Pesquisas em Geociências

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

Determinação da Intensidade das Tempestades que atuam no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil

Rodrigo do Carmo Barletta, Lauro Júlio Calliari

Pesquisas em Geociências, 28 (2): 117-124, maio/ago., 2002.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20276>

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

Determinação da Intensidade das Tempestades que atuam no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil

RODRIGO DO CARMO BARLETTA¹ & LAURO JÚLIO CALLIARI²

¹ LaHiMar - Laboratório de Hidráulica Marítima. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Área de uso e proteção de ambientes costeiros. Universidade Federal de Santa Catarina. Email: rcb@ens.ufsc.br

² LOG - Laboratório de Oceanografia Geológica. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Email: tsclauro@super.furg.br

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

Abstract - Waves generated by South Atlantic storms are greatly responsible for the beach and coastal erosion verified at the central coast of Rio Grande do Sul State, Brazil. These beaches are classified as intermediate, according to the morphodynamic approach suggested by the "Australian School of Coastal Geomorphology". The storm wave regime controls the morphodynamic variability of those sandy beaches. Through the classification proposed by Dolan and Davis (1992), South Atlantic storms were classified and related to meteorological systems, considering corresponding beach responses. Out of the 3-year wave gauge storm data analyzed, 54.4 % corresponded to Class I (weak), 23 % to class II (moderate), 19.25 % to class III (significant), 2.75 % to class IV (severe) and for class V (extreme), 1 storm was recorded (0.6 %). Coincidentally, the proportion of storm class frequencies for the 3-year data of South Atlantic storms showed to be similar to the 42-year data studied by Dolan and Davis (1992) for North Atlantic storms. Such classification has proved to be effective for the southern Brazilian coast. Autumn and winter are the storm periods with greatest intensity, which associated to maximum spring tides and storm surges generate the erosion cycle at this coast. The inverse process is verified to spring and summer, when the accretion cycle takes place. In addition to this seasonal behavior trend, a continuous process of erosion without further recovering occurred at Conceição Lighthouse and Lagamarzinho beach locations, at rates of 3,6 meter per year and 1 meter per year respectively. The use of such method made possible quantifying storm intensity and establishing its relationship to seasonal erosion processes taking place in the southern Brazilian beaches.

Keywords - storm intensity, beaches, erosion.

INTRODUÇÃO

A linha de costa do Rio Grande do Sul, com aproximadamente 620 km de extensão, é composta por praias arenosas contínuas, constituindo uma grande ilha barreira. As poucas interrupções são representadas por canais de lagunas costeiras e protuberâncias rochosas na porção norte da barreira (Calliari *et al.*, 1998). A variação da maré astronômica é pequena, com amplitude média de 0,46 m. Sistemas meteorológicos como frentes frias associadas a cavados e sistemas de baixa pressão, propiciam a geração de ciclones extratropicais próximos à costa. Alguns destes sistemas atingem alta intensidade, transferindo energia para o mar e gerando grandes ondas. Estes eventos geram marés meteorológicas, originadas por gradientes bruscos de pressão próximos à zona costeira (Marone & Camargo, 1994). O resultado é a sobrelevação rápida do nível do mar na costa, podendo chegar a 2m, devido ao empilhamento de água pelos fortes ventos. Quando isto ocorre associado a presença de ondas e a marés astronômicas de sizígia, o poder erosivo de uma tempestade é otimizado, exercendo um papel significativo nas

remobilizações de volume de sedimento praial. Calliari *et al.* (1998) indicam que estas situações normalmente caracterizam-se pela presença do anticiclone polar no continente atuando juntamente com o ciclone no oceano adjacente.

A porção central deste litoral supra citado (área de estudo neste trabalho) compreende as praias ao norte da desembocadura da Laguna dos Patos, situada entre os paralelos 30° 00'S e 32° 33'S de latitude e os meridianos 50° 00'W e 52° 00'W, estendendo-se por aproximadamente 220 km até o Farol da Solidão (Fig.1).

