

ANÁLISE DE PARÂMETROS MORFOLÓGICOS E TEXTURAIS DE PRAIAS ESTUARINAS, NA MARGEM LESTE DA ILHA DE MARAJÓ, ESTADO DO PARÁ

FRANÇA. C. F.¹

¹Universidade Federal do Pará, Departamento de Geografia
Rua Augusto Corrêa, n.º 1, Guamá, cep:66.750-900, Belém-Pa, fone: (91) 32017447
E.mail: carir@nautilus.com.br

SOUZA FILHO, P. W. M.²

²Universidade Federal do Pará, Departamento de Geologia
Rua Augusto Corrêa, n.º 1, Guamá, cep: 66.750-900, Belém-PA, fone: (91) 32017404
E.mail: walfir@ufpa.br

RESUMO

A compartimentação morfológica da margem leste da Ilha de Marajó, Estado do Pará, evidencia dois tipos de costas, separados pelo rio Paracauari: (1) a costa alta do município de Salvaterra, ao sul da desembocadura do rio Paracauari, caracteriza-se pela proximidade dos baixos platôs amazônicos com a linha de costa, que apresenta alternância de promontórios e enseadas, praias com estreitas zonas de estirâncio e gradiente significativo, areias médias a grossas, moderadamente selecionadas; e (2) a costa baixa do município de Soure, ao sul daquela desembocadura, caracteriza-se pela presença de uma planície costeira, onde se desenvolvem manguezais, bordejados por dunas e praias-barreiras de baixo gradiente, largas zonas de estirâncio e areias finas bem selecionadas. As praias estudadas situam-se no interior da baía de Marajó, o que lhes confere o caráter de praias estuarinas. Diante disso, o objetivo deste trabalho é analisar a variação sazonal dos perfis topográficos praias de Soure (praias do Pesqueiro, Araruna e Garrote) e de Salvaterra (praia Grande), com base nos seguintes parâmetros morfológicos, texturais e na variação de volume sedimentar praias (ciclo de erosão e acreção). A metodologia é baseada no monitoramento de transectos topográficos praias, na coleta, tratamento e análise textural de amostras arenosas ao longo dos perfis. A existência de praias morfológica e texturalmente distintas, entre Soure e Salvaterra, resulta do comportamento diferenciado das duas costas diante da atuação dos agentes e processos dinâmicos. Em Soure, a fase erosiva ocorreu em fevereiro e abril/2001, período chuvoso e de maiores inundações. A fase acrecional ocorreu em julho e novembro/2001, período de menor pluviosidade e de ventos mais fortes. Em Salvaterra, o período acrecional ocorreu em fevereiro e abril/2001, e a fase erosiva ocorreu em julho e novembro/2001. Principais características do período erosivo: retração da linha de maré alta; redução da largura da zona de pós-praia e aumento do gradiente; tendência do perfil à forma côncava; diminuição do volume sedimentar; aumento granulométrico e melhoria do selecionamento (Soure), ou redução granulométrica, melhor seleção na LMA e piora no estirâncio e LDA (Salvaterra). O período acrecional caracterizou-se por: migração da LMA na direção da zona de estirâncio; aumento da largura da pós-praia e suavização do gradiente; aumento do estoque sedimentar; tendência do perfil à convexidade (Soure); (6) diminuição granulométrica e piora do selecionamento (Soure e Grande perfil 2), ou aumento granulométrico e piora da seleção (Grande perfil 1).

Palavras-chave: Marajó, morfologia praias, granulometria, erosão, acreção.

INTRODUÇÃO

A compartimentação morfológica da margem leste da Ilha de Marajó, Estado do Pará, evidencia dois tipos de costas, separados pelo rio Paracauari: (1) a costa alta do município de Salvaterra, ao sul da desembocadura do rio Paracauari, caracteriza-se pela proximidade dos baixos platôs amazônicos com a linha de costa, originando um alinhamento de falésias, de até 6 m de altura, esculpidas nos sedimentos terciários e quaternários do Grupo Barreiras/Pós-Barreiras; a linha de costa apresenta-se recortada pela

alternância de promontórios e enseadas, que abrigam praias com estreitas zonas de estirâncio e gradiente significativo, com areias médias a grossas, moderadamente selecionadas; e (2) a costa baixa do município de Soure, ao sul daquela desembocadura, caracteriza-se pela presença de uma planície costeira, onde se desenvolvem manguezais, bordejados por dunas e praias-barreiras de baixo gradiente, largas zonas de estirâncio e areias finas bem selecionadas (França 2003).

A existência de praias morfológicamente e texturalmente distintas, entre Soure e Salvaterra, resulta do comportamento diferenciado das duas costas diante da atuação dos agentes e processos dinâmicos. As praias estudadas situam-se no interior da baía de Marajó, o que lhes confere o caráter de praias estuarinas, de acordo com as definições de Nordstrom (1992).

