

## MORFODINÂMICA DOS BANCOS NA PRAIA DE ATLÂNTIDA SUL, RS.

Luiz Liberato Tabajara<sup>1</sup>; Luiz Emilio de Sá Brito de Almeida<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Ph.D. em Geociências, Projeto RECOS/ Instituto do Milênio, CECO/UFRGS,  
Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43125, Porto Alegre-RS

Phone: +51 3316-6373 e-mail: [luiztaba@vortex.ufrgs.br](mailto:luiztaba@vortex.ufrgs.br)

<sup>2</sup>Ph.D. em Engenharia, Instituto de Pesquisas Hidráulicas / UFRGS  
e-mail: [luiz.almeida@ufrgs.br](mailto:luiz.almeida@ufrgs.br)

### RESUMO

A praia de Atlântida Sul é uma praia aberta, arenosa, dominada por ondas e ventos, representativa das praias do litoral Norte do Rio Grande do Sul. A zona de surfe da praia, na maior parte do ano, contém 3 bancos bem distintos (2 móveis e 1 fixo), separados entre si por cavas. As mudanças temporais nos bancos submersos e o estado morfodinâmico são regidos por um padrão sazonal no clima de ondas. Durante o outono/inverno, com a intensificação dos ciclones extratropicais no Sul do Brasil, predomina o estado dissipativo. Ondas de grande esbeltez ( $H > 1,9\text{m}$  e  $T < 8\text{s}$ ) são responsáveis pela erosão da praia e migração dos bancos para fora da costa. A recomposição do perfil inicia na primavera com ondas de menor esbeltez ( $H < 1,7\text{m}$  e  $T \geq 8\text{s}$ ). O perfil de máxima acreção (estado morfodinâmico de barras e praias rítmicas) é atingido no final do verão, quando a barra intermediária acopla-se à barra interna.

### ABSTRACT

Atlântida Sul are open sandy multibared beaches overcome by waves and wind, which are situated in the North coast of Rio Grande do Sul. The temporal changes on submerged banks and the morphodynamic state are ruled by a seasonal pattern on wave climate. During fall/winter, due to the intensification of extratropical cyclones in the South of Brazil, dissipative state prevail. The steepnes waves ( $H > 1,9\text{m}$  e  $T < 8\text{s}$ ) are responsible for beach erosion and offshore bank migration. Beach profile restoration starts at the beginning of spring, with lower steepnes waves ( $H < 1,7\text{m}$  e  $T \geq 8\text{s}$ ). The maximal accretion profile is achieved at the end of summer, when the middle bar acouples with the inner bar.

Palavras-Chave: morfodinâmica de praia, bancos, zona de surfe

### 1. INTRODUÇÃO

A praia de Atlântida Sul representa bem os sistemas de praias abertas, multibarradas e de areias finas que compõem o litoral Norte do Rio Grande do Sul. Os bancos são os elementos morfológicos de maior dinâmica na zona de surfe, pois expressam gradientes hidrodinâmicos e no transporte de sedimentos. As cavas se formam nas áreas de divergência de sedimentos, enquanto que os bancos se desenvolvem nas áreas de convergência de sedimentos (Aagaard e Masselink, 1999).

Todos os estudos morfodinâmicos realizados no litoral gaúcho concordam na existência de um padrão de ondas bisazonais que conduz a formação de perfis intermediários de acreção, durante o verão, e perfis dissipativos de erosão, durante o outono e inverno. Segundo vários modelos de praias com barras (Wright e Short, 1984; Lippman e Holman, 1990; Goldsmith et al, 1982; Short e Aagaard, 1993), as condições erosivas são controladas por ondas de infragravidade quando grande quantidade de material da praia é movimentado em suspensão para fora da costa. A sequência de acreção da praia é governada por meio da deposição em ambiente dominado pelas ondas incidentes e a morfologia antecedente.

A contribuição deste artigo é no sentido de caracterizar morfodinamicamente as barras longitudinais durante um período de primavera-verão, no qual se verifica uma tendência de recomposição do perfil da zona de surfe devido ao predomínio dos processos de transporte de sedimentos no sentido da costa.

