

## **EROSÃO E ESTADO MORFODINÂMICO DA PRAIA CENTRAL DE MARATAÍZES, SUL DO ESPRITO SANTO \***

**ALBINO, J. <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Ecologia e Recursos Naturais Universidade Federal do Espírito Santo  
Av Fernando Ferrari 514 Vitória ES 29060 900  
[jacqueline.albino@terra.com.br](mailto:jacqueline.albino@terra.com.br)

**PASOLINI, A.<sup>2</sup>**

<sup>2</sup> Curso de Oceanografia UFES Bolsista IC CNPq RECOS

**MOURA, M.G.<sup>3</sup>; SARDENBERG, E.R.<sup>3</sup>**

<sup>3</sup> Curso de Oceanografia UFES Bolsista PIBIB/PIVIC – UFES

**COELHO, B.A.<sup>2</sup>**

<sup>2</sup> Curso de Oceanografia UFES Bolsista IC CNPq RECOS

\* Projeto RECOS Instituto do Milênio CNPq/FURG/UFES

### **RESUMO**

O presente trabalho discute o processo erosivo e o estado morfodinâmico na praia central de Marataízes, litoral sul do Espírito Santo, onde a porção do litoral apresenta evidências de uma costa em recuo, com a presença de falésia e o uso e ocupação levou a destruição das dunas frontais, causando graves prejuízos para as edificações e calçadas a beira mar. Levantamentos morfológico e granulométrico dos sedimentos de perfis transversais, das dunas até além do perfil de fechamento da praia, além da determinação do parâmetro ômega de tipologia praial, indicam que ao longo do perfil onde ainda há conservação de parte das dunas frontais, há troca transversal entre as dunas e praia, com o desenvolvimento de bancos submersos e recuo das dunas por ocasião de incremento da energia das ondas, conforme discutido amplamente na literatura, sendo a praia classificada como intermediária. Sob as condições moderadas de ondas os sedimentos submersos retornam a praia emersa e por ação eólica, parte dos sedimentos da praia são remobilizados para as dunas frontais. Localizado no mesmo arco praial, contudo entre os gabiões transversais e sem a conservação das dunas, o segundo perfil apresenta-se submetido a acelerado processo erosivo. A morfologia e distribuição granulométrica sugerem a completa retirada dos sedimentos mais grossos, indicando o estado dissipativo e erosivo deste setor. A instalação de estruturas urbanas sobre o local onde haveria o desenvolvimento das dunas e da praia impede que as areias finas e muito finas sejam incorporadas a porção emersa e desta forma, estas areias recobrem a zona submersa. Com a entrada de sistemas frontais as areias são retiradas no sistema praial, causando o déficit de sedimentos na praia de Marataízes e por consequência o processo erosivo.

Palavras-chave: processo erosivo, estado morfodinâmico, dunas frontais, Marataízes, Espírito Santo.

### **INTRODUÇÃO**

O perfil praial apresenta capacidade de remodelamento quando sujeito às mudanças meteoceanográficas diversas, como no caso de uma elevação do nível do mar, apresentado por Brunn (1962), como por ocasião da passagem de uma frente fria, quando grandes ondas, induzidas por fortes ventos, retiram sedimentos fazendo recuar a faixa de areia da praia e os depositam nas ante-praias intermediária e inferior, na forma de barras, resultando em um perfil de concavidade voltada para cima. Após a passagem da frente fria, a ação de ondas mais fracas conduz as barras rumo à costa, fazendo com que o material erodido retorne à praia. A intensificação ou permanência da condição meteorológica ocasionaria o

