

# APLICAÇÃO DA ANÁLISE DE SUPERFÍCIES DE TENDÊNCIA À GRANULOMETRIA DE FUNDO DA LAGOA DOS PATOS, RS

Renato Herz \*  
Gilberto Amaral \*\*

## RESUMO

*As técnicas de análise de superfícies de tendência foram aplicadas a dados granulométricos obtidos para 350 amostras de sedimentos de fundo da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul. O mesmo foi feito para cerca de 3.000 dados batimétricos de modo a verificar o relacionamento entre os sedimentos de fundo e forma da lagoa.*

*Os resultados obtidos indicam uma forte correlação entre a forma da lagoa e a variação regional de parâmetros granulométricos, que refletem a distribuição superficial de energia. Foi possível o estabelecimento dos padrões gerais de transporte e sedimentação com base na variação regional de parâmetros granulométricos e sua influência na forma da bacia.*

## ABSTRACT

*Trend surface analysis techniques were applied to granulometric data for 350 samples of bottom sediments from the Patos Lagoon of the Rio Grande do Sul State. The same techniques were applied for near 3000 bathimetric points in order to verify the relationship between the bottom sediments and shape of the lagoon.*

*The results obtained indicated a strong correlation between the shape of the lagoon and the superficial distribution of energy, manifested by the granulometry of bottom sediments. It was possible to disclose the transportation/deposition trends with basis on the regional pattern of granulometric parameters and its influence on the basin shape.*

## I – INTRODUÇÃO

O presente trabalho faz parte de um estudo mais amplo, em desenvolvimento pelo primeiro autor, do desenvolvimento da Lagoa dos Patos. Ele objetivou analisar o relacionamento entre a forma e a granulometria de fundo daquela lagoa com vistas a melhor definir o padrão de distribuição de energias e assim esclarecer os processos que lhe deram origem.

A região estudada situa-se na faixa litorânea do Estado do Rio Grande do Sul, entre os meridianos 50° e 52° W e os paralelos 30° e 32° S (vide Figura 1).

**Agradecimentos:** Agradecemos aos Professores Doutores Luiz Roberto Martins e J.A. Vilwock, do Centro de Estudos Costeiros e Oceanográficos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela cessão de dados inéditos utilizados no presente trabalho.

## II – METODOLOGIA

Os dados sedimentológicos utilizados no presente trabalho, em número de 350, foram extraídos de CUNHA (1971), MARTINS (1963 e 1971), MARTINS e GAMERMANN (1967) e VILWOCK (1972) além de dados inéditos fornecidos por L.R. Martins e J.A. Vilwock. As análises sedimentológicas foram apresentadas sob a forma dos parâmetros de FOLK e WARD (1957), a saber: média, mediana, desvio, assimetria e curtose.

Os dados batimétricos foram extraídos da carta náutica nº 2140 da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha (1968). Além dos dados constantes da carta foram adicionados cerca de 100 pontos com profundidade zero, acompanhando as margens da lagoa. O total de pontos foi de cerca de 2900.

