



Arquivos de
Ciências do Mar

MORFODINÂMICA DA PRAIA DA BARRA DO CEARÁ, MUNICÍPIO DE FORTALEZA, ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

Morphodynamics of Barra do Ceará beach, Fortaleza
county, Ceará State, Brazil

Loreci Gislaíne de Oliveira Lehugeur¹, Paulo Roberto Ferreira Gomes da Silva², José
Gonzaga da Silva², Mônica Pimenta de Novaes Castelo Branco², Ângela Cristina Bezerra
Rodrigues³

RESUMO

A dinâmica litorânea da Praia da Barra do Ceará foi estudada por meio de perfis praias mensais efetuados no período de outubro de 1997 a outubro de 1998 utilizando-se levantamentos topográficos. A análise dos perfis de acordo com a metodologia desenvolvida por Wright & Short (1984) revelou a predominância do estágio dissipativo nos perfis do ponto 1 e para os perfis do ponto 2 dos estádios intermediário a dissipativo entre os meses de outubro a dezembro, sendo os meses subsequentes caracterizados pelo estágio intermediário. O tipo de rebentação de onda dominante foi o deslizante e a altura de quebra da onda apresentou pequena variação com valores entre 0,20 m e 0,45 m, não exercendo influência sobre os perfis praias. O balanço sedimentar dos perfis evidenciou feições deposicionais e erosionais relacionadas a períodos de alta e baixa pluviosidade, respectivamente. A aplicação dos parâmetros Ω teórico e Ω campo apresentou para o ponto 1 morfologias dissipativas seguidas de períodos intercalados de dissipativas e intermediárias e para o ponto 2 morfologias refletivas. A cobertura arenosa está caracterizada no ponto 1 pela graduação no tamanho de grão da face praias expressa pelas classes texturais areia média no estirâncio superior e médio, areia grossa no inferior e areia fina no pós-praia. A variação transversal do tamanho de grão nos perfis do ponto 2 apresenta o predomínio da classe areia grossa no estirâncio superior seguida por areia grossa e média nas demais feições do perfil praias.

Palavras-chaves: dinâmica litorânea, perfis praias, estádios morfodinâmicos.

ABSTRACT

The coastal dynamics of Barra do Ceará beach, Ceará State, Brazil was studied by means of topographic-drawn profiles in the period from October, 1997 to October, 1998. The methodology developed by Wright & Short (1984) showed a predominance of the dissipative phase on station 1's profiles, and of the intermediate to dissipative phases on station 2's profiles from October to December, being the remaining months characterized by the intermediate phase. The dominant surf followed a sliding pattern and the wave's breaking height presented a small variation with values ranging from 0.20 m to 0.45 m, so that a negligible influence on beach profiles is thought to have occurred. The sediment balance of the profiles implied depositional and erosive features related to the high- and low-rain seasons, respectively. The application of the Ω theoretical and Ω field parameters entailed for station 1 dissipative morphologies followed by periods with either dissipative or intermediate ones, and for station 2, reflective morphologies. The sandy covering is characterized on station 1 by the gradation in the beach's grain size as expressed by the textural classes mean sand in the median and upper foreshores, coarse sand in the lower foreshore, and fine sand in the backshore. The transversal variation in grain size on station 2's profiles reveals the predominance of coarse sand in the upper foreshore, and of median and coarse sands in the remaining features of the beach profile.

Key words: coastal dynamics, beach profile, morphodynamic phases.

¹ Professor Adjunto do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza.

² Pesquisador da Divisão de Oceanografia Abiótica do Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará.

³ Doutoranda da Universidade Federal de Pernambuco.

INTRODUÇÃO

Este trabalho científico tem como objetivo principal o estudo da morfodinâmica de uma praia arenosa situada no Município de Fortaleza, denominada Praia Barra do Ceará. O estudo da dinâmica litorânea das praias de Fortaleza vem sendo realizado por vários autores (Lehuteur et al., 1998; Silva et al., 2000; Rodrigues et al., 2001). Esses autores utilizando, principalmente, levantamentos topográficos e análise de perfis praias verificaram as modificações da morfologia e a dinâmica das praias determinando os mecanismos responsáveis por essas variações.

A área de estudo compreende o trecho limitado por dois espigões (Figura 1) próximo ao estuário do Rio Ceará, com uma extensão aproximada de 500 m. O Rio Ceará nasce na Serra de Maranguape e segue uma direção aproximada sudoeste-nordeste até sua foz, onde configura uma feição de estuário. A costa do município de Fortaleza, por sua vez, é limitada a sudeste pelo Rio Pacoti e a Oeste pelo Rio Ceará. Entre a desembocadura do Rio Pacoti e a ponta do Mucuripe o litoral é retilíneo, com orientação SE-NW, entre a ponta do Mucuripe e a foz do Rio Ceará apresenta orientação E-W com feição de enseada.

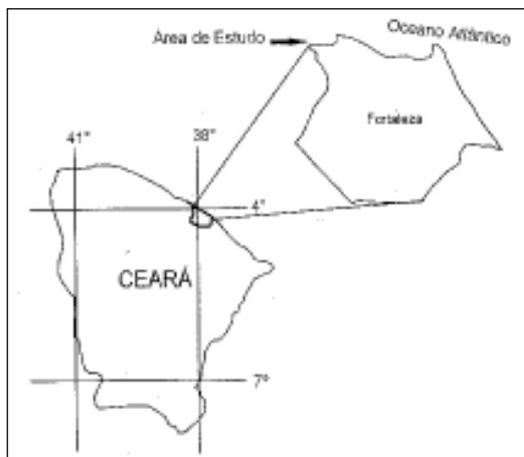


Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo.

SÍNTESE GEOLÓGICA/ GEOMORFOLÓGICA

O arcabouço geológico/geomorfológico encontra-se representado por Tabuleiros Pré-Litorâneos sustentados pelos sedimentos da Formação Barreiras, dunas e faixa praial. A retaguarda do cordão de dunas dispõem-se os tabuleiros, que penetram em média cerca de 40 Km para o interior do estado e, em alguns pontos atingem o mar formando falésias (Sousa, 1988). A Formação Barreiras, de idade plio-pleistocênica, acompanha a linha de costa com uma largura variável, servindo de substrato para as dunas. Essa formação está constituída litologicamente por sedimentos areno-argilosos de cores variegadas, apresentando em determinados locais níveis conglomeráticos.

