

## Transporte de Sedimentos e Variação da Linha de Costa em Curto Prazo na Praia de Maracáípe (PE), Brasil \*

### *Sediment Transport and Short Term Coastline Variation at Maracáípe Beach (PE), Brazil*

Renê Jota Arruda de Macedo<sup>@, 1</sup>, Valdir do Amaral Vaz Manso<sup>1</sup>, Natan Silva Pereira<sup>1</sup>,  
Lucy Gomes de França<sup>1</sup>

#### RESUMO

O litoral sul de Pernambuco nos últimos anos vem passando por um processo de expansão urbana que está sendo acelerado pelo desenvolvimento econômico da região. Alguns trechos são naturalmente vulneráveis à erosão enquanto outros sofrem problemas erosivos decorrentes da ocupação irregular da zona costeira. Anualmente, são reportados processos erosivos na praia de Maracáípe. Este trabalho tem como objetivo caracterizar o transporte de sedimentos através da análise sedimentar, morfológica e variação da linha de costa em curto prazo da praia de Maracáípe a fim de entender a dinâmica sedimentar desta região. Foram realizados perfis topográficos no período de dezembro/2009 a dezembro/2010, coleta de sedimentos durante o verão e o inverno e análise da variação da linha de costa por imagens orbitais. As larguras e volumes da praia extraídas dos perfis topográficos mostraram que há uma tendência de transporte de sul para norte ao longo do ano, com algumas inversões de sentido em determinados períodos. Os setores 1 e 4 são compostos por areia fina e os setores 2 e 3 areia média, moderadamente a bem selecionada. A linha de costa apresentou, na primeira série histórica, progradação, com retrogradação no período seguinte e por fim progradação novamente, sendo que o setor 4 acumulou um recuo constante em todo o período. As variações da largura de praia e da linha de costa indicam que há um padrão de circulação celular dos sedimentos nos trechos centrais da praia sendo necessário um trabalho em escala maior com uma malha de dados mais detalhada. O processo erosivo na região está associado a fatores naturais e antrópicos, sendo o primeiro relacionado à dinâmica estuarina do rio Maracáípe e o segundo a ocupação da pós-praia. Recomenda-se monitoramentos de maior espaço de tempo para a área de estudo de modo que gere subsídios ao gerenciamento costeiro da região para se estabelecer limites de uso e ocupação da orla.

**Palavras-chave:** Maracáípe; Perfis de Praias; Variação da linha de costa; Transporte de sedimentos.

#### ABSTRACT

*The south coast of Pernambuco has been experiencing an urban expansion process in recent years that it is being accelerated by the economic development of the region. Some stretches are naturally vulnerable to erosion while others are under erosion process due to irregular occupation of the coastal zone. Annually, problems related to erosion processes are reported at Maracáípe beach. The aim of this work is to characterize the sediment transport through sedimentological, morphological and short term shoreline variation analysis of the Maracáípe beach, in order to clarify the sedimentological dynamics of this region. It was carried out topographic surveys of the beach from December of 2009 to December*

@ - Corresponding author: [renemacedo@hotmail.com](mailto:renemacedo@hotmail.com)

1 - Universidade Federal de Pernambuco, LGGM - Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha, Departamento de Geologia, Avenida Acadêmica Hélio Ramos s/nº cep 50.740-530 Recife, Pernambuco, Brasil.

of 2010, sediments sampling during summer and winter and shoreline variation analysis using orbital images. The beach widths and volumes extracted from the beach profiles showed a trend transport from south to northward, with some inversions of the direction in some periods along the year. The sectors 1 and 4 are constituted by fine sands and the sectors 2 and 3 by medium sands, moderately to well sorted. The coastline study had presented progradation in the first historical series, then a retreat in the second one and finally progradation in the last one, except for the sector 4 that amounted a constant retreat in whole historical series. The shoreline variations and the beach widths indicates a sediment coastal cell circulation pattern at the central stretches of Maracáipe beach. So it is necessary a new study in a major scale to comprises a more detailed datanet. The erosion processes in the region are associated to estuarine dynamic of the Maracáipe river and anthropic factors such as irregular backshore occupation. A major time scale monitoring is recommended so that generates subsidies to coastal management of the region in establishing delimitations in the use and occupation of the coast.

**Keywords:** Maracáipe; Beach profile; Shoreline variation; Sediment transport.

## 1. INTRODUÇÃO

A erosão caracteriza-se pela remoção de material sedimentar (Muehe, 1996). Em praias arenosas é um processo natural que resulta da dinâmica entre diversos fatores físicos sobre a praia: variações relativas do nível do mar, energia das ondas e da disponibilidade e tipo de sedimentos (Toldo Jr. *et al.*, 2005). No Brasil, em zonas costeiras urbanas, este processo pode ser acelerado por intervenção do homem nos processos costeiros (Muehe, 2006) e pressão antrópica de cunho sócio-econômico, ou seja, ocupação e uso destas zonas sem planejamento prévio (Souza, 2009).

O processo de erosão que ocorre nas praias do litoral pernambucano é um fator que vem se agravando nos últimos anos. Naturalmente, alguns trechos são vulneráveis à erosão pelas características ambientais inerentes como o baixo aporte sedimentar proveniente dos rios costeiros para as praias adjacentes (Araújo *et al.*, 2007) e a largura reduzida da plataforma continental interna – média de 35 km (Manso *et al.*, 2003). Segundo Araújo *et al.* (2007) este estreitamento da plataforma dificulta o armazenamento de sedimentos para remobilização. Além disso, a forma de ocupação desordenada que se configura ao longo do litoral de Pernambuco dá início ou acentua os processos erosivos correntes, pois a impermeabilização do ambiente praias acaba alterando o balanço sedimentar, como apontam Costa *et al.* (2008) em seus estudos na praia de Boa Viagem (Pernambuco).

As praias do núcleo metropolitano do Recife situadas no litoral sul do estado de Pernambuco compreendem os municípios de Jaboatão dos Guararapes, Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca (Figura 1).

Nos últimos anos esta região vem sendo alvo de grande especulação imobiliária em detrimento do desenvolvimento de atividades turísticas e industriais na região do porto de Suape, situado entre os municípios do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca. Por conta disso, ocorre uma acentuada expansão urbana, a qual se reflete no número de habitantes. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1996 a população desses municípios somava 719.209 habitantes e em 2010 saltou para 910.364 habitantes, ou seja, um crescimento populacional de aproximadamente 26,57%. Associado a isto, a falta de planejamento e fiscalização do modo de ocupação e uso do ambiente praias vem acarretando problemas ambientais que podem trazer sérias consequências para o sistema praias e as atividades humanas na região.



**Figura 1.** Mapa dos municípios do núcleo metropolitano do Recife que compreendem o litoral sul de Pernambuco.

**Figure 1.** Map of the municipalities of the metropolitan region of Recife which encompass the south coast of Pernambuco.

Com foco em diagnosticar as causas e os efeitos dos processos erosivos neste setor do litoral pernambucano, alguns trabalhos foram realizados por meio de estudos de caracterização geoambiental do ambiente praias: Coutinho *et al.* (1997); Borba (1999); Madruga Filho (2004), Araújo *et al.* (2007); Almeida, (2008). Em geral, estes trabalhos apontam as atividades humanas de forma desordenada sobre o sistema costeiro como principal agente causador dos problemas relacionados com a erosão marinha. Na região da praia de Maracáipe, no município de Ipojuca, anualmente são reportadas ameaças de perda de patrimônio devido à erosão costeira recorrente e acentuada nos períodos chuvosos. Isto decorre da ocupação de casas de veraneio e estabelecimentos comerciais na pós-praias que impede o intercâmbio de sedimentos entre a praia e antepaias. São poucos os trabalhos que podem ser encontrados na literatura científica sobre os processos costeiros atuantes naquela região com exceção dos estudos de Sobral *et al.* (1998) que caracteriza os estados morfodinâmicos e a sedimentologia da faixa de praia bem como a erosão na região do Pontal de Maracáipe; Manso *et al.* (2003) realizou um levantamento da morfologia e sedimentologia da plataforma interna; Macêdo *et al.* (2010) realizaram um trabalho de caracterização ambiental e morfodinâmica da praia de Maracáipe. Mesmo assim, faltam análises mais específicas do comportamento morfológico da praia, variação da linha de costa e transporte de sedimentos

em curto e médio prazo. As variações morfológicas de curto e médio prazo ocorrem nas escalas de tempo instantânea e de evento (Cowell & Thom, 1997) que envolvem mudanças morfológicas associadas a pequenos ciclos de forças (ondas e marés) até mudanças sazonais destas forças. Este processo de variação compreende períodos de tempo desde segundos a anos enquanto que espacialmente varia de centímetros a centenas de metros. Cowell *et al.* (2003) enfatiza que esses processos estão condicionados a dinâmica sedimentar local. Para variações de linha de costa Crowell *et al.* (1993) estimaram mudanças de curto prazo àquelas que ocorrem a um período de tempo menor que 10 anos.

