

45 mm

## OSCILAÇÕES DO NÍVEL DO MAR E A EVOLUÇÃO COSTEIRA DURANTE O HOLOCENO NO SUL DO BRASIL

**Sergio R. Dillenburg; Eduardo G. Barboza; Maria L.C.C. Rosa; Luiz J. Tomazelli**  
sergio.dillenburg@ufrgs.br  
Instituto de Geociências, UFRGS  
Centro de Estudos e Geologia Costeira e Oceânica (CECO)  
Av. Bento Gonçalves 9500 91509-900 Porto Alegre - RS

*Palavras-chave: Balanço de sedimentos, Potência de ondas, Progradação, Retrogradação*

### 1. INTRODUÇÃO

Há cerca de 18 ka o nível do mar iniciou sua subida ao longo da costa sul e sudeste brasileira, desde as atuais profundidades de 120 – 130 metros (Corrêa, 1995). No início do Holoceno (~11 – 12 cal ka), ainda em processo de subida, o nível do mar encontrava-se a algumas dezenas de metros abaixo do nível atual. Há cerca de 7 cal ka diminuiu sua velocidade de subida e alcançou seu nível atual, ultrapassando-o e atingindo seu nível máximo (2 a 5m) entre 6 e 5 cal ka. A partir deste máximo, o nível do mar inicia um comportamento geral de rebaixamento até os dias atuais (Martin et al. 1979, Martin et al. 2003, Angulo e Lessa 1997, Angulo et al. 2006). Entre 18 ka e 7 cal ka a elevação do nível do mar deu-se a taxas elevadas (1 – 1,5 cm/ano). Nesse intervalo de tempo, o comportamento do nível do mar foi soberano na evolução costeira, determinando a transgressão da linha de costa e a conseqüente translação, no sentido do continente, dos sistemas deposicionais costeiros. Em se tratando das barreiras costeiras, estas mostraram morfologia e estratigrafia classicamente transgressivas nesse período. Todavia, com o declínio das taxas de elevação do nível do mar a partir de 7 cal ka, o nível do mar perdeu o controle absoluto da evolução costeira para outros fatores. A apreciação do modelo evolutivo da barreira costeira holocênica no Rio Grande do Sul (RS) possibilita a constatação da participação insignificante das oscilações do nível do mar na evolução costeira nos últimos 7 cal ka (Holoceno Médio e Tardio), em detrimento a fatores que controlam o estoque de sedimentos costeiros.

### 2. A BARREIRA COSTEIRA HOLOCÊNICA NO RS

Nos 620 km de costa do RS, a barreira holocênica é contínua, à exceção das discontinuidades relacionadas a dois canais lagunares (Rio Grande e Tramandaí) (Figura 1). Sua formação e evolução deram-se nos últimos 7 cal ka. As características da margem continental sul-brasileira, em particular as baixas declividades da plataforma continental, a grande disponibilidade de areia e uma submissão a ondas de moderada alta energia, constituem condições ideais para a existência das barreiras costeiras (Dillenburg et al. 2009). Assim, assume-se que as barreiras costeiras já existiam há 18 ka, no bordo da plataforma continental.

