Pesquisas em Geociências

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

Geologia do Sistema Lagunar Holocênico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil

Luiz Tomazelli, Jorge Villwock

Pesquisas em Geociências, 18 (1): 13-24, Mai./Ago., 1991.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21358>

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 - Mai./Ago., 1991.

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

Geologia do Sistema Lagunar Holocênico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil

LUIZ J. TOMAZELLI E JORGE A. VILLWOCK

CECO, Instituto de Geociências — UFRGS — Caixa Postal 1500 CEP 91500, Porto Alegre, RS — Brasil

(Recebido em 15/12/90. Aceito para publicação em 06/08/91.)

Abstract — The Holocene lagoonal system of the Rio Grande do Sul northern littoral embraces a group of depositional environments and sub-environments including: coastal water bodies (lakes and lagoons), alluvial systems (meandering rivers and inter-lagoonal channels), deltaic systems (fluvio-lagoonal deltas and "lagoonal-tidal" deltas) and marshy systems. The sedimentary processes acting in these environments, the morphologic patterns developed, the distribution and nature of the sediments and the evolution of the system through time are investigated in this study. It shows that four main processes have been answerable for the evolution of the system during the Holocene: (1) the variations of the base level that followed the fluctuations of the sea level, (2) the progress of the vegetation from the margins of the water bodies, (3) the input of clastic sediments from the rivers mouths and (4) the migration of eolian dunes into the water bodies.

Resumo — O sistema lagunar holocênico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul compreende um conjunto de ambientes e sub-ambientes deposicionais que incluem: corpos aquáticos costeiros (lagos e lagoas), sistemas aluviais (rios meandantes e canais inter-lagunares), sistemas deltaicos (deltas flúvio-lagunares e deltas de "maré lagunar") e sistemas paludiais. O presente estudo busca analisar os processos de sedimentação, os padrões morfológicos e de distribuição dos sedimentos bem como a história evolutiva do sistema ao longo do tempo. Ele mostra que quatro mecanismos principais têm sido responsáveis pela evolução do sistema durante o Holoceno: (1) as variações do nível de base que seguiram as flutuações do nível do mar, (2) o progressivo avanço da vegetação marginal aos corpos de água, (3) o aporte de sedimentos clásticos trazidos pelos rios e (4) a migração das dunas eólicas para dentro dos corpos de água.

INTRODUÇÃO

O sistema lagunar holocênico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul iniciou seu desenvolvimento há cerca de 5000 anos A. P., quando o mar atingiu seu nível máximo no final do evento transgressivo que se seguiu à última glaciação. O crescimento progressivo de uma barreira arenosa ("Barreira IV" de Villwock et al., 1986), isolou, entre o continente — representado principalmente por terrenos pleistocênicos — e o mar, uma ampla faixa de terras baixas onde se estabeleceu um sistema deposicional complexo constituído por vários ambientes de sedimentação. A denominação "sistema lagunar" que adotamos para abranger o conjunto de ambientes que se instalou nesta faixa de terras baixas deve-se ao fato de que os corpos lagunares ocuparam um papel dominante entre estes ambientes.

Pretendemos, neste trabalho, descrever as principais características geológicas e geomorfológicas dos diversos componentes deste sistema deposicional bem como interpretar o seu processo evolutivo ao longo do tempo. O tema foi, em grande parte, desenvolvido como um assunto integrante da Tese de Doutorado de um dos autores (Tomazelli, 1990) onde o sistema lagunar foi analisado de forma mais ampla e integrada com os demais sistemas costeiros da região de estudo.

A área escolhida para estudo situa-se na região nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul (Fig. 1). Ela compreende uma faixa litorânea com cerca de 120 Km de extensão, prolongando-se desde a Lagoa do Quintão, ao Sul, até a Lagoa Itapeva, ao norte. Além da

diversidade de ambientes deposicionais que a tornam atrativa como um laboratório natural para os estudos sedimentológicos, a região escolhida possui uma especial importância por englobar diversos ecossistemas que se encontram, nos dias de hoje, seriamente ameaçados por uma atividade antrópica crescente e não planejada.

São raros os trabalhos até agora publicados que tenham abordado de maneira mais detalhada os aspectos geológicos/geomorfológicos do sistema lagunar da área de estudo. Entre estes pode-se destacar, além dos trabalhos pioneiros de Delaney (1960, 1963, 1965,) os estudos de Villwock (1972), Jost e Soliani Jr. (1976), Santos (1986), Tomazelli et al. (1987) e Tomazelli (1990). Já outros aspectos deste sistema, como a determinação de seus parâmetros físico-químicos e a distribuição de seus componentes bióticos, têm sido abordados em vários outros estudos realizados na área (veja-se, por exemplo, Schwarzbald (1982), Würdig (1984 e 1987) e Schaffer (1985).

CLASSIFICAÇÃO DOS AMBIENTES E SUB-AMBIENTES DEPOSICIONAIS DO SISTEMA LAGUNAR HOLOCÊNICO

Tentativamente e para fins de sistematização de abordagem do assunto, procuramos classificar na Tabela 1, os diversos sítios deposicionais que ocupam a planície lagunar holocênica da área de estudo.

Em grande parte os ambientes listados na Tabela 1 se encontram representados no mapa geológico/geomor-

fológico da Figura 1. No entanto, é necessário considerar que a classificação aqui proposta nem sempre é de fácil aplicação pois, muitas vezes, os ambientes passam uns para os outros de forma gradacional, tanto no espaço como no tempo. É o caso, por exemplo, da passa-

gem espacialmente gradativa de um sistema fluvial meandrante para uma planície deltaica ou a evolução temporalmente gradativa de um lago costeiro para um pântano. Em ambos os casos a separação entre os ambientes pode ser um tanto artificial.