O presente estudo tem como objetivo preencher esta lacuna do conhecimento sobre a dinâmica praial da região na escala de curto e médio prazo com intuito de mitigar o escasso conhecimento a respeito da dinâmica do transporte de sedimentos e variação da linha de costa na praia de Maracáipe. Através disso, fornecer dados para o gerenciamento costeiro no que diz respeito às políticas de uso e ocupação do solo em praias. Thom & Short (2006) destacam a importância do uso do conhecimento da geomorfologia costeira ao gerenciamento costeiro como instrumento para o planejamento de uso destas áreas.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A praia de Maracáipe está localizada no município de Ipojuca no litoral sul da Região Metropolitana do Recife, a 70 km da capital Recife, no Estado de Pernambuco, Brasil. Em forma de enseada, possui uma orla de aproximadamente 3,8 km de extensão e está localizada no mapa (Figura 2) entre as coordenadas UTM 278807mE – 279841mE e 9054978mN – 9058939mN, que forma um polígono, no sistema de referência SAD 1969. Limita-se a Norte com a praia de Porto de Galinhas e a Sul com o rio Maracáipe. A faixa de praia ainda apresenta vegetação rasteira nativa nos trechos onde não há ocupação da pós-praia, principalmente da porção norte para o setor intermediário da área de estudo. Os perfis praias, segundo Macêdo (2011), apresentam características morfodinâmicas de praias intermediárias embarreiradas a dissipativas embarreiradas (Masselink & Short, 1993). Sendo que nos setores extremos há ocorrência de terraços de baixamar no período de verão.

Na plataforma interna adjacente estão presentes recifes dispostos paralelamente à linha de costa nos extremos norte e sul da região de Maracáipe, de modo que o setor central da praia é exposto ao mar aberto.

O clima que predomina na região é o do tipo Ams', que é caracterizado pelo tipo megatérmico, com temperatura do ar sempre superior a 18°C. O índice pluviométrico anual total é em média acima de 2000 mm com chuvas de monções durante quase todo o ano, com uma estação seca bem definida e relativamente curta durante o outono. A temperatura média anual para a região é de 25,5°C. As temperaturas mais elevadas são observadas durante os meses de primavera (outubro, novembro e dezembro) e verão. No inverno (junho, julho e agosto), a redução da temperatura não é significativa apresentando uma média de 23°C.

Segundo dados estatísticos do CPTEC/INPE (Centro de Previsão e Estudo de Tempo e Estudos Climáticos e Instituto

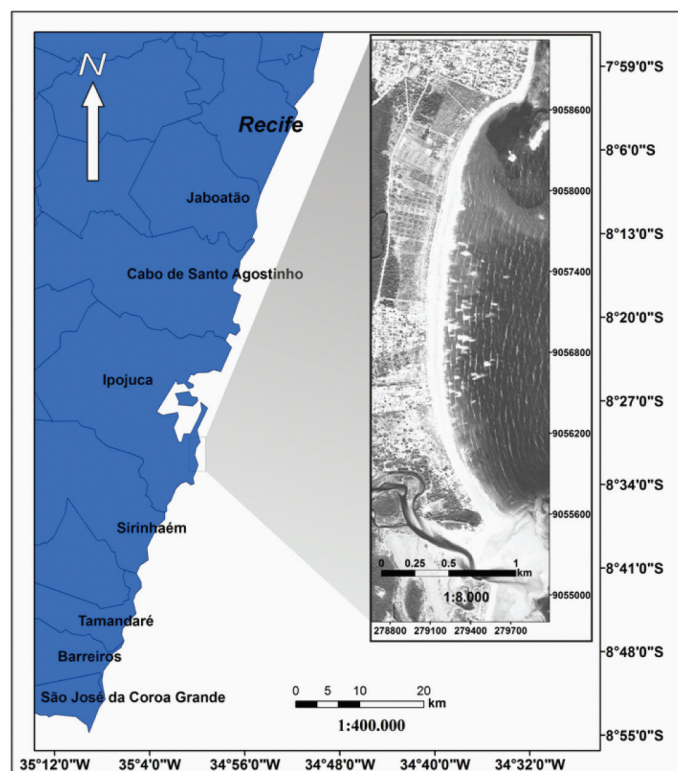


Figura 2. Localização da praia de Maracáipe.

Figure 2. Maracáipe beach location.

Nacional de Pesquisas Espaciais) da área de Ipojuca, relativos ao período de dezembro/2009 a dezembro/2010, os ventos dominantes na região são os de direção E-SE. Durante o verão, a incidência dos ventos são os alísios predominantes de E com velocidades médias de 5,6 m/s. No regime de inverno, a incidência maior de direção permanece a de SE, com velocidades médias na faixa de 5,74 a 6,58 m/s. Manso (2003) afirma que o regime de ventos em toda região costeira caracteriza-se por ser bastante regular e sazonal, soprando em 90% do tempo do setor E-SE, com velocidades médias de 3 a 5 m/s.

O regime de maré é do tipo mesomaré (2 m - 4 m) de acordo com a classificação proposta por Davies (1964), com curva sinusoidal que possibilita a execução de cálculos de previsão de altura da maré a qualquer hora do dia. O clima de ondas da região é caracterizado por ondas com altura significativa média ( $H_s$ ) de 1,61 m, período médio (T) de 6,7 s, as quais incidem durante o verão de ENE e inverno ESE (Assis, 2007).

O sistema de correntes costeiras segundo Bittencourt *et al.* (2005) é caracterizado por uma deriva litorânea que predomina de S-N na costa nordestina do Brasil.

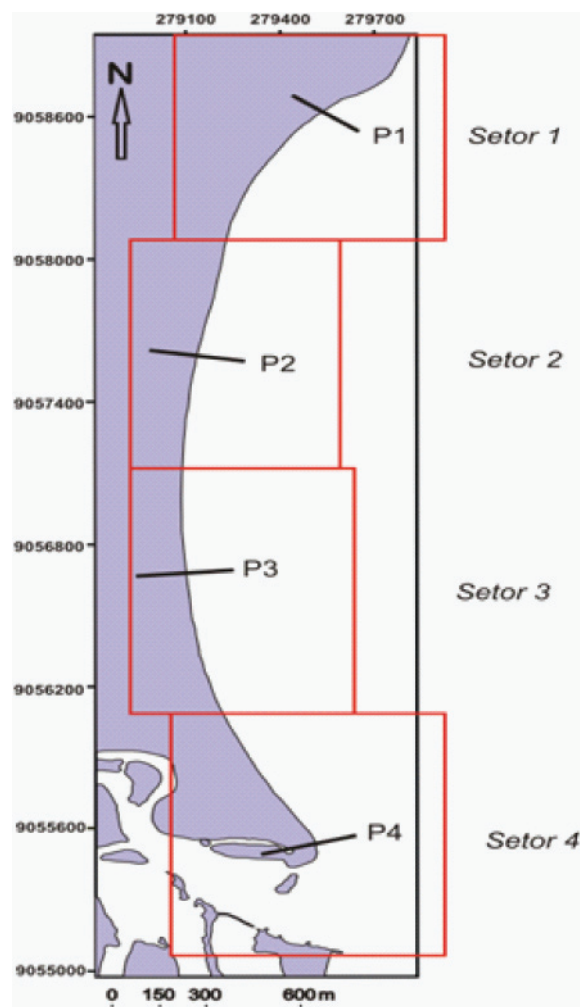
## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para identificar o transporte de sedimentos e o comportamento morfológico da praia foram realizadas campanhas mensais de levantamento de perfis topográficos da orla de Maracáipe, compreendendo o período de dezembro de 2009 a dezembro de 2010. No total, 4 perfis topográficos (P1, P2, P3 e P4) foram traçados com uso de régua e

nível (Manso *et al.*, 2011), dispostos em espaços (setores) intercalados que variaram de 800 m a 1000 m, de forma que contemplassem todo o perímetro da praia (Figura 3), realizados sempre na baixamar. Tomou-se como referenciais de nível (RN) de cada perfil estruturas fixas (árvores e postes) localizadas próximas a faixa de praia. Os dados obtidos em campo foram lançados em uma planilha para geração de gráficos, cálculo do volume do perfil subaéreo e da medida de variação da largura da faixa de praia, que foi considerada como a base do referencial de nível fixado na costa até a linha d'água (nível do mar). A partir destes dados será possível inferir a dinâmica do transporte de sedimentos, segundo o padrão das larguras dos perfis medidos como realizado por Souza (2007). O autor determinou células de deriva nas praias do estado de São Paulo (Brasil) assumindo que o estreitamento da largura de praia indica erosão ao passo que o alargamento indica deposição.

