

# Utilização do Testemunhador *Russian Peat Borer* no Saco do Martins e Arraial, Estuário da Laguna dos Patos: RS, Brasil

Souza S.R.<sup>1</sup>; Oliveira A.O.<sup>2</sup> & Hartmann C.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geociências/Laboratório de Análise de Imagem do Trópico Úmido (IG/LAIT/UFPA) (susane@ufpa.br);

<sup>2</sup> Departamento de Geociências/Laboratório de Oceanografia Geológica - LOG/FURG.



## RESUMO

A realização de testemunhagens em enseadas é importante, pois permite avaliar a evolução da sedimentação nas mesmas. A região estuarina da Laguna dos Patos apresenta um comportamento hidrodinâmico extremamente variável, em função de sua configuração morfológica e das condicionantes meteorológicas, possuindo em 70% de sua área profundidades inferiores a 1 m, sendo as maiores confinadas aos canais de navegação. Esta área é caracterizada por apresentar uma série de enseadas denominadas “sacos”, definidos como corpos de águas delimitados por esporões recurvados geralmente arenosos. Este trabalho tem por objetivo a descrição do testemunhador *Russian Peat Borer* utilizado para caracterizar aspectos da sedimentação a partir de testemunhos de águas rasas, determinando as áreas susceptíveis à *erosão/deposição de sedimentos*. Este equipamento foi inicialmente utilizado numa enseada rasa deste mesmo estuário, denominado Saco do Martins, para avaliar a evolução estratigráfica do microdelta e posteriormente no Saco do Arraial. O testemunhador foi utilizado com sucesso na área, onde mostrou sua utilidade e versatilidade, sendo de fácil manejo. Com a descrição da amostra feita *in situ* parte dos resultados são imediatos, não necessitando de grande infra-estrutura. Ele dispensa o uso de guincho e de qualquer outro material de apoio. As amostras são de boa qualidade e permitem obter dados que possibilitaram a descrição das feições de subsuperfície.

## ABSTRACT

The performance of coring in these embayments is important, given that it permits evaluating the evolution of sedimentation. The Patos Lagoon estuarine region presents an extremely variable hydrodynamic behavior, in function of its morphological configuration and the meteorological conditioners, possessing in 70% of its area depths inferior to 1 m, with larger depths confined to navigational canals. This area is characterized by presenting a series of embayments denominated “sacos”, defined as bodies of water delimited by recurved, generally sandy spits. This work aims towards the description of the corer *Russian Peat Borer* utilized for characterizing aspects of sedimentation from shallow-water cores, determining areas susceptible to *sediment erosion/deposition*. This equipment was initially utilized in a shallow embayment of this same estuary, denominated Saco do Martins, for evaluation the stratigraphic evolution of the microdelta, and posteriorly in Saco do Arraial. The corer was successfully used at the area, where it demonstrated its utility and versatility, being easy to handle. With the *in situ* description of the sample, part of the results is immediate, without the need for much infrastructure. It dismisses the use of a winch and other support materials. Samples are of good quality and permit acquiring data which allow the description of sub-surface features.

## INTRODUÇÃO

A Laguna dos Patos possui uma área aproximada de 9.910 km<sup>2</sup>, constituindo a maior área lagunar da América do Sul, que recebe as águas provenientes de uma vasta rede de drenagem, com aproximadamente 137 km<sup>2</sup> (Alvarez *et al.*, 1981). A região sul se comunica com o oceano Atlântico através de uma estreita desembocadura, formando uma extensa região estuarina de 900 km<sup>2</sup> de superfície, caracterizada como importante fonte de nutrientes e detritos orgânicos de alta produtividade biológica (Calliari & Facchin, 1993).

A região estuarina apresenta um comportamento hidrodinâmico extremamente variável, em função de sua configuração morfológica e das condicionantes meteorológicas (Long, 1989), possuindo em 70% de sua área profundidades inferiores a 1 m (Hartmann, 1996), sendo as maiores confinadas aos canais de navegação. Esta área é caracterizada por apresentar uma série de enseadas denominadas “sacos”, definidos como corpos de águas delimitados por esporões recurvados geralmente arenosos (Godolphin, 1976; Alvarez *et al.*, 1981). Por outro lado à presença destes sacos marginais, de grande área, com baixa profundidade e altamente produtivos, contribuem para a exportação de energia fixada durante a fotossíntese sob forma detritica, enriquecendo a plataforma costeira em materiais em suspensão e solução (Coutinho, 1982).

Na zona estuarina da Laguna dos Patos verifica-se ao longo do tempo algumas mudanças naturais, como o surgimento de formações microdeltaicas nas áreas abrigadas do Saco do Martins, além de modificações marginais nas ilhas estuarinas localizadas na área de influência do porto de Rio Grande, situado no Saco do Arraial. Intervenções antrópicas no Saco do Arraial são freqüentes (aterros, dragagens, construções portuárias e, etc.) (Seeliger & Costa, 1998), o que tem afetado, os processos de circulação, provocando mudanças na configuração marginal (causada por erosão e deposição de sedimentos) das pequenas ilhas pertencentes no Extremo Sul da Laguna dos Patos.

Investigações geoambientais são necessárias em áreas que se verifiquem quaisquer mudanças naturais e alterações ambientais decorrentes de qualquer tipo de interferência no meio físico.

Deste modo, estudos no âmbito da dinâmica costeira, devem ser priorizados para avaliar as condições morfológicas e sedimentológicas, a fim de fornecer subsídios para futuros estudos de monitoramento ambiental.

Neste sentido a realização de amostragens de subsuperfície nestes sacos são de extrema relevância, por permitirem avaliar a natureza da cobertura sedimentar atual e pretérita. Este trabalho tem por objetivo apresentar a utilização do testemunhador *Russian Peat Borer* (EPA, 1999) para obtenção de uma coluna sedimentar representativa do substrato estuarino, a fim de auxiliar nos aspectos referentes à sedimentação recente, comumente empregado pela comunidade científica para inferir áreas susceptíveis à erosão/deposição de sedimentos ou outros estudos específicos de cunho natural ou não (ex. análise estratigráfica, geoquímica, paleoecológica do sedimento e etc.).

## ESTRUTURA DO TESTEMUNHADOR

O *Russian Peat Borer* é um testemunhador manual desenvolvido e fabricado pela *Aquatic Research Instruments* (ARI) para amostragem de sedimentos de natureza inconsolidada, tipo: areia e lama (silte+argila).

