

Comportamento Morfodinâmico da Praia da Taíba, Nordeste do Brasil *

Morphodynamic Behavior of Taíba Beach, Northeast Brazil

Ismália Cassandra Costa Maia Dias^{@,1}, Cristina de Almeida Rocha-Barreira¹

RESUMO

Aspectos morfodinâmicos da praia da Taíba foram caracterizados durante o período de junho/2006 a agosto/2007. A altura, período das ondas e granulometria foram registrados. Perfis de praia, parâmetros adimensional de Dean (Ω) e escalar da arrebentação (Σ), Índices da Praia (BI) e da Extensão Relativa da Maré (RTR) foram calculados com o objetivo de comparar diferentes classificações para descrição da morfodinâmica praial. As amostras de sedimento foram coletadas em duas zonas: 1 (0-30m) e 2 (30-60m) de distância da zona de varrido das ondas. A altura das ondas variou entre 0,40m a 0,60m e o período de 5,93s a 8,31s, classificando a praia como de energia de onda moderada. A classificação média do sedimento foi composta por areia fina ou muito fina, apresentando, porém, em alguns meses, amostras de areia média na zona 2 de coleta. Os valores do parâmetro de Dean (Ω) e do BI classificaram a praia como intermediária, apresentando, porém, em alguns meses características do modo refletivo. Os valores do parâmetro escalar da arrebentação indicaram dissipação das ondas, e o RTR indicou a ação das marés como principal modificadora dos perfis de praia. O estado morfodinâmico intermediário da praia da Taíba pode ser comprovado a partir de dois diferentes índices, tendo uma completa descrição pelo uso em conjunto do Índice da Praia e pelo Parâmetro Relativo da Maré. O entendimento dos processos responsáveis pela morfodinâmica dos ambientes costeiros é necessário, tendo em vista que tais processos assumem um importante papel na conformação e estabilização do ambiente praial.

Palavras-chave: estado morfodinâmico, perfil de praia, variáveis ambientais.

ABSTRACT

Beach morphodynamics is a study method that integrates morphological and dynamic in a more complete description of the beach and surf zone. Morphodynamic aspects of Taiba beach were characterized from June 2006 to August 2007. Wave height and period and beach particle size were recorded. Beach profiles, dimensionless parameters of Dean (Ω), surf-scalling parameter (Σ), Beach Index (BI) and Relative Tide Range Parameter (RTR) were calculated in order to compare different classifications that describe the beach morphodynamics. Sediment samples were collected in two beach zones: 1 (0-30m) and 2 (30-60m) from the wash zone. Wave heights ranged from 0.40 m to 0.60 m and the period of 5.93 s to 8.31 s, classifying Taiba as moderate wave energy beach. The average rating of the sediment was composed of fine or very fine sand, presenting, however, in some months, samples of medium sand in zone 2, probably due to wave action that breaks the selected area

@ - Autor correspondente: ismaliabio@gmail.com

1 - Laboratório de Zoobentos, Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR. Universidade Federal do Ceará, Avenida Abolição, 3207. Meireles, Fortaleza, CE, Brazil. CEP: 60.165-080.

of the sediment, moving finer particles. The parameter values of Dean (Ω) and BI ranked Taíba as intermediate beach, providing, however, a few months in reflective mode characteristics. The surf-scaling parameter indicated wave dissipation, with spilling waves by the coefficient of surf, RTR and indicated that the tidal action is principal modifier of beach profiles. The beach had moderate wave energy, with low variability in height and wave period in the surf zone. In most months there were large tidal ranges, with more than 80m in length. The profiles presented angles between 1/16 to 1/35 and could be characterized as a low tide terrace. The surf zone was well-defined, relatively long, between 50 and 100m, with frequent occurrence of more than one line break waves. There are different proposals for the classification morphodynamics but for meso and macrotidal environments, such as the Taíba beach, the application of Dean parameter is not enough to characterize the morphodynamic behavior, it is necessary to incorporate factor variation of tidal range to obtain a more satisfactory classification. Therefore, the intermediate morphodynamic state of Taíba beach can be considering from two different indexes, with a complete description by use of the Beach Index and the Relative Tide Range Parameter. Understanding of the processes responsible for the morphodynamics of coastal environments is necessary, given that such processes play an important role in the formation and stabilization of the beach environment, and is the first step towards a management of these spaces in a sustainable manner.

Keywords: morphodynamic state, beach profile, environmental variables.

1. INTRODUÇÃO

As praias arenosas são ecossistemas dinâmicos que consistem de depósitos de sedimentos, continuamente retrabalhados, e se estendem desde a base de sua atividade até o limite da zona de varrido das ondas (Short & Wright, 1983).

Os processos responsáveis pelo comportamento das praias começam a atuar na base da antepraia; dependendo do clima de ondas, esta camada se estende a profundidades de uma a duas dezenas de metros e tem a praia como limite mais interno. As modificações na praia são, em parte, causadas pela troca bidirecional de sedimentos entre estes dois limites, através da zona de arrebentação. O regime da zona de arrebentação, por sua vez, depende do clima de ondas de águas profundas e do grau de modificação que as mesmas sofrem (diminuição ou aumento) antes de atingir o ponto de quebra. Variações temporais do estado da praia dependem fundamentalmente do regime ondulatorio de águas profundas, ao passo que mudanças espaciais dependem principalmente das variações na modificação das ondas à medida que as mesmas se propagam para águas rasas. Estas modificações são controladas pela geologia e pela configuração da costa. Tanto a variabilidade temporal como a espacial são dependentes do tipo e da disponibilidade do material que compõe a praia (Calliari *et al.*, 2003).

No estudo da morfodinâmica praial integram-se observações morfológicas e dinâmicas numa descrição mais completa da praia e da zona de arrebentação. Segundo Wright & Short (1984) a hidrodinâmica que existe ao longo da praia é o resultado da interação de ondas incidentes, refletidas ou parcialmente refletidas na face da praia, modos ressonantes de oscilações (ondas de borda, estacionárias ou progressivas), fluxos permanentes e aperiódicos, que resultam da arrebentação e dos fluxos gerados por ondas e marés. Estes movimentos da água exercem atrito sobre os sedimentos móveis da praia, causando gradientes espaciais e temporais em seu transporte. São estes gradientes que ocasionam mudanças na morfologia, as quais, por sua vez, induzem modificações no padrão hidrodinâmico atuante. À medida que a hidrodinâmica produz determinadas morfologias, as mesmas induzem mudanças no padrão hidrodinâmico atuante, ou seja, morfologia e hidrodinâmica evoluem conjuntamente.

Wright *et al.*, (1982) observaram aspectos importantes relacionados também com o efeito da variação de maré na morfodinâmica praial. Atribuíram às ondas (vagas e ondulações) a maior parte do trabalho realizado nas porções intermaré e submaré do perfil praial, sendo responsáveis primárias pela remobilização e suspensão de sedimentos. Porém, embora a morfologia das praias do tipo micromaré seja determinada basicamente por processos da zona de espraiamento e da zona de surfe, somente na zona de maré alta de praias do tipo meso e macromarés estes processos são dominantes. Mesmo assim, sua atuação é sujeita à ciclicidade das variações de maré; ou seja, é intermitente porquanto sujeita ao regime de marés.

Têm sido propostos e aplicados diferentes modelos conceituais de praias, entre os quais se destacam os modelos das escolas americana (Davis & Fox, 1972; Sonu, 1973; Fox & Davis, 1974; Owens, 1977) e australiana de Geomorfologia Costeira (Wright & Short, 1984; Short, 1991), com o intuito de estabelecer uma classificação universal para praias submetidas a diferentes regimes de marés.