As dunas fixas são constituídas por areias bem selecionadas, de granulação média a fina, quartzosas e/ou quartzo-feldspáticas, com tons amarelados, alaranjados ou acinzentados (Brandão, 1995). Esse corpo dunar tem como característica a crescente ocupação urbana. As dunas móveis apresentam-se como um cordão junto à linha de costa, possuem uma largura média de 2 a 3 km e espessura na ordem de 20 m (Brandão, 1995). Próximo a área de estudo tem-se a presença de dunas migrando sobre locais urbanizados. O cordão de dunas é interrompido na foz dos Rios Pacoti, Cocó e Ceará pela formação de um ecossistema manguezal responsável pelo desenvolvimento de muitas espécies de animais e vegetais.

A faixa praial, de natureza arenosa, apresenta um perfil dividido em diversas zonas que se caracterizam por possuir morfologia, fácies e processos distintos (Figura 2). Em determinados locais, a face de praia é marcada por arenitos de praia que formam cordões paralelos à linha de costa na zona de estirâncio.

A plataforma continental interna, adjacente a essa região costeira, possui aproximadamente 15 m de extensão, curvas batimétricas com declividade suave e cobertura sedimentar constituída, principalmente, por areias quartzosas.

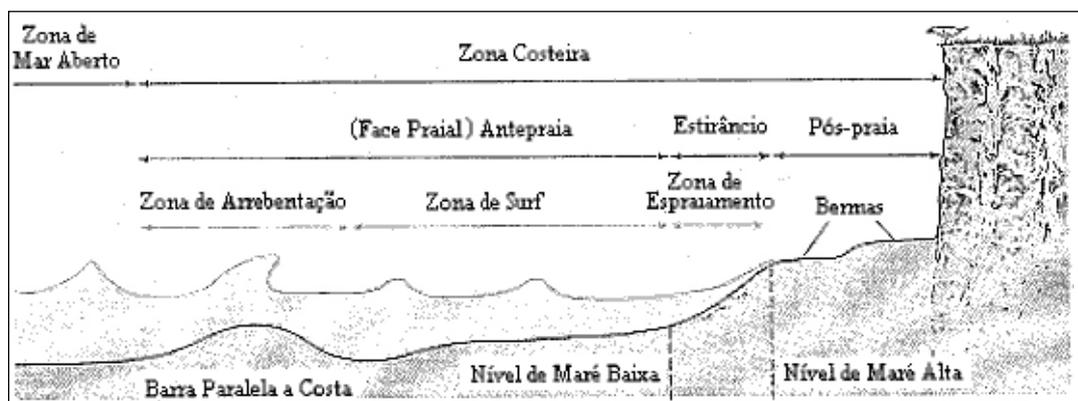


Figura 2 - Perfil de uma praia apresentando suas divisões e os principais elementos morfológicos (Brown et al., 1989).

METODOLOGIA

As variações morfológicas de curto período da área foram caracterizadas por meio de levantamentos de perfis topográficos praias efetuados ao longo de treze meses, utilizando-se um nível topográfico auxiliado por mira vertical posicionados a cada dez metros. Para tal fim, foram demarcados dois pontos a uma distância de 500 metros, cujas coordenadas geográficas encontram-se na Tabela I. Os perfis, em número de 26, foram levantados perpendicular à face de praia, estendendo-se desde o pós-praia a antepraia superior, sob condições de maré baixa de sizígia.

Tabela I - Coordenadas geográficas dos perfis levantados na área de estudo.

Pontos	Coordenadas geográficas	
	Latitude (S)	Longitude (W)
1	03°41'38,6''	38°34'55,3''
2	03°41'34,3''	38°35'10,8''

Utilizando-se anemômetro fez-se o registro mensal da direção e velocidade do vento, a uma altura aproximada de 2 m. Os dados referentes às ondas de gravidade corresponderam ao registro do ângulo de incidência (α), altura na rebentação (Hb) e período (T), tendo-se como instrumentos de apoio mira, nível e bússola, de acordo com a metodologia de Bascon (1964) e Lanfredi & Framiñan (1986), com o apoio de levantamentos topográficos.

O tipo de rebentação de onda foi determinado por intermédio do coeficiente de rebentação proposto por Galvin Jr. (1968). A razão entre a altura e o comprimento de cada perfil praias indicou a declividade da zona de praia e surfe.

A análise dos estádios morfodinâmicos dos perfis praias foi realizada por meio da metodologia desenvolvida por Short & Hesp (1982) e Wright & Short (1984) e a da aplicação dos parâmetros adimensionais Omega (Ω_{campo}) e ($\Omega_{\text{teórico}}$).

O volume de sedimentos m^3/m e suas variações foram calculados atribuindo-se um datum para cada perfil, empregando recursos computacionais do programa *Surfer for Windows* v. 6.01.

A caracterização da cobertura sedimentar foi realizada por meio de análises granulométricas e mineralógicas das amostras de sedimentos coletadas trimestralmente no pós-praia e estirâncio. Os sedimentos foram analisados segundo a técnica do

peneiramento, seguindo a metodologia utilizada no Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), Universidade Federal do Ceará.

REGIME DOS VENTOS

A zona costeira do Estado do Ceará é submetida pela contínua circulação atmosférica sub-equatorial dos ventos alísios, sendo intensificada pelas brisas marinhas. Os ventos alísios correspondem a regimes de ventos, que convergem dos hemisférios terrestres para uma região de baixa latitude no entorno da linha do Equador denominada de Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

O levantamento dos valores relacionados com a velocidade do vento para os dois perfis permitiu estabelecer um padrão de circulação dividido em dois períodos: o primeiro de janeiro a junho com valores mínimos variando de 2,11 a 5,6 m/s, corresponde a estação de alta pluviosidade e, o segundo de julho a dezembro com valores entre 6,47 a 9,98 m/s, estação de baixa pluviosidade. Os ciclos bem definidos desse regime de ventos são controlados pelo deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

A direção predominante dos ventos situou-se no quadrante SE, tanto para as medidas tomadas no berma, quanto no estirâncio.

