

Pesquisas em Geociências

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

Aspectos da Sedimentação na Região Nordeste da Lagoa dos Patos: Lagoa do Casamento e Saco do Cocuruto - RS - Brasil

Jorge Alberto Villwock

Pesquisas em Geociências, 11 (1): 193-223, Set./Dez., 1978.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21768>

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., 1978.

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

ASPECTOS DA SEDIMENTAÇÃO NA REGIÃO NORDESTE DA LAGOA DOS PATOS:
LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO – RS – BRASIL

Jorge Alberto Villwock *

SINOPSE

Sob a influência de pelo menos quatro ciclos de regressão e transgressão relacionados às oscilações eustáticas quaternárias, a formação da Lagoa dos Patos foi condicionada pelo desenvolvimento de uma barreira múltipla, arenosa. Os mecanismos de sedimentação que acompanharam o seu desenvolvimento proporcionaram a compartimentação da laguna mediante o crescimento de pontais arenosos, dando origem a Lagoa do Casamento e ao Saco do Cocuruto.

Os sedimentos de fundo destes corpos lagunares são arenosos e sílticos. As fácies arenosas ocorrem nas partes marginais, mais rasas, ao passo que as fácies sílticas ocupam as partes mais centrais e profundas. As zonas intermediárias são atapetadas por fácies transicionais areno-sílticas e silto-arenosas.

A maioria destes sedimentos provém do retrabalhamento dos terrenos quaternários que constituem a margem lagunar e parte do material síltico provém das terras altas que margeiam a Província Costeira trazido em suspensão pelas águas da Lagoa dos Patos que ingressam na Lagoa do Casamento.

Resultante das ações dos ventos, das ondas e das correntes lagunares, a sedimentação se processou em um ambiente de águas rasas e doces, levemente ácidas, oxidantes nas margens e pouco redutoras nas partes centrais. A atividade biológica bentônica é muito reduzida.

Tentativas de caracterização ambiental baseadas em análise granulométrica mostraram que os métodos de FOLK & WARD (1957), PASSEGA & BYRAMJEE (1969) e DOEGLAS (1968), são efetivamente úteis na interpretação de ambientes recentes de sedimentação onde os parâmetros físicos são conhecidos. Entretanto a sua utilização como critério único na determinação paleo-ambiental fica prejudicada uma vez que a sedimentação em uma província costeira é policíclica e promovida em vários ambientes que se deslocam no espaço e no tempo. Ocorre muitas vezes que o rápido retrabalhamento de materiais depositados em ambientes de alta energia é incapaz de apagar as características texturais herdadas do ciclo anterior. A maior parte dos sedimentos das fácies arenosas do fundo lagunar tem propriedades semelhantes aos depositados em ambientes praias e eólicos.

* Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Geociências - Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – CECO. BRASIL.

Trabalho recebido para publicação em 12/10/78

ABSTRACT

The origin of Lagoa dos Patos was conditioned by the development of a multiple sand barrier under the influence of eustatic oscillations during Quaternary.

The geomorphological aspects of the lagoonal margin of such barrier account for the existence of at least four cycles of transgression and regression. The sedimentary processes which resulted from them enable the partial fragmentation of the lagoon, by means of gradual building of sandy spits. This mechanism was responsible for the origin of Lagoa do Casamento and Saco do Cocuruto.

Bottom sediments of such lagoonal bodies are sandy and silty. The sandy facies occur at marginal, shallow parts, having their textural characteristics influenced by source area type of material, as well as nature, intensity and time during which sedimentation processes was active. The silty facies occur at deeper and central portions. The intermediary zones are represented by transitional facies like sandy-silts and silty-sands.

Quaternary terraines of lagoonal margins, reworked during transgressive cycles constitute the main source area of lagoonal sediments. Part of the silty material brought in suspension by the water of Lagoa dos Patos which flow into Lagoa do Casamento is provenient from the highlands which border the Coastal Province.

The main agents involved in sedimentation processes are wind and lagoonal waves and currents. Water circulation is also influenced by the regional fluvial system.

Sedimentation takes place in an environment of shallow, fresh water, slightly acid, oxidant at the margin and slightly reducer at central parts. Benthonic biological activity is minor and related to a small mollusc assemblage.

The geomorphological evolution of the whole area has controlled major trends of sedimentation inside the lagoon.

Attempts to make environmental characterization based on granulometric analysis showed that FOLK & WARD (1957), PASSEGA & BYRAMJEE (1969) and DOEGLAS (1968) methods are indeed useful in describing and interpreting recent sedimentation environments, where physical parameters are known. However, their use as the only criterium in paleoenvironmental determination is difficult, once the sedimentation which takes place in a coastal province is always polycyclic and promoted by several definite environments which move in time and in space. In several instances, the fast reworking of available sediments from older high energy deposits has been observed as unable to withdraw textural characteristics inherited from the last cycle. Most sediments belonging to the sandy facies from lagoonal bottom show several textural properties which are similar to these belonging to aeolian and marine beach sediments.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho é um resumo de um estudo realizado pelo autor como tese de doutoramento e constitui mais uma contribuição ao conhecimento da sedimentologia da Lagoa dos Patos, que vem sendo estudada pela equipe do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – CECO, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

Pretendeu-se caracterizar a sedimentação que se processa atualmente na Lagoa do Casamento e no Saco do Cocuruto, corpos lagunares em adiantado estado de segmentação, situados na porção nordeste da Lagoa dos Patos, na Planície Costeira do Rio Grande do Sul (ver mapa de localização na Fig. 1).

A área de estudo compreendida entre as coordenadas 30°08'40" e 30°30' da latitude sul e 50°30' e 50°50'37" de longitude oeste, abrangendo uma superfície de 1.264 Km², foi mapeada em escala de 1:100.000 e as principais feições geomorfológicas foram analisadas mediante a interpretação de fotografias aéreas 1:60.000.

Foram colhidas 40 amostras ao longo da área emersa que constitui as margens dos corpos d'água, destinadas ao controle granulométrico do material que, remobilizado pelos agentes de superfície, contribui para a sedimentação lagunar.

Os sedimentos lagunares foram amostrados por intermédio de um busca-fundo tipo raspador, obtendo-se 135 amostras, cuja localização pode ser observada na Fig. 1.

Os resultados obtidos da análise granulométrica foram interpretados mediante a aplicação dos métodos de FOLK & WARD (1957), PASSEGA & BYRAMJEE (1969) e DOEGLAS (1968).

Com o objetivo de caracterizar de modo global a região estudada, foram utilizados os dados publicados em trabalhos anteriores, tais como, MARTINS (1963), MARTINS (1966), MARTINS e GAMERMANN (1967), CLOOS (1963, 1970), DELANEY (1960, 1965, 1966), JOST (1971), CUNHA (1972), VILLWOCK, MARTINS & FORMOSO (1972), VILLWOCK (1973) e HERZ (1974).

2. PANORAMA GEOLÓGICO REGIONAL

O sistema lagunar em estudo é parte integrante da Província Costeira do Rio Grande do Sul (VILLWOCK; ob. cit.).

A referida Província Costeira é constituída por dois elementos geológicos maiores, o Embasamento e a Bacia de Pelotas. O primeiro é composto pelo complexo cristalino pré-cambriano e pelas seqüências sedimentares e vulcânicas, paleozóicas e mesozóicas da Bacia do Paraná. O segundo, a Bacia de Pelotas, compõem-se de uma seqüência sedimentar clástica acumulada em uma bacia marginal subsidente, instalada tectonicamente na borda do embasamento a partir do Cretáceo.

Cerca de 1500 metros de espessura de sedimentos foram depositados nesta bacia desde os tempos miocênicos até o recente. A sedimentação retrata uma série de regressões e transgressões marinhas. Estas foram controladas a princípio pelo balanço entre as taxas de subsidência e sedimentação e posteriormente, a partir do Pleistoceno, governadas pelas variações eustáticas ocorridas no decorrer da Era Cenozóica.

A cobertura deste conjunto, detalhadamente descrita por VILLWOCK (op. cit.), é constituída por um pacote sedimentar trans-regressivo, cuja porção superior expõe-se na planície litorânea encerrando uma série de unidades lito-estratigráficas descontínuas no espaço e no tempo, resultante do deslocamento de vários ambientes de sedimentação por sobre a mesma região, conforme atestam as grandes feições morfológicas nela esculpidas, responsáveis pela configuração que a região costeira apresenta nos dias atuais.

O sistema lagunar em discussão teve origem no desenvolvimento de uma barreira múltipla no sentido de CURRAY et alii (1969), cujo crescimento foi condicionado pelas oscilações eustáticas ocorridas durante o Quaternário.

3. GEOMORFOLOGIA E ASPECTOS RELACIONADOS

A análise geomorfológica da área que constitui a margem lagunar permite deduzir que sua configuração atual resultou da atuação dos processos sedimentares que acompanharam, pelo menos quatro ciclos de transgressão-regressão, proporcionando a compartimentação da laguna, mediante o crescimento de pontais arenosos.

Os diversos estágios de emergência e submergência, responsáveis pela evolução morfológica do corpo lagunar estão retratados nas FIGURAS 2, 3 e 4.

A Fig. 5 mostra a atual configuração batimétrica da Lagoa do Casamento e do Saco do Cocuruto.

Os processos deposicionais mais efetivos durante a evolução da margem lagunar foram os relacionados com a ação das ondas, correntes e ventos.

Atualmente, a região em que se situam estes corpos d'água, sofre a ação de ventos que sopram predominantemente do quadrante nordeste. Tais ventos controlam a circulação das águas, gerando ondas e correntes litorâneas que são mais efetivas nas margens de oeste do que nas de leste. Esta circulação é ainda influenciada pelo fornecimento d'água ao corpo lagunar pelos rios provenientes da margem lagunar e pela Lagoa dos Patos através de comunicação entre os Pontais dos Abreus e do Anastácio.

4. SEDIMENTOLOGIA

A análise textural dos sedimentos de fundo da Lagoa do Casamento e do Saco do Cocuruto permitiu agrupá-los em quatro fácies distintas, a saber, arenosa, areno-siltica, silto-arenosa e siltica, Fig. 6.

A fácies arenosa distribui-se pelas partes mais rasas e marginais do corpo lagunar. É constituída por areias quartzosas, geralmente bem selecionadas.

A fácies siltica ocupa as partes centrais e mais profundas do corpo lagunar. É constituída por silte muito grosseiro, quase sempre moderadamente selecionado.

As fácies areno-siltica e silto-arenosa são transicionais e ocupam as partes de profundidade intermediária do corpo lagunar, dispostas via de regra entre as zonas ocupadas pelas fácies arenosa e siltica.

A análise da variação dos parâmetros granulométricos estatísticos de FOLK & WARD (1957) revelou-se grande utilidade na caracterização da sedimentação lagunar.

Considerando que a maioria dos sedimentos de fundo são unimodais, o comportamento da mediana e do diâmetro médio mostrou-se muito semelhante (Fig. 7 e Fig. 8). A variação dos valores destes parâmetros granulométricos mostrou ser dependente da hidrodinâmica do ambiente de deposição e também da distribuição de tamanho dos materiais fornecidos pelas áreas fonte. Assim, o fundo lagunar é constituído por dois tipos principais de sedimentos, areia fina e silte muito grosseiro, admitindo entre eles uma série contínua de misturas. Os dois tipos principais representam produtos finais do processo de retrabalhamento lagunar sobre os materiais das áreas fonte.

O desvio padrão mede o grau de seleção de um sedimento indicando as flutuações do nível energético do agente deposicional e sua capacidade de classificar os materiais ali mobilizados. A variação deste parâmetro nos sedimentos estudados confirma tal assertiva, Fig. 9. Nas partes marginais e nas mais profundas onde há uma maior efetividade dos dois tipos de regime deposicional, respectivamente carga de fundo e carga de suspensão, o grau de seleção é bem maior do que nas áreas onde sua atuação é conjunta e intermitente, ou seja, naquelas de profundidade intermediária.

A variação da assimetria, Fig. 10, parâmetro tido como um dos mais sensíveis na caracterização ambiental, mostrou-se dependente da dinâmica atual do ambiente lagunar e em menor grau das características herdadas das áreas fonte. Assim os sedimentos marginais submetidos à ação das ondas são assimétricos negativos, ao passo que os das zonas mais centrais enriquecidas por material fino trazido em suspensão são assimétricos positivos.

No que diz respeito a curtosis, parâmetro que mede o grau de seleção dos extremos da distribuição granulométrica comparando-o com o grau de seleção da sua porção central, a maior parte dos sedimentos lagunares mostrou-se leptocúrtica, Fig. 11. Tal fato parece retratar a habilidade que o ambiente lagunar possui em separar duas populações dominantes a partir do material que lhe é fornecido

pelas áreas fonte, ou seja, uma população arenosa e outra siltica, Fig. 12, distribuindo-as em áreas distintas na dependência de seu nível energético, sem proporcionar a deposição de sedimentos nitidamente polimodais.

Verificou-se que tanto a distribuição faciológica textural dos sedimentos do fundo da Lagoa do Casamento e Saco do Cocuruto como as variações dos diversos parâmetros granulométricos por eles apresentados, são controlados pelas características dos materiais fornecidos pelas áreas fonte, pelas condições hidrodinâmicas ambientais, pela morfologia do corpo lagunar e sua evolução nos últimos tempos geológicos, Fig. 13 e Fig. 14.

Os sedimentos acumulados em vários ambientes deposicionais que se distribuem pela margem lagunar constituem a fonte principal das areias que caracterizam as fácies marginais do fundo lagunar. É notável a identidade textural que estes materiais apresentam. A classe modal dominante em ambos os domínios é a da areia fina.