45 mm

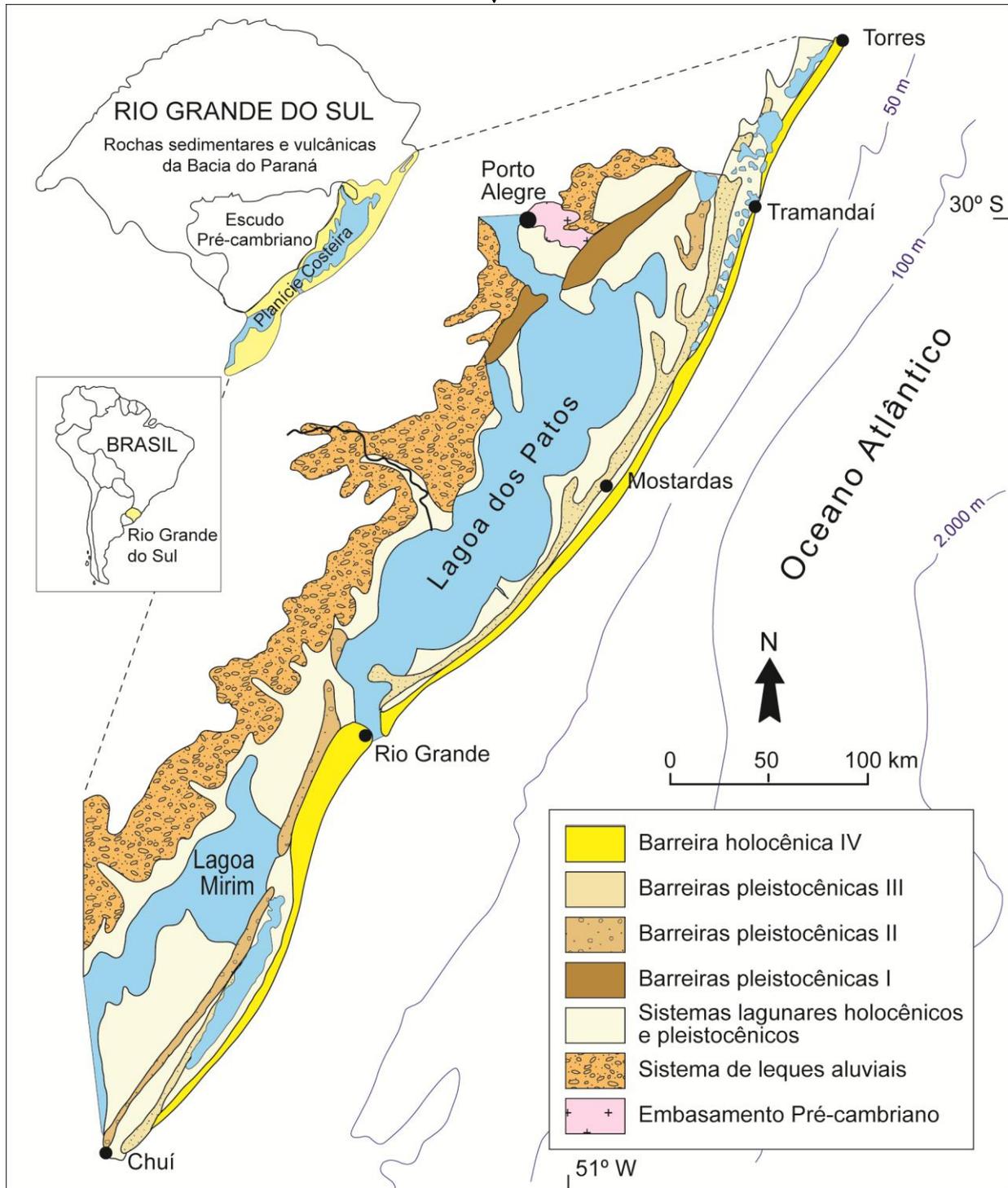
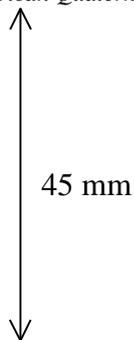


Figura 1 – Localização e caracterização geomorfológica e geológica da planície costeira do RS. (modificado de Tomazelli e Villwock 1996).



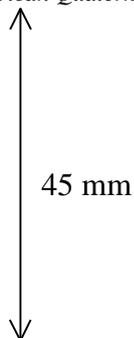
Durante a elevação do nível do mar, entre 18 ka e 7 cal ka, essas barreiras, de natureza transgressiva, transladaram no sentido do continente, de modo contínuo, ou não. Nos estágios finais da Última Grande Transgressão (após 7 cal ka), com o nível do mar subindo mais lentamente, as barreiras começaram a se diferenciar. A topografia antecedente (topografia em submersão durante a transgressão marinha) controlou a declividade da plataforma continental e a fisiografia da linha de costa, as quais, por sua vez, determinaram o estabelecimento de gradientes de potência de onda ao longo da costa (Dillenburg et al. 2009). Esses gradientes produziram variações no estoque de sedimentos costeiros. Ao longo de segmentos costeiros côncavos (reentrâncias) e com baixa declividade da plataforma continental estabeleceram-se balanços positivos de sedimentos; enquanto que ao longo dos segmentos convexos (projeções) estabeleceram-se balanços negativos.

