

AS CARACTERÍSTICAS MORFODINÂMICAS DAS PRAIAS DA BARRA DO CEARÁ, FUTURO E CAPONGA – CEARÁ

ALBUQUERQUE, M. G.¹

¹Universidade Estadual do Ceará – UECE. Av. Paranjana nº 1700, (85) 3101-9786,
migueldaguia@hotmail.com

PINHEIRO, L. S.²

²Universidade Estadual do Ceará – UECE. Av. Paranjana nº 1700, (85) 3101-9786
lidrianapinheiro@fortalnet.com

MORAIS, J. O.³

³Universidade Estadual do Ceará – UECE. Av. Paranjana nº 1700, (85) 3101-9786
jader@uece.br

FROTA, F. V.⁴

⁴Universidade Estadual do Ceará – UECE. Av. Paranjana nº 1700, (85) 3101-9786

LIMA, A. M.⁵

⁵Universidade Estadual do Ceará – UECE. Av. Paranjana nº 1700, (85) 3101-9786
andre3kg@hotmail.com

RESUMO

As praias são fortemente dinâmicas, e sua variabilidade sazonal pode modificar a morfologia e processos hidrodinâmicos, em uma escala curta de tempo. Nos locais em que o regime de ondas se diferencia significativamente entre os períodos de estiagem e de chuva, como ocorre no Estado do Ceará, a praia desenvolve perfis sazonais típicos de acumulação e erosão. Este estudo tem como objetivo estabelecer a relação do ambiente praial com os diferentes estágios morfodinâmicos compreendidos entre a Barra do Ceará, praia do Futuro e a praia da Caponga; classificar a zona costeira do ponto de vista morfodinâmico, identificando as áreas de erosão e/ou progradação da linha de costa; identificar as transformações fisiográficas naturais e as impulsionadas pelas intervenções antrópicas estabelecendo a evolução da morfodinâmica praial. Esses estudos tem tido ampla aceitação por parte de estudiosos da área de Geomorfologia Costeira. A metodologia desse trabalho consistiu na realização de campanhas de levantamento com utilização de um nível topográfico, régua de 5 metros e bússola de geólogo. As leituras foram realizadas a cada 10 metros nos pontos de inflexão dos setores de praias (pós-praia, estirâncio e ante-praia). A inclinação do perfil de praia foi obtida através de clinômetro previamente calibrado em laboratório. Foram coletados simultaneamente sedimentos na pós-praia, praia e ante-praia. Os sedimentos foram analisados em laboratório através dos métodos de peneiramento úmido e mecânico, onde foram classificados segundo os métodos clássicos em sedimentologia. A análise estatística das características granulométricas foi processada no programa estatístico SAG, desenvolvido pelo Departamento de Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense - RJ. Referente às ondas foi observado: direção, período (T) e altura significativa na zona de arrebentação. Essas informações associadas a altura e direção da onda na arrebentação possibilitará o cálculo do parâmetro de DEAN ($\Omega = H_b / W_s * T$), imprescindível na classificação do ambiente praial nos seis estágios morfodinâmicos de WRIGHT & SHORT (1984). A praia da Barra do Ceará não apresentou alterações em seu estágio morfodinâmico, caracterizando-se como estado reflectivo. Na praia do Futuro o estágio morfodinâmico predominante foi de Barras Rítmicas. Na praia da Caponga foram observados valores de Omega (Ω) representando os estágios morfológicos refletivos, apesar da intensa erosão. Através dos percentuais moderados dos estágios morfológicos intermediários com características refletivas estes resultados podem subsidiar os estudos futuros e em atividades relacionadas ao monitoramento das respectivas praias pelo Corpo de Bombeiros do Estado do Ceará.

Palavras-chave: Morfodinâmica praial, Estágios morfodinâmicos, Hidrodinâmica.

INTRODUÇÃO

Aproximadamente dois terços da população mundial vivem numa estreita faixa adjacente à costa, tendo sido as praias e estuários os primeiros ambientes a sofrer diretamente o impacto do crescimento demográfico mundial (KOMAR, 1998). As praias são fortemente dinâmicas, e sua variabilidade sazonal pode modificar a morfologia e processos hidrodinâmicos, em uma escala curta de tempo. Esses ambientes existem por causa de um balanço entre o fornecimento e a remoção do material que os formam (MORAIS 1996). Desta forma, o seu perfil morfológico varia com o ganho ou perda de areia, de acordo com as alternâncias entre tempo bom (engordamento) e tempestade (erosão). Nos locais em que o regime de ondas se diferencia significativamente entre os períodos de estiagem e chuva, como ocorre no Estado do Ceará, a praia desenvolve perfis sazonais típicos de acumulação e erosão, denominado de perfil de verão e perfil de inverno, respectivamente.