As medidas de ondas foram coletadas nos mesmos locais dos perfis topográficos considerando-se os seguintes parâmetros de acordo com Muehe (1996) pelo método de observação visual: altura da onda na arrebenção ( $H_p$ ) em metros e tipo de arrebenção. Uma régua graduada foi colocada no ponto de maior recuo do espraiamento enquanto que as medidas eram realizadas por um observador na face de praia mirando a crista da onda com a linha do horizonte, conforme (Muehe, 1996). No mínimo, 10 visualizações de cada ponto foram executadas fazendo-se em seguida uma média aritmética simples além da observação do tipo de arrebenção predominante em cada setor. Os dados de onda em águas profundas ( $H_p$ ) foram obtidos a partir do trabalho de Assis (2007).

Para caracterização sedimentar foram feitas amostragens de sedimentos em cada transecto topográfico sobre duas morfologias: pós-praia e estirâncio. Em seguida, foram realizadas análises granulométricas a fim de obter os



**Figura 3.** Localização dos perfis topográficos.  
**Figure 3.** Topographic profiles localization.

**Tabela 1.** Dados de largura de praia e volume dos perfis.  
**Table 1.** Beach width data and volume profile.

Perfil	P1		P2		P3		P4	
	Largura (m)	Volume (m <sup>3</sup> /m)	Largura (m)	Volume (m <sup>3</sup> /m)	Largura (m)	Volume (m <sup>3</sup> /m)	Largura (m)	Volume (m <sup>3</sup> /m)
Dez/09	22,5	38,80	50,8	128,46	27,8	45,28	-	63,07
Jan/10	31,3	49,09	56,0	135,82	36,5	67,78	56,1	73,67
Fev/10	31,8	50,41	53,6	125,44	35,4	63,09	42,9	47,37
Mar/10	34,5	56,84	61,2	147,77	39,4	75,09	43,6	40,34
Abr/10	30,9	48,21	55,3	149,15	33,5	70,24	30,7	29,50
Mai/10	27,7	42,77	58,4	146,41	29,0	50,89	32,4	29,73
Jun/10	30,2	43,68	49,1	130,57	29,7	60,58	31,2	25,04
Jul/10	32,6	47,95	48,6	120,59	30,3	54,58	32,5	25,43
Ago/10	33,7	46,26	46,0	116,66	28,0	50,94	35,0	29,09
Set/10	34,6	49,69	40,1	101,77	34,5	62,91	39,2	31,45
Out/10	34,5	53,10	51,1	120,25	38,6	66,58	43,5	36,16
Dez/10	32,3	50,26	54,5	127,58	35,0	71,71	45,8	43,90

parâmetros estatísticos. Os dados das frações granulométricas foram plotados no *software* SYSGRAN versão 3.0 (Camargo 2006), obtendo-se os parâmetros estatísticos do diâmetro médio, grau de seleção e assimetria segundo as equações de Folk & Ward (1957). Os períodos de coleta de sedimentos ocorreram nos meses de dezembro de 2009, janeiro e fevereiro de 2010 e junho, julho e agosto de 2010. Os três primeiros meses correspondem ao período seco e os três últimos ao período chuvoso. Este período de amostragem foi escolhido em detrimento do regime pluviométrico da região, pois são nestas épocas do ano em que, provavelmente, ocorram as mais intensas variações morfológicas dos perfis praias.

Para análise da linha de costa numa escala de tempo de curto prazo (Stive *et al.*, 2002) foram utilizadas imagens do sensor *Quickbird* disponibilizadas pelo *Google earth*. No total foram 4 imagens cujas datas são de: 01/09/2009, 15/10/2009, 21/02/2010 e 26/06/2010; sendo todas georeferenciadas no datum SAD 1969 por pontos de controle previamente obtidos em campo. Em seguida foi selecionado um indicador da linha de costa, que no presente estudo optou-se pela interface entre a praia seca e úmida (Boak & Turner, 2005) como referencial de análise, pois esta apresentou-se como um bom indicador discernível em todas as imagens disponíveis. Em seguida, as linhas de costas de cada imagem foram vetorizadas e sobrepostas. Transectos foram traçados sobre a localização geográfica de cada perfil nas imagens de modo que fosse possível realizar as medidas de avanço e recuo da linha de costa de todas as imagens.

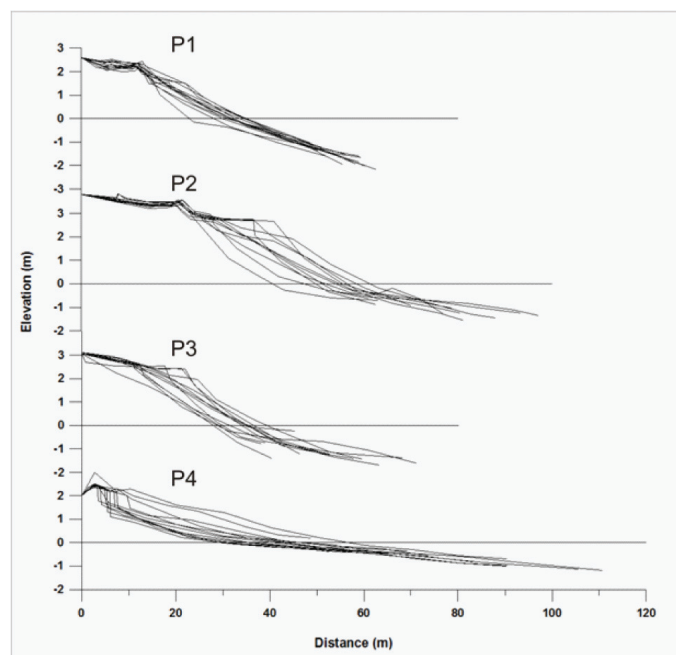
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Perfis Topográficos: Largura de Praia e Volume

Evidenciou-se uma dinâmica bastante variada nos 4 perfis topográficos medidos ao longo do período de estudo em suas larguras e volumes (Tabela 1), bem como morfológicas (Figura 4).

No mês de dezembro de 2009 o perfil 1, apresentou uma faixa de praia muito estreita com 22,5 m, aumentando sua largura nos meses subsequentes. Ao longo do monitoramento o perfil manteve-se estável tanto no seu volume quanto na largura de praia, com média de 48,08 m<sup>3</sup>/m linear e 31,38 m, respectivamente. No perfil 2 a largura de praia variou entre 50 m e 60 m entre dezembro de 2009 e junho de 2010, sendo que a partir de julho houve um estreitamento, atingindo 40,1 m de largura em setembro de 2010. Este foi o maior recuo monitorado, sendo também o menor volume de sedimentos calculado, 101,77 m<sup>3</sup>/m. Estas maiores taxas de retração apresentadas ocorreram no período chuvoso o que pode indicar que o perfil praias tenha se adaptado às novas condições do clima de ondas quando os ventos sopram mais intensos e a altura de onda é maior nesta época. A faixa de praia para este ponto apresentou média de 52,05 m, sendo que no último mês, dezembro de 2010, a largura foi de 54,5 m.

