

# A erosão costeira na Praia da Armação do Pântano do Sul, no litoral catarinense

Argeu Vanz<sup>1</sup> e Maria Laura Guimarães Rodrigues<sup>2</sup>

## Introdução

Em maio de 2010, a Praia da Armação do Pântano do Sul, em Santa Catarina, ganhou destaque na mídia estadual por sofrer um processo de erosão caracterizada pela perda de extensa faixa de areia. O fenômeno, que já vinha sendo observado nos últimos anos, agravou-se naquele mês, quando o número de dias com predomínio de vento sul foi acima do normal no litoral catarinense, em associação à atuação frequente de ciclones extratropicais no Atlântico Sul. Esses sistemas atmosféricos regionais desencadeiam processos oceanográficos de alta energia (ressacas) que, somados a problemas locais de erosão costeira, resultaram em expressivos prejuízos em algumas localidades da costa catarinense.

Na Praia da Armação do Pântano do Sul, com cerca de 3km de extensão e localizada a 22km do centro de Florianópolis, na porção sul da Ilha de Santa Catarina, as casas próximas à orla foram destruídas devido à ação das ondas que provocaram a erosão da praia. A erosão pode ser observada na Figura 1. Para melhor visualização acompanhamos a casa azul de dois pavimentos indicada pelo marcador nas imagens. Pelas imagens, a faixa de areia, em 7 anos, foi reduzida pela metade, de aproximadamente 10m em 26 de setembro de 2002, para 5m em 11 de julho de 2009. Na ressaca de 2010 a praia não existe mais, e hoje a casa só continua em pé devido ao muro de pedras construído em frente, o qual impede que a chegada das ondas retire a areia e acentue ainda mais a erosão local.



Figura 1. Evolução da erosão na Praia da Armação do Pântano do Sul: (A) em 26/9/2002 e (B) em 11/7/2009. Fonte: www.google.com.br

Vários trabalhos apontam a erosão acentuada na Praia da Armação do Pântano do Sul. Mazzer et al. (2004) e Rudorff & Bonetti (2010) encontraram pontos com alta suscetibilidade/vulnerabilidade à erosão nessa localidade. Segundo Abreu de Castilhos et al. (1995), a praia está em processo erosivo, e a taxa de erosão é mais acentuada no setor sul, com cerca de 0,5m/ano. Mazzer & Dillenburger (2009), estudando a variação da linha da costa, no setor sul da Praia da Armação do Pântano do Sul, verificaram que a variação negativa (retração da linha de costa) pode chegar a 1,34m/ano.

O presente trabalho tem como objetivo relatar, de forma geral, os sistemas atmosféricos e os processos oceanográficos mais significativos que estão relacionados aos episódios de erosão que vem sofrendo a Praia da Armação do Pântano do Sul, na Ilha de Santa Catarina.

## As alterações no mar associadas a ciclones na costa catarinense

Quando tratamos de ressacas, é importante considerar a maré astronômica, oscilação periódica do nível oceânico em resposta à força resultante da atração gravitacional gerada pelo sistema Sol-Terra-Lua. O alinhamento desses astros produz as maiores amplitudes de marés (marés de sizígia), e quando as forças gravitacionais da Lua e do Sol formam um ângulo de 90° entre si, produzem a maré mais baixa (maré de quadratura). Ambas as amplitudes, visualizadas na Figura 2, alternam-se a aproximadamente cada 15 dias, e os efeitos são percebidos 3 dias antes da mudança de fase da Lua, no dia e 3 dias depois.

As variações do nível do mar também podem estar associadas a forçantes atmosféricas, sendo então denominadas marés meteorológicas. Nesse caso, a passagem de sistemas ►

Aceito para publicação em 22/12/11.

<sup>1</sup> Oceanólogo, M.Sc., Epagri/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram), Rod. Admar Gonzaga, 1.347, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3239-8002, e-mail: argeuvanz@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Meteorologista, M.Sc., Epagri/Ciram, e-mail: laura@epagri.sc.gov.br.