As ondas são os principais elementos controladores da dinâmica desses ambientes, mas a elas são somadas as variabilidades espaciais e temporais das marés correntes, granulometria dos sedimentos e aporte fluvial. A morfologia da praia pode sofrer variações em curto prazo, onde estão inseridas as ordens de grandeza sazonal ou até de dias ou horas (como é o caso das ressacas). Por isto, este estudo tem como objetivo estabelecer a relação do ambiente praial com os diferentes estágios morfodinâmicos compreendidos entre a Barra do Ceará, praia do Futuro e a praia da Caponga. Classificar a zona costeira do ponto de vista morfodinâmico, identificando as áreas de erosão e/ou progradação da linha de costa; Identificar as transformações fisiográficas naturais e as impulsionadas pelas intervenções antrópicas estabelecendo a evolução da morfodinâmica praial. A magnitude dessas mudanças em praias urbanas pode ocasionar o surgimento de áreas de riscos costeiros.

AREA DE ESTUDO

O Estado do Ceará tem nas suas praias os principais atrativos para o desenvolvimento do turismo e a implantação de projetos desenvolvimentistas, que envolve aumento dos fluxos de investimentos e pessoas. Além do turismo, o veraneio foi um dos principais vetores de urbanização dos distritos costeiros inseridos na Região Metropolitana de Fortaleza. A área de estudo compreende as faixa e praia da Barra do ceará, Praia do

Futuro e Caponga, nos municípios de Fortaleza e Cascavel. A área foi dividida em 13 setores de monitoramento com características morfodinâmicas e de uso e ocupação homogêneas. A figura 1 mostra a localização dos pontos monitorados.

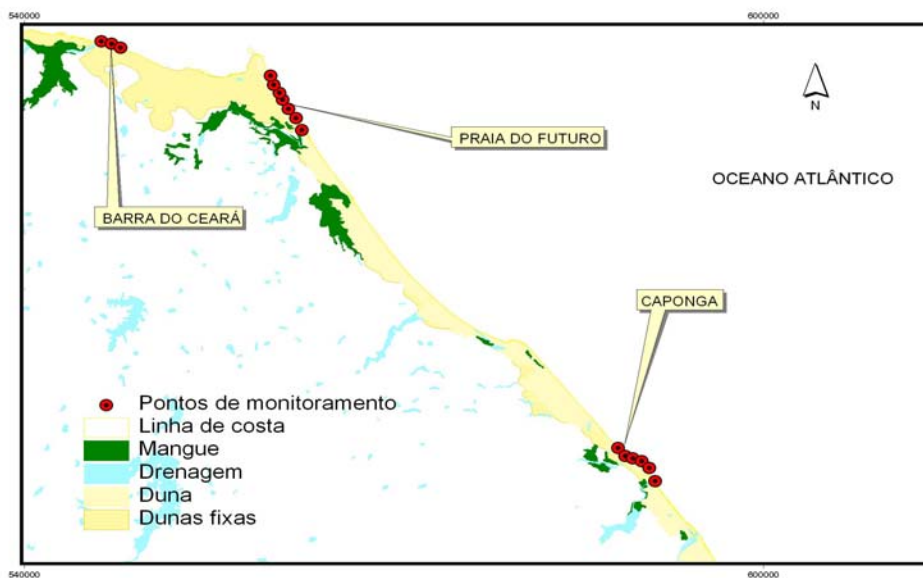


Figura 1. Localização da área de estudo.

