

Pesquisas em Geociências

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

Estimativa da Capacidade de Transporte Longitudinal de Sedimentos a partir de Dados de Ondas para a Costa do Rio Grande do Sul

Sávio Freire Lima, Luiz Emílio Almeida, Elírio Toldo Jr.

Pesquisas em Geociências, 28 (2): 99-107, maio/ago., 2002.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20272>

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

Estimativa da Capacidade do Transporte Longitudinal de Sedimentos a partir de Dados de Ondas para a Costa do Rio Grande do Sul

SÁVIO FREIRE LIMA¹, LUIZ EMÍLIO S. B. ALMEIDA² & ELÍRIO E. TOLDO JUNIOR.³

¹ Pós Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos – IPH/UFRGS – Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91501-970 Porto Alegre RS, savio@if.ufrgs.br

² Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH/UFRGS – Av. Bento Gonçalves 9500, CEP 91501-970 Porto Alegre RS, luiz.almeida@ufrgs.br

³ Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – CECO/IG/UFRGS – C.P. 15001, CEP 91509-900 Porto Alegre RS, toldo@vortex.ufrgs.br

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

Abstract - Waves data and a simple mathematical model was used to determine the longshore sediments transport at the Rio Grande do Sul coast. The model was developed by the application of the Energy Flow Method (U.S. Army, 1984), to estimate quantitatively the littoral drift potential for different segments of the coast. The coast was divided in segments or straight lines, which has the same orientation. The coefficient of proportionality between the wave energy and the sediment transport was obtained using beach profile surveys and sediment grain size. The largest drift taxes were of the order of -2.900.000 m³/year and -2.600.000 m³/ano for NE, along of the Hermenegildo beach and between Cassino and Solidão beach, respectively. Reasonable agreement exists between coastal erosion observations in previous studies and the result obtained by this model, which suggests that a predictive capability has been established.

Keywords - Rio Grande do Sul coast, littoral drift, coastal erosion.

INTRODUÇÃO

O transporte de sedimentos costeiros, principalmente o transporte longitudinal, tem sido alvo de estudo de pesquisadores e profissionais das mais diversas áreas. A importância do fenômeno fica evidenciada no momento em que se observam as alterações da linha de costa ao longo do tempo, notadamente naquelas áreas que sofrem ações antrópicas. Sabe-se que as costas são áreas de grande concentração de energia, e que são raros os casos em que estes ambientes atingem um estado de equilíbrio estático, observando-se na realidade, características de um equilíbrio dinâmico, onde as formas e texturas alternam-se no curso do tempo. À medida que este equilíbrio é alterado, e estas modificações apresentam uma determinada tendência, instalam-se processos erosivos ou deposicionais.

Neste contexto, a ocupação de uma área costeira, que muitas vezes leva ao uso de obras de engenharia para manter a integridade das edificações, requer um bom conhecimento dos agentes dinâmicos e das características morfológicas locais, que possibilite uma previsão pelo menos razoável do comportamento da linha de praia ao longo da vida útil das estruturas. Ainda, quando a ocupação tem fins portuários, com implantação de estruturas de atracação, deve-se considerar a necessidade de conhecer a dinâmica local com

precisão suficiente que possibilite uma boa previsão dos custos com manutenção de profundidade e conservação dos ambientes circunvizinhos.

O problema com que se depara o pesquisador, na grande maioria dos casos em que pretende estudar a dinâmica de uma localidade, é a falta de séries representativas de dados locais. Em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, esta realidade é ainda pior, dada a escassez de recursos, tanto para a realização de campanhas de monitoramento de dados costeiros, quanto para a recuperação de infra-estruturas públicas ou privadas, que venham a ser afetada por problemas relacionados com alterações na linha de praia.

Sob esta óptica, define-se o transporte longitudinal de sedimentos, como sendo um dos parâmetros capazes de caracterizar a dinâmica de uma zona costeira. Para a determinação da capacidade de transporte longitudinal sobre a costa do Rio Grande do Sul, que assim como um grande número de praias da costa brasileira carece de valores quantitativos que caracterizem suas taxas de deriva litorânea, aplicou-se o método do Fluxo de Energia (U.S. Army, 1984), com o objetivo de criar dados representativos para auxiliar projetos que venham a ser realizados nesta área.

A praia oceânica da planície costeira do Rio Grande do Sul (Fig. 1), pode ser considerada como uma das mais extensas e contínuas praias arenosas do

mundo. Com cerca de 630 km de extensão, desempenha papel fundamental no desenvolvimento dos demais sistemas costeiros da região. Mesmo com sua importância e dimensão ainda são poucos os estudos quantitativos na área de transporte de sedimentos e taxas de erosão ou assoreamento ao longo de todo o litoral. Diante da crescente urbanização da zona costeira registrada no estado e da necessidade de se estimar possíveis alterações na linha de praia, faz-se necessário um conhecimento mais aprofundado dos valores da deriva litorânea.

OBJETIVOS

O presente trabalho pretende, através da aplicação do Método do Fluxo de Energia (U.S. Army, 1984), estimar quantitativamente o potencial de transporte longitudinal de sedimentos para a costa gaúcha. O cálculo será realizado ao longo de cada trecho de reta que represente a orientação predominante da linha de praia, de modo que as informações obtidas possam servir como base para uma primeira análise de projetos de engenharia na região. Utilizar os dados sedimentológicos e morfológicos de perfis praias existentes para estimar o coeficiente de proporcionalidade entre a energia das ondas e o transporte de sedimentos.