Ambientes	Sub-ambientes e/ou feições morfológicas associadas
I. Corpos Aquosos (Lagoas)	
1. Laguna	Fundo lagunar Praias lagunares
2. Lagos Costeiros	Cristais de praias lagunares Dunas lagunares
II. Sistemas Aluviais	
1. Rios meandrantentes	Canais ativos Canais abandonados
2. Canais meandrantentes interlagunares	Planícies aluviais (várzeas) Diques marginais Depósitos de rompimento de diques marginais
III. Deltas	
1. Deltas flúvio-lagunares	Planície deltaica Frente deltaica
IV. Pântanos, alagadiços e turfeiras	

Tabela 1 — Classificação dos ambientes e sub-ambientes deposicionais do Sistema Lagunar Holocênico da área de estudo

Um outro aspecto relevante a ser considerado ao avaliarmos a paisagem atual do planície lagunar holocênica é que a mesma reflete toda a história evolutiva do sistema, desde o momento de sua implantação. Assim, muitas feições morfológicas da área de estudo que se encontram, no presente, em completo desequilíbrio com os processos e condições atuais são, na realidade, relíquias de situações paleogeográficas pretéritas (é o caso, por exemplo, dos pontais e cristas de praias lagunares ao norte de Tramandaí que se encontram, atualmente, no meio dos depósitos de planície aluvial, sem conexão aparente com nenhum corpo lagunar, como pode ser observado na Figura 1). Devemos considerar que a distribuição espacial dos ambientes variou consideravelmente ao longo dos 5000 anos de existência do sistema, principalmente em função das flutuações relativas do nível do mar que ocorreram, nesta região, durante este período de tempo.

Passaremos, a seguir, a descrever as principais características destes diferentes ambientes que constituem o sistema lagunar holocênico na área de estudo.

CORPOS AQUOSOS (LAGOAS)

Antes de iniciarmos o estudo dos corpos de água costeira convém esclarecermos a nomenclatura adotada para estes ambientes, diferenciando os termos lagoa, lago e laguna. Empregaremos, neste trabalho, o termo “lagoa” na acepção que ele tem sido tradicionalmente utilizado no Brasil, em mapas oficiais e outras publicações, para se referir, genericamente, aos corpos aquosos litorâneos, independente de suas dimensões ou de seu grau de afastamento ou ligação com o mar. O termo “laguna” por sua vez, será empregado de maneira mais restrita referindo-se àquelas lagoas que se encontram conectadas livremente com o mar aberto por meio de canais de ligação. Assim, em função da mistura de água doce e salgada, as lagunas desenvolvem, em sua maior parte, um verdadeiro regime estuarino, no sentido dado por Pritchard (1967). Por fim, o termo “lago” será aplicado àquelas lagoas costeiras que não possuem conexão direta com o mar e que, geralmente, apresentam características de água doce . Portanto, o uso tem con-

sagrado o emprego do termo “lagoa” tanto para verdadeiras lagoas (Ex: Lagoa dos Patos, Lagoa de Tramandaí) como para lagos costeiros (Ex: Lagoa dos Quadros, Lagoa Itapeva). Em concordância com isto, o emprego que damos neste trabalho ao adjetivo “lagunar” (Ex: cristas de praias lagunares, terraços lagunares) refere-se à feições relacionadas às lagoas de um modo geral, sejam elas lagoas ou lagos costeiros.

Lagoas

Logo após o máximo transgressivo, provavelmente a maior parte da faixa de terras baixas, que hoje em dia constitui a planície lagunar holocênica, foi ocupada por grandes corpos lagunares com conexão livre com o mar, ou seja, por lagoas. Atualmente, no entanto, existe na área de estudo somente um corpo aquoso com estas características: a Lagoa de Tramandaí. Em conexão livre e permanente com o mar através de um canal de ligação, esta lagoa se comporta, no presente, como um escoadouro natural da drenagem proveniente de um conjunto interligado de lagos costeiros situados tanto em sua parte norte como ao sul (Fig. 1).

Apesar de sua enorme importância para todo o sistema lagunar do litoral norte do Estado, além do fato de situar-se na região de maior potencialidade de impacto ambiental devido a uma acelerada e não planejada urbanização que nela se processa, são ainda raros os estudos sobre as características geológicas e geomorfológicas desta lagoa embora algumas tentativas, ainda que preliminares, já tenham sido feitas no que se refere à determinação de seus parâmetros físico-químicos e/ou biológicos (Lira et al., 1976; Alvarez, 1979; Chomenko, 1981; Strohschoen Jr., 1985). No entanto, muitos aspectos sedimentológicos básicos, de grande relevância, são ainda desconhecidos ou mal conhecidos como, por exemplo, a natureza e distribuição dos sedimentos que atapetam seu fundo.

Sob o ponto de vista morfológico, a Lagoa de Tramandaí pode ser subdividida em dois corpos aquosos parcialmente separados por um pontal que cresceu na direção NW-SE: a norte, a Lagoa de Tramandaí propriamente dita e, ao sul, a Lagoa do Armazém. Como o pontal não segmenta completamente o corpo lagunar, ambas as lagoas podem ser consideradas como formadoras de um corpo único e é deste modo que esta lagoa será aqui tratada.

A Figura 2 corresponde ao mapa batimétrico deste corpo lagunar, de acordo com o levantamento topográfico realizado pela antiga Divisão de Estudos Hidrográficos da Secretaria das Obras Públicas do Estado do Rio Grande do Sul, entre os anos de 1939 e 1948. O mapa nos mostra que o corpo lagunar é bastante raso, com profundidades máximas em torno de 1,7 m. Somente ao longo do canal de ligação com o mar a profundidade aumenta, alcançando valores da ordem de 5 m (Strohschoen Jr., 1985).