\* Instituto Oceanográfico – USP

\*\* Instituto de Geociências – USP

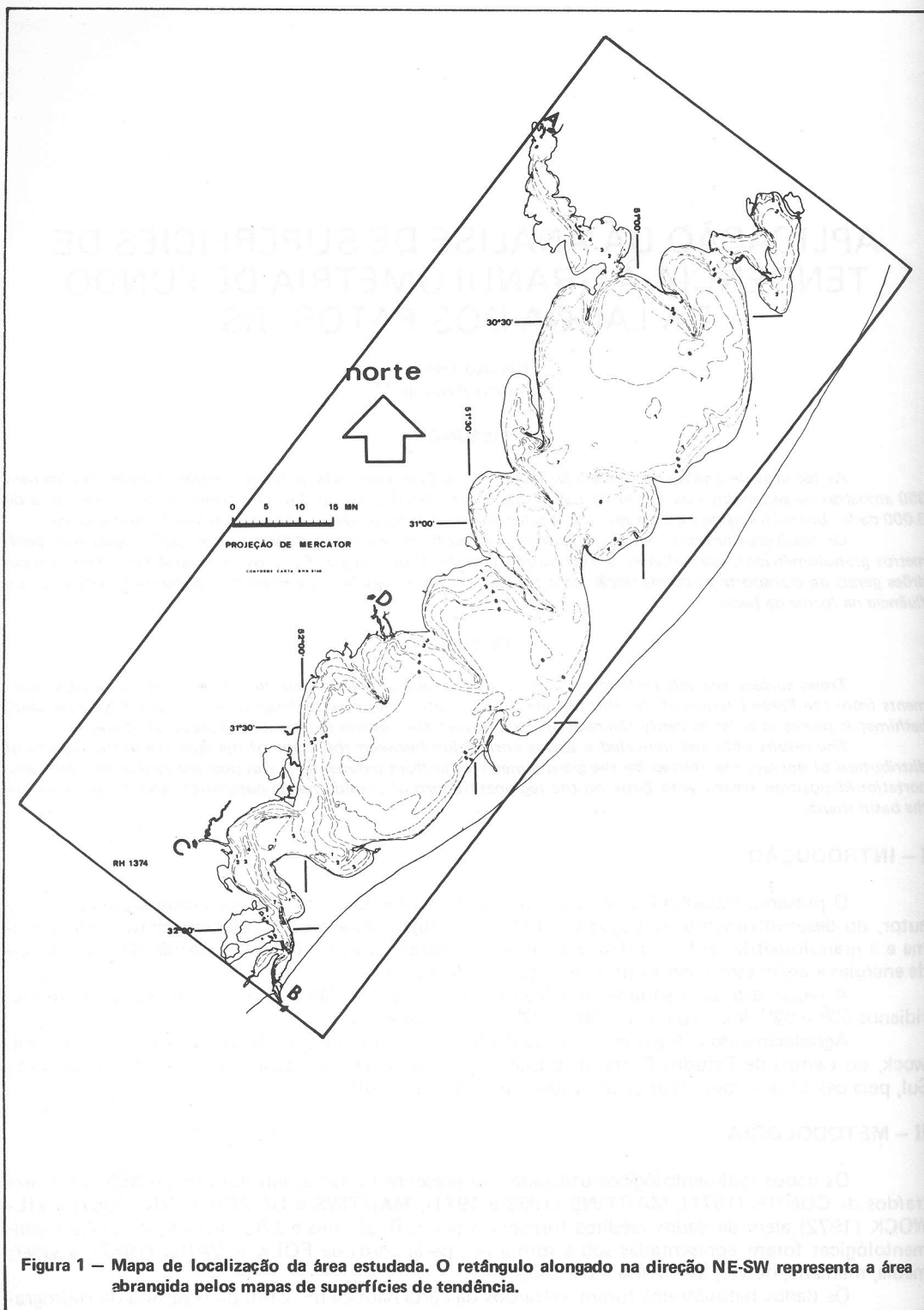


Figura 1 — Mapa de localização da área estudada. O retângulo alongado na direção NE-SW representa a área abrangida pelos mapas de superfícies de tendência.

Tanto os dados granulométricos como batimétricos foram codificados juntamente com suas coordenadas, para posterior perfuração em cartões de computador. A figura 1 mostra o retângulo abrangido por essa codificação. As coordenadas usadas são arbitrárias e têm sua origem no vértice mais ao norte.

O programa de computador utilizado foi desenvolvido pelo segundo autor em 1975 e apresenta as seguintes características:

- Capacidade para processar 4000 pontos e uma variável por vez;
- Cálculo de coeficientes pelo método dos mínimos quadrados utilizando-se o método da eliminação de Gauss com dupla precisão, condensação pivotal e refinamento de solução, para uma precisão maior que 0,5%;
- Cálculo de parâmetros de ajuste (porcento da soma total dos quadrados, coeficientes de determinação e correlação, etc.);
- Impressão dos dados observados e dados calculados juntamente com os valores residuais para polinômios de 1º a 8º graus;
- Impressão de mapas de superfícies de tendência (V. figuras 2 a 7).

Maiores informações sobre a técnica utilizada poderão ser encontrados em HARBAUGH e MERRIAN (1968) e AMARAL (1976).

### III – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As figuras 2 a 7 exibem as superfícies de 8º grau obtidas para as seis variáveis utilizadas (batimetria, média, mediana, desvio, assimetria e curtose). Essa superfície foi selecionada pois apresentou os melhores graus de ajuste. A Tabela I resume os parâmetros estatísticos obtidos.