O material siltico acumulado nas partes centrais tem sua origem na carga de suspensão dos cursos d'água que drenam a margem lagunar e, principalmente, do material que ingressa na Lagoa do Casamento junto com as massas d'água provenientes da Lagoa dos Patos. O material trazido desta forma provém em última análise do complexo fluvial do Guariba.

5. A SEDIMENTAÇÃO LAGUNAR CARACTERIZADA PELOS PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS

5.1 – Parâmetros estatísticos de FOLK & WARD (1957)

A partir do trabalho de FOLK & WARD (ob. cit.), inúmeros são os pesquisadores que buscam na análise estatística das distribuições granulométricas um critério para identificação de ambientes sedimentares. Grande é o número de trabalhos resultantes destas tentativas.

Entretanto, em sua grande maioria eles se relacionam a análise de sedimentos fluviais, praias e eólicos. A aplicação de tal método na caracterização de sedimentos lagunares, tem sido pouco explorado e dados relativos ao assunto podem ser observados em RUSNAK (1960), MARTINS (1966), DUANE (1964), HAYLS & HOYT (1969), NICHOLS (1964) e SOLOHUB & KLOVAN (1970).

É oportuna pois a tentativa feita a seguir no sentido de caracterizar o ambiente deposicional da Lagoa do Casamento e do Saco do Cocuruto partindo-se das características dos seus sedimentos, apresentados nas páginas anteriores.

De acordo com FOLK & WARD (ob. cit.), para melhor compreender o significado geológico dos parâmetros granulométricos estatísticos é necessário correlacioná-los através de diagramas dispersos.

5.1.1 – Diâmetro Médio versus Desvio Padrão

Conforme apontou INMAN (1949), citado em FOLK & WARD (ob. cit.), diagramas desta natureza, geralmente revelam uma grande quantidade de informações sobre um ambiente.

A Fig. 15 mostra que os sedimentos lagunares se agrupam em três conjuntos distintos. O primeiro constituído por boa parte dos representantes das fácies arenosa com diâmetros médios situados em torno de 2 a 3 ϕ , com grau de seleção muito bom até moderado. O segundo englobando as fácies areno-silticas e silto-arenosa, com diâmetros médios 3 e 4,5 ϕ , com uma seleção moderada a pobre. O terceiro constituído pelas fácies siltica com diâmetros médios entre 4,5 e 5 ϕ , com seleção predominantemente moderada.

Observa-se que partindo da areia média e fina, em direção às classes modais mais finas, o desvio padrão aumenta até atingir o máximo entre 3,5 e 4,5 ϕ , para depois decrescer abruptamente nos siltes muito grossos, entre 4,5 e 5 ϕ .

A distribuição geral revela um padrão em forma de "V" invertido, onde o melhor grau de seleção coincide com as modas proeminentes nos sedimentos e a pior seleção ocorre ao meio do caminho entre elas.

Analisando a declividade das retas que compõe o “V” invertido, FOLK & WARD (ob. cit.), concluem que ela representa a interação de dois fatores geológicos: (1) a distinção das modas dos materiais fornecidos pelas áreas fontes e (2), a eficácia do agente transportador em fazer a sua própria seleção no material que lhe é fornecido. Citam os autores, que essa declividade é acentuada no caso de alguns sedimentos lagunares. É o caso dos que aqui se estudam. Areias bem classificadas produzidas nas praias e partes rasas marginais e siltes bem classificados, acumulados na parte central mais profunda. Onde estes dois tipos de sedimentos se misturam, nas partes de profundidade média, onde o ambiente lagunar de baixa energia é incapaz de modificá-los, a classificação permanece pobre.

Mais uma vez o comportamento dos sedimentos da Lagoa do Casamento se mostra muito semelhante ao apresentado pelos das lagoas costeiras estudadas por RUSNAK (ob. cit.) e NICHOLS (ob. cit.).

A correlação entre o diâmetro médio e o desvio padrão, revela-se desse modo muito eficiente na interpretação das condições ambientais de sedimentação lagunar.

5.1.2 – Diâmetro Médio versus Assimetria

Conforme se observa na Fig. 16, também a assimetria é função do tamanho médio do sedimento lagunar. A tendência da distribuição dos pontos é nitidamente sinusoidal.

A fácies arenosa contém sedimentos cuja assimetria é tanto positiva como negativa. De acordo com o evidenciado no mapa de variação deste parâmetro, na Fig. 9, os sedimentos arenosos adjacentes à linha de costa lagunar, submetidos a um constante joeiramento por ação das ondas, apresenta uma assimetria negativa. Os que se distribuem na parte mais externa da margem lagunar e que se enriquecem em finos devido ao nível energético ambiental mais baixo são assimetricamente negativos.

As fácies areno-siltica e silto arenosa apresentam um comportamento diferente. Os sedimentos da primeira são predominantemente positivos consequência da adição de materiais finos à moda arenosa, enquanto que os da segunda, embora positivos são menos assimétricos e em alguns casos mostram uma assimetria negativa produzida pela adição de material grosseiro à moda siltica.

A fácies siltica tem sedimentos ora positivos, ora negativos, predominando os primeiros.

As características da distribuição aqui analisada confirmam as idéias de FOLK & WARD (ob. cit.), e DUANE (1964) no que diz respeito a sensibilidade da assimetria na caracterização de ambientes. Ela é negativa sempre que o sedimento é submetido a um processo de joeiramento que lhe remove os finos. É positiva quando a sedimentação fina promovida pelo baixo nível energético ambiental, domina sobre a grosseira.

O quadro assim configurado pode ser perfeitamente generalizado para retratar as condições de sedimentação em ambientes lagunares. Nesse sentido há também aqui uma grande semelhança com os sedimentos da Laguna Madre, Texas, estudados por RUSNAK (ob. cit.).

5.1.3 – Diâmetro Médio versus Curtosis

A Fig. 17 mostra que a curtosis depende do tamanho médio nos sedimentos lagunares e do grau de mistura das modas neles dominantes.

A grande maioria das amostras de sedimentos de fundo lagunar revelam distribuições leptocúrticas. Entretanto os valores mais elevados pertencem à fácies arenosa e siltica que, como foi visto, constituem as modas dominantes na área em estudo. Quanto há uma mistura entre essas populações, caso das fácies areno-siltica e silto-arenosa, o valor da curtosis diminui, atingindo valores mesocúrticos até platicúrticos.

Tal comportamento complementa as informações retiradas dos diagramas dispersos analisados anteriormente e mostra que a curtosis é sensível às condições do ambiente de sedimentação confirmando as observações de CRONAN (1972) no que diz respeito à utilização destes parâmetros para caracterizar ambientes analisando o grau de polimodalidade de sedimentos ali depositados.

5.1.4 – Caracterização ambiental

Embora os parâmetros de FOLK & WARD tenham se mostrado eficientes no sentido de determinar as condições de sedimentação na área da Lagoa do Casamento e Saco do Cocuruto, mostran-

do uma perfeita correspondência entre as propriedades texturais dos sedimentos e as características ambientais que ali se observam, a sua aplicação no sentido de estabelecer critérios para distinguir sedimentos lagunares dos demais produzidos em uma província sedimentar costeira é extremamente difícil e sua utilização isolada pode levar a conclusões errôneas, desvinculadas da realidade ambiental que tais províncias encerram.

Tal fato pode ser observado nas Figs. 18, 19 e 20, onde se apresenta uma comparação entre os diagramas dispersos mais significativos para a interpretação ambiental dos sedimentos da Lagoa do Casamento e Saco do Cocuruto (diagramas 1), e os correspondentes sedimentos que constituíram suas principais fontes, ou sejam, os da margem lagunar (diagramas 2), os da parte central da Lagoa dos Patos (diagramas 3) e os do complexo fluvial do Guaíba (diagramas 4).

Em todos os diagramas, $M_z \times \sigma_1$, $M_z \times Sk_1$ e $M_z \times K^*G$ observa-se uma identidade entre os parâmetros texturais dos sedimentos acumulados na Lagoa do Casamento e Saco do Cocuruto e os dos sedimentos que constituem suas fontes atuais.

É notável o fato de que superpondo-se em um mesmo diagrama dados dos sedimentos da margem lagunar e da Lagoa dos Patos, obtém-se uma semelhança quase que total com o diagrama nº 1 onde estão os dados dos sedimentos em estudo. Apenas fazem exceção os sedimentos finos que se acumulam na parte central da Lagoa dos Patos, muito mais profunda que a Lagoa do Casamento.

Os sedimentos do complexo fluvial do Guaíba espalham-se muito mais do que os demais. Isto é consequência de uma variabilidade de condições energéticas bem mais complexas e da multiplicidade de processos deposicionais que ali atuam. Entretanto o campo abrangido por estes sedimentos não é muito diferente do que se observa para os demais ambientes considerados.

Deste modo o emprego dos parâmetros granulométricos de FOLK & WARD como critério único e absoluto pode levar a conclusões errôneas, desvinculadas da realidade ambiental que tais províncias encerram. Confirma-se pois as considerações críticas estabelecidas, sob este ponto de vista, por GRAF (1968) e SOLOHUB & KLOVAN (1970).

Tais considerações são perfeitamente válidas, uma vez que a dinâmica de ambientes que existe sobre uma província costeira, promovendo um contínuo retrabalhamento do estoque sedimentar aí existente, é tão rápida que não permite a adaptação completa do sedimento antigo às novas condições ambientais. Isto ocorre de modo marcante quando a quantidade de energia do novo ambiente é mais baixa do que a do que ali atuava anteriormente.

Os sedimentos de fundo da Lagoa do Casamento retratam perfeitamente esta situação. Observa-se nas fêrias arenosas de fundo características texturais de depósitos praias e eólicos, ambos de alta energia, que não foram apagados pela dinâmica de sedimentação lagunar energeticamente inferior.

Por outro lado, a aplicabilidade do método de FOLK & WARD nestes complexos ambientais cresce em importância a medida que a ele forem associados outros dados, especialmente os que dizem respeito a forma e estrutura dos depósitos, associações paleontológicas e outros que permitam esboçar a evolução paleogeográfica da seqüência sedimentar que se quiser analisar.

5.2 – Diagramas CM, FM, LM e AM (PASSEGA & BYRAMJEE, 1969)

A imagem granulométrica proposta por PASSEGA & BYRAMJEE (1969) aplicada à área de estudo, Fig. 21, retrata perfeitamente as condições deposicionais neste corpo de águas rasas que é a Lagoa do Casamento e o Saco do Cocuruto. Seus sedimentos são depositados em regime dominante de suspensão gradacional onde as frações mais finas trazidas das áreas fonte jamais chegam a constituir depósitos expressivos, permanecendo em constante suspensão promovida pelas ondas e correntes de maré.

5.3 – Índices granulométricos de DOEGLAS (1968)

A aplicação do sistema de DOEGLAS aos sedimentos da área lagunar mostrou que os índices Q_1 , M_d , Q_3 fornecem uma imagem adequada de suas distribuições granulométricas, fiel e bem mais prática do que a que se obtém mediante a aplicação dos parâmetros de FOLK & WARD, Fig. 22. Entretanto, ele não é efetivo na distinção dos diversos ambientes de sedimentação na região costeira, Tab. I.

Os sedimentos lagunares mostram preferencialmente os seguintes índices:

a – 333, 334, 233 e 223 (fácies arenosas)

b – 455, 555 e 556 (fácies sílticas)

Na margem lagunar observa-se as seguintes preferências:

a – Terraços marinhos – 333, 334 e 233

b – Depósitos eólicos – 234, 235 e 333

c – Terraços lagunares – 333, 336 e 444

d – Depósitos fluviais – 333, 233, 233 e 335

e – Depósitos flúvio-deltáicos – 333, 223, 344 e 444

f – Praias lagunares – 223, 333 e 222

g – Cristais de praia – 222 e 223

A análise dos índices $1Q_1$, M_d , Q_3 , 99 também apresenta as mesmas restrições, Tab. 2.

Para sedimentos lagunares houve uma maior incidência nos índices 12233, 12334, 13334, 23334 (10%), 23335, 23338, 23348 e 35559.

De acordo com os dados apresentados por DOEGLAS (ob. cit.), a maior parte destes índices são típicos de depósitos praias e eólicos, o que conflita com as características ambientais dos sedimentos aqui estudados.

Transparece mais uma vez a influência das áreas fonte na caracterização dos sedimentos do fundo lagunar. Os materiais da barreira arenosa acumulados predominantemente por processos praias em vários ciclos de sedimentação não são suficientemente afetados por processos superimpostos de nível energético menor, tais como os que se desenrolam em ambiente lagunar, para modificar as características herdadas dos ambientes anteriores de maior energia.

Entretanto da observação da Tabela 2, conclui-se que na área de estudo os índices 12223, 12233, 12234 e 22233 estão relacionados com acumulações praias (praias lagunares, cristais de praia e sedimentos lagunares marginais). Por outro lado índices com mediana 4 e 5 com o 1.º percentil entre 1, 2, 3 e 4 e 99.º percentil variando entre 7, 8, 9 e 0 são típicos de sedimentos acumulados em ambiente lagunar sob condições de baixa energia.

Os índices com mediana 3 com o 1.º percentil variando entre -1 e 3 e o 99.º percentil variando entre 3 e 0, caracterizam sedimentos acumulados nos mais variados ambientes reinantes sobre a província sedimentar costeira.

