a areia da praia foi predominantemente areia média, com os sedimentos grossos confinados às zonas de intermaré e de inframaré, onde os perfis estiveram mais íngremes.

Wadell (1976. *Apud*: Nordstrom & Jackson, 1990), sugeriu que as diferenças na morfologia e magnitude das oscilações na zona de espraiamento (*swash*) durante os níveis de subida da maré, podem estar relacionadas ao grau de saturação da praia. Estas correlações ocorrem por causa da água que percola muito mais rapidamente dentro de areia grossa ou seixo e o retorno *backwash* (refluxo) ocorre com força muito reduzida. Conseqüentemente, o material grosso transportado, uma vez dentro do continente não pode ordinariamente retornar costa afora (*offshore*). Os sedimentos de praia movem-se costa adentro construindo um declive da praia. O declive de equilíbrio da face praial depende principalmente da quantia do refluxo perdido por filtração na praia (Komar, 1976).

As praias investigadas, de maneira geral, apresentaram estreitas faixas de pós-praia, com algumas escarpas nesta zona (praias de São Francisco e Marahu), zona de intermaré mais largas e íngremes, com exceção das praias do São Francisco e Paraíso, menos inclinadas nesta zona. A morfologia foi marcada pela presença de algumas barras internas (praias do Ariramba, São Francisco, Marahu, Farol, Chapéu Virado); crista a altura da linha de preamar de sizígia (praias do Marahu, Paraíso e Murubira) e baixamar de sizígia (praia do Paraíso e Murubira); e barras arenosas no início da zona de inframaré (praias do Ariramba, de São Francisco e do Marahu). A granulometria predominante em todas as praias, foi de areia grossa, média e fina.

Segundo Nordstrom (1992), praias de meso-maré possuem amplas barras paralelas ou sub-paralelas, que formam na zona de intermaré, uma topografia de banco e calha. Esta topografia, estaria relacionada à múltiplas barras "*nearshore*", formadas em baixa energia dissipativa.

Os segmentos praiais estudados, revelaram ainda, diferenças entre períodos sazonais: As praias do Setor I (praias do Ariramba, São Francisco, Marahu e Paraíso) não apresentaram uma sazonalidade marcante, registrando episódios de perdas e ganhos indiferentes às estações do ano, com exceção da praia do São Francisco, que apresentou um comportamento similar das praias do setor II (perda em março e ganho em setembro), em decorrência talvez, da Ponta de São

Francisco a montante da praia, que pode significar um filtro para a energia das ondas, que chegam a esta praia. As praias deste setor, apresentaram este comportamento diferenciado provavelmente, por ser um setor de maior atividade hidrodinâmica, conforme verificado pela análise granulométrica, onde evidenciou uma maior capacidade de transporte neste setor.

A praia do Ariramba (setor I), apresentou um comportamento inverso ao das praias do setor II, esse fato, sugere a existência de um provável transporte efetivo de sedimentos paralelamente à praia, com sentidos se invertendo ciclicamente ao longo do tempo. Foi observado, que na fase de perda no perfil P5 (setembro), houve ganho no perfil P6 (setembro), ambos na praia do Ariramba. Em março, houve ganho tanto no perfil P5, quanto no P6 (praia do Ariramba), mas houve perda nas praias do setor II, e na praia do São Francisco (setor II). Este transporte, entre os setores, pode estar sendo efetuado pelas correntes de marés, a exemplo da Baía de São Marcos (Maranhão), onde a disposição e migração de bancos arenosos, é fortemente controlada pela influência das correntes de maré (El-Robrini, 1990).

Na praia do Ariramba, afloram ainda os sedimentos do Grupo Barreiras na zona de intermaré inferior, que tem efeito atenuador da energia das ondas, alcançando a zona de intermaré já bastante dissipadas e, portanto, diminuindo a capacidade de retirada de material da zona de intermaré.

Uma análise da praia do Marahu (setor I), onde foram realizados, dois perfis próximos às extremidades (P8 e P10) e um, mais ao centro do arco praial (P10), possibilitou as seguintes indagações. Através da verificação dos perfis praias (Figura 49), notou-se que, o perfil P9, apresentou um perfil mais acrescido que o P8 e P10.

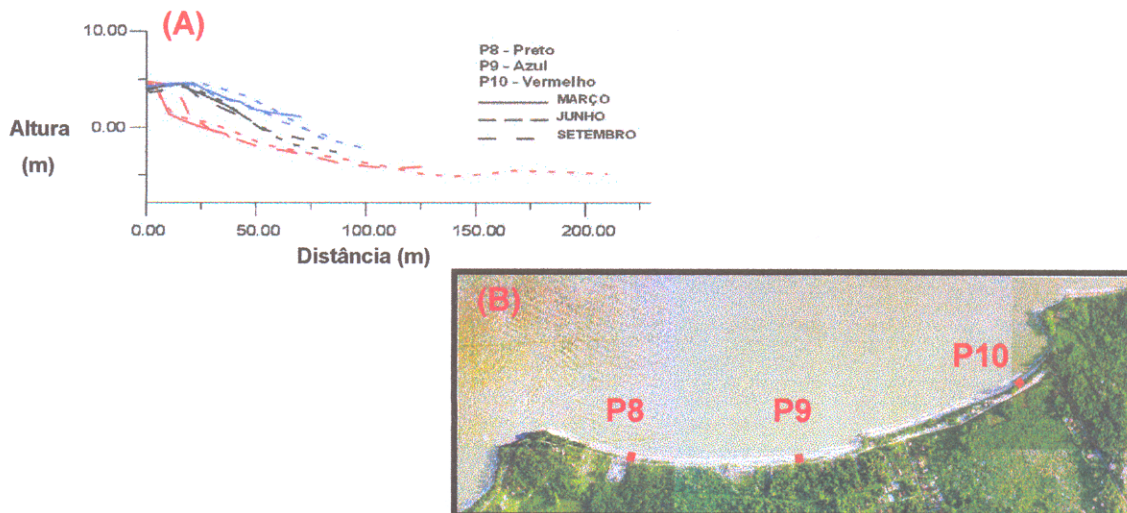


Figura 49. (A) Conjunto de perfis realizados na praia do Marahu. (B) fotografia aérea mostrando os locais destes perfis.