Diante disso, o objetivo deste trabalho é caracterizar e analisar a variação sazonal dos perfis topográficos praias de Soure (praias do Pesqueiro, Araruna e Garrote) e de Salvaterra (praia Grande), com base nos seguintes parâmetros: (1) morfológicos: extensão, largura, gradiente, forma (côncava ou convexa), presença ou não de ondulações (barras e calhas), migração de ondulações, posição da linha de maré alta (retração ou expansão) e padrão de variabilidade morfológica (Nordstrom 1980; Wright *et al.* 1982; ; Nordstrom 1992; Nordstrom & Jackson 1992); (2) texturais: média e seleção (Folk & Ward 1957); e (3) variação de volume sedimentar praias (ciclo de erosão e acreção).

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo pertence à zona costeira dos municípios de Soure e Salvaterra, na margem leste da Ilha de Marajó, entre as coordenadas 00° 35' a 00° 47' Sul e 48°27' e 48° 33' Oeste, fazendo parte da região estuarina compreendida pela Baía de Marajó e adjacências. É dominada por um regime de meso a macromarés, cuja amplitude das marés de sizígia alcança valores máximos de 3,6 a 4,7 m (DHN 2001) (Figura 1).

Em Soure, as praias do Pesqueiro, Araruna e Garrote possuem extensões entre 1,7 a 4,5 km, pertencem a uma costa de baixo gradiente, cujo aporte sedimentar representado pela embocadura de grandes canais de maré e do estuário do Paracauari favorece o desenvolvimento de praias-barreiras, com formas retilínea a convexa, declives suaves e areias finas bem selecionadas, que bordejam os manguezais. A praia Grande de Salvaterra possui cerca de 1,2 km de extensão e está inserida em uma costa diversa da de Soure. Desenvolve-se no sopé de falésias e promontórios, apresenta uma forma espacial aproximadamente côncava, com maior gradiente topográfico e areias médias. O processo

erosivo atuante nas falésias e promontórios gera depósitos de seixos e areia grossa, que são retrabalhados pelas ondas e redistribuídos longitudinalmente.