O testemunhador foi desenvolvido para operar em águas rasas de no máximo 2 m (65 pés) e permite coletar uma seção de material de 0,50 m a cada testemunhagem.

Os componentes do testemunhador, conforme mostrado na figura abaixo ficam armazenados em um estojo de plástico (Fig. 1A). Os componentes em aço inoxidável são (Fig. 1B): um tubo amostrador (0,50 m x 5,4 cm de diâmetro e espessura de 2 mm), três barras de extensão em alumínio (1 m x 1,9 cm de diâmetro), manivela com hastes de magnésio-zirconium (3,25 cm de diâmetro) e uma chapa (2 mm de espessura) curva e afiada para minimizar a perturbação no sedimento, causada pelo efeito da penetração do equipamento no substrato, quando o amostrador é inserido no mesmo.

A cabeça do testemunhador e a ponteira são de material sólido (Delrin<sup>®</sup>), ambas conectadas a chapa de aço inox através de dobradiça com um pino de rotação (ver detalhe na Figura 1C e D). O equipamento para sustentação da operação do amostrador inclui um mecanismo de giro da manivela para facilitar a penetração da ponteira e tubo no substrato.

A utilização do equipamento em áreas submersas segue os mesmos procedimentos adotados para áreas emersas, com o uso do aparelho de forma convencional em que dependendo da profundidade do substrato em

relação à lâmina d'água pode-se fazer a conexão das barras, as quais conectam-se entre si por meio de um rebite (Fig. 2). Estes acessórios acompanham o conjunto, como verificado na Figura 1A e B.



Figura 1. (A), componentes (B), detalhes da manivela (C) e da ponteira (D). Foto: Carlos Hartmann (2008).

A seguir apresentamos os cinco estágios manuais, considerados procedimentos básicos a respeito da operação de amostragem de sedimento utilizando o *Russian Peat Borer*.

## PROCEDIMENTO OPERACIONAL

Os estágios de amostragem são totalmente manuais (Fig. 2), iniciando a operação de amostragem ao inserir o testemunhador no substrato inconsolidado na posição vertical (estágio 1), girando 180 graus no sentido horário (estágio 2). Este procedimento permite que a borda afiada do tubo amostrador gire e corte o material sedimentar, coletando uma amostra semi-cilíndrica de material com 5 cm (2") de diâmetro.

Quando o tubo é girado, a placa de aço inoxidável estabiliza a coluna sedimentar que

preenche o tubo amostrador, tornando-se suporte do material coletado. A amostra permanece fechada na posição vertical (estágio 3). Nesta posição, o testemunhador pode ser facilmente retirado do furo, sendo necessária apenas uma pequena pressão sobre a placa no sentido horário para manter o testemunho na posição fechada.

Depois de retirado, o tubo é manualmente girado no sentido anti-horário (180°) (estágio 4) permitindo expor a amostra semi-cilíndrica sobre a chapa de aço (estágio 5).

A fim de se obter a seção sedimentar na profundidade pretendida, com as sucessivas testemunhagens, sugere-se que a repetição deva ser realizada em furos circunvizinhos, a fim de não afetar o material sedimentar. Este procedimento é feito para minimizar a perturbação na coluna sedimentar, causado pelo furo anterior.

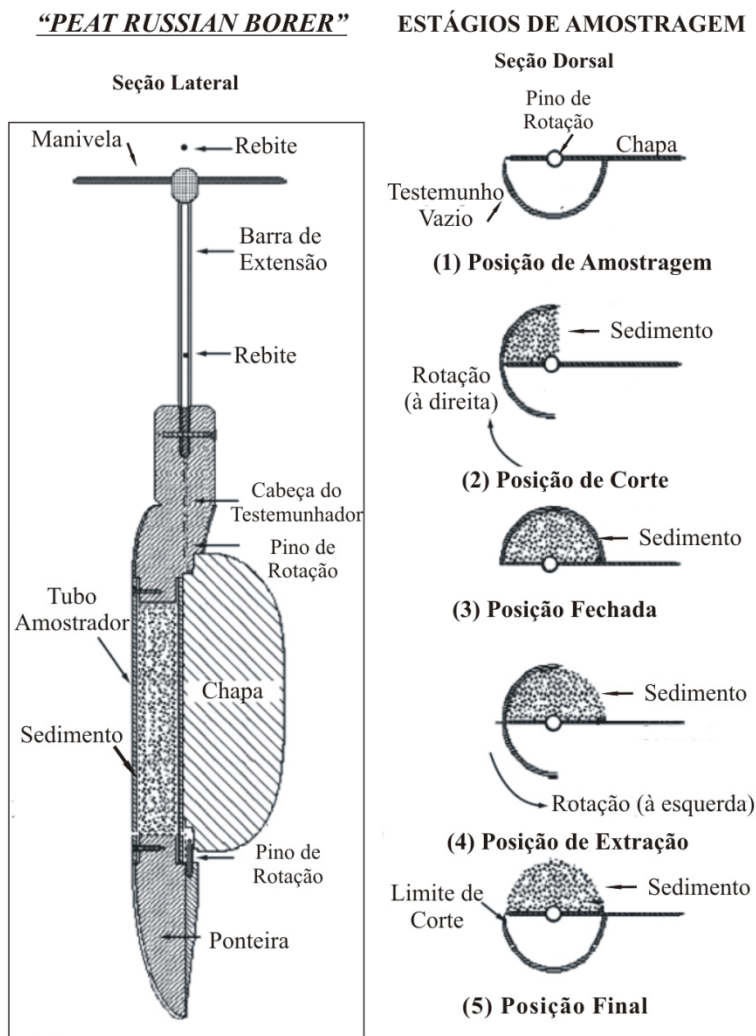


Figura 2. Estrutura do testemunhador e estágios operacionais de amostragem sedimentológica. Modificado de EPA (1999).

O equipamento não possui dificuldade de portabilidade, haja ser extremamente leve (aprox. 12 kg), sendo utilizado por um único operador, com condições favoráveis de manuseio e manobras (Fig. 3A).