Conclui-se que o sistema elaborado por DOEGLAS (ob. cit.) é efetivo para classificar os sedimentos da província costeira, entretanto, mostra-se inadequado para identificar com precisão o ambiente particular em que os mesmos foram acumulados.

6. SUMÁRIO DE CONCLUSÕES

A formação da Lagoa dos Patos foi condicionada pelo desenvolvimento de uma barreira múltipla, arenosa, sob a influência das oscilações eustáticas ocorridas durante o Quaternário.

Os aspectos geomorfológicos da margem lagunar desta barreira evidenciam a existência de pelo menos quatro ciclos de transgressão e regressão. Os processos de sedimentação que os acompanharam, proporcionaram a compartimentação da laguna mediante o crescimento de pontais arenosos, mecanismo que deu origem à Lagoa do Casamento e ao Saco do Cocuruto.

A hidrodinâmica do corpo lagunar é controlada pelo regime dos ventos que sopram predominantemente do quadrante nordeste. Eles geram ondas e correntes litorâneas que são os principais agentes de transporte e deposição do material sedimentar. A circulação das águas é ainda influenciada pela descarga dos rios provenientes da margem lagunar e pelo influxo de massas d'água da Lagoa dos Patos através da área de comunicação entre Pontais dos Abreus e Anastácio, este último age como um mecanismo de marés controlado fundamentalmente pelo regime eólico e pluvial da região.

A ação desta hidrodinâmica somada à morfologia do corpo lagunar exerce um controle direto sobre a distribuição faciológica dos sedimentos de fundo, conforme já foi mencionado anteriormente.

Também a evolução geomorfológica da área lagunar influi sobre a distribuição faciológica dos sedimentos de fundo, uma vez que esta depende da configuração morfológica e batimétrica do corpo lagunar e do retrabalhamento dos materiais que constituem a sua margem, ambos diretamente controlados por aquela.

Deste modo a sedimentação lagunar que se processa na região nordeste da Lagoa dos Patos pode ser caracterizada pelos seguintes parâmetros:

a — Tipo de Sedimento

Fácies grosseiras, arenosas, geralmente bem selecionadas por um contínuo retrabalhamento por ondas, correntes e ventos ocupando as zonas marginais do corpo lagunar. O tamanho de grão e demais características texturais dependem do material de área fonte, da natureza, da intensidade e do tempo de ação dos agentes de transporte e deposição.

Fácies finas, silticas, depositadas nas partes mais centrais e profundas da bacia de acumulação. O material é originário da carga de suspensão trazida pelas águas de qualquer natureza que aportam ao corpo lagunar.

Material mais fino, argiloso, geralmente permanece em suspensão. Ele sobrepassa a maior parte da laguna e somente é depositado nos locais onde o aumento de salinidade promove a sua floculação ou então nos locais abrigados ou muito profundos onde a energia ambiental é quase nula.

Entre as fácies grosseiras e as finas ocorrem outras, transicionais.

b — Fontes e Agentes de Transporte

A fonte principal dos sedimentos é constituída pelos terrenos que constituem as áreas marginais da laguna. Na área em questão e de um modo geral, eles são depósitos costeiros cenozóicos acumulados em diversos ambientes deposicionais, dentre os quais predominam o marinho e o eólico. Em menor volume ocorrem depósitos lagunares, paludais, fluviais e deltáicos.

Também se faz sentir a influência do material em suspensão trazido pelos rios que drenam as terras altas adjacentes à Província Costeira.

O material erodido das áreas é transportado pelos cursos d'água que desembocam no corpo lagunar. Ali, o material é redistribuído pela ação das ondas e das correntes lagunares. O regime fluvial é controlado pela pluviosidade regional. Entretanto os processos mais eficientes no transporte dos sedimentos em ambiente lagunar são os relacionados com a ação das ondas e do sistema de correntes litorâneas dela decorrente. As ondas são dependentes do vento e da configuração lagunar.

Ainda deve ser considerado o papel desempenhado pelas correntes lagunares controladas pelo vento, pela descarga dos sistemas fluviais e pelo mecanismo das marés, responsáveis pelo transporte dos sedimentos finos.

Finalmente o vento que atua indiretamente nos processos anteriores é responsável também pelo transporte de material arenoso varrido da margem para o corpo lagunar.

c — Ambiente Deposicional

O ambiente deposicional na área de estudo é francamente o de águas rasas e salinidade nula. A influência da salinidade só se faz sentir na porção média da Lagoa dos Patos e daí para o sul aumentando e medida que se aproxima do canal do Rio Grande por onde ela se comunica permanentemente com o Oceano Atlântico.

Não foram efetuadas medidas de pH, entretanto a presença constante de fragmentos parcialmente dissolvidos de conchas de moluscos permite estimar que as águas desta parte da laguna sejam fracamente ácidas.

Em alguns pontos amostrados nas zonas mais profundas, verificou-se a presença de micro-concreções de pirita, indicando características redutoras contrastantes com as oxidantes típicas das partes arenosas mais rasas.

A não ser pela presença de conchas e pelotas fecais de moluscos, gastrópodos e pelecípodos, algumas carapaças de diatomáceas e pelo grande desenvolvimento de juncos ao longo das ante-praias lagunares, a influência da atividade biológica na sedimentação é reduzida.

d — Evolução Geomorfológica

Levando-se em conta que os parâmetros que governam a sedimentação dependem em última análise da morfologia do corpo lagunar, do retrabalhamento dos sedimentos que lhe atapetam e constituem as suas margens, da variação da energia ambiental e sabendo-se que estes fatores são controlados pelas variações do nível base de erosão regional, a evolução geomorfológica das áreas lagunares está intimamente relacionada com o quadro sedimentológico que estas apresentam.

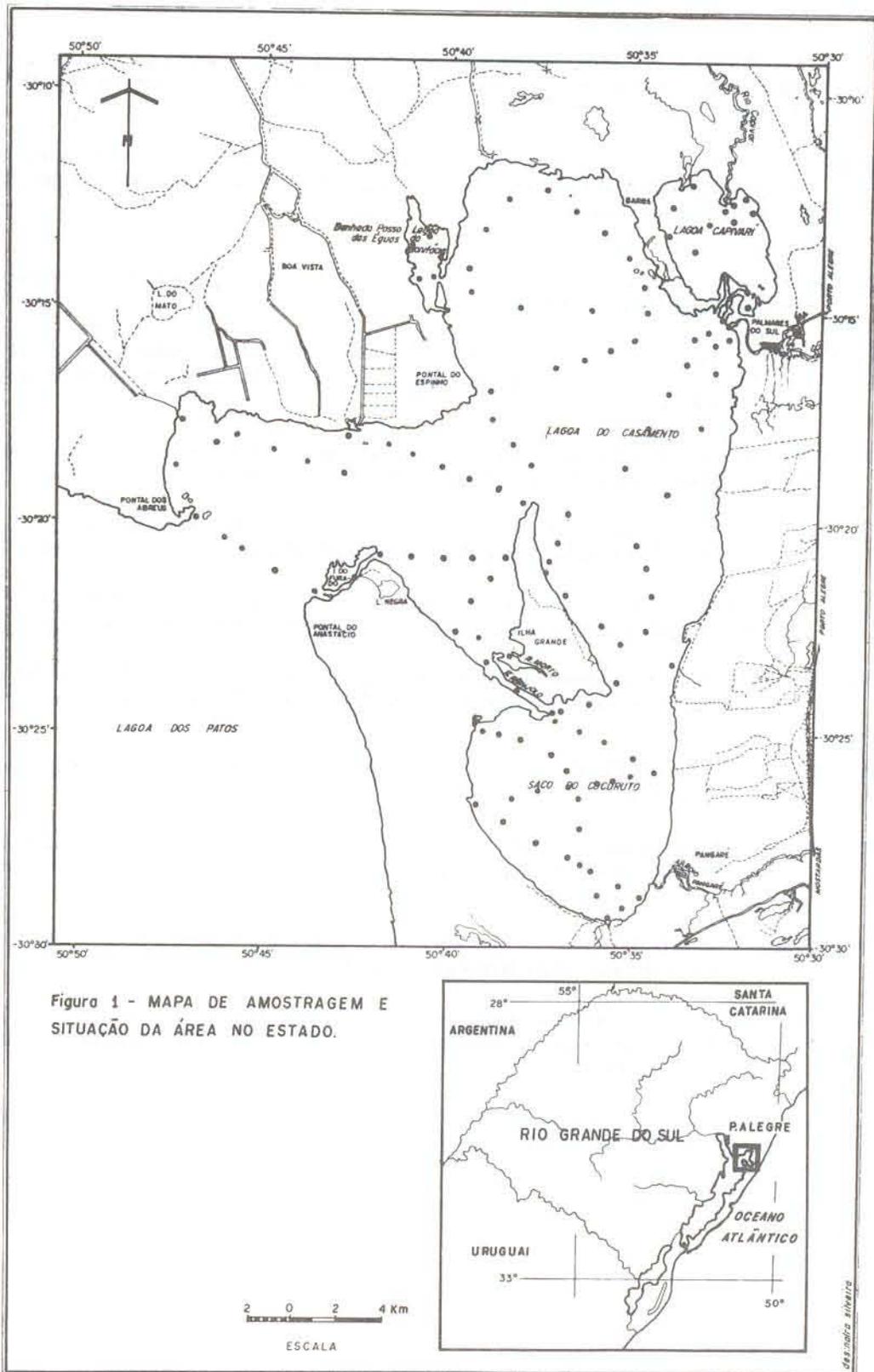
Uma vez que esta evolução está relacionada com as variações eustáticas ocorridas no Quaternário, estas jamais poderão ser desconsideradas quando se quiser estudar os sistemas lagunares desenvolvidos nas províncias costeiras cenozóicas..

Tentativas de caracterização ambiental baseadas em análise granulométrica mostraram que os métodos de FOLK & WARD (1957), PASSEGA & BYRAMJEE (1969) e DOEGLAS (1968), são efetivamente úteis na descrição e interpretação de ambientes recentes de sedimentação onde os parâmetros físicos são conhecidos. Entretanto a sua utilização como critério único na determinação paleo-ambiental fica prejudicada, pois a sedimentação em uma província costeira é policíclica e promovida por vários ambientes definidos que se deslocam no tempo e no espaço. Ocorre muitas vezes que o rápido retrabalhamento de materiais depositados em ambientes de alta energia é incapaz de apagar as características texturais herdadas do ciclo anterior. A maior parte dos sedimentos das fácies arenosas do fundo lagunar tem propriedades semelhantes aos depositados em ambientes praias e eólicos.

7. BIBLIOGRAFIA CITADA

- CLOOS, D. 1963. Foraminíferos e Tecamebas da Lagoa dos Patos (RGS). *Boletim. Escola de Geologia, UFRGS*, Porto Alegre, 15: 1-51, 1963. 14 figs., 5 pl.
- 1970. Estratigrafia da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul. *Iheringia; Geologia*, Porto Alegre, 3: 3-76. 11 figs.
- CRONAN, D.S. 1972. Skewness and kurtosis in polymodal sediments from the Irish Sea. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, Okla., 42: 102-6.
- CUNHA, R. 1972. O estuário do Guaíba — Características texturais, mineralógicas e morfológicas. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências. Tese (Mestrado) — Instituto de Geociências da UFRGS.
- CURRAY, J.R.; EMMEL, F.J.; CRAMPTON, P.J.S. 1969. Holocene history of a strand plain, Lagonal Coast, Nayarit, Mexico. In: PHLEGER, F.B. & CASTAÑARES, A.A. *Coastal Lagoons, a symposium*. México, Universidad Autónoma de México. p. 63-100.
- DELANEY, P.J.V. 1960. Lagoas cordiformes do Rio Grande do Sul — Brasil. *Boletim. Escola de Geologia, UFRGS*, Porto Alegre, 3: 1-15.
- 1965. Fisiografia e geologia da superfície da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Publicação Especial. Escola de Geologia, UFRGS*, Porto Alegre, 6:1-105.
- 1966. *Geology and geomorphology of the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brasil and northern Uruguay*. Baton Rouge, Louisiana State University. 58 p. (South American Coastal Studies Technical Report, 18).
- DOEGLAS, D.J. 1968. Grain size indices, classification and environment. *Sedimentology*, Amsterdam, 10: 83-100.
- DUANE, D.B. 1964. Significance of skewness in recent sediments, Western Pamlico Sound — North Carolina. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, Okla., 34: 864-74.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, Okla., 27: 3-27.
- GRAF, C.H. 1968. Sedimentos continentales y transicionales del borde del Golfo de Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezuela de Geólogos*, Caracas, 3 (2): 14-32.

