Pesquisas em Geociências

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

Estudo da Lagoa dos Patos

José Angel Alvarez, Inês da Rosa Martins, Luiz Roberto Martins

Pesquisas em Geociências, 14 (14): 41-66, set./dez., 1981.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21733>

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 - set./dez., 1981.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

ESTUDO DA LAGOA DOS PATOS*

*José Angel Alvarez**
Inês da Rosa Martins**
Luiz Roberto Martins***

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA

A maior lagoa do Continente Sul Americano situa-se na Província Costeira do Rio Grande do Sul, ao sul do Brasil.

É um extenso corpo de água litorâneo, de características ambientais nitidamente transicionais.

A área onde se situa a Lagoa, é uma planície arenosa baixa, tendo por limite leste o Oceano Atlântico e oeste, a faixa arqueada de terras altas do escudo cristalino com rochas graníticas e metamórficas (Figura 1).

Possui uma área de 9.910 Km². Sua profundidade oscila entre 8 e 6m nas partes centrais e nas margens varia de 3 a 0,50m, atingindo uns 10 a 12m nos canais navegáveis (Figura 2).

A margem leste limitada pela restinga que a separa do Oceano Atlântico é pouco explorada e pouco habitada. A margem oeste é mais desenvolvida e habitada, e devido as suas belezas naturais é mais explorada sob o ponto de vista turístico.

SINOPSE

O sistema lagunar da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul, Brasil), o mais extenso da América do Sul, foi estudado através de um programa cooperativo de pesquisa, estabelecido entre o Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - CECO, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e a Base Oceanográfica Atlântica - BOA, da Fundação Universidade do Rio Grande.

Cento e trinta e quatro (134) amostras superficiais e quarenta e oito (48) testemunhos geológicos, foram analisados.

Cento e quarenta e quatro (144) estações hidrográficas, além de técnicas de sensoriamento re-

moto, foram utilizadas para estudo das propriedades físicas da massa d'água.

A sedimentação lagunar, é tipicamente pelítica, apresentando cobertura arenosa ao longo de suas margens leste e oeste.

A salinidade difere bastante em várias zonas, e as temperaturas são quase uniformes ao longo do corpo lagunar.

A variação na quantidade de nutrientes é sazonal e geográfica.

O estudo realizado, apresenta algumas novas peculiaridades do sistema lagunar.

ABSTRACT

The lagunar system of Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul - Brazil) the most extensive of South America, was studied through a cooperative research program, established between CECO - Universidade Federal do Rio Grande do Sul and BOA - Fundação Universidade do Rio Grande.

One hundred and thirty four (134) surficial samples and forty eight (48) cores were analysed.

One hundred and forty four hydrographic stations and remote sensing techniques were used to study the physical properties of water mass.

The lagunar sedimentation is predominantly pelitic with sand coverage along the east and west margins.

Salinity is quite different in several zones and temperatures is almost uniform along the lagunar body.

The nutrient variability is seasonal and geographic.

The study done showed new peculiarities of the lagoon system.

*Trabalho realizado com apoio financeiro da FINEP, CNPq, BNDE, FAPERGS e UFRGS.

**Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - CECO/UFRGS, Porto Alegre. Bolsistas do CNPq. Trabalho recebido para publicação em 06/11/80.

2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA REGIÃO

A planície arenosa onde se situa a Lagoa dos Patos estende-se de Torres a La Coronilha, no Uruguai, onde as elevações são poucas vezes maiores que 6m (cristas de dunas com 20m).

O clima da região é do tipo subtropical úmido, sendo dominado largamente pela massa tropical marítima.

A temperatura média anual é de 17,5°C, com médias máximas de 22,9°C e mínimas de 12,9°C. A precipitação pluviométrica média anual no litoral é de 1301mm, correspondendo a 101 dias de chuva.

No litoral do Rio Grande do Sul existem muitos lagos e lagoas, sendo a lagoa dos Patos a maior, comunicando-se através do canal de São Gonçalo a Lagoa Mirim, a 2ª em extensão (3.770m²). As Lagoas dos Patos e Mirim encontram-se conectadas ao Atlântico pela barra de Rio Grande.

O gradiente da Lagoa é muito baixo (1m em 120km), sendo que a circulação das águas e a distribuição da salinidade são grandemente influenciadas pelo vento, que atua também na morfologia da Lagoa. Esta apresenta as características nítidas de

estar em processo de segmentação devido a seus esporões recurvados.

O sistema de drenagem da Lagoa dos Patos recebe águas principalmente: do complexo Guaíba, cujos tributários são os rios Jacuí, Sinos, Gravataí, Caí e Velhaco, do rio Camaquã e da Lagoa Mirim.

A Lagoa dos Patos, apesar do seu tamanho apresenta dificuldades à navegação, tanto na parte sul, isto é, no canal de acesso em Rio Grande como na parte noroeste.

Até pouco tempo atrás, a Lagoa dos Patos era fonte de alimentação e renda para centenas de pescadores que habitavam nas suas margens, o mesmo não acontece atualmente, devido a influência da poluição ambiental trazida pela carga do rio Guaíba, com enormes danos ao equilíbrio ecológico desse grande e importante ecossistema. Também é evidente que a margem oeste se torna cada vez mais desenvolvida com o estabelecimento de complexos industriais.

Deve-se levar em conta ainda, as grandes obras do superporto do Rio Grande, que obviamente afetarão a dinâmica da Lagoa. Ao mesmo tempo a Lagoa dos Patos conectará um centro terminal de industrialização e comercialização crescente — Porto Alegre, com uma terminal oceânica principal — Rio Grande.

A Lagoa dos Patos representa uma importante via de comunicação aquática e a evolução da crise energética aumenta a ênfase de economia de transporte. O transporte aquático poderá apresentar vantagens do ponto de vista econômico e volumétrico.

É nesse sentido, bem como no de melhor manutenção e uso desta via como zona de navegação, que se cobre de importância os estudos de base da Lagoa dos Patos.

Também sob o ponto de vista ecológico, biológico e de engenharia hidráulica são importantes estudos de tal natureza. Para que se possa executar qualquer obra de engenharia ou qualquer pesquisa de natureza ecológica, deve-se proceder antes um levantamento completo de todos parâmetros possíveis, tais como: profundidade, salinidade, temperatura, razão de sedimentação, natureza dos sedimentos, etc., que permitam fornecer o suporte necessário para a realização de tais obras.