METODOLOGIA

Em relação ao sensoriamento remoto foram utilizadas imagens de satélite de alta resolução (QUICKBIRD) cedidas pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). O *overlay* foi elaborado no programa ARCVIEW 8.3 onde foram adicionados os produtos da interpretação das imagens de satélite e fotografias aéreas. A fim de caracterizar os estágios morfodinâmicos foram realizadas campanhas de levantamento topográfico das praias nos períodos de alta estação e com amostragens de alta frequência. Ou seja, em um ano foram realizados levantamentos bimestrais sob condições diferentes de marés. A análise da variação sazonal da morfologia praial foi obtida pelos perfis topográficos, obtidos através de nível topográfico, régua de 5 metros e bússola de geólogo. As leituras foram realizadas a cada 10 metros nos pontos de inflexão dos setores de praias (pós-praia, estirâncio e ante-praia) e/ou nas variações conspícuas da morfologia praial.

A inclinação do perfil de praia foi obtida através de clinômetro previamente calibrado em laboratório, com amostragens nos diversos setores da face de praia. Foram coletados simultaneamente sedimentos na pós-praia, praia e ante-praia. Os sedimentos foram analisados em laboratório através dos métodos de peneiramento úmido e mecânico, onde foram classificados o tamanho médio do grão, desvio padrão da amostra, curtose e

assimetria segundo os métodos clássicos em sedimentologia (SUGUIO, 1973). A análise estatística das características granulométricas foi processada no programa estatístico SAG, desenvolvido pelo Departamento de Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense - RJ.

Com o uso de GPS foi delimitada a variação do nível da preamar de sizígia e quadratura nos períodos chuvosos e de estiagem, concentrando as amostragens no segundo período. Os *beach-rocks*, depressões e outras feições foram georreferenciadas neste procedimento. Para os perfis foram calculados os parâmetros morfométricos a fim de medir a mobilidade das praias (SHORT & HESP, 1982). Essas informações associadas a altura e direção da onda na arrebentação possibilita o cálculo do parâmetro de Dean ($\Omega = H_b / W_s * T$), imprescindível na classificação do ambiente praias nos seis estágios morfodinâmicos de Wright e Short (1984). Referente às ondas foi observado: direção, período (T) e altura significativa da zona de arrebentação. As direções das ondas na arrebentação e ao largo foram obtidas através de bússola acoplada ao nível ou estação total. Com o auxílio de um cronômetro digital foram obtidos os períodos das ondas com a contagem de 11 ondas, em 5 amostragens consecutivas. Com a utilização da mira foram amostradas as alturas das ondas na arrebentação. Lançando mão dos resultados obtidos durante os trabalhos de campo e laboratório foi realizado a compilação dos dados de forma a integrar a atuação de todos os processos sedimentológicos, variação morfológica e influências antrópicas responsáveis pelas transformações ambientais ocorrentes no litoral estudado.

RESULTADOS

As ondas que banham o estado do Ceará apresentam uma forte componente de E com direções variando entre os quadrantes E, E-NE e E-SE, mantendo uma estreita relação com as direções predominantes dos ventos. A incidência de ondas ao longo da costa resulta em uma componente residual e transporte preferencial de sedimentos na direção SE-NW. As alturas significativas das ondas variam de 0,8-1,5 m, com maior percentual entre as alturas de 1,1 e 1,2 m. As maiores alturas são observadas no primeiro semestre do ano, responsáveis por profundas modificações no perfil praias. As características morfodinâmicas e os principais riscos foram analisados nos 13 pontos de monitoramentos especificados a seguir:

O ponto 01 localizado na Barra do Ceará, próximo ao espigão, possui referencial de nível (RN) de 5,398 m acima do nível do mar. O perfil (figura 2) apresentou uma

extensão média de 80 m, com inclinação no estirâncio de aproximadamente $6,9^\circ$. A direção predominante é de 90° com período médio de 7,0s. A granulometria variou de areia média com cascalho esparso. O volume médio do perfil é de 590 m^3 . As maiores perdas de sedimentos foram registradas no mês de setembro de 2004 e de março a junho de 2005. Os episódios erosivos estão associados à entrada de ondas *swell* e o baixo estoque de sedimentos para recomposição do perfil de praia. As principais fontes de sedimentos para o equilíbrio do perfil são sedimentos que são trazidos pela corrente de deriva.

