Pesquisas em Geociências

http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias

Morfodinâmica da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul

Elírio Toldo Jr Pesquisas em Geociências, 18 (1): 58-63, Set./Dez., 1991.

Versão online disponível em:

http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21362

Publicado por

Instituto de Geociências



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

Morfodinâmica da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul

ELÍRIO E. TOLDO Jr

CECO, Instituto de Geociências, UFRGS, Caixa Postal 15001 CEP 91500 - Porto Alegre, RS, Brasil

(Recebido em 05/07/91. Aceito para publicação em 08/10/91.)

Abstract — The analysis of the genesis of the lagoon floor body, utilizing morphological and sedimentological information, suggests the existence of ancient coastal processes, responsible for the construction of ancient lines and sand hooked spits, which are now submerged. Also, in analysing the present lagoon morphodynamic, it was possible to report the presence of two important coastal processes; the present hydrodynamic equilibrium of the submerged sand hooked spits, here called banks, and the present mechanism for the growth of emerged sand hooked spits, here called spits. We believe that the two previous coastal processes responsible for the lagoon morphodynamics are the products of a recent transgressive event, and/or of the large amount of water contributions by the southestern drainage basin of the state of Rio Grande do Sul.

Resumo — A análise da gênese do corpo lagunar, através de suas características morfológicas e sedimentológicas, permite reconstituir a ação, no passado, de processos costeiros responsáveis pela construção de paleolinhas de praia e de esporões arenosos, hoje submersos. Também, na análise da atual morfodinâmica lagunar, foi possível distinguir a ação de dois importantes processos costeiros; o responsável pelo atual equilíbrio hidrodinâmico dos esporões arenosos submersos, aqui denominados de bancos, e o mecanismo de crescimento dos esporões arenosos emersos aqui denominados de pontais. Entendemos, que estes processos costeiros, resultam de um evento transgressivo recente, e/ou da importante contribuição hídrica da bacia de drenagem de sudeste do Estado do Rio Grande do Sul.

INTRODUÇÃO

A Laguna dos Patos desenvolve-se de forma paralela à linha de costa, e encontra-se abrigada da intensa atividade das águas do Oceano Atlântico por um sistema de barreiras arenosas. Entretanto, este ambiente relativamente protegido é de fato relacionado ao ambiente marinho e influenciado, principalmente no setor sul, pela água oceânica que ingressa ciclicamente em pequenas proporções através do estreitamento e único canal que comunica atualmente a laguna ao oceano, em Rio Grande, onde as características oceânicas são de micro marés. (Fig. 1).

Com uma área da ordem de 10.000 km², é o sistema lagunar mais extenso da América do Sul. Seu escoamento, acompanha o eixo principal, com orientação geral de NE — SW. Este eixo principal, tem aproximadamente 180 km de comprimento, entre o Pontal de Itapuã e o Pontal da Feitoria (Fig. 1). A largura máxima atinge 59,8 km, e a profundidade média é de 6 metros.

A Laguna dos Patos representa no contexto da costa sulbrasileira, uma zona de convergência da rede de drenagem da chamada "Bacia de Sudeste" do Estado do Rio Grande do Sul, e do nordeste da República do Uruguai, (Fig. 2).

A rede de drenagem, é constituída principalmente pelo Complexo do Guaíba (1), cujos tributários são; rio Jacuí, rio Taquari, rio dos Sinos, rio Gravataí, rio Caí e pelos rios Camaquã (2), Velhaco (3), São Lourenço (4), Pelotas (5) e o canal de São Gonçalo (6).

A extensão da bacia drenada por estes rios, incluindo a superfície da própria laguna, alcança 180.000 Km², com uma vazão média, de vazante, da ordem de 5.100 m³/s, em Rio Grande.