As dificuldades apresentadas na parte sul são devidas principalmente a presença de correntes e a conseqüente floculação e deposição de material fino (siltes e argilas), sob a influência da salinidade, causando o entulhamento do canal de navegação. Na parte noroeste, entre Itapoã e o Guaíba, as dificuldades são causadas pela grande quantidade de material, especialmente silte e areia, trazidos pelo Guaíba. Ambas zonas necessitam de constantes dragagens.

3. TRABALHOS ANTERIORES NA ÁREA

Vários pesquisadores têm dedicado a sua atenção ao estudo dos diferentes aspectos da planície costeira do Rio Grande do Sul. Neste estudo, faremos constar somente aqueles que se referem a área estudada, ou trabalhos de caráter regional que possam oferecer possibilidades de confronto e discussão com os resultados por nós obtidos.

CLOSS (1962), efetuou o primeiro trabalho sistemático na área de pesquisa, onde classificou a Lagoa dos Patos sob o ponto de vista ecológico, baseado na distribuição de Foraminíferos e Tecamebas, em 6 zonas: zona pré-marinha, zona submarinha, zona pré-mixohalina, zona mixohalina, zona pré-limnica e zona limnica. Os fatores ecológicos mais importantes na distribuição dos Foraminíferos e Tecamebas foram: a salinidade, tipo de sedimento, profundidade e alimento.

CLOSS (op.cit.), classifica a Lagoa dos Patos sob o ponto de vista geográfico-ecológico em duas zonas distintas: a sul, que vai desde o canal de acesso (entre os molhes), até o Farol da Porteira (ilha da Feitoria), e a zona norte, entre este e o Guaíba.

A fisiografia destas duas regiões é diferente, constituindo-se a primeira de uma zona rasa, sofrendo colmatação rápida por sedimentos arenosos e secundariamente finos, ricos em matéria orgânica; com pequenas enseadas denominadas "sacos", limitadas por esporões arenosos recurvados.

A segunda, mais ampla, apresenta enseadas bem maiores e bem mais afetadas pelos ventos que proporcionam uma mecânica deposicional de partículas, diferente da primeira.

Estas duas zonas, segundo CLOSS (op.cit.),

diferenciam-se fundamentalmente em relação as conclusões físico-químicas da água e da fauna.

Os primeiros estudos sobre a distribuição dos sedimentos de fundo da Lagoa dos Patos foram realizados por MARTINS (1963-1966) e MARTINS e GAMERMANN (1968), contribuindo os autores acima citados, com os primeiros mapas de distribuição faciológica.

A partir destes estudos são identificados três populações fundamentais: areias médias a grossas, areias finas e siltes. De um modo geral as zonas centrais, mais profundas são atapetadas por sedimentos de granulação fina, gradacionando para faixas transicionais com misturas variáveis de areias e sedimentos finos de Leste para Oeste, seguindo-se as zonas rasas de flanco de restinga e margem continental, essencialmente arenosas. A margem Leste é formada por areia fina e a margem Oeste é constituída por areias mais grossas.

A fonte dos sedimentos da Lagoa dos Patos é a carga de suspensão do complexo fluvial que deságua no Guaíba, as areias da formação Graxaim e as areias de alteração do Escudo Riograndense no flanco continental da Lagoa, e as areias da formação Chuí e do Recente no flanco oriental.

DELANEY (1965), dividiu a Lagoa dos Patos em três zonas distintas: inferior, entre a barra de Rio Grande e a barra da Feitoria; média, desta última a Itapoã, e superior subdividida em duas sub-áreas, a Lagoa do Casamento e a passagem norte do Itapoã para o Guaíba.

CLOSS e MADEIRA (1967), fazem uma pesquisa sobre as variações sazonais das associações vivas e mortas de Foraminíferos mixohalinos do sul da Lagoa dos Patos, suas variações morfológicas e as possíveis inter-relações com os fatores ecológicos de salinidade e temperatura.

MOTTA (1969), realizou estudos para a melhoria e aprofundamento do canal de Rio Grande.

VILLWOCK e MARTINS (1970), relatam uma deposição de lama ocorrida na praia do Cassino e balneários adjacentes a barra do canal de Rio Grande, concluindo que a composição mineralógica desta lama é a mesma da Lagoa dos Patos, comprovando sua origem a partir do material que se deposita na plataforma continental ao redor daquela desembocadura, o qual é removido durante as ressacas e depositado, ao longo da praia, além do molhe leste.

MARTINS (1971), faz um estudo sobre a sedimentação do canal de Rio Grande com a identificação de 3 facies sedimentares de fundo.

CUNHA (1971), define as facies do estuário do Guaíba, caracterizando sob o ponto de vista textural, mineralógico e morfológico.

VILLWOCK, MARTINS e FORMOSO (1972), realizaram um estudo sobre a mineralogia de argilas dos sedimentos de fundo da região do canal de Rio Grande e nas demais porções da Lagoa, concluindo que nas regiões norte e média da mesma,

existem zonas de baixa salinidade e a assembléia mineralógica é detrítica, herdada de bacias hidrográficas dos rios que nela desagüam. Os argilo minerais presentes em ordem de abundância são: a montmorilonita, a caulinita, os inter-estratificados do tipo ílita-montmorilonita. Já no extremo sul da Lagoa onde há um aumento da salinidade, continua dominando a montmorilonita, mas há um aumento na quantidade relativa dos inter-estratificados do tipo (10-14M), e há uma leve diminuição na quantidade de clorita e caulinita.

BONILHA *et alii* (1975), através de um estudo computacional, demonstram as vantagens e implicações tendencionais dos resultados obtidos em modelos teóricos para o complexo do Guaíba e a Lagoa dos Patos.

HERZ (1977), faz um estudo sobre a aplicação de imagens orbitais ao estudo dos processos hidrodinâmicos das águas de superfície da Lagoa dos Patos, usando o sedimento em suspensão como traçador natural.

A Fundação Universidade de Rio Grande iniciou em dezembro de 1975, os cruzeiros periódicos do Projeto Lagoa (Relatório I a XV cruzeiros, FURG-BOA. Série Relatórios: nºs 1 a 9). Com essas observações obteve-se diversos dados e estudos das condições ecológicas e a biologia da parte pré-limnica e estuarina do sistema dos Patos.

MARTINS *et alii* (1978), detalham o mecanismo da deposição periódica de lama na praia do Cassino (Rio Grande), com conseqüências de caráter ecológico e também turísticos.

