

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Impacto Econômico da erosão na praia do Hermenegildo (RS), Brasil

Luciana Slomp Esteves, Isaac Rodrigues dos Santos
Pesquisas em Geociências, 28 (2): 393-403, maio/ago., 2002.

Versão online disponível em:
<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20313>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos

UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - maio/ago., 2002.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

Impacto econômico da erosão na praia do Hermenegildo (RS), Brasil

LUCIANA SLOMP ESTEVES & ISAAC RODRIGUES DOS SANTOS

Fundação Universidade Federal do Rio Grande.
Departamento de Geociências – Laboratório de Oceanografia Geológica.
CP 474 – Rio Grande, RS 96201-900 Brazil lsestev@terra.com.br

(Recebido em 10/01. Aceito para publicação em 05/02)

Abstract - Although there is still a discussion about the extent of erosion along the Rio Grande do Sul shoreline, some places are recognized as intensely eroded, such as Jardim do Éden beach, Conceição Lighthouse, and Hermenegildo. This study evaluates the economic impacts of erosion in Hermenegildo based on the costs of coastal protection, destruction of structures during storms, and depreciation of beachfront property values. The study area consists in the 2-km long urbanized shore of Hermenegildo, a beach village located in the southernmost littoral of Brazil, 12 km north of the Uruguayan border. Erosion has threatened beachfront development during storms, resulting in a heavily armored shoreline. Quarystone revetments (rip rap) and/or seawalls are the most common structures. A strong storm struck this coast in 16 April 1999 destructing 22 houses, all concrete structures, half of the quarystone revetments, and 80% of the timber seawalls. After that storm, similar structures were built to protect beachfront properties. According to interviews conducted with property owners, average protection costs were estimated in US\$ 2,203/property or US\$ 79,308/km. Extrapolating the average costs for the 72 protected properties, total expenses in coastal defense is estimated in US\$ 158,616. Considering a storm with same intensity and destruction power reaching the coast of Hermenegildo, the expected damage in land loss, destruction of houses and structures would be in the order of US\$ 394,000. Analysis of the real estate sales in the last three years indicates a depreciation of 50-80% in beachfront property values while properties located further inland had a depreciation of 10%. Beach erosion has impacted the local economy and will continue to do so until the problem is effectively addressed. As the values at risk in Hermenegildo are relatively lower than usual coastal protection measures, probably relocation of structures or alternative techniques might be the best management option.

Keywords - shore protection, property loss, coastal management.

INTRODUÇÃO

A erosão costeira destrói propriedades à beira-mar, infraestrutura e prejudica o comércio, culminando no abandono das estruturas e atividades econômicas, além de colocar novas áreas em risco (The Heinz Center, 2000). Assim, a identificação das áreas “problema” e dos valores em risco são dados fundamentais para definir a estratégia de manejo mais adequada. As tendências observadas em países desenvolvidos apontam uma maior integração entre as ciências econômicas, sociais e ambientais na determinação das melhores estratégias de manejo para determinada área ou problema. Embora exista uma vasta literatura sobre erosão costeira e seus efeitos, avaliações de suas implicações econômicas ainda são raras ou inexistentes no Brasil.

A extensão da erosão ao longo da costa do Rio Grande do Sul (RS) ainda gera controvérsias. Enquanto alguns afirmam que grande parte da costa está estável (Calliari *et al.*, 2000), outros indicam a predominância dos processos erosivos (Tomazelli *et al.*, 1998; Toldo *et al.*, 1999; Esteves *et al.*, 2001). Apesar

das discussões, alguns pontos são amplamente reconhecidos como áreas de intensa retração da linha de costa, como o balneário Jardim do Éden, o Farol da Conceição e o Hermenegildo (Calliari *et al.*, 1998, 2000; Tomazelli *et al.*, 1998). Embora o RS tenha aproximadamente 76% de sua costa não urbanizada e menos de 4% de sua população vivendo em municípios costeiros (Esteves *et al.*, 2000), os impactos econômicos da erosão já se fazem sentir através da destruição de estruturas.

Este trabalho apresenta uma estimativa do impacto econômico da erosão no balneário do Hermenegildo com base no custo das obras de proteção, na desvalorização imobiliária e nos prejuízos decorrentes de uma tempestade. Embora esta área não seja altamente urbanizada e tenha pouca expressão turística, a avaliação das perdas causadas pelos processos erosivos em um pequeno balneário evidencia a magnitude dos prejuízos e incentiva estudos semelhantes em outras áreas. Adicionalmente, dados das perdas econômicas relacionadas à erosão são essenciais para determinar o custo/benefício de diferentes respostas que podem ser adotadas para mitigar o problema.

MÉTODOS

O mapeamento e classificação das obras de contenção no Hermenegildo foram feitos segundo Esteves *et al.* (1999). Desta forma, possibilitou-se que os resultados do mapeamento realizado em fevereiro de 2001 fossem comparados aos obtidos por aqueles autores. A coleta de dados compreendeu a totalidade da beira-mar urbanizada do balneário, onde foram identificadas 123 propriedades, incluindo terrenos e casas, abrangendo áreas não mapeadas no estudo anterior.