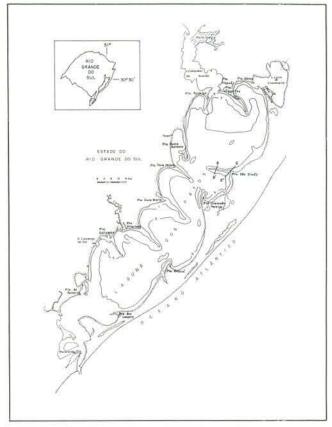


Figura 1 — Área de estudo e mapa batimétrico do corpo lagunar. A linha batimétrica de 1 metro, caracteriza o topo dos esporões arenosos submeros

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E MORFOMÉTRICAS DA LAGUNA

Para efeito de ordenação das unidades morfológicas do corpo lagunar, estruturamos através do mapa bati-

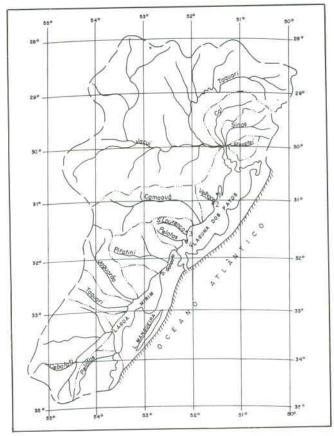


Figura 2 — Rede de drenagem da bacia de sudeste do Estado do Rio Grande do Sul

métrico (Fig. 1) a divisão do relêvo submerso em duas regiões.

A margem interna ou flanco lagunar, constitui a primeira região, e passa a ser conceituada como toda a área compreendida entre a linha de costa e a isóbata de 5 metros.

A segunda região é constituída pelo soalho lagunar ou piso lagunar, e corresponde a um fundo plano, que desenvolve-se além da isóbata de 5 metros.

Valores estatísticos relativos ao tamanho médio de amostras sedimentares das margens internas identificam para esta região uma composição essencialmente arenosa, de modo distinto ao soalho lagunar, que apresenta uma composição essencialmente síltico-argilosa, (Villwock, 1977, Alvarez et al., 1981, Martins et al., 1987 e Toldo Jr. 1989).

Examinando a Figura 1, observa-se junto às margens lagunares, típicos esporões arenosos em forma livre, com altura média de 1 metro acima do nível d'água, projetando-se para o interior do corpo lagunar.

Estes esporões constituem a principal feição morfológica, não somente por sua magnitude, mas também pela sua importância como registro geológico dos processos sedimentares no tempo e no espaço.

Na margem lagunar oeste crescem atualmente seis esporões, os quais tem a seguinte denominação: Pontal Dona Maria, Pontal do Vitoriano, Pontal Quilombo e Pontal da Feitoria.

Na margem lagunar norte crescem os esporões Pontal das Desertas e Pontal do Abreu.

Na margem lagunar leste, ocorrem outros cinco esporões, os quais têm a seguinte denominação. Pontal do Anastácio, Pontal São Simão, Pontal Cristóvão Pereira, Pontal Bojurú e Pontal dos Lençóis, (Fig. 1).

Embora cada esporão tenha uma direção distinta de crescimento, todos desenvolvem-se sobre uma superfície submersa rasa da ordem de-1 metro, (Fig. 1).

Na presente análise esta superfície rasa arenosa, que acompanha aproximadamente a curva batimétrica de 1 metro, foi considerada como o topo dos esporões submersos, resultante da morfodinâmica lagunar ao longo de sua evolução holocênica.

Apenas como critério descritivo, os esporões emersos foram classificados como pontais, e os esporões submersos como bancos. Tanto o pontal, quanto o seu correspondente banco recebem a mesma denominação.

Como os 13 pontais, citados anteriormente, possuem características morfométricas muito semelhantes, passaremos a descrever com mais detalhe somente o Pontal e o Banco das Desertas.

Este pontal (Fig. 3) cresce, a partir da Lagoa Negra, 10,4 km aproximadamente, com direção SE, infletindo em sua porção distal emersa 3,6 km, com direção E. O Banco das Desertas com orientação geral NW — SE, tem 12 km a partir do Pontal das Desertas.

