Pesquisas em Geociências

http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias

A Erosão Praial na Costa Atlântica Uruguaia

María Alejandra Gómez Pivel, Nikolai Speranski, Lauro Júlio Calliari
Pesquisas em Geociências, 28 (2): 447-457, maio/ago., 2002.

Versão online disponível em:
http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20319

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

Pesquisas em Geociências, 28(2): 447-457, 2001
ISSN 1518-2398

Instituto de Geociências, UFRGS
Porto Alegre, RS - Brasil

A Erosão Praial na Costa Atlântica Uruguaia

María Alejandra Gómez Pivel, Nikolai Speranski & Lauro Júlio Calliari

Laboratório de Oceanografia Geológica – Departamento de Geociências – Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

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

Abstract - The Uruguayan Atlantic coast is wave- dominated. It appears as a sequence of beaches built between rocky headlands showing all ranges of morphodynamic behaviours from reflective to dissipative. Several beaches are undergoing erosion. All of them coincide with urbanised areas. In most cases the causes have not been established yet but there is no doubt that human activities have contributed to such problems. This fact raises the question about the nature of the erosion process. Does location of beaches under erosion on urbanised areas prove the man-induced origin of it? This paper discusses the possible factors involved on the beach erosion process. Sediment inputs to the beaches are limited. The inner shelf is likely to be the main source as it is covered with sandy sediments and shows a low gradient relief. The most significant continental source are the gullies although this remains a controversial issue as sediments eroded from them are usually finer than beach sediments. Anyway, as minor as it might be, this input contributes positively to the beach sediment budget. Sediment losses occur mainly by the inland migration of dunes and human activities. The latter includes the occupation of the backshore and frontal dunes, the building of seawalls, revetments and other hard structures to protect the houses, and the fixation of mobile dunes by planting *Pinus* and *Eucalyptus* forests. Possible natural causes for beach erosion include storm surges and concentration of wave energy due to wave refraction. The latter hypothesis arouse in this research from wave refraction diagrams that showed a strong influence of the shelf relief on wave climate.

Keywords - coastal erosion, sediment budget, wave refraction.

INTRODUÇÃO

A costa atlântica uruguaia (CAU) estende-se por aproximadamente 220 km, desde Punta del Este até a Barra do Chuí na fronteira com o Brasil (Fig. 1). Esta costa caracteriza-se por apresentar uma seqüência de arcos praiais delimitados por pontas e cabos rochosos.

Ao longo da CAU, existem setores que apresentam evidências incontestáveis de erosão. Todos eles encontram-se em locais urbanizados (Fig.1), o que pode ser interpretado de duas maneiras. Por um lado, pode-se argumentar que as evidências claras de erosão apenas em locais ocupados seriam um indício da origem antrópica do processo. Por outro lado, é possível que outros locais estejam sofrendo erosão mas que, pela falta de ocupação, não tenham sido identificados. A erosão constitui um problema para o homem somente quando ocorre em áreas por ele ocupadas. Além disso, fora das áreas urbanizadas, a menor disponibilidade de referenciais fixos para medir variações na posição da linha de costa dificulta a identificação de tendências, sejam elas à erosão ou acresção.

Seja qual for o ponto de vista, ainda não existem estudos que permitam provar uma ou outra postura. Atualmente, não se conhecem as causas exatas dos processos erosivos na costa uruguaia e a contribuição relativa dos possíveis fatores naturais e antrópicos envolvidos. Apesar disso, acredita-se que o homem cumpra um papel determinante seja como gerador ou catalisador do processo. Este trabalho discute as possíveis causas de erosão praial na CAU, naturais ou antrópicas, baseado em observações de campo e nos trabalhos até hoje realizados na área.

ÁREA DE ESTUDO

A República Oriental do Uruguai é dividida politicamente em dezenove departamentos. Dois deles, Maldonado e Rocha, possuem costa sobre o Oceano Atlântico. A Laguna Garzón constitui o limite entre ambos.

De maneira geral, a planície costeira constitui-se de um estreito cinturão de praias e lagunas limitadas entre afloramentos rochosos. A largura da planície aumenta no leste, mas ainda é pequena principalmente quando comparada com a extensa planície que caracteriza a costa do Rio Grande do Sul. No Uruguai, a planície desenvolveu-se melhor em áreas em processo de subsidência associadas às bacias sedimentares. No Terciário, a tectônica foi muito ativa tendo gerado pequenas fossas tectônicas e abundantes falhas normais (Bossi & Montaña, 1997). As falhas determinam variações na profundidade do embasamento cristalino e a

Em respeito ao meio ambiente, este número foi impresso em papel branqueado por processo parcialmente isento de cloro (ECF).

Figura 1 - Localização da costa atlântica uruguaia e das praias com evidências de erosão ao longo dela.

localização das lagoas costeiras. No leste, próximo a La Coronilla, ocorrem os últimos afloramentos rochosos. Dali para nordeste, o embasamento se aprofunda dando início à Bacia de Pelotas e a costa passa a apresentar características semelhantes às da costa gaúcha.

As formações rochosas datam do Cambro-Proterozóico. A maior parte dos afloramentos é de natureza granítica, como a Punta José Ignacio, o Cabo Polonio e as pontas das praias do Parque Santa Teresa. As rochas que formam Punta del Este são de natureza gnáissica e as que formam o Cabo de Santa Maria são de origem metamórfica de baixo grau. Algumas destas pontas constituem tômbolos recentes como Punta del Este e o Cabo de Santa Maria.

Em termos dinâmicos, a CAU enquadra-se dentro de um regime de micromarés, conforme a classificação de Davies (1980). Portanto, as ondas constituem o processo hidrodinâmico dominante. Segundo a classificação global de clima de ondas em mar aberto do mesmo autor, a área enquadra-se no regime de ondulação de costa leste.