As informações sobre o custo das estruturas de proteção foram obtidas através de 81 entrevistas realizadas com os proprietários das casas à beira-mar em fevereiro de 2001. Estas entrevistas representaram 87 propriedades (70,7% do total), já que alguns dos entrevistados possuíam mais de uma propriedade.

Os valores dos imóveis foram definidos com base em consultas com 13 profissionais do mercado imobiliário local. Os valores real e de mercado das propriedades negociadas ou em negociação nos últimos três anos foram comparados para verificar se houve desvalorização dos bens. Neste trabalho, definiu-se *desvalorização* imobiliária quando o *valor de mercado* estiver abaixo do *valor real* da propriedade. O valor real foi estimado pela avaliação de corretores de imóveis em função das características da propriedade, independentemente da sua localização em área de risco. O *valor de mercado* foi aquele realmente verificado nas transações de compra e venda. Para fins de padronização, os dados foram convertidos para dólares utilizando-se a cotação vigente no período de estudo, ou seja, US\$ 1,00 igual a R\$ 2,00.

ÁREA DE ESTUDO

A praia do Hermenegildo localiza-se no extremo sul da planície costeira do Rio Grande do Sul, a 12 km da desembocadura do Arroio Chuí que marca a fronteira com o Uruguai (Fig. 1). O balneário pertence ao município de Santa Vitória do Palmar, estando 18 km a leste da sede da cidade. Esta área caracteriza-se por terrenos arenosos, baixos e alagadiços, estando muito próxima das lagoas Mangueira e Mirim. A praia do Hermenegildo é classificada dentro do estágio morfo-dinâmico intermediário, tendo características mais reflectivas (Calliari & Klein, 1993). Segundo Tozzi (1999), há alta mobilidade do pós-praia, o que indica uma grande suscetibilidade a mudanças no volume de areia, com predomínio do perfil de erosão entre abril e

outubro. A costa do RS é dominada por ondas, já que se encontra em uma área de micromarés, apresentando variação menor que 0,50 m (Tomazelli *et al.*, 1998). Em geral, as vagas são geradas pelos ventos NE, enquanto as ondulações são formadas pelos ventos de S-SE. Os processos costeiros mais intensos estão associados à passagem de frentes frias e de ciclones extratropicais, cujos ventos empilham água na costa, gerando marés meteorológicas. Estas, se concomitantes às fortes ondas de tempestades e à maré de sizígia, resultam nos episódios de intensa erosão costeira.

Como em grande parte do litoral gaúcho, no Hermenegildo também predominam as casas de veraneio que são ocupadas somente nos meses de verão. Os proprietários são, na sua maioria, moradores de Santa Vitória do Palmar, sendo uma pequena parte turistas uruguaios oriundos de cidades próximas e que, crescentemente, têm adquirido casas no balneário. A população fixa atual é de 146 famílias (cerca de 500 habitantes), aumentando de 10 a 15 vezes no verão. Moradores mais antigos afirmam que a destruição de propriedades à beira-mar durante tempestades vem sendo observada desde a década de 1950. Desde então, as obras de contenção têm sido construídas com intuito de proteger as propriedades ameaçadas. Como resultado, a beira-mar do Hermenegildo caracteriza-se pela presença de obras de proteção costeira, como enrocamentos e muros de contenção. A urbanização ocorreu sobre as dunas frontais, portanto as estruturas de proteção foram construídas em frente à escarpa das dunas. Esteves *et al.* (2000) descrevem o impacto que a tempestade em 16 de abril de 1999 causou ao chegar à costa. Além de ter destruído 20% das casas à beira-mar, a tempestade afetou grande parte das estruturas de proteção, já que reduziu de 61% a apenas 26% as propriedades que ainda encontravam-se protegidas após o evento.

CAUSAS DA EROSÃO NO HERMENEGILDO

Embora seja difícil determinar quais as causas mais importantes da erosão no Hermenegildo ou em qualquer outro local, pode-se afirmar que o processo geralmente resulta da somatória de fatores, incluindo processos naturais de longo e curto termo e atividades antrópicas.

Segundo Tomazelli (1990), a costa gaúcha carece do aporte de sedimentos modernos que possam



Figura 1 - Localização do Balneário do Hermenegildo, sul do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil.

contribuir na formação de depósitos praias. A única contribuição arenosa para a costa desde o término da última transgressão holocênica origina-se do retrabalhamento pelas ondas dos sedimentos relíquias que cobrem a plataforma continental. Desta forma, a ausência de suprimento de areia continental para o litoral do Rio Grande do Sul faz com que a distribuição do sedimento existente seja o fator determinante nas variações da linha de costa. Dentre os processos naturais mais citados como causadores da erosão no Hermenegildo estão: a subida do nível relativo do mar (Tomazelli & Dillenburg, 1998), a concentração da energia de ondas por refração (Pimenta, 1999; Calliari *et al.*, 2000), a redução da permeabilidade na face praias devido à presença de camadas subsuperficiais

de lama e turfa (Klein & Calliari, 1997) e marés meteorológicas associadas à passagem de frentes frias (Calliari *et al.*, 1998).