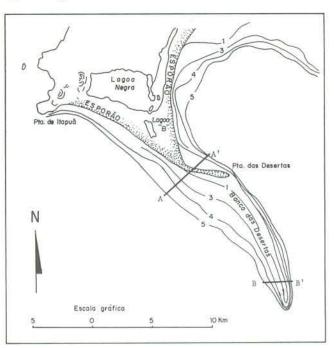
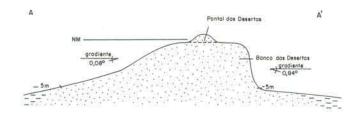


Figura 3 — Situação do crescimento do Pontal das Desertas sobre o Banco das Desertas para o ano de 1968, e posição das seções A — A' e B — B'.

A seção transversal A — A' (Fig. 4) destaca o crescimento do Pontal das Desertas sobre o topo do banco. A superfície plana do topo do banco, sofre uma quebra a partir da curva batimétrica de 1 metro. Esta nova superfície desenvolve-se até a profundidade de 5 metros, com gradientes de 0.08% e 0.84% no flanco oeste e leste do banco, respectivamente.

A seção transversal B-B', apresenta gradientes de $0,17^\circ$ e $0,28^\circ$ no flanco oeste e leste do banco, (Fig. 4).



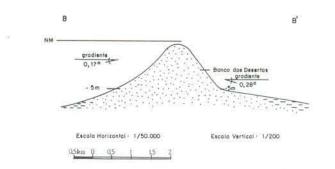


Figura 4 — Perfil batimétrico das seções A — A' e B — B', sobre o Pontal e o Banco das Desertas. (NM — nível d'água),

Este esporão desenvolve-se semi-isolando o setor nordeste desta célula, onde hoje se mantém ativo o canal de acesso entre a Laguna dos Patos e Lagoa do Casamento, com 6,25 km de largura. (Fig. 1).

MORFODINÂMICA LAGUNAR

O texto que segue, é composto por uma análise introdutória sobre as variações relativas do nível o mar durante o Holoceno, as quais consideramos fundamentais para as características morfológicas instaladas no corpo lagunar, ou mais especificamente ao longo das barreiras arenosas I, II e III de origem Pleistocênica, (Villwock et al., 1986), as quais condicionam lateralmente grande parte da laguna.

Entendemos que o processo de variação do nível do mar seja primordial no estudo da morfodinâmica lagunar, pois não existem evidências de tectonismo local durante os últimos 5.000 anos na área em estudo, o que torna o sistema deposicional do corpo lagunar estável, neste período.

A importância das variações glacio-eustáticas, ligadas a sedimentação quaternária, é analisada por Martins (1987), onde o autor descreve que ''...as variações eustáticas ligadas a estágios glaciais e interglaciais, responsáveis pela migração da linha de costa, geraram uma dinâmica sedimentar variável que migrou através da plataforma continental e terras baixas costeiras adjacentes, gerando conseqüentemente o surgimento de modelos deposicionais variados e complexos''.

Os efeitos das variações eustáticas no quaternário da Província Costeira do Rio Grande do Sul, foram inicialmente considerados por Delaney (1965), Bigarella & Andrade (1965) e Jost (1971).

Posteriormente, Villwock (1972), (1984), desenvolveu estudos sobre os acontecimentos geológicos durante o Pleistoceno superior, e os eventos que se sucede-

ram no decorrer do Holoceno da Província Costeira do Rio Grande do Sul

De acordo com Martin *et al.* (1987), Villwock (1972, 1977, 1986), e Tomazelli (1990), após o último período glacial, o mar vem atingir seu nível máximo no final da transgressão holocênica (5.000 anos A. P.).

A morfogênese lagunar após este período transgressivo, constitui o ponto de partida do presente estudo.

Bancos Arenosos

"Devido ao elevado grau de preservação das feições, a análise geomorfológica alcança, nos terrenos quaternários, uma de suas mais eficazes aplicações. É quase sempre possível, neste tipo de terreno, traçar uma relação direta entre as formas de relevo e os agentes responsáveis pela morfogênese, a maioria dos quais ainda ativos hoje em dia. As formas antigas, encontradas em diferentes graus de preservação, permitem reconstituir uma ligação quase contínua, através do tempo, do passado aos dias atuais.