As praias possuem dimensões variáveis, existindo quatro arcos maiores de dezenas de quilômetros de extensão. Os arcos menores localizam-se próximos aos cabos de Santa Maria e Polonio e na área de afloramento dos granitos de Santa Teresa, no parque do mesmo nome. Além da extensão, as praias apresentam uma grande variabilidade em termos de composição granulométrica e características morfodinâmicas. Existem praias com características nitidamente reflectivas, com areia grossa, pendente acentuada, sem bancos e com ondas quebrando na base da face praial e praias com características mais dissipativas, com pendente suave, granulometria fina, uma ou duas linhas

de arrebentação bem definidas e ondas quebrando na forma deslizante. Entre estes dois extremos, as diferentes praias da CAU podem apresentar todo o espectro de tipos morfodinâmicos.

AS POSSÍVEIS CAUSAS NATURAIS

A maior parte das praias da CAU em erosão encontram-se nas imediações das pontas e cabos rochosos. As exceções são Aguas Dulces e a Barra do Chuí. A erosão das praias adjacentes a pontais rochosos é freqüentemente causada por processos naturais uma vez que estes locais constituem pontos de concentração de energia de ondas por se projetar mar afora. Além disso, variações sazonais ou mesmo em escalas plurianuais da direção predominante das ondas e da trajetória das tempestades podem provocar modificações nas orientações gerais dos arcos praiais, lembrando que a sua forma depende da distância entre os cabos rochosos e da direção da ondulação. Estas mudanças na morfologia da praia em planta causadas por variações na dinâmica podem ser apenas sentidas nas porções centrais dos arcos enquanto que, nas áreas adjacentes aos promontórios rochosos, elas são fortemente refletidas.

Muitas vezes fala-se da importância das pontas rochosas para a estabilidade da costa. A erosão acentuada em alguns locais da costa gaúcha é difícil de imaginar em uma costa "ancorada" por formações rochosas como é a CAU. Mas, contraditoriamente, a estabilidade proporcionada pelas formações rochosas que se projetam no mar, é sentida principalmente nas porções centrais dos arcos. Nas áreas muito próximas a eles, o fenômeno de rotação das praias, seja sazonal ou não, e a concentração de energia de ondas costumam provocar maiores oscilações na posição da linha de costa do que no resto do arco.

A erosão praial costuma envolver diversos fatores atuando em conjunto. Ela pode ser o resultado de uma elevação do Nível Relativo do Mar (NRM) e/ ou de um déficit no balanço de sedimentos.

O Nível do Mar

O escasso número de datações realizadas no Uruguai dificulta o esboço de uma curva de flutuações do NRM totalmente fidedigna. Os dados disponíveis correspondem a datações de moluscos feitas na bacia da Laguna de Castillos por Bracco *et al.* (2000). Os autores compararam os seus resultados à curva teórica de flutuações do NRM nos últimos 7000 anos proposta por Martin & Suguio (1989) para o sul do Brasil e observaram que existe grande coincidência. Isto os levou a adotar o modelo como válido regionalmente. Esta simplificação é arriscada principalmente pela grande polémica que as curvas de variação do NRM propostas para o sul do Brasil têm provocado. As divergências de opinião são grandes, sobretudo em relação à tendência do extremo final da curva a qual poderia dar indícios da tendência atual do NRM.

A curva proposta por Suguio *et al.* (1985) difere daquela sugerida por Tomazelli & Villwock (1989) principalmente no seu extremo final, correspondente aos últimos dois mil anos. Segundo a curva esboçada por Suguio *et al. (op. cit)*, nesse período teria ocorrido um declínio suave e contínuo do NRM até atingir o nível atual. Já, para Tomazelli & Villwock (op. cit), nos últimos mil anos, o NRM teria sofrido uma elevação. As diferenças entre as curvas dos diferentes autores devem-se às metodologias aplicadas. Por um lado, Suguio *et al.* (op. cit) trabalharam no trecho de Itajaí-Laguna (SC) e basearam-se em dados geológicos, biológicos e pré- históricos (sambaquis). Já a curva proposta por Tomazelli & Villwock (op. cit) baseia-se essencialmente em evidências geomorfológicas da planície costeira do Rio Grande do Sul.

Mais recentemente, Angulo *et al.* (1996), estudaram as variações do NRM na região entre Laguna e Imbituba baseados em datações de restos de vermetídeos e compararam seus resultados com os padrões de variação propostos por Suguio *et al.* (1985) e Tomazelli & Villwock (1989). Os resultados indicaram NRM mais altos que o atual para os últimos 2.000 anos até pelo menos 190-65 anos A.P.. Este padrão apóia as observações de Suguio *et al.* (op. cit) e se opõe ao esboçado por Tomazelli & Villwock (op. cit) para o Rio Grande do Sul. O trabalho de Angulo *et al.* (op. cit) também é apoiado por Panario (com. pess.) quem observou evidências de níveis mais elevados há aproximadamente 250 anos AP, na planície costeira adjacente à laguna de Castillos.