PROCESSOS HIDRODINÂMICOS

O transporte de sedimentos da região litorânea, na qual a área de estudo está inserida, é controlado, principalmente, pela corrente de deriva litorânea, que infere aos sedimentos um transporte longitudinal de este para oeste.

A maré, do tipo semi-diurno, é caracterizada por duas preamares e duas baixa-mares no período de um dia lunar (24h 50 min). A amplitude das marés entorno de 2,3 m coloca essa zona litorânea no regime de mesomaré de acordo com a classificação de Davis (1978).

A análise dos valores da altura das ondas, tomados na zona de rebentação mês a mês mostra que o sistema de ondas no ponto 1 apresenta altura máxima de 0,40 m no mês de novembro e mínima de 0,15 m no mês dezembro, sendo a média para os demais meses de 0,30 m (Tabela II; Figura 3). Os valores de altura da onda para o ponto 2 registram altura máxima de 0,45 m em setembro e mínima de 0,21 m em outubro/98, sendo a média para os outros meses de 0,35 m (Tabela III, Figura 3).

Os períodos de onda variam de 7,50 a 20 s no ponto 1 e 5,45 a 8,57 s no ponto 2 (Figura 4), marcando a predominância de ondas do tipo swell (Figura 5).

Tabela II – Parâmetros morfodinâmicos dos perfis praias do ponto 1 levantados no período de outubro de 1997 a outubro de 1998 na praia da Barra do Ceará.

Meses	Hb (m)	G	m	T ² (s)	g.m.T ²	Hb/g.m.T ²
Outubro	0,20	9,81	0,048	43,56	20,5	0,009751
Novembro	0,40	9,81	0,048	400,00	188,4	0,002124
Dezembro	0,15	9,81	0,048	144,00	67,8	0,002212
Janeiro	0,38	9,81	0,048	56,25	26,5	0,014347
Fevereiro	0,28	9,81	0,048	73,96	34,8	0,00804
Março	0,35	9,81	0,048	400,00	188,4	0,001858
Abril	0,35	9,81	0,048	144,00	67,8	0,005162
Mai	0,31	9,81	0,048	100,00	47,1	0,006583
Junho	0,29	9,81	0,048	144,00	67,8	0,004277
Julho	0,23	9,81	0,048	43,56	20,5	0,011213
Agosto	0,28	9,81	0,048	73,96	34,8	0,00804
Setembro	0,25	9,81	0,048	100,00	47	0,0053
Outubro	0,35	9,81	0,048	56,25	264,8	0,0006



Figura 5 - Zona de espriamento das ondas, observando-se ao fundo ondas de pequena altura e na parte superior a direita a parte final do espigão.

TIPO DE REBENTAÇÃO

Galvin Jr. (1968) apresentou os seguintes tipos de rebentação deslizante (spilling), mergulhante (plunging), frontal (collapsing) e ascendente (surging), em dependência da declividade da praia (Figura 6).

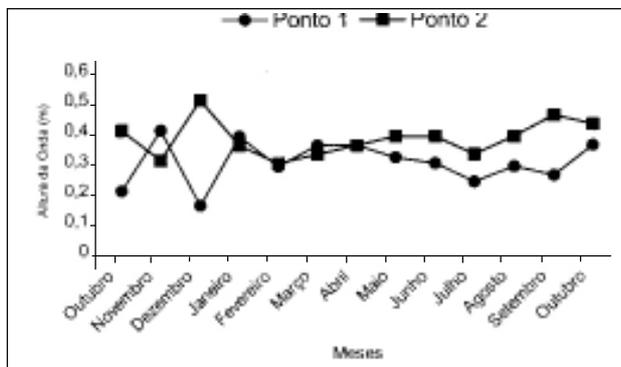


Figura 3 - Variação da altura das ondas na arrebatção.

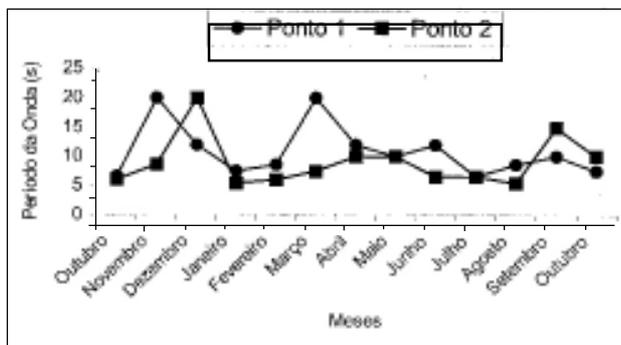


Figura 4 - Variação da altura das ondas na arrebatção.

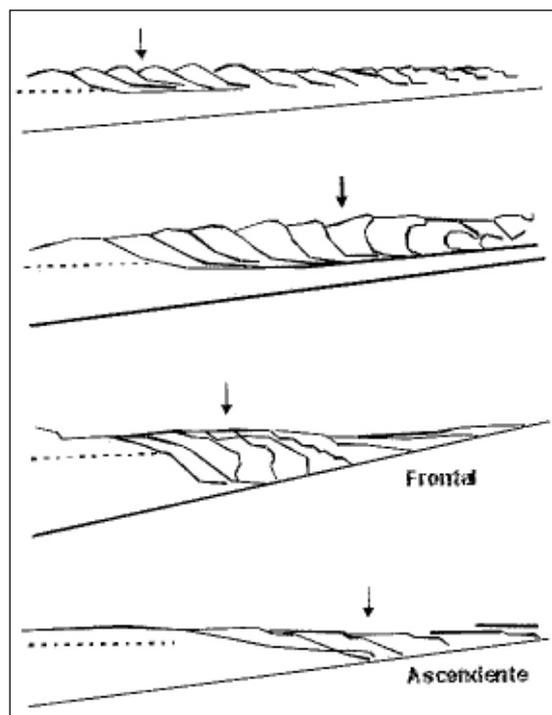


Figura 6 - Principais tipos de rebentação, segundo Galvin Jr., (1968). A linha tracejada representa o nível estacionário da água do mar. As setas indicam o ponto de rebentação.