Além das causas naturais, a erosão pode estar sendo intensificada pelas atividades humanas relacionadas à falta de planejamento na ocupação da zona costeira e à má utilização de seus recursos. As principais interferências no balanço sedimentar local foram relacionadas por Esteves *et al.* (2000), incluindo (a) urbanização muito próxima da linha d'água, ocupando as dunas frontais, (b) fixação da linha de costa pela construção de estruturas de contenção, (c) retirada de areia da praia para uso na construção civil ou em aterros e (d) fechamento de sangradouros naturais que deram lugar a ruas.

EVOLUÇÃO DAS OBRAS DE PROTEÇÃO COSTEIRA (1999-2001)

Dos 81 proprietários entrevistados, 58 (72%) tomaram medidas para conter a erosão, sendo a construção de enrocamento e/ou muros de madeira as estruturas mais utilizadas (Tab. 1). Além disso, em 20 propriedades (25%) foram feitos aterros para compensar a perda de terreno ocorrida na tempestade de abril de 1999 e três (4%) disseram ter denunciado pessoas que retiravam areia das dunas. A Tabela 1 mostra os dados da distribuição das obras de contenção em fevereiro de 2001 e os dados obtidos antes e depois da tempestade de 16/04/1999.

Observa-se na Tabela 1, que o número de casas desprotegidas diminuiu 33% do período pós-tempestade para fevereiro de 2001, quando a proporção de casas sem proteção voltou a ser semelhante ao apresentado anteriormente. Isto mostra que as estruturas de proteção voltaram a ser construídas de forma semelhante às que foram destruídas anteriormente (Fig. 2). Desta forma, parece haver uma certa resistência à mudança de comportamento entre os proprietários, pois as propriedades desprotegidas antes da tempestade, assim continuaram posteriormente. Entre abril/1999 e fevereiro/2001, o percentual de casas com enrocamento manteve-se semelhante, já o percentual de estruturas mistas e de muros de madeira aumentou 13%. O aumento no número de casas neste estudo deve-se à maior extensão da área mapeada e não devido à construção de novas casas.

O IMPACTO ECONÔMICO DA EROSÃO NO HERMENEGILDO

A crescente ocupação e demanda turística da zona costeira têm feito com que as medidas de gerenciamento sejam tomadas com base em relações de custo/benefício. Para tanto, deve-se definir os critérios a serem incluídos e como quantificá-los. Nos EUA, os parâmetros utilizados para definir os benefícios econômicos de projetos de proteção costeira geralmente consistem na redução dos prejuízos causados por tempestades e recursos trazidos pelas atividades turísticas e de recreação (The Heinz Center, 2000; USACE, 2001), mas a valorização imobiliária e o conseqüente aumento no recolhimento de impostos podem também ser incluídos (Stronge, 1992). Na determinação dos prejuízos trazidos pela erosão, pode-se fazer os cálculos inversos, ou seja, estimar as perdas econômicas decorrentes de destruições durante tempestades, os gastos com proteção e a desvalorização imobiliária. A erosão reduz o valor das propriedades ameaçadas, sendo que a largura da praia tem influência direta no preço das propriedades à beira-mar (Pompe & Rinehart, 1994). Da mesma forma, projetos de proteção costeira podem valorizar propriedades antes ameaçadas quando favorecem o aumento da largura da praia (Stronge, 1992). No caso do Hermenegildo, os prejuízos ou benefícios relacionados às atividades recreativas não foram considerados pela pouca expressão turística do local.

Tabela 1 - Distribuição das estruturas de contenção da erosão antes e após a tempestade de 16/04/1999 e em fevereiro de 2001.

Propriedades	Tipos de estrutura	Material	Número de casas (%)		
			Fev/1999*	Abril/1999*	Fev/2001
Desprotegidas			43 (39%)	65 (74%)	51 (41%)
Protegias	Revestimento	Enrocamento	31 (28%)	16 (18%)	24 (20%)
		Outros	2 (2%)	0 (0%)	3 (2%)
	Muros de contenção	Madeira	10 (9%)	2 (2%)	19 (15%)
		Concreto	10 (13%)	0 (0%)	3 (2%)
	Mista	Muro de madeira ou concreto c/ enrocamento	14 (13%)	5 (6%)	23 (19%)
	TOTAL			110	88

* Dados de Esteves *et al.* (2000).



Figura 2 - Apesar de grande parte das estruturas de proteção ter sido destruída em eventos de tempestade, os moradores escolheram construir estruturas semelhantes às existentes anteriormente. As fotos mostram a situação das obras de contenção de duas propriedades em 11/02/1999 (acima), em 30/04/1999 (centro) e em fevereiro de 2001 (abaixo). A estrutura da foto abaixo à esquerda teve custo de U\$5.000. O muro de concreto da foto do canto inferior à direita tem fundações de 6 m e custou U\$10.000. Fotos de Silmara Erthal (acima à esquerda), Maria Alejandra Gómez Pível (acima à direita), Luciana S. Esteves (centro) e Isaac R. dos Santos (abaixo).