- HAILS, J.R. & HOYT, J.H. 1969. The significance and limitations of statistical parameters for distinguish ancient and modern sedimentary environments of the lower Georgia Coastal Plain. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, Okla., 39: 514-20.
- HERZ, R. 1974. Estudo das tendências de circulação das águas de superfície da Lagoa dos Patos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre. *Anais*. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, v. 3, p. 43-8.
- INMAN, D.L. 1949. Sorting of sediments in the light of fluid mechanics. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, Okla., 19: 51-70.
- JOST, H. 1971. *O quaternário da região norte da planície costeira do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências, 80 p. Tese (Mestrado) – Instituto de Geociências da UFRGS.
- MARTINS, L.R. 1963. Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos, RS. I – Sacos do Rincão e do Mendanna. *Boletim. Escola de Geologia, UFRGS*, Porto Alegre, 3: 1-43.
- 1966. Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos. II – Sacos do Umbú, Arraial e Mangueira. *Notas e Estudos, Escola de Geologia, UFRGS*, Porto Alegre, 1 (1): 27-44.
- & GAMERMANN, N. 1967. Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos III – Granulometria da zona norte e média. *Iheringia; Geologia*, Porto Alegre, 1: 77-86. 3 fig.
- NICHOLS, M.M. 1964. Characteristics of sedimentary environments in Moriches Bay. In: MILLER, R.L. ed. *Papers in marine geology*. New York, MacMillan. p. 363-83. (Shepard Commemorative Volume).
- PASSEGA, R. & BYRAMJEE, R. 1969. Grain size image of clastic deposits. *Sedimentology*, Amsterdam, 13 (3/4):233-52.
- RUSNAK, G.A. 1960. Sediments of Laguna Madre, Texas. In: SHEPARD, F.P. et alii, ed. *Recent sediments, northwest Gulf of Mexico*. Tulsa, American Association of Petroleum Geologists. p. 153-98.
- SOLOHUB, J.T. & KLOVAN, J.E. 1970. Evaluation of grain size parameters in lacustrine environment. *Journal of Sedimentary Petrology*. Tulsa, Okla., 40: 81-101.
- VILLWOCK, J.A. 1973. *Contribuição à geologia do Holoceno da Província Costeira do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências. Tese (Mestrado) – Instituto de Geociências da UFRGS.
- ; MARTINS, L.R.; FORMOSO, M.L.L. 1972. Contribuição ao estudo de mineralogia dos sedimentos de fundo da Lagoa dos Patos (R.G.S. – Brasil). *Estudos Sedimentológicos*, Natal 2 (1/2): 13-34.



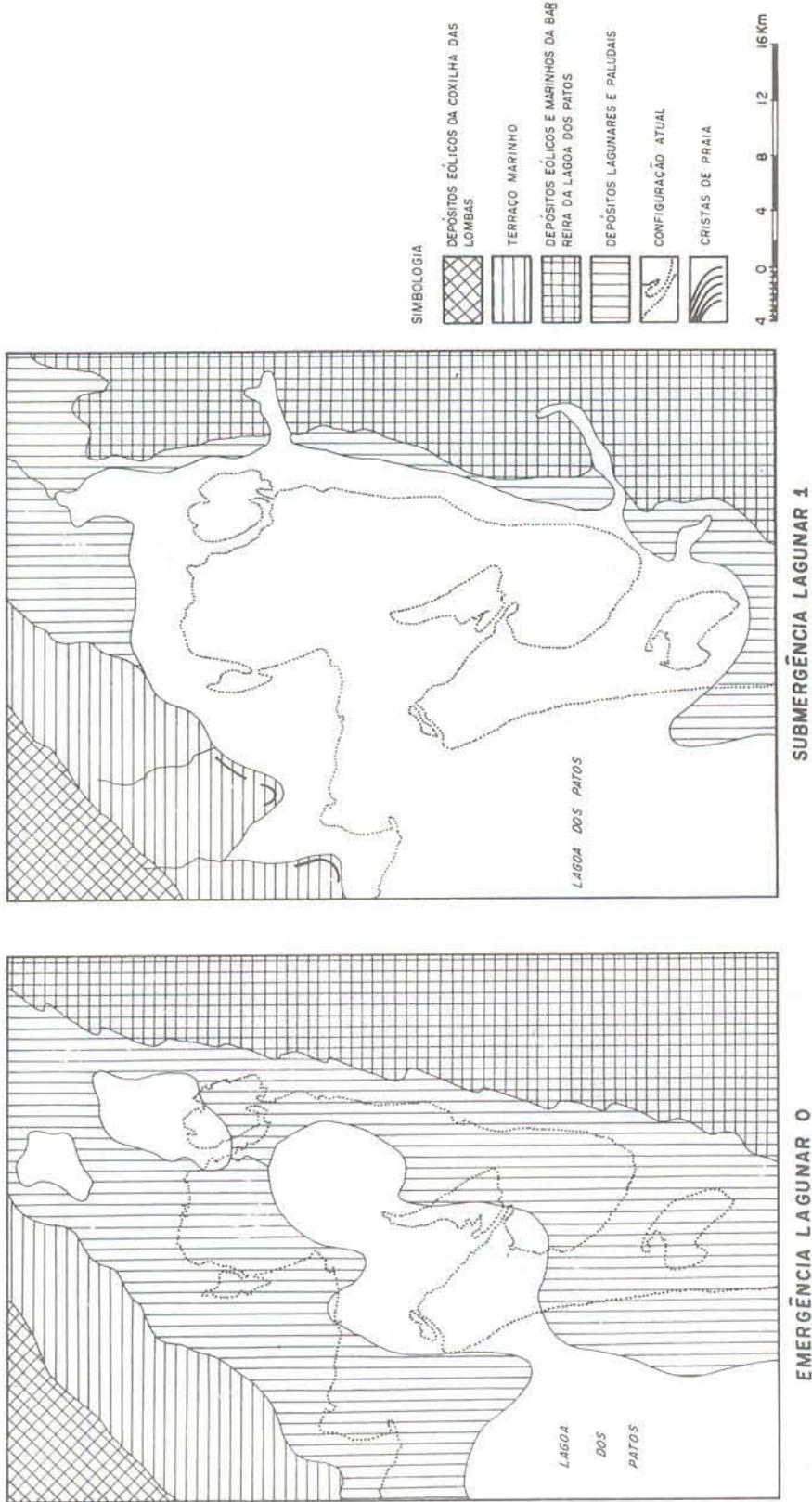


Figura 2 - ESQUEMA DA EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA MARGEM LAGUNAR DA BARREIRA MULTIPLA DA LAGOA DOS PATOS

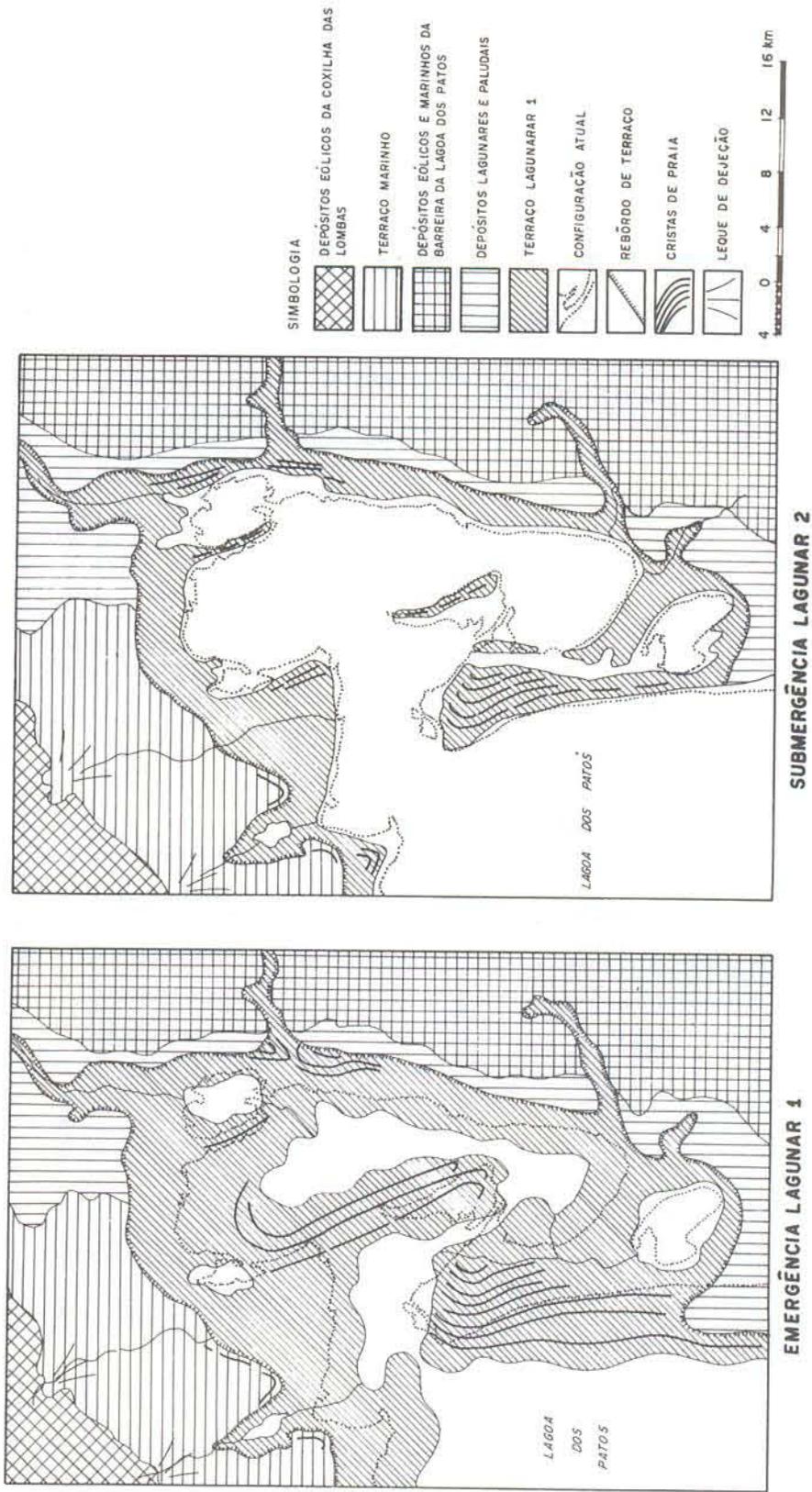


Figura 3 - ESQUEMA DA EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA MARGEM LAGUNAR DA BARREIRA MÚLTIPLA DA LAGOA DOS PATOS

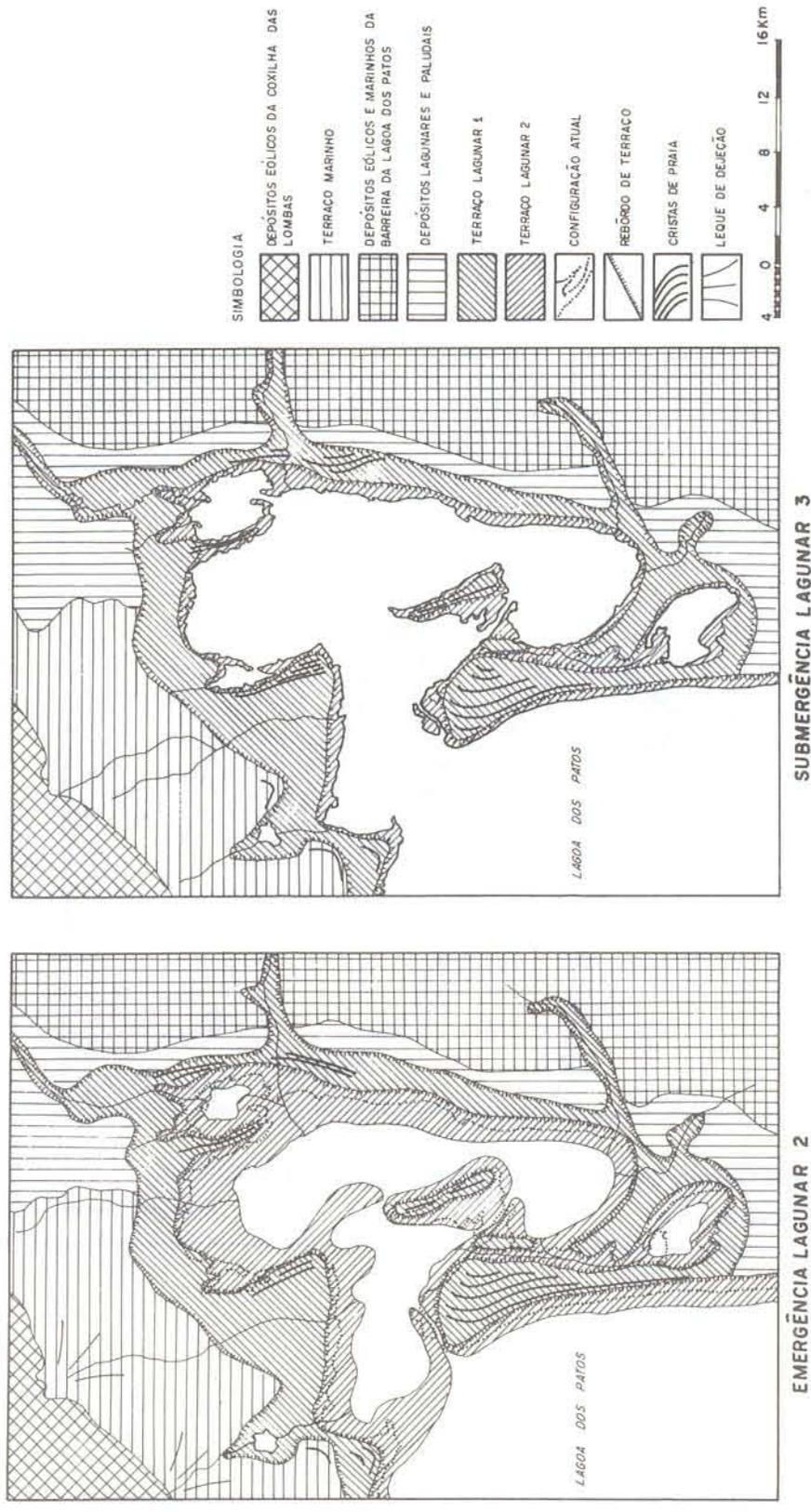
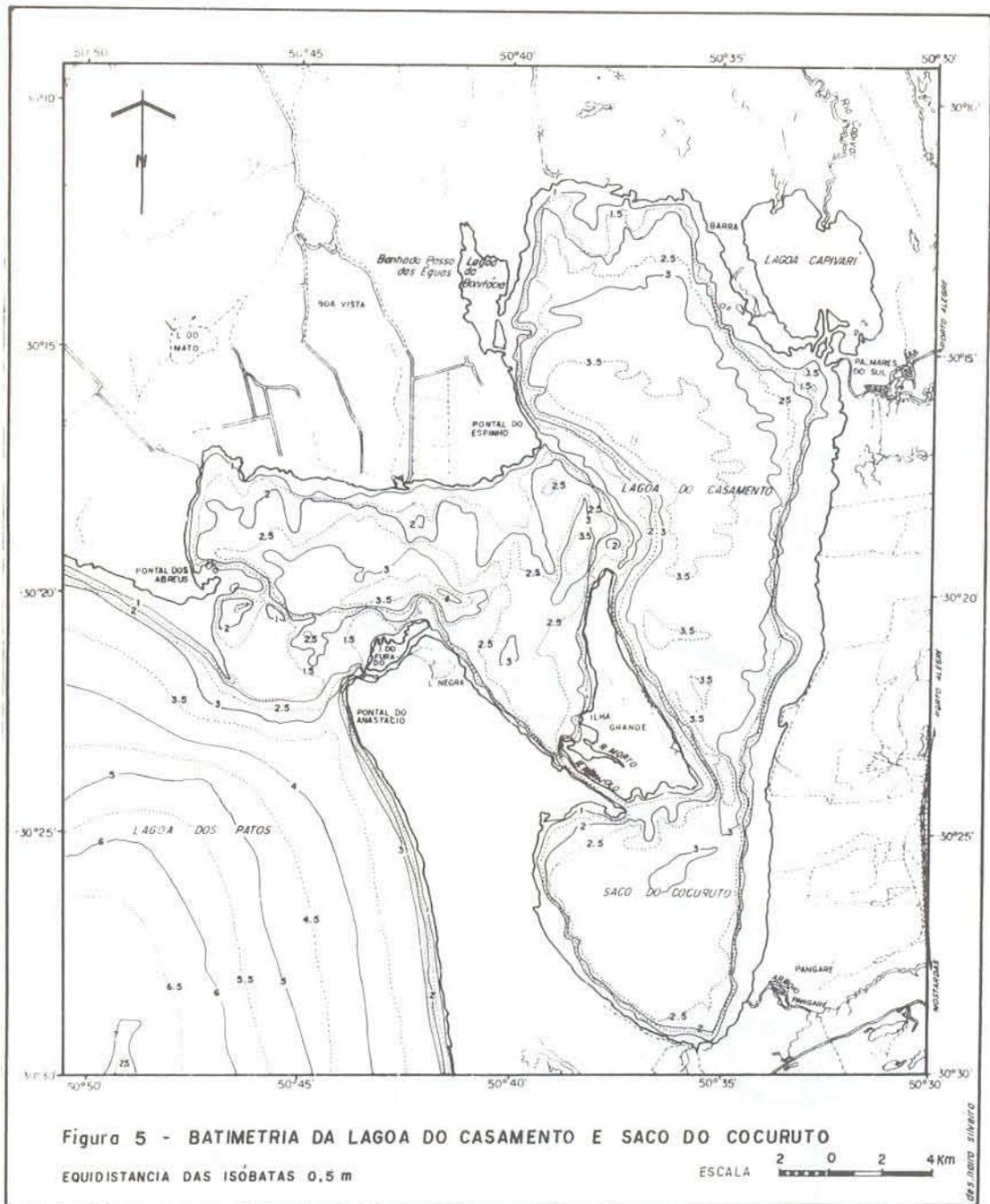


