

## PEQUENAS BARREIRAS NO ESTADO DO CEARA, NORDESTE DO BRASIL

CLAUDINO-SALES, V. <sup>(1)</sup>

(1) Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, ([vcs@ufc.br](mailto:vcs@ufc.br))

PARENTE, L.P. <sup>(2)</sup>

(2) Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará

PEULVAST, J.P. <sup>(3)</sup>

(3) UFR de Géographie, Universidade Paris-Sorbonne, França

### RESUMO

Cerca de 14% do litoral cearense é ocupado por pequenas barreiras. Apesar dessa ocorrência relativamente elevada, as barreiras cearenses ainda não foram estudadas em profundidade no que diz respeito à estratigrafia e dinâmica global. A identificação morfológica realizada até o presente momento, através do uso de imagens de satélite, fotografias aéreas, mapas e trabalhos de campo, permite no entanto apresentar um quadro geral de suas ocorrências: elas se desenvolvem em setores onde há maior abundância de sedimentos em relação às demais áreas, bem como em segmentos onde a profundidade da plataforma interna é suave, permitindo a acumulação desses depósitos. Os sedimentos são trabalhados sobretudo pela energia das ondas e dos rios, embora ocorra exemplos de barreiras de energia mista, incluindo a ação de marés. Nesse sentido, elas podem ser classificadas como barreiras do tipo *spit* (dominada pela energia das ondas), barreiras de energia mista (dominada pela energia das ondas e marés) e barreiras do tipo *spits duplos* (dominadas pela energia das ondas e fluxos fluviais). As barreiras são de pequeno porte, apresentando em geral dimensões médias de poucos quilômetros de extensão e poucas centenas de metros de largura. Tal configuração geomorfológica permite classificá-las como “pequenas barreiras”, semelhante aos exemplos que ocorrem no litoral da Flórida e na costa oeste dos Estados Unidos.

Palavras-chave: barreiras, spits, energia das ondas, litoral do Ceará.

### INTRODUÇÃO

Cerca de 14% do litoral cearense é ocupado por pequenas barreiras. Apesar dessa ocorrência relativamente elevada, as barreiras cearenses ainda não foram estudadas em profundidade no que diz respeito à estratigrafia e dinâmica global. A identificação morfológica realizada até o presente momento permite no entanto apresentar um quadro geral de suas ocorrências.

### ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Ceará, localizado na região nordeste entre as latitudes 02°S e 07° S e longitudes 037° W e 041°W, apresenta uma faixa litorânea com cerca de 573 km, com morfologias bem diferenciadas. Estudos das feições morfológicas realizados ao longo do litoral demonstram que a linha de costa encontra-se, de maneira geral, em recuo, causado por mecanismos naturais e agravado pela ação degradativa resultante de uso e ocupação indevidos.

O clima no litoral do Ceará é caracterizado por elevadas temperaturas médias e importante variação sazonal e interanual dos regimes de precipitação, que se alternam com estiagem prolongadas ao longo do ano e entre anos seguidos. As temperaturas têm médias da ordem de 26,9°C, com fracas variações sazonais. O regime eólico é marcado pela ação dos alíseos. Os alíseos de SE, largamente mais ativos durante o segundo semestre do ano, têm uma velocidade média da ordem de 8 m/s (Claudino Sales, 1993 ; Maia, 1998). Os alíseos de NE têm menor velocidade, da ordem média de 3,5 m/s, e atuam sobretudo no primeiro semestre do ano. Ao longo de todo o ano, ocorre ainda a penetração de alíseos de E.

Os totais pluviométricos anuais se situam entre 1.386 mm (Fortaleza) e 850 mm (Icapuí) (Bezerra et al., 1997). Ainda que esses totais não sejam negligenciáveis, condições de semi-aridez se instalam em razão dos deslocamentos da ZCIT e da forte variabilidade pluviométrica interanual. Os meses de déficit de água correspondem também aos meses de maior velocidade dos ventos.