### 2. METODOLOGIA

A morfologia da zona de surfe foi monitorada através de levantamentos executados entre agosto/99 e abril/2000, com o uso de um trenó submarino, descrito por Martins *et al.*, (1998). Uma linha base de 242m formada por dois teodolitos locados em cima de guaritas de salva-vidas, visaram os deslocamentos do trenó sobre o leito de fundo da zona de surfe. Os estudos morfodinâmicos foram complementados por fotografias aéreas verticais e oblíquas, bem como 114 perfis da praia subaérea estabelecidos em 9 perfis praia-duna, durante quatro anos de observações. Os dados hidrodinâmicos foram obtidos através de observações visuais das ondas incidentes na praia.

A resposta morfodinâmica dos bancos internos e a direção do transporte dos sedimentos na zona de surfe, frente a um amplo espectro de condições de ondas incidentes na área de estudo entre o levantamento de 25/01/2000 e o seguinte 04/04/2000, foi dada segundo a relação proposta por Sunamura (1984):

$$K = H_b^2 / g T^2 D_{50}, \quad (1), \quad \text{onde } D_{50} = 0,20\text{mm}.$$

Esta metodologia, tal como é vista neste artigo, é uma ferramenta importante para o estudo da dinâmica da zona de surfe de praias arenosas e ao acompanhamento da migração dos bancos e o transporte de sedimentos. No entanto, também pode ser aplicada ao monitoramento da segurança das praias e das atividades de lazer (surfe e banho), quando se associa as formas aos processos (conexões morfodinâmicas), identificando, por exemplo, as áreas de risco: buracos e correntes de retorno.

### 3. MORFODINÂMICA DOS BANCOS

#### 3.1. Morfologia e forma de dissipação da energia de ondas

A zona de surfe da praia estudada contém 3 bancos bem distintos (2 móveis e 1 fixo), separados entre si por cavas (Tabela 1, Figura 1). O ponto de quebra move-se em direção à costa ou para fora dela, em função da altura das ondas incidentes. Ondas com altura acima de 1,9 m, dissipam gradualmente a sua energia na barra externa, alargada e de baixo gradiente, situada à 300m de distância da costa. O tipo de arrebatção é deslizante, característico de estágios morfodinâmicos dissipativos ( $\epsilon > 600$ ) que ocorrem durante as tempestades, quando a zona de surfe é bem mais larga do que em condições de tempo calmo. Ondas com altura moderada entre 1,8 a 1,3m, arrebatam de forma mista (deslizante e/ou mergulhante) na barra intermediária, situada a 162m da linha de costa em águas menos profundas. A sua morfologia, mais arredondada e de gradiente moderado, apresenta um corte na face continental esculpido pelo mergulho da onda sobre o fundo. A barra interna tem característica bem mais reflectiva ( $\epsilon < 5$ ), com ondas arrebatando de forma mergulhante, após a sua reforma na cava adjacente. O seu limite terrestre é próximo ao nível médio do mar que, por sua vez, depende do estágio da maré e da elevação provocada pela onda/vento/tempestade.

Tabela 1- Morfologia dos bancos da zona de surfe e forma de dissipação da energia de ondas.

Parâmetros morfodinâmicos	Banco externo	Banco intermediário	Banco interno
Largura do banco (m)	127	121	105
Distância da crista à costa (m)	300	162	89
Profundidade (m)	3,2	1,9	1,0
Declividade (1:m)	101	29	8
Tan $\beta$	0,0099	0,0348	0,1206
Volume (m <sup>3</sup> /m)*	71	187	301
Altura de ondas (m)	$\geq 1,9$	$1,3 \leq H_b \leq 1,8$	$< 1,2$
Índice de quebra ( $\gamma$ ). Galvin (1968)	0,62	$0,67 \leq \gamma \leq 0,95$	$\leq 1,2$
Tipo de arrebatção	deslizante	mista	mergulhante
Escala de surfe, Guza e Inman (1965)	$> 609$	$34 \leq \epsilon \leq 47$	$< 5$



Figura 1 – Perfil da praia submarina de Atlântida Sul em 25 de janeiro de 2000.