Barletta (1997), usando a classificação proposta por Wright & Short (1984) e os parâmetros morfométricos sugeridos por Short & Hesp (1982), mostrou que valores do parâmetro adimensional ômega (W), índices de mobilidade de linha de praia (sYb), do pós-praia (CV) e variações de volume acima do "datum" indicam comportamento intermediário para estas praias. O autor evidenciou o comportamento bisazonal superimposto ao padrão morfodinâmico as praias, conforme Calliari & Klein (1993) já haviam sugerido para as praias ao sul da desembocadura da Laguna dos Patos.

Figura 1 - Área de estudos. Litoral Central do Rio Grande do Sul, Brasil.

Evidências de erosão natural (sem influência antrópica) nas adjacências do Farol da Conceição e Lagamarzinho são caracterizadas por afloramentos de turfa no pós-praia, cortes e retração na linha de dunas frontais (Fig. 2). De acordo com Speranski & Calliari (2000), a erosão no Farol da Conceição é parcialmente explicada pela complexa batimetria de fundo da antepraia, que age como lentes batimétricas, causando convergência de raios e energia de ondas por refração. Este foco é estável para definidas direções de propagação de ondas e períodos.

Trabalhos prévios relacionando o poder erosivo que sistemas meteorológicos de alta energia imprimem sobre as praias gaúchas foram realizados por, Calliari *et al.* (1998) e Barletta & Calliari (1999). Tozzi (1999) usa dados meteorológicos, observações visuais do regime de ondas, parâmetros morfodinâmicos e o poder erosivo das tempestades na costa gaúcha para sugerir

uma adaptação da classificação proposta por Dolan & Davis (1992) para o litoral sul do Brasil. Contudo, estudos abordando estes aspectos ainda são incipientes para a costa sul-brasileira.

O objetivo do presente trabalho é contribuir com o estudo detalhado dos sistemas meteorológicos, as ondulações por estes geradas e a resposta do estoque sedimentar praial, em termos de variação sazonal de volume subaéreo.

MÉTODOS

Foram realizados 94 perfis praias em 6 estações de monitoramento (Fig. 1), de março de 1996 à setembro de 1999. Os volumes de sedimento remobilizados e as variações da linha de costa foram obtidos através do programa ISRP (Birkemeier, 1985). Dados de ondógrafo "wave rider" correspondentes ao período de outubro de 1996 à junho de 1999, disponibilizados em Strauch & Schmidt (1999) foram estudados. O aparelho estava fundeado a 15 metros de profundidade ao norte da barra da Laguna dos Patos. Observações visuais de ondas realizadas na praia do Cassino no ano de 1996 foram utilizados de forma qualitativa.

Efetou-se o acompanhamento de imagens de satélite Goes (INPE), cartas sinópticas (DHN) e modelos atmosféricos (INPE), além de pesquisa bibliográfica (Climanálise-INPE) para o monitoramento e estudo de cada sistema meteorológico que gerou ondulações registradas no ondógrafo durante o período estudado. Definiu-se sistemas meteorológicos (SM) para a associação de frentes frias com cavados, sistemas de baixa pressão e vórtices ciclônicos, cabendo salientar que cada sistema estudado teve suas características próprias. Isto quer dizer que nem sempre um sistema frontal teve associação a cavados, baixas pressões e ciclones ao mesmo tempo, ocorrendo variações desta conjuntura de fenômenos meteorológicos para cada caso.

A análise teórica dos dados de onda baseou-se na classificação de tempestades extratropicais do Atlântico Norte proposta por Dolan & Davis (1992). Estes autores desenvolveram tal classificação medindo o posicionamento de tempestades, trajetórias, "fetches", duração e altura de ondas. O parâmetro de classificação criado une a duração da tempestade e a altura significativa de ondas ($H_{1/3}^2$), sob a fórmula $(H_{1/3}^2) \times \text{duração (hs)}$, definida como poder relativo (potência) de tempestades. A união destes dois termos torna possível a

Figura 2 - Afloramentos de turfa e escarpas permanentes nas dunas. Farol da Conceição. Foto: Oc. Daniel Loebmann.

classificação em casos de tempestades de curta duração com grandes alturas de onda e em casos de pequenas alturas com longos períodos de duração. Desta forma cinco classes de uso prático foram definidas (Tab. 1).