Custo das Obras de Proteção

Entre os 58 proprietários que construíram obras de contenção, 48 (82,7%) responderam quanto foi gasto. O somatório dos gastos individuais foi U\$ 105.750, com média de U\$ 2.203 por propriedade. No mapeamento realizado em fevereiro de 2001 observou-se que 72 propriedades apresentavam obras de proteção costeira. Multiplicando-se o gasto médio pelo total de propriedades protegidas, chega-se ao custo total de U\$ 158.616 das obras de contenção após a tempestade de 16 de abril de 1999. Considerando que o balneário tem 2 km de orla urbanizada, foram gastos por volta de U\$ 79.308/km linear de praia.

Os enrocamentos foram construídos com blocos de granito ou gnaisse, com tamanho variando entre 20cm e 1,5m de diâmetro, jogados na escarpa das dunas onde as casas estão assentadas. O custo de cada carga de 9m³ incluindo frete varia de U\$ 150 a 200, sendo necessárias entre 10 e 20 cargas para cobrir a frente de cada propriedade (dependendo da sua largura). Portanto o custo total do enrocamento por propriedade varia de U\$ 1.500 a 4.000. Os muros de madeira foram construídos com custo entre U\$ 100 e 1.000 em função do tipo de madeira utilizado. Os aterros feitos para reconstruir os terrenos consumiram por volta de 50 cargas de areia a um custo de U\$ 10 a 25 cada, ou seja, U\$ 500 a 1.250 por propriedade.

Em geral, os moradores utilizam aterros para recuperar o terreno perdido antes da construção das estruturas de contenção (Fig. 3). Em alguns casos, além do aterro, foram utilizadas estruturas mistas, ou seja, muro protegido por enrocamento na sua base. Assim, deve-se somar os gastos de aterro aos da estrutura propriamente dita (muro, enrocamento ou ambos) para estimar o custo total com proteção para cada propriedade. Embora o custo para proteger uma propriedade varie, em geral, entre U\$ 600 (valores mínimos de aterro mais muro de madeira) e U\$ 5.250 (valores máximos de aterro mais enrocamento), há casos em que os gastos com proteção foram bem maiores. Como por exemplo, o muro de concreto com fundação de 6 m que custou U\$ 10.000 construído para substituir o revestimento que foi destruído na tempestade de 16 de abril de 1999 (Fig. 2).

Destruição de Estruturas

Se uma tempestade com impacto semelhante à de 16/04/1999 atingisse a costa do Hermenegildo, pode-se supor que o número de casas protegidas reduziria de 72 (59%) para 24 (19,5%) e que 24 casas seriam destruídas. Desta forma, multiplicando-se o valor médio individual gasto com proteção pelo número de estruturas danificadas, chega-se a um dano de U\$105.745. As perdas referentes ao volume de areia removido (perda de terreno) chegam a U\$ 48.000, quando computado um prejuízo de U\$1.000 por propriedade. Considerando-se um valor médio de U\$10.000 a cada propriedade destruída, as perdas são de U\$240.000. Contabilizando-se somente os prejuízos decorrentes da destruição de estruturas, casas e terrenos, estima-se que uma tempestade como a de abril



Figura 3 - As fotos apresentam duas propriedades em que houve recuperação do terreno erodido pela tempestade de 16/04/1999. Para o aterro da propriedade representada pelas fotos à esquerda foram necessárias 180 cargas de caminhão de areia, além de 20 cargas de pedras, totalizando um gasto de U\$ 5.000. Fotos dos autores.

de 1999 cause um impacto econômico próximo de U\$ 394.000. Vários outros fatores devem ser incluídos nas estimativas dos prejuízos causados pela erosão (USACE, 2001), por exemplo: os gastos relacionados à remoção do entulho gerado na praia após a tempestade, as perdas no recolhimento de impostos decorrentes da destruição de propriedades e da desvalorização imobiliária, além dos custos de reconstrução de estruturas. Assim, estima-se que os prejuízos totais de tal tempestade (que aconteceu por volta de três vezes na última década) possam ser duas vezes maior.

Desvalorização Imobiliária

Aproximadamente 90% dos 81 entrevistados afirmaram que o risco de erosão afeta o valor das propriedades ameaçadas. Mesmo assim, 41% já pensaram em negociar suas casas, embora a maioria (61%) acredite que não conseguiria um preço condizente com seu valor real. Uma estimativa quantitativa do efeito da erosão no mercado imobiliário pode ser feita pela comparação dos valores das propriedades negociadas nos últimos anos no Hermenegildo.

Nos últimos três anos, foram realizadas 25 transações imobiliárias representando 20% do total de propriedades à beira-mar. Entre os novos proprietários, 68% são uruguaios, os quais buscam principalmente casas com padrão de construção médio. A maioria dos novos moradores (67%) está satisfeita com a compra, justificando que o lugar é bonito (70%) ou que o preço foi bom (30%). Em fevereiro de 2001, 24 casas estavam à venda (19% do total) tendo seus preços entre 10 e 40% inferiores aos valores reais. Cerca de 73% das casas estão à venda há mais de um ano, sendo que 27% tiveram seus preços reduzidos desde que entraram no

mercado. Nas entrevistas, todos proprietários disseram não ter intenção de reduzir o preço de venda e 80% deles afirmaram que já houve interessados no negócio, na maioria uruguaios.