Sob o ponto de vista físico-químico, a Lagoa de Tramandaí apresenta características estuarinas (Lira et al., 1976; Alvarez, 1979; Chomenko, 1981). As marés (es-

pecialmente as “marés meteorológicas”) ocasionam, durante a preamar, a ingressão, através do canal de ligação com o mar, de uma cunha salina cuja maior ou menor penetração é responsável pelas variações de salinidade dentro do corpo lagunar. As maiores ingressões e, conseqüentemente, os maiores graus de salinização da lagoa, ocorrem quando se conjugam os fatores de altos valores de marés meteorológicas aliados a períodos de estiagem no continente.

Figura 2 — Mapa batimétrico da Lagoa de Tramandaí (levantamento da Divisão de Estudos Hidrográficos da Secretaria de Obras Públicas do RS, realizado entre 1939 e 1948).

A água salgada introduzida através do canal é diluída pela água doce proveniente principalmente do Rio Tramandaí e, secundariamente, do Canal Camarão, situados, respectivamente, ao norte e ao sul do corpo lagunar. A descarga maior, associada ao Rio Tramandaí, se deve a este ser a via natural de escoamento de toda a drenagem de um conjunto de lagos costeiros situados ao norte do corpo lagunar e que, por sua vez, recebe o fluxo de água de importantes rios provenientes da Serra Geral, como os rios Maquiné, Três Forquilhas e Cardoso. O Canal Camarão, por sua vez, contribui somente com o fluxo de água doce proveniente da drenagem de um conjunto de lagos interligados e situados ao sul do corpo lagunar. Sua vazão é bem mais secundária podendo, inclusive, haver uma reversão no sentido do fluxo, como atestam claramente os pequenos deltas desenvolvidos nas desembocaduras do canal, tanto ao sul (Lagoa das Custódias) como ao norte (Lagoa de Tramandaí) (Fig. 5). Devido à esta reversão no fluxo, a Lagoa das Custódias, situada imediatamente ao Sul da Lagoa de Tramandaí, pode, inclusive, apresentar valores de salinidade relativamente altos como, por exemplo, os registrados por Würdig (1987) que detectou, neste corpo de água, valores de salinidade de até 11 partes por mil.

Quanto à natureza e distribuição dos sedimentos de fundo da Lagoa de Tramandaí não tem sido publicado, até agora, trabalho sedimentológico de maior detalhe sobre este importante tema. Os dados publicados se referem sempre a amostras isoladas analisadas somen-

te sob o ponto de vista granulométrico e, ainda assim, de maneira simplificada, uma vez que, normalmente, as determinações de tamanho somente foram usadas como suporte de outras determinações como, por exemplo, o teor de matéria orgânica ou a natureza dos componentes bióticos. Assim, o mapeamento faciológico dos sedimentos de fundo da Laguna de Tramandaí é, até o presente momento, um tema ainda em aberto que espera por futuras investigações.

Lagos Costeiros

Como pode ser observado no mapa geológico/geomorfológico da Figura 1, a maior parte da planície lagunar holocênica da área de estudo se encontra atualmente coberta por um conjunto de lagos costeiros que, na sua maioria, se interconectam por meio de canais meandran-tes cuja drenagem escoar no sentido da Laguna de Tramandaí.

O elevado número, a morfologia singular e a distribuição espacial destes lagos do Litoral Norte do Rio Grande do Sul há muitos anos vem despertando o interesse dos estudiosos que se ocuparam desta paisagem costeira, a começar pelas brilhantes observações de naturalistas como Roquete-Pinto (1911) e Backeuser (1918) até estudos mais recentes como os de Delaney (1960, 1962, 1965), Villwock (1972), Jost e Soliani Jr. (1976) e Schwarzbald (1982).

As características morfométricas básicas dos principais lagos que ocorrem na área investigada foram apresentadas por Schwarzbald (1982). A análise dos dados deste autor revela algumas evidências muito significativas. Talvez o fato que desperte maior atenção é a fraca correlação existente entre o tamanho dos lagos e a sua profundidade. A princípio poder-se-ia pensar, como já o fez Delaney (1965), que quanto maior fosse o lago, maior deveria ser sua profundidade. Os dados revelam, no entanto, que isto nem sempre acontece. As maiores profundidades foram encontradas em lagos muito pequenos, como é, tipicamente, o caso da Lagoa dos Moleques, situada um pouco a sul da área de estudo (Fig. 3a). Este pequeno lago, com cerca de 1 km² de superfície, apresenta uma profundidade máxima de cerca de 11 m, completamente anômala em relação ao seu tamanho. Além disso, seu perfil batimétrico exibe uma marcante assimetria, como fica bem evidenciado na Figura 3b. As margens do lado oeste do lago apresentam profundidades rasas com fundo com declividade suave enquanto que do lado leste o lago apresenta-se profundo, com declividade bastante acentuada. Estes aspectos morfométricos anômalos existentes em muitos dos lagos desta região costeira podem, em parte, refletir irregularidades topográficas geradas por erosão sub-aérea durante períodos de nível de mar baixo como também, certamente, refletem a influência da migração das dunas eólicas livres que avançam ininterruptamente pelo seu flanco leste. Devido a este processo de colmatação, muitos destes lagos já sofreram grandes modificações nas suas morfologias iniciais, com expressivas reduções nos seus tamanhos originais.

Figura 3a — Fotografia aérea da Lagoa dos Moleques, situada logo ao sul da área de estudo. Data da foto: JAN/65.

Figura 3b — Perfil SW-NE na lagoa dos Moleques, construído a partir do mapa batimétrico publicado por Schwarzbald, 1982. Observa-se a acentuada assimetria e as profundidades anormalmente altas deste pequeno corpo lacustre.