Figura 4 - ESQUEMA DA EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA MARGEM LAGUNAR DA BARREIRA MÚLTIPLA DA LAGOA DOS PATOS



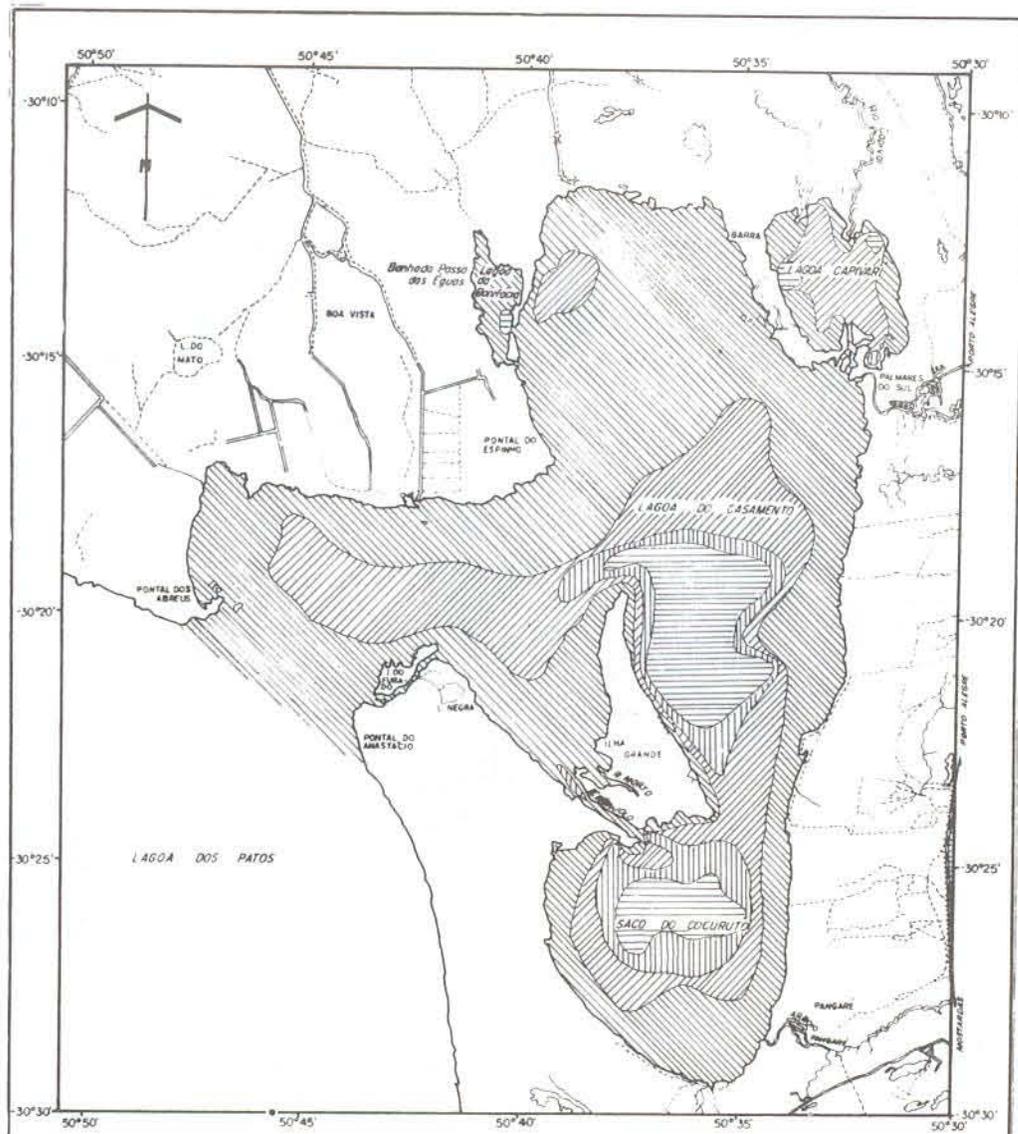
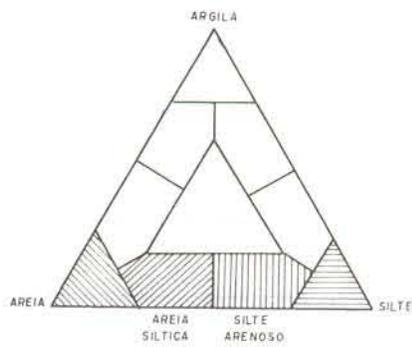
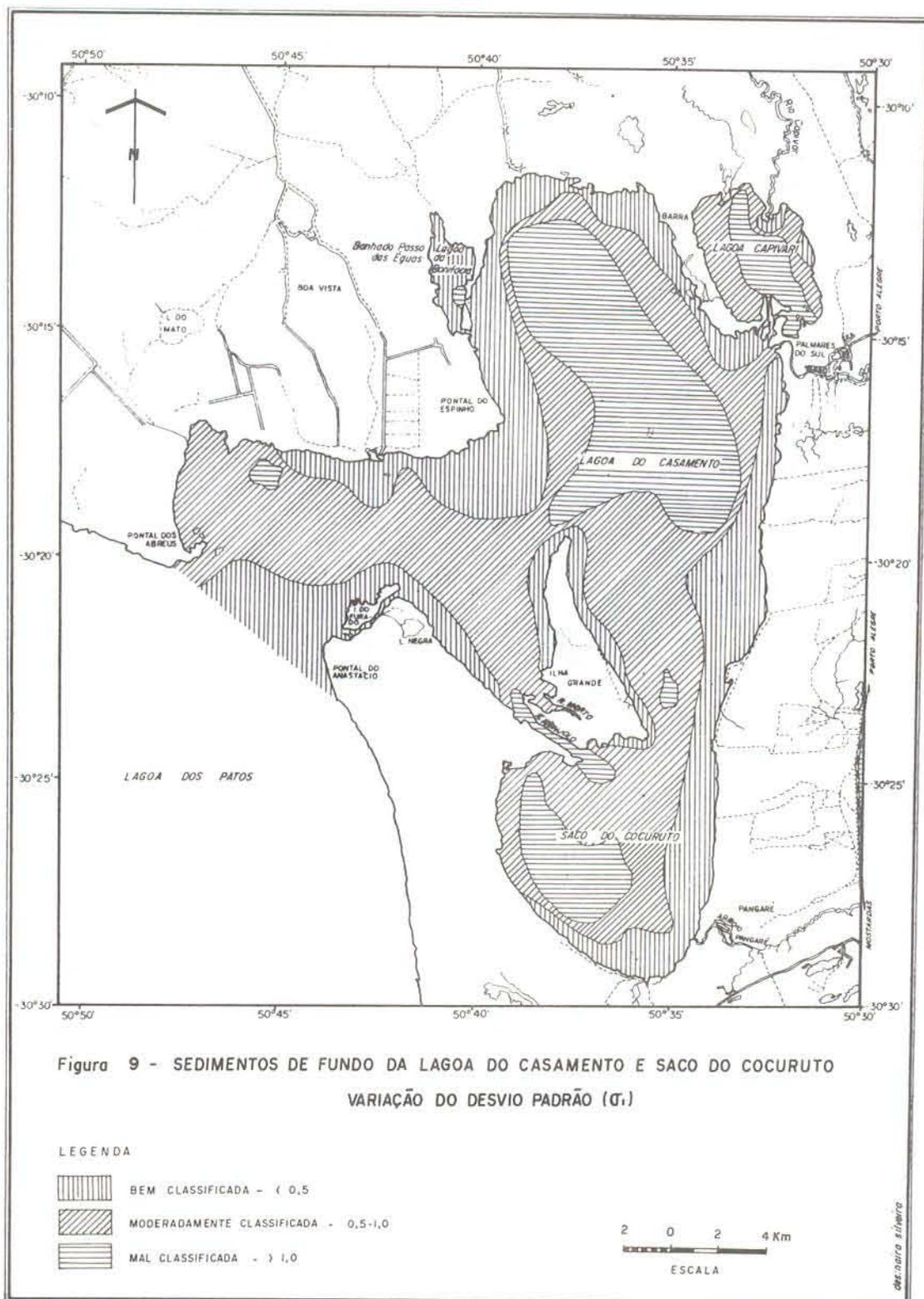
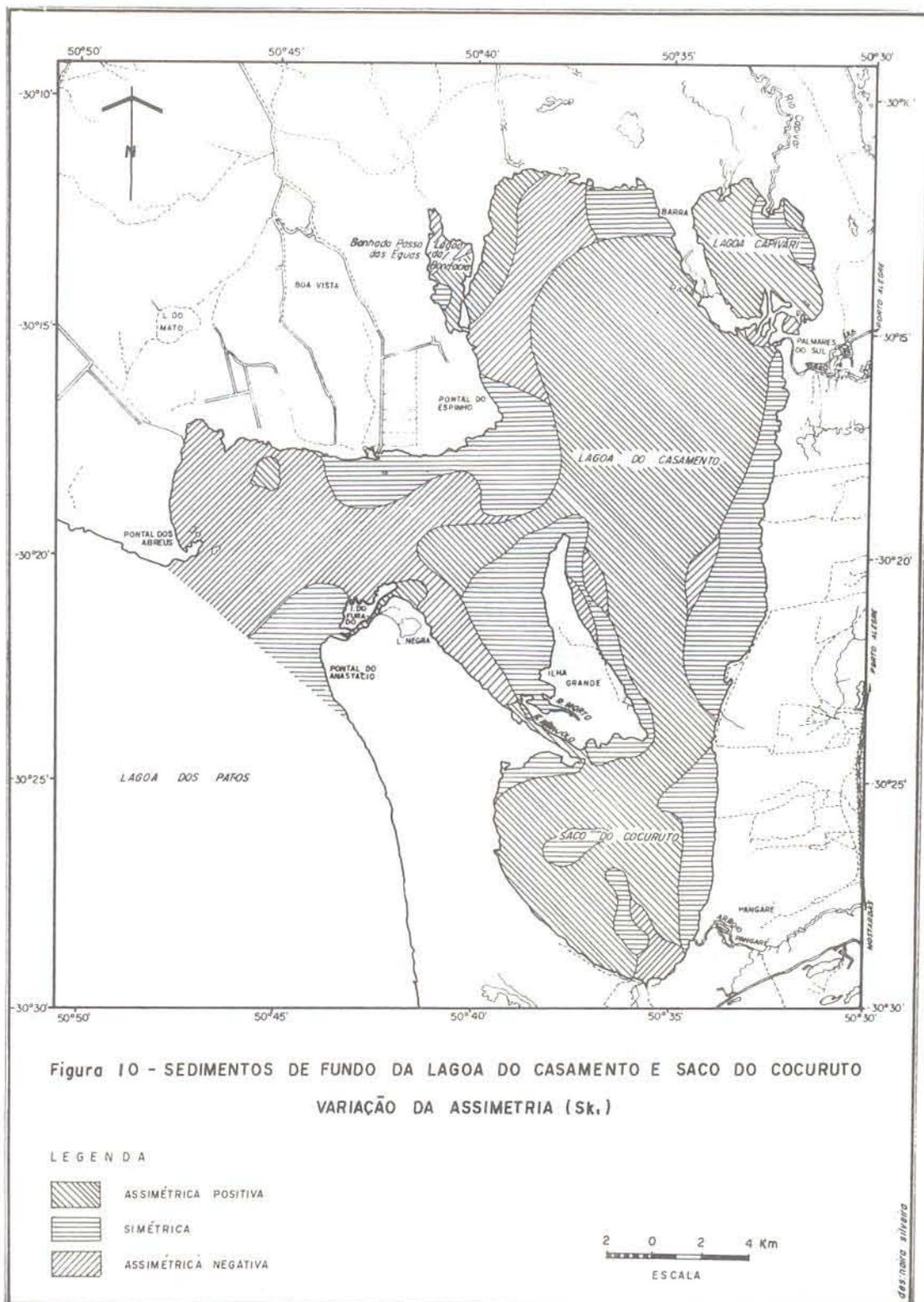
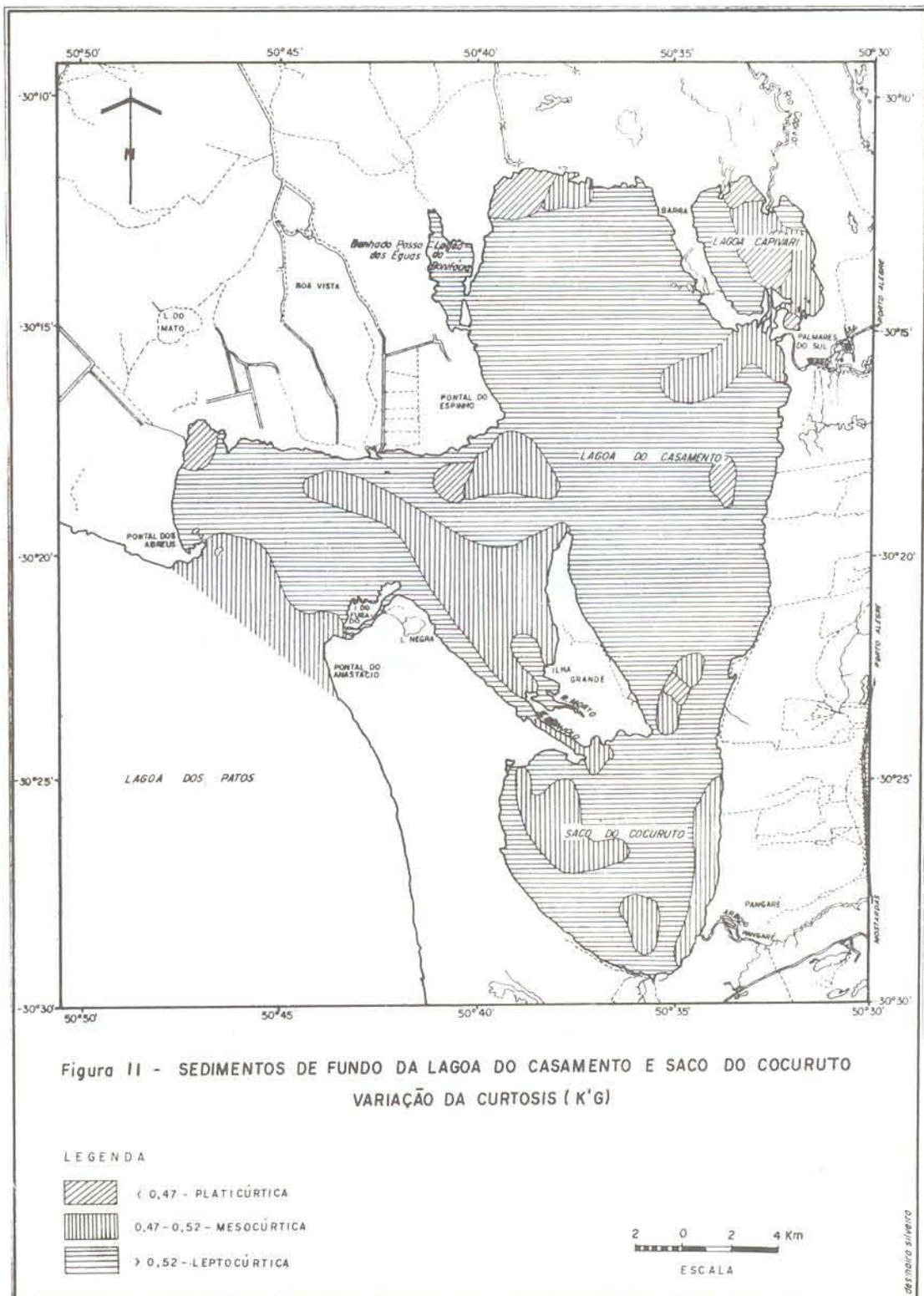