Foi consenso entre os donos de imobiliárias que há desvalorização das propriedades à beira-mar. O valor de mercado das casas ameaçadas é 50-80% inferior ao seu valor real, enquanto as que não estão em risco desvalorizaram cerca de 10% devido à escassez de compradores e à recessão. Por outro lado, durante o verão, os aluguéis das casas à beira-mar são 10-30% maiores que as outras casas do Balneario. O desespero de antigos proprietários que já tiveram suas propriedades destruídas e não tinham recursos para reconstruí-las (ou mesmo disposição para suportar outra tempestade) é evidenciado pelos valores irrisórios pelos quais eles negociam as propriedades atingidas (Fig. 4a e 4b). Utilizando-se os dados das 25 casas à beira-mar que foram vendidas nos últimos três anos, estimou-se o prejuízo trazido pela desvalorização imobiliária. A média da diferença entre o valor negociado e o valor real de cada propriedade foi U\$ 9.960. Multiplicando-se este valor pelas 25 transações ocorridas chega-se a um prejuízo em torno de U\$ 249.000.

O PROBLEMA DA PROTEÇÃO COSTEIRA NO HERMENEGILDO

Estruturas paralelas à costa, como os enrocamentos e os muros de contenção construídos no Hermenegildo, têm a função de proteger o que está atrás delas da ação das ondas e inundação e não devem ser entendidas como proteção para a praia adjacente (Hall & Pilkey, 1991; Kraus & McDougal, 1996). O efeito



Figura 4 - A casa (a) embora tenha sido avaliada em U\$ 21.000, foi vendida por U\$ 10.500 em 2000. Após uma forte tempestade, a casa (b) foi vendida em 1998 por apenas U\$1.500, enquanto seu valor real foi estimado em U\$26.000. O atual proprietário da casa (b) teve um prejuízo aproximado de U\$ 4.000 decorrentes da tempestade de 16/04/1999. Fotos tiradas em 11/02/1999 por (a) Silmara Erthal e (b) Maria Alejandra Gómez Pivel.

danoso que estruturas rígidas como as do Hermenegildo têm sobre as praias, como a redução na largura da praia emersa, obstrução do acesso ao mar e o impacto visual negativo, já foi descrito em vários estudos (*i.e.* Tait & Griggs, 1990; Hall & Pilkey, 1991; Bush & Pilkey, 1994; Rivas & Cendrero, 1994; Charlier & Meyer, 2000). Além de agravar a erosão, estas estruturas requerem manutenção freqüente e cara mesmo quando construídas de acordo com projetos técnicos adequados. No Hermenegildo, as obras não seguem projetos de engenharia e a manutenção raramente é realizada, portanto a sua utilidade e eficiência como método de proteção são ainda mais duvidosas. Tendo em vista que as estruturas que hoje “protegem” a beira-mar do balneário são semelhantes às que já foram destruídas em outras ocasiões, pode-se supor que o ciclo infundável de reconstrução das estruturas continuará até o momento em que outras medidas forem adotadas.

Além dos problemas técnicos relacionados à escolha do método de proteção ou à sua construção e manutenção, há a falta de eficiência em qualquer estratégia de conter a erosão quando as decisões são tomadas isoladamente por cada proprietário. Isto resulta na “segmentação” da linha de costa fazendo com que as obras de um morador agravem a erosão na propriedade vizinha (Fig. 5). Há muito se sabe que medidas mitigadoras são mais eficientes quando adotadas para longos segmentos costeiros. Já em 1972, Bruun afirmava ser melhor resolver problemas de alguns quilômetros do que somente de alguns metros. Para isso é necessário envolvimento das autoridades locais em estabelecer e implementar regras de ocupação e uso da zona costeira.



Figura 5 - A presença de muros de contenção pode agravar a erosão nas propriedades adjacentes que não estão protegidas de forma a colocar a própria estrutura e a propriedade a qual protege em risco (modificado de Morser, 1997).

De certa forma, pode-se dizer que o Hermenegildo, no início do século XXI, está passando por uma fase semelhante à dos EUA anterior a 1930. Segundo o *Coastal Engineering Manual* (USACE, 2001), naquele período, proprietários de terras públicas ou privadas construíram inúmeras obras de proteção costeira de forma aleatória, independente e sem planejamento. Isto resultou na proliferação das estruturas rígidas a ponto de dificultar o uso recreativo das praias, seja pela obstrução do acesso ou pela redução da faixa de areia. Já no início da década de 1950, o alto custo e a insatisfação com a aplicação de muros de contenção, revestimentos e espigões fizeram o Corpo de Engenheiros do Exército Americano adotar técnicas mais dinâmicas, ambientalmente mais adequadas e de melhor viabilidade econômica (Silvester & Hsu, 1993; Hillyer *et al.*, 1997; USACE, 2001). Os métodos de reconstrução artificial de praias e estabilização de dunas passaram a ser a opção preferida e a mais utilizada para mitigar as conseqüências da erosão nos EUA já no final da década de 1960 (USACE, 2001) e, posteriormente, no mundo todo (NRC, 1990; Silvester & Hsu, 1993; Hillyer *et al.*, 1997).

QUAL SERÁ A SOLUÇÃO?