distanciamento da costa do sistema de barras, não permitindo que as ondas de tempo bom retornem com o sedimento para a costa, caracterizando a perda dos sedimentos. No ciclo morfodinâmico das praias, Wright *et al* (1979) reconhecem 6 estágios, onde o tipo dissipativo seria caracterizado pelo estado erosivo, apresentando baixa declividade, ondas de alta energia, zona de surfe bem desenvolvida onde as ondas dissipam a maior parte da sua energia e sedimentos finos; o estado refletivo representaria o estado construtivo, com praias de gradientes topográficos elevados, com presença de cúspides e sedimentos grossos, e os estados intermediários representariam os momentos diversos da migração das barras ora para a praia emersa ora para a antepraia. Como o estado morfodinâmico e equilíbrio morfodinâmico do sistema é função de uma série de fatores interdependentes, destacam-se os processos particulares dos diversos estados morfodinâmicos, como a interação sedimentar praia e duna em praias de baixa declividade, já que as dunas frontais atuam como barreiras flexíveis para a ação de marés e ondas, assim como reservatório de areia para a dinâmica da praia (Bruun, 1962; Short e Hesp, 1982), sendo alcançadas pelas ondas e alimentando as praias em condições mais energéticas. O uso e ocupação da costa intervêm no processo de transporte sedimentar, tanto eólico como marinho, provocando desequilíbrios no balanço sedimentar e conseqüentemente na estabilidade da linha de costa. O presente trabalho apresenta um caso de processo erosivo na praia central de Marataízes, litoral sul do Espírito Santo, onde a porção do litoral apresenta evidências de uma costa em recuo, com a presença de falésias vivas (Albino *et al.*, 2001) e o uso e ocupação levou a destruição das dunas frontais, causando graves prejuízos para as edificações e calçadas a beira mar. A praia apresenta-se essencialmente dissipativa, onde houve completa destruição das dunas frontais indicando o mais alto grau de erosão no ciclo morfodinâmico e, intermediária, com interação sedimentar entre barras da antepraia, praia e dunas frontais, onde as dunas ainda estão presentes. Levantamentos morfológico e granulométrico dos sedimentos de perfis transversais, das dunas até além do perfil de fechamento da praia, confirmam o papel da duna na dinâmica sazonal e equilíbrio da praia classificada como intermediária, sendo a tipologia dissipativa e o processo erosivo do litoral central agravado, ou mesmo estimulado, pelo uso da praia e não pela vulnerabilidade natural do litoral.

## **A ÁREA DE ESTUDO**

O Município de Marataízes dista 115 km ao sul da cidade de Vitória, capital do Estado do Espírito Santo e segundo Martin *et al.* (1996), está localizado no setor 5, caracterizado por apresentar um fraco desenvolvimento de depósito quaternário nos sopés das falésias vivas de Formação Barreiras, apresentando praias dissipativas e limitadas pelas

falésias da Formação Barreiras (Albino *et al.*, 2001), Figura 1. Os ventos predominantes na região são provenientes do Nordeste (NE), e estão associados aos ventos alísios que sopram durante a maior parte do ano, sobretudo, nos meses de outubro a março, onde correspondem os maiores índices pluviométricos. No período que compreende aos meses de abril a setembro o estado fica sujeito aos ventos provenientes dos quadrantes Sudeste (SE) e Sul (S). As ondas mais freqüentes são de NE – E seguidas das de SE – S, com as alturas mais freqüentes variando entorno de 0,9 e 0,6m, podendo alcançar alturas de 1,5m no caso de frentes frias, e os períodos mais freqüentes variando de 5 a 6s, podendo alcançar 9s (Homsí, 1981). A amplitude de maré é de 1,40m (DHN, 2006), alcançando 1,70 por ocasião de marés meteorológicas.

A cidade possui elevado potencial turístico e é bastante procurada em épocas de verão. Possui estradas e vias de acesso muito próximas às praias, o que vem gerando problemas nas últimas décadas. Com o intuito de reduzir o avanço do mar e evitar a fuga de turistas, a prefeitura promoveu a construção de obras de contenção, dotada de moles paralelos a linha de praia e gabiões transversais, que degradaram a beleza natural do ambiente (Figura 2a). Infelizmente essas obras não surtiram o efeito esperado, e atualmente o mar continua avançando, da mesma forma que no passado, e destruindo a avenida principal e trazendo insegurança para os moradores e comerciantes dessa área (Figura 2b).