Para a área de estudo, não se tem informações concretas sobre a tendência atual do NRM. Já, em Montevideo, 150km ao oeste de Punta del Este, dados de marégrafo permitem estimar uma elevação do NRM de 3 a 4 cm nos últimos 90 anos (Nagy, 1997). Não obstante, conforme observam Bossi & Montaña (1997), a costa uruguaia apresenta-se irregular e as variações do NRM não devem ser constantes ao longo de toda ela, apesar da extensão reduzida do território. A costa

é terrivelmente fissurada e a neotectônica é uma realidade (Bossi, 1997; Jackson, 1997). Bossi & Montaña (1997) estudaram os movimentos isostáticos no departamento de Rocha aplicando um modelo que, apesar de ainda não ter sido provado quantitativamente, indica uma elevação do sudoeste e uma subsidência do norte do departamento. As redes de drenagem confirmam esta tendência. Ainda faltam elementos para determinar se esta tendência de subida do NRM observada em Montevideo se mantém ao longo da costa e, caso contrário, quais são as diferentes tendências ao longo dos diferentes segmentos de costa.

É inegável que mesmo uma pequena elevação do NRM é capaz de provocar uma erosão praial não desprezível, mas, existem outros processos que atuam em escalas de tempo menores e cujos resultados se tornam, portanto, muito mais palpáveis.

O Balanço de Sedimentos

O balanço de sedimentos nas praias da CAU é prejudicado pela falta de aportes significativos de material do tamanho apropriado. Os aportes continentais são limitados pela ausência de redes hidrográficas capazes de aportar sedimentos arenosos em quantidades significativas. A rede hidrográfica da área de estudo está representada pelo Rio da Prata e os arroios Maldonado, Valizas e Chuí. O estuário do Prata não representa atualmente uma fonte de sedimentos para as praias da CAU por aportar apenas sedimentos finos à região oceânica. Por outro lado, os arroios drenam áreas relativamente pequenas. Estes pequenos cursos d'água aportam ao ambiente costeiro sedimentos nas frações areia, silte e argila, mas retêm ao longo dos seus trajetos uma porção considerável do material que transportam em todas as texturas (MTOP/PNUD/UNESCO, 1979). Além deles, existem também os pequenos arroios de José Ignacio, Garzón e Rocha, mas estes deságuam nas lagunas de mesmo nome. A Laguna de Castillos, mais afastada do mar, deságua nele através do Arroio Valizas.

Um aporte continental de sedimentos que é alvo de controvérsia (*i.e.* Jackson, 1997; Panario, 1997) é o resultante da erosão dos solos das áreas continentais adjacentes através das voçorocas. Estas podem desenvolver cortes profundos de em torno de 10m de espessura erodindo, principalmente, depósitos de areias finas ou finas a médias, correspondentes à Formação Chuí (MTOP/PNUD/UNESCO, 1979). Alguns fatores naturais como a extrema friabilidade dos sedimentos, a presença de fortes descontinuidades internas de permeabilidade nos depósitos, a freqüente proximidade com o substrato cristalino, a proximidade com escarpas marinhas e o aumento da intensidade das chuvas propiciam o surgimento deste tipo de erosão (MTOP/PNUD/UNESCO, 1979). Fatores antrópicos tais como a atividade pecuária e o traçado de ruas perpendiculares à costa (Jackson, 1997) também favoreceram o desenvolvimentos das voçorocas.

A controvérsia quanto à possibilidade deste material representar uma fonte de material para as praias deve-se ao fato destes sedimentos serem normalmente mais finos que aqueles presentes nas praias. Portanto, questiona-se se este material poderia se manter na praia dadas as condições energéticas reinantes. A figura 2 sobrepõe os dados de granulometria dos sedimentos praiais e a localização das maiores voçorocas. Observa-se que as praias adjacentes aos trechos onde as voçorocas mais se desenvolveram apresentam, de maneira geral, granulometrias mais grossas. Isto indicaria que o material erodido por elas não está sendo aproveitado naqueles locais. De qualquer maneira, isto não exclui a possibilidade destes sedimentos serem aproveitados no balanço sedimentar da costa, sendo transportados e retidos em outras áreas. Mesmo que os sedimentos não fiquem nas praias e, no lugar, sejam depositados na plataforma, eles estariam contribuindo positivamente no balanço sedimentar uma vez que o gradiente da plataforma seria suavizado e a energia de ondas incidentes atenuadas. A escala desta atenuação deve ser mínima mas, no caso de existir, sem dúvida favoreceria as praias.

Os aportes a partir da plataforma continental parecem ser a fonte mais provável de sedimentos para a CAU por dois motivos. Por um lado, porque a plataforma interna apresenta uma importante cobertura de sedimentos na fração areia. Por outro lado, o baixo gradiente da plataforma deve favorecer o transporte deste material na direção do continente. A antepraia atua como portal controlando a transferência de sedimentos entre a costa e a plataforma e, aparentemente, cumpre um papel desproporcionalmente importante sobre as tendências de sedimentação a longo prazo em margens passivas (Roy & Keene, 1993; *apud* Roy *et al.*, 1994). Segundo Roy *et al.* (1994), a declividade do substrato é o principal fator determinante dos fluxos e, portanto, do balanço de sedimentos. A pendente critica é apenas menor que 1°. Em pendentes maiores, o transporte de sedimentos arenosos tende a ser para mar afora e, em pendentes mais suaves, o transporte ocorre na direção do continente. A partir dos valores

Figura 2 - Granulometria dos sedimentos praiais e localização das maiores voçorocas. Note-se a ausência de sedimentos finos nas praias adjacentes às voçorocas

de gradiente da plataforma apresentados por Ayup (1986), e, transformando-os para graus, obtém-se valores entre 0,06° e 0,07° o que provaria essa capacidade de transporte na direção da costa.

A hipótese da plataforma interna constituir a principal fonte de sedimentos praiais é apoiada por Jackson (1997) e criticada por Panario (1997). Segundo este último autor, ondas de tempestade estariam atualmente removendo turfas e outros materiais de origem continental do fundo do mar, indicando que este se encontraria desprovido de sedimentos arenosos. Esta é a única referência encontrada sobre o fenômeno, mostrando a necessidade de estudos mais completos. Até lá, a hipótese de a plataforma interna constituir uma fonte substancial de sedimentos para as praias ainda permanece a mais plausível. A presença de material biodetrítico proveniente da plataforma na praia La Esmeralda seria uma prova disto.