Para caracterizar a morfodinâmica praial, vários índices são utilizados, como o parâmetro adimensional de Dean (Ω), o BSI, Índice do Estado Praial (Short, 1996) e o BDI, Índice do Depósito Praial (McLachlan & Dorvlo, 2005). Masselink & Short (1993) apresentaram um modelo conceitual baseado no parâmetro ômega (Ω) e no parâmetro de variação relativa da maré (RTR) para classificação de praias arenosas dos tipos micro, meso e macromaré. McLachlan & Dorvlo (2005) também testaram novos índices: a Área e o Índice da Praia, BI.

O objetivo principal deste trabalho foi o de caracterizar e acompanhar aspectos da morfodinâmica da praia da Taíba (Estado do Ceará), utilizando diferentes classificações propostas por Wright & Short (1984), Masselink & Short (1993) e McLachlan & Dorvlo (2005).

Segundo Amaro & Araújo (2008), estudos de análise evolutiva da morfodinâmica costeira têm sido utilizados como subsídio às decisões político-governamentais. Este fato denota que apenas entendendo e quantificando os processos morfodinâmicos relacionados com a dinâmica geoambiental se pode contribuir consistentemente para o conhecimento e planejamento de uso e ocupação do solo adequado a

determinada região, principalmente quando se trata de uma região relevante no aspecto econômico e ambientalmente sensível.

Para Coriolano (2008), o troço litorâneo cearense é um dos segmentos turísticos mais dinâmicos e tem causado impactos nesse frágil ecossistema fortemente agredido, explorado e ocupado. Juntamente a esta informação, segundo Farias & Maia (2010), há uma tendência quase geral de avanço do mar no litoral do estado do Ceará que vem promovendo a destruição de casas e estruturas de defesa do litoral. Espera-se, portanto, que este trabalho sirva de base e suporte a vários outros que venham a ser realizados na área, com ênfase nos riscos, atividades e gerenciamento costeiro.

2. ÁREA DE ESTUDO

O litoral do Estado do Ceará possui aproximadamente 570Km de extensão, com uma plataforma continental estreita e de natureza arenosa. É caracterizado por grandes extensões de praias arenosas e planícies de acumulação de sedimentos (Matthews-Cascon & Lotufo, 2006).

Esta região encontra-se imersa na contínua circulação atmosférica subequatorial dos ventos alísios, provenientes de uma extensa área oceânica livre de obstáculos, o que lhes confere notável intensidade, constância e baixa-turbulência. Adicionalmente, os gradientes térmicos terra-oceano induzem as brisas marinhas que contribuem para aumentar sua intensidade (SEINFRA, 2001).

Segundo Branco *et al.* (2005), o estado sofre influências da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), região de concentração das correntes de ventos alísios provenientes dos hemisférios norte e sul, verificados ao longo do Equador Térmico da Terra, responsáveis pela pronunciada sazonalidade dos regimes pluviométricos e de ventos. De acordo com a migração da ZCIT, o clima cearense caracteriza-se por períodos de chuvas intensas ou estiagem. Entre os meses de agosto a dezembro, estiagem, a temperatura tende a aumentar, causando redução da umidade, aumento da insolação e maior velocidade dos ventos, dando origem a ondas mais altas e de maior poder erosivo. Nos meses de janeiro a junho, em geral, essa condição climática se inverte, com ocorrência de ventos mais amenos e mais suaves e de menor poder erosivo, restaurando a morfodinâmica das praias (Magalhães & Maia, 2003). A temperatura não varia significativamente ao longo do ano, fato característico das áreas tropicais.

Segundo Freire & Cavalcanti (1998), as correntes longitudinais na plataforma interna cearense apresentam velocidade em torno de 0,27 m/s, sendo responsáveis por parte do transporte sedimentar litorâneo de direção SE-NW. Os processos hidrodinâmicos atuantes na faixa litorânea do estado do Ceará resultam da ação contínua dos ventos alísios, gerando *trens* de ondas oriundos do quadrante NE (45° a 80°), que atingem a linha de costa obliquamente.

O regime de maré é do tipo mesomaré semi-diurno.

A praia da Taíba está localizada no litoral oeste no Município de São Gonçalo do Amarante (03°30,125'S; 038°54,469'W) (Figura 1). Apresenta 10 km de extensão, com uma faixa larga de areia, dunas e recifes de arenitos, possuindo muitas falésias com reentrâncias formadas pelo hidrodinamismo das marés (Paiva & Macedo, 1997).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Procedimentos de campo e laboratório

A variação sazonal da morfologia de praia foi obtida pela realização de perfis topográficos abrangendo toda a região entremarés e o início da zona de arrebentação, em marés de sizíguas. Realizaram-se 8 campanhas entre junho/2006 e agosto/2007. Os perfis foram obtidos durante a maré baixa de sizígia, por meio do método de nivelamento expedito descrito por Birkemeier (1985), utilizando-se aparelho de leitura topográfica (nível) e régua de leitura.

A altura e o período médio das ondas foram registrados mensalmente, no período entre fevereiro e agosto de 2007, nos dias em que foram realizados os perfis praias, utilizando-se um cronômetro para a contagem da quebra das ondas, contando o número de ondas que chegavam à praia em 3 minutos; e uma régua de alumínio para medir a altura da onda, obtida através da colocação da régua no ponto de máximo recuo, realizando a leitura alinhando-se a crista da onda com a linha do horizonte, buscando-se aprimorar o método de observação visual, de acordo com Gomes (2004) e Albuquerque *et al.* (2009).

Amostras de sedimento foram também coletadas mensalmente em duas faixas na zona de surfe, de 0-30m e 30-60m de distância do limite inferior da zona de varrido das ondas. Um cilindro de PVC com 10 cm de diâmetro foi utilizado como amostrador. As amostras seguiram processamento de rotina, sendo secas, quarteadas, peneiradas e classificadas de acordo com a escala de Wentworth (1922). Os dados foram tratados por um programa de cálculo automático (ANASED 5j) e os sedimentos foram descritos através da média e da mediana, obtendo-se ainda o grau de seleção (desvio padrão), grau de assimetria e curtose.

3.2 Análise dos dados

Foram utilizados três índices para a descrição do estado morfodinâmico da praia a partir dos dados de ondas, marés, de sedimento e dos perfis topográficos, como mostra a Tabela 1.

Também foi determinado o parâmetro escalar da arrebentação ("surf-scalling parameter") $\Sigma = ab \cdot \omega^2 / g \cdot \tan^2 \beta$, o qual considera a amplitude da onda na zona de arrebentação (ab), a frequência da onda incidente em radianos ($\omega = 2\pi/T$), a aceleração da gravidade (g) e o gradiente da zona de arrebentação (β). Este índice indica as características da arrebentação, existindo alta reflexão com $\Sigma < 2,5$, dissipação quando $2 > \Sigma < 20$ ou alta dissipação com $\Sigma > 20$ (Wright *et al.*, 1985).

Para confirmar o parâmetro escalar da arrebentação foi também determinado o coeficiente de arrebentação proposto por Galvin Jr. (1968), $\beta = gmT^2/Hb$, onde g é a aceleração da gravidade, m é a declividade do perfil, T o período em segundos e Hb a altura da onda na zona de arrebentação. Valores de $\beta < 0,068$ caracterizam ondas deslizantes e $0,068 < \beta < 0,09$ ondas mergulhantes.