Embora o método utilizado apresente uma tendência a superestimar a deriva litorânea, espera-se criar uma primeira estimativa que possibilite futuras calibrações do modelo a partir de medições que venham a ser realizadas no campo.

METODOLOGIA

A partir de um conjunto de dados de onda obtidos em mar aberto, registrados por navios comerciais e organizados por Hogben & Lumb (1967), aplicou-se o Método do Fluxo de Energia (U.S. Army, 1984), para estimar o potencial de transporte litorâneo causado pelas ondas incidentes nos setores 40 e 44 do Oceano Atlântico sul. O limite geográfico entre estes setores e a respectiva zona de influência é definido pelo paralelo 30° S, que passa entre as praias de Capão da Canoa e Cidreira (Fig. 1A). O clima de ondas correspondente a cada setor é ilustrado nas figuras 1B e 1C. A divisão da costa em trechos de reta foi feita com base em um levantamento do litoral com o uso de GPS diferencial, em Julho de 2000, de acordo com metodologia descrita por Toldo *et al.* (1999).

O Método proposto consiste em estimar a capacidade de transporte de sedimentos para cada evento de onda registrado durante um período representativo. Entenda-se como evento cada onda registrada com sua altura e direção de origem. Calculados os respectivos potenciais, estes são somados, resultando em duas frações, a positiva e a negativa, onde a primeira convencionou-se como sendo o deslocamento com sentido para sudoeste, nas praias gaúchas. A metodologia requer, ainda, o ajuste de um coeficiente de calibração que varia de acordo com a localidade estudada e indica a relação direta entre o fluxo de energia das ondas e o transporte resultante. As principais vantagens deste método são:

- Aplicabilidade a longos trechos de costa, e não a pontos isolados;
- Pode ser empregado para diversos alinhamentos de praia dentro da área em estudo;
- Não requer levantamentos detalhados das características locais, apenas um conjunto de dados estatísticos de ondas e os alinhamentos da costa.

O primeiro passo a ser dado para a utilização do método consiste em se determinar uma direção principal para o alinhamento do litoral. Tal procedimento requer a divisão da linha de costa em trechos que possam ser representados por retas, sendo estas representativas do alinhamento das faixas de praia localizadas entre os dois pontos que a compõem. O alinhamento a ser utilizado será o azimute da reta traçada. A obtenção de tais parâmetros é feita através da digitalização de cartas e a inserção direta das medidas de campo em programas para referenciamento de imagens.

A partir das estatísticas de onda para a região, determinou-se a frequência de atuação de cada evento incidente sobre a costa, ao longo do período de observação. O transporte total foi obtido pela soma da contribuição de cada evento, sendo dado pela fórmula:

$$Q_{\alpha_0, H_0} = \frac{K}{a(\rho_s - \rho)} 0,05 \rho g^{1/2} f H_0^{5/2} F(\alpha) \quad (1)$$

$$F(\alpha_0) = \frac{1}{\Delta\alpha} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \cos^{1/4}(\alpha_0) \sin(2\alpha_0) d\alpha \quad (2)$$

onde, $Q\alpha_0 H_0$ é a taxa de transporte de sedimentos correspondente ao evento (um evento corresponde a uma onda com altura H_0 e direção α_0); α_0 é o ângulo central de uma faixa de incidência de ondas, que tem como limites as direções α_1 e α_2 em águas profundas; H_0 é a altura da onda no evento considerado também ao largo; K é o coeficiente adimensional de calibração; a equivale a porosidade do sedimento (volume de sólidos / volume total = 0.6); ρ_s é a massa específica do sedimento (2.650 kg/m³); ρ é a massa específica da água do mar (1.025 kg/m³); g é a aceleração da gravidade (9,806 m/s²); f equivale a frequência de ocorrências do evento para onda com uma dada altura H_0 e direção α_0 ; $F(\alpha_0)$ é o termo direcional do evento.

É importante ressaltar que para uma correta aplicação do método descrito, os dados de entrada no modelo devem estar referidos a águas profundas, o que se confirma para os dados organizados por Hogben e Lumb (1967) e utilizados como entrada no modelo.

O coeficiente adimensional K relaciona diretamente a taxa longitudinal de transporte de sedimentos não coesivos com o fluxo de energia de ondas. O seu valor foi proposto por Bruno *et al.* In: U.S. Army (1984), onde 0,39 mostrou o melhor ajuste para as praias americanas estudadas. A simples aplicação deste valor para praias diversas, negligencia as propriedades hidráulicas do sedimento e do meio onde o transporte está ocorrendo. Alguns estudos como Thornton (1972), Dean (1973), Walton & Chiu (1979), Bailard (1981), Dean *et al.* (1982) e Dean (1983) In: U.S. Army (1985), resultaram em expressões analíticas que indicam que K não é constante, mas dependente do tamanho do sedimento e de sua densidade, que podem ser representados pela velocidade de decantação do grão. Adimensionalizando-se a velocidade de queda através da expressão abaixo, tem-se um coeficiente que considera as propriedades hidráulicas do meio e do sedimento:

$$Pa = g.H_b/w^2 \quad (3)$$

onde, Pa é o parâmetro adimensional dependente do tamanho do sedimento e de sua densidade representados pela velocidade de queda; H_b é a altura de arrebentação das ondas; w é a velocidade de queda do sedimento no meio.