O crescimento de pontais na direção NW-SE, responsáveis pela segmentação total ou parcial dos corpos lagunares é um outro aspecto morfológico bastante significativo deste sistema (Fig. 1). Como já foi observado por vários autores (Villwock, 1972, Jost e Soliani Jr., 1976, Tomazelli et al., 1987), estes pontais, constituídos por cristas de praia ("beach ridges") lagunares, resultam da atuação do vento dominante (NE) soprando sobre a superfície dos lagos. As ondas e correntes resultantes da ação deste vento transportam o material arenoso em direção SW construindo as cristas que crescem, assim, com uma orientação perpendicular à direção dominante do vento. É de se esperar, portanto, que as dimensões atuais destes lagos sejam bem menores do que suas dimensões originais. Assim, o processo de crescimento dos pontais é mais um importante parâmetro de controle da morfologia e da evolução destes corpos lacustres.

O maior ou menor desenvolvimento de praias arenosas ou baixios pantanosos nas margens dos lagos está também relacionado com o índice de energia local que, por sua vez, também é controlado pelo mesmo fenômeno de geração de ondas e correntes lacustres pelo vento dominante (Villwock, 1972; Jost e Soliani Jr., 1976). Assim, normalmente as margens posicionadas a SW dos corpos lacustres apresentam as praias mais desenvolvidas como resultado da energia maior associada à incidência de ondas geradas pelo vento NE. Estas praias mais amplas da margem SW dos lagos permitem que o vento movimente a areia seca construindo pequenas dunas eólicas como, por exemplo, as dunas existen-

tes junto à Lagoa dos Quadros e Lagoa da Porteira. Estas dunas eólicas lagunares são normalmente de pequeno porte e, em questão de poucos anos, tendem a ser completamente estabilizadas pela vegetação que, devido às condições favoráveis de umidade, cresce rapidamente próximo à margem destes corpos de água.

Os fatos acima apresentados evidenciam claramente o papel fundamental que o vento desempenha na morfologia destes corpos aquosos costeiros, seja pela geração de ondas e correntes, que controlam principalmente o crescimento de pontais perpendiculares ao vento dominante, seja pela modificação da morfologia original dos corpos devido ao avanço gradativo das dunas que, ininterruptamente, penetram os lagos pela sua margem leste.

Quanto à cobertura sedimentar dos fundos lacustres vale aqui o que já comentamos com relação à Laguna de Tramandaí. A maioria dos lagos ainda não foi convenientemente estudada quanto à natureza e distribuição de seus sedimentos de fundo. Os dados até agora publicados correspondem, via de regra, a amostras isoladas coletadas com outros objetivos que não o conhecimento de sua natureza sedimentológica. O estudo de Santos (1986), realizado na Lagoa das Custódias, é um dos poucos trabalhos que fogem a esta regra. Esta autora coletou, de maneira sistemática, amostras do fundo lagunar que foram convenientemente analisadas em seus parâmetros granulométricos permitindo a confecção de vários mapas representando as principais características de tamanho dos sedimentos que atapetam o fundo deste corpo lacustre. A análise dos mapas desta autora, aliada à consideração de vários outros dados isolados relacionados com outros corpos lacustres (por exemplo, os dados granulométricos apresentados por Schwarzbald, 1982), revela que os sedimentos de fundo dos lagos são caracteristicamente de granulação fina, variando, em tamanho, desde areia fina à argila. Os dados mostram, ainda, que há uma nítida tendência de diminuição granulométrica das margens em direção às regiões centrais dos lagos, o que reflete, basicamente, as variações de energia do ambiente.

SISTEMAS ALUVIAIS

Os cursos de água que drenam a região costeira em estudo podem ser classificados em dois grupos: (1) Rios Meandrantos e (2) Canais Meandrantos Interlagunares.

Rios Meandrantos

Estes rios correspondem a cursos de água provenientes de fora da planície costeira possuindo suas cabeceiras nos vales entalhados na Serra Geral. Na área de estudo dois rios principais apresentam este comportamento: o Rio Maquiné e o Rio Três Forquilhas (Fig. 1).

O Rio Maquiné recebe a água proveniente de vários afluentes menores que fluem através de vales estreitos encaixados nas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral e, secundariamente, no Arenito Botucatu. Em função do acentuado gradiente a que estão submetidos, es-

tes cursos de água alcançam uma velocidade elevada e, conseqüentemente, uma competência apreciável. Como resultado, o tamanho dos sedimentos em direção à montante do Rio Maquiné se torna progressivamente maior. Ao longo de seu vale, no interior e nas margens de seu leito, são comuns as barras cascalhosas, compostas, basicamente, por seixos e matações de basaltos.

Ao chegar à planície costeira, dentro da área de estudo, este rio já perdeu quase que totalmente a sua carga detrítica grossa e, ao integrar-se à planície de baixa declividade, passa a desenvolver um padrão meandran-te. A observação do mapa da Figura 1, bem como a análise de fotografias aéreas da região, permite supor que o Rio Maquiné desaguava diretamente em um corpo lagunar que foi progressivamente colmatado graças a uma progradação deltaica desenvolvida em sua desembocadura. Tudo indica que a atual Lagoa do Ramallete é um corpo de água remanescente deste pretérito corpo lagunar. Atualmente, o Rio Maquiné se subdivide, neste local, em canais que serpenteiam por sobre esta antiga planície deltaica. Por fim, estes canais se reagrupam e o Maquiné inflete em direção ao norte, desembocando na margem sul da Lagoa dos Quadros.