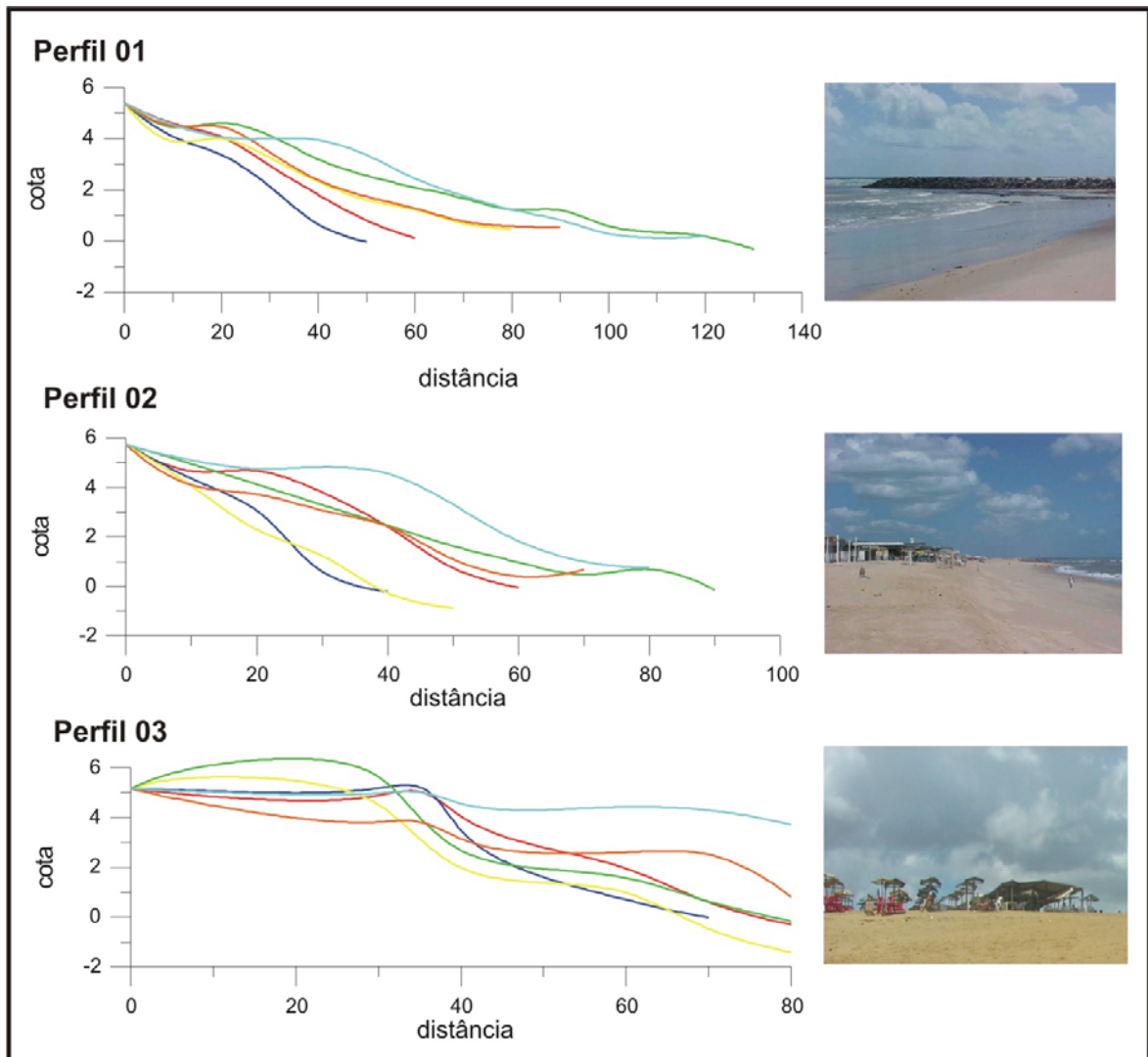


Figura 2. Variação morfológica da faixa de praia da Praia do Araújo e barra do Ceará no período entre setembro de 2004 e junho de 2005.

O ponto 02 está situado a 5,740 m acima do nível do mar. A extensão média é de 75 m, com inclinação média de $9,3^\circ$. O volume médio é de 312 m^3 . As maiores perdas foram registradas nos meses de novembro de 2004 e março de 2005. Os sedimentos variaram de areias médias a grossas com presença de cascalhos esparsos. **O ponto 03** está

localizado em uma cota de 5,17 m acima do nível do mar próximo ao espigão. O perfil apresentou uma extensão média de 80 m, com inclinação no estirâncio de aproximadamente 11 °. A direção predominante é de 90° com período médio de 7,0s. A granulometria variou de areia média com cascalho esparso. O volume médio do perfil é de 365 m³. As maiores perdas de sedimentos foram registradas no mês de novembro de 2004 e no período de janeiro a maio de 2005.