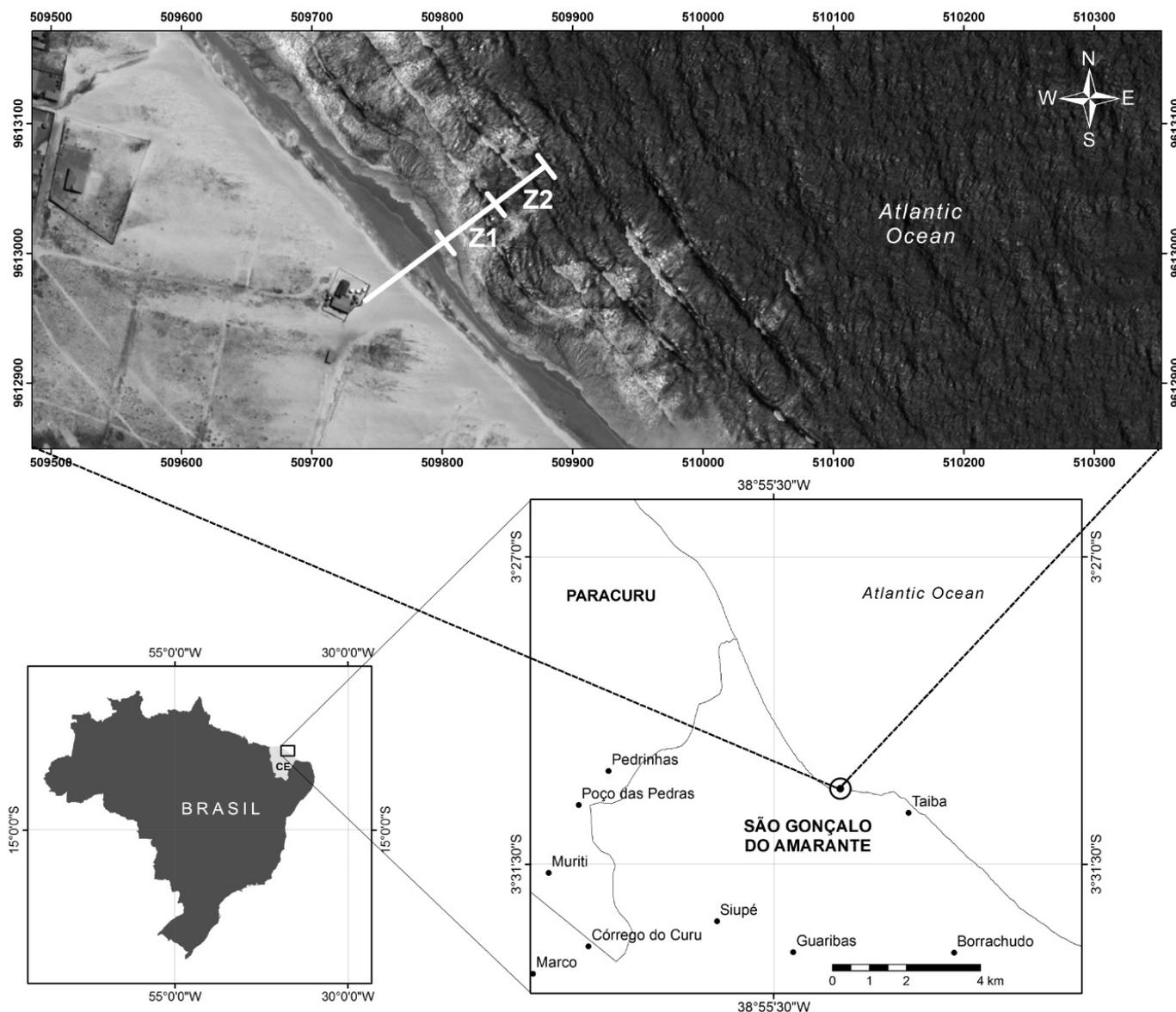


Figura 1. Localização da área de estudo (Praia da Taíba) e perfil de praia no litoral do Brasil e do estado do Ceará. Z1(0-30m), Z2 (30-60m).
Figure 1. Location of study Area (Taíba beach) and beach profile in the coast of Brazil and Ceará State. Z1(0-30m), Z2 (30-60m).

4. RESULTADOS

4.1 Granulometria

Verificou-se que a média do sedimento correspondeu quase sempre a areia fina ou muito fina, com valores médios do grão entre $1,80\Phi$ e $3,09\Phi$ (Tabela 2). Para ambas as faixas de coleta foram observadas pequenas frações de cascalho, que variaram de 0,02% a 2,69% das amostras analisadas.

Na faixa 1 (0-30m de distância da zona de varrido) o sedimento apresentou-se moderadamente selecionado em 73,4% das amostras, com grau de seleção variando entre 0,48 a 1,21. Os valores de assimetria, variaram de 0,01 a -0,46, com 40% das amostras muito negativa. Segundo os valores de curtose, 53,3% das amostras apresentaram sedimentos leptocúrticos (Tabela 2).

Para a faixa 2 (30 – 60m da zona de varrido), a areia média correspondeu a cerca de 20% das amostras e a areia muito fina

a cerca de 6,6%. Os valores da assimetria variaram de -0,03 a -0,47, correspondendo 46,6% a muito negativa, 46,6% a negativa e apenas 6,6% a aproximadamente simétrica. O grau de selecionamento variou de 0,60 a 1,27, apresentando 60% do sedimento moderadamente selecionado. A maior parte das amostras desta faixa corresponderam a sedimentos leptocúrticos (40%) e platicúrticos (26,6%) (Tabela 2).

As curvas granulométricas em frequência acumulada das zonas analisadas podem ser visualizadas na Figura 2. Pode-se observar que as amostras têm características relativamente semelhantes dentro de cada zona. A partir das curvas também pode-se comprovar a composição de areia fina ou muito fina para a zona 1 e uma tendência (aumento de frequência) ao aumento do grão para areia média na zona 2; também é possível observar que a assimetria é em sua maioria negativa, particularmente na zona 2, além de visualizar amostras caracterizadas como leptocúrticas.

Tabela 1. Índices morfodinâmicos utilizados para caracterizar a praia da Taíba, Ceará, Brasil, período de fevereiro a agosto de 2007.

*: utilizou-se o tamanho médio do grão (faixas de 30 e 60 metros), de acordo com Gomes (2004) e Grossi-Hijo (2007), sendo os valores de velocidade média extraídos da tabela de Raudkivi (1990).

Table 1. Indexes used to characterize the morphodynamic Taiba beach, Ceará, Brazil, February to August/ 2007.

*: the average grain size (30 and 60 m) was used according to Gomes (2004) and Grossi-Hijo (2007), and the average velocity values were extracted from the Raudkivi (1990) table.

ÍNDICE MORFODINÂMICO	EQUAÇÃO	CARACTERÍSTICA DA PRAIA	OBSERVAÇÕES
Parâmetro de Dean	$\Omega = Hb/Ws.T$	$\Omega=2$ reflectiva	Hb: altura da onda na arrebentação (m)
(Wright e Short, 1984)		$2<\Omega<5$ intermediária	Ws*: velocidade média de decantação dos sedimentos (ms^{-1})
		$\Omega>5$ dissipativa	T: período da onda (s)
Índice da Praia	$BI = \log_{10}(\text{sedimento} \times \text{maré/perfil})$	$BI<1,5$: reflectiva	tamanho do sedimento: $\phi+1$
(McLachlan e Dorvlo, 2005)		$1,5<BI<3$: intermediária	maré: máxima amplitude
		$BI>3$: dissipativa	perfil: declividade
			dimensões log ($\phi.m$)
Parâmetro Relativo da Maré	RTR= amplitude da maré/altura da onda	RTR <3: determinada por ondas	maré: máxima amplitude
(Masselink e Short, 1993)		$3<RTR<12$: modificada por marés	altura da onda (m)
		RTR >15: determinada por marés	

*: utilizou-se o tamanho médio do grão (faixas de 30 e 60 metros), de acordo com Gomes (2004) e Grossi-Hijo (2007), sendo os valores de velocidade média extraídos da tabela de Raudkivi (1990).