A forma de dissipação da energia das ondas nas praias depende dos parâmetros da onda (altura, período, ângulo de incidência, esbeltez) e do estágio morfodinâmico dos bancos. Devido ao decaimento da energia das ondas incidentes em direção à costa, o banco interno frequentemente é mais reflectivo, tanto pela diminuição na altura das ondas como pelo aumento da sua declividade.

#### 3.2. Variação temporal dos bancos

O período de monitoramento dos bancos na zona de surfe acompanhou a restauração do perfil praiar, após a incidência de três ciclones extratropicais na costa sul brasileira, durante o outono de 1999. O envelope dos quatro perfis da superfície do fundo da zona de surfe estão na figura 2. A seqüência reflete mudanças no tipo de praia e nas zonas de estoque sedimentar, desde sistemas dissipativos de inverno até estágios intermediários de mais baixa energia de ondas de verão.

Quando os sedimentos são transportados em direção à costa, ocorre o alargamento do banco interno e o aumento das declividades na zona de surfe (Fig. 2b). A partir de novembro, as taxas de deposição aumentam de 0,5m<sup>3</sup>/m/dia para entorno de 2m<sup>3</sup>/m/dia, alargando mais rapidamente o banco interno. No final do verão, o banco intermediário crescente e rítmico se acopla ao banco interno. O volume total transferido da porção mais profunda da praia submarina para o banco interno, neste período de engordamento da praia, foi de 322 m<sup>3</sup>/m.

Por causa da baixa variabilidade textural, o estado morfodinâmico das praias do litoral Norte depende exclusivamente da classe de onda modal. Existem três tipos de praias mais comuns que se comportam como um espectro contínuo numa seqüência de acreção: desde o extremo de mais alta energia (dissipativo), mais recorrente durante o outono e inverno; intermediário de alta energia (barras e cavas longitudinais), até o extremo de energia moderada (barras e praias rítmicas), mais frequente no verão (Figura 3).

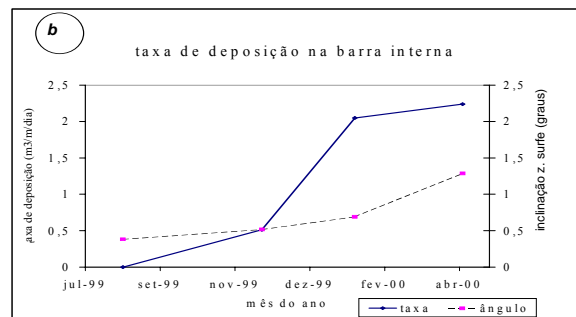
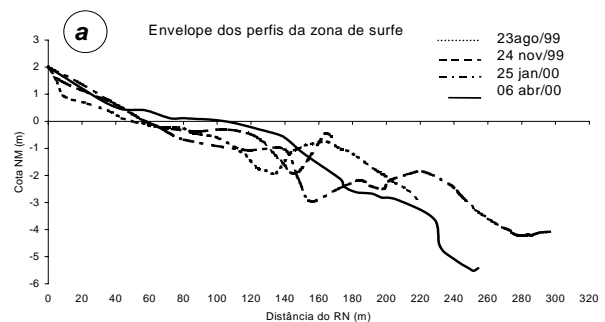


Figura 2 – Envelopes dos perfis da zona de surfe sobrepostos (a) e variação nas taxas de deposição de areia acrescidas ao banco interno e a relação com o aumento da declividade (°) na zona de surfe (b), entre 23/08/99 e 04/04/2000.

### 3.3. Migração dos bancos na zona de surfe

Pelo tratamento dos dados de ondas máximas registradas (equação 1), no período anterior ao acoplamento da barra intermediária à barra interna, 26 registros indicaram condições morfodinâmica intermediária ou de acreção (62%), 14 registros indicaram condições morfodinâmica dissipativa ou erosivas (33%) e 2 registros indicaram ausência de movimento dos bancos (5%).