Operadores manuais são de extrema importância em áreas costeiras rasas com substratos de natureza inconsolidada, haja a flexibilidade de manuseio, não necessitando de suporte, tipo: guincho, cabo ou fonte de energia, comumente usados em testemunhadores à vibração (*vibracorer*). Isto torna a operação totalmente independente de conexão com o meio fluante. Como citado anteriormente a

testemunhagem é realizada de forma muito eficiente, desde o estágio inicial que se insere o equipamento no substrato até a retirada do testemunho (Fig. 3B).

Uma vantagem enorme na utilização deste amostrador é a observação “*in situ*” da coluna sedimentar amostrada. Dessa maneira, o pesquisador verifica se a seção obtida está boa (sem perturbação da coluna sedimentar, sem traços de perda de material mais fino e etc.) (Fig. 3C). Caso se verifique qualquer perturbação na seção, rapidamente repete-se o procedimento de coleta, quantas vezes forem necessárias, após limpar o tubo amostrador.

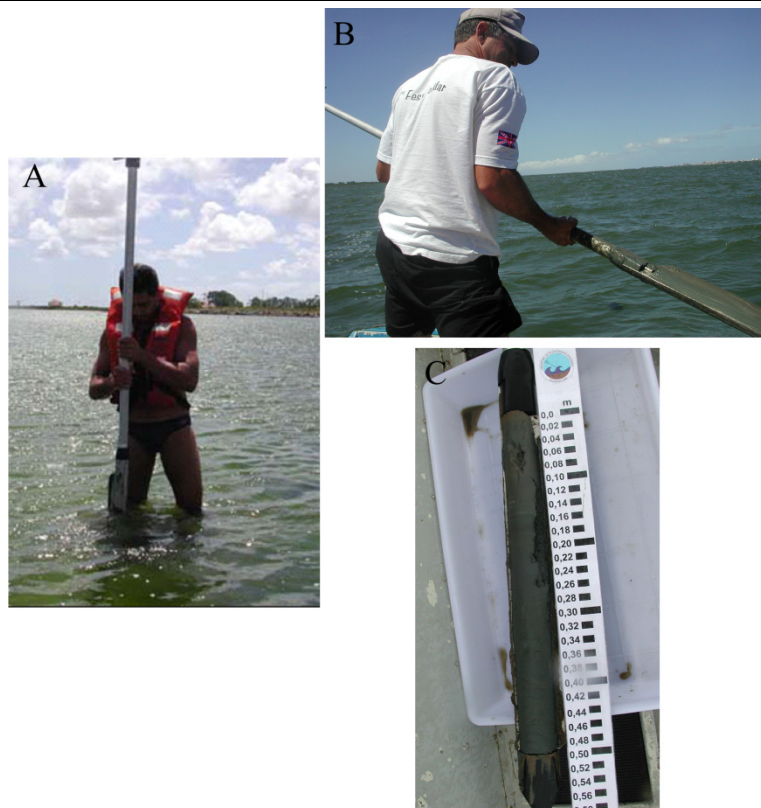


Figura 3. Seqüência operacional de testemunhagem. Penetração do testemunho no substrato (A), retirada (B) e coluna sedimentar amostrada. Foto: Susane R. de Souza (2002).

## ESTUDOS DE CASO

### Saco do Martins e Arraial

Foram realizados dois estudos de caso, utilizando o *Russian Peat Borer*. O primeiro foi realizado na desembocadura do arroio do Martins (Oliveira, 2001) e o segundo foi realizado em uma área com grandes concentrações de marismas, saco do Arraial (Souza, 2002) (Fig. 4). Estas áreas correspondem a locais relativamente protegidos de eventos de alta energia na zona estuarina, porém com uma alta incidência de ventos fortes (os mais freqüentes de NE, e os de maior energia de S/SE), aliadas à baixa profundidade do local, faz com que esse ambiente seja altamente dinâmico no que diz respeito ao material de fundo e morfologia marginal.

## MÉTODO DE ANÁLISE DOS TESTEMUNHOS

Este equipamento permite a análise “*in situ*” da coluna de sedimento amostrada. Desta forma, o testemunho é colocado ao lado de uma régua graduada (0 a 0,50 m), tomando os devidos cuidados de identificar o topo e a base do mesmo (Fig. 3C) e, em seguida iniciar minuciosamente a análise macroscópica do testemunho.

Após feita a descrição visual da coluna sedimentar (cor, textura, estrutura, ocorrência de matéria orgânica, medida de laminações e etc), captura de fotografia, extração de porções de sedimento para análises necessárias (granulometria, geoquímica, pólen e etc.) a sobra de material é descartada e o tubo lavado para a realização de novas amostragens.

Nos dois estudos de caso apresentados neste trabalho, os autores realizaram a análise granulométrica dos sedimentos, usando a escala de Wentworth (1922, *apud* Suguio, 1973).