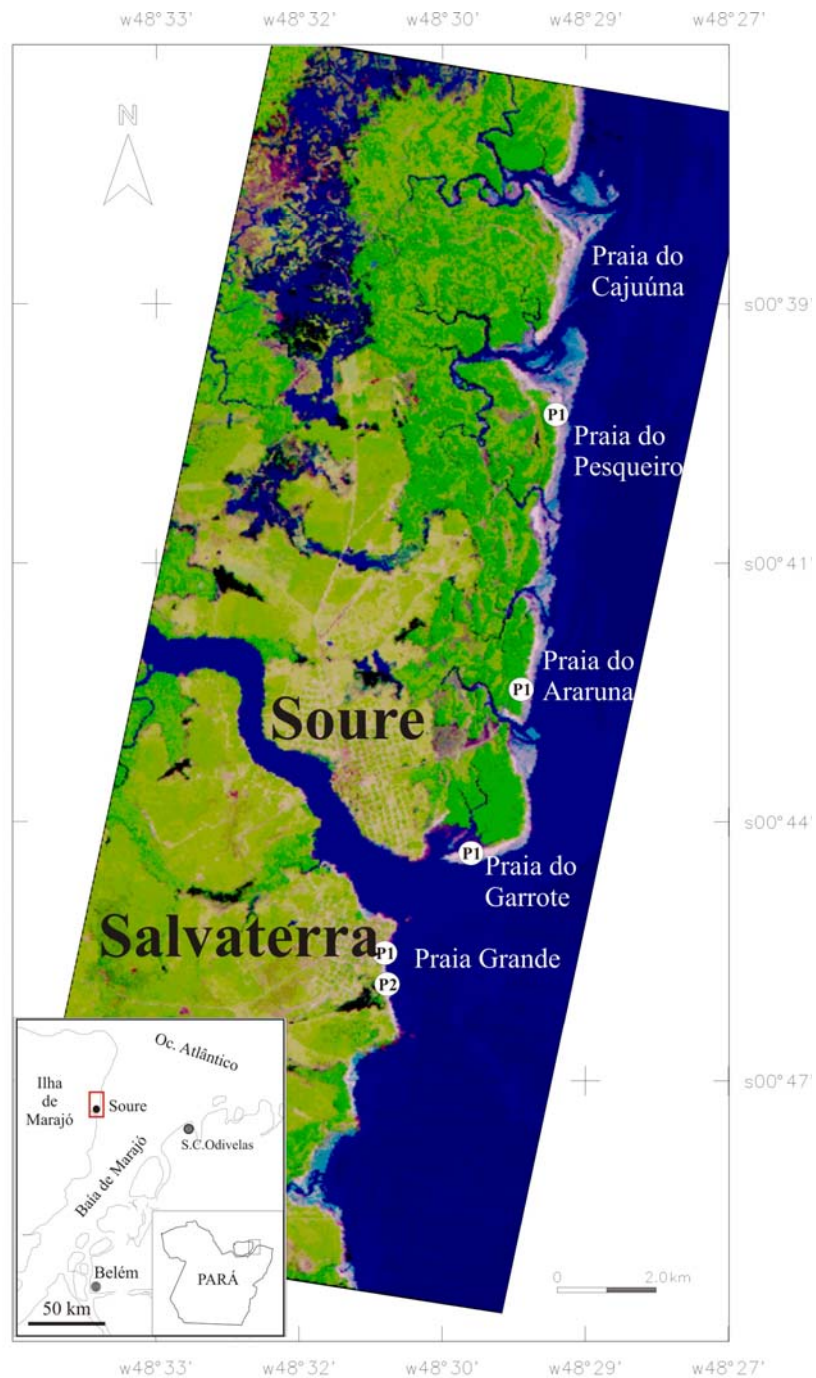


Figura 1 – Localização da área de estudo

As características climáticas e meteorológicas, na margem leste da Ilha de Marajó, definem dois períodos sazonais bem marcados. Os meses de dezembro a maio correspondem ao período de maior influência da Zona de Convergência Intertropical

(ZCIT), quando se registram os maiores índices pluviométricos. A precipitação média chega a 2.566 mm e a velocidade média do vento é 6,2 m/s. De junho a novembro, a média pluviométrica cai para 414,3 mm e a velocidade média do vento alcança 7 m/s (Ferreira 2001; Lima 2002).

METODOLOGIA

O estudo dos parâmetros morfológicos e texturais das praias do Pesqueiro, Araruna e Garrote (município de Soure) e da praia Grande (município de Salvaterra), na Ilha de Marajó, é baseado no monitoramento de transectos topográficos perpendiculares à linha de costa, durante o ano de 2001. Os procedimentos metodológicos foram os seguintes:

a) Levantamento topográfico

Foram realizados cinco transectos topográficos transversais, distribuídos nas praias do Pesqueiro (1 perfil), Araruna (1 perfil), Garrote (1 perfil) e Grande (2 perfis), iniciando-se na zona de dunas ou sobre as falésias, e se estendendo pelas zonas de pós-praia, estirâncio e inframaré de cada praia, até a profundidade em que foi possível manter a estabilidade da régua de leitura. Os transectos foram monitorados nos meses fevereiro, abril, julho, setembro e novembro de 2001, nos períodos próximos às marés de sizígia de cada mês. Utilizou-se um nível automático “Nikkon” AX 1S, tripé, régua graduada, trena e bússola “Brunton”, segundo o método “Levantamento Stadia”. Cada perfil foi iniciado com a leitura ré de um marco previamente determinado e georreferenciado, em cada praia, e que serviu de ponto inicial em todos os monitoramentos. O cálculo das distâncias e cotas, bem como o gráfico dos perfis foram processados nos programas Excel e Grapher 1.29. Para o cálculo das cotas topográficas, estabeleceu-se um nível de referência para cada perfil, segundo a fórmula : $NR=AM+LMA-PI$, onde AM é a amplitude de maré durante o período do levantamento, fornecida pela Tábua das Marés (Marinha do Brasil); LMA corresponde à leitura do nível na linha de maré alta; e PI é a leitura do nível no ponto inicial do perfil (é a 1.^a leitura ré).

b) Volume sedimentar

Para o cálculo do volume sedimentar, utilizou-se o programa Surfer 7.0. A partir dos levantamentos topográficos praias, estabeleceram-se uma extensão e uma cota únicas para cada conjunto de perfis, como bases para a determinação e comparação dos volumes. Adotaram-se os valores dados pelo Método 3/8 de Simpson.