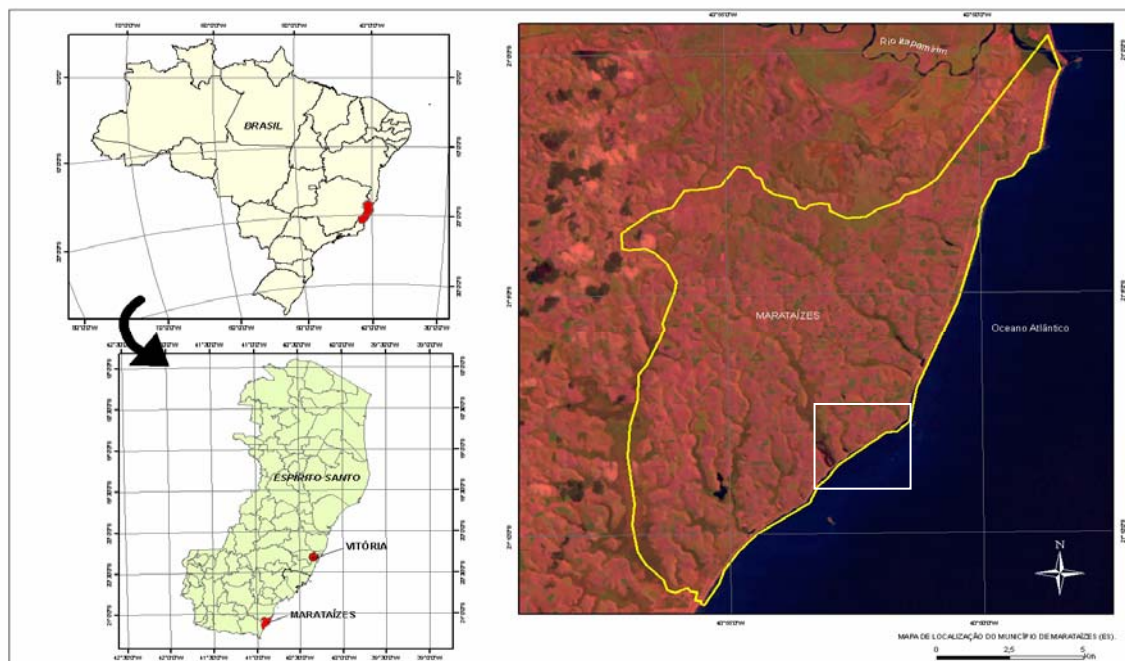


Figura 1: Localização do Município de Maratázes, ES e da área de estudo, praia central de Maratázes.



Figura 2: (a) Obras realizadas em 2000 e (b) Setembro de 2005, contenção não impede o recuo da costa na praia central de Marataízes, ES.