Conforme a método mencionado, foram classificadas as tempestades que produziram pelo menos alturas significativas de ondas de 1,5 m, relacionando-as posteriormente ao sistema meteorológico gerador. Cada vez que o registro passou de 1,5 m e voltou para este valor foi considerada 1 “ondulação” ou 1 tempestade. Desta forma foi possível quantificar a energia das tempestades por época do ano e relacionar com a variação morfodinâmica das praias estudadas.

RESULTADOS

Dados de onda

Entre outubro de 1996 e junho de 1999, foram registrados dados de onda referentes a 744 dias,

que correspondem a 74,18% do período de fundeio do ondógrafo. Os lapsos de tempo sem dados são explicados por períodos de manutenção do aparelho e algumas perdas do mesmo por grandes ondas que ocorreram na região durante o período monitorado. Dentre as tempestades registradas, 182 geraram alturas de ondas maiores que 1,5 metro. Dessas 182, 77 geraram alturas maiores que 2 m e 105 tiveram alturas maiores ou iguais a 1,5 m e menores que 2m. A figura 3 mostra a porcentagem de alturas de ondas geradas pelas 77 tempestades no qual as alturas foram maiores ou iguais a 2,0m.

Aplicando a classificação de Dolan & Davis (1992), a classe I (fraco) correspondeu à 99 tempestades (54,4%), classe II (moderado) teve 42 tempestades (23 %), classe III (significante) com 35 casos (19,25%), classe IV (severa) teve 5 casos (2,75%) e para a classe V (extrema) foi registrada 1 tempestade (0,6%) (Tab.2).

Tabela 1 - Características das 5 classes de tempestades da escala Dolan/Davis. Modificado de Dolan & Davis (1992).

Classes - Tempestades	N	%	Potência (m ² hr)
1- Fraco	670	49,7	Potência = 71,63
2- Moderada	340	25,2	71,63 < potência = 163,51
3- Significante	298	22,1	163,51 < potência = 929,03
4- Severa	32	2,4	929,03 < potência = 2322,58
5- Extrema	7	0,1	Potência = 2322,58

Figura 3 - Porcentagem de alturas de ondas maiores ou iguais a 2,0m.

Dados meteorológicos

Durante o período estudado, ocorreram 176 sistemas meteorológicos, sendo que 118 (67%) geraram ondas maiores que 1,5 m. É interessante ressaltar que o termo tempestade, neste trabalho, não está diretamente relacionado com o sistema meteorológico gerador das ondas, e sim com a ondulação gerada. Isto ocorreu porque foi verificado que um sistema meteorológico (SM) pode gerar mais de uma “ondulação” (tempestade) registrada no ondógrafo, ou seja, durante alguns SMs observou-se que o registro subiu acima de 1,5 m e desceu abaixo deste valor mais de uma vez. Portanto, dos 118 (100%) SMs responsáveis pelas ondas, 74 (62,75%) produziram uma única “ondulação”, 27 (22,9%) produziram 2 “ondulações”, 8 (6,8%) geraram 3 “ondulações”, 4 (3,4%) sistemas geraram 4 “ondulações”, 1 SM (0,85%) produziu 5

Figura 4 - Imagem do satélite Goes (21 de Julho, 1996) mostrando um ciclone bem desenvolvido.

Tabela 2 - Classificação e frequência das tempestades do Atlântico Sul no período de outubro de 1996 até Junho de 1999, conforme metodologia sugerida por Dolan & Davis (1992).

Classes - Tempestades	N	%
1 - Fraco	99	54.4
2 - Moderada	42	23
3 - Significante	35	19.25
4 - Severa	5	2.75
5 - Extrema	1	0.6

“ondulações” e 4 (3,4%) interações entre 2 SMs geraram 1 “ondulação”. Tempestades classe IV e V, de maior energia, estiveram sempre relacionadas a 1 SM que produziu uma única ondulação.