A plotagem dos parâmetro K e Pa em escala logarítmica indica uma relação linear de boa qualidade para os dois parâmetros, de acordo com a equação a seguir:

$$K = 6.1637 \text{ Log } (g.H_b/w^2) - 0.0773 \quad (4)$$

Desta forma, pode-se obter o K específico para cada praia. Os dados de velocidade de queda do grão (w) e altura de arrebentação das ondas (H_b) foram obtidos por Barletta (2000), por meio de monitoramento de 6 praias do litoral gaúcho entre Março de 1996 e Setembro de 1999, e estão indicados na tabela 1.

A implementação do método em rotinas computacionais possibilitou a geração de um gráfico de Rosa de Transporte Longitudinal (RTL). A rosa de transporte de sedimentos, desenvolvida originalmente por Walton (1973), In: Cassar (1993), fornece uma visão qualitativa da direção e intensidade do transporte litorâneo para os diferentes alinhamentos de praia. A construção da RTL é feita com a plotagem em gráfico polar dos valores absolutos dos transportes longitudinais positivo, negativo e líquido calculados para os diferentes alinhamentos de costa sujeitos a um mesmo clima de ondas.

DISCUSSÃO

O litoral gaúcho digitalizado foi então dividido em oito trechos de retas; 40-1, 40-2, 41-1, 41-2, 41-3, 41-4 e 41-5 (Fig. 1), o que garantiu uma boa representação graças à inexistência de grandes variações no alinhamento ao longo de todo o seu comprimento, com orientação geral SW-NE. Sobre estes alinhamentos e considerando os dados de ondas representativos para cada trecho foi calculado o potencial de transporte correspondente a cada evento registrado e em seguida tais valores foram multiplicados por sua frequência. Os valores de K calculados de acordo com a metodologia proposta foram obtidos usando-se como entrada os dados de granulometria (Tamanho Médio – Mz), altura de quebra das ondas (H_b) e velocidade de decantação das partículas (w_s), obtidos de Barletta (2000), a partir do monitoramento dos seguintes pontos do litoral gaúcho: Farol do Estreito em Bojuru, Farol da Conceição, Lagamarzinho, Farol de Mostardas, Balneário de São Simão e Farol da Solidão (Tab. 1). A distância aproximada de cada uma destas localidades em relação à desembocadura da Lagoa dos Patos, para o norte, é de 45, 75, 140, 149, 190 e 228 km (Fig. 1), respectivamente.

Os coeficientes encontrados a partir da equação 4 variaram entre 0,62 e 0,67 (Tab. 1), em média 64% maiores que aquele sugerido inicialmente por Bruno *et al.* In: U.S. Army (1984), e correspondente a 0,39.