O perfil 3 obteve uma média de largura praias de 33,14 m, um pouco maior que P1 e muito menor que P2. A largura reduzida deve-se a ocupação irregular, onde há claramente assentamentos de diversos equipamentos turísticos sobre o ambiente praias. Neste trecho, anualmente entre os meses de junho e agosto, que correspondem ao período chuvoso com

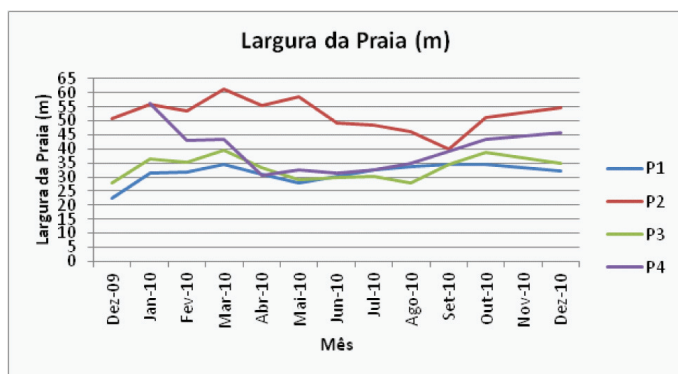


**Figura 4.** Perfis topográficos medidos entre os meses de dezembro/2009 a dezembro/2010.

*Figure 4.* Topographic profiles measured from december/2009 to december/2010.

ventos mais fortes e ondas de maior amplitude (Macêdo, 2011), é reportada pela população local uma acentuada erosão do perfil praias de modo que a própria população realiza medidas paliativas (aterramento da área erodida com sedimentos de outros trechos da praia) para conter este processo erosivo. A escarpa erosiva formada próxima as construções situadas na pós-praias é uma ameaça recorrente chegando a afetar o acesso à praia nesta região, além de por em risco os estabelecimentos ali situados. O volume médio de sedimentos do perfil 3 ficou em torno de 61,63 m<sup>3</sup>/m linear sendo que ao longo de um ano a variação deste volume ficou entre 50 m<sup>3</sup>/m e 70 m<sup>3</sup>/m. O perfil 4 apresentou uma largura de praia média de 39,35 m com a maior variação morfológica, se comparado com os demais, entre 30,7 m e 56,1 m. Seu volume seguiu a mesma tendência, alcançado valores máximos de 73,67 m<sup>3</sup>/m linear, em janeiro de 2010, e mínimos de 25,04 m<sup>3</sup>/m em junho de 2010, sendo a média para o período monitorado de 39,56 m<sup>3</sup>/m. Ao comparar as variações de largura de praia de cada perfil, é possível identificar um padrão de deposição ao longo da costa (Figura 5) para o período monitorado.

A comparação dos dados de P1 e P2 mostra que nos meses de dezembro/2009 a março/2010 há um alargamento da faixa de praia que indica aumento de volume de sedimentos para esta área de Maracáipe. O mesmo ocorre em P3, seguindo a tendência muito próxima a de P2. Contrariamente, o P4 segue uma forte retração em sua largura, o que indica, possivelmente, que os sedimentos deste setor tenham migrado para as áreas adjacentes depositando-se principalmente nos setores ao norte da praia, perfis P1, P2 e P3. A forte retrogradação ocorrida em P4 durante o período seco pode estar relacionada, além do sentido da deriva litorânea



**Figura 5.** Variação da largura da faixa de praia medido nos perfis durante o período de monitoramento.

*Figure 5.* Beach widths variation measured on profiles during the monitoring period.

(Bittencourt *et al.*, 2005), ao fato deste está localizado numa área estuarina, à margem esquerda do rio Maracáipe, onde a dinâmica sedimentar é diferenciada pela hidrodinâmica do rio. Macêdo *et al.* (2010) observou que os índices de chuva na região para o período foram acima da média ocasionando o aumento da vazão dos rios costeiros, concomitantemente, podendo ter contribuído na erosão das margens do estuário atingindo às praias adjacentes. Nos meses de março a maio de 2010 todos os perfis apresentaram tendência erosiva em sua largura e volume com leves variações positivas para P2 e P4.

A partir de junho/2010 o P1 começa a aumentar sua faixa de praia e se estabiliza nos meses seguintes com uma média de 32,98 m de largura até o final do monitoramento.

De junho a setembro de 2010 o perfil 2 apresentou um comportamento contrário com uma forte tendência retrogradante. À medida que isto acontece P3 e P4 apresenta um alargamento, ou seja, o padrão de deposição que antes indicava de sul para norte agora ocorre de modo inverso, de norte para sul. Do mês de outubro a dezembro de 2010 ocorrem tendências divergentes entre os 4 perfis. P1 apresentou um ligeiro estreitamento em sua faixa de praia, cerca de 2 m, ao passo que em P2 houve um aumento em sua largura da mesma ordem que P1. Para os perfis a sul, P3 e P4, também ocorreram estreitamento e alargamento da praia, respectivamente. Em P3 o estreitamento foi de 3,6 m enquanto que em P4 o aumento foi de 2,3 m.

#### 4.2. Parâmetros de Ondas

A altura da onda na arrebentação ( $H_b$ ) foi distinta para os pontos monitorados (Tabela 2) em função dos processos físicos de difração e refração onde havia recifes, pois em alguns trechos os arenitos ficam submersos durante a preamar. O perfil 1 é caracterizado por uma área com arrebentação de ondas dos tipos deslizante e mergulhante, com altura média de 0,7 m. No período seco as ondas apresentaram  $H_b$  média de 0,76 m e no período chuvoso 0,62 m. Já o P2 obteve altura média de 1,55 m no período seco e 1,62 m durante o período chuvoso e ondas com arrebentação predominantemente do tipo mergulhante. O P3 apresentou médias de  $H_b$  de 1,58 m e 1,60 m para os dois períodos do ano, muito semelhante às medidas no P2. No P4 às médias de  $H_b$  se assemelham ao P1, sendo significativamente um pouco maiores, 0,85 m e 0,78 m, para os períodos seco e chuvoso, respectivamente.

Percebe-se que há dados semelhantes da altura das ondas na arrebentação para pontos distintos, no caso, temos P1 e P4 como também em P2 e P3. Isto pode ser explicado pelo

**Tabela 2.** Altura da onda na arrebentação ( $H_b$ ) em metros e tipo de quebra da onda.

*Table 2.* Wave breaking height ( $H_b$ ) in meters and wave breaking type.

Mês/Ano	Perfil			
	P1	P2	P3	P4
Jan/10	0,6	1,2	1,4	0,5
Fev/10	0,7	1,4	1,2	0,8
Mar/10	0,5	1,4	1,3	0,7
Abr/10	1,0	1,8	1,9	1,0
Mai/10	0,9	1,5	1,7	1,1
Jun/10	0,9	1,9	2,0	1,0
Jul/10	0,9	1,9	1,7	0,9
Ago/10	0,5	1,4	1,2	0,6
Set/10	1,1	2,1	2,0	0,9
Out/10	0,3	1,7	1,7	0,7
Nov/10	0,3	1,0	1,4	0,8
<b>Arrebentação</b>	Deslizante e Mergulhante	Mergulhante	Mergulhante e Ascendente	Deslizante

**Tabela 3.** Dados dos parâmetros granulométricos. PP = Pós-praia; ES = Estirâncio**Table 3.** *Granulometric parameters data.* PP = Backshore; ES = Foreshore