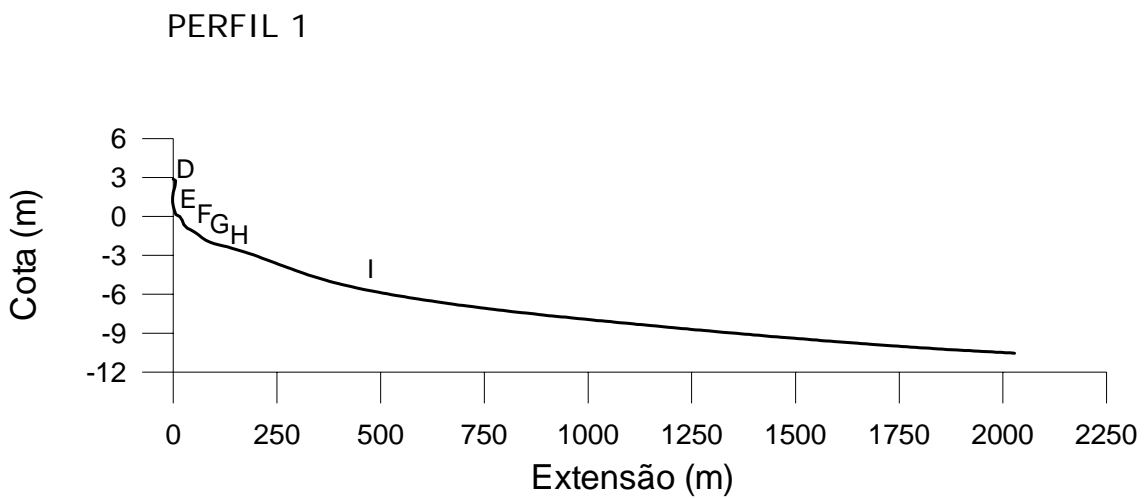
## MATERIAL E MÉTODOS

O estado morfodinâmico da praia central de Marataízes foi determinado a partir da análise da morfologia, da granulometria das areias, da altura de onda na arrebenção em dois perfis transversais situados na praia central (Figura 1), um localizado na área de maior erosão, entre os espigões (P1) e o outro a 1600m ao sul do ultimo espigão, trecho sem obras de contenção (P2). Os levantamentos morfológicos e granulométricos, em setembro de 2005 sob condição de frente fria, foram estendidos, deste um referencial fixo até a profundidade de fechamento do perfil, obtida pelo emprego da equação de Hallermeier (1981)  $D = 2H_s + 11\sigma$ , onde D é a profundidade de fechamento;  $H_s$  é a altura significativa das ondas incidentes e  $\sigma$  é o desvio padrão, para tanto utilizou-se dos dados de Homsí (1981). Para o levantamento topográfico utilizou-se nível de precisão, mira e trena, e, no levantamento batimétrico, barco e sonar. Na estação P2, onde há presença de dunas foram realizadas 5 campanhas ao longo de 2005, com levantamento topográfico e granulométrico das dunas e praia. Ainda, para a determinação do estado morfodinâmico da praia, adotou-se o parâmetro  $\Omega$  (ômega)  $\Omega = \frac{H_b}{(w_s * T)}$ , (Dean, 1973), utilizando-se a onda da arrebenção medida em campo ( $H_b$ ), o período (T) de 6,5s, mais recorrente na região (Homsí, 1981) e a velocidade de decantação do grão da face da praia ( $w_s$ ), sendo adotadas as classes apresentadas por Wright e Short (1984).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Morfologia e granulometria e estado morfodinâmico dos perfis praias*

Na figura 3 observa-se que o perfil transversal entre os espigões P1 apresenta a porção emersa estreita e a antepraia com baixa a moderada declividade, 1:100m, retilínea e côncava. As areias apresentam-se finas a muito finas com bom grau de seleção no berma e na face da praia, médias e finas com moderado grau de seleção no degrau da praia e zona de arrebenção e muito fina na antepraia até 300 m a partir da cota 0 (nível médio 0,82m DHN). O parâmetro  $\omega$ , determinado pelas ondas de arrebenção mais frequentes durante o monitoramento, variou entre 6,69 e 6,15, corroborando o estado dissipativo observado pela morfologia e granulometria das areias da praia.



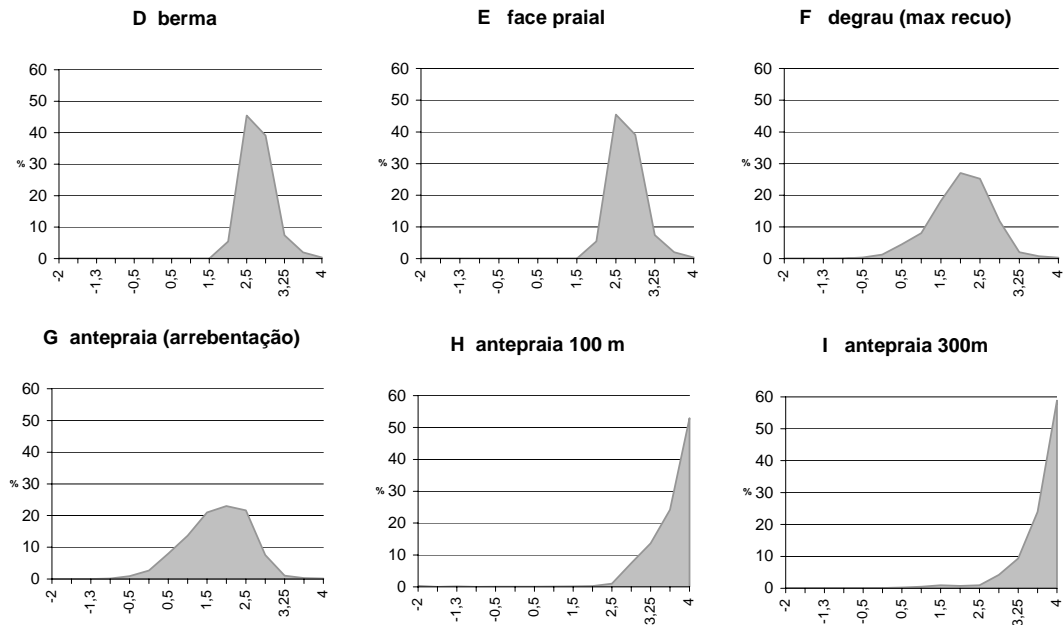


Figura 3 Morfologia e granulometria das areias do perfil transversal P1, Marataízes – ES, Setembro de 2005.