Este comportamento ao longo dos três períodos de estudo, significa que, possivelmente, o transporte paralelo à linha de costa (*longshore*) esteja sendo efetuado do setor da praia mais a montante (P10) para a jusante (P8) e fortemente, para o centro da praia (P9). Isto reflete, uma convergência de energia para o centro da praia (P9), devido à refração das ondas, pois é sabido, que em áreas com promontórios, os efeitos da deriva litorânea são visivelmente notados (Hoefel, 1998), contudo, a resposta da linha de costa à refração das ondas, é distinta nos lugares (Rosen & Leach, 1987. *Apud*: Nordstrom, 1992).

De acordo com Davis (1972, 1994), King (1959) e, Carter (1988), a refração se dá, quando as ondas entram e se expandem no embaiamento e, convergem para os promontórios projetados dentro do mar. Conseqüentemente, a energia das ondas é concentrada nos promontórios e é dissipada dentro do embaiamento. Desta forma, isto explicaria a maior deposição no centro da praia do Marahu (P9). Outro estudo relacionado à refração de ondas é o de Finkelstein (1982), que com base em estudos de diagramas de refração de ondas de praias de baías crenuladas, indica um padrão de baixa atividade da onda na zona de sombra e moderada a baixa energia no fim tangencial (Figura 50).

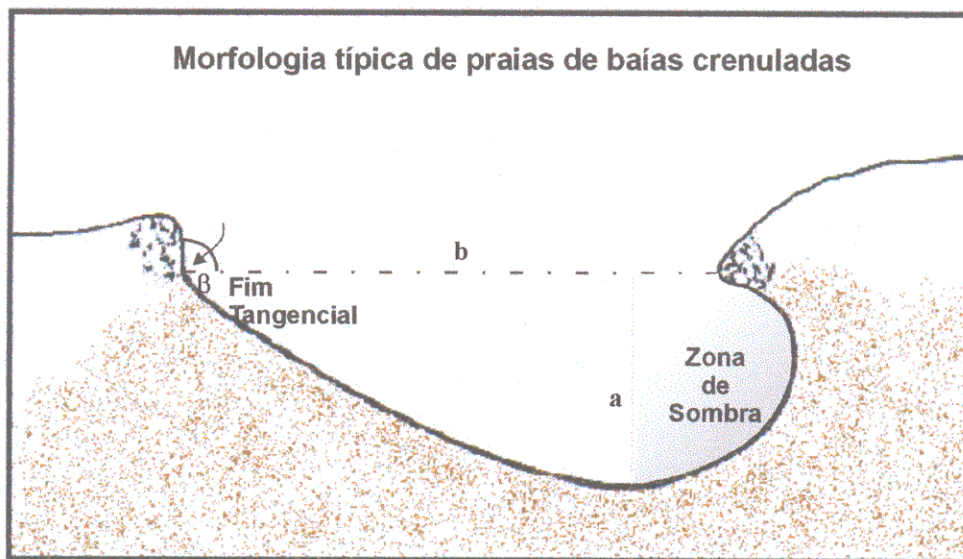


Figura 50. Morfologia típica de praias de baías crenuladas (*crenulate bay*), localizada entre dois promontórios. A zona de sombra está no promontório a barlar; e o fim tangencial no promontório a sotamar. As letras a e b ilustram o corte do comprimento da baía, e β é o ângulo predominante de aproximação da onda avaliado pela medida do ângulo entre a linha de costa do fim tangencial e a linha de costa do alinhamento do promontório (Modificado de Finkelstein, 1982).

Repercutindo numa dinâmica, que resulta em uma morfologia deposicional no fim tangencial, neutra no centro da praia e erosional na zona de sombra, o que se assemelhou somente com os resultados obtidos nos perfis P8 (deposicional) e P10 (erosional), da praia do Marahu.

Esta mesma dinâmica, foi encontrada na praia do Paraíso, que apresentou durante os três períodos de análise, areia média a fina, assimetria negativa a muito negativa, relacionada aos grãos mais finos, indicando ser esse setor, também um local de remoção de sedimento, ou seja, erosional. Quanto, ao perfil ser menos inclinado nesta praia, pode estar relacionado ao fato da ausência de frações grossas neste local.

As praias do setor II (praias do Farol, Chapéu Virado, Murubira) apresentaram um comportamento mais sazonal, com estreitamento do perfil em março (mais chuvoso) e, engordamento em setembro (menos chuvoso). Ocorre que, neste período, as ondas, associadas às marés de sizígia, tornam-se maiores, facilitando desta forma, a retirada de sedimentos da zona de intermaré. Esta sazonalidade foi descrita por Calliari & Klein (1993), o qual relata que a energia

moderada das ondas durante os meses de verão proporcionaria a presença do perfil de acreção e a formação de erosão estaria condicionada a ocorrência de ondas mais elevadas no inverno.