O Rio Três Forquilhas possui um comportamento semelhante ao Maquiné. Suas cabeceiras também são alimentadas pelas águas de pequenos arroios que correm em vales encaixados nos terrenos da Serra Geral. A carga clástica grossa, formada basicamente por fragmentos de basalto, é acumulada ao longo de seu vale desenvolvendo, nas regiões mais à montante, feições de verdadeiros leques aluviais. Ao atingir a planície costeira, o Rio Três Forquilhas passa, também, a apresentar um caráter meandran-te. Sua desembocadura, diretamente na Lagoa Itapeva, é marcada pela presença de um bem desenvolvido delta que prograda ativamente para dentro do corpo lagunar.

Tanto o Rio Maquiné como o Três Forquilhas são marcados por um comportamento hidrológico bastante variável que repercute nas características dos corpos lagunares existentes ao norte de Tramandaí, para onde escoam suas águas. Mesmo nos períodos de pluviosidade normal, as precipitações nas áreas drenadas por estes rios alcançam valores relativamente elevados, devido, em grande parte, ao efeito de "barreira" ocasionado pela escarpada Serra Geral na condensação das massas de ar provenientes do mar (Hasenack e Ferraro, 1989). A precipitação média anual, registrada na localidade de Maniqué — de acordo com os dados do relatório "Levantamento e Avaliação de Recursos Naturais, Sócio-Econômicos e Institucionais do RGS" do INCRA (1973) — é de 1715 mm, sensivelmente mais elevada que a taxa pluviométrica média do restante da área de estudo, que situa-se em torno de 1400 mm. Durante os períodos de enchentes, no entanto, é que o comportamento hidrológico destes rios se modifica enormemente. Em seus vales é fácil de constatar a importância destas cheias a partir das inúmeras evidências geomorfológicas delas resultantes. Os vales, tanto do Maquiné como do Três Forquilhas, apresentam ao lado dos canais fluviais ativos inúmeros outros canais abandonados e

que somente são reativados durante os períodos de cheia. Assim, à medida que se passa à montante dos vales, estes canais, ativos e inativos, se entrelaçam mutuamente desenvolvendo no terreno uma morfologia muito singular. Os leitos normalmente secos dos canais abandonados evidenciam, no expressivo diâmetro dos componentes clásticos neles depositados, a elevada competência das correntes quando dos períodos de cheia. Toda esta quantidade de água proveniente da serra irá alimentar os corpos lagunares situados ao norte de Tramandaí. Sua importância, portanto, é marcante, não somente para estas lagoas como também para a própria Laguna de Tramandaí, influenciando enormemente as características físico-químicas deste corpo lagunar.

Canais Meandantes Interlagunares

Correspondem a cursos de água cuja origem se dá na própria planície costeira e que servem, normalmente, como ligação entre os corpos lagunares. Dentre os diversos canais interlagunares existentes na região, sem dúvida o mais importante é representado pelo Rio Tramandaí que serpenteia por uma vasta planície ao norte da Laguna de Tramandaí e escoam para este corpo lagunar toda a água proveniente dos vários corpos lacustres existentes na parte norte da área de estudo e que, por sua vez, recebem o influxo das águas dos rios provenientes da Serra Geral (Fig. 1). Ao sul de Tramandaí, praticamente todas as lagoas se encontram interligadas por canais meandantes como, por exemplo, o Canal Camarão (ligando a Lagoa das Custódias com a Lagoa do Armazém) e o Canal do Relógio (ligando a Lagoa das Custódias com a Lagoa do Gentil). Estes canais possuem uma diferença marcante em relação aos canais situados ao norte de Tramandaí. Nestes últimos - como é o caso do Rio Tramandaí - o fluxo é sempre unidirecional, escoando invariavelmente para o sul, em direção à Laguna de Tramandaí, como decorrência da alimentação de água por parte dos rios provenientes da serra. Os canais ao sul, no entanto, podem apresentar reversões de fluxo em função dos níveis relativos dos corpos lagunares por eles interligados, fato este claramente evidenciado pelo desenvolvimento de pequenos deltas em ambas desembocaduras dos canais (Fig. 4).

Um fato comum a todos estes canais interlagunares, e que resulta da baixa declividade da planície pela qual escoam aliada a uma provável elevada taxa suspensão/tração na carga sedimentar transportada, é o seu caráter altamente meandrante. Como resultado deste regime, as planícies aluviais associadas a estes cursos de água são marcadas pela presença de inúmeros canais e meandros abandonados, além de outras feições morfológicas igualmente comuns, como os diques marginais e os leques de rompimento de diques marginais ("crevasse splay"). A planície aluvial associada ao Canal João Pedro, que interliga a Lagoa dos Quadros com a Lagoa das Malvas, ilustra de maneira muito clara a presença destas importantes feições morfológicas (Fig. 5).

Um outro aspecto relevante, relacionado com os canais situados ao sul da Lagoa de Tramandaí, é que, na

maioria dos casos, o terraço entre duas lagoas apresenta, além de um canal ativo que promove a sua interligação, um segundo canal abandonado ou parcialmente abandonado, situado, invariavelmente, próximo à margem leste do terraço. Este fato geomorfológico, claramente observado em fotografias aéreas, deve-se, provavelmente, à transgressão das dunas livres que avançam pelo flanco leste do sistema lagunar e promovem, assim, um desvio do fluxo interlagunar mais para o oeste.

Figura 4 — Deltas de "maré" lagunar, construídos nas desembocaduras dos canais de ligação entre a Lagoa de Tramandaí e a Lagoa das Custódias. Observe-se o expressivo delta na margem SE da Lagoa de Tramandaí e que se encontra, atualmente, abandonado. Data da Foto: MAI/67.

Figura 5 — Planície aluvial do Canal João Pedro, ao sul da Lagoa dos Quadros, marcada pela presença de meandros abandonados, lobos deltaicos ativos e abandonados, diques marginais e inúmeros leques de rompimento. Data da foto: NOV/64.