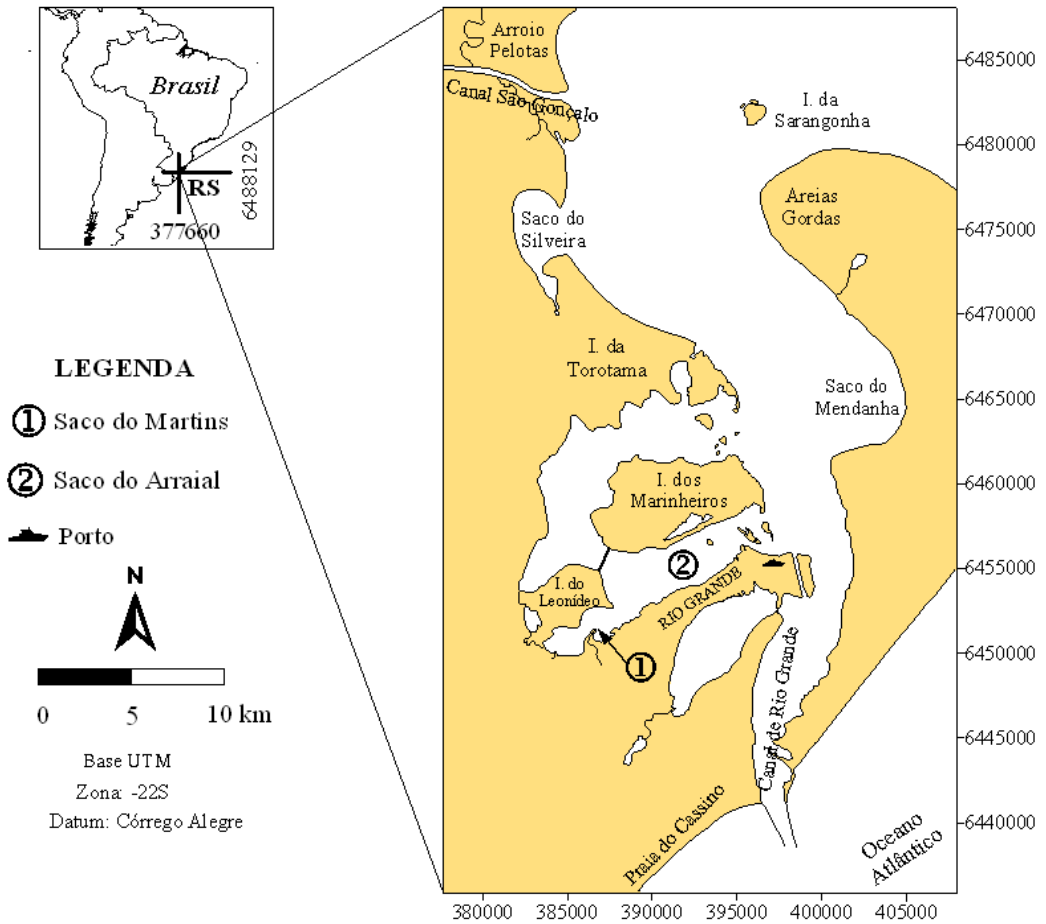


Figura 4. Localização da área de estudo. Estuário da Laguna dos Patos, Sacos do Martins e Arraiá.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estudo de Caso 1:

#### Amostragem no Saco do Martins

O testemunhador *Russian Peat Borer* foi utilizado inicialmente por Oliveira (2001) em estudos envolvendo a formação dos microdeltas. Estudo este, até então, inexistente na zona estuarina da Laguna dos Patos. Este tipo de estudo necessita da avaliação de diferentes mecanismos que permitam obter informações da morfologia aérea e subaérea, bem como do sistema de drenagem, que possibilitam identificar como este tipo de ambiente se comporta e, principalmente como vem evoluindo ao longo do tempo.

Ainda de forma preliminar, para teste e definição da metodologia de análise, foram feitos nove (9) testemunhos de 50 cm de profundidade, localizados ao longo do Arroio do Martins. Neste trabalho só são apresentados dois (2) testemunhos (Fig. 5) que correspondem ao terraço lagunar 5 (Long, 1989). Espera-se desta forma, avaliar os tipos de materiais que estão sendo depositados ao longo dos anos neste ambiente, cuja profundidade máxima é de 1,5 m, como mostrado no mapa de isolinhas de profundidade (Fig. 6).

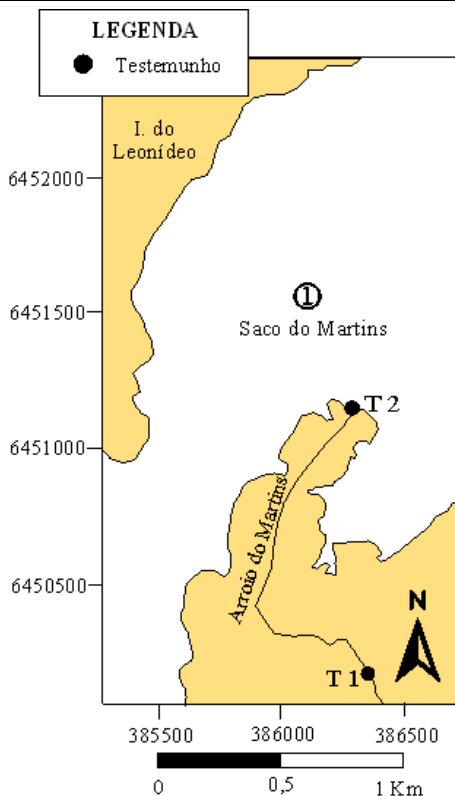


Figura 5. Localização dos testemunhos amostrados no Arroio do Martins, adjacente ao Saco do Martins.

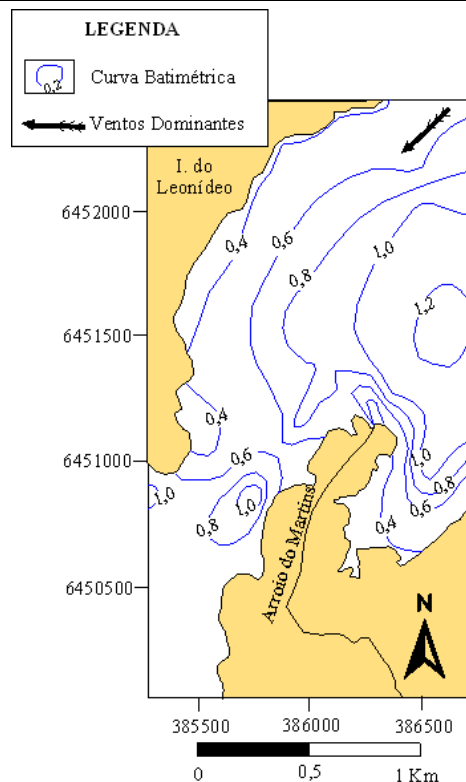


Figura 6. Mapa de isolinhas de profundidade do Saco do Martins.

## Estudo de Caso 2:

### Amostragem no Saco do Arraial

O testemunho T 1 situado fora da área da marisma apresentou características de uma areia fina e bem selecionada (Fig. 7). Mesmo estando afastado da área da marisma, este testemunho apresentou laminações de matéria orgânica em toda sua espessura, indicando períodos intercalados de deposição associados com a dinâmica.

O testemunho T 2 localizado na desembocadura do arroio do Martins apresentou três camadas ao longo de sua coluna sedimentar (Fig. 7). A principal, de areias mais limpas, está no topo. Esta camada tem relação com as características sedimentares das barras digitadas encontradas à frente de ambientes de delta. As camadas mais inferiores de característica mais lamosa, dada à concentração de matéria orgânica, fazem parte das zonas de transição entre areia e materiais mais finos.

O saco do Arraial representa uma superfície líquida de aproximadamente 45 km<sup>2</sup>, formada por ilhas de diferentes tamanhos e com cotas poucos centímetros superiores ao nível do mar: Ilha do Leonídeo, das Pombas, da Pólvora e dos Cavalos, ao sul da Ilha dos Marinheiros.