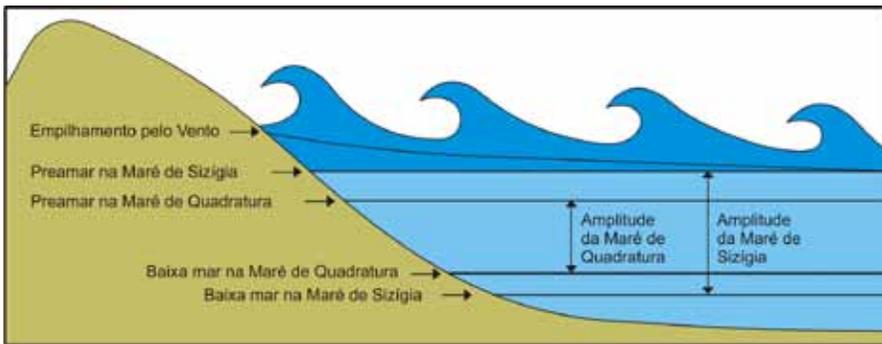


Figura 2. Elevação do nível do mar associada à maré astronômica (de quadratura ou de sízigia) e maré meteorológica (empilhamento de água associado à forçante vento)

atmosféricos, como frentes frias, na região oceânica próxima ao sul do Brasil, e em especial os ciclones extratropicais, ocasiona uma diminuição da pressão atmosférica e a atuação de intensos ventos em superfície, de sul, sudoeste ou sudeste, gerando um padrão de circulação hidrodinâmica costeira que resulta em sobre-elevações do nível do mar na costa catarinense (Camargo & Harari, 1994). O efeito do vento na superfície do mar favorece o empilhamento de água na costa e o conseqüente aumento no nível do mar (maré meteorológica positiva). O vento é influenciado pela força de Coriolis, a qual provoca um desvio no transporte de Ekman à esquerda da direção da tensão do vento (Apel, 1990).

Assim, é para os casos de vento perpendicular à linha de costa que ocorre maior empilhamento: em casos de vento de sudoeste, no litoral sul de Santa Catarina, e em casos de vento sul, no litoral norte. E se a maré astronômica estiver elevada, a presença de um ciclone extratropical no mar pode resultar em uma elevação ainda maior no nível da maré (Figura 2).

Na Figura 3 é apresentado um caso de ciclone extratropical (B) que, entre os dias 12 e 14 de maio de 2010, se deslocava no Atlântico Sul, afastando-se do litoral de Santa Catarina. Esse sistema provocou uma pista de vento na superfície oceânica, indicada nas setas em vermelho, que favoreceu uma elevação do nível do mar na costa. Além do aumento no nível da maré, a pista de vento no mar, que se forma na presença de ciclones, gera uma ondulação de sul

ou sudeste que se propaga em direção à costa, resultando em uma altura de onda mais elevada na praia. A altura e a direção de propagação da ondulação vão depender da posição, trajetória e intensidade dos ciclones no mar. Quanto maior o tamanho da pista de vento e seu tempo de duração, maior será o efeito do vento transmitido às camadas inferiores da superfície marítima, favorecendo a ação prolongada do vento na superfície do mar (Apel, 1990).

As ondas mais altas que chegam à costa catarinense são as de sul, geradas em alto-mar (Melo Filho et al., 2006; Araújo et al., 2003).

A combinação da elevação do nível do mar e da altura da onda (ambas associadas aos ciclones) resulta na ação de fortes ondas atingindo significativa extensão de praia, favorecendo a ressaca. Com a maré alta, as ondas que chegam em determinada posição quebram mais próximo da costa, atingindo casas e ruas. Quanto mais elevada a altura da onda, maior a potencialização dos estragos.

No litoral Sul do Brasil, os ciclones extratropicais são mais frequentes entre abril e setembro (Gan & Rao, 1991), quando se verifica uma média de dois casos por mês, favorecendo alterações significativas nas condições do mar. Em maio de 2010, no entanto, foram cerca de 6 ciclones extratropicais atuando na região costeira catarinense (em torno