Perfil	Data (Mês/Ano)	Amostra	Média (Φ)	Classificação	Seleção (σ)	Classificação	Assimetria	Classificação	Areia (%)	Finos (%)	
P1	12/09	PP	2,3	Areia Fina	0.5	Moderadamente Selecionado	-0.46	Muito Negativa	99.46	0.52	
		ES	1,9	Areia Média	0.6	Moderadamente Selecionado	0.28	Positiva	98.75	1.25	
	01/10	PP	2,3	Areia Fina	0.5	Moderadamente Selecionado	-0.37	Muito Negativa	99.54	0.46	
		ES	2,7	Areia Média	0.8	Moderadamente Selecionado	-0.02	Aproximadamente Simétrica	97.47	2.35	
	02/10	PP	2,4	Areia Fina	0.4	Bem Selecionado	-0.56	Muito Negativa	99.65	0.33	
		ES	2,7	Areia Fina	0.4	Bem Selecionado	0.04	Aproximadamente Simétrica	98.52	1.48	
	06/10	PP	2,3	Areia Fina	0.5	Moderadamente Selecionado	-0.43	Muito Negativa	100	0	
		ES	2,1	Areia Fina	0.5	Moderadamente Selecionado	0.40	Muito Positiva	99.32	0.68	
	07/10	PP	2,3	Areia Fina	0.5	Moderadamente Selecionado	-0.43	Muito Negativa	99.56	0.43	
		ES	2,3	Areia Fina	0.5	Moderadamente Selecionado	-0.49	Muito Negativa	98.86	1.13	
	08/10	PP	2,1	Areia Fina	0.5	Moderadamente Selecionado	0.44	Muito Positiva	99.75	0.25	
		ES	2,0	Areia Fina	0.6	Moderadamente Selecionado	0.26	Positiva	99.04	0.87	
	P2	12/09	PP	1,7	Areia Média	0.4	Bem Selecionado	0.01	Aproximadamente Simétrica	99.94	0
			ES	1,9	Areia Média	0.6	Moderadamente Selecionado	0.28	Positiva	98.75	1.25
01/10		PP	1,7	Areia Média	0.3	Bem Selecionado	0.05	Aproximadamente Simétrica	99.9	0.1	
		ES	1,3	Areia Média	0.6	Moderadamente Selecionado	-0.14	Negativa	99.63	0.37	
02/10		PP	1,7	Areia Média	0.4	Bem Selecionado	0.04	Aproximadamente Simétrica	99.42	0.58	
		ES	1,4	Areia Média	0.5	Moderadamente Selecionado	-0.50	Muito Negativa	99.3	0.70	
06/10		PP	1,7	Areia Média	0.4	Bem Selecionado	0.01	Aproximadamente Simétrica	99.62	0.38	
		ES	2,0	Areia Fina	0.5	Moderadamente Selecionado	0.53	Muito Positiva	99.49	0.51	
07/10		PP	1,7	Areia Média	0.4	Bem Selecionado	-0.01	Aproximadamente Simétrica	99.66	0.34	
		ES	1,8	Areia Média	0.7	Moderadamente Selecionado	0.02	Aproximadamente Simétrica	99.07	0.93	
08/10		PP	1,7	Areia Média	0.4	Bem Selecionado	0.01	Aproximadamente Simétrica	99.67	0.33	
		ES	1,7	Areia Média	0.7	Moderadamente Selecionado	0.01	Aproximadamente Simétrica	98.57	1.43	
P3		12/09	PP	1,1	Areia Média	0.5	Moderadamente Selecionado	0.40	Muito Positiva	99.33	0.32
			ES	2,0	Areia Fina	0.5	Moderadamente Selecionado	0.54	Muito Positiva	98.92	1.08
	01/10	PP	1,5	Areia Média	0.6	Moderadamente Selecionado	-0.26	Negativa	99.32	0.68	
		ES	1,6	Areia Média	0.8	Moderadamente Selecionado	0.01	Aproximadamente Simétrica	99.22	0.57	
	02/10	PP	1,3	Areia Média	0.5	Moderadamente Selecionado	-0.40	Muito Negativa	99.77	0.13	
		ES	1,5	Areia Média	0.6	Moderadamente Selecionado	-0.25	Negativa	99.52	0.48	
	06/10	PP	1,5	Areia Média	0.5	Moderadamente Selecionado	-0.30	Muito Positiva	99.6	0.40	
		ES	2,0	Areia Fina	0.5	Moderadamente Selecionado	0.29	Negativa	99.01	1.00	
	07/10	PP	1,4	Areia Média	0.6	Moderadamente Selecionado	-0.22	Negativa	99.06	0.86	
		ES	1,9	Areia Média	0.6	Moderadamente Selecionado	0.26	Positiva	99.11	0.89	
	08/10	PP	2,0	Areia Fina	0.6	Moderadamente Selecionado	0.26	Positiva	99.7	0.30	
		ES	1,1	Areia Média	0.6	Moderadamente Selecionado	0.59	Muito Positiva	98.68	1.32	

**Tabela 3 (continuação).** Dados dos parâmetros granulométricos. PP = Pós-praia; ES = Estirâncio**Table 3 (continuation).** *Granulometric parameters data.* PP = Backshore; ES = Foreshore

P4	12/09	PP	2,9	Areia Fina	0,6	Moderadamente Selecionado	0,26	Positiva	99,1	0,90
		ES	3,0	Areia Muito Fina	0,6	Moderadamente Selecionado	0,29	Positiva	97,26	2,74
	01/10	PP	2,4	Areia Fina	0,5	Moderadamente Selecionado	-0,28	Negativa	99,30	0,70
		ES	2,5	Areia Fina	1,3	Pobrememente Selecionado	-0,29	Negativa	92,26	7,15
	02/10	PP	2,4	Areia Fina	0,6	Moderadamente Selecionado	-0,28	Negativa	99,68	0,32
		ES	2,9	Areia Fina	0,9	Moderadamente Selecionado	0,03	Aproximadamente Simétrica	88,2	11,68
	06/10	PP	2,7	Areia Fina	0,2	Muito Bem Selecionado	-0,26	Negativa	99,56	0,44
		ES	2,1	Areia Fina	0,7	Moderadamente Selecionado	0,30	Muito Positiva	98,1	1,89
	07/10	PP	2,7	Areia Fina	0,3	Bem Selecionado	0,06	Aproximadamente Simétrica	99,19	0,82
		ES	2,5	Areia Fina	0,5	Moderadamente Selecionado	-0,29	Negativa	98,35	1,53
	08/10	PP	2,7	Areia Fina	0,2	Muito Bem Selecionado	-0,27	Aproximadamente Simétrica	98,82	1,18
		ES	3,0	Areia Muito Fina	0,7	Moderadamente Selecionado	0,14	Negativa	95,16	4,61

fato de P1 e P4 serem regiões de praias protegidas por recifes que existem na plataforma interna. Segundo Black (2001) as ondas perdem sua altura ao serem difratadas nos recifes, por isso estes dois perfis localizados nos trechos extremos, norte e sul, possuem ondas com baixa altura na arrebentação. Já no caso dos perfis P2 e P3 por estarem situados em áreas de mar aberto não há interferência dos recifes na aproximação das ondas, logo, estas arrebentam diretamente na face de praia onde dissipam sua energia. Os períodos de maior altura de onda ( $H_b$ ) ocorreram entre os meses de abril a setembro.

#### 4.3. Análise Sedimentológica

Os dados das análises granulométricas estão disponíveis na Tabela 3 com os parâmetros abordados neste trabalho (diâmetro médio, seleção e assimetria). As 48 amostras apresentaram teores de areia que variam de 88,2% a 100% com o restante nas frações finas (silte + argila). O diâmetro médio de todas as amostras varia de 1,1 $\Phi$  a 3,0 $\Phi$  (areia média a muito fina) com os percentuais das distribuições granulométricas compostas por: 50% de areia fina, seguido por 45,8% de areia média e 4,2% de areia muito fina. A fração areia fina prevalece nos setores 1 e 4 enquanto que nos setores 2 e 3 predomina a fração areia média. A semelhança no diâmetro entre estes setores se deve às condições hidrodinâmicas a que estão expostos. Os setores 1 e 4 encontram-se protegidos por linhas de recifes que dissipam parcialmente a energia das ondas incidentes propiciando a sedimentação de frações mais finas já que há pouca turbulência. Os setores 2 e 3 localizam-se na parte central da praia de Maracaípe que é exposta ao mar aberto, onde as ondas arrebentam diretamente na praia, transportando e depositando sedimentos mais grossos.

As variações do diâmetro médio das amostras ocorreram praticamente apenas no estirâncio em P1, de areia média para fina; P3 de areia fina para média e; P4 de areia fina para muito fina em determinados meses de amostragem.

O valor do grau de seleção apresentou variação de 0,2 a 1,3 sendo que do total 75% dos sedimentos foram classificados

como moderadamente selecionado, 18,8% bem selecionados, 4,2% muito bem selecionado e 2% pobrememente selecionado. Segundo Sahu (1964), o desvio padrão mede o nível de seleção dos sedimentos, indicando as flutuações do nível energético do agente responsável pela deposição. A predominância de valores de seleção moderada indica que os sedimentos são frequentemente retrabalhados (deposição e sedimentação) pelo agente de transporte (Masselink & Hughes, 2003). Neste caso o principal agente selecionador dos grãos são as ondas. Também observa-se que as amostras classificadas como bem e muito bem selecionadas foram coletadas na pós-praia (P1, P2 e P4 - Tabela 3) podendo-se associar a ação do vento como principal agente selecionador nesta morfologia do perfil como afirmaram Figueiredo & Calliari (2006). Para Tabajara & Martins (2006) as forças e velocidades constantes dos ventos promovem a depleção da berma e da praia exposta, transportando as areias para as partes superiores da praia que se depositam na barreira natural exercida pela vegetação. De fato, observa-se esta relação no setor 3 onde fica o P3 que é o trecho mais afetado pela ocupação na pós-praia que impede a regeneração da vegetação na área, por isso, não ocorreu um melhor grau de seleção. Por outro lado, no P2 onde há uma melhor preservação da vegetação praial, apresentou todas as suas amostras da pós-praia como bem selecionadas. A única amostra classificada como pobrememente selecionada pertence ao estirâncio do P4 onde visualizou-se uma pequena quantidade de material bioclástico que talvez tenha causado uma pequena flutuação dos valores.

Os resultados da assimetria variam de 0,59 a -0,50, desde muito positiva a muito negativa. Cerca de 29,2% das amostras foram classificadas como aproximadamente simétrica, 23% negativa, 16,7% muito positiva, 16,5% muito negativa e 14,6% positiva. Valores negativos da assimetria geralmente indicam granulações mais grossas na distribuição granulométrica (Masselink & Hughes, 2003) de modo que assimetria positiva indica granulação mais fina. Valores negativos são relacionados a sedimentos de praia, Duane (1964), Friedman (1961, 1967, 1979), Folk (1966)



e Hails (1967). Por outro lado, vários são também os autores que não identificaram qualquer correlação dos valores de assimetria negativa e processos de deposição na face praial, Shepard & Young (1961), Muiola & Weiser (1968), Solohub & Klován (1970), Chakrabarti (1977), Martins (1965) e McLaren (1981). Para Masselink & Hughes (2003) o aumento dos valores da assimetria estão condicionados a mistura dos sedimentos de diferentes fontes.