Em se tratando especificamente dos terrenos quaternários da Planície Costeira do Rio Grande do Sul onde são escassos os dados de subsuperfície e de datação absoluta, a análise geomorfológica das feições superficiais tem se revelado como a ferramenta de trabalho mais importante para a compreensão de sua história evolutiva...'.

A partir destas considerações, Tomazelli et al. (1987) avaliam a importância dos aspectos geomorfológicos, os quais são utilizados neste capítulo para interpretação da hidrodinâmica responsável pelo modelamento dos esporões arenosos.

Villwock (1977), analisa a influência das variações glacio-eustáticas, e descreve a região em estudo como "...palco de lentas e periódicas modificações do nível das águas que ocasionaram emergências e submergências alternadas na margem lagunar. Tais oscilações transgressivas e regressivas resultam no desenvolvimento das diversas feições morfológicas ali existentes, responsáveis pela configuração atual da área".

Também, Martins (1987), destaca o efeito das variações do nível do mar sobre os sedimentos quaternários costeiros, como fator decisivo no desenvolvimento da cobertura sedimentar da plataforma continental brasileira ao considerar que "...a hidrodinâmica pretérita, representada pelas sucessivas mudanças de posição do nível do mar foi responsável pelas alterações de energia do meio depositante e conseqüentemente representou fator decisivo no posicionamento dos modelos sedimentares e na distribuição dos sedimentos".

O produto mais notável deste processo costeiro no interior da Laguna dos Patos, é constituído pelos bancos arenosos (esporões submersos), os quais foram construídos pelo modo de incidência das ondas junto a linha de praia, (Fig. 7).

Em outras palavras, estamos afirmando que todos os bancos arenosos da Laguna dos Patos foram produzidos pela dinâmica pretérita e, hoje, tratam-se de feições submersas, totalmente desvinculadas da dinâmica que os fez crescer.

Quanto a esta hipótese, podemos verificar, por comparação com as configurações em 1911 e 1968, que o Banco das Desertas, não apresenta modificações em seu tamanho (Fig. 5). O mesmo não ocorre com o Pontal das Desertas, o qual tem variações significativas em seu tamanho e forma.

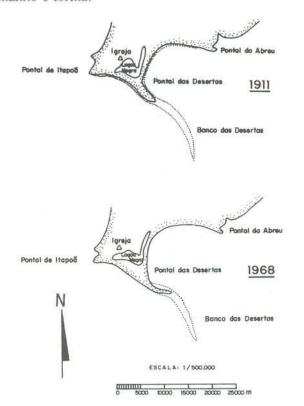
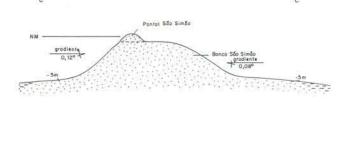


Figura 5 — Posição do Pontal e Banco das Desertas para os anos de 1911 e 1968. Neste período o pontal cresceu 3.390 metros, enquanto que o banco manteve-se estável.



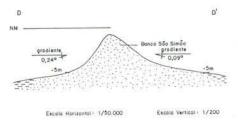


Figura 6 — Perfil batimétrico das seções C — C' e D — D' (localização Fig. 1), sobre o Pontal e o Banco São Simão. (NM — nível d'água).

Também, pode-se avaliar melhor a situação dos bancos arenosos, através de seu comportamento em relação a hidrodinâmica atual. Amostras sedimentares localizadas no topo dos bancos, definem o produto desta dinâmica. Tratam-se de areias médias e grossas, com bom índice de seleção, e assimetria negativa, o que indica a retirada do material arenoso mais fino, pelo processo erosivo.

A erosão, resulta principalmente da propagação das ondas na laguna. As ondas, com alturas de até 2 metros, sofrem facilmente a interferência do topo dos bancos, em função da pequena lâmina d'água sobre estes bancos, da ordem de 1 a 2 metros, ou seja, a energia das ondas retrabalha mais facilmente o topo dos bancos.