Na figura 4 tem-se a morfologia do perfil 2, distante do trecho de maior erosão, e desta forma com a conservação das dunas frontais. Observa-se que além da presença das dunas a retaguarda da praia, o perfil apresenta extensão emersa de aproximadamente 60m, com o desenvolvimento de barras aos 100 m e 300 m, a partir da linha de costa (cota 0 - 0,82m DHN). A face da duna é constituída por areias finas e médias, com muito bom grau de seleção, indicando competência eólica para transportar e selecionar areias médias. No berma, as areias apresentaram-se grossas e finas com moderado a pobre grau de seleção e leve assimetria para o lado dos grossos, sendo resultado do alcance de ondas de maior energia nesta feição, transportando sedimentos mais grossos, e ainda, da retirada de parte da fração mais fina pela ação dos ventos. A face da praia apresenta-se fina e muito bem selecionada, com frações modais semelhantes às das dunas. As areias da antepraia (zonas do máximo recuo, arrebentação e empinamento das ondas) apresentam-se finas e médias, com moderado grau de seleção e assimetria para o lado dos grossos.

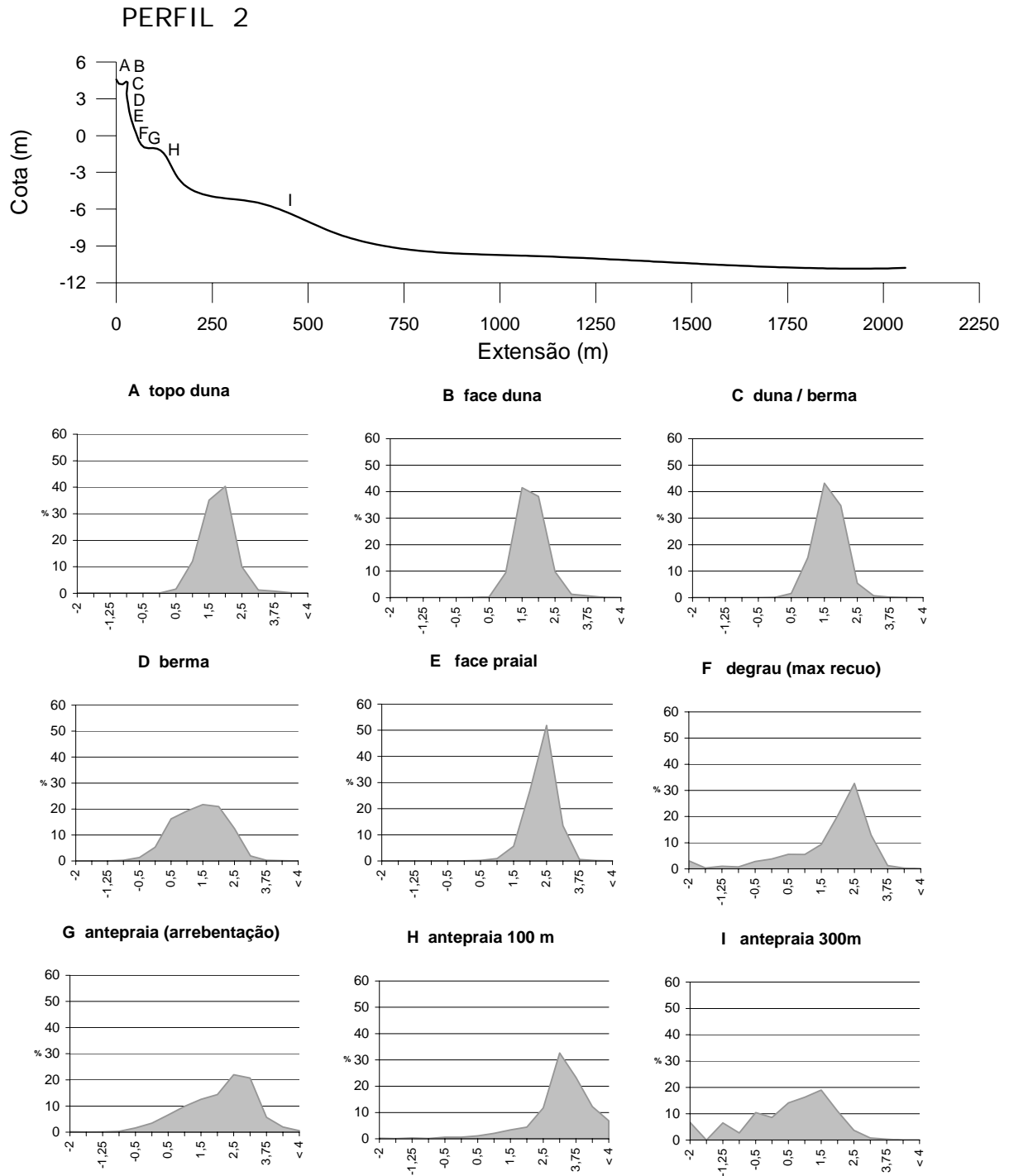


Figura 4 Morfologia e granulometria das areias do perfil transversal P2, Maratázes – ES, Setembro de 2005.

A distribuição das areias sobre o banco da zona de empinamento apresenta melhor grau de seleção, tendo a fração modal em areias finas e muito finas, com assimetria para as areias médias. Já sobre a segunda barra, aos 8 metros de profundidade, além do perfil de fechamento de 6,58m, os sedimentos apresentam pobre grau de seleção, com média em