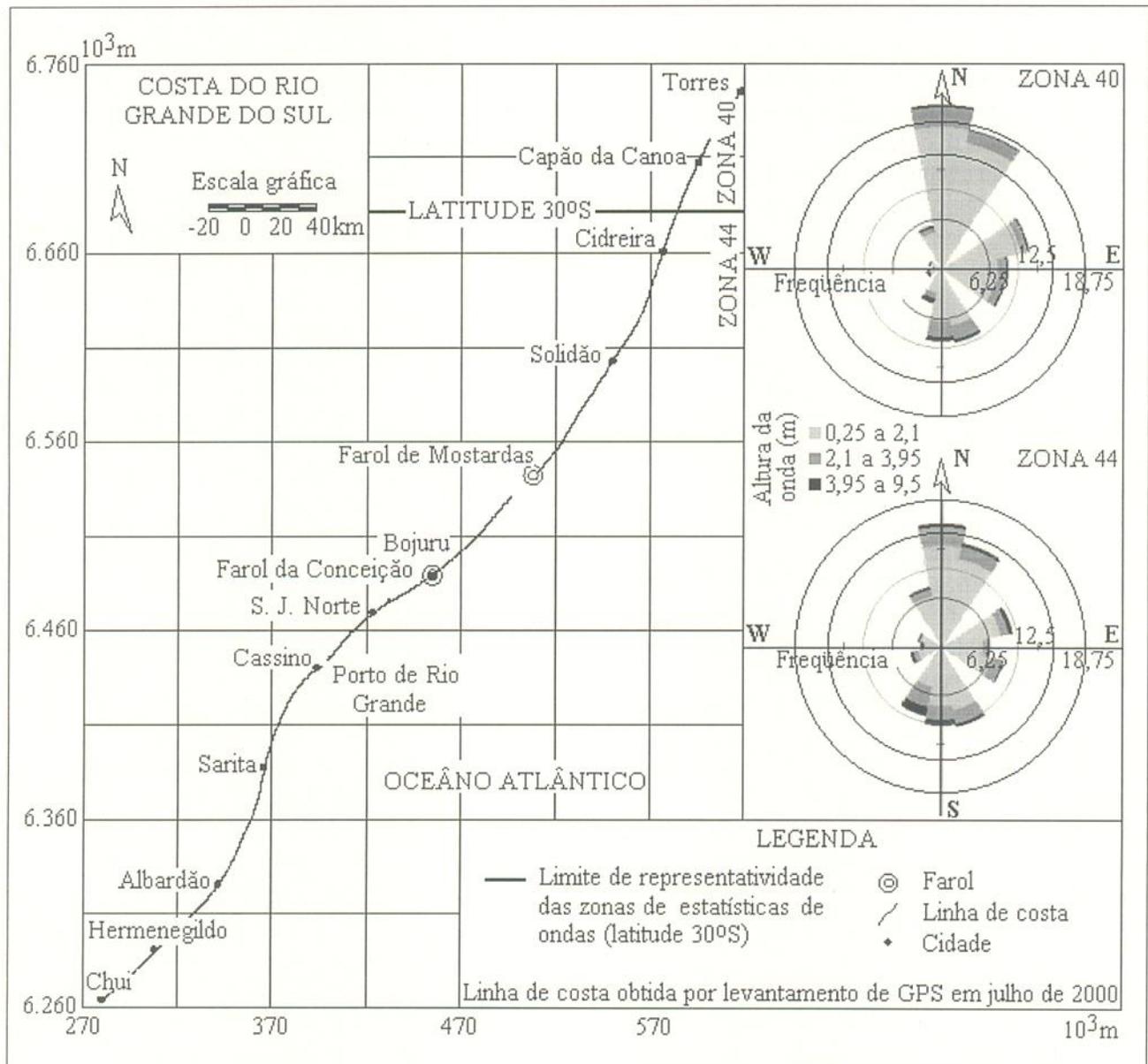


Figura 1 - (A) Linha de costa tomada como base para a discretização dos sub-trechos e a divisão entre a área de influência de cada estatística de onda. (B e C) Correspondem aos climas de ondas dos setores 40 e 44, respectivamente.

Como o coeficiente expressa uma relação linear entre a energia das ondas e o transporte longitudinal, tem-se que o uso do coeficiente de 0,64 encontrado especificamente para as praias gaúchas, apresentou taxas de transporte em média 64% maiores.

Na tabela 1, os valores apresentados para as localidades indicadas como estreito A e B correspondem a dois perfis distintos, separados por uma distância aproximada de 5 m, portanto os dois representam o Farol do Estreito, sendo que o A foi monitorado entre 1996 e 1997 e o B entre 1998 e 1999. A figura 2 ilustra os valores encontrados para o potencial de deriva litorânea. As maiores taxas foram da

ordem de $-2.900.000 \text{ m}^3/\text{ano}$ nas proximidades da praia do Hermenegildo e de $-2.600.000 \text{ m}^3/\text{ano}$ em média no trecho compreendido entre a praia do Cassino e Solidão. Estas áreas de maior transporte compreendem aproximadamente 60 % de todo o litoral, enquanto que o restante apresenta valores médios de $-1.100.000 \text{ m}^3/\text{ano}$. Foram ainda ajustadas equações lineares de forma a se poder estimar os valores para alinhamentos intermediários.

A Rosa de Transporte Longitudinal para o litoral está representada na figura 3. Este gráfico foi obtido através dos dados de onda da área 44, que abrange a maior parte da costa gaúcha. As grandezas

Tabela 1 - Parâmetros morfométricos medidos e calculados para as praias do Farol do Estreito, Farol da Conceição, Lagamarzinho, Farol de Mostardas, São Simão e Farol da Solidão (Barletta, 2000). A faixa de amostragem está indicada na figura 5.

	Estreito A	Estreito B	Conceição	Lagamarzinho	Mostardas	São Simão	Solidão
$Mz (f\bar{i})$	2.38	2.15	2.30	2.30	2.22	2.15	2.25
$H_b (m)$	0.86	0.80	1.00	1.30	1.10	1.00	1.30
$w_s (cm/s)$	2.04	2.11	1.90	2.20	2.20	2.20	1.90
K	0.63	0.62	0.65	0.65	0.63	0.63	0.67

apresentadas em RTL estão todas em módulo, logo os valores negativo e resultante estão com sinal positivo no gráfico polar indicado. A figura 3 indica ainda os pontos de transporte resultante nulo, ou seja, alinhamentos da costa para o qual o valor do transporte positivo ao longo de um ano se equivale ao negativo em módulo e resulta em uma zona onde não ocorre acresção ou erosão. Esta orientação é também chamada de alinhamento de equilíbrio da costa, ou seja, o alinhamento que a praia passa a buscar após uma intervenção por meio de estruturas ou engordamentos. Um exemplo desta situação pode ser observado para um ângulo da perpendicular de aproximadamente 90°. Neste caso, o alinhamento da costa com o norte é zero, e observamos que os valores de transporte positivo e negativo se igualam.

A seqüência de cálculos utilizada permite ainda identificar as ondas que mais contribuem para o transporte de sedimentos dentro de todo o espectro de incidência registrado. A figura 4 ilustra a relação

entre direção, altura e transporte gerado pelos diferentes eventos de ondas, registrados e utilizados como dados de entrada nos cálculos. Constatou-se a importância das ondas que chegam de leste, com direção aproximada de 90°. Tais eventos registraram uma boa significância na parcela total de transporte positivo (SW) e como indicado na figura 4, as alturas de 1,5 e 1,8 m foram ainda as mais representativas dentro desta categoria e foram observadas em cerca de 6% de todos os registros utilizados, sendo entretanto, responsáveis por aproximadamente 10 % do transporte de sedimento bruto. Em um outro extremo temos as ondas vindas de norte-nordeste, com cerca de 30° de incidência, ocorrendo em aproximadamente 13% dos registros (Fig. 1C), e representando a categoria mais freqüente entre todas as que incidem sobre a costa, mas que ocasionam um transporte bruto de menos de 2 % do total. Tais eventos são geralmente relacionados com ventos locais que geram vagas próximas à costa.