Por outro lado, amostras sedimentares localizadas na porção distal dos pontais arenosos, são constituídas por areias finas, bem selecionadas e com distribuição simétrica. Estas amostras, tem as mesmas características texturais das amostras localizadas na atual linha de praia, das margens internas da laguna, adjacentes aos pontais arenosos.

Tal fato indica o produto da dinâmica atual, responsável pelo crescimento dos pontais, cujo mecanismo consiste na erosão de sedimentos ao longo da linha de praia da laguna, e sua deposição nos locais de crescimento dos pontais.

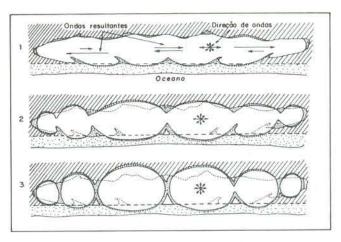


Figura 7 — Evolução lagunar proposta por Zenkovitch (1958), onde a formação dos esporões arenosos estão vinculadas a ventos bidirecionais, que soprem sub-paralelos a costa, em um corpo de água alongado submetido a micro marés.

Os efeitos da hidrodinâmica que atua na erosão dos bancos, podem ser identificados nos perfis batimétricos A-A', B-B' do Pontal e Banco das Desertas (Fig. 4) e C-C', D-D' do Pontal e Banco São Simão (Fig. 6). Os perfis C-C' e D-D', têm junto ao flanco sul do Banco São Simão gradientes mais suaves $(0,08^{\circ}$ e $0,09^{\circ}$) que os gradientes $(0,12^{\circ}$ e $0,24^{\circ}$) do flanco norte.

Considera-se as diferenças entre estes gradientes, como produtos da hidrodinâmica erosiva que abate o topo do banco, e transporta o sedimento arenoso fino para o flanco sul.

A orientação geral E — W do Banco São Simão facilita amplamente este processo erosivo, pois a disposição do banco é transversal ao deslocamento do fluxo da laguna para o sul, e constitui-se também em obstáculo para a propagação das ondas geradas pela ação dos ventos dominantes de NE.

Os perfis A-A' e B-B' sobre o Banco das Desertas também apresentam gradientes mais suaves $(0,08^\circ)$ e $0,17^\circ$) em seu flanco oeste, e gradientes mais acentuados $(0,84^\circ)$ e $0,28^\circ$) em seu flanco leste.

Neste caso, a ação erosiva é facilitada pela orientação geral NW-SE do Banco das Desertas, que se opõe propagação das ondas geradas pela ação dos ventos NE, os mais freqüentes na área em estudo.

Pontais arenosos

Em termos gerais, pode-se observar na Figura 1, que a maior parte do topo dos bancos arenosos, encontrase a uma profundidade de 1 metro, e sobre esta superfície desenvolvem-se os pontais arenosos.

O aspecto mais saliente do crescimento dos pontais sobre os bancos, é o truncamento que os pontais provocam na linha isobatimétrica de 1 metro (Fig. 1).

Desta forma, a linha isobatimétrica de 1 metro é interpretada como correspondente a uma antiga linha de praia, a qual atuou no modelamento do topo dos bancos arenosos, estabelecendo a transgressão subseqüente, o atual nível d'água da Laguna dos Patos, o que possibilitou o crescimento dos pontais arenosos sobre os bancos.

Esta linha isobatimétrica de 1 metro pode ser considerada o marco inicial de uma elevação do nível da água, há aproximadamente 300 anos A. P.

Esta hipótese, tem como base, a taxa de crescimento do Pontal das Desertas sobre o banco correspondente, conforme pode ser inferido pela Figura 5. Nesta é apresentada uma comparação entre parte do levantamento batimétrico da Laguna dos Patos, realizado pela Diretoria de Viação da Secretaria de Obras do Estado do Rio Grande do Sul no ano de 1911, e a carta batimétrica da Diretoria de Hidrografia e Navegação, número 2140 de 1968 onde se observa um crescimento de 3.390 metros da extremidade do pontal. Desta forma, o Pontal das Desertas cresceu no período de 57 anos, a uma taxa média anual inferida da ordem de 59,47 metros.