Friedman (1961) ao estudar as características texturais dos sedimentos de dunas, praias e rios, conseguiu distingui-los por meio da relação entre o grau de assimetria e o desvio padrão. Hails (1967) e Friedman (1961) observaram que, em geral, a tendência de sedimentos fluviais é de possuir assimetria positiva e o grau de seleção pode variar de bem a mal selecionado ao passo que os sedimentos marinhos possuem assimetria negativa e bom grau de seleção. Na presente área de estudo, apesar de ser uma enseada com pouco mais de 3 km de extensão, em períodos de maior descarga fluvial, há uma maior quantidade de sedimentos finos oriundos do Rio Maracaípe que são levados por deriva à praia adjacente (Macêdo *et al.*, 2010).

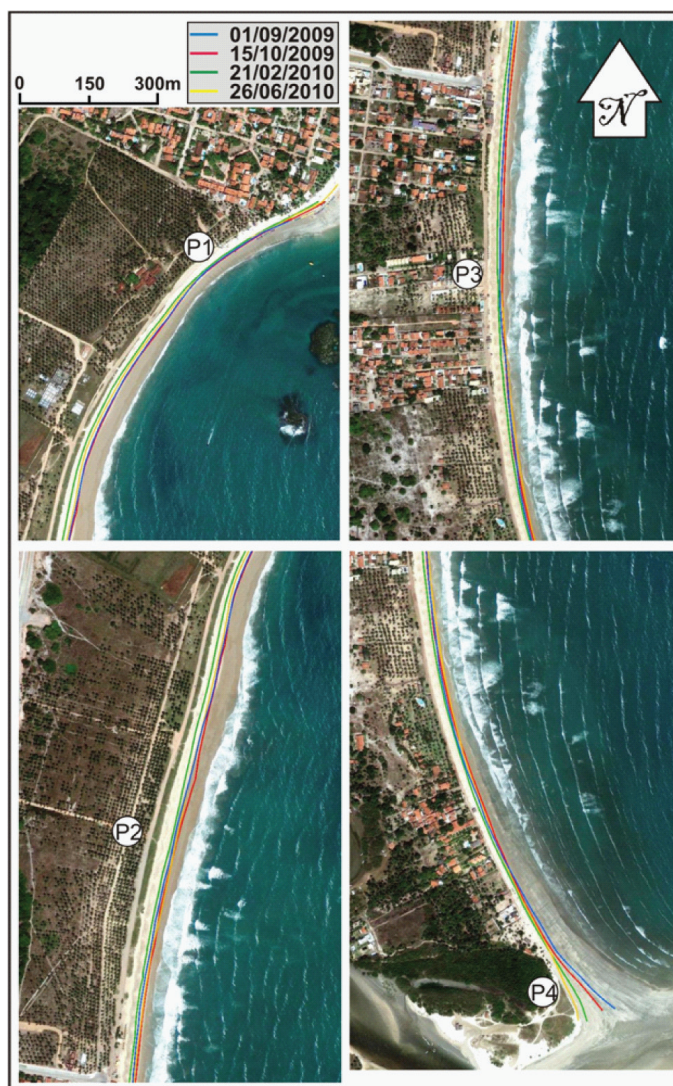
#### 4.4. Variações da Linha de Costa em Curto Prazo

A linha de costa apresentou uma grande variação morfológica para cada ponto monitorado de Maracaípe. As diversas linhas d'água vetorizadas sobrepostas (Figura 6) permitiram identificar o padrão ou tendência de mobilidade da costa. Tomando-se como base a linha de costa da imagem datada de 01/09/2009, a mais antiga do estudo, foi realizada medidas por transectos que mensurassem as respectivas variações das linhas de costa de datas subseqüentes.

O perfil 1 apresentou a menor variação entre os demais pontos monitorados (Tabela 4). Isto ocorre devido à zona de sombra formada pelos recifes levando esta área a ser uma das regiões mais estáveis de todo o perímetro praial. O acumulado histórico para este ponto foi negativo não sendo tão significativo frente ao curto período monitorado. Os perfis 2, 3 e 4 apresentaram as maiores variações, sendo que o P2 e P3 mostraram tendências progradantes e retrogradantes semelhantes. Ambos cresceram entre setembro e outubro de 2009 enquanto que entre outubro de 2009 a fevereiro de 2010 o acumulado foi negativo, da ordem de -11,88 m e -10,44 para P2 e P3, respectivamente. Nos meses entre fevereiro e junho de 2010 os perfis progradaram recuperando suas faixas de praias variando dentro do desvio padrão calculado.

No período completo o saldo foi positivo com uma faixa de praia mais larga que a inicial para estas porções centrais da praia (P2 e P3). O perfil 4 registrou recuo em todos os intervalos de tempo. Em pouco mais de um mês (setembro a outubro de 2009) esta região do P4 recuou -10,62 m. De outubro de 2009 a fevereiro de 2010 o recuo foi maior (-23,73 m), mas com uma taxa mensal menor que o período anterior. Entre fevereiro e junho de 2010 houve uma erosão de -12,83 m, semelhante ao primeiro período estudado, com uma retração total de -47,02 m para todo o período de estudo.

Atenta-se ao fato que estes valores indicam medidas subjetivas devido à influência de vários fatores naturais que podem atuar na variação do indicador escolhido, que, no



**Figura 6.** Evolução da linha de costa de curto prazo. Imagens obtidas do Google Earth.

**Figure 6.** Coastline evolution in short term. Courtesy from Google Earth.

presente trabalho, foi a interface entre a zona seca e úmida da praia. Segundo Stive *et al.* (2002) estes indicadores de linha de costa variam no espaço a curto prazo. Estes autores consideram como causas: ondas, marés e tempestades, bem como variações sazonais climáticas. Além disso, a avaliação da variação histórica da linha de costa por transectos pode levar a uma incerteza devido à possibilidade dos pontos escolhidos não representar a média total de mudança da costa estudada (Boak & Turner, 2005). Se comparados os dados entre as variações da linha de costa e largura da praia não teremos congruências nos resultados. Por exemplo, temos para P1 entre dezembro de 2009 e fevereiro de 2010, nos dados de largura de praia, a tendência progradante da praia, ao passo que se observou um recuo da linha de costa para o mesmo período nas imagens aéreas. Apesar das incertezas apontadas podemos identificar que estas variações estão relacionadas diretamente com o clima de ondas de cada período. Stive *et al.* (2002) aponta que em monitoramentos de curto prazo estas mudanças no perfil praial estão relacionadas ao clima

**Tabela 4.** Variação da linha de costa em curto prazo em metros (m). Valores negativos significam erosão.  
*Table 4. Short term coastline variation in meters (m). Negative values means erosion.*

Perfil	Período			Desvio Padrão ( $\sigma$ )	Total	
	01/09/2009 e 15/10/2009	15/10/2009 e 21/02/2010	21/02/2010 e 26/06/2010		01/09/2009 e 26/06/2010	Variação média mensal (m)
P1	1.53	-4.96	2.49	4.05	-0.96	-0.096
P2	6.4	-11.88	10.65	11.97	5.12	0.51
P3	5.54	-10.44	7.37	9.79	2.5	0.25
P4	-10.62	-23.73	-12.83	7.01	-47.02	-4.70

de ondas intersazonal e até interanual. Na Figura 7, ao analisarmos o histórico da linha de costa no P1 a variação é a menor possível. Na medida em que nos afastamos de P1 em direção ao P2 o comportamento da linha de costa muda significativamente até chegarmos em P4.

Nas campanhas realizadas *in lócus* vimos que a face de praia tende a inclinações suaves nos extremos da costa, P1 e P4, e mais íngremes nas regiões centrais, P2 e P3. É perceptível observar que os estados morfodinâmicos influenciam diretamente nessas flutuações da linha d'água. Segundo a classificação dos estados praias de Wright & Short (1984) o estado dissipativo apresenta um perfil suave, os intermediários variam desde suaves a inclinados e o reflectivo bem íngremes. As variações horizontais das linhas históricas estudadas foram maiores em perfis mais íngremes enquanto que ocorre menor movimento em perfis suaves. A exceção foi no perfil 4 que mesmo com uma morfologia apresentando inclinação suave obteve a maior diferença entre as linhas de costa. Isto decorre da sua localização geográfica adjacente ao estuário pela interferência das variações de maré e vazão do rio.