Quanto à descritiva estatística, dos setores I e II, foram similares à descrita por Dubois (1988), para sedimentos na praia de Delaware, onde a média das areias foi areia média, bem selecionada e aproximadamente simétrica, e também Nordstrom (1977), para sedimentos ao longo da costa de New Jersey.

Os grãos foram predominantemente bem selecionados, típico de ambientes praias, revelando pequenas variações de tamanho das amostras coletadas. O restante, esteve moderadamente selecionado e muito bem selecionado, com poucas amostras pobremente selecionadas (setor I/P1, P2; setor II/P6), associadas a areias grossas e médias. Segundo Nordstrom (*op cit.*), é comum em praias de areia grossa, particularmente próximo a áreas fontes, os grãos não serem retrabalhados livremente pelas ondas de praias estuarinas.

Quanto à assimetria, esta foi aproximadamente simétrica, nas amostras encontradas nos dois setores (I e II), podendo estar relacionada ao fato das ondas na Ilha do Mosqueiro, apresentarem uma variabilidade muito baixa, condição que, como observado por Nordstrom (1977. *Apud*: Bittencourt, 1992), induz aos mais consistentes valores baixos para a assimetria. Duane declarou que (1964. *Apud*: Ponçano, 1986), a assimetria é sensível ao ambiente, com sinal negativo, indicando remoção seletiva contínua, com sinal positivo, caracterizando zonas protegidas de deposição. Ponçano (1986), relatou que até o momento, a assimetria tem sido usada com êxito na distinção de ambientes em que predomina a deposição (assimetria positiva) daqueles caracterizados por remoção seletiva (assimetria negativa). Guillén & Jiménez (1995), sugeriram que em zonas de deposição, a capacidade de transporte longitudinal diminui (zona de baixa energia) enquanto que, em zonas de erosão a capacidade de transporte ao longo da praia aumenta (zona de alta energia). Com base nos valores de assimetria positiva a muito positiva, negativa a muito positiva, os setores I e II, apresentaram alguma diferença: No setor I, houve predomínio de assimetria negativa (erosão), mais expressivo em setembro, período de maiores velocidades do vento, aumentando a capacidade de transporte nesse setor. No setor II, em março e setembro, houve tendência a assimetria positiva (deposição). Isso permitiu deduzir, que ocorre um transporte longitudinal ao longo das praias da Ilha do Mosqueiro, em períodos distintos, sendo no entanto, menor no setor II.

Vale ressaltar nesse contexto, o trabalho de Hjulström (1939. *Apud*: Suguio, 1973), que estudando as relações entre granulometria dos sedimentos e o mecanismo de transporte por correntes aquosas, elaborou um gráfico, que relaciona os fenômenos de erosão, transporte e deposição com a velocidade da corrente e granulação dos sedimentos envolvidos. Com base nesse estudo, pôde-se inferir que no caso das amostras arenosas coletadas nos setores I e II, da Ilha do Mosqueiro, o material arenoso encontra-se totalmente na curva de transporte e deposição.

A curtose foi predominantemente, mesocúrtica, o que segundo Ponçano & Fulfaro (1994), indica áreas transicionais, com progressivo decréscimo de energia, em relação ao local de origem. A curtose, apresentou somente uma amostra fora do padrão geral, uma amostra muito leptocúrtica, encontrada na praia do Marahu (setor I). Valores de curtose muito altos ou muito baixos, conforme Suguio (1973), revelam que o material pode ter sido selecionado em um local de alta energia, depositado sem mudanças das características para outro ambiente, e misturado a outros sedimentos, em condições diferentes, possivelmente de baixa energia. Vale ressaltar, que esta praia, se encontra mais próxima à foz do estuário.

Os resultados apresentados para os parâmetros estatísticos em cada zona do perfil, mostraram também um padrão nos setores I e II, com predomínio de areia média no pós-praia, areia fina na zona de intermaré inferior e, areia grossa somente nas zonas de intermaré, aumentando em ocorrência, da zona de intermaré superior para a zona de intermaré inferior. Essa tendência, dos sedimentos mais grossos na parte superior e, mais finos na parte inferior da praia, pode ser explicada pela baixa energia nas praias da Ilha do Mosqueiro, o inverso, do que ocorre em locais de alta energia, onde os sedimentos mais finos são confinados à parte superior e, mais grossos na parte inferior da praia como verificou Nibakken (1993). Em ambientes de alta energia de onda, os sedimentos finos são conduzidos à parte superior da praia, no caso de baixa energia, essa deposição não ocorre.

Com relação às variações sazonais, em cada zona do perfil praial: pós-praia, intermaré superior e intermaré inferior, no setor I e II, pôde-se tirar algumas conclusões. As amostras sedimentares, variaram com os diferentes níveis de energia ao longo do sistema praial. No pós-praia, predominou nos três períodos, areia média, com algumas frações finas encontradas em junho e setembro, que podem ser vistas como resultado do processo de deflação eólica, uma vez que esta zona conserva-se na maior parte do tempo, seca e, assim fica exposta à ação dos ventos. A não ocorrência de frações finas em março, pode estar associada ao fato da chuva ocorrer com

maior intensidade e frequência que os ventos nesse período. Este fato é comprovado, pela invasão de material arenoso nas barraquinhas das praias.