c) Coleta e tratamento de amostras arenosas praias

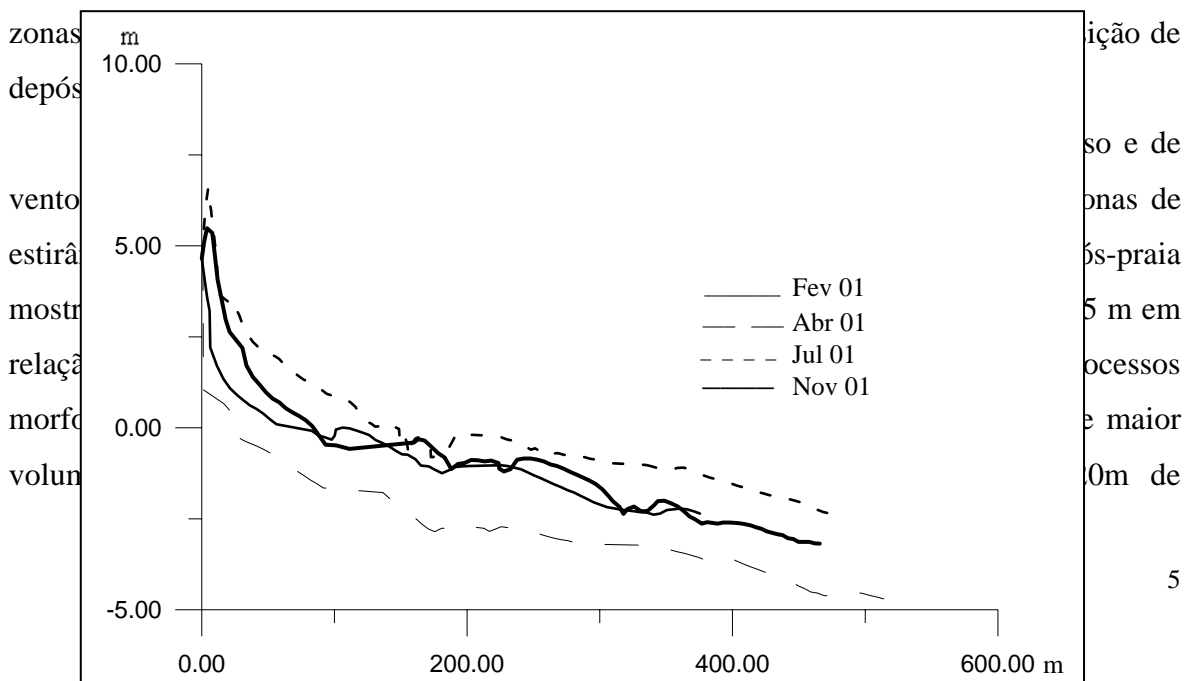
Durante cada monitoramento topográfico, foram coletados sedimentos em quatro pontos pré-estabelecidos ao longo dos perfis: na duna (início do perfil), na linha de maré alta (LMA), na parte intermediária da zona de estirâncio e na linha d'água (LDA). As amostras arenosas foram submetidas à lavagem, secagem e peneiramento. Utilizaram-se peneiras com os seguintes intervalos em mm: >2,0 – 1,41 – 1,0 – 0,71 – 0,5 – 0,35 – 0,25 – 0,177 – 0,125 – 0,088 – 0,062 - <0,062, de acordo com a metodologia descrita por Suguio (1973). As diferentes frações foram cadastradas e pesadas. Os dados foram transferidos para o programa SAG (Sistema de Análise Granulométrica, Laboratório de Geologia Marinha da UFF), para a determinação dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957): diâmetro médio e desvio padrão (seleção), e para a elaboração dos histogramas. Os resultados da análise morfológica e textural foram confrontados e sintetizados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

a) Análise dos parâmetros morfológicos dos perfis praias de Soure

A fase erosiva dos perfis das praias do Pesqueiro, Araruna e Garrote ocorreu durante o período chuvoso e de maiores marés de sizígia da região, representada pelos perfis de fevereiro e abril/2001. As linhas de maré alta (LMA) migraram para a parte superior das praias, diminuindo as zonas de pós-praia (largura média de 13 m), posicionando-se a uma distância média de 21 m em relação ao início do perfil. A erosão da zona de pós-praia atribuiu aos perfis uma forma côncava e mais abrupta, com gradiente médio de 1 : 37.

Outros processos morfológicos relacionados à fase erosiva dos perfis de Soure incluíram : (1) solapamento da base das dunas pelas ondas, remoção de duna ou formação de escarpas dunares (com até 3 m de altura), e tombamento dos arbustos frontais da cobertura vegetal de restinga; (2) formação de barras de menor volume e maior número nas



profundidade, nas zonas de estirâncio; (2) migração das barras para as porções superiores dos perfis, dando-lhes uma forma convexa; (3) suavização do gradiente das zonas de estirâncio; e (4) aumento da extensão dos perfis praias (Figuras 2, 3 e 4).

Figura 2 - Comportamento morfológico do perfil da praia do Pesqueiro (Soure), entre os períodos chuvoso e menos chuvoso de 2001

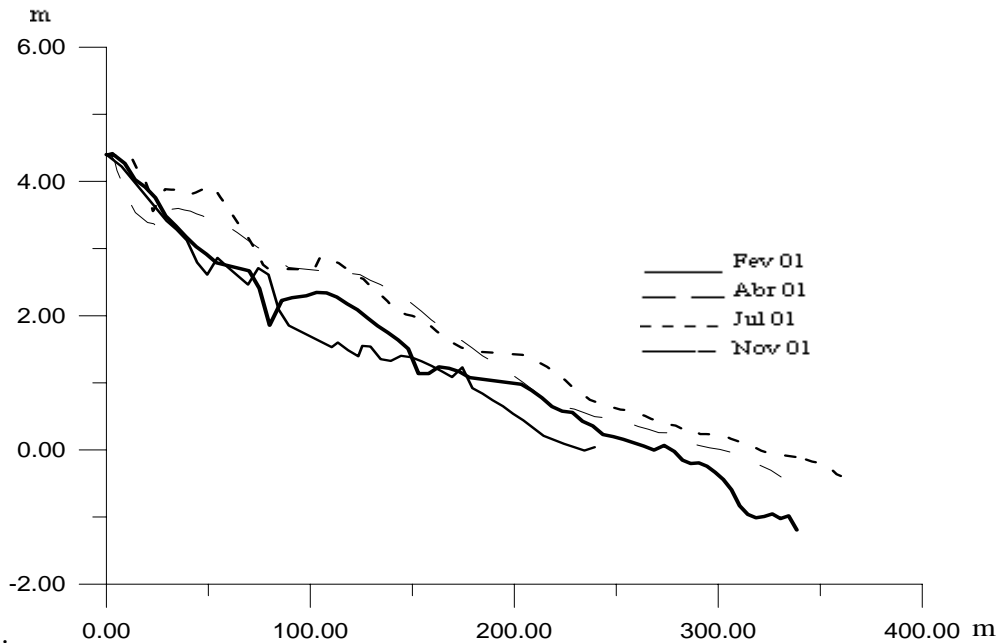


Figura 3 - Comportamento morfológico do perfil da praia do Araruna (Soure), entre os períodos chuvoso e menos chuvoso de 2001.