Os 4 transectos estudados sobre cada perfil mostraram dinâmicas pontuais de sedimentação. Porém, numa visualização geral das linhas históricas observa-se que os padrões de acreção e erosão são muito mais complexos que os dispostos quantitativamente. Num olhar minucioso na Figura 7 (P1, P2 e P3) percebe-se que as linhas históricas se cruzam ora recuando em direção à costa ora avançando em direção ao mar. Crowell *et al.* (1993) apontam que esta flutuação no comportamento da linha costa resulta de vários fatores como migração de ondas de areia por deriva ou formação de megacúspides. Dean & Dalrymple (2004) afirmam que essas mudanças correspondem ao transporte transversal à praia (transporte *cross-shore* e correntes de *undertow*) induzido por correntes de deriva. Estes fatores também podem indicar que a sedimentação na praia de Maracápe ocorre em pequenas células costeiras com intercalações de erosão e progradação. Mazzer *et al.* (2009) identificaram várias células costeiras em 5 praias estudadas do litoral catarinense em Florianópolis (Brasil) a partir de duas variáveis – distribuição da energia de onda ao longo da costa e de parâmetros morfotexturais da face praial e seus sedimentos.



**Figura 7.** Linhas de costa em cada ponto analisado.  
*Figure 7. Shorelines of each point analysed.*

## CONCLUSÃO

A praia de Maracáipe apresenta distintos comportamentos morfológicos ao longo de sua orla. Os setores extremos, norte e sul (setor 1 e 4), encontram-se sob um regime de energia hidrodinâmica menor que os demais setores por estarem protegidos por recifes. O setor 1 apresenta baixa variação em sua largura de praia e em seu volume ocorrendo acreção durante o período seco e uma pequena erosão no período chuvoso, no geral uma tendência progradante. O setor 4 possui maior variabilidade em sua morfologia e volume, com perda de sedimentos acentuada durante o período seco, mantendo uma certa estabilidade no meio do período de monitoramento e pequena acreção no final do estudo. Esta última, não foi suficiente para recuperar o volume perdido no final do verão. O contraste entre os períodos de erosão e deposição assim como a condição erosiva do setor 4 pode está relacionado à localização adjacente ao Rio Maracáipe e das forçantes atuantes neste setor (maré, ondas e correntes fluviais). Os setores centrais, 2 e 3, estão expostos a um regime de maior energia hidrodinâmica, consequentemente, são os setores que apresentam amplas variações morfológicas e de largura em seus perfis, principalmente o perfil 2. Os problemas de erosão recorrente no setor 3 relaciona-se com a ocupação irregular na faixa de praia. A relação dos dados entre volume e largura de praia não foram completamente congruentes, ou seja, nem sempre que ocorreu aumento de volume houve uma correspondente na largura. No entanto, quanto maior a largura da faixa de praia maior foi a variabilidade do volume, com exceção do setor 3. Dois fatores importantes podem contribuir para essa relação, o primeiro seria o estado morfodinâmico e o segundo a fatores antrópicos, como observou-se no setor 3 pela construção de casas e hotéis na pós-praia. As larguras da faixa de praia indicaram que há uma predominância de transporte e deposição de sul para norte ao longo do ano, ocorrendo algumas inversões em determinados períodos (junho e setembro).

Os sedimentos são predominantemente compostos de areia média a fina, moderadamente a bem selecionada, sendo as granulações mais finas nos setores extremos e as mais grossas nos centrais. Estas características sedimentológicas refletem as condições morfodinâmicas inerentes de cada trecho da praia. A variação nos valores da assimetria indica que há ocorrência de sedimentos de fontes distintas. Neste caso, além da plataforma interna adjacente, o rio Maracáipe contribui como uma importante fonte de material siliciclástico às praias adjacentes.

No estudo da linha de costa em curto prazo, identificaram-se padrões de deslocamentos diferenciados, havendo áreas em que a linha de costa recua e prograda intercaladamente, indiferente de setores, principalmente nos trechos centrais da praia. Isto decorre, possivelmente, da presença de células costeiras presentes numa escala menor do que a estudada no corrente trabalho. Portanto, necessita-se de estudos com uma malha de dados mais detalhadas, ou seja, com um maior número de setores para que haja uma representatividade maior para se entender mais claramente o transporte de sedimentos nesta região da praia.

No geral, os processos erosivos observados na praia de Maracáipe estão associados a fatores antrópicos e naturais. O presente estudo se mostrou uma ferramenta importante para a compreensão da dinâmica morfossedimentar da praia de Maracáipe, fornecendo dados para os subsídios à gestão costeira da área no que tange o uso e ocupação da orla. Recomenda-se um monitoramento contínuo para se obter uma melhor compreensão da dinâmica costeira da área em médio e longo prazo a fim de se estabelecer limites de ocupação e uso da orla.

## AGRADECIMENTOS

O primeiro autor é grato pela bolsa de mestrado concedida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, do Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil.

## BIBLIOGRAFIA

- Almeida, H.R.R.C. (2008) - *Séries temporais de imagens suborbitais e orbitais de alta resolução espacial na avaliação da morfodinâmica praial no município do Cabo de Santo Agostinho - PE. Recife*. 106p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. *Não publicado*.
- Araújo, M.C.B.; Souza, S.T.; Chagas, A.C.O.; Barbosa, S.C.T.; Costa, M.F. (2007) - Análise da ocupação urbana das praias de Pernambuco, Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 7(2):97-104. [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci7f2\\_2\\_mariaaraujo.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci7f2_2_mariaaraujo.pdf)
- Assis, H.M.B. (2007) - *Influência da hidrodinâmica das ondas no zoneamento litorâneo e na faixa costeira emersa, entre Olinda e Porto de Galinhas, Pernambuco*. 131 p., Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. *Não publicado*.
- Bittencourt, A.C.S.P.; Dominguez, J.M.L.; Martin, L.; Silva, I.R. (2005) - Longshore transport on the northeastern Brazilian coast and implications to the location of large scale accumulative and erosive zones: An overview. *Marine Geology*, 219(4):219-234. DOI: 10.1016/j.margeo.2005.06.006
- Black, K. (2001) - Artificial Surfing Reefs for Erosion Control and Amenity: Theory and application. *Journal of Coastal Research*, SI 34:1-14, New Zealand. Disponível em [http://www.cerf-jcr.org/images/stories/Artificial Surfing Reefs for Erosion Control and Amenity\\_ Theory Application Kerry Black.pdf](http://www.cerf-jcr.org/images/stories/Artificial_Surfing_Reefs_for_Erosion_Control_and_Amenity_Theory_Application_Kerry_Black.pdf)
- Boak, E.H.; Turner, I.L. (2005) - Shoreline Definition and Detection: A Review. *Journal of Coastal Research*, 21(4):688-703. DOI: 10.2112/03-0071.1
- Borba, A.L.S. (1999) - *Estudos sedimentológicos, morfodinâmicos e da vulnerabilidade das praias da piedade, candeias e barra das jangadas - município do Jaboatão dos Guararapes-PE*. 130p., Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. *Não publicado*.
- Camargo, M.G. (2006) - SYSGRAN: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Revista Brasileira de Geociências*, 36(2):371-378. Disponível em: <http://200.17.232.45/sysgran?action=AttachFile&do=get&target=sysgran.pdf>