As informações obtidas através das observações das fotografias aéreas, associadas com as informações batimétricas e aspectos texturais dos sedimentos, possibilitaram conhecer as modificações da morfologia do saco e das ilhas (Souza, 2002). Os testemunhos foram distribuídos ao longo da área em um total de 27 estações (Fig. 8), sendo a maioria nas margens. A profundidade de coleta foi de 1 m.

As maiores profundidades de lâmina d'água na área encontram-se em uma faixa confinada paralelamente a margem da cidade de Rio Grande, resultado da dragagem (canal artificial) realizado para a entrada de embarcações no porto (Fig. 9).

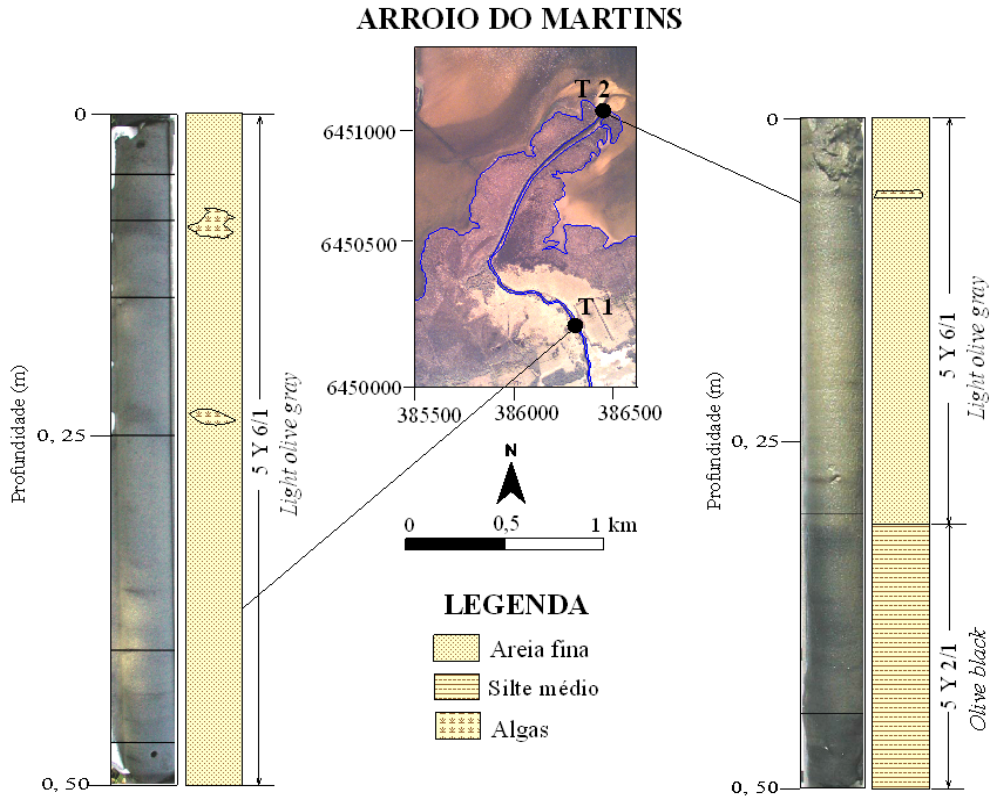


Figura 7. Análise dos testemunhos coletados no Arroio do Martins.

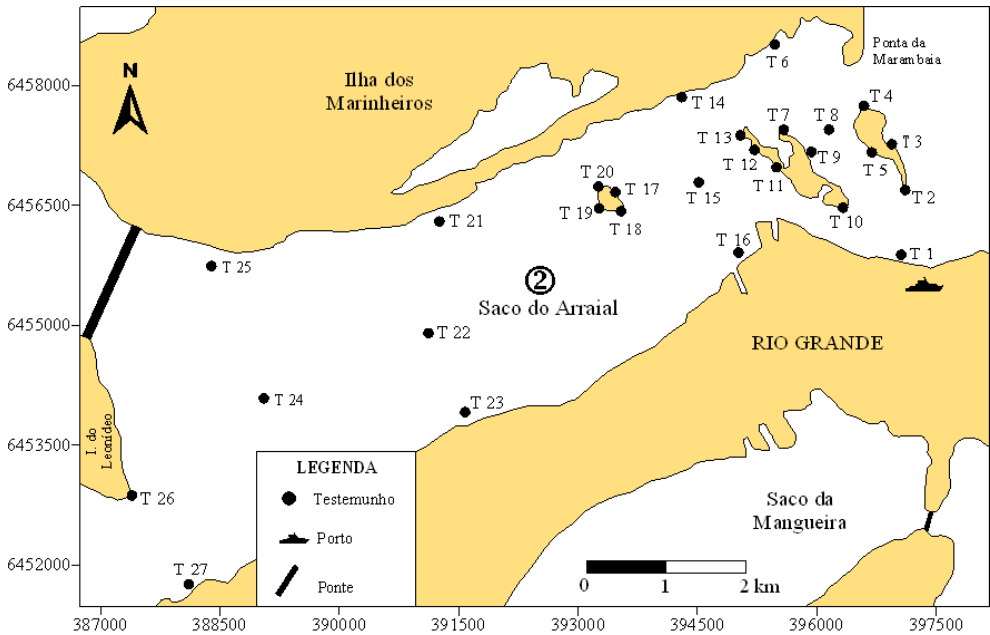


Figura 8. Localização dos testemunhos amostrados no Saco do Arraial.