Galvin Jr. (1968) demonstrou em experimentos de laboratório que, por meio de coeficiente de rebentação, é possível definir os tipos de rebentação de onda definindo-os por:

$$\beta = \frac{H}{gmT^2}$$

onde, β = coeficiente de rebentação; Hb = altura da onda de rebentação; g = gravidade; m = declividade do perfil praial; T = período.

A aplicação do coeficiente de rebentação (β) nos perfis praiais dos pontos 1 e 2, valores listados nas Tabelas II e III, indicam que ocorreu predominância do tipo de rebentação deslizante. O perfil do ponto 2 apresentou nos meses de outubro de 1998 e janeiro, junho, julho e agosto rebentação do tipo mergulhante.

Tabela III - Parâmetros morfodinâmicos dos perfis praiais do ponto 2 levantados durante o período de outubro de 1997 a outubro de 1998, na praia da Barra do Ceará.

Meses	Hb (m)	G	m	T ² (s)	g.m.T ²	Hb/g.m.T ²
Outubro	0,40	9,81	0,074	36,00	26,1	0,01531
Novembro	0,30	9,81	0,074	73,45	53,3	0,00563
Dezembro	0,50	9,81	0,074	400,00	290,4	0,00172
Janeiro	0,35	9,81	0,074	29,70	21,6	0,01623
Fevereiro	0,29	9,81	0,074	36,00	26,1	0,0111
Março	0,32	9,81	0,074	56,25	40,8	0,00784
Abril	0,35	9,81	0,074	100,00	72,6	0,00482
Mai	0,28	9,81	0,074	100,00	72,6	0,00386
Junho	0,38	9,81	0,074	43,56	31,6	0,01202
Julho	0,32	9,81	0,074	43,56	31,6	0,01012
Agosto	0,38	9,81	0,074	29,70	21,6	0,01762
Setembro	0,45	9,81	0,074	225,00	163,3	0,00276
Outubro	0,21	9,81	0,074	100,00	72,6	0,00289

ANÁLISE VOLUMÉTRICA

O perfil de equilíbrio de uma praia está diretamente relacionado com a possibilidade de manter invariável o seu volume de sedimentos. Short (1999) cita que para a praia manter sua estabilidade faz-se necessário que a entrada de sedimento a compense em volume útil, não permitindo que a erosão se instale de forma irreversível. Portanto, a morfologia do perfil praial irá variar com a deposição e retirada de sedimentos que, por sua vez está diretamente relacionada com a energia das ondas e com o tamanho do grão.

As alterações no balanço sedimentar pela manutenção do estado de erosão e/ou deposição per-

mitiu estabelecer para os perfis estudados características de perfis erosionais e deposicionais.

A análise da variação do volume sedimentar dos perfis praiais do ponto 1, marcado por uma ampla zona de estrâncio (Figura 7), apresenta um valor máximo de 240,4 m³/m no mês de março de 1998 e mínimo de 90,4 m³/m no mês de outubro de 1998, com uma média de 53,8 m³/m (Figura 8).



Figura 7 - Faixa de praia com ampla zona de estrâncio apresentando uma declividade suave observada no ponto 1.

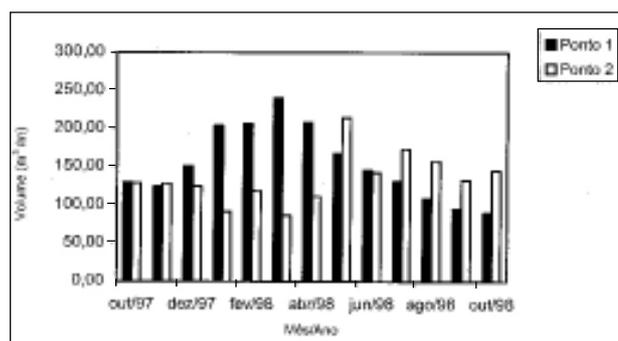


Figura 8 - Variação volumétrica dos perfis praiais dos pontos 1 e 2 durante o período de outubro de 1997 a outubro de 1998.

O gráfico de correlação (Figura 9) mostra o seguinte cenário: tendência erosiva no mês de novembro com a retirada de - 4,6 m³/m de areia, iniciando logo após um processo deposicional que se prolonga até o mês de março de 1998, apresentando taxas de deposição na zona de estrâncio que variaram de 2,2 a 54,1 m³/m. O intervalo compreendido entre os meses de abril a outubro de 1998 foi marcado por um período erosivo apresentando uma variação de - 41,0 a -5,2 m³/m no estrâncio inferior.

O monitoramento do balanço sedimentar dos perfis praiais do ponto 2 apresenta um volume médio de 135,0 m³/m, com valor máximo de 214,9 m³/m em maio e mínimo de 86,7 m³/m em março do ano de 1998 (Figuras 8 e 10). Durante os meses de outubro, novembro e dezembro os perfis praiais apresentam equilíbrio quando, então, inicia períodos alternados de processos erosionais e acrescionais comparti-

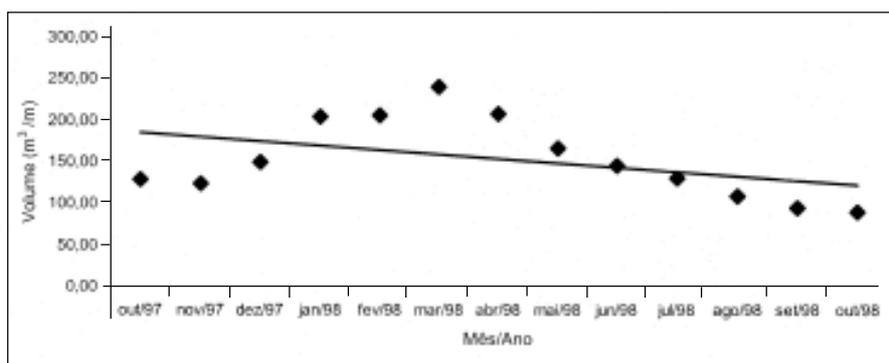


Figura 9 - Gráfico de correlação volume x tempo e reta de tendência linear para os fins do ponto 1.