areias grossas e moda em areias médias e finas, a mesma moda verificada no berma, indicando deposição nos eventos de maior energia.

A mobilidade do perfil P2 e sua interação morfológica e granulométrica com as dunas frontais podem ser observados nas figuras 5 e 6. Em março de 2005, associado ao verão, o perfil apresenta-se construtivo tanto na porção emersa quanto na submersa. Observa-se que as areias da face praial apresentam bom grau seleção com moda em areias finas e muito finas, enquanto o berma é constituído por areias médias e finas. Em agosto de 2005, submetido a maior energia dos ventos e ondas de E – SE, verifica-se a progradação das dunas, deposição de sedimentos na antepraia e a retirada de sedimentos da praia emersa. Observa-se o engrossamento dos sedimentos da face da praia e afinamento nos sedimentos na face da duna, entre o berma e a duna, indicando atuação eólica no transporte de areias finas da face praial para a face da duna. Sob condições de frente fria, e consequentemente maior alcance e energia das ondas, em Setembro de 2005 observa-se a erosão das dunas. No perfil, comparando-se ao perfil de Agosto, registra-se leve recuperação e deposição de areias finas. O engrossamento e empobrecimento do grau de seleção das areias da região berma / face da duna sugerem a migração das areias das dunas n alimentação da praia sob condições mais energéticas. Em novembro de 2005 registra-se recuperação morfológica das dunas e da praia e a manutenção de areias finas na praia e incorporação desta fração na face da duna.