Tabela 2. Classificação granulométrica do sedimento na zona de surfe na praia da Taíba, no período de junho/2006 a agosto/2007. Valores de média e mediana apresentados em “phi” ($-\log_2$ diâmetro do grão em mm). Z1 (0-30m), Z2 (30-60m).

Table 2. Particle size classification of sediment in the surf zone on the Taiba beach, June/2006 to August/2007. Mean and median values presented in “phi” ($-\log_2$ grain diameter in mm). Z1 (0-30m), Z2 (30-60m).

Amostra	Média	Classificação	Seleção	Classificação	Curtose	Classificação	Assimetria	Classificação	Areia(%)	Finos (%)
260606 Z1	3,02	Areia Muito Fina	0,52	Moderadamente selecionado	1,10	mesocúrtica	-0,21	negativa	98,12	1,85
260606 Z2	2,18	Areia Fina	1,27	Pobremente selecionado	0,71	platicúrtica	-0,35	muito negativa	98,24	0,83
130706 Z1	3,03	Areia Muito Fina	0,73	Moderadamente selecionado	1,22	leptocúrtica	-0,26	negativa	97,56	1,71
130706 Z2	1,85	Areia Média	1,18	Pobremente selecionado	0,83	platicúrtica	-0,37	muito negativa	99,56	0,14
110806 Z1	2,77	Areia Fina	0,64	Moderadamente selecionado	1,01	mesocúrtica	-0,13	negativa	99,32	0,58
110806 Z2	2,93	Areia Fina	0,71	Moderadamente selecionado	1,46	leptocúrtica	-0,36	muito negativa	98,14	1,50
070906 Z1	2,81	Areia Fina	0,48	Bem selecionado	0,99	mesocúrtica	0,01	aproximadamente simétrica	98,83	1,17
070906 Z2	2,77	Areia Fina	0,60	Moderadamente selecionado	0,97	mesocúrtica	-0,03	aproximadamente simétrica	98,19	1,81
061006 Z1	2,50	Areia Fina	0,60	Moderadamente selecionado	1,38	leptocúrtica	-0,05	aproximadamente simétrica	99,09	0,88
061006 Z2	2,11	Areia Fina	0,85	Moderadamente selecionado	1,24	leptocúrtica	-0,26	negativa	99,74	0,07
061106 Z1	2,80	Areia Fina	0,66	Moderadamente selecionado	1,26	leptocúrtica	-0,09	aproximadamente simétrica	96,55	3,37
061106 Z2	2,80	Areia Fina	0,68	Moderadamente selecionado	1,28	leptocúrtica	-0,19	negativa	98,43	1,52
051206 Z1	2,36	Areia Fina	1,09	Pobremente selecionado	1,56	muito leptocúrtica	-0,42	muito negativa	96,09	1,22
051206 Z2	2,10	Areia Fina	0,85	Moderadamente selecionado	1,01	mesocúrtica	-0,23	negativa	99,67	0,24
220107 Z1	2,87	Areia Fina	0,54	Moderadamente selecionado	1,09	mesocúrtica	-0,01	aproximadamente simétrica	98,43	1,56
220107 Z2	2,05	Areia Fina	1,08	Pobremente selecionado	0,85	platicúrtica	-0,32	muito negativa	99,63	0
160207 Z1	2,35	Areia Fina	0,64	Moderadamente selecionado	1,40	leptocúrtica	-0,03	aproximadamente simétrica	99,21	0,76
160207 Z2	2,56	Areia Fina	0,98	Moderadamente selecionado	1,46	leptocúrtica	-0,24	negativa	97,88	1,54
070307 Z1	2,30	Areia Fina	1,13	Pobremente selecionado	1,69	muito leptocúrtica	-0,46	muito negativa	97,81	1,22
070307 Z2	2,95	Areia Fina	0,78	Moderadamente selecionado	1,92	muito leptocúrtica	-0,45	muito negativa	98,75	0,73
030407 Z1	2,95	Areia Fina	0,64	Moderadamente selecionado	1,13	leptocúrtica	-0,28	muito negativa	98,32	1,60
030407 Z2	2,25	Areia Fina	1,22	Pobremente selecionado	1,17	leptocúrtica	-0,47	muito negativa	99,52	0,03
030507 Z1	3,09	Areia Muito Fina	0,50	Moderadamente selecionado	1,43	leptocúrtica	-0,3	muito negativa	99,05	0,75
030507 Z2	1,83	Areia Média	1,39	Pobremente selecionado	0,67	muito platicúrtica	-0,1	negativa	97,57	1,60
130607 Z1	2,89	Areia Fina	0,77	Moderadamente selecionado	1,37	leptocúrtica	-0,37	muito negativa	96,9	3,09
130607 Z2	3,05	Areia Muito Fina	0,86	Moderadamente selecionado	1,75	muito leptocúrtica	-0,39	muito negativa	95,38	4,12
160707 Z1	2,69	Areia Fina	0,72	Moderadamente selecionado	1,27	leptocúrtica	-0,15	negativa	99,13	0,84
160707 Z2	1,93	Areia Média	1,14	Pobremente selecionado	0,84	platicúrtica	-0,24	negativa	97,02	2,69
130807 Z1	1,80	Areia Média	1,21	Pobremente selecionado	0,79	platicúrtica	-0,36	muito negativa	97,64	0,77
130807 Z2	2,42	Areia Fina	0,74	Moderadamente selecionado	1,22	leptocúrtica	-0,15	negativa	99,45	0,47

A análise de variância não paramétrica dos valores do sedimento não apresentou diferenças significativas entre os meses de coleta, nem entre as faixas dentro da zona de surfe (N=90, p=1).

4.2 Índices morfodinâmicos

A Tabela 3 sumariza os dados utilizados para caracterizar a morfodinâmica da praia, registrados entre fevereiro e agosto de 2007. A altura das ondas variou entre 0,40m e 0,60m e o período entre 5,93s a 8,31s. Os valores do parâmetro de Dean (Ω) variaram de 1,71 a 2,55, classificando a praia como predominantemente intermediária, apresentando, porém, em fevereiro, março e maio de 2007, valores característicos do modo refletivo ($\Omega < 2$). O Índice de Praia, BI, apresentou valores entre 2,15 a 2,50, indicativos de estados intermediários.

O parâmetro escalar da arrebentação variou entre 3,16 e 11,40, indicando que a arrebentação apresenta um estado de dissipação das ondas, confirmado pelo coeficiente de arrebentação (β) (0,01 a 0,03) com ocorrência de ondas deslizantes. Já os valores de RTR variaram de 4,5 a 6,5, indicando que a praia sofre modificações pelas marés, sob

um regime de mesomarsés, confirmado pelos valores de amplitude das marés (Tabela 3).

4.3 Perfis Praiais

Os perfis topográficos realizados na praia da Taíba podem ser visualizados na Figura 3.

Na maior parte dos meses observaram-se faixas entremarés extensas, com mais de 80m de comprimento. Os perfis apresentaram angulações entre 1/16 (julho/2007) e 1/35 (março/2007) e puderam ser caracterizados como Terraço de baixa-mar, com exceção de junho/2006, classificado como crista/canal.

O perfil observado em setembro/2006 parece ser resultado de um processo sequencial de erosão do perfil de junho/2006, com declividade de 1/24. Já os perfis de fevereiro e março de 2007 apresentaram visualmente as mesmas características, com a aparência de constituírem-se perfis de erosão quando comparados aos meses anteriores, principalmente devido ao desaparecimento do pequeno banco antes formado na porção emersa e a diminuição da zona entremarés (declividades de 1/33 e 1/35, respectivamente). Quando comparados ao perfil de setembro/2006, a porção abaixo do nível do mar apresentou uma declividade mais suave (Figura 3).