Considerando esta taxa inferida de crescimento, a partir da raiz do Pontal das Desertas, junto a margem norte da Lagoa Negra (Fig. 5), até sua extremidade em 1968, verifica-se que foi necessário um período de pelo menos 237 anos para a construção de seus 14.094 metros.

Portanto, este cálculo indica que o nível da água atual da Laguna dos Patos iniciou o seu estabelecimento a aproximadamente 300 anos A. P., época em que a linha da água encontrava-se a uma cota da ordem de — 1 metro.

SEGMENTAÇÃO LAGUNAR

A Laguna dos Patos não é um sistema fechado, é uma laguna onde a fonte e mobilidade dos sedimentos é, também, controlada pela importante contribuição hídrica da bacia de drenagem de sudeste, a qual impõe

um fluxo natural a partir do Complexó do Guaíba, até sua desembocadura em Rio Grande (Fig. 2).

Supor um contínuo processo de segmentação do corpo lagunar, através do crescimento dos esporões, com base no modelo proposto por Zenkovitch (1967), (In: Villwock, 1972, 1977 e Hertz, 1977), (Fig. 7), é muito apropriado a um corpo d'água lagunar, isolado ou semiisolado do oceano por barreiras arenosas, e para o qual não drene uma expressiva, ou nenhuma, contribuição hídrica, o que não é o caso desta laguna.

A expressividade desta contribuição hidrica pode ser avaliada através da ausência de qualquer registro no passado e no presente, do crescimento de barras arenosas marinhas (Dillenburg & Toldo Jr., 1990), em tamanho suficiente para obstruir o canal de comunicação entre a laguna e o oceano.

A força do jato hidráulico, junto ao canal, pode também ser avaliada através do elevado valor de fluxo de vazante, como por exemplo aquele registrado por Hartmann et al. (1986), da ordem de 85 cm/s em toda a coluna de água do canal, decorrente de altas taxas pluviométricas durante o ano de 1984, e definindo portanto o fluxo do canal para este período, como de um rio sem penetração de água salgada.

Também outros dois aspectos importantes, relacionados a não segmentação total deste extenso corpo lagunar, são examinados. O primeiro aspecto é representado pelas mudanças de nível d'água, produzidos pelas variações glacio-eustáticas e/ou por fatores climáticos que modifiquem a contribuição hídrica. Estas variações de nível d'água, não permitem o contínuo crescimento dos esporões arenosos no espaço, de modo que seus tamanhos somem em média mais de 50 km de comprimento necessários a segmentação lagunar, pois este processo desloca verticalmente a dinâmica sedimentar, responsável pelo desenvolvimento de novos esporões, onde tenha se estabelecido o nível da água, e a linha de praia e ele associado.

Outro aspecto, resulta de uma análise comparativa entre as margens internas lagunares oeste e leste. Segundo Toldo Jr. (1989), na margem interna oeste, os pontais projetam-se para o interior da laguna, indicando um atual e incipiente processo de segmentação, enquanto que na metade sul da margem interna leste ocorre um franco processo erosivo, de modo a recuar todo o flanco do sistema de barreiras arenosas III (Pleistocênica) e IV (Holocênica), que separam a laguna do oceano, (Fig. 1).

Portanto, o resultado destes processos que atuam sobre as margens lagunares, não indicam a tendência de segmentação total da laguna, através do crescimento dos esporões arenosos.