Além dos aportes continentais e oceânicos é preciso considerar os possíveis aportes locais. Por um lado as pontas rochosas podem constituir uma fonte de material, mas por se tratar na maior parte dos casos de rochas cristalinas, os aportes devem ser importantes apenas em longas escalas temporais. As rochas que formam o Cabo de Santa Maria constituem uma exceção. Estas são metamórficas de baixo grau e menos resistentes à erosão do que aquelas que compõem os outros promontórios. Apesar de serem mais suscetíveis ao desgaste pela ação do mar, o seu aporte para as praias adjacentes é pequeno, limitando-se a alguns seixos aplainados (MTOP/PNUD/UNESCO, 1979).

Por não existirem grandes fontes de sedimentos comprovadas, a ciclagem dos sedimentos torna-se fundamental. A transferência de sedimentos entre arcos ocorre pelo mar e por cima dos promontórios através do transporte eólico. Outro mecanismo de ciclagem

de sedimentos é a transferência das areias eólicas para as vias de drenagem (Panario, 1997). Através deste processo, o material que seria perdido para as dunas é transportado novamente em direção à praia. O melhor exemplo disto ocorre no arroio Valizas. Ali, as dunas migram sobre a desembocadura do arroio. Em épocas de maior chuva, quando a vazante é mais forte, a barra fechada pelas areias é desobstruída e, dessa maneira, os sedimentos arenosos retornam ao sistema praial.

Assim como os aportes, as perdas podem ocorrer tanto na direção da plataforma como do continente. As perdas para o continente ocorrem principalmente sob a forma de dunas que migram terra adentro. Em alguns casos, devido à configuração da costa, as dunas que migram continente adentro voltam ao mar como no caso do sistema de Cabo Polonio e Valizas. Esta não é a situação mais freqüente e, mesmo no caso de Cabo Polonio e Valizas, esta reciclagem do material entre as praias não é totalmente eficiente devido à interferência humana.

As perdas para a plataforma também podem ser naturais ou induzidas pelo homem. Exemplos do primeiro caso são as tempestades, quando ondas fortes erodem material da praia transportando-o para a plataforma. As tempestades que atingem a CAU podem ser de sudoeste, as chamadas de "Pamperos" e de sudeste conhecidas como "Sudestadas". As primeiras, apesar de não produzirem ondas altas devido à pista de vento limitada, possuem forte poder erosivo porque, além de elevar o nível de ação das ondas, estas passam a incidir obliquamente sobre as praias desde direções contrárias às suas condições normais de equilíbrio. O efeito dos Pamperos é sentido principalmente nas praias da costa platense. Já, as Sudestadas são as que causam as maiores elevações do nível na costa assim como também são as responsáveis pelas maiores alturas e energias de onda registradas (MTOP/PNUD/UNESCO, 1979).

A erosão causada pelas marés meteorológicas pode ser reversível. Isto depende da relação entre a intensidade e a freqüência das tempestades; quanto mais intensa maior é o período de tempo que a praia precisa para se recuperar. Outro fator a ser considerado é a trajetória da tempestade, já que o poder erosivo depende em boa parte dela. Para verificar a hipótese das marés meteorológicas serem responsáveis pela erosão das praias seria preciso analisar os registros de tempestades e analisar se houve ou não um aumento da sua freqüência assim como também analisar se houve alguma tendência de modificação da trajetória geral seguida pelas tempestades que tenha sido prejudicial.

Outro mecanismo de perda de sedimentos do sistema é a deriva litorânea. Na realidade, em um segmento de costa qualquer, a deriva pode atuar tanto como aporte como perda, mas no caso da CAU existe uma divergência do fluxo que determina um transporte líquido para fora do sistema. De Cabo Polonio para o oeste, o transporte líquido ocorre no sentido sudoeste e ao leste do Cabo o fluxo líquido é na direção nordeste. A tendência à deriva líquida para nordeste que inicia na costa atlântica uruguaia se mantém ao longo do litoral gaúcho. Na costa do Rio Grande do Sul existem correntes de deriva litorânea bidirecionais com variações sazonais e inter- anuais (Nicolodi *et al.*, 2000), mas o fluxo líquido acaba sendo para nordeste devido à ação da ondulação predominante (Motta,1963; Tomazelli & Villwock, 1992). Isto significa que existe um transporte líquido na direção nordeste que se estende por, pelo menos, 800km. Se considerarmos ainda a costa sul catarinense, onde Caruso Jr (1997) detectou evidências de uma deriva litorânea líquida na mesma direção, observamos que a deriva que inicia ao leste do Cabo Polonio constitui parte de um grande fluxo de escala regional de aproximadamente 1000km.

O transporte líquido de material para fora do sistema devido à deriva litorânea de sedimentos, é um processo que deve se sentir em escalas temporais mais longas. A curto prazo, outros processos dinâmicos como as tempestades e a refração de ondas devem ser mais importantes.

O Efeito do Foco

Uma possível causa natural de erosão tem a ver com a concentração de energia de ondas por processos de refração. Este fenômeno foi descrito por Speranski & Calliari (1999) e Calliari *et al.* (1998) para o litoral do Rio Grande do Sul. Através de diagramas de refração, os autores mostraram que existe uma concentração de energia de ondas em uma área relativamente pequena (foco). A localização dos focos coincide com os setores da costa em erosão. A sua formação resulta da interação das ondas com o relevo complexo da plataforma. A morfologia extremamente irregular da plataforma adjacente à CAU, levou a sugerir a hipótese de formação do foco como uma causa natural de erosão na área.