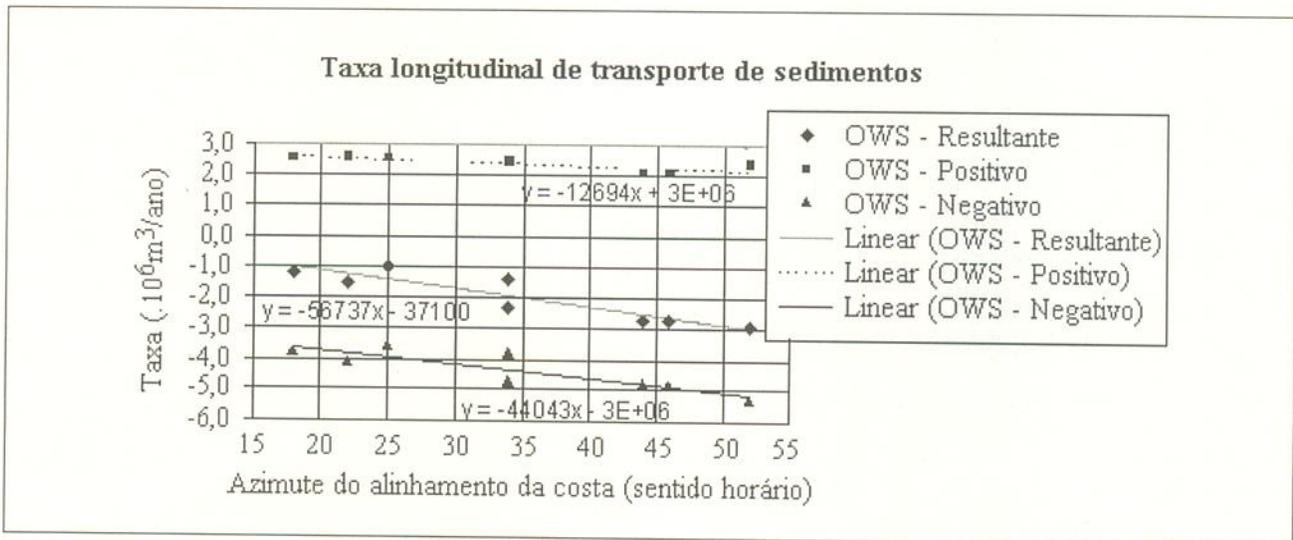


Figura 2 - Taxas de transporte positivo (para sudoeste), negativo (para nordeste) e resultantes encontradas para os 8 diferentes trechos no qual foi dividida a costa gaúcha.

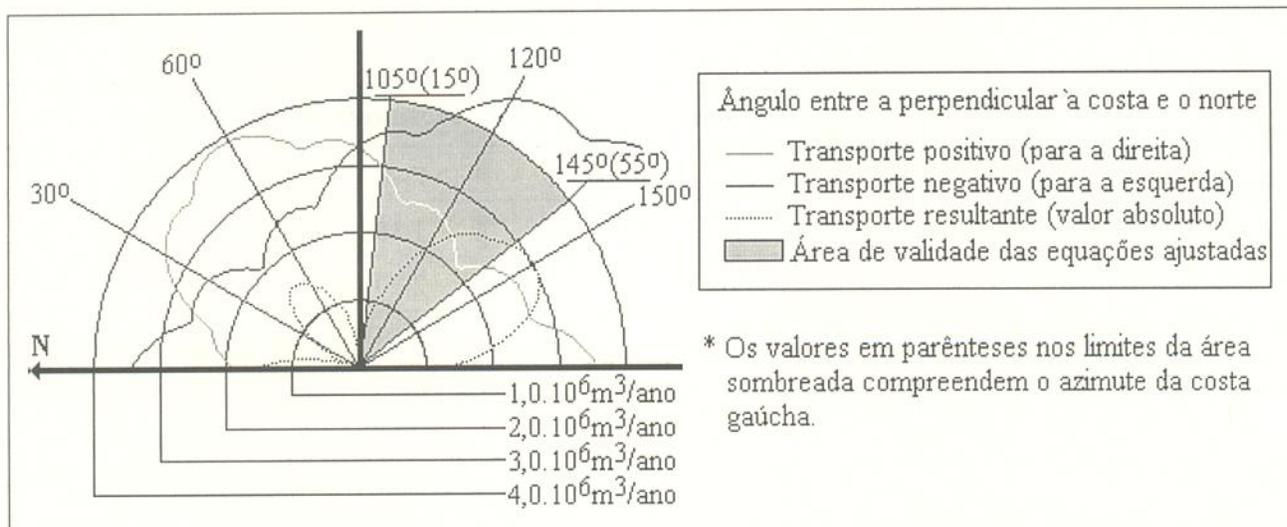


Figura 3 - Gráfico polar para as ondas do Setor 44 para os diversos alinhamentos hipotéticos de costa, indicando alinhamentos de equilíbrio e alinhamentos para os quais as taxas se tornam críticas.