TABELA I

Param. Variável	% da soma total dos quadrados	coef. de determinação	coef. de correlação
Batimetria	42.29	0.65	0.80
Média	61.51	0.78	0.88
Mediana	60.12	0.77	0.88
Desvio	49.70	0.70	0.84
Assimetria	32.10	0.56	0.75
Curtose	39.89	0.63	0.79

Os parâmetros de ajuste indicam a existência de uma forte tendência regional, de acordo com os critérios estabelecidos por AMARAL (1976). Isso é também mostrado pelas figuras 2 a 7, onde a forma das superfícies é notavelmente semelhante à forma da Lagoa dos Patos (V. Fig. 1). A figura 2 exhibe isopletas com equidistância de 1 m, sendo que o símbolo 0 apresenta valor máximo de 1 m.

O mapa da figura 2 apresenta notáveis semelhanças com a forma real da Lagoa (V. Fig. 1), faltando apenas os esporões de areia, muito embora alguns deles estejam esboçados por curvaturas nas isopletas. Outro aspecto importante e típico de superfícies de tendência, é a extrapolação de valores anômalos para fora da área que contém os pontos observados, como por exemplo a mancha de maior profundidade próxima ao canto superior esquerdo do mapa, dentre outras. No seu conjunto, respeitados os limites da lagoa, a superfície de 8º grau representa notavelmente a forma da mesma. Percebe-se claramente o canal do rio Guaíba no canto noroeste do mapa e o canal do rio Grande, na parte sul. As margens oeste e nordeste também apresentam-se bem marcadas, mas a margem sudeste não. A grande célula em frente à foz do Guaíba e o canal longitudinal da lagoa mostram-se claramente.

Os resultados mais impressionantes foram aqueles obtidos para os parâmetros granulométricos, onde as principais feições morfológicas da lagoa são marcadas por modificações daqueles parâmetros. A média (diâmetro médio) e a mediana, como era de se esperar, apresentam comportamento quase idêntico (V. Figs. 3 e 4). A legenda de ambos os mapas exprime o valor na escala  $\phi$ , sendo que à medida que esse valor cresce o diâmetro diminui. O valor zero corresponde a um diâmetro de 1 mm. Assim, verifica-se que as bordas da lagoa e seus canais apresentam granulação mais grosseira, ao passo que as partes mais profundas exibem granulação geralmente mais fina. Na porção centro-sul da lagoa uma figura em forma de 8 deitada indica uma zona de granulação menor cortada por um canal (faixa) de granulação maior, correspondente ao canal longitudinal da lagoa. A foz do Guaíba é marcada geralmente por uma anomalia granulométrica que sugere a existência de uma feição do tipo delta. O desvio representa o grau de seleção, sendo inversamente proporcionais entre si.

# batimetria

0,00 31,4c n7,17 102,53 137,06 173,23 208,59 243,90 279,29 314,65 350,00



Figura 2 — Mapa de superfície de tendência para os dados batimétricos, como definida pelo polinômio de 8º grau. A equidistância das curvas é de 1 m, a partir do símbolo 0.