Figura 6 - SEDIMENTOS DE FUNDO DA LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO
FÁCIES TEXTURAIS AREIA - SILTE - ARGILA









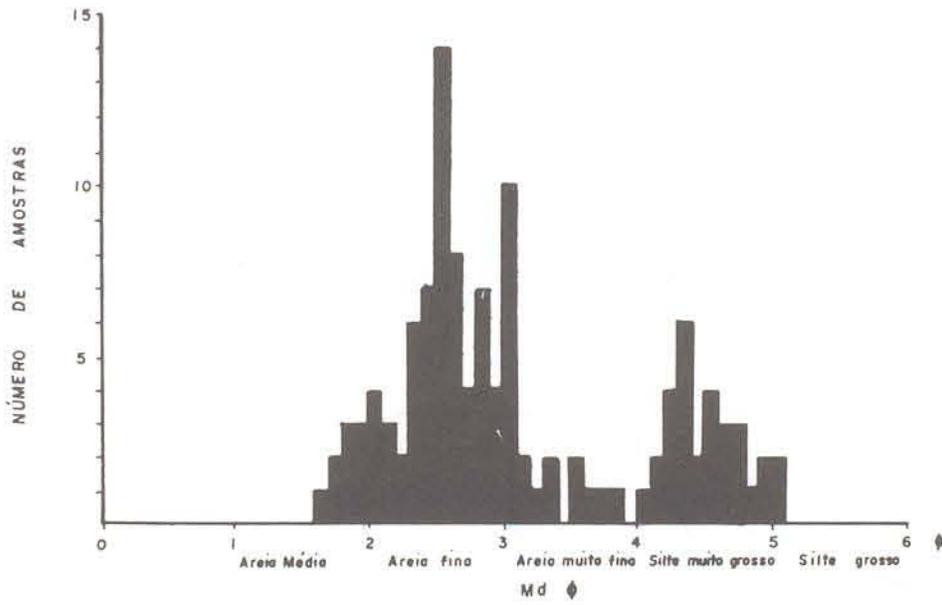


Figura 12 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DOS VALORES DA MEDIANA DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS DE FUNDO DA LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO.

des. naira siveira

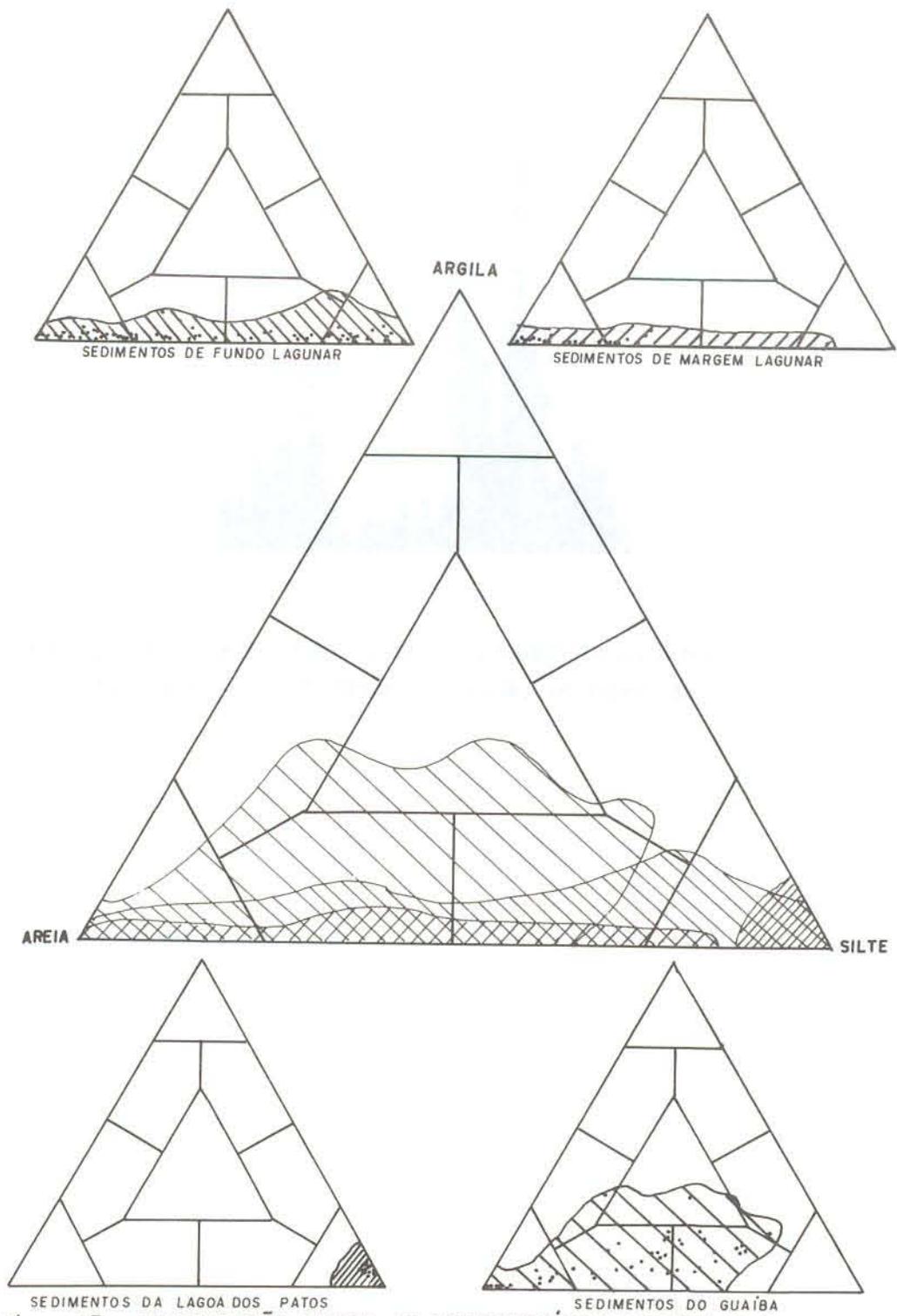


Figura 13 - COMPARAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS TEXTURAS DOS SEDIMENTOS LAGUNARES E AS DE SUAS PRINCIPAIS FONTES.