Na zona de intermaré superior, houve maior frequência também de areia média, com ocorrência no entanto, de areia grossa e areia fina, em junho e setembro, o que revela um aumento de energia nessa zona nestes períodos, conforme Finkelstein (1982), energia aumentada usualmente resulta em engrossamento dos sedimentos da face praial e afinamento do material que é movido a “*longshore*” e “*offshore*”.

Quanto a intermaré inferior, esta zona apresentou um comportamento mais condizente com a sazonalidade, com predomínio de areias grossas em março (maior energia), areia média em junho (período intermediário) e areia fina em setembro (menor energia). Nesta zona, ocorreu uma maior oscilação no nível de energia, em virtude de encontrar-se em constante retrabalhamento.

Em geral, os setores I e II, apresentaram uma variedade granulométrica, com o domínio de areia média, seguida de amostras grossas e finas, devendo haver nas praias da Ilha do Mosqueiro, alguma troca de sedimentos entre as mesmas. Esta predominância de areia média, se deve ao fato, da energia diária de ondas, ser frequentemente, muito baixa para remover as partículas mais grossas, não havendo nenhum mecanismo para deposição de areia fina entre períodos de maior energia e, não ocorrer ondas de “*swell*”/longas, planas, que normalmente são responsáveis pela liberação de sedimentos finos (Nordstrom, 1992).

Assim, os sedimentos superficiais são, normalmente, mais grossos em praias de baía que em praias de oceano (Nordstrom, 1977; Kraft *et al.*, 1979. *Apud*: Nordstrom, 1989). Estas praias, têm uma dependência muito maior que as praias oceânicas, de serem supridas localmente, por causa da inabilidade de ondas estuarinas, para transportar sedimentos em torno de obstáculos rumo ao litoral, daí a importância das correntes de marés nesse transporte.

Assim, conforme Carter & Lowry (*Apud*: Nordstrom, 1992), os gradientes de energia dentro dos estuários, combinados com a disponibilidade de sedimentos e influências de maré, é que vão determinar a forma destas praias.

10. CONCLUSÕES

A presença de promontórios sucessivos na Ilha de Mosqueiro, exercem influência importante sobre as ondas e marés, na dispersão e deposição dos sedimentos, e por conseguinte na evolução da linha de costa.

Devido à baixa energia das ondas, as praias estuarinas, têm uma dependência muito maior, que em praias oceânicas, de serem supridas localmente, por causa da inabilidade das ondas em praias estuarinas, transportarem sedimentos em torno de obstáculos rumo ao litoral.

As praias da Ilha do Mosqueiro, influenciadas por amplitudes de meso-maré, apresentaram perfis com características semelhantes ao padrão de perfil praial de meso-maré. Três tipos de perfis foram identificados: (i) de mudança do perfil em resposta a maior energia de ondas; (ii) de mudança de perfil restringida; e (iii) de recuo paralelo do perfil praial. As praias do setor I, apresentaram semelhanças com os três modelos de perfis, enquanto que, no setor II, tenderam mais para o terceiro modelo, com estreitamento do perfil na zona de intermaré, enquanto o declive do perfil foi mantido.

De maneira geral, as praias investigadas, apresentaram estreitas faixas de pós-praia, com algumas escarpas, zona de intermaré mais largas e íngremes. A morfologia foi marcada pela presença de algumas barras internas; crista a altura da linha de preamar de sizígia e baixamar de sizígia e barra arenosa no início da zona de inframaré.

As praias do Setor I (praias do Ariramba, São Francisco, Marahu e Paraíso), não apresentaram uma sazonalidade marcante, registrando episódios de perdas e ganhos indiferentes às estações do ano. As praias deste setor, apresentaram este comportamento, provavelmente, por ser um setor de maior atividade hidrodinâmica, conforme verificado pela análise granulométrica, onde evidenciou maior capacidade de transporte neste setor.

As praias do setor II (praias do Farol, Chapéu Virado, Murubira), ao contrário, apresentaram um comportamento mais sazonal, com estreitamento do perfil em março (mais chuvoso) e, engordamento em setembro (menos chuvoso). Ocorre que, neste período, as ondas, associadas às marés de sizígia, tornam-se mais altas, facilitando desta forma, a retirada de sedimentos da zona de intermaré. Em setembro, período de menor energia, esse material arenoso, é novamente remanejado para a zona de intermaré.

Quanto à descritiva estatística, foram similares em ambos os setores, com sedimentos de areia média, bem selecionada, aproximadamente simétrica, e mesocúrtica. Todo material arenoso encontra-se totalmente na curva de transporte e deposição.

Os grãos bem selecionados, típicos dos ambientes praias, foram predominantes nos dois setores. A curtose, foi predominantemente mesocúrtica, indicando que os setores I e II, são áreas transicionais. A assimetria, aproximadamente simétrica, foi relacionada ao fato, das ondas na Ilha de Mosqueiro, apresentarem uma variabilidade muito baixa. Os valores de assimetria positiva a muito positiva, negativa a muito positiva, dos setores I e II, permitiram deduzir, que ocorre transporte longitudinal ao longo das praias da Ilha de Mosqueiro, sendo no entanto, maior no setor I e, menor no setor II.

Os resultados, apresentados para os parâmetros estatísticos em cada zona do perfil, não variaram muito nos setores I e II, houve predomínio de areia média no pós-praia, areia fina na zona de intermaré inferior e, areia grossa somente nas zonas de intermaré, aumentando em ocorrência, da zona de intermaré superior para a zona de intermaré inferior.