Os índices erosivos estão associados à entrada de ondas *swell* e o baixo estoque de sedimentos para recomposição do perfil de praia. As principais fontes de sedimento para o equilíbrio do perfil são trazidas pela corrente de deriva. Observa-se que durante todos os meses de monitoramento, mesmo com a intensa variabilidade dos perfis praias em todos os pontos, a praia não apresentou nenhuma alteração em seu estágio morfodinâmico. O estado reflectivo foi predominante e é caracterizado por elevados gradientes de praia e fundo marinho adjacente, o que elimina praticamente a zona de surfê. Nos três pontos, o tipo de arrebentação foi a mergulhante com altura média da onda variando entre 0,9 e 1,0 m.

O ponto 04 localizado próximo ao BNB Clube possui um referencial de nível de 4,9 m. O perfil apresentou uma extensão média de 136,6 m com período médio de onda em torno de 6,0s. A granulometria variou de areias com cascalho esparso a areia. As maiores perdas de sedimentos foram registradas nos meses de setembro a novembro devido à entrada de ondas *swell*. As principais fontes de sedimentos para o equilíbrio do perfil são o estuário do Cocó e transporte marítimo. Nessa localidade é comum a presença de afloramentos de *beach rocks* na ante-praia. O estágio morfodinâmico predominante foi do tipo reflectivo. **O ponto 05**, localizado na Barraca Tropicália, possuiu referencial de nível de 4,8 m. O perfil apresentou uma extensão média de 133,3 m com período médio de onda em torno de 5,9s. A granulometria variou de areia com cascalho esparso a areia. Os maiores episódios erosivos foram registrados nos meses de setembro e novembro. As principais fontes de sedimentos para o equilíbrio do perfil são os sedimentos provenientes da região do Caça e Pesca e sedimentos oriundos do estuário do Cocó. O estágio morfodinâmico predominante foi tipo banco e calha longitudinal.

O ponto 06 localizado entre as Barracas Havaí e Chico do Caranguejo possui um referencial de nível de 5,050m acima do nível do mar. O perfil apresentou uma extensão média de 140 m com período médio de onda em torno de 5,0s. A granulometria variou de areia com cascalho esparso a areia. As maiores perdas de sedimentos foram registradas nos meses de setembro a novembro associado à entrada de ondas *swell*. As principais fontes de sedimentos para o equilíbrio do perfil são provenientes de áreas próximas. A localidade

apresentou a formação de cavas profundas na região compreendida entre o estirâncio inferior e o ante-praia. O estágio morfodinâmico predominante foi do tipo terraço de baixa-mar com acumulação plana de areia no período da baixa-mar.

O ponto 07 localizado na Barraca *Long Beach*, possui um referencial de nível de 4,515m acima do nível do mar. O perfil apresentou uma extensão média de 136,6 m com período médio de onda em torno de 6,0s. A granulometria variou de areia com cascalho esparso a areia, moderadamente selecionado. As maiores perdas sedimentares foram registradas no mês de novembro devido aos fortes ventos (transporte eólico) e a entrada de ondas *swell*. Os principais gradientes de sedimentos para o equilíbrio do perfil são trazidos de outros pontos. A seção apresentou a formação de pequenos bancos arenosos com cavas de profundidade moderada. O estágio morfodinâmico predominante foi do tipo banco e cava longitudinal.

O ponto 08 localizado na Barraca Saturnino possui um referencial de nível de 4,500m. O perfil apresentou uma extensão média de 123,3m com período médio da onda em torno de 6,7s. O pico erosivo do perfil foi registrado no mês de novembro devido à entrada de ondas *swell*. O estágio morfodinâmico classificado como reflectivo.

O ponto 09 localizado na Barraca *Crocobeach* possui um referencial de nível de 4,5m. O perfil apresentou uma extensão média de 110 m com período médio da onda em torno de 6,1s. A granulometria variou de areia com cascalho esparso a areia. As maiores perdas de sedimentos foram registradas no mês de setembro devido a transportes eólico e marítimo. A faixa de praia é estreita com formação de pequenos bancos no ante-praia. O estágio morfodinâmico predominante foi do tipo barra transversal.