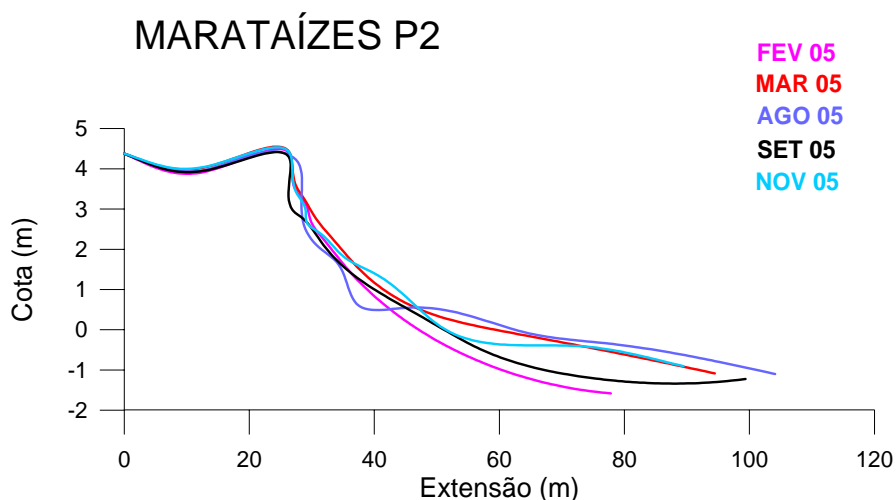


Figura 5 Variação morfológica do perfil P2, Marataízes – ES.



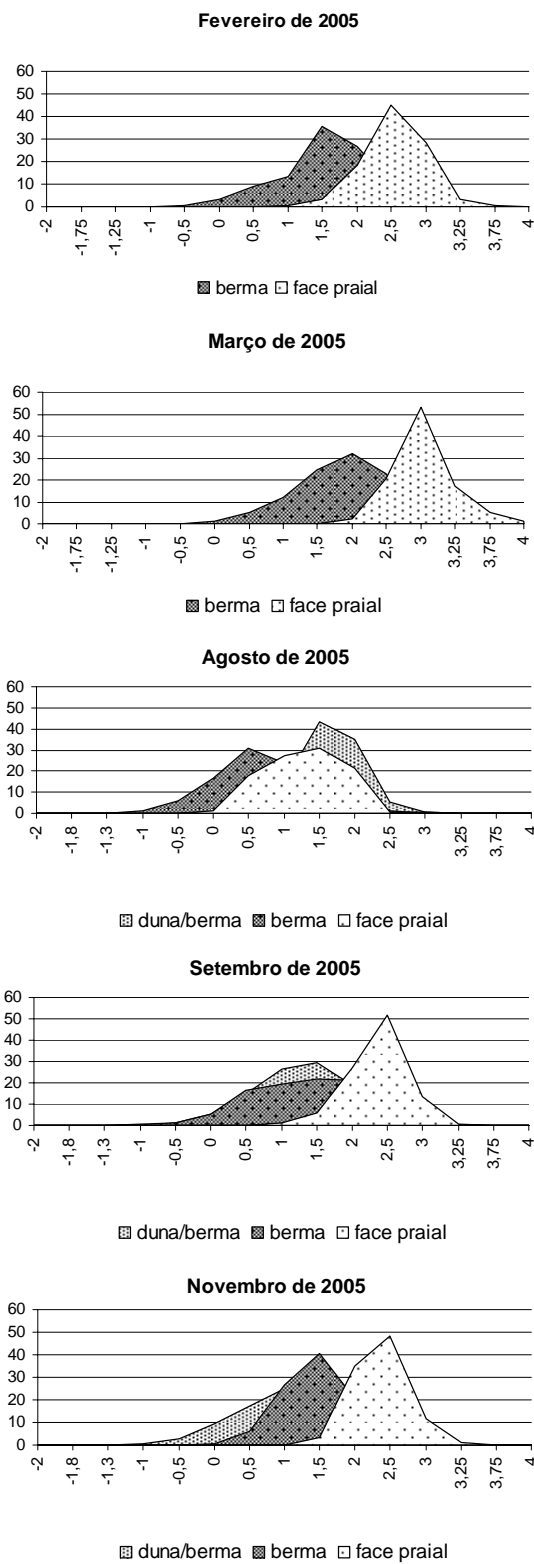


Figura 6: Variação granulométrica das dunas e praia ao longo do P2, Marataízes – ES.

Ao longo do perfil P2, a alta mobilidade verificada e a presença dos bancos submersos sugerem a existência de transporte transversal à praia, hipótese ainda embasada na distribuição granulométricas das areias. Observa-se que o banco localizado aos 100 m distante da linha da costa, apresenta-se composto por areias muito finas com granulometria entre 3 e 4 fi. Esta granulometria é verificada na praia emersa quando as dunas e a praia encontram-se construtivas, indicando que sob condições de tempo bom os bancos são incorporados à praia emersa e às dunas, por atuação eólica. A dinâmica sazonal do P2 apresenta-se condizente com a classificação de estado morfodinâmico de banco e calha longitudinal e banco e banco e praia de cúspides, conforme verificado pela aplicação parâmetro ômega que se apresentou mais recorrente entre 3,51 e 4,40.