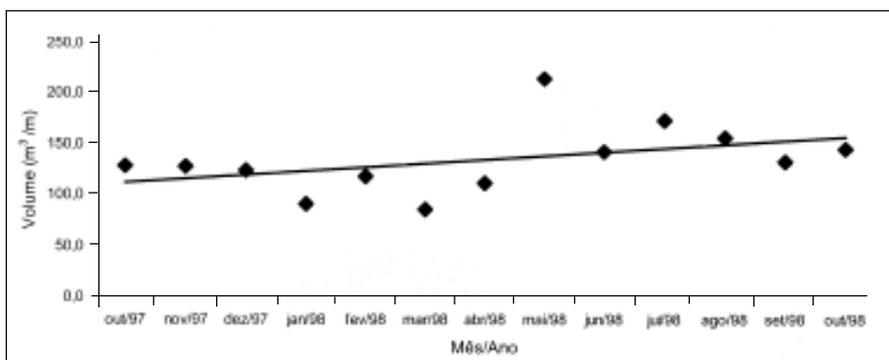


Figura 10 - Gráfico de correlação volume x tempo e reta de tendência linear para os fins do ponto 2.

mentados desta forma: intervalo de janeiro a março com variação de volume na faixa do estirâncio a antepraia situada entre - 32,2 a - 31,6 m³/m; meses de abril e maio marcados por processos deposicionais em toda a extensão do perfil, apresentando a variação de volume situada entre 25,0 a 103 m³/m; mês de junho marcado pela retirada de - 72,4 m³/m de sedimento em todo o perfil; mês de julho assinalado pela deposição 31,0 m³/m e, posteriormente, um processo erosional caracteriza os meses de agosto e setembro com a retirada de sedimentos volume abrangendo -16,8 a -23,8 m³/m, finalizando com um processo acrescional de 12,3 m³/m de sedimento no mês de outubro.

CLASSIFICAÇÃO MORFODINÂMICA DOS PERFIS PRAIAS

A compreensão do mecanismo processo-resposta para a zona de praia e surfe foi estudada por pesquisadores da Sydney University, Austrália (Wright et al., 1979; Wright et al., 1982a; Short & Hesp, 1982; Wright & Short, 1984). Esses autores, desenvolvendo seus estudos em uma região costeira, com grande

variação morfológica, monitoraram e caracterizaram a morfologia dos perfis praias como dissipativo e reflectivo com variações intermediárias, a quais correspondem a estádios morfodinâmicos representados por processos deposicionais e hidrodinâmicos associados.

Os perfis praias dissipativos são representados por praias que se formam em resposta à condição de onda de alta energia quebrando a poucas centenas de metros da costa, correspondendo morfologicamente a praias com uma face de praia de baixo gradiente, côncavo para cima com barras paralelas, canais e larga zona de surfe. A morfologia de perfis praias reflectivos é caracterizada por praias que se formam em resposta à baixa condição de onda modal, sendo os sedimentos armazenados na porção subaérea que é estreita e íngreme e a zona de surfe deficiente em sedimento é, relativamente, profunda com declive acentuado. Os estádios morfodinâmicos situados entre esses dois extremos foram denominados de intermediários: barra e calha longitudinal, barra e praia rítmica (ou de cúspides), barra transversal e terraço de baixa-mar (Figura 11).

O comportamento dos perfis praias da área de estudo analisado segundo os conceitos de estádios

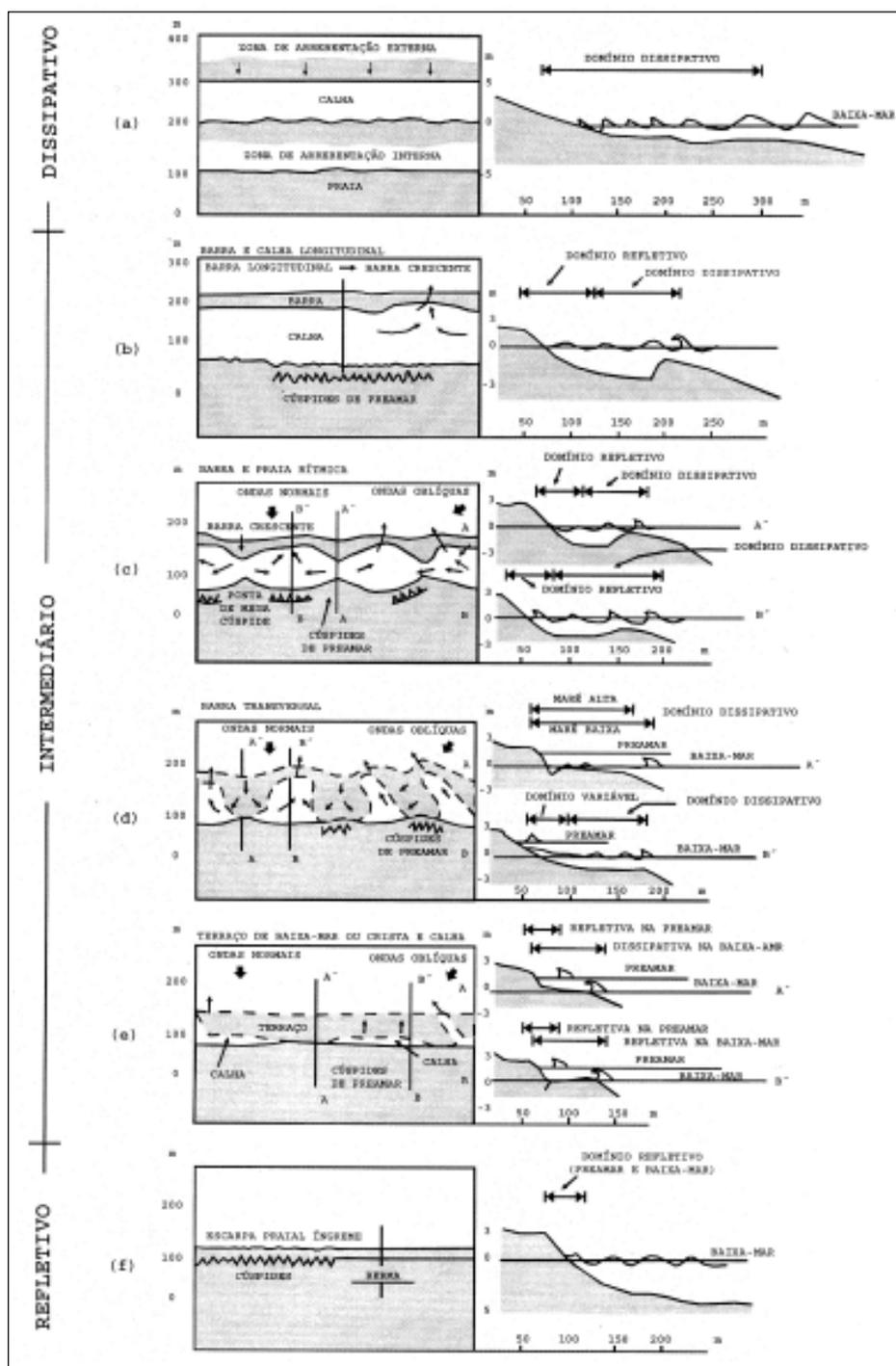


Figura 11 - Configurações em perfil a planta dos seis estádios morfológicos de praia (Wright & Short, 1984).