# mediana

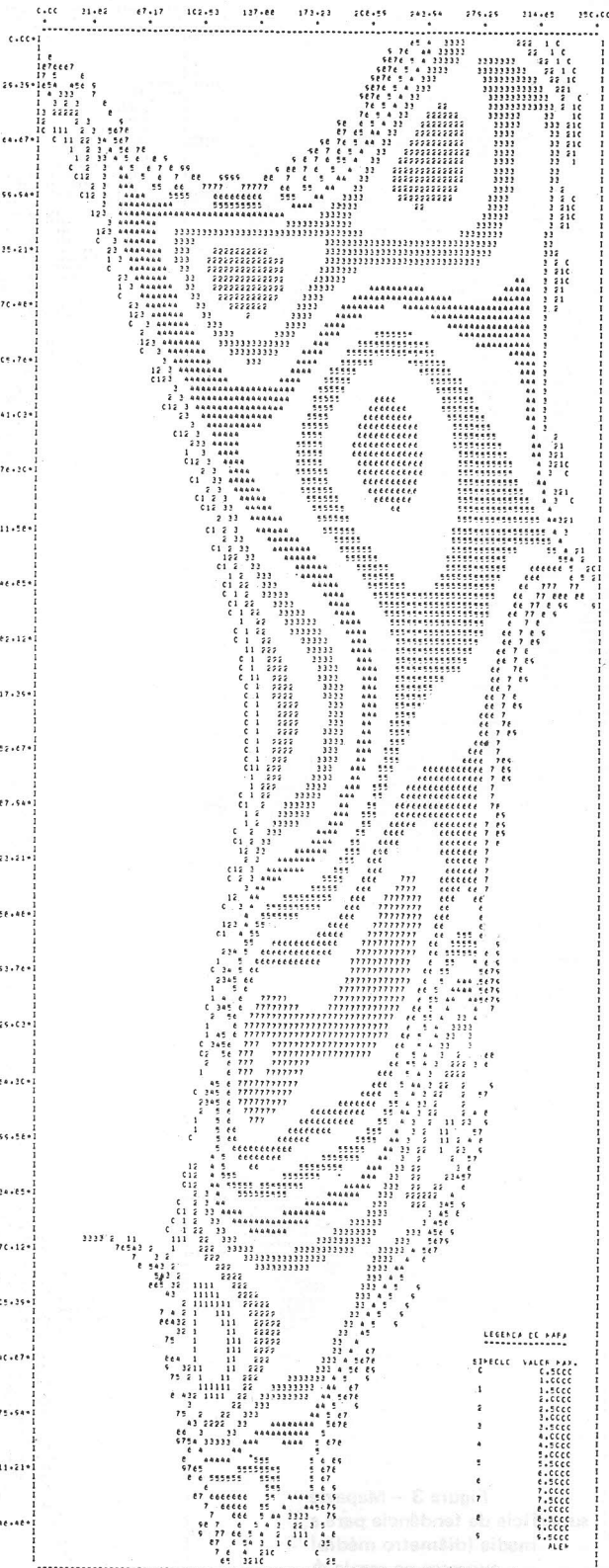


Figura 4 – Mapa de superfície de tendência para a mediana, expresso por um polinômio de 8º grau.