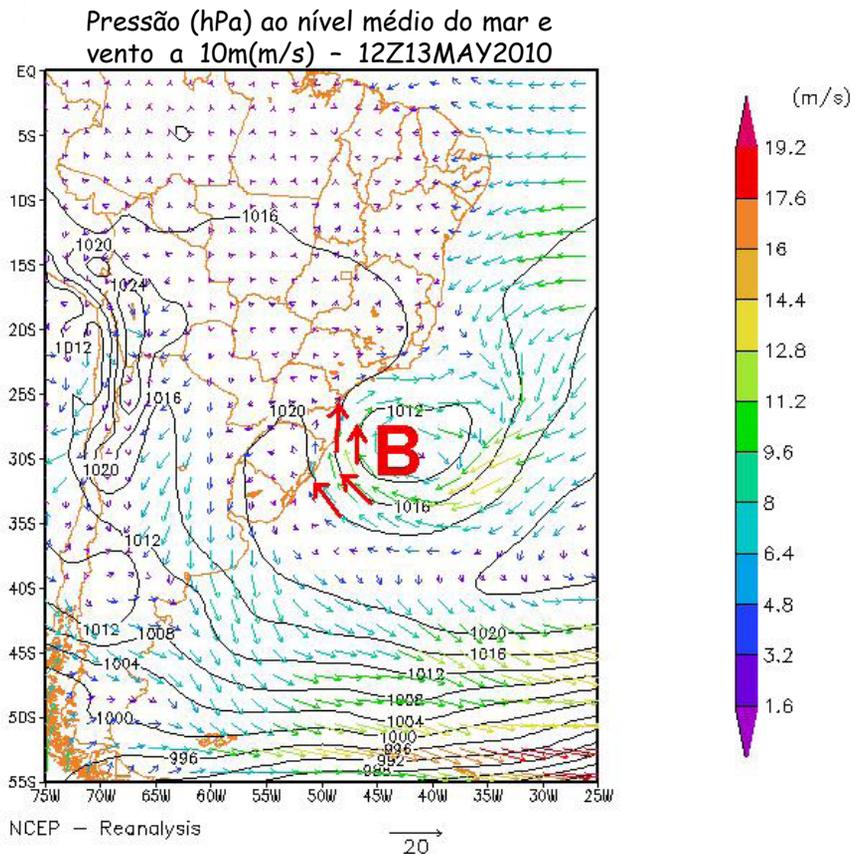


Figura 3. Ciclone extratropical (ponto B) no litoral Sul do Brasil, visualizado no campo de pressão ao nível do mar e vento a 10m, em 13/5/2010, às 9h, gerando uma pista de vento na superfície marítima (setas em vermelho). Fonte: NCEP/NCAR. Disponível em: [www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis](http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis)

dos dias 5, 9, 13, 17, 20 e 30), provocando mais de 15 dias com predomínio de vento entre sul e sudeste. Ou seja, as condições atmosféricas e oceânicas foram bastante favoráveis a episódios de ressaca na costa de Santa Catarina, significativos e mais frequentes do que o normal.

## Entenda melhor o balanço sedimentar na praia

A praia é o resultado de um equilíbrio dinâmico entre as ações do mar, da terra e da atmosfera. O equilíbrio ocorre longitudinal e transversalmente à praia.

As praias recebem constantemente areia de alguma fonte que, geralmente, são os rios ou praias vizinhas. Quando a areia chega à praia, as ondas retrabalham e selecionam o tamanho de grão característico para aquelas condições hidrodinâmicas (ondas e correntes) locais formando a praia. Assim, as areias passam pela praia e, como a fonte continua enviando sedimentos, as praias permanecem em equilíbrio dinâmico.

Essa transferência lateral de sedimentos é chamada de deriva litorânea de sedimentos, ou transporte sedimentar longitudinal da praia. O sentido do movimento da areia depende essencialmente da direção de chegada e intensidade da onda e da refração à qual é submetida quando chega à costa. A deriva litorânea lembra os dentes de uma serra (Figura 4). O grão de areia que estava na posição 1, com a chegada das ondas, é transportado para a posição 2; com o retorno da água (gravidade) ele é levado para a posição 3, e é levado para a posição 4 quando chegam novamente as ondas, e assim sucessivamente. Entretanto, esse movimento e a magnitude do transporte não são tão simples assim; dependem também de outros parâmetros, como período da onda, velocidade e direção do vento, forma da linha da costa, declividade da face praiana.