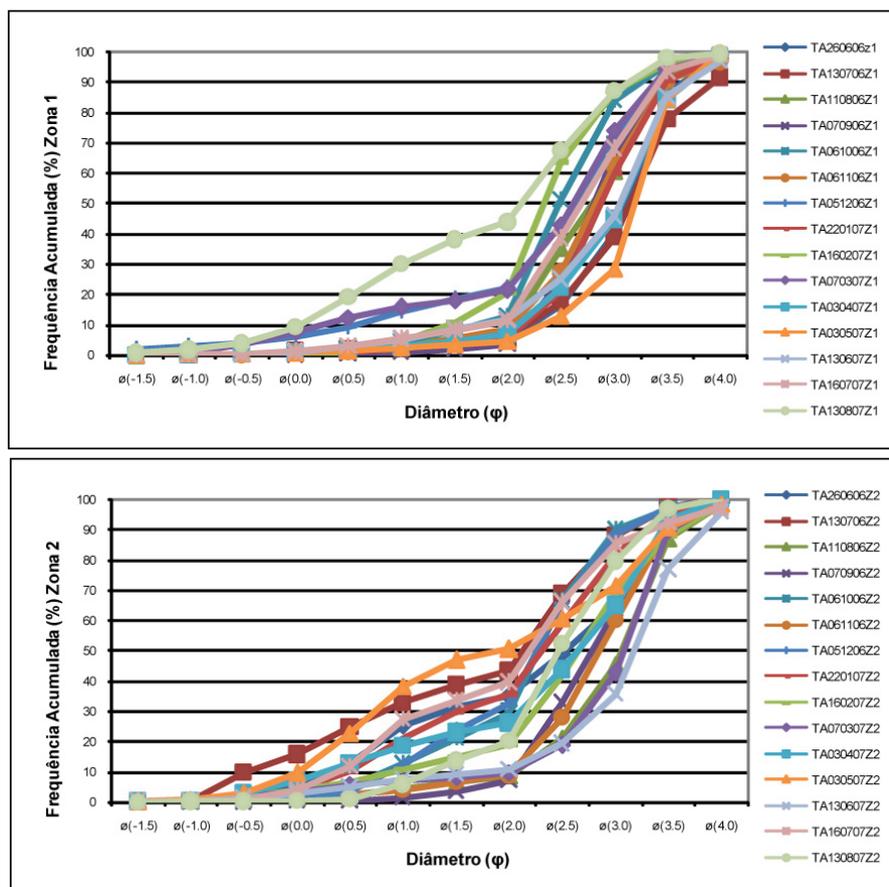


Figura 2. Curvas granulométricas com os dados de frequência acumulada das Zonas 1 e 2, praia da Taíba, Ceará, junho de 2006 a agosto de 2007. Legenda: TA: Taíba, data, e zona amostrada (1 ou 2).

Figure 2. Granulometric curves with accumulate frequency data of the Zones 1 and 2, Taiba beach, Ceará, from June 2006 to August 2007. Legend: TA: Taiba, date, and sampled zone (1 or 2).

Tabela 3. Dados utilizados para o cálculo do parâmetro de Dean, valores do Índice da Praia (BI), Parâmetro de Variação Relativa da Maré (RTR), Parâmetro escalar da arrebentação (Σ) e o coeficiente de arrebentação (β), obtidos na praia da Taíba, período de fevereiro a agosto/2007.

* valores em "phi", correspondentes as duas faixas de coleta.

** valores em segundos (s).

*** amplitude da maré.

Table 3. Data used to calculate the Dean parameter, Beach Index (BI), Relative Tide Range Parameter (RTR), the surf-scattering parameter (Σ) and surf coefficient (β) on Taíba beach, February to August 2007.

*values in phi, corresponding to the two tracks of data collection.

** values in seconds (s).

*** tidal range.

Mês (dia) 2007	Média do sedimento*	Ws**	Altura da onda (m)	Período da onda (s)	Dean (Ω)	Classificação	BI	Classificação	Maré***	RTR	Σ	β
Fevereiro (16)	2,46	3,50	0,50	7,26	1,97	Reflectiva	2,5	Intermediária	2,80	5,60	4,62	0,03
Março (07)	2,62	3,00	0,41	7,86	1,73	Reflectiva	2,5	Intermediária	2,50	6,09	3,16	0,02
Abril (03)	2,60	3,00	0,40	6,00	2,22	Intermediária	---	---	---	6,50	---	---
Mai (03)	2,46	3,50	0,50	8,31	1,71	Reflectiva	2,27	Intermediária	2,60	5,20	4,61	0,01
Junho (13)	2,97	2,50	0,50	7,83	2,55	Intermediária	2,33	Intermediária	2,70	5,40	5,33	0,01
Julho (16)	2,31	3,80	0,50	6,37	2,06	Intermediária	2,15	Intermediária	2,70	5,40	9,06	0,01
Agosto (13)	2,11	4,00	0,60	5,93	2,52	Intermediária	2,2	Intermediária	2,70	4,50	11,40	0,03

Em maio/2007, o perfil apresentado parece ter recuperado sedimento, com um aumento na extensão da zona entremarés e através da formação de um pequeno banco e uma pequena cava, com declividade de 1/21. Em junho/2007, o perfil parece ser uma continuação do existente no mês anterior, sendo que o perfil de julho/2007 realçou ainda mais o processo de acresção de sedimento verificado a partir de maio/2007; as declividades foram de 1/20 e 1/16 em junho e julho de 2007. O perfil realizado em agosto/2007 demonstrou tendência à erosão, já que visualmente houve a formação de cavas não muito pronunciadas, com uma diminuição na quantidade de material emerso, com declividade de 1/19 (Figura 3).

Em todos os perfis realizados, a porção submersa, abaixo do nível do mar, foi observada até no máximo 2 metros de profundidade, apresentando quase sempre um declive contínuo acompanhando o perfil emerso como em setembro/2006 ou mais suave com a formação de pequenos bancos / cavas como nos meses de fevereiro e março de 2007 (Figura 3).

No período de estudo, a zona de surfé caracterizou-se como bem definida, relativamente extensa (50 a 100m), sendo frequente a ocorrência de mais de uma linha de quebra de ondas e uma zona de espraiamento de ondas que chegou a se deslocar bastante ao longo do perfil praiial (observação visual).

5. DISCUSSÃO

A altura e o período das ondas pode ser muito variável, dependendo de fatores como velocidade dos ventos e declividade do perfil praiial. Branco *et al.* (2005) ao estudarem a morfodinâmica de praias arenosas do Ceará definiram que os meses marcados pelas maiores alturas das

ondas corresponderam ao início do período de estiagem, que apresenta maior velocidade dos ventos, semelhante aos resultados encontrados na praia de Taíba, onde ondas maiores também apresentaram maiores períodos.

O sedimento caracteristicamente composto por areia fina na praia da Taíba reflete o grau de seleção do sedimento na zona de surfé, produzido pela turbulência que impede a deposição de material fino. Apesar da porção de areia fina ter sido a mais representativa nas duas zonas amostradas, na zona 2 da praia da Taíba foram evidenciadas amostras de areia média, provavelmente devido a ação das ondas da zona de quebra que selecionou o sedimento, movendo as partículas mais finas.

Segundo Rocha-Barreira (2001), a assimetria negativa caracteriza as condições de dinâmica deposicional, isto é, as partículas finas da carga sedimentar são selecionadas pela turbulência gerada na arrebentação, fazendo com que tais diâmetros de grão estejam praticamente ausentes no sedimento interno da zona de surfé.