Estudo de casos – exemplos

Dentre os sistemas meteorológicos de alta intensidade em termos de remobilização de sedimentos e retração da linha de costa, alguns destacaram-se pela magnitude e merecem ser resumidamente apresentados neste trabalho.

O primeiro deles ocorreu nos dias 19, 20 e 21 de julho de 1996. Por ainda não existir registros de ondógrafo para este evento, observações visuais foram implementadas. No dia 19 de Julho de 1996 um sistema frontal passava pelo Estado do RS. No dia 20 e 21, a frente fria que passava pelo continente, estava associada a um ciclone na área oceânica leste adjacente ao Uruguai (Fig. 4), gerando fortes ventos de sul/sudoeste no oceano e no continente. A variação de pressão observada nas cartas sinópticas da DHN eram de 40 milibares entre o centro de alta pressão e o centro de baixa. Conforme foi narrado por Barletta & Calliari (1999), a altura de ondas na zona de arrebentação atingiu 2,75 m (estimado visualmente) no dia 21/07/96.

Este evento causou os perfis de erosão máximos registrados no ano de 1996, para as praias em estudo, sendo que em alguns pontos como no Farol da Conceição, o volume de areia erodido foi de mais de 60 m³/m (Fig. 5). Após a tempestade, também foi observada erosão severa em toda a costa norte do RS. Tozzi (1999) denominou este evento como uma Tempestade do Meio do Atlântico, observando altos valores de erosão para a costa gaúcha entre Rio Grande e Chuí. Este autor classificou esta tempestade como classe IV, utilizando a altura significativa estimada visualmente e a erosão costeira relacionada ao evento.

Figura 5 - Mudanças de volume (m^3/m) e variação da linha de costa (m) do Farol do Estreito ao Farol da Solidão, após a tempestade de julho de 1996.

O mês de abril de 1997 foi marcado por dois sistemas meteorológicos responsáveis pelo grande aumento nas condições energéticas de ondas. O primeiro ocorreu nos dias 3, 4 e 5 de abril, quando um sistema frontal associou-se a um ciclone em todos os níveis na atmosfera, deslocando-se de oeste para leste. De acordo com registros do ondógrafo, as ondas atingiram altura significativa de 3,25m no dia 4 de abril. Esta tempestade foi classificada como classe III. No final de abril, 24, 25 e 26, ocorreu a chegada do segundo sistema meteorológico (Fig. 6), quando um vórtice ciclônico vindo da Argentina associou-se a

um sistema frontal vindo do oceano, gerando alturas significativas de 3,0 m. Nota-se que este ciclone evoluiu próximo à costa gaúcha. Os vetores do anticiclone polar que se encontrava no continente, junto com os vetores do ciclone que estava no Oceano Atlântico, explicam o empilhamento de água e sobrelevação do nível do mar ("storm surge") observados visualmente durante este evento (Fig. 6).

Variações de volume máximas de $-32 m^3/m$ foram observadas para São Simão e Solidão após estas tempestades (Fig. 7). É interessante observar que houve deposição de sedimentos na praia subaérea do Farol da Conceição. Este fato evidencia um comportamento morfodinâmico diferente entre as praias estudadas.

O terceiro exemplo ocorreu no mês de abril de 1999 e foi estudado por Castelão (2000). Este autor caracterizou este evento como um sistema de vírgula invertida, de escala subsinótica, formada por interação atmosférica direta com o oceano, na região da confluência Brasil - Malvinas. Este sistema desenvolveu-se dentro da massa de ar polar, após a passagem de uma frente fria associada a um ciclone. Alturas significativas de 5,5 m causaram retração de 14 metros nas dunas frontais no Farol da Conceição e erosão da ordem de $16 m^3/m$. Este foi o único evento Classe V durante o período estudado, o qual provocou a queda da casa do Faroleiro no Farol da Conceição (Fig. 8). Esta tempestade gerou danos costeiros em várias localidades do litoral do RS, como no balneário do Hermenegildo, onde a

Figura 6 - Imagem do satélite Goes (25 de Abril, 1997) e modelo vetorial de ventos em superfície (INPE) mostrando o "fecht" próximo a costa sul-brasileira.