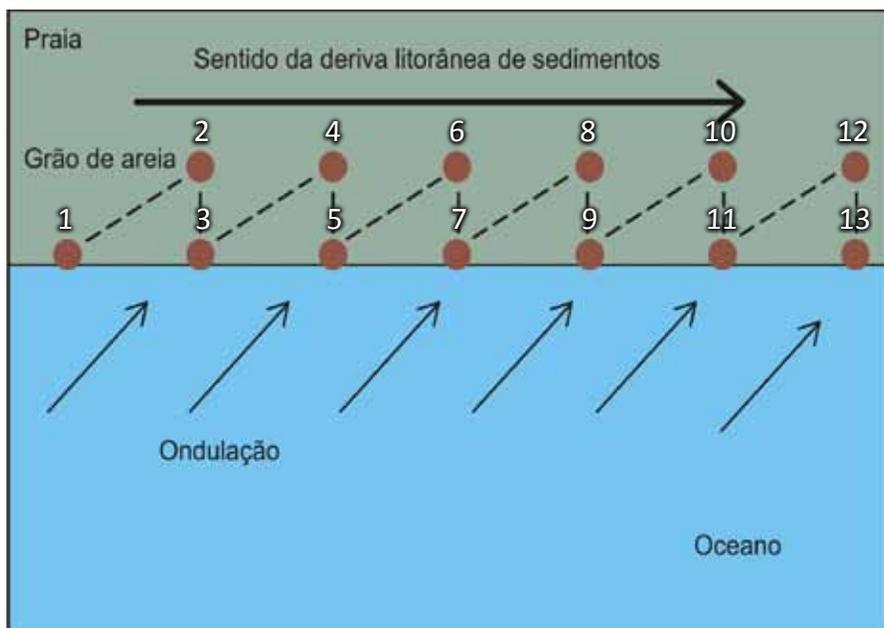


Figura 4. Equilíbrio longitudinal das praias: transporte de sedimentos feito pela deriva litorânea (adaptado de Silva et al., 2004)

Sempre que ocorre a interrupção desse transporte, a praia busca um novo equilíbrio, tendo como reflexo a erosão praiana e a consequente diminuição da faixa de areia. Por isso, a fixação da entrada dos rios por molhes precisa ser avaliada, principalmente quanto ao volume de sedimentos que o rio transporta e o destino desses sedimentos. Se a construção do molhe é inevitável, e às vezes é, a reposição de sedimentos para a praia deve ser feita periodicamente, de modo que o equilíbrio seja mantido.

O outro equilíbrio ocorre transversalmente à praia e é mais visivelmente percebido no inverno e no verão. A praia apresenta um perfil de acreção e outro de erosão (Figura 5). Na primavera/verão ocorre uma maior deposição de areia na parte visível da praia, caracterizando o perfil de acreção. No outono/inverno a altura das ondas fica maior por conta da passagem de sistemas atmosféricos, como os ciclones, por exemplo. Assim, a areia que estava na parte emersa da praia é erodida e depositada na parte submersa, caracterizando o perfil de erosão. Tanto no perfil de acreção quanto no de erosão a areia da parte

submersa forma uma sequência de barras e cavas paralelas à praia provocadas pela atuação de ondas e correntes (Figura 5). Como as condições hidrodinâmicas locais variam, a posição dessas feições muda periodicamente.

Em situações atmosféricas mais severas ou duradouras as ondas, além de erodirem a praia, avançam sobre as dunas, que desempenham o papel de proteção costeira. Os sedimentos que são erodidos das dunas voltam gradativamente após a passagem dos fenômenos atmosféricos que atuavam e acontece a respectiva diminuição na altura das ondas. O processo de reconstrução das dunas pode ser assim resumido: as ondas trazem a areia até a parte emersa da praia e, por esta não pertencer ao equilíbrio (perfil de acreção e erosão) normal da praia, é transportada pelo vento até a costa, reconstruindo as dunas. Quando ocorre intervenção humana, como a construção de casas sobre as dunas, o mar, em eventos de maior energia (ressacas), avança e retira a areia do embasamento das construções e de outras obras de contenção (muros, por exemplo), destruindo-os. ►