morfodinâmicos estabelecidos pelos autores acima mencionados estão caracterizados pelas seguintes configurações:

Os estádios morfodinâmicos dos perfis praias referentes ao ponto 1 (Figura 12), com variação do volume sedimentar total de 90,4 a 240,4 m³/m e, balanço sedimentar no intervalo de - 41 a 54,1 m³/m,

apresentam para os dois primeiros meses, outubro e novembro, morfologia dissipativa que evolui para intermediária no mês de dezembro a março com o acréscimo de 25,8 a 33,8m³/m de sedimento após, se estabelece o estágio dissipativo durante o mês de abril, com variação do volume sedimentar na ordem de - 32,5 m³/m. Esse período está caracterizado pela for-

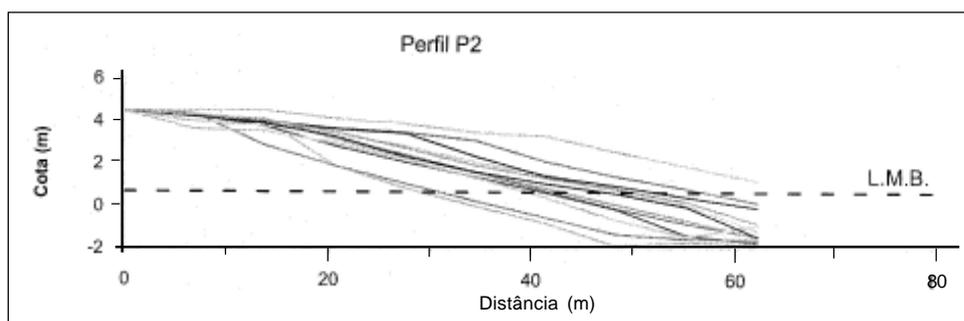


Figura 12- Configurações dos estádios morfo-dinâmicos praias dos perfis do ponto 1 durante o período outubro/97 a setembro/98.

mação de uma microfalésia no pós-praia (Figura 13). O mês de maio apresenta perfis com os estádios intermediários e diminuição no volume sedimentar. A morfologia dissipativa se estabelece nos cinco meses restantes com perda de sedimentos variando de -22,4 a -5,2 m³/m.



Figura 13 - Perfil praiado apresentando terraço e microfalésia no pós-praia, ponto 1.

Os perfis praiados que ilustram a evolução morfo-dinâmica do ponto 2 (Figura 14) apresentando variação de volume situada entre 86,7 a 173,15 m³ têm as seguintes características: predominância dos estádios intermediário a dissipativo entre os meses de outubro a dezembro, onde a faixa de praia manteve um equilíbrio dinâmico com baixa mobilidade; sendo os meses subsequentes caracterizados pelo estágio intermediário. O perfil do mês de maio está marcado pela presença de um terraço no pós-praia.

A variação dos estádios morfo-dinâmicos dos perfis praiados foi, também, definida aplicando-se o modelo adimensional do parâmetro W Dean (1973) (Wcampo). Esse parâmetro relaciona o estado de uma praia e as características das ondas e dos sedimentos por meio da seguinte equação:

$$\Omega = \frac{H_b}{\omega_s T}$$

onde, H_b = altura da onda na arrebentação (m); ω_s = velocidade de queda do grão (m/s); T = período da onda (s).

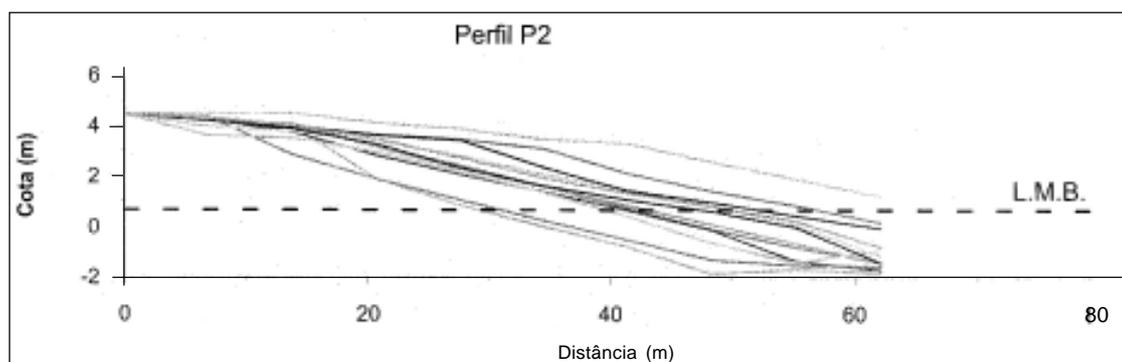


Figura 14 - Configurações dos estádios morfo-dinâmicos dos perfis praiados do ponto 2 durante o período outubro/97 a setembro/98.

Os valores de W e desvio padrão para os diversos estádios estão apresentados na Tabela IV.

Tabela IV - Estádios morfodinâmicos com valores do parâmetro W e do desvio padrão.