# desvio

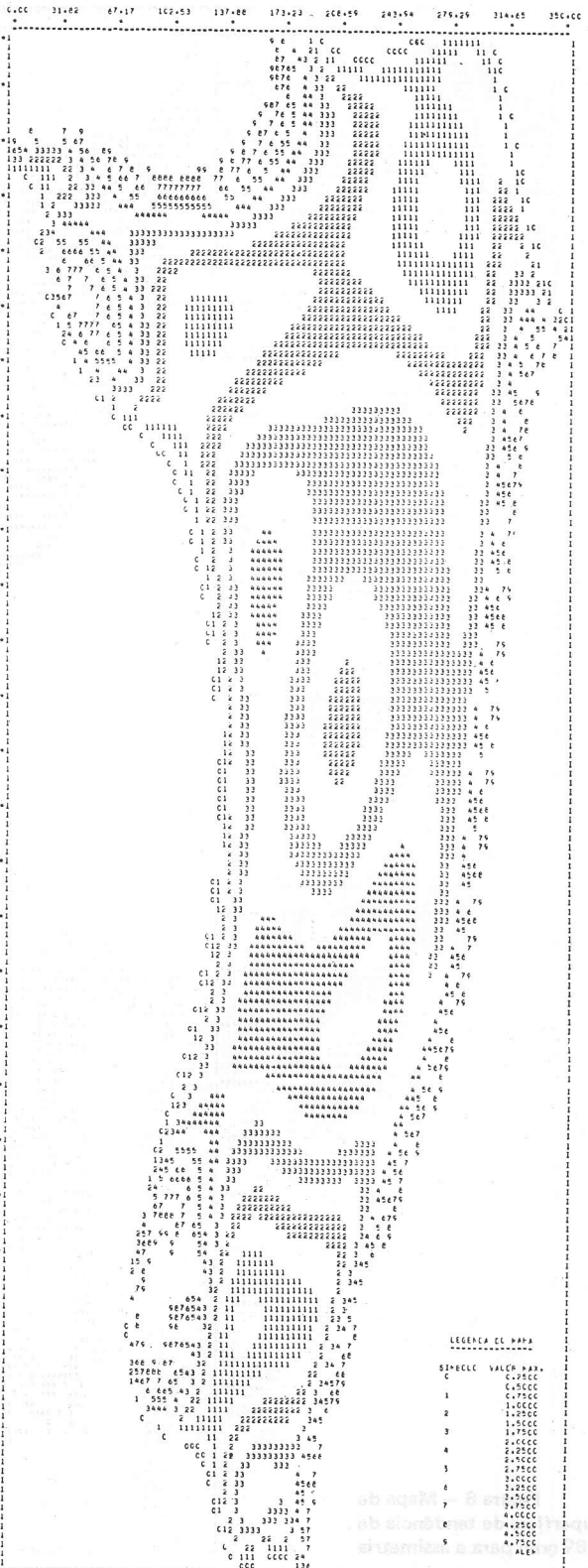


Figura 5 — Mapa de superfície de tendência de 8º grau para o desvio

# assimetria

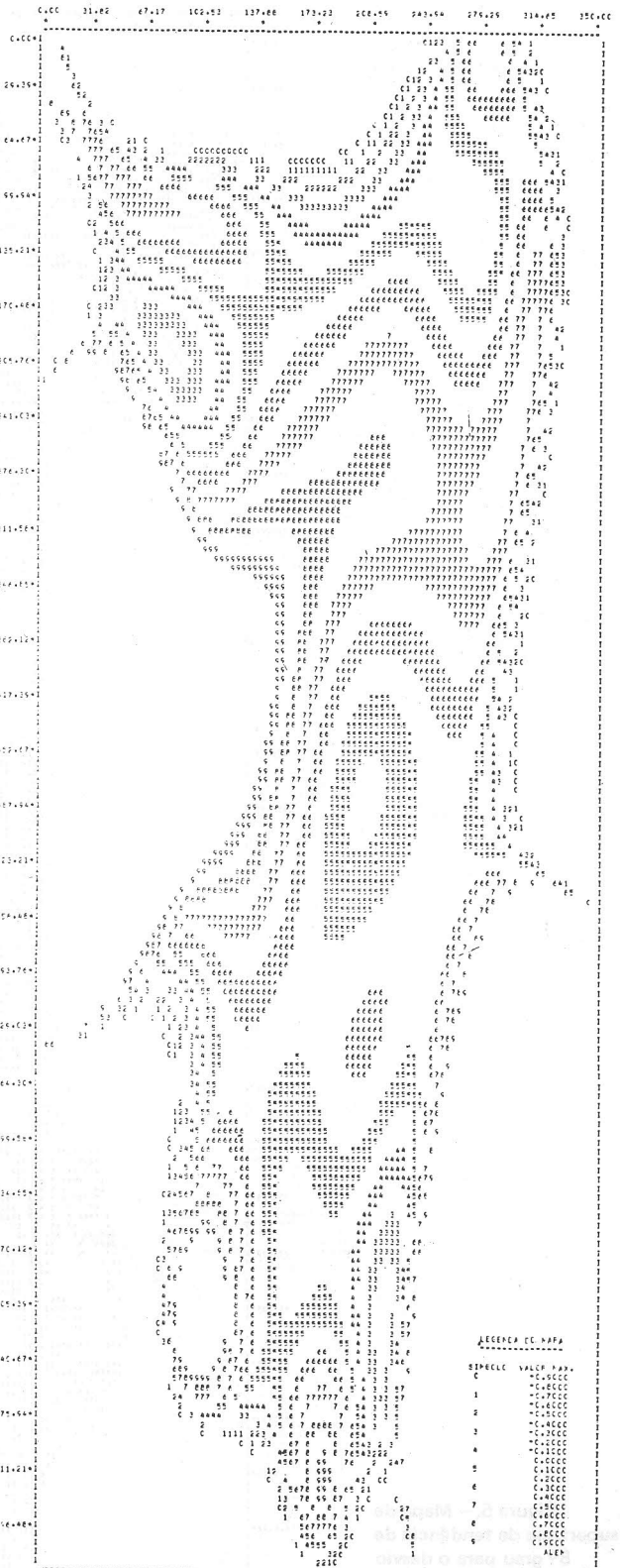


Figura 6 — Mapa de superfície de tendência de 8º grau para a assimetria



Desta maneira, o mapa da figura 5 indica uma tendência geral da seleção melhorar para as bordas e para o canal central, além da foz do Guaíba e do canal do Rio Grande. A assimetria é de certo modo uma outra medida da seleção, apenas que definindo se existe uma dispersão para diâmetros maiores (negativa) ou menores (positiva). No mapa da figura 6 os símbolos 4 e 5 indicam que as curvas de granulação são aproximadamente simétricas (assimetria nula). O mapa mostra que em geral as assimetrias são positivas, isto é, desviadas para granulações mais finas. Existe uma tendência geral para a assimetria se tornar mais negativa em direção à borda leste da lagoa, onde existe interferência de sedimentos eólicos (dunas costeiras). Uma tendência oposta é verificada na margem oeste, com assimetria geralmente positiva sugerindo uma contribuição de material fino vindo do continente. A curtose é um parâmetro difícil de se interpretar estando também relacionado com a seleção do sedimento. Quanto maior o seu valor, melhor será a seleção. No presente trabalho verifica-se que a curtose indica curvas de distribuição granulométrica bastante achatadas, isto é, com pouca caracterização de um diâmetro mais freqüente. O mapa da figura 7 mostra uma tendência geral de aumento da curtose (melhor definição de uma moda) para a borda oeste da lagoa, ocorrendo o inverso para a borda leste. Uma análise mais detalhada deveria ser feita juntamente com as curvas de distribuição granulométrica pois a presença de mais de uma moda (o que é esperado no ambiente das bordas da lagoa) poderá distorcer o significado deste parâmetro.

#### IV – CONCLUSÕES

Os mapas de superfícies de tendência são auto-explicativos e demonstram claramente a existência de uma forte correlação entre a forma da lagoa e a variação regional dos parâmetros granulométricos. A correlação só não é perfeita porque o ambiente da lagoa é bastante complexo e sujeito à ação de um grande número de fatores externos. HERZ (1974) mostrou uma síntese desses fatores, no mapa de circulação das águas dentro da lagoa. Foi verificado que o ambiente lagunar é afetado pela descarga do rio Guaíba, pela direção predominante dos ventos e pelos efeitos das