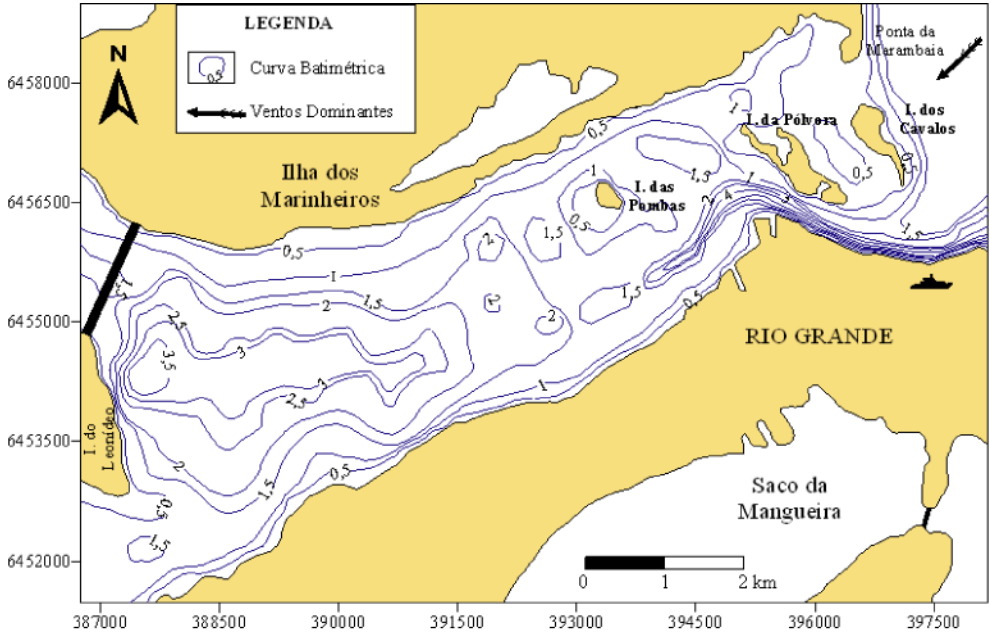


Figura 9. Mapa de isolinhas de profundidade do Saco do Arraial.

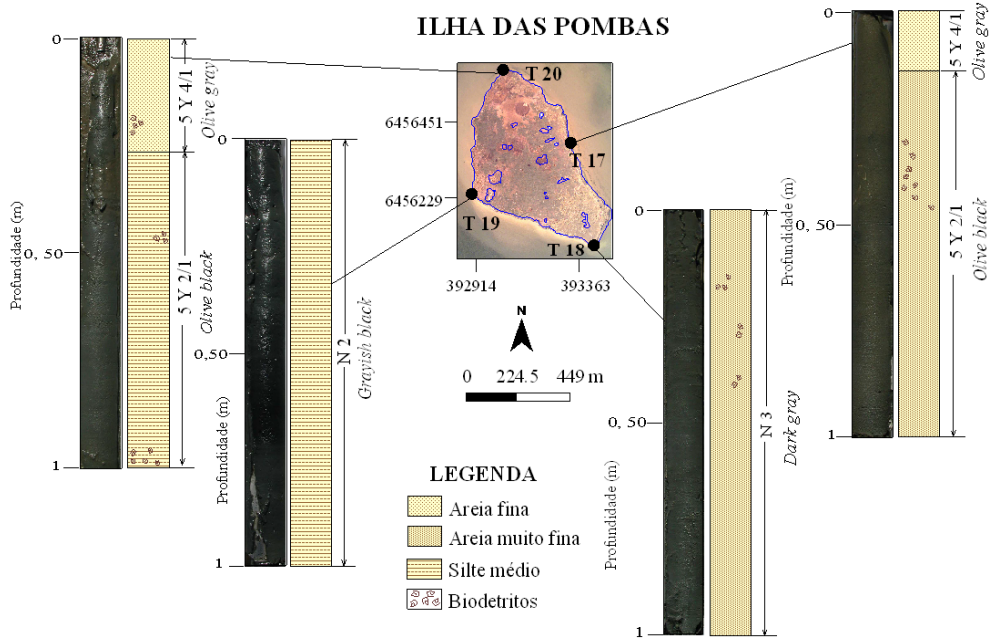


Figura 10. Análise dos testemunhos coletados nas margens da Ilha das Pombas.

Pelos resultados texturais dos testemunhos coletados na margem da ilha das Pombas, verifica-se intercalações de camadas de sedimentos com areia fina na porção superior, nos primeiros 0,25 m e, abaixo deste nível, a ocorrência de fragmentos do molusco *Erodona*

*mactroides* bastante expressivo ao longo do testemunho. A concentração do molusco chega a afetar o grau de classificação do sedimento (T 17, T 18 e T 20) (Fig. 10), indicando que esta margem é vulnerável as condições hidrodinâmicas atuantes, inibindo, portanto, a

deposição de sedimentos finos, sendo caracterizada como margem erosional. Entretanto, na margem oeste a predominância de sedimentos silticos (T 19) sugere a deposição deste tipo de material, caracterizando uma margem acrescional.

A concavidade da margem da Ilha da Pólvora (Fig. 11) reflete o processo de erosão desta margem. Este processo erosional é comprovado através das nítidas intercalações de sedimentos silticos com areia fina na porção

superior do testemunho, com contato brusco entre estas camadas (T 10, T 11) e ocorrência de intercalações de biodetritos *Erodona mactroides* nos sedimentos de granulometria silte médio (T 12), sugerindo, uma margem exposta a variações bruscas na hidrodinâmica. Sedimentos inteiramente silticos no testemunho foram encontrados apenas ao norte da ilha (T 13) (Fig. 11). Na margem leste da ilha os testemunhos (T 7 e T 9) mostraram intercalações bruscas de sedimentos arenosos com silticos.

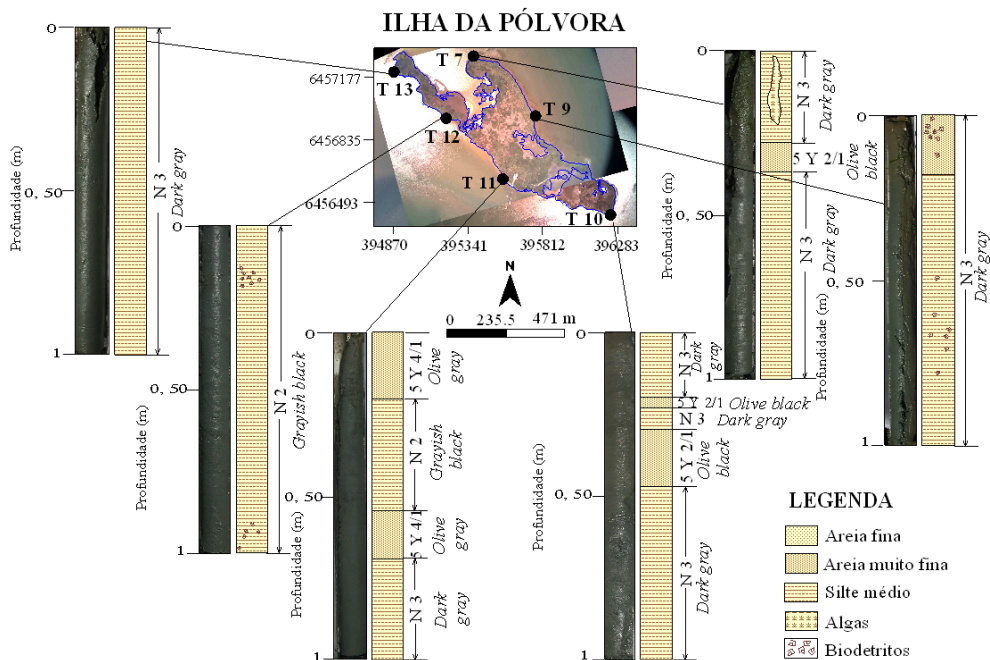


Figura 11. Análise dos testemunhos coletados nas margens da Ilha da Pólvora.