A última pesquisa feita na área, anteriormente mencionada foi um "levantamento preliminar das correntes na área compreendida entre a barra de Rio Grande e a Ponta da Feitoria". A pesquisa foi patrocinada pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Rio Grande do Sul e seus resultados serão brevemente publicados (ALVAREZ, J.A. MARTINS, I.R. e MELLO, P. 1979).

4. PLANO DE PESQUISA

Como em outros casos similares, a extensão da área a ser pesquisada e a alta variabilidade de suas condições físicas são as características que impõem maior restrição, em relação ao trabalho com os meios logicamente disponíveis. O primeiro fator já antes mencionado, isto é, as grandes dimensões da Lagoa, define por si mesmo as dificuldades que estas dimensões implicam. Mas são estas dimensões, ligadas à variabilidade dos fatores ambientais, que enfatizam a complexidade da amostragem.

Do ponto de vista hidráulico, a Lagoa dos Patos é um sistema alimentado por oito bacias hidrográficas (as seis antes mencionadas e as bacias do Litoral e Pelotas) e por outro complexo hidrográfico (o Mirim). A descarga é feita em sua conexão com o Oceano Atlântico, através de uma zona es-

tuarina relativamente estreita, em Rio Grande (RGS). As bacias mencionadas estão expostas a um regime de precipitações com máximas sazonais no Inverno e períodos de estiagem no Verão. Na saída oceânica, a maré de tipo mista é de uma amplitude média de 0,50m, sendo altamente sensível à ação dos ventos.

A circulação atmosférica baixa tem predominância do NE durante todo o ano, podendo tornar-se ocasionalmente, W, S e SE, com as esporádicas intrusões de massas de ar frio provenientes do Sul.

Como o escoamento da drenagem é favorecido pelos ventos do setor N a ENE e o represamento das águas, com o conseqüente aumento da intrusão de águas salinas, tem lugar com ventos de SE a SW, vê-se que segundo a coincidência ou não do escoamento com os ventos favoráveis, as condições de movimentação da massa d'água podem variar grandemente.

No panorama médio, os ventos de vazante são mais fortes e freqüentes no verão, ou seja, em estiagem. Já os ventos de represamento mostram-se mais fortes e freqüentes no fim do inverno, quando as precipitações são mais volumosas. Vemos, portanto, que há um contrabalanço de ações opostas. Em curto período, as situações apresentam grande variabilidade.

Por outro lado, a Lagoa dos Patos está constituída por quatro células bem demarcadas por esporões arenosos recurvados, relativamente extensos. Destas quatro células, as mais perturbadas, devido à sua localização e à influência de seus tributários, são as células norte e sul. Deste modo, dividiu-se a região a explorar em três secções, englobando as duas células centrais em uma secção (Figura 3).

Frente à impossibilidade de ter mais de uma embarcação em observação, decidiu-se fazer uma amostragem sucessiva, segundo uma malha regular. Esta teria que compatibilizar a necessária economia de operação com uma adequada detecção das características geológicas, já que este era o objetivo principal da pesquisa. Cada secção seria ocupada nos períodos de maior interesse e os dados assim obtidos serviriam de base para futuras investigações.

As estações de coleta de dados (Figura 4) somam 130 e, pela importante contribuição do Guaíba, algumas delas estão nele localizadas. A ocupação das secções foi planejada de tal maneira que as I e III (ou seja, a setentrional e a meridional) fossem observadas nas épocas de maior variabilidade dos parâmetros dominantes (Inverno e Verão), deixando-se para a secção II as épocas intermediárias.

O problema de posicionamento foi especialmente considerado, mas não tendo sido possível a obtenção de um sistema eletrônico em tempo com o início das atividades, optou-se por realizar uma cuidadosa navegação com sistemas convencionais.

Para dar uma melhor idéia da envergadura do trabalho de cobrir as estações escolhidas, pode-se dizer que só a ocupação do total delas significa uma navegação de cerca de 715 milhas náuticas.

Como plataformas de observação, contou-se com a lancha "LARUS", e o navio "ATLÂNTICO SUL". As duas embarcações são vinculadas à Fundação Universidade do Rio Grande, que coparticipa na pesquisa da Lagoa dos Patos com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Neste, o Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica — CECO é o organismo executor deste trabalho específico.

A "LARUS" é uma lancha especialmente adequada para investigação oceanográfica, sobre um casco de iate de cruzeiro, com um calado de 1,50m, um comprimento aproximado de 12m, capacidade para 6 cientistas, desenvolvendo 10 nós de velocidade, com 300 milhas náuticas de autonomia. O "ATLÂNTICO SUL" é um navio também especificamente construído para a investigação oceanográfica, em especial a pesqueira. Tem um comprimento total de 36m, um calado de 3,50m, autonomia de 6500 milhas náuticas, velocidade de 11 nós e capacidade para 25 pessoas, das quais 11 cientistas.

Devido à extensão da área a pesquisar e sua variabilidade, já antes comentada, somou-se aos elementos utilizados para a observação periódica o sensoriamento remoto, por meio dos satélites "LANDSAT" e avião.

O "LANDSAT" tem uma passagem sobre a zona a cada 18 dias, podendo os dados serem obtidos junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. O avião alugado, era dotado de instrumentos capazes de captar imagens e temperaturas de superfície.

Os cruzeiros e os vôos foram planejados de forma a existir a coincidência com pelo menos uma das passagens do satélite "LANDSAT". Deste modo, tentou-se não só obter uma situação de referência (o "ground" ou "sea truth"), mas fazer experiências adicionais em relação ao conjunto de imagens de satélite.

Com as embarcações já mencionadas, a coleta de dados incluiu: temperatura, salinidade, correntes e turbidez a cada metro, oxigênio, batimetria contínua, amostragem de fundo, coleta de testemunho, sedimentos em suspensão (estações selecionadas) a diferentes profundidades, nutrientes, pH, Seston e metais pesados em estações escolhidas. Fez-se observações meteorológicas de rotina a bordo e conta-se a mais com os registros regulares da rede meteorológica, fluviométrica e maregráfica, já em realização em estações fixas.

CRUZEIRO	VENTOS FAVORÁVEIS A		PLUVIOSIDADE			INSOLAÇÃO		ESTAÇÃO CARACTE- RÍSTICA	SECÇÃO PESQUI- SADA
	ESC	RPR	G	M	E	A	MD	B	
LP 01		X		X		X		O	III
LP 02	X				X	X		V	II
LP 03		X	X					X	II
LP 04		X			X		X	O	I
LP 05		X		X				I	III

TABELA 1 – Caracterizações da influência meteorológica e sazonal.