Com relação às variações sazonais das amostras sedimentares, em cada zona do perfil praias, os resultados obtidos foram novamente, similares para o setor I e II, no entanto, variaram com os diferentes níveis de energia ao longo do sistema praias. No pós-praia predominou nos três períodos, areia média, com algumas frações finas encontradas em junho e setembro, que podem ser vistas como resultado do processo de deflação eólica, uma vez que esta zona conserva-se na maior parte do tempo, seca e, assim fica exposta à ação dos ventos. A não ocorrência de frações finas em março, pode estar associada ao fato da chuva ocorrer com maior intensidade e frequência que os ventos nesse período. Este fato é comprovado, pela invasão de material arenoso nas barraquinhas das praias. Na intermaré superior, houve maior frequência também de areia média, com ocorrência no entanto, de areia grossa e areia fina, em junho e setembro, o que revela um aumento de energia nessa zona nestes períodos, pois o aumento de energia usualmente, resulta em engrossamento dos sedimentos da face praias. A zona de intermaré inferior, apresentou um comportamento mais condizente com a sazonalidade, com predomínio de areias grossas em março (maior energia), areia média em junho (período intermediário) e areia fina em setembro (menor energia). Nesta zona, ocorreu maior oscilação no nível de energia, em virtude de encontrar-se em constante retrabalhamento.

Em geral, os setores I e II, apresentaram variedade granulométrica, com o domínio de areia média, seguida de amostras grossas e finas, devendo haver nas praias da área de estudo, alguma troca de sedimentos entre as mesmas. Esta predominância de areia média, se deve ao fato, da energia diária de ondas, ser freqüentemente, muito baixa para remover as partículas mais grossas, não havendo nenhum mecanismo para deposição de areia fina entre períodos de maior energia e, não ocorrer ondas de “*swell*” longas, planas, que normalmente são responsáveis pelo transporte de sedimentos finos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M.A.M.da S.** (Em preparação). *Características Morfodinâmicas e Sedimentológicas da Praia de Ajuruteua*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- BARBOSA, G.V. & PINTO, M.N.** 1973. *Geomorfologia*. In: BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. Folha AS.23. São Luis e parte da Folha AS.24 Forataleza. geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, p.II/1-26 (Levantamento de Recursos Naturais, 3).
- BIRKEMEIER, W.A.** 1981. *Fast, Accurate Two-Person Beach Survey*. Coastal Engineering Technical Aid N°81-11. US. Army. Corps of Engineers Coastal Engineering Research Center-CERC.19p.
- BITTENCOURT, A. C. S. P. A.** 1992. *Questão da predominância ou não de valores negativos de assimetria das distribuições granulométricas para os depósitos da face da praia – uma polêmica revisada*. Revista Brasileira de Geociências 22 (1) 107-111.
- BORGES, M. S.; ANGÉLICA, R. S. & COSTA, M.L.** 1986. *Levantamento Geológico da Ilha do Mosqueiro-Estado do Pará*. Trabalho de Iniciação Científica. UFPA. Belém-Pa: 40p.
- BORGES, M.S.; COSTA, J.B.S.; BEMERGUY, R.L.; FERNANDES, J.M.G.; COSTA, M.L. & HASUI, Y.** 1995a. *Evolução neotectônica da região nordeste do Estado do Pará* In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5. Gramado, 1995. Resumos. Gramado – RS. p.421-422.
- BORGES, M.S.; COSTA, J.B.S.; BEMERGUY, R.L.; PARANHOS JÚNIOR, C.A. & HASUI, Y.** 1995b. *Esculturação da paisagem do litoral norte do Brasil e sua relação com os movimentos neotectônicos do Quaternário*. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 5. Gramado, 1995. Resumos. Gramado – RS. p.423-424.
- BORGES, M. da S.; CAVALCANTE, L.M.; EBERT, H.D.; BEMERGUY, R. L. & COSTA, J.B.S.** 1997. *Aspectos Geomorfológicos e Modelagem digital de terreno das áreas entre as praias do Farol e Paraíso – Ilha do Mosqueiro, Nordeste do Pará*. Geociência (São Paulo), v.16, n2,p: 627-643.

- CALLIARI, L.J. & KLEIN, A.H.** da. 1993. *Características Morfodinâmicas e Sedimentológicas das Praias Oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS*. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre (RS) Pesquisas, 20 (1): p 48-56.
- CARTER, R.W.G.** 1988. *Coastal Environments: An Introduction to the Physical, Ecological and Cultural Systems of Coastlines*. New York. Academic Press. 144-145.
- CHRISTOFOLETTI, A.** 1974. Geomorfologia Litorânea. In: Christofolletti, A. *Geomorfologia*. 2ª edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1974. 149p. P. 128 – 146.
- CODEM.** 1999. *Levantamento Aerofotogramétrico da Área Urbana e de Expansão de Belém*. Prefeitura Municipal de Belém. Escala 1:2000.
- CORDEIRO, C.A.** 1986. *Estudo da Salinização do Estuário do Rio Pará no Trecho Belém-Mosqueiro*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA
- COSTA, J.L. da; ARAÚJO, A.A.F.; VILLAS BOAS, J.M.; FARIA, C.A.S. da; SILVA NETO, C.S. & WANDERLEY FILHO, V.J.R.** 1977. *Projeto Gurupi*. Relatório Final. Belém, v.1, 258p.
- COSTA, M.L.; ANGÉLICA, R.S. & AVELAR, J.O.G.** 1991. *Outeiro e Mosqueiro: Exemplos de Evolução Laterítica Imatura*. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 3, Anais, Belém, p: 479-494.
- COSTA, W.J.P. & EL ROBRINI, M.** 1992. *Evolução morfo-estrutural da Ilha do Mosqueiro. Baía do Marajó. Norte-Brasil*. Relatório Técnico Científico Final – UFPA/CG/PROMAR.
- COSTA, W.J.P.** 1992. *Evolução Morfo-Estrutural da Ilha do Mosqueiro. Baía do Marajó. Norte-Brasil*. Relatório Técnico Científico Final. UFPA. CG. DGL. PROMAR. Belém:18p.
- DAVIS Jr, R.A.** 1972. *Principles of Oceanography*. Sydney. Addison-Wesley publishing company. 423p.
- _____, R.A. 1994. *The evolving coast*. New York. Scientific American Library. 227p.
- DEPARTAMENTO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN).** 1993. *Tábua das Marés para 1993, costa do Brasil e alguns portos estrangeiros*, 180p.
- DEPARTAMENTO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN).** 2001. *Tábua das Marés para 2001, costa do Brasil e alguns portos estrangeiros*, 180p.