Na Ilha dos Cavalos os sedimentos coletados nos testemunhos (T 2, T 3 e T 4) (Fig. 12) evidenciaram texturalmente a susceptibilidade desta ilha aos processos hidrodinâmicos causados pela dinâmica sedimentar em suas margens. Na margem leste, mais exposta e desabrigada da ilha observa-se que a distribuição dos sedimentos é intercalada com contatos bruscos entre areia fina e silte médio e,

também, com a ocorrência de biodetritos do molusco *Erodona mactroides*, principalmente próximo ao topo do testemunho. Na margem oeste, abrigada desta ilha, ocorrem sedimentos silticos em todo o testemunho e ocorrência de algas isoladas próximos ao topo (T 5), caracterizando uma hidrodinâmica calma condicionada a esta margem, com acreção de sedimento.

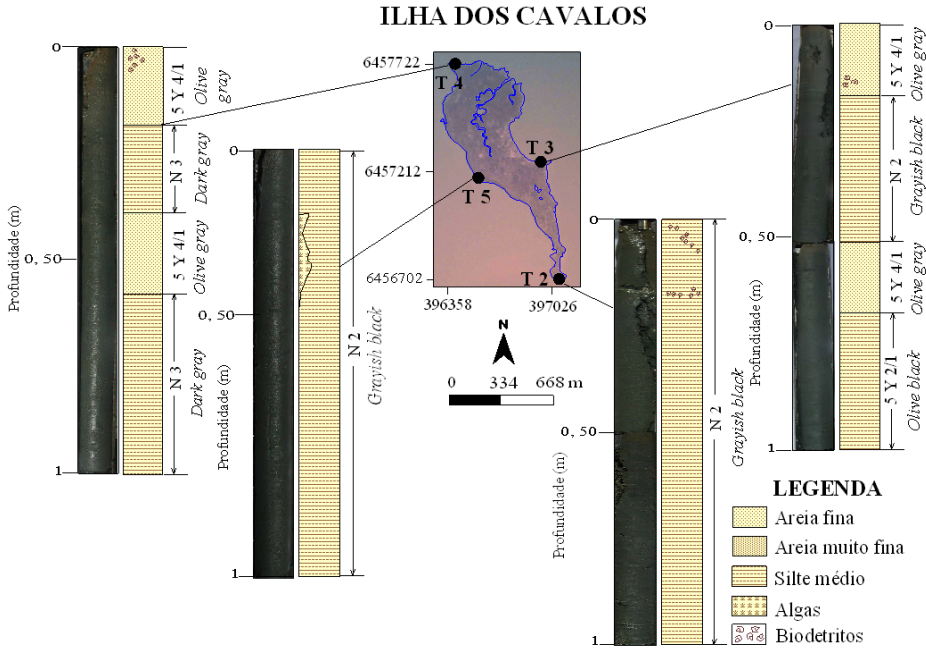


Figura 12. Análise dos testemunhos coletados nas margens da Ilha dos Cavalos.

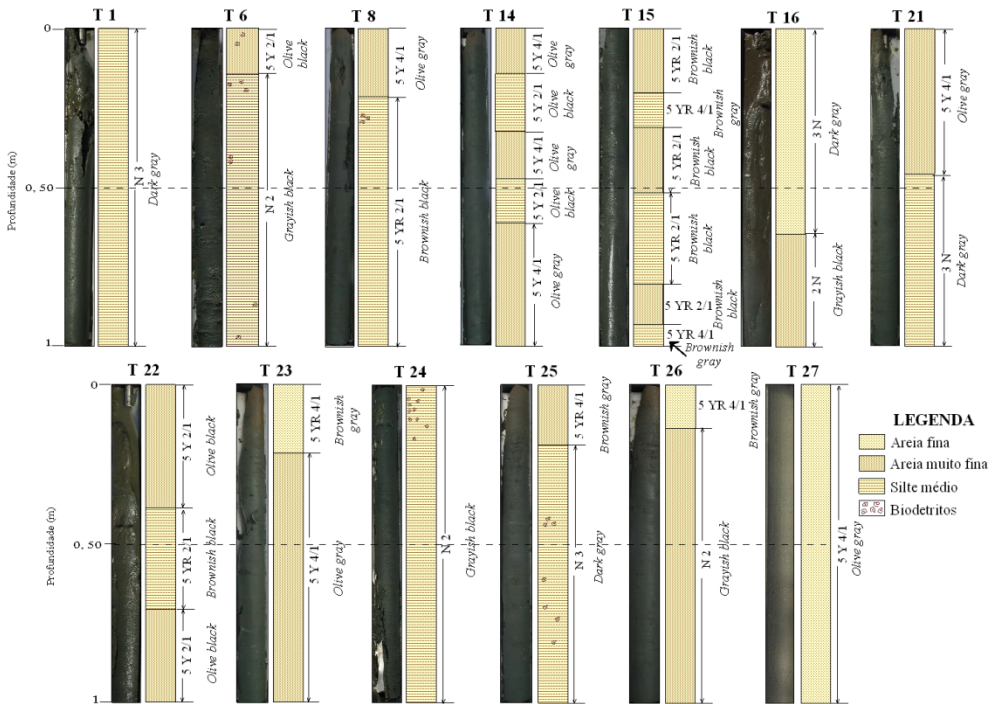


Figura 13. Análise dos testemunhos coletados nas margens e áreas centrais do Saco do Arraial.