marés. Essas distorções com respeito a um padrão lagunar normal são mostradas pelas superfícies de tendência, especialmente no que se refere à diferença entre as margens leste e oeste e pela presença de um canal longitudinal de circulação. Na margem leste, os sedimentos lagunares são contaminados por sedimentos eólicos provenientes da faixa de dunas costeiras. A margem leste recebe uma carga de sedimentos predominantemente finos proveniente de diversos cursos d'água menores. A circulação ao longo do canal central gera uma faixa de maior energia capaz de selecionar melhor os sedimentos de fundo. A direção preferencial dos ventos, de NE para SW, dá origem a grandes redemoinhos (eddy currents) que por sua vez interferem no padrão de circulação ao longo do canal central, além de causarem erosão de um lado e sedimentação de outro, formando as feições celulares da lagoa.

Estudos mais detalhados, em desenvolvimento pelo primeiro autor, procurarão definir melhor os fenômenos geológicos, climáticos e oceânicos que deram origem à Lagoa dos Patos ou que estão controlando o seu desenvolvimento atual.

#### BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, G. — 1976 — *Teste da análise de superfícies de tendência para distribuições aleatórias. Anais do XXIX Congr. Bras. Geol., Belo Horizonte.*
- CUNHA, R. — 1971 — *O estuário do Guaíba — Características texturais, mineralógicas e morfológicas. Tese de Mestrado, Inst. Geociências UFRGS, Porto Alegre.*
- FOLK, R.L. and WARD, V. — 1957 — *Brazos River bar: a study in significance of grain size parameters. Jour. Sed. Petr. 27 (1).*
- HARBAUGH, J.W. and MERRIAN, D.F. — 1968 — *Computer Applications in stratigraphical analysis. Wiley, N. York, 282 pp.*
- HERZ, R. — 1974 — *Estudo das tendências de circulação das águas de superfície da Lagoa dos Patos. Anais do XXVIII Congr. Bras. Geol. (no prelo).*
- MARTINS, L.R. — 1963 — *Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos (RGS): I — Sacos do Ricão e do Medanha. Bol. Esc. Geol. UFRGS (13): 1-43.*
- 1971 — *Sedimentologia do canal do Rio Grande. Tese de Mestrado. Inst. Geociências UFRGS.*
- MARTINS, L.R. e GAMERMANN, N. — 1967 — *Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos: III — Granulometria da zona norte e média. Iheringia, Geologia (1).*
- VILLWOCK, J.A. — 1972 — *Contribuição à geologia do Holoceno da Província Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de mestrado Inst. Geociências UFRGS.*