SISTEMAS DELTAICOS

A maior parte dos cursos fluviais que drenam a área de estudo desenvolve, junto às suas desembocaduras, pequenos deltas que progradam ativamente para dentro dos corpos aquosos costeiros. Estes deltas podem, em princípio, ser subdivididos em dois tipos, na dependência das características do curso de água responsável pela sua construção:⁽¹⁾ Deltas flúvio-lagunares e ⁽²⁾ Deltas de "maré" lagunar.

Deltas flúvio-lagunares

Este tipo de delta intralagunar se desenvolve junto às margens dos lagos ou lagoas graças ao acúmulo da carga sedimentar trazida ao local pelos rios meandran-tes ou canais interlagunares de fluxo unidirecional. Conseqüentemente, estes deltas predominam ao norte da Laguna de Tramandaí onde, alimentados pelas águas provenientes da Serra Geral, o fluxo generalizado das correntes se faz no sentido desta laguna, como já foi discutido anteriormente. Na área de estudo pode ser reconhecido um grande número destes deltas, alguns ainda em franco processo de crescimento (deltas ativos) e outros com seu crescimento cancelado (deltas abandonados). Dentre os deltas atualmente ativos, sem dúvida os dois mais importantes, e que passamos agora a descrever, são os que se desenvolvem nas desembocaduras dos rios Três Forquilhas e Tramandaí.

O delta do Rio Três Forquilhas (Fig. 1) prograda ativamente para dentro do Lagoa Itapeva tendo já construído uma planície deltaica subaérea que se estende por uma distância superior a 5 km a partir da margem SW deste corpo lagunar. A superfície desta planície deltaica é dominada pela presença de um único canal principal por onde escoia a drenagem deste rio. Somente bem próximo à foz este canal mostra alguma subdivisão. Um outro aspecto morfológico que chama a atenção neste canal principal é a sua configuração praticamente retilínea. Este comportamento morfológico pode ser atribuído à atuação de bem desenvolvidos diques marginais que, evitando freqüentes extravassamentos, mantém a trajetória quase que retilínea do curso fluvial, ao mesmo tempo que inibem sua bifurcação.

O delta do Rio Tramandaí, por sua vez, está sendo construído na margem norte da laguna do mesmo nome (Fig. 6). A configuração morfológica de sua planície deltaica subaérea corresponde a de um delta do tipo digitiforme, com o canal principal sendo subdividido em três canais distributivos reponsáveis pelo desenvolvimento de três lobos deltaicos que já progradaram para dentro do corpo lagunar por distâncias superiores a 2 Km. A análise do mapa batimétrico da laguna (Fig. 2) evidencia claramente a existência destes três lobos deltaicos que se prolongam a partir das barras de desembocadura dos canais distributivos.

O crescimento natural do delta do Rio Tramandaí foi modificado há alguns anos devido aos serviços de canalização artificial que nele foram realizados. Em decorrência desta intervenção humana nos processos naturais, a drenagem do Rio Tramandaí se encontra, atualmente, quase que toda direcionada para o canal situado mais a leste do delta, com o conseqüente crescimento do lobo deltaico correspondente e o abandono dos demais. O baixo nível de energia do corpo lagunar (expresso na atividade de ondas e correntes) evita, no entanto, um processo destrutivo mais rápido dos lobos abandonados, o que é facilmente constatado ao compararmos fotografias aéreas deste delta obtidas em diferentes datas.

Figura 6 — Fotografia aérea da Lagoa de Tramandaí, destacando-se a presença do delta digitiforme construído pelo Rio Tramandaí. Data da foto: NOV/64.

A configuração morfológica do delta do Rio Tramandaí revela alguns fatos importantes sobre o processo de crescimento deltaico em geral. Vários fatores atuam em conjunto para a definição de seu padrão morfológico. Um destes fatores, de considerável importância, é o fato de que o delta cresce na margem norte do corpo lagunar, a qual, como já foi anteriormente discutido, apresenta um nível de energia mais baixo uma vez que o vento dominante, gerador das ondas e correntes, sopra da direção NE. Como se sabe, a ação das ondas e correntes tende a diminuir as irregularidades da linha de costa favorecendo, em conseqüência, o desenvolvimento de deltas do tipo lobado. Assim, o baixo índice de energia ao qual está submetido o delta do Rio Tramandaí favorece o desenvolvimento de um acentuado padrão digitiforme.

Outros fatores que também influenciam na morfologia deste delta são a elevada estabilidade de seus canais distributivos e a profundidade rasa do corpo lagunar. A estabilidade dos canais se deve principalmente ao desenvolvimento expressivo de vegetação em seus bancos marginais e também à natureza da carga detrítica, transportada pelo rio que é, basicamente, uma carga de suspensão. A reduzida profundidade da laguna, por sua vez, impede o desenvolvimento de um delta mais espesso favorecendo, assim, sua progradação no sentido horizontal.

Em síntese, podemos dizer que a morfologia acentuadamente digitiforme do delta do Rio Tramandaí pode ser atribuída, basicamente, à ação conjunta dos seguintes fatores:

1. A uma baixa atividade das ondas e correntes na margem norte do corpo lagunar;
2. A uma baixa taxa tração/suspensão na carga transportada pelo rio;
3. Ao expressivo desenvolvimento de vegetação nas margens dos canais distributivos aumentando sua estabilidade;
4. A profundidade rasa do corpo lagunar, o que favorece a progradação horizontal.