RPR – Represamento
ESC – Escoamento
G – Grande

M – Moderada
E – Escassa ou nula
A – Alta

MD – Média
B – Baixa
I – Inverno

O – Outono
P – Primavera
V – Verão

5. COMENTÁRIOS SOBRE ALGUMAS DAS OBSERVAÇÕES REALIZADAS

Presentemente está sendo executada a primeira fase dos estudos, cujo ritmo foi mudado por diversas razões. Achando-se as observações em processo de análise ainda, só se fará aqui algumas indicações preliminares sobre o observado nos cinco primeiros cruzeiros e no único vôo.

Devido a falta de sinopticidade da coleta de informação os dados observados caracterizam só no melhor dos casos as secções pesquisadas. Por isso não se tentou fazer nenhuma análise composta, cujo resultado poder-se-ia afastar muito de toda realidade física.

Dos cinco cruzeiros, (LP 01 a LP 05), as condições características são as indicadas na Tabela 1.

O único cruzeiro com condições de circulação atmosférica favorável a escoamento teve que ser interrompido por adversas condições meteorológicas. Portanto as caracterizações dos campos de distribuição das variáveis são válidas para caso de represamento das águas. Isto não significa que a situação era de alta contenção das águas escoadas, mas que deve-se ter em conta uma ação predominante do vento na superfície da lagoa para o setor do 1º e 4º quadrantes (ou seja entre Leste e Oeste passando pelo Norte).

5.1. Sedimentologia

5.1.1. Caracterização do recobrimento sedimentar de fundo

As análises realizadas em 161 amostras de fundo e em 51 testemunhos obtidos com testemunhador a pistão, revelaram os principais padrões do regime sedimentar e conseqüentemente os principais tipos de recobrimento sedimentar de fundo.

De um modo geral, a Lagoa dos Patos mantém, quanto à distribuição geral de seus sedimentos de fundo, os padrões clássicos já conhecidos da sedimentação lagunar, definidos por vários autores.

A sedimentação predominante na lagoa é do tipo pelítico, representada especialmente por variações texturais, onde predomina o tamanho silte, recobrindo a parte central e os canais de navegação, desde Itapoã até a Ilha da Feitoria (domínio da sedimentação lagunar). A partir desta zona, até a desembocadura, os sedimentos de fundo passam gradativamente para siltes argilosos, areias argilosas, argilas sílticas e argilas, marcando a influência da água salgada que produz, pela floculação, a decantação dos componentes mais finos da carga de suspensão (domínio da sedimentação estuarina).

As zonas marginais, tanto do flanco lagunar oeste (continente), como do lado leste (restinga múltipla), são atapetadas por sedimentos de composição mecânica, nitidamente arenosa. Tal com-

portamento é observado também na região de predominância da sedimentação lagunar.

Mais ao sul, no regime estuarino, são observados alguns bancos de areia lamosa, que indicam a influência marinha de areias da plataforma trazidas pelas correntes litorâneas, e que ingressam no "outlet" (canal) de desagüe, principalmente durante regimes hidrodinâmicos vigorosos (tormentas).

As areias das zonas marginais rasas do flanco continental são predominantemente médias a grossas, por vezes conglomeráticas, algo imaturas, tanto sob o ponto de vista composicional (frequência de feldspatos e fragmentos de rocha), como textural (areias mal classificadas).

A zona rasa leste, que margeia a restinga, é atapetada por areias finas e muito finas, maduras (predominantemente quartzosas, bem classificadas, grãos sub-arredondados e arredondados) tanto na composição mineralógica como texturalmente.

Entre a zona lamosa e os flancos arenosos, existe em ambos os lados uma zona de transição nítida, representada por misturas em proporções variáveis de areia e lama.

Para melhor exemplificar os principais domínios da sedimentação lagunar, apresentamos a seguir os componentes litológicos de três testemunhos obtidos na secção II (Figura 5, 6 e 7).

O testemunho 06 (Figura 5) é típico da sedimentação fina (predominantemente síltica), que atapeta a parte central do corpo lagunar. Nota-se, inclusive, uma diferença no grau de compactação da lama, a partir de 70 centímetros do topo para a base, o que indica uma seqüência mais antiga que a da zona superficial. A futura identificação dos componentes bioclásticos (moluscos, especialmente) poderá fornecer elementos mais apropriados, quanto às diferenças entre as lamas de diferentes graus de compactação.

Os testemunhos 17 e 23 (Figura 6 e 7) foram obtidos na zona de transição e flanco leste da laguna.

O testemunho 23 mostra uma camada de lama bastante fluida e de espessura bem menos expressiva que a encontrada no testemunho 06. Esta lama recobre uma camada arenosa. Trata-se de uma contribuição atual da carga de suspensão, interdigitando com areias quartzosas finas das partes rasas.

O testemunho 17 foi tomado na zona rasa leste da laguna, onde ocorre o recobrimento de areias fina quartzosa. Ele apresenta, na porção superior, uma camada de areia de 32 centímetros, aparecendo na base uma pequena ocorrência de lama de 3 centímetros.

Esta seqüência indica a existência, entre a sedimentação pelítica da parte central e a arenosa dos flancos, de uma interdigitação dos dois domínios fundamentais.

Isto é devido, principalmente, a períodos alternados dos regimes de sedimentação no corno

FIGURA 3

DES. FLÁVIA DE CASTRO

SEQUÊNCIA LAMOSA DE ACENTUADA COMPACTAÇÃO A PARTIR DOS 70 cm, EM DIREÇÃO A BASE. NÍVEIS DE CONCHAS E FRAGMENTOS BIOTRÍTICOS ESPARSOS OCORREM EM TODO O TESTEMUNHO.

- AMOSTRAS PARA GRANULOMETRIA RAPIDA
- AMOSTRAS PARA GRANULOMETRIA DETALHADA

FIGURA 5

DES. FLAVIA DE CASTRO

lagunar, ou seja, o lagunar tornando-se mais expressivo no período de cheias, recobre parcialmente as areias da parte rasa. Nos períodos de estiagem, a sedimentação arenosa recobre parte da sedimentação lamítica, notando-se desta maneira uma interdigitação das camadas.