Cabe ainda um comentário sobre as ondas oriundas da direção sul, registradas em 9 % das medições e responsáveis por mais de 30% do transporte bruto ocorrido. Uma breve observação da frequência de ocorrência destas últimas ondas e seu potencial de transporte leva-nos a concluir que são eventos não muito comuns, mas com alto potencial erosivo. Para

ambos os setores 40 e 44 (Fig. 1B e 1C) as ondas vindas de sul apresentaram as alturas máximas com os picos de deriva correlacionáveis as ondas com 2,0, 3,0 e 4,5 m, respectivamente (Fig. 4).

De acordo com Motta (1969), In: Barletta (2000), as ondas de maior energia e menor esbelteza são provenientes de sudeste, vagas e ondulações

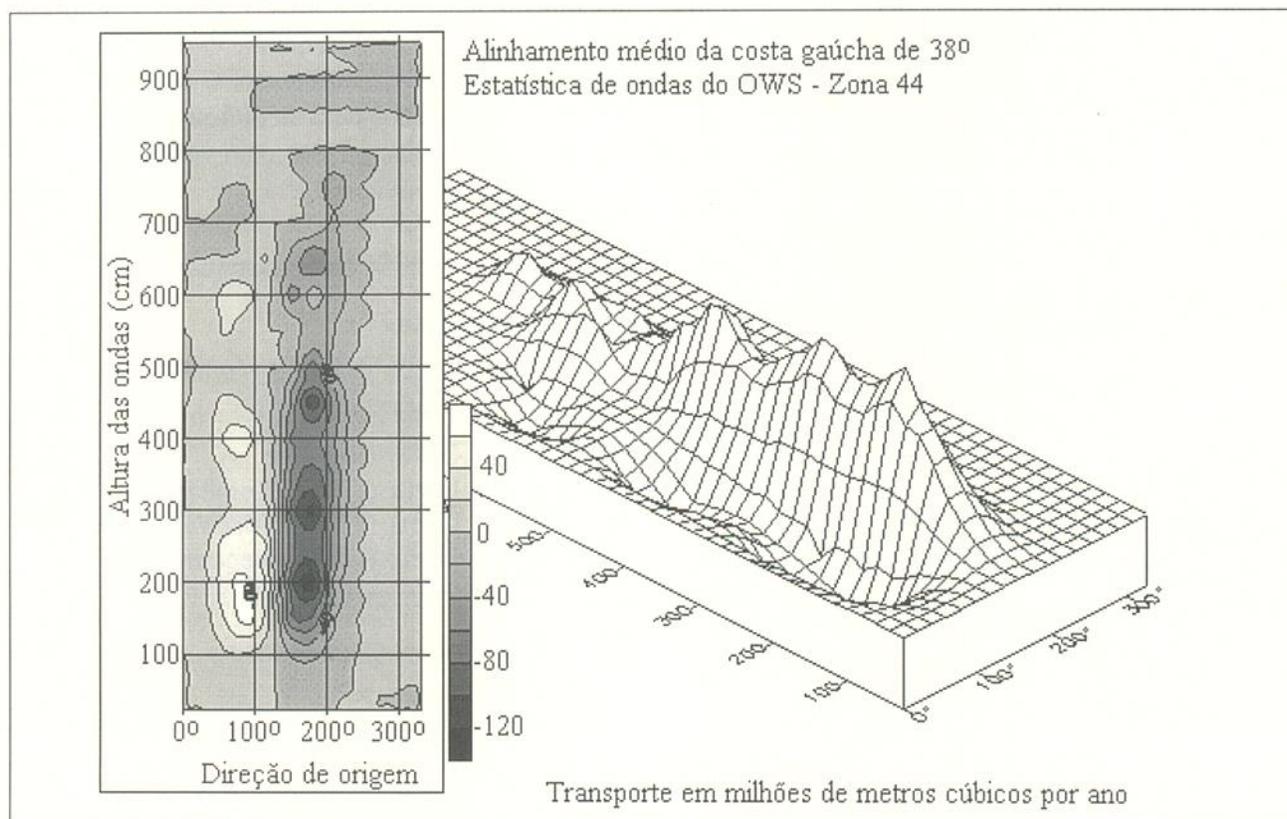


Figura 4 - Representação do potencial de transporte correspondente a cada evento de onda incidente na costa, considerando um alinhamento de 38°.

pequenas com menor energia e maior esbeltez são provenientes do quadrante leste-nordeste. As ondas de sul são raras e associadas a fortes tempestades. Tais observações validam os resultados encontrados que ainda quantificam a parcela da deriva associada aos diferentes mecanismos geradores de ondas para o sul do Brasil. Em outras palavras, o grupo de ventos locais predominantes (NE, NNE e ENE) geram vagas com pequena capacidade de transporte, e mesmo com frequências consideráveis não respondem por grandes modificações na linha de praia. Por outro lado, as ondas geradas por ventos dos quadrantes SSW, SW e

WSW estão associadas a fenômenos de tempestades e são registrados com maior frequência nos meses de Inverno (Delaney, 1965, Calliari, 1980, Tomazelli, 1993, In: Barletta, 2000), sendo neste período que ocorrem as maiores modificações nos perfis praias.