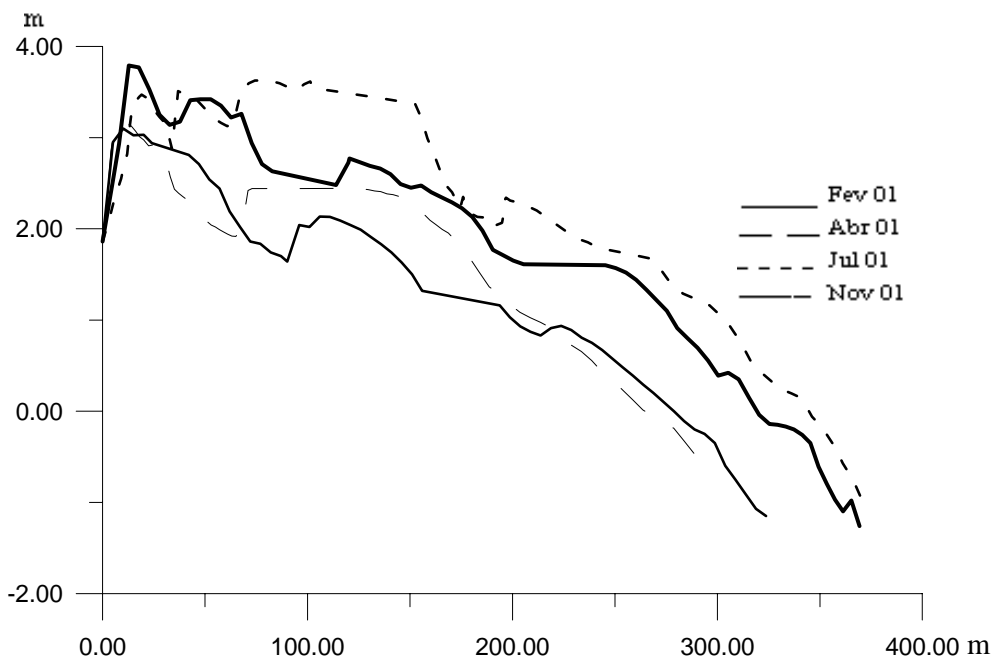


Figura 4 - Comportamento morfológico do perfil da praia do Garrote (Soure), entre os períodos chuvoso e menos chuvoso de 2001.

b) Análise dos parâmetros morfológicos dos perfis da praia Grande de Salvaterra

A fase acrecional do perfil 1 da praia Grande ocorreu no mês de fevereiro/2001, e do perfil 2 foi registrado em abril/2001, durante o período de chuvas e de maiores sizígias da região. A LMA, no perfil 1, posicionou-se a uma distância de 49 m em relação ao início do perfil e a zona de pós-praia apresentou sua maior largura (26 m) e gradiente de 1 : 15. No perfil 2, a zona de pós-praia apresentou a largura máxima de 7 m e o gradiente mais suave 1 : 9. Outros processos morfológicos ligados à fase acrecional incluíram: (1) formação de terraços, na porção superior dos perfis, próximos às LMA; e (2) formação de uma ou duas barras de maior volume, separadas por calhas profundas, gerando desníveis de 0,18 a 0,26 m, nas zonas de estirâncio. A fase erosional da praia Grande registrou-se em julho e novembro/2001, período de menor pluviosidade e de ventos mais fortes. A linha de maré alta, no perfil 1, posicionou-se a uma distância mínima de 28 m do início do perfil, migrando 21 m para direção superior. A largura da zona de pós-praia diminuiu para 3 m, equivalente a uma redução de 23 m. O gradiente sofreu forte aumento em relação à fase acrecional, chegando a 1: 7. No perfil 2, a fase erosiva foi marcada pela máxima retração da LMA (13 m do início do perfil) e diminuição da largura da pós-praia (2 m), representando uma redução de 4 m em relação ao período acrecional. A maior declividade da pós-praia foi registrada em novembro/2001 (1 : 4). Outros processos da fase erosional incluíram: (1) erosão da porção superior dos perfis e transferência de sedimentos para as partes média e inferior; (2) redução do volume das barras e da profundidade das calhas; (3) crescimento do número de barras de pequeno porte nas zonas de estirâncio; e (4) ligeiro aumento da declividade dos perfis(Figuras 5 e 6).