5.1.2. Áreas fontes dos sedimentos

A Lagoa dos Patos é alimentada por várias contribuições fluviais, conforme já foi discutido anteriormente. Destas contribuições, sobressai de maneira saliente o complexo do Guaíba, formado pelos rios Cai, Taquari, Sinos, Jacuí, Gravataí e Velhaco.

O trajeto da carga de tração atinge o seu ponto máximo justamente na área de confluência dos cinco cursos, onde é depositada, formando uma série de ilhas aluviais de composição arenosa, constituindo morfológicamente um delta.

A carga de suspensão é transmitida ao corpo lagunar amplo e de baixo gradiente batimétrico, iniciando a acumulação dos componentes mais grosseiros da mesma (predominantemente silte e alguma areia muito fina).

Os componentes mais finos (argilas) dada a sua baixa velocidade de assentamento, permanecem em suspensão e somente assentam na região estuariana ao sul da lagoa, sob a influência da água salgada que ingressa através do canal.

As areias médias e grosseiras da margem oeste são transmitidas pelos cursos fluviais que atravessam o Escudo Pré-Cambriano Sul Riograndense e seu manto intempérico e a formação Graxaim (Quaternário). A contribuição saliente está representada por areias grosseiras e médias, quartzosas

mas com certa incidência de componentes lábeis (feldspatos e fragmentos de rocha) e alguma argila.

As areias do flanco leste, que recobrem as zonas mais rasas junto à restinga, são de granulometria fina, predominantemente quartzosas e oriundas das formações Chuí e Itapoã, que são carregadas pelos cursos de água que alimentam a laguna e por areias do Recente (dunas e planície arenosa).

A zona dos bancos de desembocadura que se apresentam constituídos por areias lamosas, possuem o componente areia com propriedades mineralógicas e morfológicas similares as areias de plataforma interna e face praial atual, enquanto a lama é de predominância argilosa fornecida pelo sistema lagunar.

5.1.3. Material em suspensão

Durante o Outono de 1979, foram tomadas amostras de material em suspensão à superfície e a profundidades variáveis de 3 a 14 metros. (Cruzeiro LP 04/79, abril).

A concentração em miligramas por litro para esse período do ano, permitiu “a priori”, dividir o corpo lagunar em três regiões distintas:

- a) Zona de nítida influência fluvial, com alta concentração de material em suspensão, tanto em superfície como a profundidades elevadas, marcando uma zona de nítido transporte ou transferência de material. Esta concentração é perfeitamente visível nas fotos de satélite tomadas na região. Ela pode ser acompanhada na TABELA 2 fornecida a seguir:

TABELA 2 -- Material em suspensao no setor “Complexo do Guaíba” (secção I).

ESTAÇÃO	PROFUNDIDADE EM METROS	CONCENTRAÇÃO EM mg/l
3 (I)	Superfície	57,0
	3	53,5
	Fundo	57,5
5 (I)	Superfície	58,0
	4	53,0
8 (I)	Superfície	43,0
	5	48,0
9 (I)	Superfície	75,5
	5,5	40,5
20 (I)	Superfície	46,5
	3	57,0
	6	66,0

b) Zona característica lagunar.
 Representada por concentrações mais moderadas e baixas que a anterior, indicando já uma deposição parcial da carga de suspensão, com decréscimos sintomático da parte norte para a parte sul da laguna, conforme pode ser constatado na TABELA 3.

TABELA 3 — Material em suspensão no setor lagunar (secções I e II).

ESTAÇÃO	PROFUNDIDADE EM METROS	CONCENTRAÇÃO EM mg/l
16 (I)	Superfície	19,6
	5	18,7
32 (I)	5	32,0
35 (I)	Superfície	19,0
	3	17,3
	6	16,4
44 (I)	Superfície	21,2
	4	24,2
	7	27,4
48 (I)	Superfície	15,6
	6	14,8
55 (I)	Superfície	9,1
	4	9,1
57 (I)	Superfície	11,0
	3	16,2
	6	7,8
6 (II)	Superfície	7,0
	3	4,0
	5	5,6
17a (II)	Superfície	2,2
	4	2,0
	7	2,7
31a (II)	Superfície	2,8
	3	1,6
33a (II)	Superfície	1,9
	6	1,4
14a (III)	Superfície	1,6
	3	1,7
	5	0,7
18 (III)	Superfície	2,9
	3	2,1
	5	2,1
29 (III)	Superfície	2,9
	5	2,1
31 (III)	Superfície	1,3
	3	1,7
	5	2,9

c) Zona de influência estuarina.
Há um aumento da concentração de material em suspensão, principalmente nas profundidades maiores, indicando uma intensa sedimentação dos componentes da carga de suspensão que não foram decantadas no setor norte e sul.
Essa concentração pode ser acompanhada na TABELA 4.

TABELA 4 – Material em suspensão na zona estuarina (secção IV).

ESTAÇÃO	PROFUNDIDADE EM METROS	CONCENTRAÇÃO EM mg/l
1A (IV)	Superfície	3,4
	5	1,2
3A (IV)	Superfície	9,0
	3	5,6
	6	?
4A (IV)	Superfície	5,1
	5	6,5
	8,5	4,2
5A (IV)	Superfície	6,5
	9	32,8
8 (IV)	Superfície	4,2
	12	6,7
10 (IV)	Superfície	1,8
	7	6,8
	14	16,8
12 (IV)	Superfície	2,8
	7	6,7

5.2. Observações sobre a distribuição da salinidade

A distribuição da salinidade está em estreita relação com as condições de circulação das águas.
Soma-se a isto a falta de sinopticidade da amostragem, indicando a conveniência de fazer uma caracterização de tipo estatístico. Com essa finalidade foram feitos os histogramas de classes de salinidade para os níveis de superfície, 4m e fundo.
As salinidades observadas (em %) nas secções tem os seguintes limites de variação:

TABELA 5 – Limites de variação de salinidade observados nos cruzeiros LP 01, LP 03, LP 04 e LP 05.

SECÇÃO	CRUZEIRO	SUP	4m	FUNDO
I	LP 04	0 – 1,6	0 – 1,4	0 – 1,8
II	LP 03	0 – 5,0	0 – 5,0	0 – 12,0
III	LP 01	0 – 3,0	0 – 3,0	0 – 3,0
III	LP 05	4,5 – 10,5	5,5 – 10,5	6,0 – 10,5

Nota-se que embora a parte mais meridional da lagoa possa usualmente ter águas quase doce, em outras oportunidades, há valores de salinidade relativamente altos. A mudança de salinidade na secção III é a maior de todos. Nos casos em que a salinidade é relativamente alta, a moda da distribuição indica claramente o efeito da entrada de águas salgadas nas zonas mais profundas. Também nestes casos (maior salinidade) a variabilidade relativa em profundidade assinala condições de predominante mistura vertical ou seja, que há um predomínio de altas velocidades de fluxo (Figura 8 e 9).