A figura 5 indica as taxas obtidas para os diferentes trechos de reta ao longo de um ano. O trecho de costa destacado por barras entre Bojuru e Solidão indica a área de levantamento dos parâmetros necessários para o cálculo do fator de proporcionalidade K . O valor médio para esta região foi utilizado para toda a costa, o que pode indicar valores acima dos que

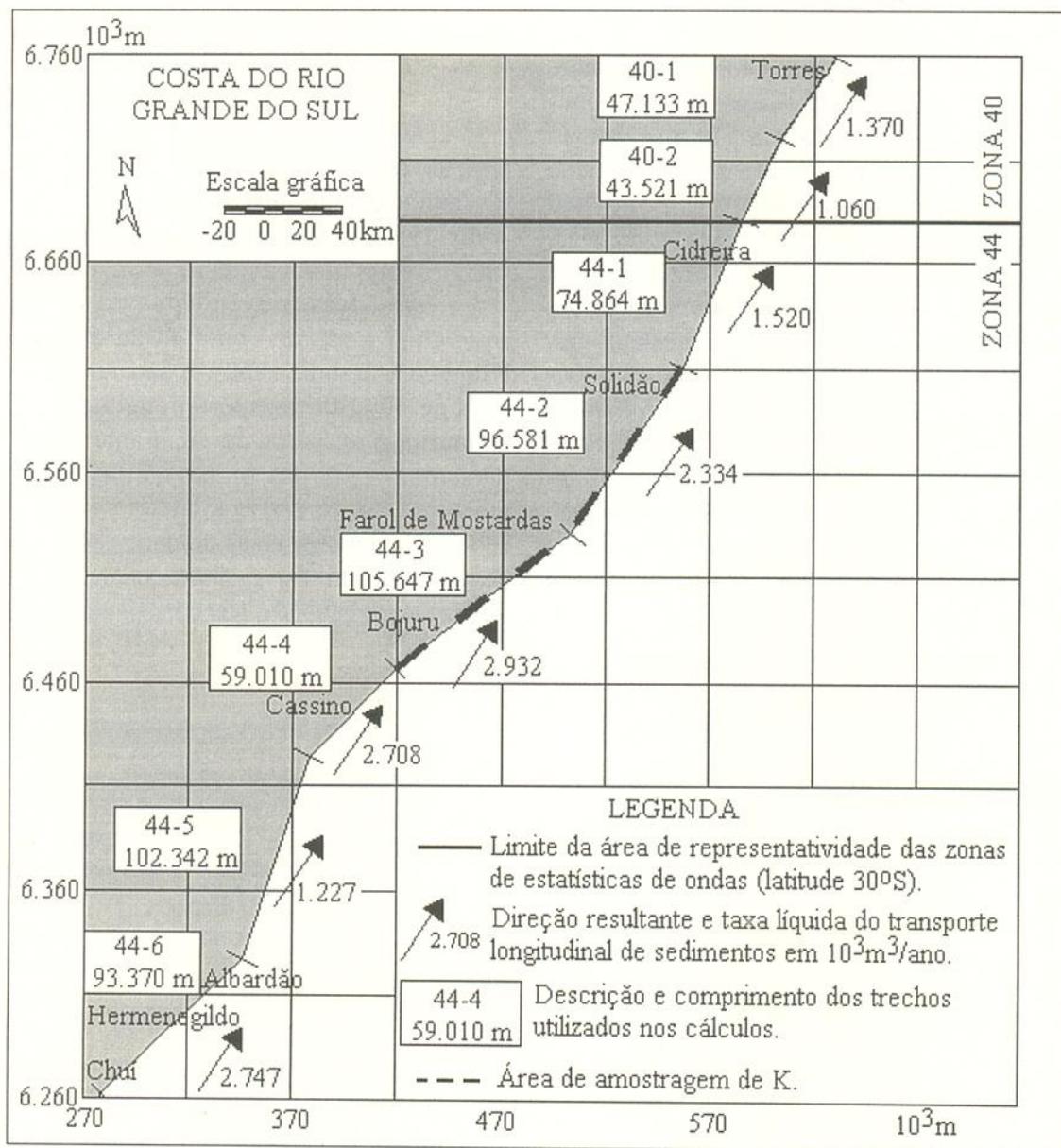


Figura 5 - Taxas anuais de deriva litorânea encontradas para a costa do Rio Grande do Sul. Tais valores correspondem ao potencial de transporte das ondas e o coeficiente de proporcionalidade K de 0.64 foi ajustado com base em levantamentos realizados em seis perfis observados por Barletta (2000), na região tracejada indicada.

realmente ocorrem. Os resultados indicam altas taxas e podem anunciar uma primeira idéia para o cálculo de transporte em projetos que venham a ser executados na área, necessitando de estudos mais específicos para se calcular valores mais precisos.

Dadas as altas taxas encontradas cabe a indicação dos valores de deriva litorânea encontrados para o K de 0,39. Na tabela 2, a terceira coluna indica os valores de deriva encontrados para um limite inferior de proporcionalidade, ou seja, a constante proposta inicialmente por Bruno *et al.* In: U.S. Army (1984), que corresponde a um valor 64 % menor que o encontrado utilizando-se de medições de campo das praias compreendidas entre Bojuru e Solidão e considerados constantes para todo o litoral.

Os resultados observados foram muito coerentes, e indicaram tendências e áreas de risco similares às encontradas por Toldo *et al.* (1999) e Esteves *et al.* (2001). Estes autores elaboraram um mapa de erosão costeira na escala 1:1.300.000, como produto da análise comparativa das cartas do exército de 1975, escala 1:50.000, e levantamentos da linha de praia realizados com DGPS em 1997 e 2000. Para este período, foi identificado pelos autores uma extensa faixa de erosão que se inicia na praia do Chuí e prolonga-se por mais de 30 km além do Farol do Albardão, a qual tem correspondência com a elevada taxa de deriva litorânea calculada para o trecho 44-6. Também, foi identificada outra extensa faixa de erosão ao longo da porção central do litoral do Rio Grande do Sul, que corresponde aos trechos 44-3 e a metade sul do trecho 44-2.