Também para Passos (2004) o diâmetro do sedimento reflete a topografia de fundo e a intensidade local da turbulência e da energia de dissipação das ondas. Bittencourt (1992) constatou uma baixa intensidade e variabilidade das ondas observando uma baixa variabilidade nos valores da assimetria.

Segundo a classificação proposta por McLachlan (1980) a praia da Taíba apresenta energia de onda leve a moderada, com valores de assimetria quase sempre negativos, ou seja, também pouco variáveis. Além disso, a maior parte das amostras apresentou sedimentos moderadamente selecionados. No sistema proposto por McLachlan (1980), as praias são classificadas quanto ao seu grau de exposição em praias muito protegidas, protegidas, expostas ou muito

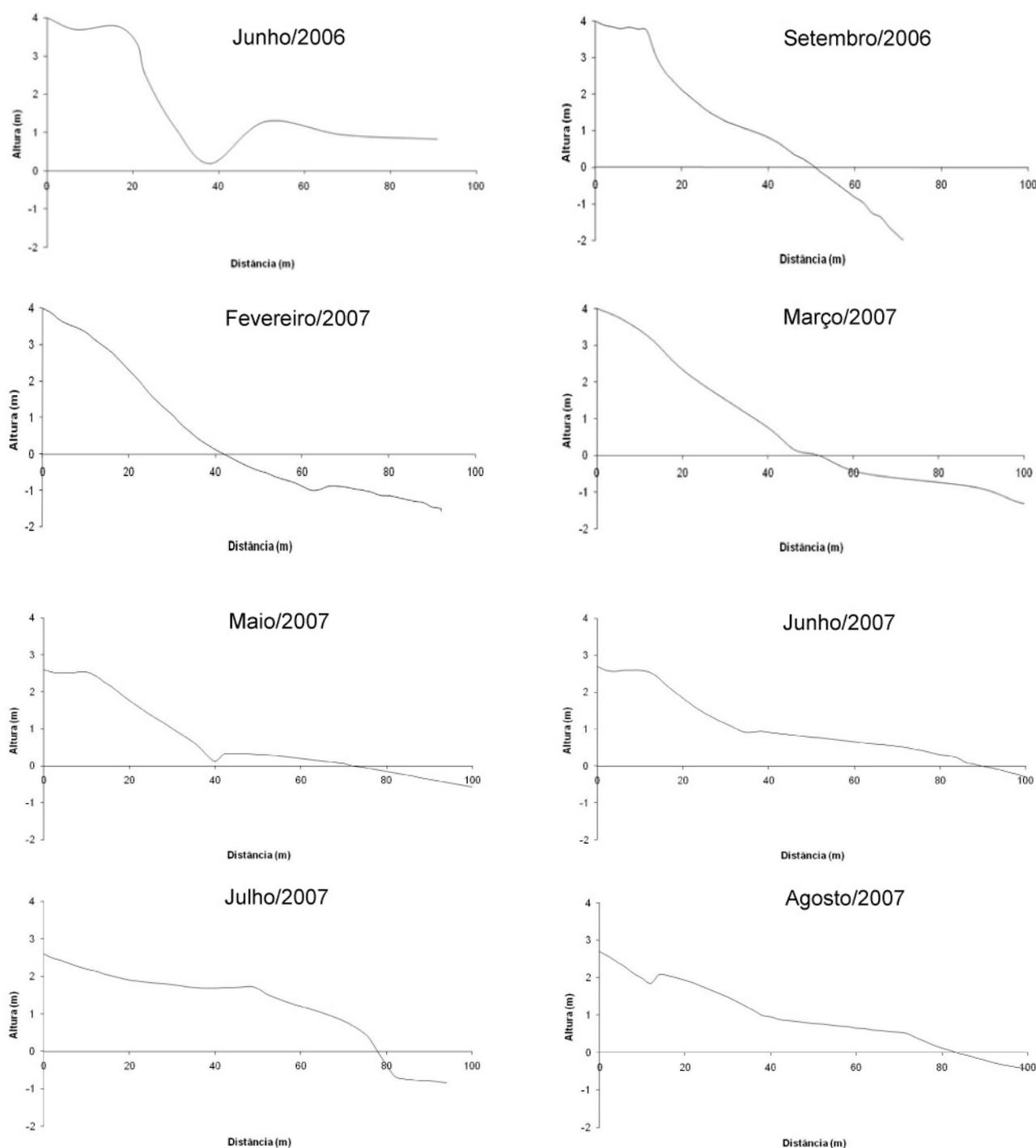


Figura 3. Perfis topográficos da região entremarés e zona de surfe da Praia da Taíba, junho/2006 a agosto/2007. O eixo representativo da distância (m) também marca o nível do mar.

Figure 3. Topographic profiles of the intertidal zone and the surf zone, Taiba beach, June 2006 to August 2007. The axis representing the distance (m) also mark the sea level.

expostas, considerando a largura da zona de arrebentação, porcentagem de areia muito fina, diâmetro médio das partículas, incluindo, também, características biológicas, como presença de animais em galerias estáveis.

Segundo Branco *et al.* (2005), a interpretação dos parâmetros texturais das amostras de sedimento revelam uma relação com os estádios morfodinâmicos. As amostras dos perfis intermediários assumiriam uma gradação de areia média a fina em direção a antepraia, fato confirmado na Taíba. Para estes mesmos autores, a morfologia da face de praia, em determinado momento, é uma resposta às condições de ondas modais, ao regime de marés e à ação eólica. Manso *et al.* (2003) acrescentam que o declive praiial está também relacionado com o diâmetro médio da areia.

Marcondes (2005) fez a correlação entre a inclinação da face praiial e a característica granulométrica dos sedimentos da praia, através da plotagem dos dados no gráfico proposto por Wiegel (1964) e obteve a classificação do grau de exposição da praia segundo a exposição às ondas. Considerando este autor, a praia da Taíba é do tipo protegida, caracterizada por areia fina, ação moderada das ondas e moderada inclinação praiial (ângulos de 1/16 a 1/35).

Ainda segundo Marcondes (2005), foram reconhecidos estados de transição entre perfis ou estados intermediários. Quando a altura modal das ondas é inferior a 1m, como observado na praia da Taíba, sob baixa energia, o tipo crista canal ou terraço de maré baixa prevalece. Estas são praias de maior variabilidade tanto temporal, devido as variações energéticas, quanto espacial, devido à forma das cúspides e dos bancos, fato definido por Wright & Short (1984).

Os valores do parâmetro de Dean (Ω), durante os meses de coleta, indicam que a praia é intermediária, apresentando, porém, em alguns meses características do modo reflectivo. Os valores obtidos estavam bem próximos do valor limite intermediário. Além disto, as características dos perfis praiiais e o Índice da Praia classificaram a praia como intermediária.

De fato, segundo Maia & Meireles (2003), as praias cearenses correspondem, no geral, a praias no estágio morfodinâmico intermediário, caracterizado por barras e sulcos (classificação de Short & Wright, 1983).

Segundo McLachlan & Dorvlo (2005), o parâmetro de Dean é capaz de expressar a habilidade das ondas em mover sedimento. Comprovadamente, nos meses com características reflectivas, a altura das ondas apresentou baixos valores, indicando uma limitada habilidade das mesmas em erodir a superfície praiial, tornando-a mais acrescional, ou seja, acumulando sedimento na porção subaérea. O acréscimo de sedimento foi detetado durante os meses de maio, junho e julho de 2007, enquanto que em fevereiro, março e agosto de 2007 houve uma visível erosão.