Na península da cidade, nos testemunhos (T 16, T 23 e T 27), nota-se a presença de material arenoso, indicando uma graduação entre areias

finas a muito finas (Fig. 15). Entretanto, nos testemunhos (T 6, T 14, T 21 e T 25) coletados na margem da ilha dos Marinheiros, o material

tem uma granulometria de areia muito fina intercalado com silte, refletindo, portanto, condições hidrodinâmicas diferentes. O mesmo acontece com os testemunhos coletados na margem da Ilha do Leonídeo (T 26) que apresenta nos 0,10 m superiores de areia fina e em direção a base areia muito fina. (Fig. 15). No testemunho coletado na entrada do saco próximo a margem da cidade (T 1) o material foi classificado como siltico, resultado da deposição por floculação na forma de lama fluída, resultado da ação da água do mar. Os testemunhos coletados nas regiões centrais, mais profunda e abrigada (T 8 e T 15) mostraram a deposição de areia muito fina sobre sedimentos silticos, sobretudo no T 15, sugerindo a existência de uma seqüência de sedimentação de finos na parte central e arenosa nos flancos marginais, com interdigitação dos dois domínios principais. No T 22 uma camada de lama bastante fluída, provavelmente represente a contribuição atual da carga em suspensão. Enquanto, que no T 24 observa-se, um bom grau de compactação da lama, a partir dos 0,20 m do topo, o que indica uma seqüência mais antiga que a da zona superficial que possui biodetritos.

## CONCLUSÕES

A utilização do testemunhador *Russian Peat Borer* nas áreas rasas do estuário da Laguna dos Patos, mas especificamente na região conhecida por saco do Martins e Arraial, apresentou um desempenho excelente em termos de obtenção de material sedimentar, destinado à investigação de fácies sedimentares e aplicação desses dados para inferir áreas susceptíveis a erosão e deposição de sedimentos, respectivamente. De uma maneira geral, o perfil de desempenho do testemunhador pode ser resumido da seguinte forma:

a) prático de operar, leve, de fácil manejo, sem necessidades de maiores infra-estruturas (guincho, cabo, fonte de energia e conexão com meio fluante);

b) possibilita descrição macroscópica “*in situ*”, onde as observações sobre grau de preservação da camada sedimentar amostrada são imediatas;

c) redução acentuada na perturbação da coluna sedimentar obtida, com preservação das propriedades do sedimento, inexistindo traços de perda de material mais fino, tornando o

testemunho extremamente confiável para o processamento laboratorial e sua conseqüente interpretação;

d) e, caso o pesquisador perceba alguma perturbação no material, causado por algum problema de extração do testemunho é possível repetir a amostragem, sem onerar em nada, haja ainda encontrar-se no local de amostragem e também não haver no conjunto do equipamento acessórios descartáveis;

e) os testemunhos são de boa qualidade, haja o material sedimentar recuperado no tubo consistir com um referencial acima de 85% da coluna sedimentar amostrada;

O *Russian Peat Borer* é uma ferramenta que possui inúmeras vantagens de se utilizar em áreas costeiras rasas, para a obtenção de sedimentos subsuperficiais (profundidade considerada rasa de até 2 m) constituída de um substrato de natureza inconsolidada que poderão apresentar informações sobre feições específicas, consideradas de importância para compreensão das diferentes fácies sedimentares associadas ao meio natural ou algum indício de interferência antrópica no meio.

No caso específico do saco do Martins, Oliveira (2001) conclui que a análise dos testemunhos permitiu interpretar um tipo de ambiente deposicional com pequena variação faciológica espacialmente. Tal resultado provavelmente esteja associado à pequena profundidade de coleta (50 cm). Neste sentido o autor sugere que amostragens mais profundas (entre 1,5 e 2 m) devem ser realizadas.

Em investigações de Souza (2002) foi possível concluir que as análises realizadas nos testemunhos permitiram evidenciar grandes alterações texturais nas margens desabrigadas das ilhas estuarinas e, por conseguinte uma erosão na margem das mesmas, resultado da presença de influências antrópicas na área de estudo, como a colocação de aterros e enrocamentos na margem da península da cidade de Rio Grande, alterando a hidrodinâmica local.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, J.A.; MARTINS, I.R. & MARTINS, L.R. 1981. Estudo da Lagoa dos Patos, **Pesquisas**, Porto Alegre-RS, 14:41-46.
- CALLIARI, L.J. & FACCHIN, S. 1993. Laguna dos Patos. Influência nos depósitos

- lamíticos costeiros. **Pesquisas**, Porto Alegre-RS, 20(1):57-69.
- COUTINHO, R. 1982. **Taxonomia, Distribuição, Crescimento Sazonal, Reprodução e Biomassa das algas Bentônicas no estuário da Lagoa dos Patos, RS**. Dissertação de Mestrado, FURG, Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, RG, RS, 232p.
- ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY (EPA) 1999. **Innovative Technology Verification Report: Sediment Sampling Technology - Aquatic Research Instruments Russian Peat Borer**” (EPA/600/R-01/010).
- GODOLPHIM, M.F. 1976. **Geologia do Holoceno Costeiro do município de Rio Grande, RS**. Dissertação de Mestrado. UFRGS, IG, Porto Alegre, RS, 146p.
- HARTMANN, C. 1996. **Dinâmica, distribuição e composição do material em suspensão na região sul da Laguna dos Patos, RS**. Tese de Doutorado. UFRGS, IG, Porto Alegre, RS, 362p.
- LONG, T. 1989. **Le Quaternaire Littoral du Rio Grande do Sul. Temoin des Quatre Derniers Episodes Eustatiques Majeurs. Geologia e Evolution**. These de Doctorat. Université de Bordeaux I, 183p.
- OLIVEIRA, A.O. 2001. **Enxada do saco do Martins/Laguna dos Patos: caracterização dos sedimentos superficiais e desenvolvimento de um microdelta estuarino**. Trabalho de conclusão do curso de Graduação, Curso de Geografia, Bacharelado, FURG, Rio Grande, RS, 74p.
- SEELIGER, U. & COSTA, C.S.B. 1998. Impactos Naturais e Humanos. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. & Castello, J.P. (eds.). **Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo sul do Brasil**. Editora Ecocientia. Rio Grande, RS, 219-226.
- SOUZA, S.R. 2002. **Caracterização morfo-sedimentar do Saco do Arraial – extremo sul da Laguna dos Patos/RS**. Mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica, FURG, Rio Grande, RS, Brasil, p142.
- SUGUIO, K. 1973. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 310p.
- WENTWORTH, C.R. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology**, v.30, p. 377-392.