Além dos deltas flúvio-lagunares ativos que acabamos de descrever existem, na área de estudo, vários outros de importância menor, como os que estão sendo construídos na Lagoa do Passo e na Lagoa das Malvas. No entanto, talvez o que chama mais a atenção sobre a importância dos deltas como sub-ambientes deposicionais do sistema lagunar holocênico, é a constatação do elevado número de deltas abandonados existentes ao longo desta planície lagunar, especialmente na região que se estende desde a lagoa Itapeva até a Lagoa de Tramandaí. Muitos destes deltas progradaram para dentro de antigos corpos lagunares existentes temporariamente nesta planície e foram, assim, importantes mecanismos responsáveis por sua colmatção. Como o nível de energia destes corpos de água era, invariavelmente, baixo — devido às suas pequenas dimensões — estes deltas mantiveram praticamente intactas as suas morfologias originais, mesmo após o cancelamento do aporte sedimentar por parte dos cursos fluviais responsáveis por sua construção (Fig. 6 e 7).

Figura 7 — Fotografia aérea da região costeira próximo à Lagoa do Passo, ao norte de Tramandaí. Observe-se a grande quantidade de leques de rompimento de diques marginais e de deltas abandonados, responsáveis pela colmatção dos corpos lagunares. Data da foto: NOV/64.

Deltas de “maré” lagunar

Este tipo de delta, descrito pela primeira vez na Planície Costeira do Rio Grande do Sul por Villwock (1972), se diferencia dos deltas flúvio-lagunares que acabamos de descrever por se desenvolver na desembocadura de canais interlagunares que apresentam a possibilidade de reversões de fluxo, como resposta às variações de níveis existentes entre os corpos lagunares interligados, ou seja, como resposta às “marés” lagunares, derivando daí a sua denominação. Obviamente estas “marés” lagunares pouco ou nada tem a ver com as marés astronômicas sendo mais variações de níveis dos corpos lagunares resultantes de ações meteorológicas, como a ação dos ventos sobre a superfícies das lagoas, a ocorrência de períodos de maior ou menor precipitação pluviométrica e ocorrências de marés de tempestades (marés de vento) no mar. Em consequência disto, as rever-

sões de fluxo das correntes que interligam as lagoas não apresentam nenhum tipo de ciclicidade aparente.

Na região de estudo os deltas de “maré” lagunar estão restritos aos corpos aquosos imediatamente ao sul da Laguna de Tramandaí (Fig. 4). A observação dos deltas formados nas Lagoas de Tramandaí (Armazém), Custódias, Gentil e Manoel Nunes mostra claramente que os deltas situados na foz do lado norte dos canais interlagunares são sempre melhor desenvolvidos, o que indica que as condições dominantes de fluxo se desenvolvem em direção ao norte, ou seja, em direção à Laguna de Tramandaí. As reversões são provavelmente limitadas a períodos de baixa precipitação pluviométrica associados a eventos de elevação do nível da Laguna de Tramandaí resultantes de uma maior ingressão da água marinha através de seu canal de ligação. Assim, a simples constatação da existência de deltas na extremidade sul dos canais evidencia a ocorrência de reversões temporárias de fluxo e, conseqüentemente, a possibilidade de um gradiente decrescente de salinidade dos corpos aquosos a partir da Laguna de Tramandaí. As medidas de salinidade efetuadas nestes corpos aquosos (Würdig, 1984) comprovam esta dedução tirada a partir de uma observação puramente geomorfológica.

Da mesma forma que para os deltas flúvio-lagunares já discutidos, existe a possibilidade de ocorrência também de deltas de “maré” lagunar abandonados. O melhor exemplo deste tipo de delta situa-se na margem sul da Laguna de Tramandaí (Fig. 4). Este delta atualmente abandonado, de consideráveis dimensões, cresceu a partir da carga sedimentar trazida por um antigo canal que fazia, provavelmente, a principal interligação entre a Laguna de Tramandaí e a Lagoa das Custódias. Em grande parte este canal desativado pode ainda ser observado em fotografias aéreas. O desvio do fluxo interlagunar, que passou a ser feito mais a oeste através do Canal Camarão, cancelou a progradação do delta que, no entanto, vem mantendo seus traços morfológicos em razão do baixo nível de energia do corpo lagunar.

SISTEMAS PALUDIAIS

Em vários locais, ao longo da planície lagunar holocênica, as condições foram favoráveis ao estabelecimento de ambientes paludiais, genericamente conhecidos na região por “banhados” (Por ex., “Banhado das Malvas”). A baixa taxa de aporte de sedimentos clásticos terrígenos a estes locais estimulou o desenvolvimento e acumulação de restos orgânicos vegetais de tal maneira que estes sítios deposicionais evoluíram, muitas vezes, para expressivas turfeiras.

A origem mais comum destes ambientes paludiais componentes do sistema lagunar holocênico está claramente associada ao processo natural de colmatção dos corpos aquosos costeiros (lagos e lagoas) que vão sendo progressivamente tomados pela vegetação à medida que suas lâminas de água diminuem. Ao longo do planície lagunar holocênica da região mapeada se encontram, hoje em dia, ambientes que representam praticamente todos os estágios deste processo evolutivo. Um

bom exemplo de um estágio quase que terminal desta evolução pode ser observado a noroeste da Lagoa do Armazém onde o corpo lagunar original se encontra quase que totalmente tomado pela vegetação (Fig. 6).

Um segundo processo de origem de pântanos e, eventualmente, turfeiras, que ocorre na área de estudo é o relacionado com o afogamento e progressiva colmatção das cavas entre os cordões litorâneos pleistocênicos, como o que se desenvolveu ao norte da área pesquisada, entre as lagoas Itapeva e Quadros (Fig. 8). Durante o máximo transgressivo holocênico estes baixios entre os cordões foram afogados. Com o rebaixamento do nível de base que acompanhou a regressão holocênica, estas depressões foram sendo tomadas pela vegetação, cujos restos, acumulados "in situ", formaram pequenas turfeiras. A geometria destas turfeiras é, assim, controlada pela própria geometria dos cordões litorâneos pleistocênicos.