A partir do momento que os processos erosivos atuantes em determinado lugar tornam-se um “problema”, deve-se adotar uma estratégia para mitigar suas conseqüências. A escolha da melhor maneira de gerenciar o problema depende das características locais, como: a intensidade e extensão da erosão, área e valores em risco, nível de urbanização, além da viabilidade técnica e econômica das técnicas a serem implementadas. Existem quatro tipos de ações que podem ser adotadas: abandono da área, relocação de estruturas em risco, adoção de medidas de regulamentação e proteção (NRC, 1995; Bush *et al.*, 2001).

Os altos custos da construção e manutenção dos projetos tradicionais de proteção praial (espigões, quebra-mares e alimentação artificial de praias) aliados a pouca expressão turística e econômica do balneário praticamente inviabilizam esta opção. A definição do melhor método depende da análise do custo/benefício da obra, sendo que qualquer um desses métodos necessita de projetos de engenharia bem dimensionados e executados, além de manutenção constante. A definição do custo/benefício da implantação de um programa de reconstrução praial, por

exemplo, depende da obtenção dos dados hidrodinâmicos locais (ondas, correntes, tempestades, balanço sedimentar, taxas de erosão), da existência de fontes de areia adequadas nas proximidades do local do projeto, do valor real que está em risco e do que será protegido, além da disponibilidade de equipamentos e mão-de-obra. As estratégias de abandono, relocação e implementação de medidas de regulamentação parecem ser as opções mais viáveis às condições atuais do Hermenegildo.

O abandono da área de risco consiste em deixar os processos erosivos continuarem sem que medidas mitigadoras sejam adotadas. Isto implica na progressiva retração da linha de costa e conseqüente perda total da área, infraestrutura e propriedades em risco. Esta alternativa pode ser viável em costas não urbanizadas, onde os valores em risco são pequenos, as taxas de erosão são aceleradas a ponto de inviabilizar os métodos de proteção e a estrutura da urbanização impede a relocação por inviabilidade técnica ou inexistência de espaço livre (NRC, 1990). Deve-se observar que a continuidade da retração costeira resulta em colocar novas áreas em risco até o momento em que o processo cesse ou reverta. Isto pode fazer com que os valores em risco mudem conforme avança a erosão. No Hermenegildo, embora não exista ainda a quantificação das taxas de erosão, sabe-se que o processo ali é intenso. Os valores em risco no balneário são relativamente pequenos se comparados às técnicas de proteção tradicionais, pois não há atividade turística, industrial ou comercial significativa e a estrutura de urbanização consiste em moradias unifamiliares, na sua maioria, de construção simples. Por outro lado, estas construções simples possibilitam a relocação de grande parte da estrutura urbana, que é uma opção a ser considerada já que existe espaço disponível.

A relocação de estruturas é uma alternativa em que a erosão continua enquanto se planejam novos usos para as áreas em risco, deslocam-se estruturas e regulamenta-se como e onde novas estruturas podem ser construídas (NRC, 1990; Bush & Pilkey, 1994). Embora possibilite resgatar as estruturas, esta alternativa implica na perda gradual dos terrenos, além de sujeitar continuamente novas áreas ao risco de erosão. Quando possível, pode-se deslocar a construção para a parte mais posterior do terreno, mas em muitos casos é necessário adquirir um novo lote em áreas de menor suscetibilidade. Esta opção pode ser aplicada sob as mesmas condições da alternativa

anterior, desde que exista área livre para assentar as estruturas. No Hermenegildo, a maioria das casas em risco consiste em construções simples que poderiam ser relocadas para áreas de menor risco. Ali, pode-se viabilizar novos loteamentos em áreas adjacentes, mais ao sul ou ao norte, de forma a preservar o cordão de dunas criando áreas de restrição de construções (*setbacks*). A iniciativa do governo local em criar facilidades para aquisição dos novos terrenos, disponibilizar infraestrutura, bem como regulamentar a sua ocupação é de fundamental importância para o sucesso desta estratégia.

As medidas de regulamentação de uso e ocupação das áreas costeiras são fundamentais na sustentação de qualquer estratégia de manejo de áreas em erosão, principalmente em costas pouco urbanizadas por impedir o aumento de valores em risco (NRC, 1990; Bush & Pilkey, 1994). A alternativa mais comum é definir zonas com restrição para novas construções em função do maior ou menor risco de erosão ou inundação. Várias outras medidas são utilizadas com frequência nos EUA e podem servir de exemplo do tipo de ação que pode ser adotada em locais como o Hermenegildo. A aquisição de áreas de risco por parte do governo local, estadual ou federal, transformando-as em parques, áreas recreativas ou em outros usos adequados impede a ocupação inadequada da área evitando o aumento no número de estruturas ameaçadas (NRC, 1990). A tendência das medidas político-administrativas é facilitar aos proprietários de terras/estruturas ameaçadas a mudarem-se das áreas de risco e, ao mesmo tempo, dificultar construções novas ou reconstruções nessas áreas. Isto pode ser viabilizado através de programas de financiamento para relocação de estruturas, como o *Upton-Jones Amendment* da Constituição dos Estados Unidos. Este programa autoriza o pagamento antecipado do prêmio segurado se o proprietário demolir ou relocar as estruturas sob perigo de colapso iminente decorrente de processos erosivos (NRC, 1990). Por outro lado, há planos que proíbem seguros para construções em áreas de risco (*Coastal Barrier Resource Act*), permitem somente a reconstrução de estruturas que tiveram menos que 50% da área construída danificada desde que em área permitida pelo zoneamento (*Beach Management Act*) ou oferecem desconto nos impostos para proprietários que adotem usos compatíveis com a preservação da praia (*Delaware Beaches 2000 Plan*) (Klarin & Hershman, 1990). Tais programas ainda não encontraram empatia