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA**, 1992. Normais Climatológicos (1961-1990). Departamento Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Brasília:84p.
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO**. 1962. Cartas de Correntes de Maré: *Rio Pará de Salinópolis a Belém*. 1962. 1ª edição. Marinha do Brasil. Hidrografia e Navegação.
- DUBOIS**, R.N. 1988. *Seasonal variation of mid-foreshore sediments at a Delaware beach*. Amsterdam. Elsevier. p 38-47.
- DYER**, K.R. 1986. *Coastal and estuarine sediment dynamics*. Chichester (etc): John & Sons Chichester, 342p.
- EGLER**, W.A. & **SCHWASSMANH**, H.O. 1962. *Limnological studies in the amazon estuary*. Bol. Museu Emílio Goeldi, n1.155p.
- EL ROBRINI**, M. & **SOUZA FILHO**, P.W.M. 1994. *A Plataforma Continental do Amazonas e as evidências das Oscilações do nível do mar durante o Quaternário superior terminal*. In: Cong. Bras. De Geologia. Anais. Balneário Comburú-SC. 38: 417-419.
- EL ROBRINI**, M. 1990. *Évolution Rapide des Fonds d'une Zone Estuarine: Le Secteur D'Itaqui-Baie São Marcos- Maranhão (Brésil)*. In: SYMPOSIUM PICG 274/ORSTOM, Collection Colloques et Séminaires, 1990, Cayenne (Guyane). Évolution des Littoraux de Guyane et de la zone Caraibe Méridionale pendant le Quaternaire. PROST, M.T. Paris: Editora ORSTOM. 1990. p.159-166.
- EL ROBRINI**, M. H. S. (Em preparação). *Variabilidade morfológica e sedimentar de praias estuarinas, Ilha do Mosqueiro*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- FERREIRA**, C.F. (Em preparação). *Análise morfológica da Porção Oriental dos Municípios de Soure e Salvaterra (Ilha do Marajó - Pará)*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Doutorado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA
- FINKELSTEIN**, K. 1982. *Morphological variations and sediment transport in Crenulate-bay beaches, Kodiak Island, Alaska*. Marine Geology, 47:261-281.
- FOLK**, R.L. & **WARD**, W.E. 1957. *Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters*. Journal Sedimentary Petrology. 27: 3-26.

- FRANZINELLI, E.** 1982. *Contribuição à geologia da costa do Estado do Pará: entre as baías de Curuçá e Maiaú.* In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO DO BRASIL, 4. Rio de Janeiro, 1988. Atas. Rio de Janeiro. P.305-323.
- FRANZINELLI, E.** 1992. *Evolution of the geomorphology of the coast of the State of Pará, Brazil.* In: PROST, M.T. (edits) *Évolution des littoraux de Guyane et de la zone caraibe méridionale pendant le quaternaire.* Paris, ORSTOM. 203-230.
- FREIRE, P. & ANDRADE, C.** 2000. *Short-term morphological evolution of the Alfeite estuarine beach.* In: 3rd. Symposium on the Iberian Atlantic Margin. Faro-Portugal. P:39-40.
- GÓES FILHO, L.; VELOSO, H.P.; JAPIASSU, A.M.S. & LEITE, P.F.** 1973. *Vegetação, Folha AS -23 (São Luis) e parte da Folha Sa - 24 (Folha Fortaleza).* In: Projeto RADAN. MME/DNPM, v.3, p.71-72.
- GUILLÉN, J. & JIMÉNEZ, J.A.** 1995. *Processes behind the longshore variation of the sediment grain size in the Ebro Delta coast.* Journal of coastal research, v.11, n.1, p.205-218.
- HARDISTY, J.** *Beach and Nearshore sediment transport.* In: PYE, K. 1994. *Sediment Transport and Depositional Processes.* Blackwell Scientific Publications. Oxford. P. 219-248.
- HOEFEL, F. G.** 1998. *Morfodinâmica de Praias Arenosas Oceânicas: Uma revisão Bibliográfica.* Itajaí. Editora da Univali. 92p.
- HORN, D.P.** 1993. *Dynamics on a Macrotidal Beach: Isle of Man, U.K.* Journal of Coastal Research. 9:189-208.
- IGREJA, H.L.S.; BORGES, M. da S. & ALVES, R.J.** 1990. *Estudos Neotectônicos nas Ilhas de Outeiro e Mosqueiro – Nordeste do Estado do Pará.* In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36., Belém. Anais. SBG. v..5. p. 2110 – 2123.
- JAGO, C.F. & HARDISTY, J.** 1984. *Sedimentology and Morphodynamics of a macrotidal beach. Pendine Sands, SW Wales.* Marine Geology. 60:123-154.
- KING, M.A.** 1959. *Beachs and Coasts.* Edward Arnold (Publishers) LTD. Londres.
- KOMAR, P.D.** 1976. *Beach Processes and Sedimentation.* Prentice-Hall, New Jersey.
- LEVOY, F.; ANTHONY, E.J.; MONFORT, O. & LARSONNEUR, C.** 2000. *The Morphodynamics of megatidal beaches in Normandy, France.* Marine Geology. Elsevier. 171: 39059.