Figura 7 - Mudanças de volume (m³/m) e variação da linha de costa (m) do Farol do Estreito ao Farol da Solidão, após as tempestades de abril de 1997.

maior parte das obras de contenção e proteção costeiras, imóveis e bens públicos em frente a praia foram destruídos, conforme relatado em Esteves *et al.* (1999). Cabe ressaltar que estudos realizados por Calliari *et al.* (1998), atribuem a queda do antigo Farol da Conceição a um evento de vírgula invertida que ocorreu em 1993, enfatizando a grande intensidade gerada por estes sistemas na costa gaúcha.

Sazonalidade e avaliação morfodinâmica

As frequências médias das tempestades por estação do ano plotadas na figura 9, mostram que a primavera e o verão têm maior número total de tempestades (todas as classes) e, também, um maior número de tempestades classe I. Porém as classes com maior poder relativo (IV e V) ocorreram nas estações do outono e inverno. As ocorrências de tempestades classe II e III foram similarmente distribuídas entre outono/inverno e primavera/verão.

Figura 8 - Erosão no Farol da Conceição após a tempestade classe V registrada em abril de 1999.

Em termos de erosão de volume de sedimentos nas praias estudadas, as maiores taxas são encontradas no final do inverno. Estes valores variam entre 30 a 60 m³/m, sendo 38,47 m³/m a média de erosão ao final do inverno para as praias perfiladas. Ao final de 1999 (setembro) o perfil praial do Farol da Conceição apresentou déficit de 100 m³/m em relação ao primeiro perfil medido em março de 1996 (Fig. 10). A taxa média de retração da escarpa praial para este ponto foi de 3,6 m/ano.

Para o perfil de Lagamarzinho foi registrado um déficit de 60 m³/m (Fig. 11), em relação aos perfis medidos entre janeiro de 1991 e novembro de 1998, com uma taxa média de retração de dunas frontais de 1 m/ano. Os perfis Farol da Solidão, Farol de Mostardas e Farol do Estreito apresentaram déficit de sedimentos com baixos valores, mas não houve retração da linha de dunas, indicando que o déficit é explicado pelos padrões de variação morfodinâmica sazonal, sendo reconstituído a praia subaérea nas estações quentes. A localidade do balneário São Simão não apresentou déficit de sedimentos e retrações da linha de dunas.

DISCUSSÃO

Durante o período estudado, a estação do outono apresentou o maior número de eventos que elevaram as alturas de ondas para mais de 2,0 m e também as maiores alturas de onda constatadas. A associação destas ondas, "storm surges", e as máximas marés de sizígia que ocorrem no mês de abril e maio, potencializam o poder erosivo das tempestades. Em termos de volume de sedimentos, as maiores taxas são encontradas no final do inverno, havendo posterior recuperação da praia na maior parte dos pontos amostrados. Isto ocorre devido à remoção de sedimentos da parte subaérea do perfil praial após todas as tempestades do outono e inverno.

Figura 9 - Frequências "bisazonais" de classes de tempestades entre 1996 e 1999.

A retração na linha de costa, sem posterior recuperação, verificada para o Farol da Conceição, pode ser parcialmente atribuída à associação da focalização da energia de ondas, sugerida por Speranski & Calliari (2000), com o aumento da magnitude das tempestades durante o período estudado, visto que as tempestades classe IV e V só foram observadas a partir das estações outono/inverno de 1998 e 1999. Isto caracteriza este trecho como uma área costeira com processos de erosão natural, sem a influência do homem. Para o balneário abandonado do Lagamarzinho, estudos futuros devem ser realizados, pois a retração observada não pode ser associada ao padrão de refração de ondas. A incapacidade de associar a erosão neste local com a refração pode ser explicado devido a grande escala usada nos modelos até agora empregados, já que a erosão é muito pontual. Verifica-se porém, a existência de parciais e batimetria complexa na frente da Lagoa do Peixe, localizada 5 km ao sul do Lagamarzinho, podendo ter relação com tal erosão localizada.