O nível dos 4 metros mostra que em todas as secções o intercâmbio vertical é relativamente ativo, isto indicaria que as condições de movimento existem em todas as áreas da Lagoa.

Como os histogramas provêm de amostras com diferenças temporárias apreciáveis (até 3 ou mais dias), e sintetizam a variabilidade da secção é conveniente recorrer a perfis de caráter mais simultâneo temporalmente falando.

A variação de salinidade na secção III é como seria de esperar maior nos S e menor no N, o gradiente meridional é mais marcado no caso de salinidade alta e pareceria que o fluxo de águas é maior para a cabeça meridional da secção II, o que coincide com o relativo estreitamento da mesma. A variação transversal de salinidade, na secção III aparece diferente nos casos de baixa e alta salinidade. No primeiro caso a salinidade cresce para Leste, e no segundo acontece o inverso ou seja decresce para Leste, sendo no caso de superfície uma variação em decrescimento mais regular que no fundo. As indicações do campo de movimento são insuficientes como para afirmar se o efeito tem uma explicação dinâmica.

Na secção II a salinidade cresce para Leste tanto na superfície como no fundo. Entretanto a variação meridional de salinidade é marcadamente mais acentuada que na secção III.

Na secção I a salinidade decresce para Leste no perfil transversal e no sentido meridional cresce levemente para o Sul mostrando semelhança com a variação espacial da secção III e não da II.

Um registro de estação feito em um intervalo de 24 horas, em situação de relativa estabilidade do vento fornece uma boa ilustração sobre a mudança no sentido meridional, no perfil de salinidade (Figura 10). Observa-se uma estratificação leve e moderada nas secções III e II, com condições de homogeneidade oligohalina na secção I. Para o norte da estação indicada na secção I, a salinidade varia a teores mais baixos e nulos.

5.3. Observações sobre a distribuição de temperatura

Para esta variável se traçaram também perfis meridionais transversais e médias espaciais.

Todos os perfis meridionais indicam uma tendência geral a um leve decréscimo de temperatura de N a S. Os perfis transversais mostram diferenças entre a secção I, II e III. Nas duas primeiras existe um gradiente positivo leve para Leste, entretanto na secção III, tanto no perfil de Primavera como no de Inverno o gradiente para Leste é negativo tanto em superfície como no fundo (Figura 11). Nesta secção o perfil na parte oeste corresponde a menores profundidades. Porém apesar das condições de insolação terem sido diversas nos perfis das outras secções e pode-se suspeitar efeito diurno nesta secção III, essa diferença deveria ser reanalisada em vinculação com a influência do escoamento do rio Camaquã.

Na secção III onde se tem comparações entre Primavera e Inverno, nota-se uma diferença nas temperaturas médias espaciais que em superfície e fundo chegam a ordem dos 10°C aproximadamente.

Como as temperaturas, as diferenças de salinidade, são mais homogêneas e de pequena variação entre secções, pode-se dizer que entre as estações extremas a temperatura das águas tem mudado de uns 11°C a 25°C. Embora esses valores careçam de peso estatístico, coincidem aproximadamente com os limites estudados por outro autor (Closs e Madeira, 1968), segundo as observações de maior período de duas estações fixas (uma na barra e outra no porto de Rio Grande).

É de interesse, talvez por ser a única determinação aproximadamente sinóptica da temperatura de superfície da Lagoa, a registrada no vôo do dia 29 de março de 1979. Infelizmente o termômetro infra-vermelho teve interrupções na última secção (III). Segundo as observações realizadas nota-se (Figura 12) que o campo de temperatura é bastante uniforme e que existe um leve gradiente meridional negativo no sentido N-S, sendo portanto a embocadura do Guaíba de um pouco maior temperatura, e que também existe nas secções I e II um leve gradiente transversal negativo de Oeste para Leste, de muito maior significação que qualquer dos outros. Esta região coincide com a embocadura do Camaquã, mas como a observação precedeu e coincidiu com a hora de falha do termômetro, as medidas devem ser consideradas como duvidosas. É de interesse notar que os contrastes térmicos das superfícies terra-água, onde esta podia ser comparada, variaram entre 3,9°C e 8,7°C. Este corresponderia a um dia de Outono com pouca insolação devido a cobertura total de nuvens e chuvas. Porém dá uma idéia da razão da forte intensificação do NE sobre a Lagoa no período mais quente do Verão.

SUB - PROJETO LAGOA DOS PATOS - LP 04

TESTEMUNHO 17 A - SECÇÃO II

31°05'S - 51°13'W

SEQUÊNCIA ARENOSA DESDE A BASE ATÉ O TOPO, COM VARIACÃO DE COR NA BASE ONDE OCORRE PEQUENA CAMADA LAMOSA.

FIGURA 6

SUB - PROJETO LAGOA DOS PATOS - LP-03
 TESTEMUNHO 23 - SECÇÃO II
 31°10' S - 51°12' W

SEQUÊNCIA DE LAMA FLUÍDA ATÉ OS 10 cm DA
 BASE, ONDE PASSA BRUSCAMENTE PARA AREIA
 QUARTZOSA.

FIGURA 7

FIG. 8 - HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIAS DE SALINIDADE
EM NÍVEL DE SUPERFÍCIE.

FIG. 9 - HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIAS DE SALINIDADE
NO FUNDO

FIG. 10 - PERFIS VERTICAIS DE SALINIDADE, NO SENTIDO MERIDIONAL , EM PEQUENOS INTERVALOS DE TEMPO (CRUZEIRO LP 04/79).