De acordo com Passos (2004), os tipos de ondas na arrebentação indicam o modo de dispersão de energia da onda. Nas ondas deslizantes, como evidenciado na Taíba, a turbulência começa na crista e envolve a frente da onda e segue por distâncias de até vários comprimentos de onda, indicando que a influência da quebra das ondas é um processo gradual e extenso.

Segundo McLachlan & Dorvlo (2005), outro importante processo é a maré, que causa mudanças cíclicas nas praias, podendo atuar passivamente ou ativamente no transporte de

sedimento. A área de atuação da maré depende fortemente de sua amplitude, pois esta define a quantidade de energia presente em um sistema. A sua influência pode ser tão grande que, nos casos em que supera a das ondas, estabelecem-se “terraços de maré”. Os valores de RTR, observados na praia da Taíba, indicaram que a influência das marés é a principal ação modificadora dos perfis praiiais.

Para Gaze (2005), além da importância hidrodinâmica, as marés são fundamentais a respeito da ecologia e qualidade de água de um ambiente. Segundo Masselink & Short (1993), apenas em praias com $RTR < 2$ a maré não é uma forte componente modificadora da morfologia praiial.

Segundo Weschenfelder & Zouain (2002) o estado morfodinâmico praiial depende de fatores interdependentes que condicionam o “equilíbrio morfológico-dinâmico” do sistema. A evolução da linha de costa é resultante dos processos morfodinâmicos, que ocorrem em resposta às mudanças nas condições externas. Essa evolução ocorre em função do ajuste entre a topografia, a hidrodinâmica e o volume de sedimentos que chega ao litoral, repercutindo no transporte sedimentar e gerando mudanças nas formas costeiras numa ampla escala temporal e espacial.

Short (1999) já discutia que a aplicação do parâmetro de Dean não é suficiente para caracterizar o comportamento morfodinâmico. O autor aponta que as condições apresentadas pelo ambiente a partir do parâmetro de Dean, em localidades com grande amplitude de maré, não condizem com as que demonstram as reais condições morfodinâmicas, sendo necessário incorporar o fator variação da amplitude da maré para se obter uma classificação mais satisfatória.

A partir do exposto, é coerente classificar a praia segundo o Parâmetro Relativo da Maré, relevando-se a ação modificadora das marés sobre o perfil praiial; verificou-se que o Índice da Praia também é um bom modelo para caracterizar a praia, confirmando o resultado obtido pelo Parâmetro Relativo da Maré. É necessário observar que estes índices utilizam importantes agentes morfodinâmicos em suas fórmulas, como sedimento, amplitude da maré, declividade do perfil e altura das ondas, fatores de extrema importância para caracterizar uma praia arenosa. É importante ainda destacar que todos os agentes morfodinâmicos são interrelacionados, até certo ponto co-dependentes e em conjunto definem a hidrodinâmica local.

Para Suguio (2003), os estudos morfodinâmicos das praias podem fornecer subsídios significativos para a gestão ambiental das regiões costeiras, auxiliando na tomada de decisões dos setores públicos e privados e na elaboração de políticas públicas voltadas para a contenção de eventos como erosão costeira.

Na praia da Taíba é possível observar uma crescente ocupação por casas de veraneio ou segunda moradia. Este fato já é observado ao longo do litoral cearense, onde o turismo adquiriu um papel fundamental no desenvolvimento costeiro nos últimos 50 anos (Coriolano, 2008).

A gestão e o uso adequado da zona costeira implicam, necessariamente, o conhecimento dos agentes que atuam sobre ela e que determinam os processos dinâmicos que, em último lugar, controlam a sua evolução ao longo do tempo, bem como a capacidade de se determinarem as taxas de progradação ou recuo a que se encontram submetidas.

Este requerimento básico, uma vez logrado, permite prever o comportamento da costa, tanto em condições naturais como sob a influência humana. Conhecer o ambiente praias é, portanto, o primeiro passo para uma gestão costeira sustentável.

6. CONCLUSÕES

A praia de Taíba pode ser considerada como uma praia de energia de onda leve a moderada, com baixa variabilidade na altura e período das ondas na zona de surfe. O sedimento foi caracteristicamente composto por areia fina, sendo pouco selecionado a partir das ondas atuantes na área. O estado morfodinâmico intermediário da praia da Taíba pode ser comprovado a partir de dois diferentes índices, tendo uma completa descrição pelo uso em conjunto do Índice da Praia e pelo Parâmetro Relativo da Maré. Este último revelou que os perfis praias variáveis são dependentes principalmente da ação modificadora das marés.

Sugere-se, portanto, que os dois parâmetros sejam utilizados para classificar a morfodinâmica praias e que os mesmos possam ser testados em outros ambientes praias com diferentes regimes mareais.

É necessário conhecer e entender os processos responsáveis pela morfodinâmica dos ambientes costeiros, tendo em vista que tais processos assumem um importante papel na conformação e estabilização do ambiente praias. Este trabalho foi realizado com base em uma abordagem simples, mas de extrema relevância, por ser a área desprovida de estudos, além de servir como base para futuros trabalhos que relacionem riscos costeiros, atividade turística e processos de erosão/progradação da linha de Costa.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida à primeira autora e à equipe do Laboratório de Zoobentos (LABOMAR), por sua colaboração na realização desta pesquisa; e ao geólogo Francisco Gleidson da Costa Gastão, pela confecção do mapa da área estudada. Aos revisores da RGCI pelas sugestões e contribuições.

BIBLIOGRAFIA

- Albuquerque, M. da G.; Calliari, L.J.; Corrêa, I.C.S.; Pinheiro, L.de S. (2009) - Morfodinâmica da praia do Futuro, Fortaleza-CE: uma síntese de dois anos de estudo. *Quaternary and Environmental Geosciences* (ISSN 2176-6142) 1(2):49-57. <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/abequa/article/viewFile/14092/11046>
- Amaro, V.E.; Araújo, A.B. (2008) - Análise Multitemporal da morfodinâmica da região costeira setentrional do Nordeste do Brasil entre os municípios de Grossos e Tibau, Estado do Rio Grande do Norte. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 8(2):77-100. http://www.aprh.pt/rgci/pdf/RGCI-140_Amaro.pdf.
- Birkemeier, W.A. (1985) - *A User's guide to ISRP: The interactive survey reduction program*. Instructions Report 114p., CERC 84-11. U.S. Army Engineer Waterways Experiment Stations, Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, MS, U.S.A.
- Bittencourt, A.C.S.P. (1992) - A questão da predominância ou não de valores negativos de assimetria das distribuições granulométricas para os depósitos da face da praia - uma polêmica revisitada. *Revista Brasileira de Geociências* (ISSN: 21774382), 22(1):107-111. http://sbgeo.org.br/pub_sbg/rbg/vol22_down/2201/2201107.pdf
- Branco, M.P.N.C.; Lehueur, L.G.O.; Campos, J.E.G.; Nogueira, S.R.P. (2005) - Morfodinâmica das Praias Arenosas à Barlamar e à Sotamar do Promontório Ponta do Iguape–Estado do Ceará–Brasil. *Revista de Geologia*(0103-2410), 18 (2): 215-229. http://www.revistadegeologia.ufc.br/documents/revista/2005/19_2005.pdf
- Calliari, L.J.; Muehe, D.; Hoefel, F.G.; Toldo Jr., E. (2003) - Morfodinâmica praias: uma breve revisão. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 51:63-78. <http://www.scielo.br/pdf/bjoc/v51nunico/07.pdf>.
- Coriolano, L.N.M. (2008) - Litoral do Ceará: espaço de poder, conflito e lazer. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 8(2):277-287. http://www.aprh.pt/rgci/pdf/RGCI-131_coriolano.pdf.
- Davis Jr., R.A.; Fox W.T. (1972) - Coastal processes and nearshore sand bars. *Journal of Sedimentary Petrology*, 42(2):401-412. (doi: 10.1306/74D72568-2B21-11D7-8648000102C1865D)
- Farias, E.G.G.; Maia, L.P. (2010) - Uso de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do Estado do Ceará, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 10(4):521-544. http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-224_Farias_small.pdf.
- Fox, W.T.; Davis, R.A. (1974) - Simulation model for storm cycles and beach erosion on lake Michigan. *Geological Society of America Bulletin*, 84(5):1769-1790. DOI: 10.1130/0016-7606(1973)84<1769:SMFSCA>2.0.CO;2 .
- Freire, G.S.S.; Cavalcanti, V.M.M. (1998) - *A cobertura sedimentar quaternária da plataforma continental do estado do Ceará*. Fortaleza. 40p., Departamento Nacional de Produção Mineral, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Ceará, Brasil.
- Galvin Jr, C.J. (1968) - Breaker type classification on three laboratory beaches. *Journal of Geophysical Research*, 73 (12): 3651-3659. DOI: 10.1029/JB073I012P03651
- Gaze, F.N. (2005) - *Tempo de residência na baía do Espírito Santo*. 59p., Monografia de Graduação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil. Disponível em http://www.dern.ufes.br/oceano/link/monografias/2004/monog12_2004.pdf.
- Gomes, R. C. (2004) - Perfil Praia de Equilíbrio da Praia de Meaípe – Espírito Santo. 64p., Monografia de Graduação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil. Disponível em http://www.dern.ufes.br/oceano/link/monografias/2003/monog9_2003.pdf.
- Grossi-Hijo, C.A. (2007) - *Macrofauna bentônica da zona de arrebentação da praia da Lagoinha, município de Paraipaba, Ceará, Brasil*. 56p., Monografia de Graduação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. Não publicado.
- Magalhães, S.H.O.; Maia, L.P. (2003)- Short-term morphological characterization of beaches in Caucaia and São Gonçalo do Amarante counties, Ceará State, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar* (ISSN 0374-5686), Fortaleza, 36: 77-87.
- Maia, L.P.; Meireles, A.J.A. (2003) - Oceanografia e