O ponto 10, localizado na Barraca *Dallas*, possui um referencial de nível de 4,5m. O perfil (figura 3) apresentou uma extensão média de 133,3m com período médio da onda em torno de 5,8s. As maiores retiradas de sedimentos foram registradas no mês de setembro devido a transporte eólico e marítimo. O estágio morfodinâmico predominante foi do tipo barra transversal.

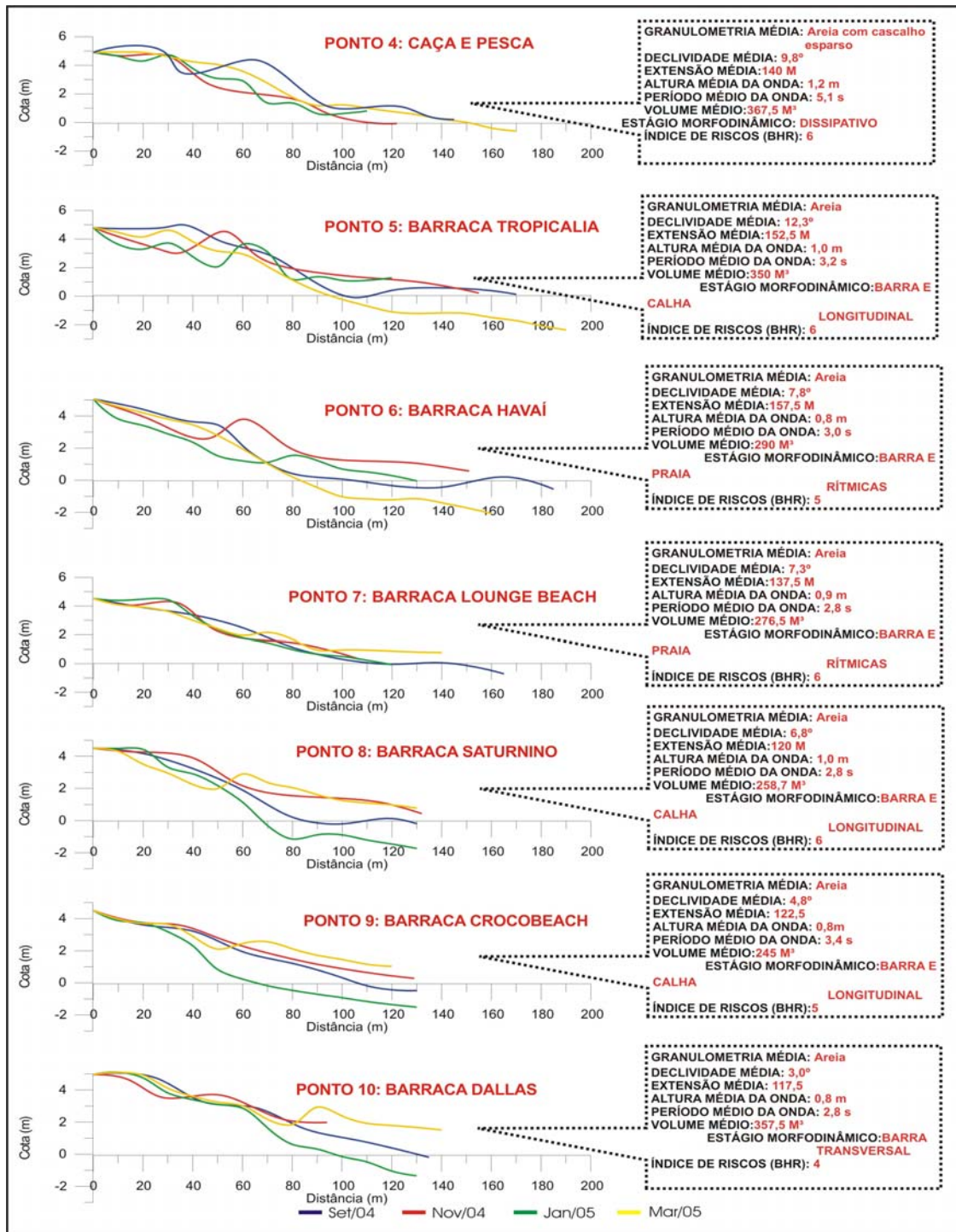


Figura 3. Síntese das características morfodinâmicas da praia do Futuro-CE.