Estádios morfodinâmicos	Ω	Desvio Padrão
Reflectivo	1,5	-
Terraço de Baixa Mar (TBM)	2,40	0,19
Bancos Transversais (BT)	3,15	0,64
Banco e Praia de Cúspides (BPC)	3,50	0,76
Banco e Calha Longitudinal (BCL)	4,70	0,93
Dissipativo	5,5	-

Muehe (1998) cita que existem desequilíbrios quando o valor de W teórico não corresponde ao estado previsto, o que permite avaliar a direção de evolução da praia na busca da recuperação do equilíbrio. Klein et al. (1997), na tentativa de contornar esses problemas propõe, por meio de fundamentação teórica, a substituição do parâmetro sedimentar (wS) pela declividade da face da praia ($\tan b$), a partir da

equação de Kriebel et al. (apud Masselink, 1993), segundo a qual a declividade da face da praia pode ser expressa pela relação:

$$\tan \beta = 0,15 \Omega^{-1/2}$$

permitindo, dessa forma, que a equação seja assim apresentada como:

$$\Omega_{\text{TEÓRICO}} = \frac{0,0225}{\tan \beta^2}$$

Aplicando a fórmula de Klein et al. (1997) foi possível comparar os resultados obtidos pela aplicação do $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$ e do Ω_{CAMPO} ao estudo evolutivo dos estádios morfodinâmicos dos perfis praias.

Os resultados dos perfis do ponto 1 (Tabela V) mostram que no início do monitoramento ocorreu características de praia dissipativa, seguido de períodos alternados de praia dissipativa e reflectiva em relação ao $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$. Os valores do Ω_{CAMPO} na quase totalidade marcaram o estádio reflectivo

Com relação aos perfis do ponto 2, esse apresenta valores de $\Omega_{\text{TEÓRICO}}$ em toda sua totalidade caracterizando praias intermediárias e, valores de Ω_{CAMPO} que representam morfologias reflectivas (Tabela VI).

Associadas a cada tipo de praia estão a mobilidade da praia, que corresponde ao movimento normal da linha de praia e pode ser definida como o

Tabela V - Parâmetros morfodinâmicos dos perfis do ponto 1.

Data	Gradiente ($\tan \beta$)	Ω teórico		Ω campo		Largura da faixa de praia (m)	Volume do perfil (m ³)	Taxa de deposição/erosão diária m ² /m
		valor	estádio	valor	estádio			
17/10/97	0,054	7,72	D	1,24	I	48,00	129,15	---
13/11/97	0,060	6,25	D	0,82	R	47,00	124,59	-0,18
12/12/97	0,083	3,26	I	0,52	R	50,00	150,39	0,89
28/01/98	0,117	1,65	I	2,08	I	60,00	204,45	1,18
27/02/98	0,116	1,67	I	1,34	I	60,00	206,66	0,08
27/03/98	0,094	2,55	I	0,72	R	40,00	240,42	1,13
24/04/98	0,061	6,08	D	1,20	I	40,00	207,94	-1,20
27/05/98	0,062	5,92	I	1,27	I	35,00	166,99	-1,24
25/06/98	0,600	6,25	D	1,00	I	35,00	145,58	-0,76
22/07/98	0,047	10,22	D	1,43	I	34,00	131,10	-0,54
20/08/98	0,073	4,24	I	1,35	I	45,00	109,01	-0,79
18/09/98	0,049	9,37	D	1,02	I	45,00	95,58	-0,48
21/10/98	0,049	9,37	D	1,92	I	44,00	90,36	-0,16

D= Dissipativa; I= Intermediária; R = Reflectiva

Tabela VI - Parâmetros morfodinâmicos dos perfis do ponto 2.

Data	Gradiente (tan β)	Ω teórico		Ω campo		Largura da faixa de praia (m)	Volume do perfil (m ³)	Taxa de deposição/ erosão diária (m ³ /m)
		valor	estádio	valor	estádio			
17/10/97	0,121	1,54	I	0,86	R	33,00	128,97	—
13/11/97	0,104	2,08	I	0,45	R	35,00	128,21	-0,03
12/12/97	0,139	1,16	I	0,33	R	30,00	124,26	-0,14
28/01/98	0,135	1,23	I	0,84	R	20,00	91,54	-0,71
27/02/98	0,102	2,16	I	0,50	R	33,00	118,31	0,92
27/03/98	0,118	1,61	I	0,42	R	27,00	86,66	-1,05
24/04/98	0,129	1,35	I	0,45	R	30,00	111,71	0,93
27/05/98	0,064	5,62	I	0,75	R	50,00	214,90	3,13
25/06/98	0,087	3,00	I	0,75	R	35,00	142,53	-2,58
22/07/98	0,092	2,67	I	0,77	R	30,00	173,51	1,15
20/08/98	0,071	4,50	I	0,80	R	30,00	156,72	-0,60
18/09/98	0,072	4,41	I	0,59	R	35,00	132,87	-0,85
21/10/98	0,080	3,51	I	0,45	R	37,00	145,21	0,37

D= Dissipativa; I= Intermediária; R = Reflectiva

desvio padrão da posição média da linha de praia, e do pós-praia, definida como o coeficiente de variação da posição média da linha de praia (Dolan et al., 1978).

A partir dos valores constantes nas Tabelas IV e V foram calculados ainda, para cada perfil, a largura média da praia (U_b), o índice de mobilidade da praia (σU_b) e o coeficiente de variação de linha de praia (CV%) - ver Tabela VII.

Tabela VII - Valores dos parâmetros morfodinâmicos dos perfis monitorados.

Perfil	Parâmetro morfodinâmico		
	U_b	σU_b	CV%
1	44,65	8,13	18,13
2	32,69	6,54	20,02

O índice de mobilidade da praia (σU_b), calculado pelo desvio padrão das variações temporais da largura da faixa de praia, representa a razão morfo-métrica entre a amplitude horizontal do perfil de praia e a variação do volume sedimentar (Wright & Short, 1984). O coeficiente de variação da linha de praia (CV%), definido pela razão entre o índice de mobilidade da praia (σU_b) e a largura média da praia (U_b), representa em porcentagem a suscetibilidade à erosão dos depósitos sedimentares próximo ao nível do mar como resposta morfológica ao regime energético.

Os valores apresentados na Tabela VII configuram uma baixa mobilidade para os perfis praias dos pontos 1 e 2.