- dinâmica costeira. In: Campos, A.A.; Monteiro-Neto, C. & Polette, M. (eds), *A zona costeira do Ceará: diagnóstico para a gestão integrada*, pp.191-207, Aquasis (Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos), Fortaleza, CE, Brasil.
- Manso, V.A.V.; Corrêa, I.C.S.; Guerra, N.C. (2003)- Morfologia e Sedimentologia da Plataforma Continental Interna entre as Praias Porto de Galinhas e Campos - Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 30(2):17-25. <http://www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br/3002/02-3002.pdf>.
- Marcondes, A.C.J. (2005) - *Vulnerabilidade erosiva da praia do Nenel, Ilha Bela (Ilha do Bio), Vitória- ES*. 76p., Monografia de Graduação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil. Disponível em http://www.dern.ufes.br/oceano/link/monografias/2004/monog10_2004.PDF.
- Masselink, G.; Short, A.D. (1993) - The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. *Journal of Coastal Research*, 9(3):785-800.
- Matthews-Cascon, H.; Lotufo, T.M. da C. (2006) - *Biota Marinha da Costa Oeste do Ceará: 24*. 248 p., Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília, DF, Brasil. ISBN: 85-7738-036-X. (disponível em: <http://homolog-mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=14&idConteudo=5447>).
- McLachlan, A. (1980) - Exposed sandy beaches as semi-closed ecosystems. *Marine Environmental Research*, 4(1):59-63. DOI:10.1016/0141-1136(80)90059-8.
- McLachlan, A.; Dorvlo, A. (2005) - Global Patterns in Sandy Beach Macrobenthic Communities. *Journal of Coastal Research*, 4(21): 674-687. DOI: 10.2112/03-0114.1
- Owens, E.H. (1977) - Temporal variation in beach and nearshore dynamics. *Journal of Sedimentary Petrology*, 47(1):168-190.
- Paiva, F.; Macedo, M. (1997) - *Ceará. Guia de Praias*. 108p. Edições Fundação Demócrito Rocha, Fortaleza, CE, Brasil. ISBN: 8586375039.
- Passos, R.C.S. (2004) - *Varição Morfotextural da praia de Camburi, Vitória – Es, após engordamento artificial*. 90p., Monografia de Graduação, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Brasil. Não publicado.
- Raudkivi, A. J. (1990) - *Loose boundary hydraulics*. 3ª ed., 538p., Ed. Pergamon – UK. ISBN: ISBN: 0080340741.
- Rocha-Barreira, C.A. (2001) - *Biologia de Olivancillaria vesica auricularia (Lamarck, 1810) (Mollusca:Gastropoda:Olividae) na Praia do Cassino, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil*. 343p., Tese de Doutorado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, RS, Brasil. Não publicado.
- SEINFRA (2001) - *Atlas do Potencial Eólico do Estado do Ceará*. 94p., Secretaria da Infraestrutura (SEINFRA), Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil. Disponível em <http://www.seinfra.ce.gov.br/index.php/downloads/category/6-energia?download=16%3Ap>
- Short, A.D. (1991) - Macro – meso tidal beach morphodynamics – An overview. *Journal of Coastal Research* (ISSN 0749-0208), 7:417-436.
- Short, A.D. (1996) - The role of wave height, slope, tide range and embaymentisation in beach classification: a review. *Revista Chilena de Historia Natural*, 69:589-604. http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1996/4/Short_1996.pdf.
- Short, A.D. (1999) - Beach hazards and safety. In: Short A.D. (ed), *Handbook of Beach Shoreface Morphodynamics*, pp.293-303, John Wiley & Sons. John Wiley & Sons. New York, NY, U.S.A. ISBN: 9780471965701.
- Short, A.D.; Wright, L.D. (1983) - Physical variability of sandy beaches. In: McLachlan, A. & Erasmus, T. (eds.), *Sandy beaches as ecosystems: 1st International Symposium on Sandy Beaches*, pp. 17-21, South Africa.
- Sonu, C.J. (1973). Three – dimensional beach changes. *Journal of Geology*, 87(5):42-64. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/30070742>.
- Suguió, K. (2003) - Tópicos em Geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. *Revista do Instituto de Geociências* (ISSN 1517-1256), 1:1-40, USP, São Paulo, SP, Brasil
- Wentworth, C. K. (1922) - A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30(5):377-392. Disponível em <http://www.jstor.org/stable/30063207>
- Weschenfelder, J.; Zouain, A.N.R. (2002) - Variabilidade Morfodinâmica das Praias Oceânicas entre Imbé e Arroio do Sal, RS, Brasil. *Pesquisas em Geociências* (ISSN 1518-2398), 29(1):3-13. <http://www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br/2901/01-2901.pdf>
- Wiegel, R.L. (1964) - *Oceanographical Engineering*. 532p., reimpressão, de 2005, Prentice-Hall, New York, NY, U.S.A.. ISBN: 9780486446004.
- Wright, L.D.; Nielsen, P.; Short, A.D.; Green, M.O. (1982) - Morphodynamics of a macrotidal beach. *Marine Geology*, 50(1-2):97-128. DOI: 10.1016/0025-3227(82)90063-9.
- Wright, L.D.; Short, A.D. (1984) - Morphodynamics variability of surf zone and beaches – A synthesis. *Marine Geology*, 56(1-4):93-119. DOI:10.1016/0025-3227(84)90008-2
- Wright, L.D.; Short, A.D.; Green, M.O. (1985) - Short-term changes in the morphodynamic states of beaches and surf zones: an empirical predictive model. *Marine Geology*, 62(3-4):339-364. DOI: 10.1016/0025-3227(85)90123-9.