O ponto 11 localizado na praia da Caponga caracteriza-se pela presença de rochas de praia, que representam verdadeiros anteparos naturais protegendo a linha de costa, em toda a sua extensão. Apresenta uma área de intensa deflação eólica, com a livre circulação de sedimentos entre a praia e sistema de dunas locais e cordões arenosos da pós-praia. A disponibilidade de sedimentos e os processos hidrodinâmicos favorecem a formação de *spits* arenosos e, por conseguinte a migração lateral do rio Malcozinhado.

O ponto 12 caracteriza-se pela presença contínua das rochas de praia na zona de praia, protegendo-a da ação erosiva das ondas. Neste ponto ocorre a estabilização das antigas zonas de deflação eólica e de terraços marinhos pela ocupação das casas de veraneio. A existência das rochas e de uma pequena zona de pós-praia confere a este setor o grau de vulnerabilidade moderado.

O ponto 13 corresponde à área de influência direta dos espigões, com um alto adensamento urbano. As ondas na maré alta arrebentavam na primeira linha de urbanizações. Em 1999 essa área passou por um processo de reabilitação. No ano de 2001, o processo erosivo passou a ser preponderante (figura 4). Esta célula apresenta uma alta vulnerabilidade ao processo de erosão costeira.



Figura 4. Retomada dos processos erosivos na Praia da Caponga.

O ponto 14 apresenta trechos intercalados com forte e moderada ocupação da zona de pós-praia. A sua faixa de praia tem em média 150 m de extensão com considerável estoque de sedimentos na ante-praia na forma de barras arenosas submersas. As maiores variações observadas são decorrentes da abertura da barra do riacho nos períodos das maiores precipitações e das mudanças nos padrões de arrebentação das ondas nas imediações do cais pesqueiro, gerando uma zona de sombra. Na plotagem dos dados não foram observados valores de Omega (Ω) representando os estágios morfológicos refletivos, apesar da intensa erosão. Apesar dos percentuais moderados dos estágios morfológicos intermediários com características refletivas, observou-se uma tendência de crescimento para todos os perfis, isto não significa que toda a faixa de praia esteja com processos erosivos instalados, mas que, apesar do gabiões estarem mantendo o equilíbrio

morfodinâmico, a área de influência direta apresenta uma alta susceptibilidade à retomada da erosão.

CONCLUSÕES

A praia da Barra do Ceará não apresentou alterações em seu estágio morfodinâmico. Caracterizando-se como estado reflectivo. Na praia do Futuro o estágio morfodinâmico predominante foi de Barras Rítmicas com índice de segurança variando de moderadamente perigosa a altamente perigosa. Na praia da Caponga foram observados valores de Omega (Ω) representando os estágios morfológicos refletivos, apesar da intensa erosão. Apesar dos percentuais moderados dos estágios morfológicos intermediários com características refletivas. Estes resultados podem subsidiar os estudos futuros e em atividades relacionadas ao monitoramento das respectivas praias pelo Corpo de Bombeiros do Estado do Ceará.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio ao projeto "Estágios morfodinâmicos e sua relação com os riscos associados ao uso das praias no Estado do Ceará", pelo convênio 14/04. Ao CNPq pela concessão da bolsa e a equipe do LGCO-UECE pelo apoio nas atividades de campo e laboratório.

BIBLIOGRAFIA

- KOMAR, P. D. **Beach processes and Sedimentation**. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 544 p. 1998.
- MORAIS, J. O. Processos e impactos ambientais em zonas costeiras. **Revista de Geologia da UFC**, Fortaleza-CE, v. 9, p. 191-242, 1996.
- SHORT, A.D.; HOGAN, C.L. **The Australian beach safety and management program-surf life saving Australia's approach to beach safety and coastal planning**. In: 1th Australia in Conference on Coastal and Ocean Engineering, Townsville. The Institution of Engineers, Australia, National Conference Publication, p.113-118, 1993.
- SHORT, A. D. & HESP, L. **Wave, Beach and Dune Interactions southeastern Australia**. *Marine Geology*, n. 48, p. 259-284, 1982.
- SUGUIO, K. **Introdução a Sedimentologia**. Ed. Edgard Blucher Ltda. 317 p. São Paulo. - 1973.
- WRIGHT, L.D; SHORT, A.D. **Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis**. *Marine Geology*. Amsterdam, v.56, p. 93-118, 1984.