Figura 10 - Erosão praial do Farol da Conceição entre 1996 e 1999.

O uso da classificação de Dolan & Davis (1992) possibilitou quantificar de melhor maneira a influência das Tempestades Extratropicais do Atlântico Sul Ocidental no comportamento morfodinâmico das praias do litoral central do RS, conforme sugerido por Barletta (1997). Condições de baixa energia de ondas caracterizam o perfil de acresção (primavera-verão) e condições de alta energia que resultam em um perfil de erosão (outono-inverno). O maior número de tempestades intensas com mais de 2,0 m por estação ocorreram nos outonos de 1997, 1998 e 1999, e as maiores alturas de onda foram observadas no outono de 1999. De acordo com Tozzi (1999), o ciclo de tempestades intensas inicia-se em abril e atua durante o outono e inverno, quando ocorrem mudanças significativas nas trajetórias e distribuição das tempestades extratropicais do Atlântico Sul.

Embora a adaptação do método à costa gaúcha utilize apenas 3 anos de dados em relação aos 42 anos utilizados por Dolan & Davis (1992), as porcentagens finais de cada classe de tempestade, indicadas nos resultados, mostram valores próximos aos alcançados por estes autores para a costa Atlântica da América do Norte. Todavia, este fato é considerado uma coincidência, pois a falta de dados climatológicos, meteorológicos e oceanográficos não nos permite tentar estabelecer similaridades com fenômenos semelhantes que ocorrem no Atlântico Norte. Da mesma forma, ainda não é possível especular sobre o aumento da frequência das tempestades extratropicais (SMs) de alta intensidade para a América do Sul, conforme Jones & Davis (1995) fizeram para o Atlântico Norte, devido a carência de dados já acima mencionada. Por isso, devemos ser cautelosos ao analisar o aumento das tempestades intensas que ocorreram durante o pequeno período de tempo analisado neste trabalho.

Figura 11 - Erosão praial do "balneário" Lagamarzinho entre 1991 e 1999.

Não foi possível explicar exatamente porque alguns sistemas meteorológicos geram mais de uma “ondulação” para a costa. Acredita-se preliminarmente que, durante o desenvolvimento destes sistemas e durante suas trajetórias, ocorra mais de um processo de intensificação de centros de baixa pressão e vórtices ciclônicos, causando variações de intensificação nas ondulações geradas. Isto deve ocorrer devido às mudanças nas interações da atmosfera com o oceano ao longo da trajetória do sistema meteorológico.

CONCLUSÕES

O outono e a primavera são períodos transicionais, em relação à energia e intensidade das ondulações geradas atuantes na costa do RS. No outono há intensificação da energia que estabiliza em patamares mais altos no inverno. Na primavera ocorre o contrário, um decaimento de energia, que se mantém estabilizada no verão. Apesar deste padrão em relação à média, ocorreram tempestades fortes (classe III) e períodos de tempo bom caracterizados por ondas de pequena altura em todas as estações.

Em relação ao comportamento morfodinâmico e à mobilidade de sedimentos na porção subaérea, todas as praias estudadas obedecem à variação de energia sazonal das ondas mencionada anteriormente. Há predominância de perfil de acreção no verão e um perfil de tempestade no inverno, caracterizando uma bisazonalidade. O outono e o inverno são os períodos de tempestades com as maiores intensidades que, associadas a marés de sizígia e “storm surges”, geram o ciclo de erosão na costa estudada. Na primavera e verão as tempestades são menos intensas, as quais geram ondulações de menor tamanho e maior regularidade, propiciando o ciclo de acreção. Logo, atribuindo a intensidade de um sistema meteorológico (SM) à ondulação gerada e às respostas praias observadas, conclui-se que no outono ocorrem os eventos meteorológicos mais intensos.