Sob essas condições e entre 7 cal ka e o presente, barreiras regressivas se formaram nos segmentos côncavos; enquanto que barreiras transgressivas se formaram nas projeções costeiras. É importante destacar que, neste intervalo de tempo, o nível do mar subiu entre 7 e 6-5 cal ka, e rebaixou entre 6-5 cal ka e o presente. Com base em paleo-indicadores do nível do mar (vermetídeos) estudados e datados por Angulo et al. (1999) na região de Laguna-Imbituba (Santa Catarina), distante 100 km ao norte do RS, estima-se que, há cerca de 6-5 cal ka, o nível relativo de mar mais alto alcançado no RS foi de aproximadamente +2 metros.

### 3. DISCUSSÃO

O nível do mar, com taxas altas de elevação (1,0 a 1,5 cm/ano), ocorridas entre 18 ka e 7 cal ka dominou de forma absoluta o curso da evolução costeira durante este período. Assim, rios de grande descarga sedimentar retraíram e foram afogados nos estágios finais da Última Grande Transgressão (e.g rios Mississipi, Paraná e Amazonas). As regiões de interflúvio, ou submetidas a rios de baixa descarga, retraíram, oferecendo menor resistência em razão de um menor aporte sedimentar. Todavia, após 7 cal ka, com uma importante diminuição das taxas de elevação do nível do mar inicia-se em alguns segmentos costeiros, submetidos a um expressivo aporte sedimentar, uma fase de agradação e até mesmo de progradação (regressão) da linha de costa. Após 6-5 cal ka a progradação se intensifica, forçada pelo rebaixamento do nível do mar. Entretanto, modelos numéricos indicam uma progradação não superior a 1000 metros na costa gaúcha em decorrência de um rebaixamento de 2 m do nível do mar (Dillenburg et al. 2000). As duas barreiras regressivas do RS, Cassino e Curumim, progradaram respectivamente 14 e 5 km entre 7 cal ka e o presente; ou seja, o rebaixamento do nível do mar foi responsável por não mais que 7% e 20% da progradação ocorrida nessas duas localidades costeiras, respectivamente.

Durante a fase geral de rebaixamento do nível do mar, enquanto segmentos reentrantes (côncavos) da costa progradavam, principalmente em decorrência de um elevado balanço positivo de sedimentos, segmentos na forma de projeções costeiras (convexos) retrogradavam. Esta retrogradação (transgressão) da linha de costa foi particularmente mais intensa nas metades sul das projeções costeiras, como, por exemplo, entre Hermenegildo e Chui (Litoral



Sul) e entre Bujuru e Estreito (Litoral Médio). Esses dois segmentos costeiros apresentam uma plataforma continental com maior mergulho relativo, em comparação com os setores côncavos, fato que se reflete em ondas de maior altura (energia) incidentes na zona de arrebentação; e uma linha de costa com orientação N45°E, submetida a um embate mais energético das ondas prevalecentes provenientes de Sul. Em razão disto, esses segmentos costeiros estão submetidos, em uma escala de longo período (séculos e milênios), a uma situação de balanço negativo de sedimentos; fato este determinante da retrogradação (transgressão) da linha de costa. Ainda que o nível do mar tenha rebaixado cerca de 2 metros nos últimos 6-5 cal ka, estabelecendo assim uma condição de regressão forçada, as taxas de remoção de sedimentos arenosos desses segmentos foram superiores às taxas de rebaixamento do nível do mar. Assim, da mesma forma que uma progradação (regressão) da linha de costa pode ser iniciada ainda sob uma condição de elevação do nível do mar, desde que as taxas de aporte sedimentar (balanço positivo) sejam maiores que as taxas de elevação do nível do mar, também é verdadeiro afirmar que uma retrogradação (transgressão) da linha de costa pode se estabelecer mesmo em uma situação de rebaixamento do nível do mar, desde que as taxas de remoção de sedimentos (balanço negativo) sejam superiores às taxas de rebaixamento do nível do mar.