FIG. 11 - PERFIL TRANSVERSAL DE TEMPERATURA NA SECÇÃO III

FIG. 14 - PERFIS DE TURBIDEZ

A EST. 5 (II) 7-02-79 13 h 45 min $D_s = 0.6 \text{ m}$ $V_s = 16 \text{ cm.s}^{-1}$ $V_f = 19 \text{ cm.s}^{-1}$ F = LAMA ARENOSA
 B EST. 48 (I) 19-04-79 22 h 30 min $D_s = \text{XX}$ S/DADOS DE CORRENTE F = LAMA
 C EST. 29 (III) 18-04-79 18 h 10 min $D_s = 4.0 \text{ m}$ F = LAMA COM CONCHAS

5.4. Observações sobre a variação de turbidez

A turbidez muda segundo a posição geográfica na Lagoa, e dentro desta, de acordo com o predomínio da intrusão de águas marinhas ou do escoamento fluvial. Na secção I há uma relativa maior turbidez. Na secção II, zona intermediária os limites de variação podem ser tão amplos como na III. Nesta a influência das penetrações de águas marinhas que é muito maior que nas outras, leva a valores de transparência do disco de Secchi da ordem dos 6m ou mais. Nestes casos de baixa turbidez, tem-se notado zonas de contraste de cor bem distintas. Nas proximidades do Guaíba e do Camaquã pode-se notar a influência de seu desagüe carregado de sedimentos, pela redução de transparência, ainda nos casos de maior salinidade (Figura 13).

A variação vertical de turbidez tem sido usualmente três tipos de perfil. Nos casos de baixa transparência (Disco Secchi aprox. menor de 1,00m) a variação maior produzia-se no primeiro metro da superfície, em outros, a mudança maior era perto do fundo, no caso de alta transparência a camada de água mostra turbidez homogênea (Figura 14). A característica de grande variação no primeiro metro foi notável na secção I. Isto indica que a variação de refletância que se produz nestes casos e que pode ser aproveitada na observação de fotografia de satélites, fornecerá boa informação sobre o movimento superficial das águas. Nas situações de variação maior, perto do fundo tinha-se um aumento abrupto de turbidez ou diminuição significativa da mesma. Na primeira situação era indicativa de alta velocidade de corrente, na segunda, havia indicações diretas ou indiretas de baixa ou nula corrente associadas com fundo de lama e lama arenosa. Em alguns casos em estações sucessivas, afastadas em 5 milhas náuticas se produzirá variação na turbidez no fundo, evidenciando assim as diferenças locais na circulação das águas.

5.5. Campo de movimento

As caracterizações que seguem devem considerar-se como parciais já que várias razões impediram uma observação intensiva deste importante aspecto do estudo. As medidas foram feitas com embarcação ancorada e usaram-se amostragens pontuais de

registro instantâneo, assim como em outras oportunidades utilizou-se diferentes corpos de deriva.

As frequências que se indicam na Tabela nº 6, correspondem as observações em cada secção, considerando só aquelas em que a velocidade era diferente de zero e não ao total das observações. Nessa tabela a indicação de gradientes de velocidade positivo corresponde a velocidades de correntes crescentes com a profundidade, e negativo ao oposto. Isto significa que houve crescimentos e decrescimentos da velocidade com o aumento da profundidade. Na referência, a divergência maior que 90° , ou convergência igual ou menor que 90° , é uma comparação da direção do sentido para onde se dirige a corrente com a do vento, ou seja, indica coincidência aproximada ou não entre ambos fluxos (atmosférico e hidráulico).

Nota-se que na secção I, predominam correntes que decrescem em profundidade ou mudam alternativamente a maiores ou menores velocidades. No entanto nas secções II e III as mais frequentes são as correntes de valores variáveis em mais e menos velocidades, outrossim que são maiores os casos de correntes que crescem com a profundidade. Talvez esta última esteja indicando a maior frequência da intrusão salina nas camadas baixas frente a um escoamento superficial fraco o que usualmente acontece nas secções mencionadas, II e III. Precisamente as amostragens correspondentes a estas secções indicaram para a secção II salinidades até 12% no fundo e de 10,5% também para o fundo na secção III, assim como ventos favoráveis a represamento de águas doces.

Com respeito a ação dos ventos sobre a circulação das águas da Lagoa, cujos estudos tem sido feitos também por outros autores, acha-se que nas oportunidades dos cruzeiros nas secções I e II houve coincidência entre a direção geral do vento e da corrente em superfície. A secção III entretanto apresenta uma anomalia: há preponderância de correntes que apresentam divergência notável no ângulo de direção com o vento. Este fato que deve ser ainda mais pesquisado uma vez que as influências hidráulicas nessa área são notáveis, devido a proximidades da ação estuarina e ao desagüe do rio Camaquã.

TABELA 6 – Frequência de tipos de perfis de velocidade de corrente e divergência, com relação ao vento.

	PERFIL (%)			DIREÇÃO (%)	
	POSITIVO	MISTO	NEGATIVO	ÂNGULO DE DIVERGÊNCIA < 90°	ÂNGULO DE DIVERGÊNCIA > 90°
I	6	47	47	75	25
II	24	71	5	88	12
III	15	75	10	25	75

TABELA 7 — Frequência de classes de velocidade de corrente na superfície e no fundo.

VELOCIDADE ()	SECÇÃO	SUPERFÍCIE (%)			FUNDO (%)		
		I	II	III	I	II	III
0 — 5		22	9	13	50	5	15
5 — 10		17	14	15	—	32	9
10 — 15		11	32	25	20	5	22
15 — 20		39	14	22	20	32	15
20 — 25		6	27	7	—	11	15
25 — 30		—	—	5	—	10	12
30 — 35		5	—	5	—	—	3
35 — 40		—	4	5	10	—	3
40		—	—	3	—	5	6

Esta situação se repete para a secção I onde o escoamento do Guaíba e da Lagoa do Casamento impõem condições especiais. Precisamente deve ser investigado se aquelas divergências com respeito ao vento se focalizam, apenas em certas localidades.

Assim mesmo haveria indicação de macro-torvelinhos nas zonas de divergências. Esta situação seria concordante com resultados de Bonilha (1974), que fez um modelo matemático da circulação na Lagoa, mostrando aqueles produzidos com ventos do NE. Também Herz (1977), indica uma circulação com vortices segundo análises indiretas por meio de fotografias de satélites. Igualmente Delaney (1965) indica tipos de circulação possíveis segundo a formação de esporões que assinalariam algumas circulações complexas.

Na Tabela nº 7 a moda das velocidades de corrente em superfície está numa faixa de 10 a 20cm s⁻¹ para as secções em geral. Para o fundo esses limites são mais amplos, indo de 0 a 20cm s⁻¹. As velocidades mais altas na superfície e no fundo tem sido achadas nas secções II e III. Enquanto a secção I mostra em superfície predominância de velocidades fracas e de 15 a 20cm s⁻¹ em superfície e fundo.