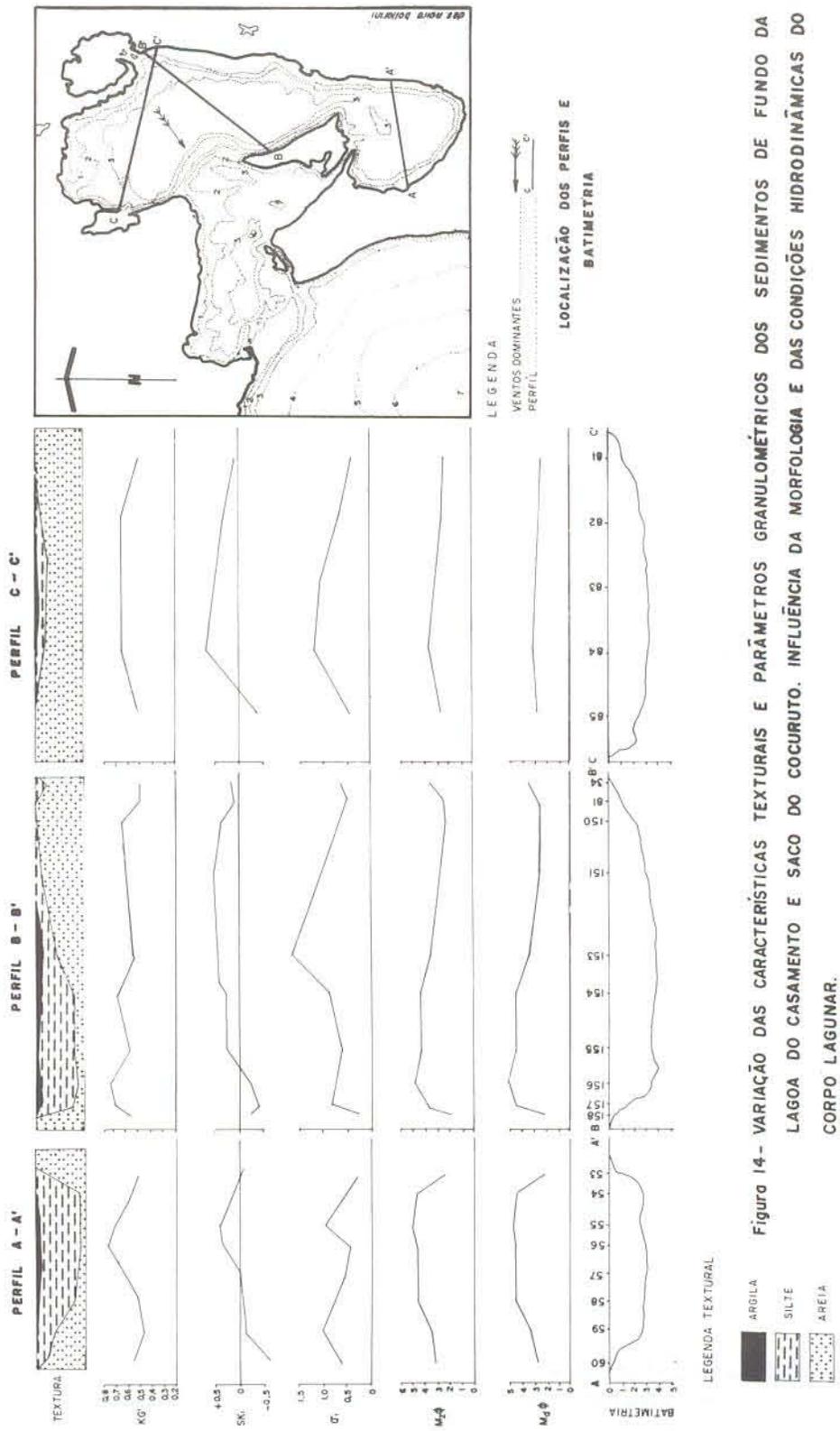


Figura 14 - VARIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS TEXTURAIS E PARÂMETROS GRANULOMÉTRICOS DOS SEDIMENTOS DE FUNDO DA LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO. INFLUÊNCIA DA MORFOLOGIA E DAS CONDIÇÕES HIDRODINÂMICAS DO CORPO LAGUNAR.

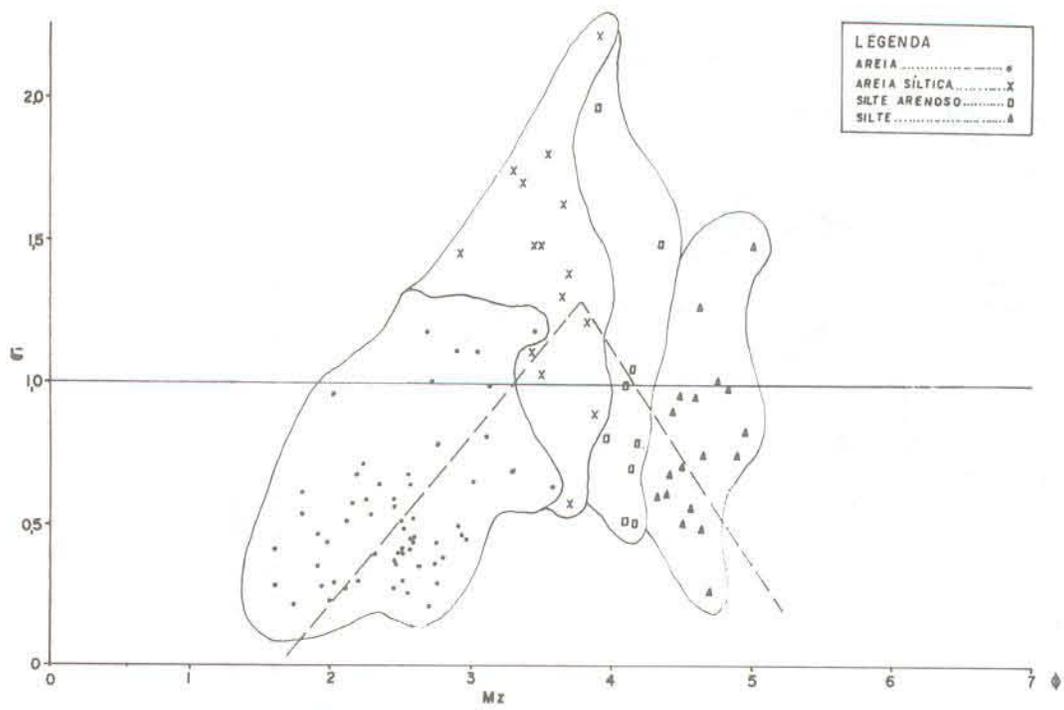


Figura 15 - CORRELAÇÃO ENTRE DIÂMETRO MÉDIO (M_z) E DESVIO PADRÃO (σ) NAS DIVERSAS FÁCIES DOS SEDIMENTOS DE FUNDO DA LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO.

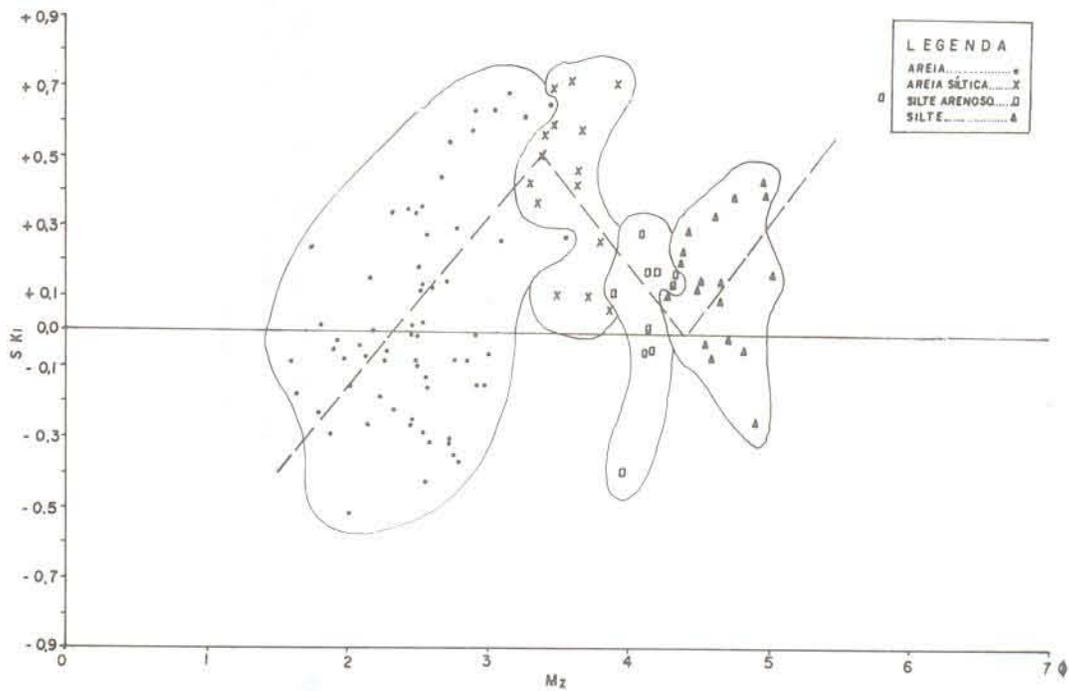


Figura 16 - CORRELAÇÃO ENTRE DIÂMETRO MÉDIO (M_z) E ASSIMETRIA (Sk) NAS DIVERSAS FÁCIES DOS SEDIMENTOS DE FUNDO DA LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO.

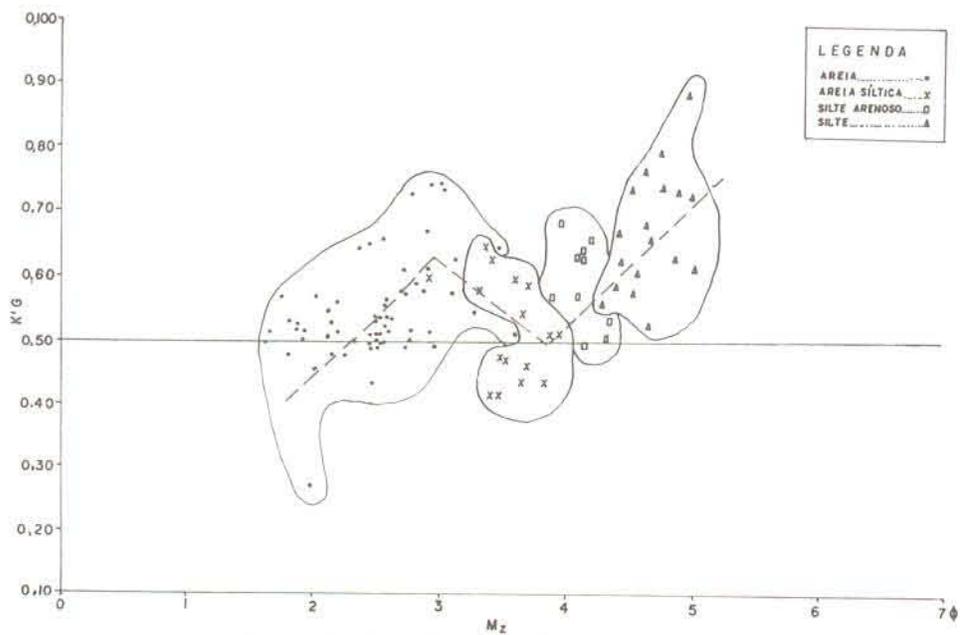


Figura 17 - CORRELAÇÃO ENTRE DIÂMETRO MÉDIO (M_z) E CURTOSIS ($K'G$) NAS DIVERSAS FÁCIES DOS SEDIMENTOS DE FUNDO DA LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO.

des:naira silveira

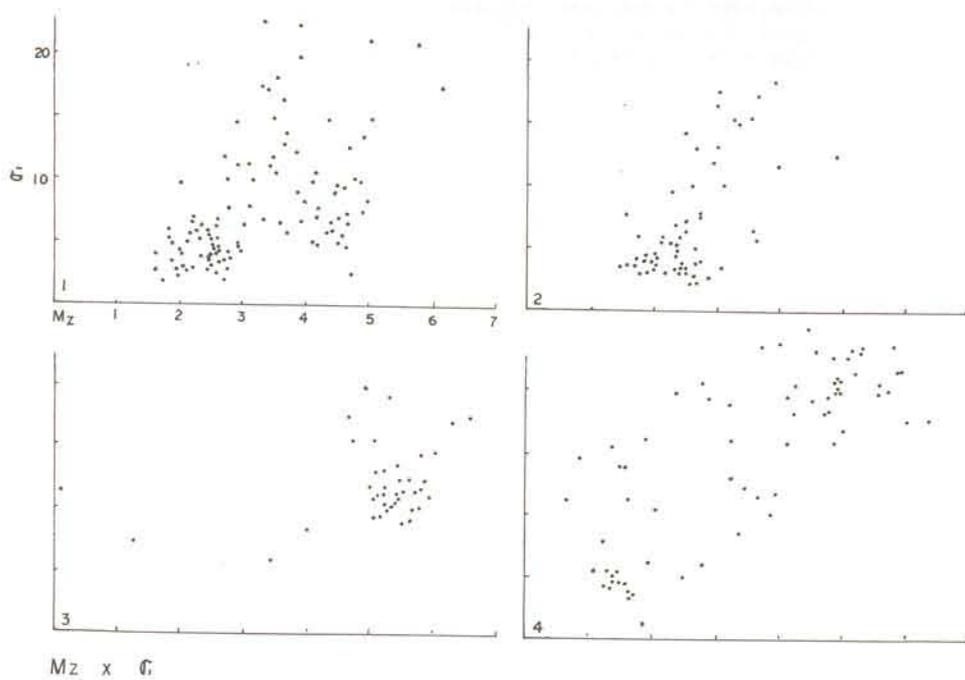
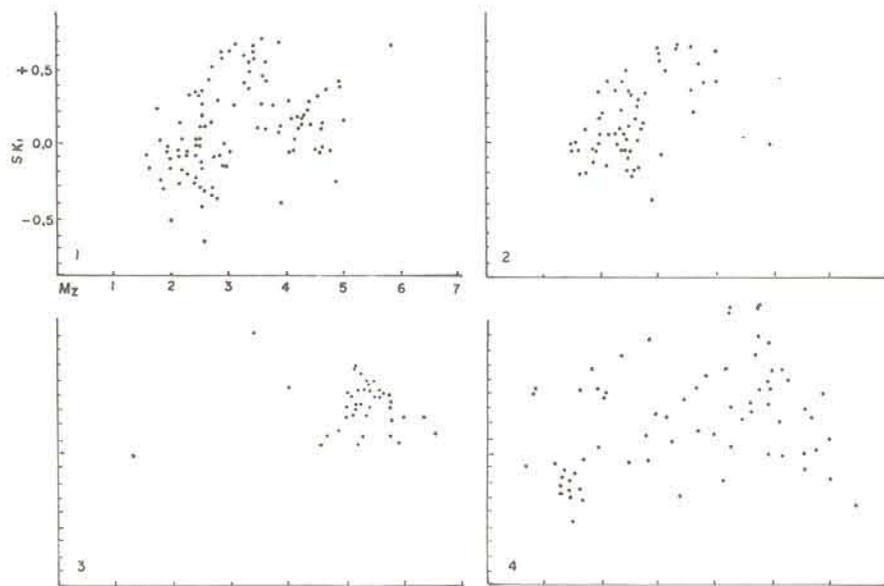