Agradecimentos — A' Professora, Inês L. R. Martins, coordenadora do subprojeto "Geologia Básica e Sedimentologia da Lagoa dos Patos", convênios UFRGS/CIRM/CECO 070.067/87 e 070.043/88. Aos pesquisadores Sergio R. Dillenburg e Nelson L. S. Gruber, pelas críticas e sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, J. A.; Martins, L. R. 1981. Estudo da Lagoa dos Patos. Pes-
- quisas, 14: 41-66
 Bigarella, J. J. & Andrade, G. O. 1965, Contribution to the Study of the Brazilian Quatenary. Special Papers. Geological Society of America, 84: 433-451. Delaney, P. J. V. 1965. Fisiografia e Geologia da Superfície da Planí-
- cie Costeira do Rio Grande do Sul. Publicação Especial. Escola de Geologia, 6
- Dillenburg, S. R. & Toldo Jr., E. E. 1990. Efeitos induzidos por ondas na embocadura da Laguna dos Patos. Anais XXXVI Congresso Bra-
- sileiro de Geologia, Natal, SBG, **2** : 690-699. Hartmann, C.; Sano, E. E.; Paz, R. S. & Moller Jr. O. 1986. Avaliação de um período de cheia (junho de 1984) na região sul da Laguna dos Patos, através de dados de sensoriamento remoto, meteorológicos e oceanográficos. *IV Simpósio Latino-americano de Sensoriamento Remoto*, Gramado, SELPER. 1: 685-694.
- Hertz, R. 1977. Circulação das águas de superfície da Lagoa dos Patos. Curso de Pos-Graduação em Geociências, USP. Tese de Dou-
- Jost, H. 1971. O Quaternário da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Região Norte. *Anais XXV Congresso Brasileiro de Geologia*, São Paulo, SBG, **1** : 53-62.

 Martin, L; Suguio, K. & Flexor, J. M. 1987. Flutuações do Nível Rela-
- tivo do Mar no Quaternário e seu Papel na Sedimentação Costeira: Exemplos Brasileiros. In: Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileiro. Cananéia, Academia de Ciências de São Paulo, 1 : 40-61.
- Martins, I. L. R; Martins, L. R; Toldo Jr. E. E. & Gruber, N. L. S. 1987. Processos Sedimentares na Lagoa dos Patos. Congresso da Asso ciação Brasileira de Estudos do Quaternário. Porto Alegre, ABE-QUA, 1: 191-213.

- Martins, L. R. 1987. Sedimentos Quaternários da Plataforma Continental Brasileira. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Porto Alegre, ABEQUA, 1 : 11-26.
- Toldo Jr, E. E. 1989. Os Efeitos do Transporte Sedimentar na Distribuição dos Tamanhos de Grão e Morfodinâmica da Lagoa dos Patos. Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS. Disserta-
- ção de Mestrado. 143 p.

 Tomazelli, L. J; Villwock, J. A; Loss, E. L. & Dehnhardt, E. A. 1987.

 Aspectos da Geomorfologia Costeira da Região de Osório Tramandaí, RS. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Porto Alegre, ABEQUA, 1: 133-140.
- 1990. Contribuição ao Estudo dos Sistemas Deposicionais Ho locênicos do Nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul com Enfase no Sistema Eólico. Curso de Pós-Graduação em Geociência, UFRGS. Tese de Doutorado. 270 p.
- Villwock, J. A. 1972. Contribuição a Geologia do Holoceno da Pro-víncia Costeira do Rio Grande do Sul Brasil. Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS. Tese de Metrado. 133 p.
- . 1977. Aspectos da Sedimentação na Região Nordeste da La-goa dos Patos: Lagoa do Casamento e Saco do Cocuruto, RS Brasil. Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS. Tese de Doutorado. 189 p.
- 1984. Geology of the Coastal Province of Rio Grande do Sul,
- Southern Brazil: A Synthesis. Pesquisas, 16: 5-49.

 ; Tomazelli, L. A; Loss, E. L; Dehnhardt, E. A; Horn F, N. O. & Bachi, F. A.; Dehnhardt, B. A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In: RABASA, J., (ed.) Quaternary of South America and Antartic. Peninsula, 4. 11p. A. A. Balkema Publishers, Rotterdam.
- Zenkovitch, V. P. 1958. On the Genesis of Cuspate Spits along Lagoon Shores. Journal of Geology, 67: 269-279.