- MASSELINK, G. & HEGGE, B.** 1995. *Morphodynamics of meso-and macrotidal beaches: examples from central Queensland, Australia*. Marine Geology. Elsevier. 129: 1-23.
- MENDES, A.C.** 1994. *Estudo sedimentológico e estratigráfico dos sedimentos holocênicos da costa do Amapá – setor entre a Ilha de Maracá e o Cabo Orange*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 276p. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- MONTEIRO, E.C.; LUCZYNSKI, E. & SOUSA, P.G.N. de** .1992. *Projeto Nordeste do Estado do Pará: relatório final*. Belém:Pará. 121p. (estágio de campo III).
- MOREIRA FILHO, M.; ÇOREIRA, I.M.V. & CECY, I.C.T.** 1974. *Diatomáceas do Rio Guamá (Foz do Rio – Belém – Estado do Pará)*. Leandra, Anos III e IV. Dez. nº4-5: 122-135.
- MUEHE, D.** 1996. *Geomorfologia Costeira*. In: CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações. Capítulo 6. p.191-237.
- MUEHE, D.** 1998. *O litoral brasileiro e sua compartimentação*. In: CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. Geomorfologia do Brasil. Capítulo 7. Rio de Janeiro-RJ:Editora Berthrand Brasil. p.273-349.
- NIBBAKEN, J.W.** 1993. *Marine Biology: An Ecological Approach*. Ed.Harper & Collins, N.Y. 462p.
- NORDSTROM, K.F.** 1977. *The usage of grain-size statistics to distinguish between environments*. J. Sedimentary Petrology. 47 (3): 1287-1294.
- _____, K.F. 1989. *Erosion control strategies for bay and Estuarine Beaches*. University of New Jersey. Coastal Management, v.17:25-35.
- NORDSTROM, K.F.** 1992. *Estuarine beaches: an Introduction to the physical and human factors affecting use and management of beaches in estuaries, lagoons, bays and fjords*. New Jersey: Institute of Marine and Coastal Studies, Rutgers University.
- NORDSTROM, K.F. & JACKSON, N.L.** 1990. *Migration of Swash Zone, Step and Microtopographic Features During Tidal Cycles on an Estuarine Beach, Delaware Bay, New Jersey, USA*. Marine Geology, 92:147-154.
- NORDSTROM, K.F. & JACKSON, N.L** 1992. *Two-dimensional change on sandy beaches in meso0tidal estuaries*. Z.Geomorph.N.F. Berlin.Stuttgart. 36:465-478.

- _____, K.F. & JACKSON, N.L. 1993. *Distribution of surface pebbles with changes in wave energy on a sandy estuarine beach*. Journal of Sedimentary Petrology. SEPM. Vol.63: 1152-1159.
- OLIVEIRA, A.I. & LEONARDO, O.H.** 1943. *Geologia do Brasil*. Rio de Janeiro, Serv.inf.agric., 813p.
- PEREIRA, S.W.** 1995. *Mapeamento Plani-Altimétrico e Morfo-Topográfico da Micro Região do Salgado Paraense a partir de Procedimentos Fotogramétricos*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- PEREIRA, L. C. C.** 1998. *Hidrodinâmica e Sedimentologia da Praia de Casa Caiada – PE, Brasil. Recife, Universidade Federal de Pernambuco*. Centro de Tecnologia e Geociências. 82p. Tese (Mestrado em Oceanografia Abiótica) – Curso de Pós-Graduação em Oceanografia, Departamento de Oceanografia, UFPE.
- PETTIJOHN, F.J.; POTTER, P.E. & SIEVER, R.** 1972. *Sand and Sandstone*. New York, Spring-Verlag. 611p.
- PINHEIRO, R.V.L.** 1987. *Estudo Hidrodinâmico e Sedimentológico do Estuário Guajará-Belém (PA)*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 152p. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- PONÇANO, W.L.** 1986. *Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos: exemplos de sedimentos quaternários da costa brasileira*. Revista Brasileira de Geociências, 16 (2): 157-170.
- PONÇANO, W.L. & FULFARO, V.J.** 1994. *Dynamic significance of grain parameters in coastal areas signification dynamique des parametres granulometriques en pays cotiers*. São Paulo. Inst. Geociências, USP. p:268-277.
- PROGRAMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO – PNGC.** 1996. *Perfil dos estados litorâneos do Brasil: subsídios à implantação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro*. Coordenações Estaduais do Gerenciamento Costeiro. Brasília: Programa Nacional do Meio Ambiente.