A deriva litorânea, como fator de erosão costeira discutido neste trabalho, soma-se a outro fator de curto período proposto por Calliari *et al.* (2000) e Speransky & Calliari (2000), e interpretado através do mapa de refração de ondas para todo o litoral. Estes autores identificaram a presença de focos de energia variável obtido por diagramas de refração ao longo das praias de Hermenegildo e Farol da Conceição. Os trabalhos desenvolvidos por Tomazelli *et al.* (1998) e Dillenburger & Kuchle (1999), analisam os processos de retração e progradação costeira de longo período, os quais também podem estar contribuindo para a expressiva extensão do litoral do Rio Grande do Sul submetidas à erosão costeira.

CONCLUSÕES

Ao longo do litoral do Rio Grande do Sul, segmentado em oito trechos retos, foi aplicado o método da distribuição do fluxo de energia das ondas (U.S. Army, 1984), para estimar quantitativamente o potencial de transporte longitudinal.

As ondas provenientes do quadrante sul equivalem a 9% do conjunto de dados de ondas (Hogben e Lumb, 1967), e são responsáveis por mais de 30% do transporte longitudinal total, enquanto que as ondas do quadrante N-NE que representam 13% das ondas incidentes produzem menos de 2% da deriva total.

As maiores taxas de deriva foram da ordem de -2.900.000 m³/ano e -2.600.000 m³/ano, com deriva resultante para NE, nas adjacências das praias de

Tabela 2 - Comparação dos valores encontrados para os trechos de praia utilizando-se diferentes coeficientes de proporcionalidade (valores do transporte resultante em m³/ano).

Trecho do litoral	K (0.64) – Resultante Barletta (2000)	K (0.39) – Resultante Bruno <i>et al.</i> In: U.S. Army (1984)
40-1	1.370.290	835.020
40-2	1.059.448	645.601
44-1	1.520.130	.926.329
44-2	2.334.119	1.422.354
44-3	2.932.375	1.786.916
44-4	2.708.314	1.650.379
44-5	1.227.542	748.034
44-6	2.747.245	1.674.102

Hermenegildo – trecho 44-6, e entre as praias do Cassino e Solidão – trechos 44-4, 44-3 e 44-2, respectivamente.

Os trechos de reta que apresentaram as maiores taxas de deriva litorânea, correspondem as regiões da costa gaúcha com as maiores taxas de erosão costeira definidas em prévios estudos. Tratam-se dos segmentos com maiores valores de azimute e menor equilíbrio entre o transporte positivo – para SW, e o transporte negativo – para NE.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o auxílio dos Técnicos em Hidrometria César D. C. Gonçalves, Luiz G. Raupp e José C. Nunes, pelo suporte técnico nos trabalhos de levantamento da linha de costa com GPS diferencial entre os Municípios de Torres e Chuí.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barletta, R. C. 2000. **Efeitos da Iteração oceano-atmosfera sobre a morfodinâmica das praias do litoral central do Rio Grande do Sul, Brasil**. Rio Grande, 160 p. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande.

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: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE PRAIAS AREOSAS, 2000, Itajaí, SC. **Anais...** Itajaí. p.195-198.

Cassar, J. C. M. 1993. **Aplicação das rosas de transporte litorâneo à costa norte-fluminense**. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 178p.

Dillenburg, S.R. & Kuchle, J. 1999. A erosão costeira no estado do Rio Grande do Sul: uma nova abordagem. ANAIS DO VII CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 1999, Porto Seguro, BA. **Anais...**, Cd Rom.

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: CONGRESSO DO QUATERNÁRIO DE PAÍSES DE LÍNGUAS IBÉRICAS, 2001, Lisboa, Portugal. **Actas...**, Lisboa, Portugal. p. 194-197

Speranski, N. & Calliari, L. J. 2000. Bathymetriclens and coastal erosion in southern Brazil. INTERNATIONAL COASTAL SYMPOSIUM. 2000, Rotorua, New Zealand, **Abstracts...**, p. 81-82. Hogben, N. & Lumb, F. E. 1967. **Ocean Waves Statistics**. London. Her Majesty's Stationery Office, 197 p.

Toldo, E. E.; Almeida, L. E. S.; Barros, C.; Baitelli, R.; Martins, L. R. & Nicolodi, J. L. 1999. Retreat of the Rio Grande do Sul coastal zone, Brazil. In: Martins, L. R. & Santana, C. I. (eds). **Non living resources of the southern brazilian coastal zone and continental margin**. Porto Alegre. P.62-68. (OSNLR/IOC/UNESCO, Special Publication).

Tomazelli, L. J.; Villwock, J. A.; Dillenburg, S. R.; Bachi, F. A. & Dehnhardt, 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.

U.S. Army Coastal Engineering Research Center/CERC. 1984. **Shore Protection Manual**. 4ed., Vol (1). Waterways Experiment Station, Corps of Engineers. USA. 208p.

U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Center. 1985. **Sediment Size and Fall Velocity Effects on Longshore Sediment Transport**. CETN-III-1, Vicksburg, Miss. USA, 1985, 4p.