Para testar esta hipótese, foram construídos diagramas de refração de ondas utilizando o programa "Atlas

de Processos Costeiros" (Speranski, 1998). Foram analisadas diferentes situações de refração possíveis e observou-se que a ondulação sofre intensas modificações dando origem a um fenômeno semelhante ao observado na costa gaúcha. A figura 3 mostra esquematicamente este processo. Neste caso, o foco não é fixo; ele migra para nordeste à medida que o ângulo de incidência da ondulação aumenta, ou seja, à medida que as ondas passam a incidir de ângulos de sudeste para ângulos de sudoeste. O caráter migratório do foco sugere um poder de erosão menor do que aquele associado aos focos de localização mais restrita do litoral gaúcho. Apesar disso, os seus efeitos devem ser consideráveis.

Os dados de clima de ondas para a CAU são limitados, mas sabe-se que as maiores ondas ocorrem durante as tempestades de sudeste (MTOP/PNUD/UNESCO, 1979). Nesta situação gera-se um foco na área do Cabo Polonio. Durante os Pamperos, o foco ocorre na área do Chuí enquanto na área do Cabo Polonio ocorre divergência de raios de onda. Tanto nas praias adjacentes ao Cabo Polonio como na praia da Barra do Chuí existem evidências de erosão e ao longo do segmento de costa compreendido entre ambas existem outros locais que também apresentam fortes sinais de erosão como Aguas Dulces, Punta del Diablo e La Coronilla.

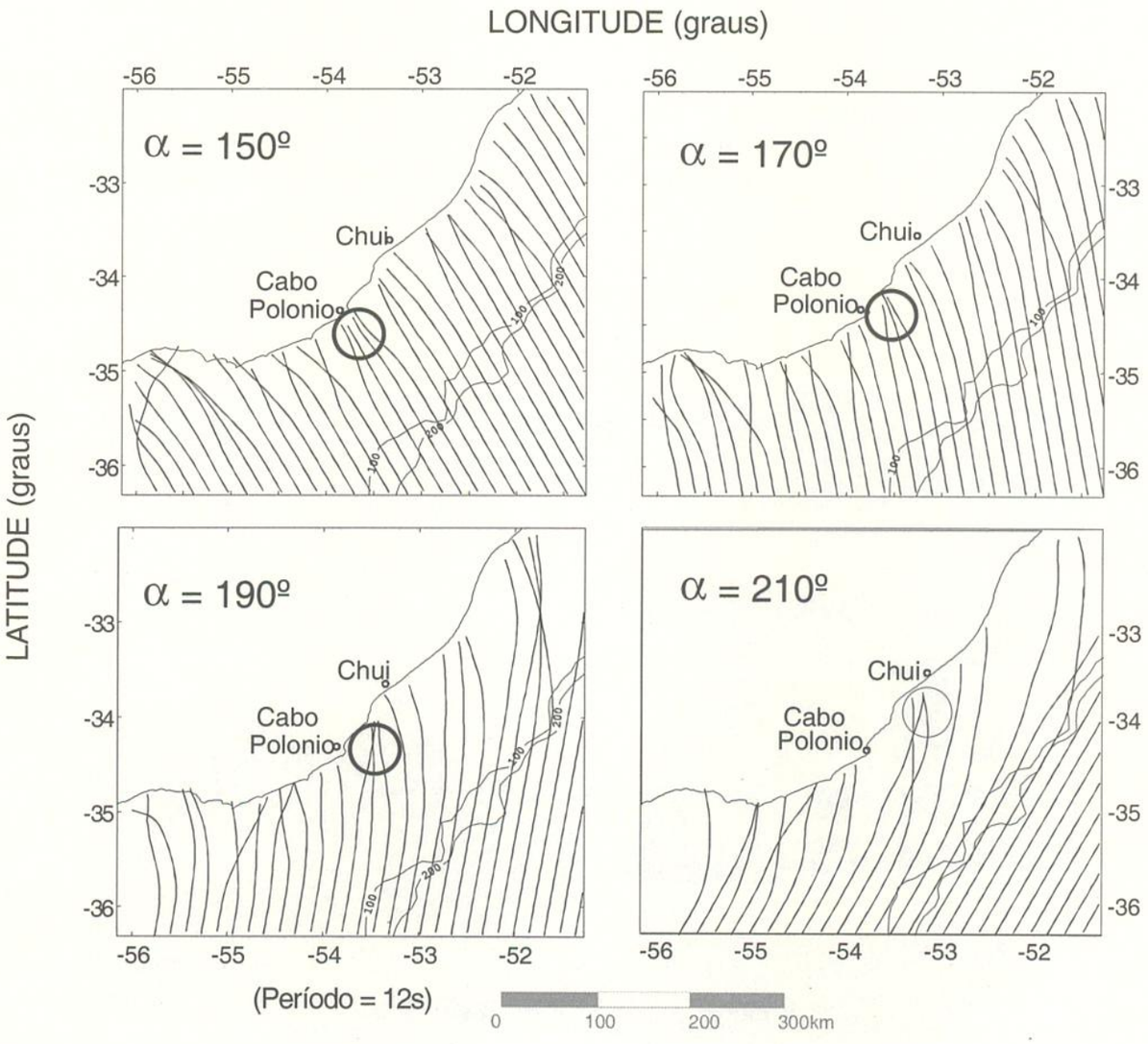

Figura 3 - Deslocamento do foco de energia de ondas ao longo da CAU.