### ***Estado morfodinâmico e processo erosivo***

O perfil P1, sem a conservação das dunas apresenta-se submetido a acelerado processo erosivo. A morfologia e distribuição granulométrica indicam a completa retirada dos sedimentos mais grossos, indicando o estado dissipativo e erosivo deste setor. Associado ao mesmo arco praiar, contudo conservando ainda parte das dunas frontais, a dinâmica do P2 indicou troca transversal entre as dunas e praia, com o desenvolvimento de bancos submersos e recuo das dunas por ocasião de incremento da energia das ondas, conforme discutido amplamente na literatura, sendo a praia classificada como intermediária. Sob as condições moderadas de ondas os sedimentos submersos retornam a praia emersa e por ação eólica, parte dos sedimentos da praia são remobilizados para as dunas frontais. Com a retirada das dunas frontais e instalação de estruturas urbanas, o P1 não apresenta esta morfodinâmica e desta forma as areias finas e muito finas, que seriam incorporadas no desenvolvimento das dunas e praia, ficam retidas na zona submersa. Com a entrada de sistemas frontais as areias finas podem ser retiradas no arco praiar, causando o déficit de sedimentos na praia de Mataráizes e por consequência o processo erosivo.

## **CONCLUSÃO**

Praias dissipativas e/ou com baixa declividade, representam o estado extremo associado a condições erosivas dentro do ciclo de morfodinâmica praiar, desta forma apresenta-se extremamente vulnerável aos processos erosivos. Contudo, a baixa declividade permite de desenvolvimento de pista e a ação eólica na formação de dunas frontais. Estas são armazenadoras de sedimentos para a troca sedimentar entre as dunas e a praia. Mesmo situada no litoral caracterizado por falésias vivas e pouco desenvolvimento

de planícies costeiras e praias extensas, a praia de Marataízes, onde não há grande intervenção e/ou ocupação apresenta-se em equilíbrio e com tipologia intermediária, destacando a grande responsabilidade da ocupação indevida sobre as dunas no processo erosivo.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao financiamento do CNPq ao Projeto RECOS “Uso e apropriação de recursos costeiros”. Instituto do Milênio.

### **REFERENCIAS**

- ALBINO, J.; PAIVA, D. S.; MACHADO, G. M.; Geomorfologia, tipologia, vulnerabilidade erosiva e ocupação urbana das praias do litoral do Espírito Santo, Brasil. In: Geografares, Vitória, n 2, jun. 2001.
- BRUNN, P., Sea level rise as a cause of shore erosion. *J. Waterw. Port Coastal Ocean Eng., Am. Soc. Civ. Eng.*, 88: 117-130. 1962.
- DEAN, R.G. Proc.1st Austral. Conf. Coastal Eng. 208-214. 1973
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO.Tabuas das Marés-.Terminal Portuário da Ponta de Ubu,Garapari-ES 2006
- HALLERMEIER, R. J.; Aprofile Zonation for Seasonal Sand Beaches from Wave Climate. *Coastal Engineering. USA*, v. 4, p. 253-277, 1981.
- HOMSI, A. Wave Climate in some zones off the Brazilian coast. *Proceedings of the 16 th coastal Engineering conference. ASCE. Hamburg, Al.* 1978
- MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J. M. ; ARCHANJO, J. D. , Coastal quarternary formations of the southern part of the state of Espírito Santo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências.* v. 68, p. 389-404. 1996.
- SHORT, A. D. & HESP. P. A. Wave beach and dune interactions in southeastern Australia, *Marine Geology*, 48: 259-284. 1982.
- WRIGHT, L.D. e SHORT, A.D.. Morphodynamics variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology* 56:93-118. 1984.
- WRIGHT, L.D., CHAPPELL,J., THOM,B.G., BRADSHAW, M.P. e COWELL, P. Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems: Southeastern Australia. *Marine Geology* 32:105-140. 1979.