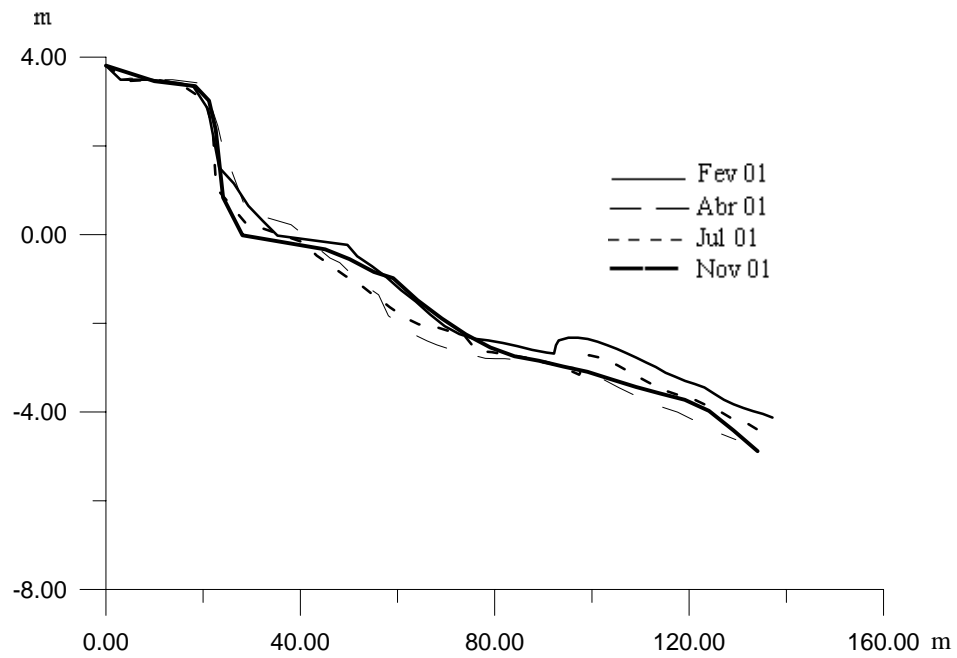


Figura 5 - Comportamento morfológico do perfil 1 da praia Grande de Salvaterra, entre os períodos chuvoso e menos chuvoso de 2001.

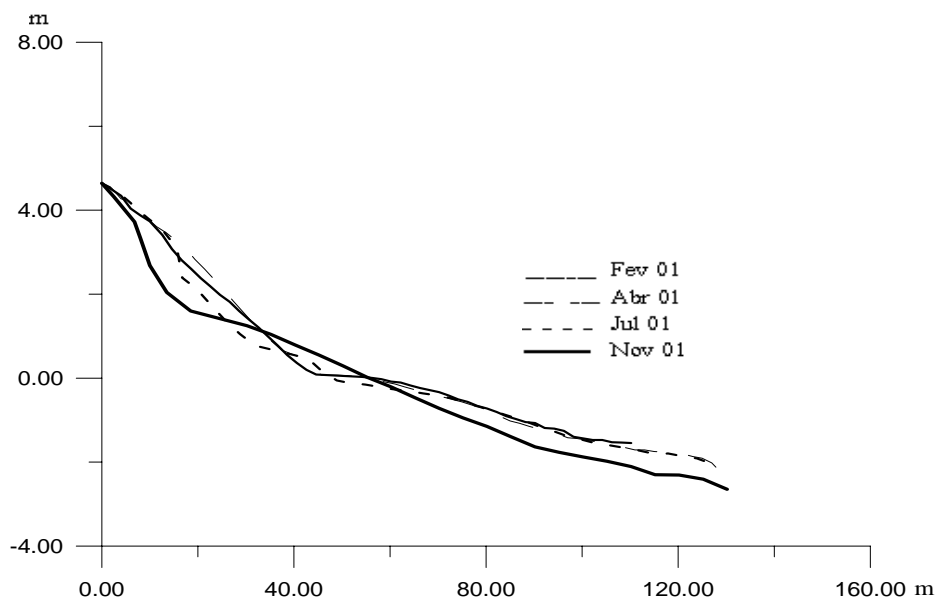


Figura 6 - Comportamento morfológico do perfil 2 da praia Grande de Salvaterra, entre os períodos chuvoso e menos chuvoso de 2001.

c) Variação do volume sedimentar entre os períodos chuvoso e menos chuvoso de 2001

Em Soure, a erosão nos meses de fevereiro e abril/2001 reduziu o estoque sedimentar das praias, que apresentaram volumes mínimos de 600 m^3 (Pesqueiro), 1.161 m^3 (Garrote) e 1.214 m^3 (Araruna). Em julho/2001, registraram-se os maiores volumes

sedimentares, marcando a fase acrecional: 1.279 m³ (Pesqueiro), 1.364 m³ (Garrote) e 1.350 m³ (Araruna), representando acréscimos de 679, 203 e 136 m³ no estoque praiial, respectivamente. Em Salvaterra, os maiores volumes sedimentares ocorreram em fevereiro e abril/2001 (fase acrecional), quando o estoque sedimentar variou de 377 m³ (perfil 1) a 379 m³ (perfil 2). Na fase erosional de julho a novembro/2001, os volumes sedimentares diminuíram para 353 m³ (perfil 1) e 358 m³ (perfil 2), representando perdas de 24 e 21 m³, respectivamente.