Para compreender melhor a dinâmica dos focos são necessários estudos incluindo os efeitos locais, como a difração de ondas ao redor dos cabos, e dados mais precisos de clima de ondas que permitam não somente estabelecer quais são os possíveis cenários, mas também quais são as probabilidades de cada um deles realmente acontecer.

A CONTRIBUIÇÃO ANTRÓPICA NOS PROCESSOS DE EROSÃO

O homem tem promovido o desequilíbrio no balanço sedimentar das praias da CAU fundamentalmente através da ocupação desordenada da costa e de florestamentos para contenção das dunas. Por um lado, a ocupação da costa por si só já constitui um problema ambiental, por implicar numa redução de áreas naturais, mas os impactos poderiam ser minimizados se a urbanização fosse feita de maneira correta. Ao contrário disto, o que se observa na maior parte dos balneários da CAU são casas construídas sobre as dunas ou mesmo sobre a praia (Fig. 4), obras de contenção da erosão que só agravam o problema (Fig. 5), impermeabilização do solo, deságües pluviais na praia, pisoteio e tráfego sobre as dunas ignorando por completo a fragilidade e dinâmica do ambiente ocupado.

Os problemas não são apenas ambientais, se lembrarmos que o turismo constitui atualmente a principal fonte de renda dos moradores destes locais. Os casos mais críticos são os dos balneários Aguas Dulces, Cabo Polonio, Valizas e Punta del Diablo onde a ocupação foi feita de forma irregular invadindo áreas do Estado. Em Punta del Diablo, a conscientização da situação limite e da necessidade de preservar o patrimônio natural levou à elaboração de um plano de ordenamento territorial e desenvolvimento turístico (Consorcio Benech- Sprechmann, 1999) visando reverter a situação e promover um desenvolvimento sustentável do balneário. Em Cabo Polonio, a Direção Nacional do Meio Ambiente (DINAMA) do Ministério de Habitação, Ordenamento Territorial e Meio Ambiente (MVOTMA) está atualmente retirando as casas consideradas prejudiciais à dinâmica sedimentar da área do Cabo.

O segundo grande problema de origem antrópica é a obstrução do transporte eólico por florestamentos artificiais de pinus e acácias. Estes iniciaram em 1939 tanto nas adjacências do Cabo Polonio como de Aguas Dulces como medida destinada à fixação das dunas (Ochoa Sayanes & Varese, 1999). Os florestamentos têm sido os principais responsáveis pela erosão das praias a nordeste do Cabo Polonio (Panario

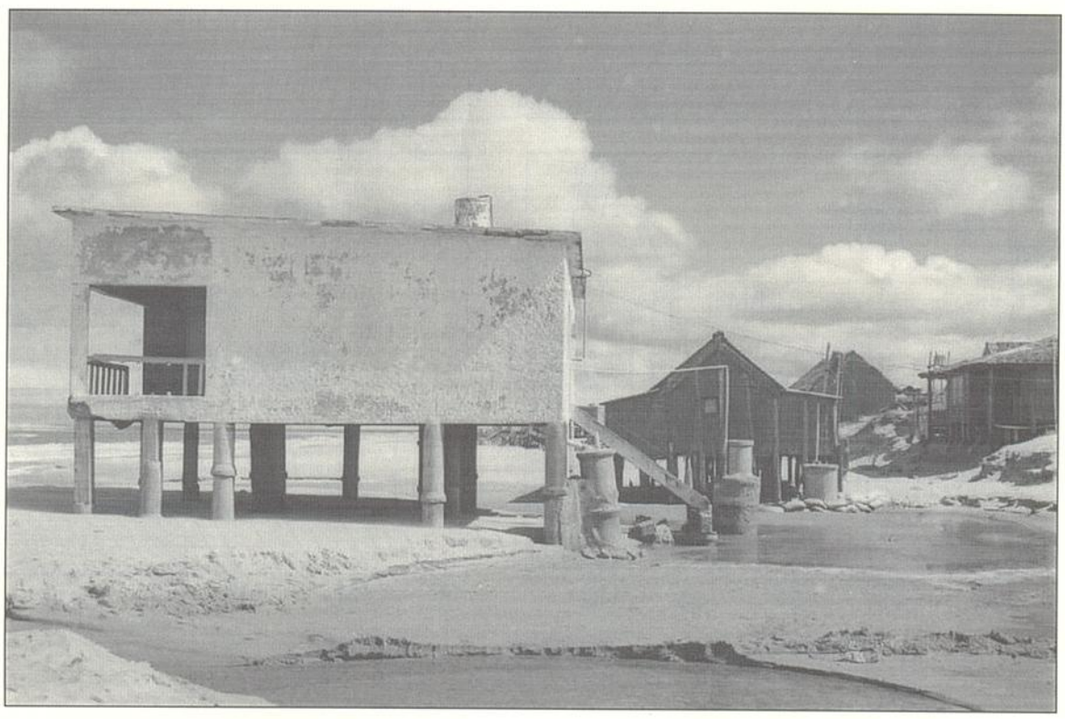

Figura 4 - Casa no pós-praia no balneário de Aguas Dulces.