- ROCHA, E.J.P. & BRAZÃO, H.J.** 1989. Levantamento do perfil vertical do vento em Barcarena (época chuvosa). **Boletim de Dados do Experimento Realizado em Barcarena – I Etapa – sondagens com Balão – Piloto.** Belém. UFPA.
- ROSSETTI, D.** 1989. *Estudo Paleoambiental e Estratigráfico dos Sedimentos Barreiras e Pós-Barreiras, Região Bragantina/PA.* Boletim do MPEG, Série Ciências da Terra. I.: 26-74p.
- SÁ, J.H.S.** 1969. *Contribuição à geologia dos sedimentos quaternários da região bragantina. Estado Pará.* bol.Inst.Geoc.Geol.Rio de Janeiro, 3:21-36.
- SANTOS, J.A.** 1982. Porto de Belém, Análises dos Estudos Realizados sobre a Sedimentação na Área Portuária. Relat. INPH 80/82 código 170;71. 2V, Rio de Janeiro:160p.
- SANTOS, V.F.** 1996. *Estratigrafia Holocênica Morfodinâmica atual da planície costeira da Ilha de Algodão e Marudá.* Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências, 129p. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- SCHALLER, H.** 1971. *Estratigrafia preliminar da bacia sedimentar da Foz do Rio Amazonas.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25 São Paulo-SP. SBG. Anais.v.3, p.189-202.
- SHORT, A.D.& HESP, P.A.** 1982. *Wave, beach and dune interactions in South-eastern Australia.* Marine Geology, n.48, p.259-284.
- SHORT, A.D.** 1989. *Beaches of the new south wales coast: a guide to their nature, characteristics, surf and safety.* University of Sydney, Sydney.p.1-38.
- SHORT, A.D. & NI, M.** 1997. *Regional Beach characteristics of the New South Wales Coast.* Institute of Australian Geographers and New Zealand Geographers. Society Joint Conference, Hobart., 143p.
- SILVA, B.N.R.** 1975. *Levantamento de reconhecimento detalhado dos solos da ilha de Mosqueiro (PA) com auxílio de fotointerpretação.* Piracicaba, USP. Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”. 159p. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição das Plantas). Curso de pós-graduação.
- SILVA, C.A.** 1995. *Análise morfoestratigráfica do estuário do rio Marapanim – NE do Estado do Pará.* Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.

- SILVA, M. G. L. da.** 2001. *Avaliação Multitemporal da Dinâmica Costeira da Praia do Pescador, Bragança (Norte do Brasil)*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- SILVA, M.S. da.** 1996. *Morfoestratigrafia e Evolução da Planície Costeira de Salinópolis - NE do Estado do Pará*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- SILVA, M.G.L. et al.,** 2000. *Shoreline Changes in the Pescadores Estuarine Beach, Bragança Coastal Plain, Northern Brazil*. In: Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas. Santa Catarina, Setembro-2000. p. 184-185.
- SILVA, M.G.L.da.** (Em preparação). *Avaliação Multitemporal da Dinâmica Costeira da Praia do Pescador – Bragança (Norte do Brasil)*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- SILVEIRA, O.F.M.** 1989. *Estudo Batimétrico/Sonográfico do Estuário Guajará, Belém-PA*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- SIOLI, H.** 1951. *Alguns resultados e problemas da limnologia amazônica*. Bol. Técnico Instituto Agrônomo Norte, 24:2-44.
- SOUZA FILHO, P.W. M. e.** 1995. *Influência das variações do nível do mar na morfoestratigrafia da Planície Costeira Bragantina (NE do Pará) durante o Holoceno*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências, 122p. Tese (Mestrado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- SOUZA FILHO, P.W.M. & EL ROBRINI, M.** 1998. *As variações do nível do mar e a estratigrafia de seqüências da Planície Costeira Bragantina – Nordeste do Pará, Brasil*. Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências da Terra, 10: 45-78.
- SOUZA FILHO, P.W.M.** 2000. *“Avaliação e aplicação de dados de sensores remotos no estudo de ambientes costeiros tropicais úmidos, Bragança, norte do Brasil”*. Belém, Universidade

- Federal do Pará. Centro de Geociências. Tese (Doutorado em Geologia) – Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, UFPA.
- SOUZA FILHO, P.W.M. & EL ROBRINI, M.** 2000. *Coastal Zone Geomorphology of the Bragança Area, Northeast of Amazon Region, Brazil*. Revista Brasileira de Geociências, 30, 518-522.
- SUGUIO, K.** 1973. *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo, Edgard Blücher. 342p.
- SUGUIO, K.** 1981. *Roteiro de excursão geológica à região do complexo deltaico do Rio Paraíba do Sul (Rio de Janeiro)*. In: IV Simpósio do Quaternário no Brasil. Rio de Janeiro, publicação especial nº 2. p. 1 – 88 .
- SUGUIO, K.; TURCQ, B. & MARTIN, L.** 1997. *Os estudos sobre as flutuações dos climas do quaternário tardio como subsídio para o desenvolvimento sustentável*. Seminário: Ciência e Desenvolvimento Sustentável. IEA-CEPA/USP, p.15-17.
- WRIGHT, L.D.; NIELSEN, P.; SHORT, A.D. & GREEN, M.O.** 1982. *Morphodynamics of a macrotidal beach*. Marine Geology, 50, p.97-128.
- WRIGHT, L.D. & SHORT, A.D.** 1984. *Morphodynamic Variability of Surfzones and Beaches*. A synthesis. Marine Geology 56, p. 93-118.
- X TIDE: Harmonic tide clock and Tide predictor.** 2000. Disponível em: <<http://cirp.wes.army.mil:8080/locations/954.html>>. Acesso em 15/03/00.