nos legisladores brasileiros por três motivos principais: (1) o problema da erosão apenas recentemente tem atraído a atenção da comunidade e mídia, (2) a importância econômica do turismo relacionado às praias é uma atividade incipiente, mas que vem crescendo constantemente nos últimos anos e (3) pelo desconhecimento das estratégias e técnicas já consagradas em outros países. Atualmente, há rumores de que moradores da beira-mar no Hermenegildo poderão ser isentos do pagamento dos impostos territoriais e urbanos. Isto incentivaria a permanência nas áreas de risco, contrariando a tendência mundial de restringir a ocupação dessas áreas.

CONCLUSÕES

A erosão tem afetado significativamente o mercado imobiliário no Hermenegildo. O risco de erosão aumentou o número de casas à venda que, mesmo desvalorizadas, levam mais de um ano para serem negociadas. As casas à venda em fevereiro de 2001 estavam 10-40% abaixo do seu valor real, enquanto as transações fechadas nos últimos três anos tinham desvalorização de 50-80%. Assim, supõe-se que deva ocorrer maior redução nos preços para que as propriedades sejam vendidas, embora essa não seja a intenção de seus proprietários. A situação só não é mais crítica porque os uruguaios, atraídos pela proximidade do seu país e pelos preços baixos, têm sido os principais compradores. Em geral, eles desconhecem o histórico de erosão no Hermenegildo e sentem-se protegidos pelas obras de contenção.

Potencialmente, uma tempestade com impacto semelhante àquela que atingiu o Hermenegildo em 16 de abril de 1999 pode gerar um prejuízo de U\$ 394.000 em perda de terrenos, área construída e estruturas de proteção. Já a desvalorização imobiliária entre 1997 e 2000 foi de U\$ 249.000. Embora os prejuízos sejam consideráveis para um pequeno vilarejo como o Hermenegildo, ainda são relativamente baixos quando comparados aos custos de métodos consagrados de proteção costeira. Portanto, a melhor alternativa parece ser a relocação de estruturas para áreas de menor risco onde a ocupação seja planejada de acordo com áreas de restrição de construção. De qualquer modo, determinar o melhor plano de manejo para o Hermenegildo, ou outro local sujeito à erosão, depende de estudos de viabilidade técnica e econômica, e da relação custo/benefício das obras, além de se conhecer as causas da erosão e as áreas de risco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruun, P. 1972. The history and philosophy of coastal protection. In: COASTAL ENGINEERING CONFERENCE, 13th, 1972, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver, ASCE, p. 33-74.
- Bush, D.M.; Longo, N.J.; Neal, W.J.; Esteves, L.S.; Pilkey, O.H.; Pilkey, D.F. & Webb, C.A. 2001. **Living on the edge of the Gulf: the West Florida and Alabama coast**. Durham, Duke University Press, 340p.
- Bush, D.M. & Pilkey, O.H. 1994. Mitigation of Hurricane Property Damage on Barrier Islands: a Geological View. **Journal of Coastal Research**, **SI 12**: 311-326.
- Calliari, L.J.; Boukareva, I.; Pimenta, F. & Speranski, N. 2000. Classificação da costa gaúcha com base nos padrões de refração de ondas de tempestade e evidências geomorfológicas de erosão costeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE PRAIAS ARENOSAS: MORFODINÂMICA, ECOLOGIA, USOS, RISCOS E GESTÃO, 2000, Itajaí, SC. **Livro de Resumos...**Itajaí, UNIVALI, p. 195-198.
- Calliari, L.J. & Klein, A.H.F. 1993. Características Morfodinâmicas e Sedimentológicas das Praias Oceânicas Entre Rio Grande e Chuí, RS. **Pesquisas**, **20**(1): 48-56.
- Calliari, L.J.; Tozzi, H.A.M. & Klein, A.H.F. 1998. Beach Morphology and Coastline Erosion Associated With Storm Surges in Southern Brazil - Rio Grande to Chuí, RS. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **70**(2): 231-247.
- Charlier, R.H. & Meyer, C.P. 2000. Ask Nature to Protect and Build-up Beaches. **Journal of Coastal Research**, **16**(2): 385-390.
- Esteves, L.S.; Pivel, M.A.G.; Silva, A.R.P.; Barletta, R.C.; Vranjac, M.P.; Oliveira, U.R. & Vanz, A. 2000. Beachfront Owners Perception of Erosion Along an Armored Shoreline in Southern Brazil. **Pesquisas**, **27**(2), (no prelo).
- Esteves, L.S.; Toldo Jr., E.E.; Almeida, L.E.S.B. & Nicolodi, J.L. 2001. Variações da linha de costa no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. In: I QUATERNARY CONGRESS OF COUNTRIES OF IBERIAN LANGUAGES, 2000, Lisboa, Portugal. **Livro de Resumos...**Lisboa, p. 194-197.
- Esteves, L.S.; Vanz, A.R.P.; Silva, A.R.P.; Pivel, M.A.G.; Erthal, S.; Barletta, R.C.; Vranjac, M.P. & Oliveira, U.R. 1999. Caracterização das obras de proteção costeira no balneário do Hermenegildo, RS, Brasil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, VII, 1999, Porto Seguro, BA. **Anais...** Porto Seguro (CD). [viiabequa_heo001.pdf](#).
- Hall, M.J. & Pilkey, O.H. 1991. Effects of Hard Stabilization on Dry Beach Width for New Jersey. **Journal of Coastal Research**, **7**(3): 771-785.
- Hillyer, T.M.; Stakhiv, E.Z. & Sudar, R.A. 1997. An Evaluation of the Economic Performance of the U.S. Army Corps of Engineers Shore Protection Program. **Journal of Coastal Research**, **13**(1): 8-22.
- Klarin, P. & Hershman, M. 1990. Response of coastal zone management programs to sea level rise in the United States. **Coastal Management**, **18**(2): 143-165.
- Klein, A.H.F. & Calliari, L.J. 1997. Praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí (RS): Variações de permeabilidade e sua influência no processo de troca de sedimentos. CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, VI, 1997, Curitiba, PR. **Resumos Expandidos...**Curitiba, ABEQUA, p. 407-409.
- Kraus, N.C. & McDougal, W.G. 1996. The Effects of Seawalls on the Beach: Part I, an Updated Literature Review. **Journal of Coastal Research**, **12**(3): 691-701.
- Morser, B. 1997. **National Geographic**, vol. 192, no. 2, August 1997. National Geographic Society, Washington, D.C. p. 17.
- NRC (National Research Council). 1990. **Managing coastal erosion**. National Academic Press, Washington, D.C. 182p.
- NRC (National Research Council). 1995. **Beach nourishment and protection**. National Academy Press, Washington, D.C., 334p.