- Chakrabart, A. (1977) - Polymodal composition of beach sands from the east coast of India. *Journal of Sedimentary Petrology*, 47(2): 634-641.
- Costa, M.F.; Araújo, M.C.B.; Silva-Cavalcanti, J.S.; Souza, S.T. (2008) - Verticalização da Praia de Boa Viagem (Recife, Pernambuco) e suas Consequências Sócio-Ambientais. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 8(2): 233-245. [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/RGCI-128\\_Ferreira-da-Costa.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/RGCI-128_Ferreira-da-Costa.pdf)
- Coutinho, P.N.; Lima, A.T.O.; Queiroz, C.M.; Freire, G.S.S.; Almeida, L.E. S. B.; Maia, L.P.; Manso, V.A.V.; Borba, A.L.S.; Martins, M.H.A.; Duarte, R.X. (1997) - *Estudo da erosão marinha nas praias de Piedade e de Candeias e no estuário de Barra de Jangadas. Município de Jaboatão dos Guararapes-PE*. 154 p. + 3 mapas, Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha-LGGM/UFPE, Relatório Técnico, Recife, PE, Brasil. *Não publicado*.
- Cowell, P.J.; Thom B.G., (1997) - Morphodynamics of coastal evolution. In: R.W.G. Carter & C.D. Woodroffe (eds.), *Coastal evolution, Late Quaternary shoreline morphodynamics*, pp.33-86, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.. ISBN: 9780521598903
- Cowell, P.J.; Stive, M.J.F.; Niedoroda, A.W.; Vriend, H.J.; Swift, D.J.P.; Kaminsky, G.M.; Capobianco, M. (2003) - The coastal-tract (Part 1): a conceptual approach to aggregated modeling of low-order coastal change. *Journal of Coastal Research*, 19(4):812-827.
- Crowell, M., Leatherman, S.P., Buckley, M.K. (1993) - Shoreline change rate analysis: long term versus short term data. *Shore and Beach*, 61(2):13-20.
- Davies, J.L. (1964) - A morphogenic approach to world shorelines. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 8:127-142.
- Dean, R.G.; Dalrymple, R.A. (2004) - *Coastal Processes with engineering applications*. 488p., Cambridge University Press, Cambridge, U.K. ISBN: 9780521602754
- Duane, D.B. (1964) - Significance of skewness in recent sediments, Western Pamlico Sound, North Carolina. *Journal of Sedimentary Petrology*, 34(4):864-874.
- Figueiredo, S.A.; Calliari, L.J. (2006) - Sedimentologia e suas implicações na morfodinâmica das praias adjacentes à desembocaduras da linha de costa do Rio Grande do Sul. *Gravel* (ISSN 1678-5975), 4:73-87, Poto Alegre, RS, Brasil. Disponível em: [http://www.ceco.ufrgs.br/gravel/4/CD/docs/Gravel\\_4\\_06.pdf](http://www.ceco.ufrgs.br/gravel/4/CD/docs/Gravel_4_06.pdf)
- Folk, R.L.; Ward W.C. (1957) - Brazos river bar: a study of significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27(1):3-26.
- Folk, R.L. (1966) - A review of grain-size parameters. *Sedimentology*, 6(2):73-93.
- Friedman, G.M. (1961) - Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. *Journal of Sedimentary Petrology*, 31(4):15-25. DOI: 10.1306/74D70BCD-2B21-11D7-8648000102C1865
- Friedman, G.M. (1967) - Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. *Journal of Sedimentary Petrology*, 37(2):327-354. DOI: 10.1306/74D716CC-2B21-11D7-8648000102C1865D
- Friedman, G.M. (1979) - Address of the retiring President of the International Association of Sedimentologists: Differences in size distributions of populations of particles among sands of various origins. *Sedimentology*, 26(1):3-32. DOI: 10.1111/j.1365-3091.1979.tb00336.x
- Hails, J.R. (1967) - Significance of statistical parameters for distinguishing sedimentary environments in New South Wales, Australia. *Journal of Sedimentary Petrology*, 37(4):1059-1069. DOI: 10.1306/74D71834-2B21-11D7-8648000102C1865D
- Klein, M.; Litcher, M. (2006) - Monitoring changes in shoreline position adjacent to Hadera power station, Israel. *Applied Geography*, 26(3-4):210-226. DOI: 10.1016/j.apgeog.2006.01.001
- Macêdo, R.J.A.; Barreto, E.P.; Santos, A.C.; Manso, V.A.V. (2010) - Estudo Geoambiental da Orla de Maracaípe - Ipojuca (PE), Brasil. *Revista Estudos Geológicos* (ISSN 0367-0449), 20(2):93-111, Recife, PE, Brasil. Disponível em <http://www.ufpe.br/estudosgeologicos>
- Macêdo, R.J.A. (2011) - *Caracterização morfodinâmica e geoambiental da praia de Maracaípe, Ipojuca – PE*. 143p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. *Não publicado*.
- Madruza Filho, J.D. (2004) - *Aspectos geoambientais entre as praias do Paiva e Gaibu, Município do Cabo de Santo Agostinho, litoral sul de Pernambuco*. 234 p. + anexos, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. *Não publicado*.
- Manso, V.A.V. (2003) - *Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima atual do litoral do município de Ipojuca – PE*. 34p., Relatório final, MMA/PNMA II - SECTMA Nº 249. *Não publicado*. Disponível em <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/pnma2/relatorio-final.pdf>
- 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. Disponível em <http://www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br/3002/02-3002.pdf>
- Manso, V.A.V.; Menor, E.A.; Valença, L.M.M.; Neumann, H.M.L.; Pereira, N.S.; Junior, C.F.A.S.; Silva, E.R.M. (2011) - Morfodinâmica de Praias Setentrionais da Ilha de Fernando de Noronha. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 11(3):327-339. DOI: 10.5894/rgci239
- Martins, L.R. (1965) - Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. *Journal of Sedimentary Petrology*, 35(3):768-770.
- Masselink, G., Short, A.D. (1993) - The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual model. *Journal of Coastal Research*, 9(3):785-800.
- Masselink, G., Hughes, M.G. (2003) - *Introduction to coastal processes and geomorphology*. 368p., Hodder Education Publishers, London, UK. ISBN: 9780340764114.
- Moiola, R.J. & Weiser, D. (1968) - Textural parameters: an evaluation. *Journal of Sedimentary Petrology*, 38: 45-53.
- Muehe, D. (1996) - Geomorfologia Costeira. In: Sandra Baptista da Cunha; Antonio José Teixeira Guerra (org.), *Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e Aplicação*. pp.191-238, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 8528605485

- Muehe, D. (coord.) (2006) - *Erosão e progradação do litoral brasileiro*. 476p., Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, Brasil. ISBN: 8577380289. Disponível em [http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_sigercom/\\_publicacao/78\\_publicacao12122008084856.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_publicacao/78_publicacao12122008084856.pdf)
- Sahu, B.K. (1964) - Depositional mechanism from size analysis of clastic sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 34(1):73-83. DOI:10.1306/74D70FCE-2B21-11D7-8648000102C1865D.
- Shepard, F.P.; Young, R. (1961) - Distinguishing between beach and dune sands. *Journal of Sedimentary Petrology*, 31(2):196-214. DOI: 10.1306/74D70B37-2B21-11D7-8648000102C1865D
- Sobral, A.O.L. (1998) - *Estudo da erosão marinha na região de Maracáipe – Ipojuca*. 99p., CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente, Recife, PE, Brasil. *Não Publicado*.
- Solohub, J.T.; Klován, J.E. (1970) - Evaluation of grain-size parameters on Lacustrine environments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 40(1):81-101. DOI: 10.1306/74D71EFB-2B21-11D7-8648000102C1865D.
- Souza, C.R.G. (2007) - Determination of net shore-drift cells based on textural and morphological gradations along foreshore of sandy beaches. *Journal of Coastal Research*, SI50:620-625. Disponível em <http://www.griffith.edu.au/conference/ics2007/pdf/ICS117.pdf>
- Souza, C.R.G. (2009) - A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. 2009. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 9(1):17-37. [http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-147\\_Souza.pdf](http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-147_Souza.pdf)
- Stive, M.J.F.; Aarninkhof, S.G.J.; Hamm, L.; Hanson, H.; Larson, M.; Wijnberg, K.M.; Nicholls, R.J.; Capobianco, M. (2002) - Variability of shore and shoreline evolution. *Coastal Engineering*, 47(2):211-235. DOI: 10.1016/S0378-3839(02)00126-6
- Tabajara, L.L.; Martins, L.R. (2006) - Classificação textural de sedimentos praias e a relação com os processos morfogenéticos eólicos e marinhos. *Gravel* (ISSN 1678-5975), 4:99-107, Poto Alegre, RS, Brasil. Disponível em [http://www.ufrgs.br/ceco/Gravel/4/cd/docs/gravel\\_4\\_08.pdf](http://www.ufrgs.br/ceco/Gravel/4/cd/docs/gravel_4_08.pdf)
- Thom, B.G.; Short, A.D. (2006) - Introduction: Australian coastal geomorphology. *Journal of Coastal Research*, 22(1):1-10. DOI:10.2112/05A-0001.1
- Toldo Jr., E.E.; Almeida, L.E.S.B.; Nicolodi, J.L.; Martins, L.R. (2005) - Retração e progradação da zona costeira do Estado do Rio Grande do Sul. *Gravel* (ISSN 1678-5975), 3:21-38, Poto Alegre, RS, Brasil. Disponível em [http://www.ceco.ufrgs.br/Gravel/3/CD/docs/Gravel\\_3\\_04.pdf](http://www.ceco.ufrgs.br/Gravel/3/CD/docs/Gravel_3_04.pdf)
- Wright, L.D.; Short, A.D. (1984) - Morphodynamics variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, 56(1-4):93-118. DOI: 10.1016/0025-3227(84)90008-2.