A condição de erosão está aliada principalmente à agitação do mar provocada pela passagem das frentes frias na região. Após, o deslocamento do sistema frontal e melhoria do tempo, com a diminuição da esbeltez das ondas, volta a reinar o padrão de onda favorável a deposição e migração dos bancos em direção à costa.

As mudanças temporais nos bancos e praias são dirigidas por mudanças nas condições das ondas. As de grande esbeltez, altura acima de 1,9m e período <8s, são responsáveis pela erosão e migração das barras para fora da costa. O padrão de ondas responsável pelo transporte de massas no banco interno e construção do perfil praiial são de dois tipos: 1) vagas com altura máxima de 1,7m e período  $\geq 8$ s, ou b) ondulações de até 2m e período >10s.

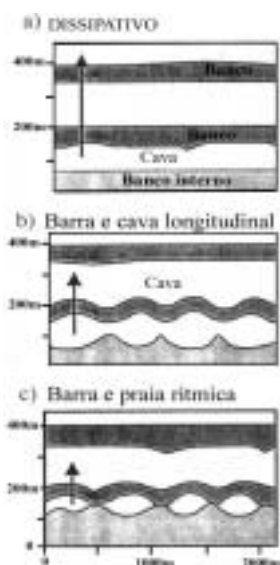


Figura 3- Sequência de acreção observada na praia de Atlântida Sul entre agosto e abril de 2000. Modificada da classificação de praias multibarradas de Short e Aagaard (1993).

Os resultados ora apresentados, apesar do pouco número de perfis e do grande espaçamento de tempo entre eles, mostram que a recomposição do perfil praiial, iniciada na primavera, é governada pelo banco intermediário. Além disso, o retorno do estoque arenoso subaquoso para a praia subaérea é muito mais lento do que o seu movimento para fora da costa, por envolver grande quantidade de sedimentos deslocados por ondas incidentes de menor energia.

Esperamos que dentro do âmbito do projeto RE-COS/Instituto do Milênio, à utilização de veículos submarinos capazes de monitorar o deslocamento dos bancos, antes e após a passagem dos sistemas frontais, em várias pontos da costa brasileira, nos possa trazer um maior co-

nhecimento da dinâmica destas importantes feições da zona de surfe.

### AGRADECIMENTOS

À Fundação o Boticário de Proteção à Natureza pelo patrocínio do Projeto de pesquisa, a CORDOÁRIA SÃO LEOPOLDO pela doação dos cabos náuticos e ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAGAARD, T.; MASSELINK, G. 1999. The surf zone. In: SHORT, A. *Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics*. Chichester: J.Wiley. cap. 4, p.72-118.
- GALVIN, C.J. 1968. Breaker type classification on three laboratory beaches. *J. Geophys. Res.*, v.73, n.12, p.3651-9.
- GUZA, R.T.; INMAN, D.L. 1975. Edges waves and beach cusps. *Journal of Geophysical Research*, v.80, p.2997-3012.
- GOLDSMITH, V.; BOWMAN, D.; KILEY, K., 1982. Sequential stage development of crescentive bars: Hahoterim beach, Southern Mediterranean. *Journal of Sedimentary Petrology*, 52, 233-249.
- LIPPMAN, T. E HOLMAN, R., 1990. The spatial and temporal variability of sand bar morphology. *Journal of Geophysical Research*, 94, 995-1011.
- MARTINS, R.R.; TOLDO JR., E.E.; ALMEIDA, L.E.S.B. 1998. Trenó para medidas do fundo da zona de surfe. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 3, n.1, p.105-110.
- SHORT, A.D.; AAGAARD, T. 1993. Single and multi-bar beach change models. *Journal of Coastal Research*, n.15, p.141-157. Número especial.
- SUNAMURA, T, 1984. Quantitative prediction of beach-face slopes. *Geological Society of America Bulletin*, v.95, p.242-245.
- WRIGHT, L.D.; SHORT, A.D. 1984. Morphodynamic Variability of Surf Zones and Beaches: A synthesis. *Marine Geology*, 56:93-118.