Este papel mais importante do estoque de sedimentos costeiros na evolução das barreiras costeiras do RS, em detrimento às oscilações gerais do nível do mar no Holoceno Médio e Tardio, poderia explicar a ausência de registros das oscilações de alta frequência interpretadas originalmente por Martin et al. (1979), no caso de elas terem realmente ocorrido, nas planícies arenosas de barreiras regressivas (progradantes), tanto no RS como na costa brasileira como um todo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As oscilações do nível do mar são determinantes da evolução costeira sempre que suas taxas são altas; ou seja, preponderantes sobre as taxas de deposição ou remoção de sedimentos, em particular sobre as taxas de areia no sistema costeiro. Todavia, quando o nível do mar oscila lentamente, como na situação ocorrida entre 7 cal ka e 6-5 cal ka e subsequentemente até o tempo presente, o nível do mar perde o comando absoluto da evolução costeira, para fatores que interferem no balanço de sedimentos do sistema costeiro. Desta forma, ao longo de uma determinada extensão da costa, e em um mesmo intervalo de tempo, podem se alternar segmentos costeiros que se apresentam em situações de progradação, retrogradação e agradação de suas linhas de costa. Alguns autores consideram esta situação como a evolução caótica da costa (Roy et al. 1994, Roy e Cowell 1995).

A evolução da barreira costeira holocênica na costa gaúcha constitui-se em um excelente exemplo da importância das relações entre as taxas de oscilação do nível do mar e as taxas de sedimentação no sistema costeiro, no curso da evolução costeira.

#### REFERÊNCIAS



45 mm

- Angulo, R.J. & Lessa, G.C., 1997. The Brazilian sea level curves: a critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and cananéia regions. *Mar. Geol.* 140, 141-166.
- Angulo, R.J., Giannini, P.C.F., Suguio, K. & Pessenda, L.C.R., 1999. Relative sea-level changes in the last 5500 years in southern Brazil (Laguna – Imbituba region, Santa Catarina State) based on vermetid <sup>14</sup>C ages. *Marine Geology* 159, 323-339.
- Angulo, R.J., Lessa, G.C. & Souza, M.C., 2006. A critical review of Mid- to Late Holocene sea level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Review* 25, 486–506.
- Corrêa, I.C.S., 1995. Les variations du niveau de la mer durant les derniers 17.500 ans BP: l'exemple de la plate-forme continentale du Rio Grande do Sul-Brésil. *Mar. Geol.* 130, 163-178.
- Dillenburg, S. R., Roy, P.S., Cowell, P.J. & Tomazelli, L.J., 2000. Influence of antecedent topography on coastal evolution as tested by Shoreface Translation-Barrier Model (STM). *Journal of Coastal Research* 16(1), 71-81.
- Dillenburg, S. R., Barboza, E. G., Tomazelli, L.J., Hesp, P. A.; Clerot, L. C. P., Zouain, R. N. A., 2009. The Holocene Coastal Barriers of Rio Grande do Sul. In: Sergio Rebello Dillenburg; Patrick Alan Hesp (Eds.). *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. Berlin/Heidelberg: Springer 107, pp. 53-91.
- Martin, L, Suguio, K. & Flexor, J.M., 1979. Le Quaternaire marin du littoral brésilien entre Cananéia (SP) et Barra de Guaratiba (RJ). *Proceedings of the International Symposium on coastal evolution in the Quaternary*. São Paulo, Brasil, pp. 296-331.
- Martin L., Dominguez J.M.L. & Bittencourt A.C.S.P., 2003. Fluctuating Holocene sea levels in eastern and southeastern Brazil: evidence from a multiple fossil and geometric indicators. *Journal of Coastal Research* 19, 101–124.
- Roy P.S., Cowell P.J., Ferland M.A. & Thom B.G., 1994. Wave Dominated Coasts. In: Carter R.W.G. e Woodroffe CD (Ed.), *Coastal Evolution, Late Quaternary Shoreline Morphodynamics*, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 121-186.
- Roy, P.S. & Cowell, P.J., 1995. Chaotic coastal behaviour under conditions of slowly rising sea level. 11th Ann. Meeting IGCP Project 367 Late Quaternary Coastal Records of Rapid Change: Application to Present and Future Conditions, Abstracts book, pp. 101–102.
- Tomazelli LJ, Villwock JA (1996) Quaternary geological evolution of Rio Grande do Sul coastal plain. *An Acad Bras Ciênc* 68(3):373–382.