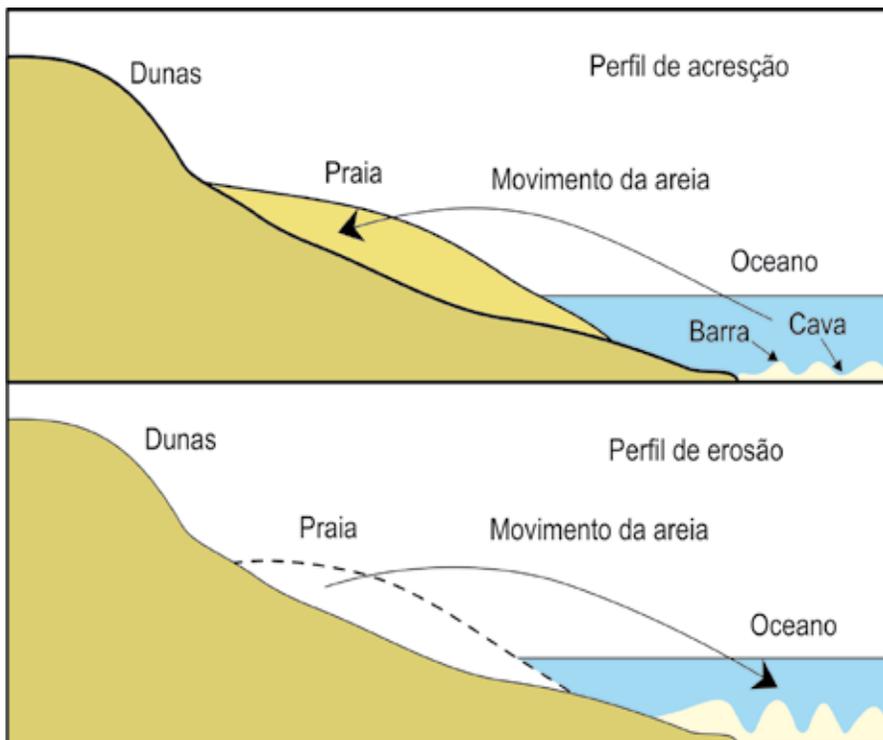


Figura 5. Equilíbrio longitudinal da praia: perfil de acreção (primavera/verão) e perfil de erosão (outono/inverno)

## Considerações finais

Os problemas nas praias ocorrem quando o equilíbrio é alterado. Quando a intervenção humana ocorre, tanto no transporte longitudinal (interrupção do aporte de sedimentos) quanto no transversal (construção sobre as dunas), o problema é intensificado e os estragos são de grandes proporções, como estão ocorrendo nas praias de Santa Catarina ultimamente, especialmente na Praia da Armação do Pântano do Sul.

Estudos indicam que o processo de erosão nessa praia vem ocorrendo de longa data (Abreu de Castilhos et al., 1995) e, recentemente, outros trabalhos mostram que a linha de costa pode sofrer retração de até 1,34m/ano (Mazzer & Dillenburg, 2009). Hoje a construção do muro de pedra, em praticamente toda a extensão da praia, não deixa dúvidas quanto ao processo erosivo que a praia estava sofrendo.

Embora a erosão praiana possa ocorrer naturalmente, a falta de conhecimento da dinâmica litorânea, a

ocupação desordenada e a construção de algumas estruturas, como molhes e calçadões, podem acelerar esse processo, exigindo, em alguns casos, gastos vultosos para minimizar o problema.

## Literatura citada

1. ABREU DE CASTILHOS, J.; KLINGEBIEL, A.; GRÉ, J.C.R. Les plages de l'île de Santa Catarina Brésil: un système sédimentaire évolutif et précaire. In: CONFERENCE ON COASTAL CHANGE, 1995, Bordomer, Bordeaux, IOC/Unesco, p.3.
2. APEL, J.R. **Principles of Ocean Physics**. 3.ed. Londres: Academic Press, Inc, 1990. 631p.
3. ARAÚJO, C.E.; FRANCO, D.; MELO FILHO, E. et al. Wave regime characteristics of the Southern Brazilian Coast. In: PROCEEDINGS OF THE SIXTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COASTAL AND PORT ENGINEERING IN DEVELOPING COUNTRIES, COPEDEC VI, Colombo, Sri Lanka, 2003, p.15.

4. CAMARGO, R.; HARARI, J. Modelagem Numérica de Ressacas na Plataforma Sudeste do Brasil a partir de Cartas Sinóticas de Pressão Atmosférica na Superfície. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v.42, n.1, p.19-34, 1994.
5. GAN, M.A.; RAO, V.B. Surface cyclogenesis over South America. **Monthly Weather Review**, v.119, n.5, p.1293-1302, 1991.
6. MAZZER, M.A.; DILLENBURG, R.S. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, v.36, n.1, p.117-135, 2009.
7. MAZZER, A.M.; DILLENBURG, S.R.; GOUVEIA SOUZA, C.R. Proposta de método para análise de vulnerabilidade à erosão costeira no sudeste da ilha de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v.38, n.2, p.278-294, 2004.
8. MELO FILHO, E.; HAMMES, G.R.; FRANCO, D. Estudo de Caso: a Ressaca de Agosto de 2005 em Santa Catarina. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP EM ENGENHARIA OCEÂNICA, 2., Rio Grande, RS, 2006, p.1-20.
9. RUDORFF, F.M.; BONETTI, J. Avaliação da Suscetibilidade à Erosão Costeira de Praias da Ilha de Santa Catarina. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v.14, n.1, p.9-20, 2010.
10. SILVA, C.G.; PATCHINEELAN, S.G.; BATISTA NETO, J.A. et al. In: **Introdução à geologia marinha**. Ambientes de Sedimentação Costeira e Processos Morfodinâmicos Atuantes na Linha de Costa. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p.175-218. ■