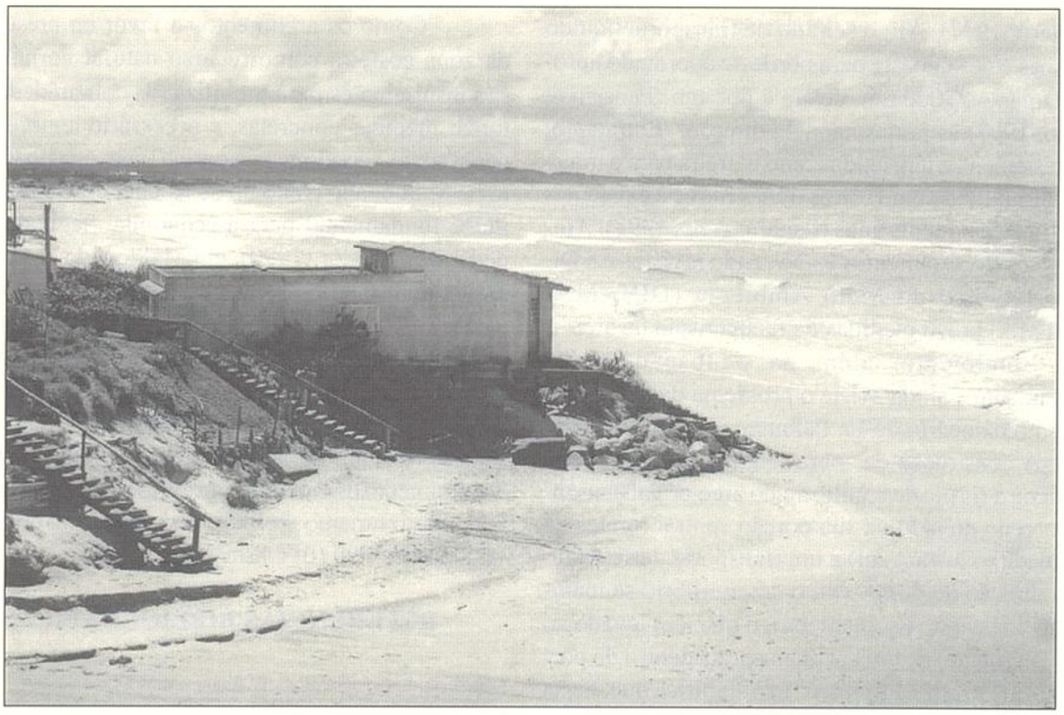

Figura 5 - Casa armada contra a erosão por meio de obras rígidas na praia de Costa Azul.

Figura 6 - Praia formada dentro do porto de La Paloma.

& Piñeiro, 1997). Ali, o sentido de transporte líquido das dunas é de sudoeste para nordeste aportando aproximadamente 37000 ton. de areia por ano (Panario & Piñeiro, 1997) às praias naquela direção. Entretanto, os florestamentos têm agido como barreira para o transporte, diminuindo em 70% as dunas móveis existentes nos últimos cinqüenta anos (Panario *et al.*, 1993). Atualmente os florestamentos estão sendo revistos e a Direção Nacional do Meio Ambiente (DINAMA-MVOTMA) prevê medidas de recuperação da área.

Finalmente, além da ocupação e dos florestamentos, ainda existe o problema de obras portuárias no balneário de La Paloma, no Cabo de Santa Maria. A construção das obras rígidas de engenharia modificou a forma de equilíbrio do arco praial causando um recuo do arco na sua porção central (praias de La Aguada e Costa Azul) e um transporte deste material na direção do porto. Ali, o desequilíbrio se manifesta no constante assoreamento, o que tem levado ao desenvolvimento de uma pequena praia dentro do porto conforme mostra a figura 6. Isto significa que, nesta área, mais do que um problema de erosão existiria um problema de redistribuição dos sedimentos que é desfavorável aos interesses de todos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo os aportes atuais de sedimentos limitados, a preservação das praias é essencial para manter o equilíbrio e impedir o desencadeamento de processos erosivos. A falta de fontes abundantes de sedimentos para as praias impede tamponar os efeitos de atividades humanas prejudiciais como os florestamentos e a ocupação desordenada.

Este trabalho iniciou com a pergunta "a localização das praias em erosão em setores ocupados da costa seria uma prova da origem apenas antrópica do problema?". A questão ainda não pode ser respondida categoricamente. Não restam dúvidas quanto ao papel prejudicial das atividades humanas na erosão das praias da CAU, mas neste trabalho surgiu uma nova hipótese de causa natural de erosão. De qualquer modo, independentemente da origem do problema, a solução está nas mãos do homem. Se as causas forem apenas de natureza antrópica, as soluções são mais fáceis. Se as hipóteses sobre as causas naturais de erosão estiverem corretas, então a tarefa e a responsabilidade do homem é ainda maior porque ele precisa contrabalançar o efeito dos processos naturais que levam ao recuo das praias.

Como os argumentos a favor da preservação da zona costeira como recurso natural normalmente são insuficientes para mobilizar as comunidades para tomar medidas concretas, é necessário lembrá-las do papel socio-econômico da costa. Tanto no departamento de Maldonado como no de Rocha, a atividade turística é fundamental para a economia. Segundo dados de El Observador (1999), em Maldonado, a renda derivada do turismo representa ao redor de 40% do PIB e constitui o principal motor do crescimento econômico. Estima-se que em 1998 metade dos estrangeiros que ingressaram no país tenham ido a Maldonado e que Punta del Este, o maior balneário do departamento, tenha absorvido 63% das despesas totais dos turistas no país. O departamento de Rocha ainda apresenta um perfil pecuário, mas o turismo cresce a uma taxa anual de mais de 10% desde 1990 (El Observador, 1999).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angulo, R. J.; Giannini, P. C. F.; Suguio, K. & Pessenda, L. C. R., 1996. Variação do nível relativo do mar nos últimos 5.500 anos na região de Laguna- Imbituba (Santa Catarina), com base em datações radiocarbônicas de tubos de vermetídeos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., 1996, Salvador. **Anais...** Salvador, SBG. v.5, p. 281-285.