d) Análise dos parâmetros texturais dos perfis praiiais de Soure

Os maiores valores granulométricos foram registrados no período chuvoso (fevereiro e abril/2001), quando o tamanho médio esteve entre 2,81 e 2,94 ϕ (areia fina), nas LMA e estirâncio. A fração areia fina apresentou porcentagens de 63,88 e 73,37 %, enquanto que a areia muito fina esteve entre 26,04 e 33,98 %. Ocorreram também os melhores índices de seleção, com valores entre 0,24 e 0,33 (sedimento muito bem selecionado). No período menos chuvoso (julho e novembro/2001), a distribuição granulométrica mostrou uma progressiva diminuição do tamanho do grão, devido ao incremento da fração areia muito fina (porcentagens de 33,70 e 42,87 %), e redução dos teores de areia fina (52,53 e 66,09 %), na LMA e estirâncio. As médias apresentaram valores entre 2,86 e 3,10 ϕ (areia fina a muito fina). Houve piora do grau de seleção com valores entre 0,28 e 0,40 (muito bem a bem selecionado) (Figuras 7).

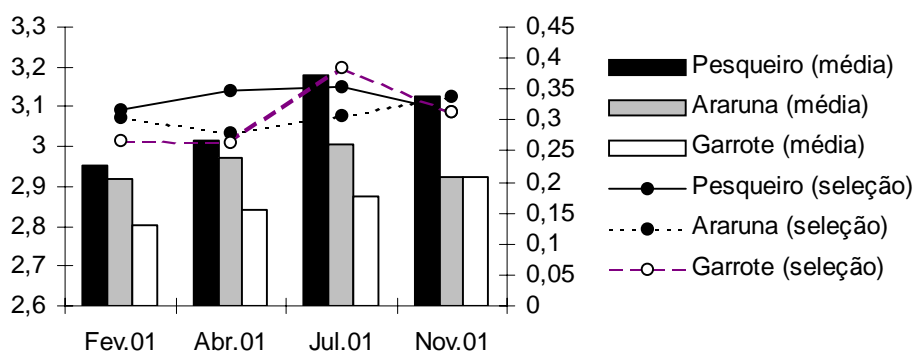


Figura 7 – Variação da granulometria e do selecionamento nos perfis praiiais de Soure.

d) Análise dos parâmetros texturais dos perfis da praia Grande de Salvaterra

Os perfis 1 e 2 da praia Grande apresentaram comportamento granulométrico diferenciado. Durante o período acrecional do perfil 1 (fevereiro/2001), houve predomínio da areia grossa ao longo de todo o perfil praiial, com médias de 0,96 ϕ (LMA), 0,84 ϕ (estirâncio) e 0,74 ϕ (LDA), com 45,45 a 50,23 % dos totais amostrados. O grau de seleção

variou entre 0,43 (LMA), 0,45 (estirâncio) e 0,64 (LDA), caracterizando depósitos bem a moderadamente selecionados. No perfil 2, as amostras de fevereiro e abril/2001 (fase acrecional), registrou sedimentos mais finos que o perfil 1, com predomínio da areia média (1,3 ϕ a 1,7 ϕ). O selecionamento apresentou-se entre 0,40 e 0,49 (bem selecionado). Durante a fase erosiva (julho e novembro/2001), os perfis 1 e 2 apresentaram afinamento do grão na LMA (1,51 a 2,01 ϕ , areia média a fina), engrossamento no estirâncio médio (0,36 a 1,24 ϕ , areia grossa a média) e afinamento novamente na LDA (0,83 a 2,12 ϕ , areia grossa a fina). O selecionamento apresentou-se de 0,4 a 0,7 (bem selecionado). Ressalta-se o aumento dos teores de areia muito grossa e seixo no estirâncio e LDA, durante o período erosivo, alcançando porcentagens máximas de 24,78 % (areia muito grossa) e 6,9 % (seixo) (Figura 8).

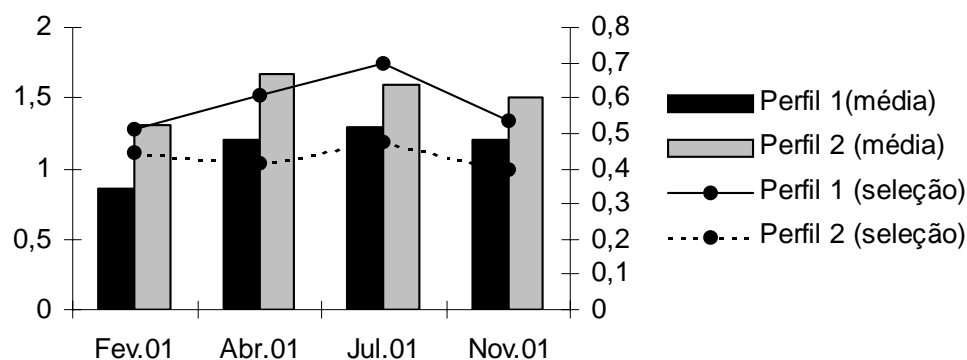


Figura 8 – Variação da granulometria e do selecionamento nos perfis 1 e 2 da praia Grande de Salvaterra.