Figura 18 - CORRELAÇÃO ENTRE DIÂMETRO MÉDIO (M_z) E DESVIO PADRÃO (σ), COMPARAÇÃO ENTRE:

- 1 - SEDIMENTOS DA LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO.
- 2 - SEDIMENTOS DA MARGEM LAGUNAR.
- 3 - SEDIMENTOS DA LAGOA DOS PATOS.
- 4 - SEDIMENTOS DO COMPLEXO FLUVIAL DO GUAÍBA.

des:naira silveira

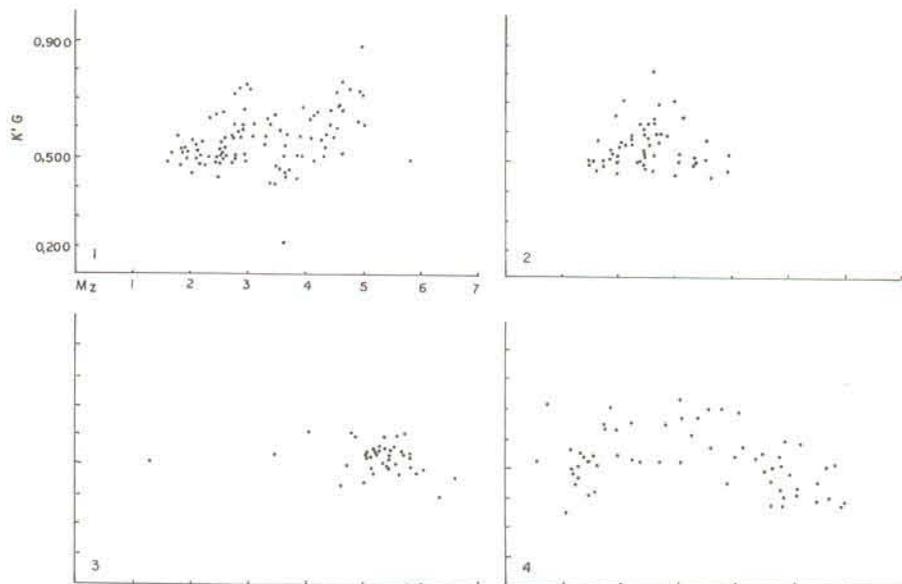


Mz x SKi

Figura 19 - CORRELAÇÃO ENTRE DIÂMETRO MÉDIO (Mz) E ASSIMETRIA (SKi).
COMPARAÇÃO ENTRE:

- 1- SEDIMENTOS DA LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO.
- 2- SEDIMENTOS DA MARGEM LAGUNAR.
- 3- SEDIMENTOS DA LAGOA DOS PATOS.
- 4- SEDIMENTOS DO COMPLEXO FLUVIAL DO GUAÍBA.

des. maria silveira



Mz x K'G

Figura 20 - CORRELAÇÃO ENTRE DIÂMETRO MÉDIO (Mz) E CURTÓISIS (K'G).
COMPARAÇÃO ENTRE:

- 1- SEDIMENTOS DA LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO.
- 2- SEDIMENTOS DA MARGEM LAGUNAR.
- 3- SEDIMENTOS DA LAGOA DOS PATOS.
- 4- SEDIMENTOS DO COMPLEXO FLUVIAL DO GUAÍBA.

des. maria silveira

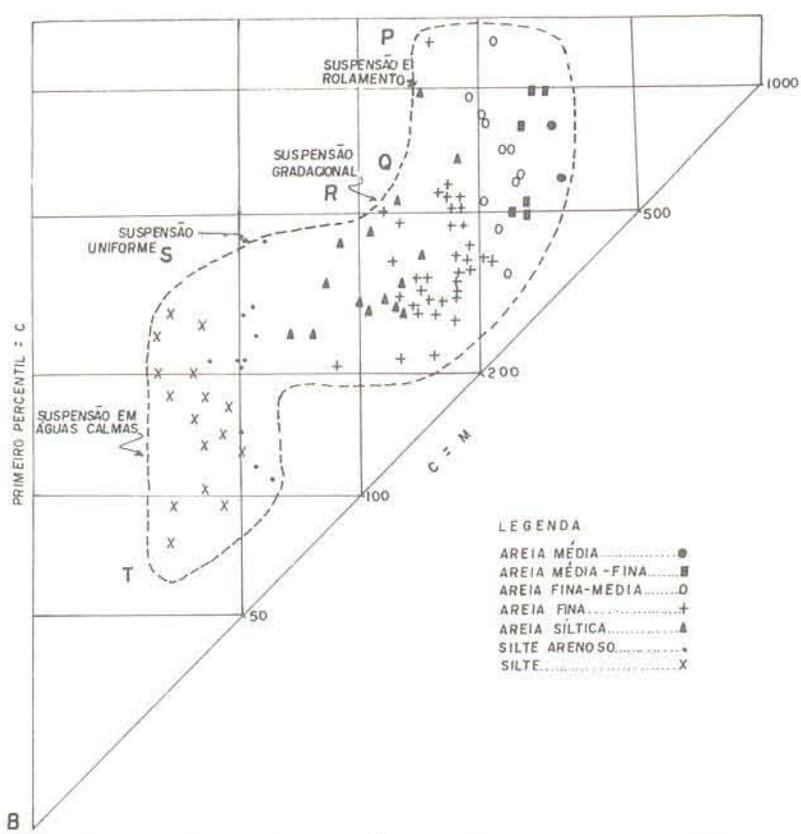
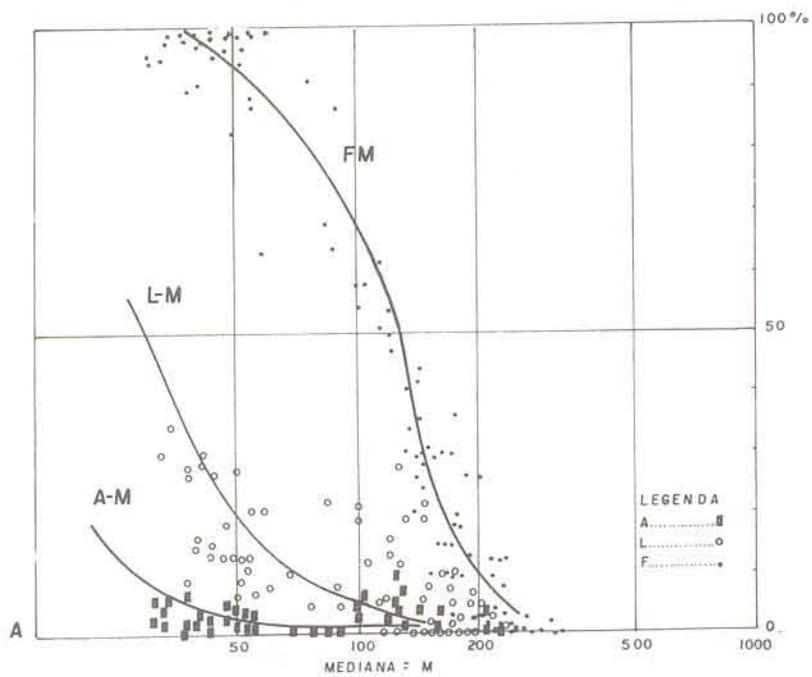


Figura 21 - IMAGEM GRANULOMÉTRICA DOS SEDIMENTOS DE FUNDO DA LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO.

A - DIAGRAMAS F-M, L-M e A-M

B - DIAGRAMA C-M

des. nana silveira

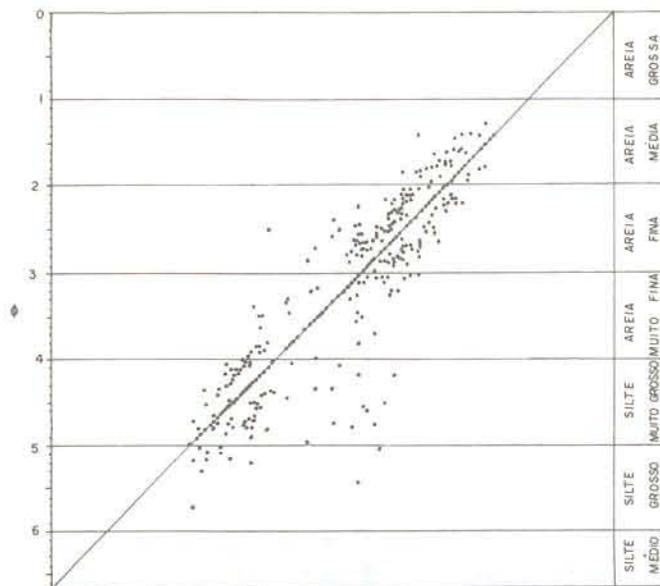


Figura 22 - DIAGRAMA Q_1 , Md Q_3 DOS SEDIMENTOS DE FUNDO DA LAGOA DO CASAMENTO E SACO DO COCURUTO.

des.naira silveira

Tabela 1 - RELAÇÃO ENTRE OS AMBIENTES AMOSTRADOS E OS INDICES Q_1 , Md Q_3

Q_3	2	3	4	5	6	7
Q_1 Md	SL-3 CP-4 PL-1	SL-6 CP-2 PL-5 TM-1 DF-2 DFD-1				
2 2						
		SL-12 CP-1 TM-2 DF-3	SL-2 DE-1	DE-1		
2 3						
		SL-25 PL-2 TM-12 DE-1 TL-1 DF-4 DFD-2	SL-17 TM-4	SL-5 DF-2	SL-3 TL-1 DF-1	
3 3						
			SL-4 DFD-1	SL-5		
3 4						
		SL-1 TL-1 DFD-1		SL-2		
4 4						
				SL-1		
3 5						
				SL-10	DF-1	SL-1
4 5						
				SL-8	SL-7 DF-2	
5 5						
					SL-1	
5 6						

LEGENDA
 TM - TERRAÇOS MARINHOS
 DE - DEPÓSITOS EÓLICOS
 TL - TERRAÇOS LAGUNARES
 DF - DEPÓSITOS FLUVIAIS
 DFD - DEPÓSITOS FLUVIAIS DELTAÍCOS
 PL - PRAIAS LAGUNARES
 CP - CRISTAIS DE PRAIA
 SL - SEDIMENTOS LAGUNARES

des.naira silveira

Tabela 2 - RELAÇÃO ENTRE OS AMBIENTES AMOSTRADOS E OS ÍNDICES I Q₁ Md Q₃ 99

MEDIANA 2

222

99%	3	4	5	6
1%	SL-2		SL-1	
1	CP-4			
	PL-1			
2				

223

99%	3	4	5	6
1%	SL-5	SL-1		
1	CP-3	CP-1	TM-1	DF-1
	DF-1	PL-1		
2	CP-1			CP-1

MEDIANA 3

233

99%	3	4	5	6	7	8	9
1%		SL-2					
1		DF-1					
		SL-4		SL-1	SL-1	TM-1	
				DF-1			
2	SL-3	SL-1	CP-1	TM-1			DF-1
			DF-1				

234

99%	6	7	8	9	0
1%					
1	SL-1			SL-1	DE-1
				DE-1	
2					

333

99%	4	5	6	7	8	9
1%						
1	SL-4		SL-1			TM-1
	DFD-1					
2	SL-11	SL-4	SL-3	DE-1	SL-4	DE-1
	PL-1	TM-2	TM-3		TM-1	TM-1
	TM-4	DF-1	TL-1			
	DF-1	DF-1	DF-1			
3		DF-1				

334

99%	4	5	6	7	8	9	0
1%	SL-1			SL-1	SL-1		SL-1
1							
2	SL-1		SL-1	TM-1	SL-5	SL-3	SL-1
					TM-2		
3		SL-1					

335

99%	8	9	0
1%			SL-1
1			
2	DF-1	SL-2	DF-1
3		SL-1	

336

99%	9	0
1%		DF-1
1		
2	SL-1	SL-1
		TL-1
3		

MEDIANA 4

344

99%	4	5	6	7	8	9	0
1%					SL-1		
1							
2	DFD-1				SL-1		SL-1
3							

345

99%	7	8	9	0
1%				
1				
2	SL-1	SL-1	SL-2	SL-2
3				

444

99%	6	7
1%		
1		
2		
3	TL-1	SL-1
	DFD-1	

445

99%	9	0
1%		
1		
2	SL-1	SL-1
3		

355

99%	0
1%	SL-1
2	
3	
4	

455

99%	7	8	9	0
1%				
2		SL-1	SL-2	SL-2
3		SL-1	SL-2	SL-1
4	SL-1			SL-1

456

99%	0
1%	
2	
3	DF-1
4	

555

99%	8	9	0
1%			
2			
3		SL-4	
4	SL-2	SL-1	SL-1

556

99%	8	9	0
1%	SL-1	SL-3	
2			
3		SL-2	SL-2
4			SL-1

LEGENDA

- | | |
|-------------------------|----------------------------------|
| TM - TERRAÇOS MARINHOS | DFD - DEPÓSITOS FLUVIO DELTAÍCOS |
| DE - DEPÓSITOS EÓLICOS | PL - PRAIAS LAGUNARES |
| TL - TERRAÇOS LAGUNARES | CP - CRISTAS DE PRAIA |
| DF - DEPÓSITOS FLUVIAIS | SL - SEDIMENTOS LAGUNARES |

das. marinha silveira