Ayup-Zouain, R.N., 1986. **Aspecto da dinâmica sedimentar no Rio de la Plata exterior e plataforma continental adjacente**. Porto Alegre. 226p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Bossi, J., 1997. **Seminario: Costa Atlántica - Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación sobre la dinámica de la costa y sus barras lagunares**. Transcrição de participação em debate. Rocha, Uruguay, PROBIDES, p. 87.

Bossi, J. & Montaña, J., 1997. Dinámica de las Barras Costeras de las Lagunas de Garzón y Rocha. In: Hernández, J. (ed.). **Seminario: Costa Atlántica - Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación sobre la dinámica de la costa y sus barras lagunares**. Rocha, Uruguay, PROBIDES, p. 59- 84.

Bracco, R.; Montaña, J. R.; Bossi, J.; Ures, M. C. & Panarello, H., 2000. Evolución del Humedal y Ocupaciones Humanas en el Sector Sur de la Cuenca de la Laguna Merín. In: Ministerio de Educación y Cultura. **Arqueologia de las Tierras Bajas**, Montevideo, MEC, p. 99-115.

Calliari, L.J.; Speranski, N. & Boukareva, I., 1998. Stable focusing of wave rays as a reason of local erosion. **Journal of Coastal Research SI** (26): 19-23.

Caruso Jr., F., 1997. Contribuição ao conhecimento geológico da região sul catarinense, com ênfase nos aspectos evolutivos dos ambientes litorâneos durante o Quaternário. CONGRESSO DA ABEQUA, 6., 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba, p. 44-48.

Consorcio Benech- Sprechmann, 1999. **Plan de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Turístico de Punta del Diablo**. Informe Final. Montevideo, MVOTMA, MINTUR, IMR, Comisión Sectorial de Punta del Diablo, Benech Sprechmann Arquitectos, Equipos Mori. 228 p.

Davies, J. L., 1980. **Geographical Variation in Coastal Development**. 2nd Ed. Londres, Longman, 221 p.

El Observador, 1999. **Todo Uruguay**. Montevideo, Editorial Sol 90, Interacción, S.A.. 20 CD-ROMs.

Jackson, M., 1997. Alteraciones Físicas de la Costa Atlántica Uruguaya. In: Hernández, J. (ed.). **Seminario: Costa Atlántica - Estado actual del**

conocimiento y estrategia de investigación sobre la dinámica de la costa y sus barras lagunares. Rocha, Uruguay, PROBIDES, p. 9- 14.

Martin, L. & Suguio, K., 1989. Excursion route along the Brazilian coast between Santos (State of São Paulo) and Campos (North of State of Rio de Janeiro). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GLOBAL CHANGES IN SOUTH AMERICA DURING THE QUATERNARY, 1989, São Paulo. **Special Publication...** São Paulo, No.2. 136p.

Motta, V.F., 1963. **Relatório - Análise e Previsão das Alturas de Onda em Tramandaí**. Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, 30p.

Nagy, G., 1997. **Seminario: Costa Atlántica - Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación sobre la dinámica de la costa y sus barras lagunares**. Transcrição de participação em debate. Rocha, Uruguay, PROBIDES, p. 105- 106.

Nicolodi, J. L.; Toldo Jr., E. E. & Gruber, N. S. L., 2000. Análise da bidirecionalidade das correntes litorâneas no litoral norte do Rio Grande do Sul. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 13., 2000, Itajai, SC. **Anais...** Itajaí, p. 461-463.

Ochoa Sayanes, H. & Varese, J.A., 1999. **Memorias de Aguas Dulces, Barra de Valizas y Cabo Polonio**. 3ª. ed., Montevideo, Editorial Latina. 88 p.

Panario, D., 1997. Dinámica de la costa atlántica uruguaya. In: Hernández, J. (ed.). **Seminario: Costa Atlántica - Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación sobre la dinámica de la costa y sus barras lagunares**. Rocha, Uruguay, PROBIDES, p. 23- 39.

Panario, D.; Piñeiro, G.; de Alava, D. & Fernández, G., 1993. **Dinámica sedimentaria y geomorfológica de dunas y playas en Cabo Polonio, Rocha**. Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Unidad de Ciencias de la Epigenesis. 35p.

Panario, D. & Piñeiro, G., 1997. Vulnerability of oceanic dune systems under wind pattern change scenarios in Uruguay. **Climate Research, 9**: 67-72.

MTOP/PNUD/UNESCO, 1979. **Proyecto de conservación y mejora de playas**, Informe Técnico URU.73.007. 593p.

Roy, P. S.; Cowell, P.J.; Ferland, M.A. & Thom, B.G., 1994. Wave-Dominated Coasts. In: Carter, R.W.G. & Woodroffe, C.D. (eds.). **Coastal evolution, late Quaternary shoreline morphodynamics**. Cambridge, Cambridge University Press, p. 121-186.

Speranski, N., 1998. Computer- oriented atlas of dynamic processes in coastal zone. **Journal of Coastal Research SI** (26): 8-13.

Speranski, N. & Calliari, L. J., 1999. Efeito do "foco estável" e a erosão costeira localizada. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 7., 1999, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro, BA, viiabequa_zco004.pdf.

Suguio, K.; Martin, L.; Bittencourt, A. C. S. P.; Dominguez, J. M. L.; Flexor, J. M. & Azevedo, A. E. G., 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências, 15**(4): 273-286.

Tomazelli, L. J. & Villwock, J. A., 1989. Processos erosivos atuais na costa do Rio Grande do Sul, Brasil: Evidências de uma provável tendência contemporânea de elevação do nível relativo do mar. In: CONGRESSO DA ABEQUA, 2., 1989, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro, p. 16.

Tomazelli, L. J. & Villwock, J. A., 1992. Considerações sobre o ambiente praial e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, 19**(1): 3-12.