CONCLUSÕES

A análise dos parâmetros morfológicos e texturais dos perfis topográficos das praias de Soure (Pesqueiro, Araruna e Garrote) e Salvaterra (Grande), Ilha de Marajó, entre os períodos sazonais de 2001, permitiu distinguir um comportamento diferenciado. As características comuns ao período erosivo foram: (1) migração da linha de maré alta (LMA) para porções superiores do perfil praiial (retração), avançando sobre a zona de pós-praia ou subindo até a base das dunas e das falésias; (2) redução da largura da zona de pós-praia e aumento do gradiente; (3) deslocamento paralelo de toda a zona de estirâncio (Soure), ou remoção de sedimentos da parte superior do perfil e deposição na parte inferior (Salvaterra); (4) tendência do perfil à forma côncava; (5) diminuição do volume sedimentar; (6) aumento do tamanho do grão e melhoria do selecionamento (Soure), ou redução do tamanho do grão na LMA e LDA e aumento no estirâncio médio, com melhoria da seleção na LMA e piora no estirâncio e LDA (Salvaterra).

O período acrecional caracterizou-se por: (1) migração da LMA na direção da zona de estirâncio, afastando-se da base das dunas e das falésias; (2) aumento da largura da zona de pós-praia e suavização do gradiente; (3) aumento do estoque sedimentar, com aumento do volume das barras e aprofundamento das calhas; (4) variação paralela da zona de estirâncio (Soure), ou formação de terraços ou cristas na porção superior do perfil como transferência de sedimentos para este setor do perfil (Salvaterra); (5) tendência do perfil à convexidade (Soure); (6) diminuição do tamanho do grão e piora do selecionamento (Soure), ou aumento do tamanho do grão e piora da seleção (perfil 1 da praia Grande), e afinamento do grão e piora do selecionamento (perfil 2 da praia Grande).

Em Soure, a fase erosiva dos perfis praias foi registrada em fevereiro e abril/2001, período sazonal chuvoso, marcado pelas maiores inundações e fortes correntes de maré, favorecidas pelo volume das precipitações e, portanto, pela maior quantidade de água em circulação no sistema costeiro. A fase acrecional ocorreu em julho e novembro/2001, dentro do período de menor pluviosidade e de ventos mais fortes da região.

Em Salvaterra, o período acrecional correspondeu aos meses de fevereiro e abril/2001, e a fase erosiva foi registrada em julho e novembro/2001, representando comportamentos sazonais inversos aos de Soure, como respostas diferenciadas a processos que ocorrem em costas fisiograficamente distintas.

A variabilidade morfológica das praias de Soure foi maior do que a da praia de Salvaterra, e as mudanças do perfil foram acompanhadas por deslocamento paralelo da zona de estirâncio. Por outro lado, a praia Grande apresentou maior estabilidade morfológica, com mudanças alternadas entre a porção superior e inferior dos perfis. A maior variabilidade granulométrica da praia Grande, em relação às de Soure, pode refletir a proximidade do planalto costeiro e a mudança energética do ambiente em função da variação de altura das ondas, com trocas sedimentares transversais entre a porção superior e inferior dos perfis.

A complexidade das variações morfológicas e texturais dos perfis praias está relacionada à diferenciação fisiográfica entre Soure e Salvaterra, sugerindo respostas próprias de cada costa diante dos processos dinâmicos da baía de Marajó.

Faz-se necessária a continuidade das pesquisas, incluindo a ampliação do monitoramento com novos transectos topográficos, o estudo do regime de ondas e correntes, o que fornecerá dados para um estudo de morfodinâmica praial, permitindo uma melhor compreensão e interpretação do comportamento morfológico e textural sazonal das praias estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERREIRA, D.B. 2001. *Variação sazonal e intra-regional do vento em superfície nos ecossistemas de floresta, manguezal e campo*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 26 p. (Trabalho de Conclusão de Curso).
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957. Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27: 3-26.
- FRANÇA, C.F. 2003. *Morfologia e mudanças costeiras da margem leste da Ilha de Marajó-PA*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 144 p. (Tese de Doutorado).
- LIMA, K. 2002. *Variação sazonal da precipitação pluviométrica, temperatura do ar e umidade relativa do ar em ecossistemas de manguezal, floresta e pasto no leste da Amazônia, no período de agosto/2000 a dezembro/2001*. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 43 p. (Trabalho de Conclusão de Curso).
- NORDSTROM, K.F. 1980. Cyclic and seasonal beach response: a comparison of oceanside and bayside beaches. *Physical Geography* (1-2): 177-196.
- 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. London, Elsevier Science Publishers LTD. 225 p.
- NORDSTROM, K.F. & JACKSON, N.L. 1992. Two-dimensional change on sandy beaches in meso-tidal estuaries. *Zeitschrift für Geomorphologie N. F.*, 36 (4): 465-478.
- SUGUIO, K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda. 317 p.
- WRIGHT, L.D.; NIELSEN, P.; SHORT, A.D.; GREEN, M.O. 1982. Morphodynamics of a macrotidal beach. *Marine Geology*, 50: 97-128.