O clima de ondas apresenta uma forte sazonalidade, associada diretamente ao comportamento dos ventos dominantes. Quando os ventos dominantes são os alísios de nordeste, as ondas alcançam a costa do Ceará completamente desenvolvidas com direção variando entre 0° e 60° e na forma de *swell*. No restante do ano, com a migração da ZCIT para norte e o predomínio dos alísios de sudeste, as ondas atingem a costa na forma de *sea* com direção entre 60° e 120°.

Com relação à altura das ondas, observa-se uma predominância de ondas com maiores alturas em torno da segunda metade do ano, com 85 % da distribuição ocorrendo no intervalo de 1,0 a 1,7 m. O período de pico varia entre 4 e 24 segundos.

O regime de marés na região pode ser caracterizado como de meso-marés de periodicidade semi-diurna, o seja com um intervalo de 12 horas e 25 minutos entre dois níveis de alta maré. A amplitude média registrada pelo marógrafo (porto do Pecém e porto do Mucuripe) tem oscilações aproximadas entre -20 e 320 cm em referimento ao M.S.L. (*mean sea level*) com valores médios da ordem de 155 cm.

## **METODOLOGIA**

As pequenas barreiras do Estado do Ceará foram analisadas através de identificação morfológica realizada por meio do uso de imagens de satélite, fotografias aéreas e trabalhos de campo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tipos de barreiras identificadas ao longo do litoral do estado do Ceará estão associados principalmente (1) à interrupções ou alterações no padrão do transporte longitudinal de sedimentos em função da presença de estuários, lagunas, promontórios e (2) à inflexões maiores da linha de costa. No primeiro caso tem-se a formação de barreiras atuais ou sub-atuais de alta mobilidade e muitas vezes de caráter efêmero. No segundo caso, as inflexões da linha de costa parecem exercer uma influência mais contínua, gerando zonas de deposição duradouras, somente modificadas durante alterações importantes do nível do mar ou do balanço sedimentar costeiro.

As barreiras tem comprimento entre 1 e 13 km e pertencem à classe de “pequenas barreiras” na classificação de Dingle e Clifton (1994). Do ponto de vista da dinâmica, as barreiras no Ceará se formam (Claudino Sales, 2002) em setores dominados por ondas (barreiras dominadas por ondas, *wave-dominated barriers*), (b) em setores onde ocorre combinação de processos gerados por ondas e marés, produzindo barreiras de energia mista e barreiras em baquetas de tambor (*mixed energy barriers, drumstick barriers*), (c) segmentos onde as correntes longitudinais acumulam grandes quantidades de sedimentos, construindo *barreiras spits (barrier spits)* e (d) segmentos de costa onde a energia fluvial também participa da dinâmica da praia, permitindo a formação de *spits duplos (double spits)*.

### ***Spits* (barreiras dominadas por ondas)**

As barreiras do tipo *spit* desenvolvem-se sobretudo onde ocorrem inflexões da linha de costa e um abundante suprimento de areia. As inflexões produzem acentuado ângulo de incidência das ondas e assim, uma significativa ação das correntes longitudinais (deriva litorânea). Em função do elevado suprimento de areias, processa-se elevado transporte de sedimentos paralelamente à praia (Davis e Duncan, 2004).



Figura 1 – *Spit* e *Inlet* na Praia de Almofala, município de Itarema (foto Jean-Pierre Peulvast)



Figura 2 – *Spit* e pequena laguna na Praia do Farol, município de Itarema (foto Jean-Pierre Peulvast)

### ***Spits* duplos (barreiras dominadas por fluxos fluviais e energia das ondas)**

A formação de *spits* duplos ocorre na desembocadura de pequenos rios (Dingler e Clifton, 1994). A morfologia dessas barreiras depende da combinação entre fluxos fluviais e clima de ondas, sendo os sedimentos fornecidos sobretudo pelos rios.