ANÁLISE TEXTURAL E MINERALÓGICA

A análise textural, referente ao tamanho de grão, mostra que tanto nos perfis do ponto 1 como nos do ponto 2 os sedimentos são classificados de moderadamente a pobremente selecionados. O ponto 1 apresenta gradação no tamanho de grão da face praial expressa pelas classes texturais areia média no estrâncio superior e médio, areia grossa no inferior e areia fina no pós-praia. A variação transversal do tamanho de grão nos perfis do ponto 2 apresenta o predomínio da classe areia grossa no estrâncio superior seguida por areia grossa e média nas demais feições do perfil praial.

Os sedimentos praias encontram-se compostos predominantemente por grãos de quartzo polidos, raros feldspatos, palhetas de mica e minerais pesados. A fração biodetrítica está constituída por fragmentos de conchas e foraminíferos.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As zonas de surfe e praia são interessantes, devido não serem sempre iguais, elas variam no tempo com mudanças nas condições de onda modal e, o intervalo de tempo das variações muda espacialmente com as condições ambientais, o que envolve não somente diferenças na morfologia deposicional mas, significativas diferenças no conhecimento hidrodinâmico (Wright & Short, 1984).

O estudo e a caracterização dos perfis praias da Barra do Ceará por meio da classificação morfodinâmica, tipo de rebentação de onda, variação mensal do volume sedimentar e mudanças transversais

no tamanho de grão forneceram subsídios para identificar nessa área as modificações de curto período na forma do prisma praial

A rebentação do tipo deslizante se fez presente em todos os perfis do ponto 1, condizendo com a característica de praias de baixo gradiente. Os perfis do ponto 2 mostraram tipos de rebentação deslizante e mergulhante.

A análise da dinâmica praial, segundo o conceito de estádios morfodinâmicos, apresenta para os perfis do ponto 1 morfologia dissipativa nos dois primeiros meses, outubro e novembro, que evolui para intermediária no mês de dezembro a março com o acréscimo de 25,8 a 33,8m³/m de sedimento após, se estabelece o estádio dissipativo durante o mês de abril, com variação do volume sedimentar na ordem de -32,5 m³/m. Os perfis praias do ponto 2 apresentam variação de volume situada entre 86,7 a 173,15 m³ com predominância dos estádios intermediário a dissipativo entre os meses de outubro a dezembro, sendo os meses subseqüentes caracterizados pelo estádio intermediário.

O balanço sedimentar dos perfis dos pontos 1 e 2 evidenciou uma feição deposicional no período de alta pluviosidade e erosional em período de estiagem, desenvolvendo a praia perfis sazonais de deposição e erosão denominados por Muehe (1996) de perfil de verão e perfil de inverno.

A comparação dos valores do Ω_{CAMPO} e do $\Omega_{TEÓRICO}$, apresenta-se bastante divergente, isso se deve a localização dos pontos entre dois espigões, estruturas que modificam, sobremaneira, o transporte sedimentar e a altura das ondas.

Diversos autores (Wright et al., 1982a; Short & Hesp, 1982; Short, 1999) citam que a morfologia do prisma praial está diretamente relacionada com o seu tamanho de grão, associando perfis dissipativos a granulometria fina e perfis intermediários e reflectivos à granulometria mais grossa. A presença de areia grossa nos perfis do ponto 2, neste caso, não está associada a um estádio praial reflectivo, sendo esse fato explicado pela localização desse ponto a barlavento de um espigão, que influencia de modo direto no regime dinâmico, criando essa situação especial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dean, R.G. Heuristic models of sand transport in the surf zone. 208-214, in Conference of Engineering Dynamic In the Surf Zone. Sydney, 1973.

Davis, R.A. Beach and nearshore zone, in Coastal sedimentary environments. New Springer-Verlag, 420 p., New York, 1978.

Bascom, W.N. Waves and beaches. Doubleday, 268p., New York.

Brandão, R.L. et al. Sistema de informações para gestão e administração territorial da Região Metropolitana de Fortaleza: diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da região Metropolitana de Fortaleza. CPRM, 105 p., Fortaleza, 1995.

Brown, J.; Colling, A.; Park, D.; Philips, J.; Rothery, D.; Wright, J. Waves, tides and shallow-water process.: Pergamon Press - Open University, 187 p., Oxford, 1989.

Galvin Jr., C.J. Breaker type classification on three laboratory beaches. J. Geophys. Res., v. 73, n. 12, p. 3651-3659, 1968.

Lanfredi, N.W. & Framinã, M.B. Field study and prediction of longshore currents, Argentina Coast. J. Coast. Res., v. 2., n. 4. p. 409-417, 1986.

Lehuteur, L.G.O.; Silva, P.R.F.G.; Silva, J.G.; Fonteles, H.R.N. Dinâmica litorânea da Praia da Barra do Ceará-Município de Fortaleza, in Congresso Brasileiro de Geologia, 40, p. 251, Belo Horizonte, 2000.

Klein, A.H.F. um modelo indireto para a determinação do estágio morfodinâmico de praias oceânicas arenosas, p. 76-78, in Resumos do Congresso da Associação Brasileira do Quaternário, 6, Curitiba, 1997.

Masselink, G. Simulation the effects of tides on beach morphodynamics. J. Coast. Res., v.15. p.180-197, 1993.

Muehe, D. Estado morfodinâmico praial no instante da observação: uma alternativa de identificação. Rev. Bras. Oceanogr., v.46, n.2, p.157-169, 1998.

Silva, P.R.F.G.; Lehuteur, L.G.O.; Fonteles, H.R.N.; Silva, J.G. Estudo morfodinâmico da Praia do Futuro, Município de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v.33. p.149-156, 2000.

Short, A.D. Handbook of beach morphodynamics. John Willey and Sons Ltd., 372 p., London, 1999.

Short, A.D.; Hesp, P.A. Wave, beach and dunes interactions in southeastern Australia. Mar. Geol., Amsterdam, v. 48, p. 259-284, 1982.

Souza, M.J.N. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. Res. Geol. Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 73-91, 1988.

Wright, L.D. et al. Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems, Southeastern Australia. Mar. Geol., v. 32, p. 105-140, 1979.

Wright, L.D.; Guza, R.T.; Short, A.D. Dynamics of a high energy dissipative surf zone. Mar. Geol., v. 45, p.41-62, 1982.

Wright, L.D. & Short, A.D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. Mar. Geol., Amsterdam, v. 56, p. 93-118, 1984.