Analisando os parágrafos anteriores, conclui-se que os objetivos deste trabalho foram atingidos de uma maneira geral. O emprego deste método obteve boa aplicabilidade para o litoral sul do Brasil, propiciando a quantificação da magnitude e intensidade das tempestades no período estudado, e a relação destas com as respostas praias obtidas sazonalmente. Desta forma,

foi possível associar a geomorfologia costeira na caracterização dos sistemas meteorológicos e das ondulações por estes geradas, saindo do aspecto meramente qualitativo e descritivo para a tentativa de conciliar estudos com um maior caráter quantitativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barletta, R. C. 1997. Aspectos morfodinâmicos das praias situadas ao norte da desembocadura da Laguna dos Patos - Farol da Conceição e praias adjacentes, R.S. Rio Grande. 77p. Trabalho de Graduação em Oceanologia, Laboratório de Oceanografia Geológica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande.
- Barletta, R. C. & Calliari, L.J. 1999. Influência Atmosférica na Variação de Volume do Estoque Sedimentar Subaéreo das Praias do Litoral Central do Rio Grande do Sul, Brasil. In: VII Congresso da ABEQUA, Porto Seguro. *Anais do VII Congresso da ABEQUA*, Porto Seguro. Arquivo VIIABEQUA_ZCO009.PDF. (CD-ROM).
- Birkemeier, W. A. 1985. A users guide to ISRP. The interactive survey reduction program. Department of the Army, US Army Corps of Engineers, Washington, DC, 1985. *CERC Instruction report*. Washington, CERC-84-1.
- Calliari, L. J. & Klein, A. H. F. 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, R.S. *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. In: Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone (LOICZ) Meeting, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 70(2): 231-247.
- Castelão, G. P. 2000. Estudo de um Ciclone Atmosférico sobre a Confluência Brasil – Malvinas. Rio Grande. 51p. Trabalho de Graduação em Oceanologia, Laboratório de Meteorologia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande.
- Dolan, R., & Davis, R.E. 1992. An intensity scale for Atlantic coast northeast storms. *Journal of Coastal Research*, 8 (3): 840-853.
- Esteves, L. S.; Barletta R. C.; Vranjac, M. P.; Pivel, M. A.G.; Silva, A.R.P.; Vanz, A.; Erthal S. & Oliveira U. R. 1999. Caracterização e Eficiência das Obras de Proteção Costeira do Balneário do Hermenegildo, RS, Brasil. In: VIII COLACMAR, Trujillo, Peru, 1999. *Libro de Resúmenes Ampliados*. Trujillo, Tomo II, p. 916-917.
- Jones, G. V. & Davis, R. E. 1995. Climatology of nor'easters and the polar jet. *Journal of Coastal Research*, 11(4):1210-1220.
- Marone, E. & Camargo, R. 1994. Marés meteorológicas no litoral do estado do Paraná. O evento de 18 de agosto de 1993. *Nerítica*, 8: 73-85.
- Short, A. D. & Hesp, P. A. 1982. Wave, Beach and Dune Interactions in South-eastern Austrália. *Marine Geology*, 48:259-284.
- Speranski, N. & Calliari, L. J. 2000. Bathymetric Lens and Coastal Erosion in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL COASTAL SYMPOSIUM, 2000, Rotorua, New Zealand. *Abstracts...* Rotorua. p. 81-82.
- Strauch, J. C. & Schmidt, R.M. 1999. Estudo do Clima Ondulatório em Rio Grande. Laboratório de Física. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 1999. *Relatório Técnico*. Rio Grande, 64 p.
- Wright, L. D. & Short, A. D. 1984. Morphodynamics variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology*, 56: 93-118.
- Toldo Jr, E.E. & Dillenburg, S.R.; Almeida, L.E.S.B.; Tabajara, J.L.; Martins, R.R.; Cunha, L.O.B.P. 1993. Parâmetros morfodinâmicos da praia de Imbé, RS. *Pesquisas*, 20(1): 27-32.
- 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, 115 p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.