- Pimenta, F.M. 1999. **Caracterização dos Regimes de Refração de Onda ao Longo da Zona Costeira do Rio Grande do Sul**. Rio Grande, 66p. Trabalho de Graduação em Oceanologia, Rio Grande, Fundação Universidade do Rio Grande.
- Pompe, J.J. & Rinehart, J.R. 1994. Estimating the Effect of Wider Beaches on Coastal Housing Prices. **Ocean & Coastal Management**, 22: 141-152.
- Rivas, V. & Cendrero, A. 1994. Human Influence in a Low-Hazard Coastal Area: an Approach to Risk Assessment and Proposal of Mitigation Strategies. **Journal of Coastal Research**, SI 12: 289-298.
- Stronge, W.B., 1992. The Economic Impact of the Marco Island Beach Restoration: a Preliminary Analysis. In: NATIONAL CONFERENCE ON BEACH PRESERVATION TECHNOLOGY, 5th, 1992, St. Petesburg, FL. **Proceedings...** St. Petesburg, FSBPA, p. 102-114.
- Silvester, R. & Hsu, J.R.C. 1993. **Coastal stabilization: innovative concepts**. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall, 578p.
- Tait, J.F. & Griggs, G.B. 1990. Beach Response to the Presence of a Seawall. **Shore and Beach**, 58(2): 11-28.
- The Heinz Center (The H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment). 2000. **Evaluation of Erosion Hazards**. 205p. Arquivo erosion.pdf baixado em 08/09/2001, da página eletrônica da Federal Emergency Management Agency: <http://www.fema.gov/library/lib06.htm>.
- Toldo Jr., E.E., Almeida, L.E.S.B., Barros, C.E., Baitelli, R., Martins, L.R. & Nicolodi, J.L. 1999. Retreat of the Rio Grande do Sul coastal zone, Brazil. In: Martins, L.R. e Santana, C. I. (eds.), **Non Living Resources of the Southern Brazilian Coastal Zone and Continental Margin**. IOC-UNESCO, Porto Alegre, Brasil, p. 62-68.
- Tomazelli, L. J. 1990. **Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da província costeira do Rio Grande do Sul - com ênfase no sistema eólico**. Porto Alegre, 270p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Tomazelli, L.J. & Dillenburg, S.R. 1998. O Uso do Registro Geológico e Geomorfológico na Avaliação da Erosão de Longo Prazo na Costa do Rio Grande do Sul. **Geosul**, 14(27): 47-53.
- Tomazelli, L. J., Villvock, J. A., Dillenburg, S.R., Bachi, F.A. & Dehnardt, B.A. 1998. Significance of Present-Day Coastal Erosion and Marine Transgression, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 70(2): 21-229.
- Tozzi, H. A. M. 1999. **Influência das tempestades extratropicais sobre o estoque subaéreo das praias entre Rio Grande e Chuí, RS. Campanha do outono e inverno de 1996**. Porto Alegre, 115p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- USACE (U.S. Army Corps of Engineers). 2001. History of Coastal Engineering. **Coastal Engineering Manual**, Part I, Chapter 3. 36p. Arquivo Part-I-Chap-3.pdf baixado em 02/07/2001 da página eletrônica <http://bigfoot.wes.army.mil/cem080.html>