Admite-se que a velocidade média de corrente escoando para a cabeça estuarina é de uns 10cm s⁻¹ e se a circulação das parcelas de águas fosse sem impecilhos, o percurso das mesmas na Lagoa seria de uns 21 dias.

Devido as incertezas de medidas dos aparelhos suspensos de embarcações e não terem sido fundeadas com duas âncoras assim como as limitações do equipamento original os valores e direções das observações de correntes feitas deve-se considerar como aproximadas.

5.6. Nutrientes

A reserva nutritiva, em média, pode ser considerada, para as estações estudadas (Primavera e Verão), como fraca (teores inferiores a 1µgat/l e de N-NO₃ e P-PO₄), devido provavelmente a uma assimilação pelos produtos primários. Como se comprova pelos altos valores de matéria orgânica que pode atingir, em certos lugares mais de 80% do setor. Porém, no rio Guaíba, perto de Porto Alegre os valores encontrados para os nitratos (21,4µgat/l) e sobretudo para os fosfatos (10,2µgat/l) tem uma origem nos lançamentos domésticos da cidade.

Ao sul da área estudada, as concentrações de Inverno em nutrientes, ficam fracas, mas os altos valores em amônia (até 4,3 at. N-NH₄/l) explicariam um início da fase de regeneração dos nutrientes por condições redutoras das águas de fundo.

6. COMENTÁRIOS GERAIS

A pesquisa iniciada mostra a necessidade de ampliação e a primeira fase vai ser encerrada em março de 1980. Os dados obtidos, dos quais se tem

feito uma análise preliminar, indicam que a maior dificuldade consistirá na obtenção de informação que possa ser de utilidade simultânea. Se bem que em alguns campos de trabalho a periodicidade de mudança não oferece problemas de que a amostragem seja feita sucessivamente ao longo do tempo, na maioria dos casos, isto é um inconveniente para a correta descrição ou interpretação dos fenômenos.

Essa caracterização se aplica especialmente a nosso caso de estudo. O sensoriamento remoto, o estabelecimento de estações fixas e estudos particularizados de detalhe em áreas ou intervalos de tempo restringido, podem ser especialmente úteis a fim de se obter um melhor conhecimento.

7. OBSERVAÇÕES

O parágrafo sobre nutrientes correspondem a um estudo preliminarmente realizado pelo Prof. Dr. Roger Kantin da Base Oceanográfica Atlântica (Fundação Universidade Rio Grande).

Muitos dos cálculos e análises preliminares necessários para estes comentários foram realizados pelo Geólogo Sr. Paulo de Mello (Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica — CECO/UFRGS).

8. AGRADECIMENTOS

Os trabalhos executados na presente pesquisa foram realizados através de um acordo de cooperação científica firmado entre a UFRGS e FURG.

Os autores agradecem aos pesquisadores que cooperaram nas missões de bordo bem como a ajuda recebida de modo espontâneo dos comandantes e tripulação do NO_c "Atlântico Sul" e LO_c "Larus".

Aos técnicos de laboratório, pelo zelo demonstrado na realização das análises necessárias.

Finalmente as agências financiadoras, especialmente Financiadora de Estudos e Projetos — FINEP, Conselho Nacional de Pesquisas — CNPq, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul — FAPERGS e Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação — PROPESP da UFRGS.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALVAREZ, J.A., MARTINS, I.R. & MELLO, P.R. 1979. *Levantamento preliminar das correntes na área compreendida entre a barra de Rio Grande e a Ponta da Feitoria*. (no prelo)

BONILHA, N., BREBBIA, C., FERRANTE, A. 1975. Computational hydraulics studies in Rio Grande do Sul. *Proc. int. Ass.hidraul. Res.* 4: 188-96.

BASE OCEANOGRÁFICA ATLÂNTICA — Projeto Lagoa. 1976-1978. *Relatórios do 1º ao 15º cruzeiro*.

CLOSS, D. 1962. Foraminíferos e Tecamebas na Lagoa dos Patos (RGS). *Boletim (da) Escola de Geologia*. UFRGS, Porto Alegre, 11: 1-30, 18 fig.

— & MADEIRA, M.L. 1963. Seasonal variations os brackish foraminifera in the Patos Lagoon, southern Brazil. *Publicação Especial (da) Escola de Geologia*, UFRGS, Porto Alegre, 15: 1-51, e, 14fig.

CUNHA, R. 1971. *O estuário do Guaíba características texturais, mineralógicas e morfológicas*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS. 39p., 17 fig. Dissertação Mestrado Geociências.

DELANEY, P.J.V. 1965. Fisiografia e geologia de superfície da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Boletim (da) Escola de Geologia*, UFRGS, Porto Alegre, 6: 1-105, 41 fig., 8 mapas.

HERZ, R. 1977. *Circulação das águas de superfície da Lagoa dos Patos*. Universidade de São Paulo. Tese doutorado.

MARTINS, I.R. 1971. *Sedimentologia do canal de Rio Grande*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências da UFRGS: 38p., 19 fig. Dissertação Mestrado Geociências.

MARTINS, L.R. 1963. Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos I — Sacos do Rincão e Mendaña. *Boletim (da) Escola de Geologia*, UFRGS, Porto Alegre, 13.

— 1966. Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos II — Sacos do Umbu, Rincão e Mangueira. *Notas e Estudos (da) Escola de Geologia*, UFRGS, Porto Alegre, 1: 27-44.

— & GAMERMANN, N. 1967. Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos III — Granulometria da parte norte e média. *Iheringia*, Porto Alegre, 1: 77-86.

— ; MARTINS, I.R.; VILLWOCK, J.A.; CALIARI, L.J. 1978. A ocorrência de lama na praia do Cassino, R.S. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3º, Recife. *Resumo das Comunicações*. Recife, Sociedade Brasileira de Geologia, p.177. (Boletim, 1).

VILLWOCK, J.A., MARTINS, L.R. 1972. Depósitos lamíticos de pós-praia, Cassino, RS. *Pesquisas (do) Instituto de Geociências*, UFRGS, Porto Alegre, 1: 69-85.

— ; MARTINS, I.R.; FORMOSO, M.L. 1972. Contribuição ao estudo da mineralogia de argilas dos sedimentos de fundo da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul, Brasil). *Estudos Sedimentológicos*, Natal, 2 (1/2): 13-34.