No Estado do Ceará, devido à ocorrência de longos períodos de estiagem, os rios permitem uma ação considerável das ondas, o que propicia a deposição de sedimentos

logo na desembocadura do rio e a formação de correntes longitudinais que dispersam os sedimentos.

Tal contexto é responsável pela criação de *spits* em ambas as laterais do curso fluvial (Dingler e Clifton, 1994). Com frequência, em função da maior ou menor energia das ondas, um dos *spits* duplos apresenta-se mais desenvolvido que o outro, situação que tende a barrar a desembocadura dos rios (Claudino Sales, 2002).



Figura 3– *Spits* duplos no rio Choró, município de Cascavel

### **Barreiras de energia mista**

São aquelas barreiras nas quais, além da energia das ondas, há também participação da energia das marés (Davis, 1994). Devido à menor influência das ondas, ocorre transporte de sedimentos para *offshore* através do *inlet* que separa o ambiente anfíbio criado pelas barreiras do ambiente marinho, fato responsável pela edificação de deltas de jusante bem desenvolvidos (Davis e Hayes, 1984).

Esse complexo de corpos sedimentares em geral forma uma morfologia arqueada em direção ao mar que impacta a incidência das ondas - as ondas são refratadas no entorno do delta de jusante, provocando uma reversão local da direção da corrente longitudinal no segmento a sotamar (Davis, 1994). Em consequência desse processo, uma parte considerável do aporte sedimentar é aprisionado nesse segmento a sotamar, permitindo a construção da barreira.



Figura 4 – Barreira de energia mista no município de Icapuí

## CONCLUSÕES

As barreiras no Ceará se desenvolvem em setores onde há maior abundância de sedimentos em relação às demais áreas, bem como em segmentos onde a profundidade da plataforma interna é suave, permitindo a acumulação desses depósitos. Os sedimentos são trabalhados sobretudo pela energia das ondas e dos rios, embora ocorra exemplos de barreiras de energia mista, incluindo a ação de marés.

As barreiras são de pequeno porte, apresentando em geral dimensões médias de poucos quilômetros de extensão e poucas centenas de metros de largura. Tal configuração geomorfológica permite classificá-las em “pequenas barreiras”, semelhante aos exemplos que ocorrem no litoral da Flórida e na costa oeste dos Estados Unidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bezerra, E.C.; Bezerra, J.E.; Mendes, M.F.S. (1997). Precipitações. IN: *Atlas do Ceará*, IPLANCE, p. 18

Claudino Sales, V. (2002). *Les littoraux de l'Etat du Ceará. Du long terme au court terme*. Thèse de Doctorat, Université Paris Sorbonne, 523p.

- Claudino Sales, V. (1993). *Cenários Litorâneos: Lagoa do Papicu, Natureza e Ambiente na cidade de Fortaleza, Ce.* Dissertação Mestrado, Universidade de São Paulo, 340p.
- Claudino Sales, V.; Peulvast, J.P.(2003). Barreiras no Estado do Ceará. *Congresso da ABEQUA*, Recife
- Davis Jr, R.A. (1994). Barrier Island systems – A geologic overview. In: Davis Jr, R. (Ed.). *Geology of Holocene Barrier Island Systems*. Springer-Verlag, Berlin, chap 1, p. 1-46
- Davis, Jr R.A.; Duncan, M. F. (2004). *Beaches and coasts*. Blackwell Publishing, Oxford, 419p.
- Davis, Jr. R.A.; Hayes, M.O. (1984). What is a wave-dominated coast:?. *Marine Geology* 60:313-329
- Dingler, J.R.; Clifton, H.E. (1994). Barrier Systems of California, Oregon and Washington. In: Davis Jr, R. A. (Ed.). *Geology of Holocene Barriers Island Systems*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, chap 4, p. 115-165
- Maia, L.P. (1998). *Procesos costeros y balance sedimentario a l o largo de Fortaleza (NE-Brasil)*. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, 269p