Figura 8 — Modelo de acumulação de turfas nas cavas dos cordões litorâneos regressivos pleistocênicos. Situação encontrada em Terra de Areia, entre a Lagoa dos Quadros e Itapeva (modelo modificado de Galloway e Hobday, 1983).

A realização de furos à trado em algumas das turfeiras existentes na área de estudo possibilitou o levantamento de alguns dados a respeito da espessura e estratigrafia dos depósitos. A espessura média de turfa encontrada nos furos efetuados situou-se em torno de 70 a 80 cm. A espessura máxima, encontrada em um furo realizado logo ao sul da Lagoa dos Quadros (Furo TR-18.5), registrou um pacote de 2 m de turfa.

A seqüência sedimentar encontrada nestas turfeiras pode ser, em geral, subdividida em três intervalos. O intervalo basal corresponde a um pacote de areia média a fina, de cor clara. O intervalo médio apresenta uma areia fina com alguma lama, de cor cinza e contendo alguns fragmentos orgânicos cuja quantidade aumenta em direção ao topo. O intervalo superior, por fim, corresponde a uma turfa heterogênea, de cor preta, contendo bem preservados restos de troncos e raízes de vegetais.

Uma seqüência deste tipo é granodecrescente em seu conjunto e pode ser interpretada como representativa do processo gradativo de colmatção de um corpo lagunar que, à medida que vai sofrendo uma diminui-

ção de sua lâmina de água recebe um menor influxo de sedimentos terrígenos e vai, progressivamente, se enriquecendo em restos vegetais.

EVOLUÇÃO DOS AMBIENTES DO SISTEMA LAGUNAR HOLOCÊNICO

Os principais estágios evolutivos dos diversos ambientes que constituem o sistema deposicional lagunar holocênico, como aqui definido, podem ser reconhecidos a partir da análise das feições morfológicas preservadas ao longo da planície lagunar. Nenhum dos ambientes descritos nas seções anteriores persiste como tal por um longo período de tempo. A tendência geral é ocorrer uma progressiva modificação para outros ambientes, numa seqüência evolutiva cujos estágios podem ser, em grande parte, reconstituídos.

Assim que a planície lagunar holocênica ficou individualizada, no máximo da última transgressão pós-glacial, tudo indica que ela tenha sido ocupada, de início, por grandes lagoas que, provavelmente, apresentavam vários canais de ligação com o mar através de uma incipiente e estreita barreira transgressiva cuja configuração ainda pode ser delineada na região ao norte de Tramandaí (Fig. 1). Durante a fase regressiva que se seguiu, com o rebaixamento do nível de base e a progradação e conseqüente ampliação da barreira, estas lagoas foram perdendo sua conexão direta com o mar ao mesmo tempo em que tinham suas dimensões reduzidas graças, em grande parte, a um processo de segmentação promovido pelo crescimento de pontais na direção NW-SE, perpendicular ao vento dominante. Com a seqüência destes processos, as lagoas originais transformaram-se em lagos relativamente rasos que, na sua maior parte, permaneceram ligados entre si por meio de canais interlagunares. Assim, a planície entre os diversos corpos lacustres, formada originalmente por cristas de praia lagunares, passou a sofrer também uma sedimentação aluvial associada à atividade destes canais de regime acentuadamente meandrante. Nesta sedimentação aluvial um papel muito importante foi desempenhado pela formação de leques de rompimento de diques marginais bem como pela construção de deltas intralagunares, como pode ser observado nas Figuras 5 e 7.

Os lagos remanescentes das antigas lagoas passaram então, a sofrer uma progressiva colmatção promovida pelo aporte de sedimentos clásticos, trazidos pelos cursos de água e pelo vento, aliado à acumulação de restos orgânicos, principalmente vegetais, cuja proporção relativa se tornava cada vez maior à medida que a lâmina de água diminuía. A tendência final deste processo evolutivo é, portanto, a de transformar estes corpos de água em pântanos costeiros. Ao longo da planície lagunar holocênica da área de estudo podem ser observados, hoje em dia, ambientes que representam praticamente todos os estágios deste processo evolutivo.

Por outro lado, a análise geomorfológica mostra também que a seqüência evolutiva básica acima descrita (lago - lago - pântano costeiro) não se processou sem-

pre da mesma forma e com a mesma velocidade para os diversos ambientes existentes na área de estudo, uma vez que o processo principal responsável pela colmatação dos corpos de água não foi sempre o mesmo. Na realidade, é possível de se reconhecer diferentes mecanismos básicos promotores desta colmatação. Embora eles possam atuar em conjunto, na maioria das vezes o que ocorre é o nítido predomínio de um mecanismo sobre os demais.

Um primeiro mecanismo de colmatação que é possível de se reconhecer ao longo da planície lagunar é o que atinge os lagos que se encontram isolados, distantes de fontes ativas de sedimentação clástica (eólica ou fluvial) e que, conseqüentemente, apresentam um preenchimento sedimentar mais lento promovido principalmente pela vegetação que, gradativamente, avança desde suas margens. Assim, o processo de colmatação destes lagos, controlado pelo progressivo avanço da vegetação das margens para o centro do corpo de água, tende a ser simétrico. Estes lagos com baixo aporte de sedimentos clásticos podem evoluir para turfeiras. Um exemplo de ambiente com estas características pode ser observado, atualmente, a NW da Lagoa do Armazém (Fig. 6).

Um segundo mecanismo de colmatação dos lagos, e que vem se desenvolvendo principalmente na região ao norte de Tramandaí, é aquele que ocorre em ambientes de elevado aporte de sedimentos clásticos trazidos pelos cursos fluviais. Neste processo a colmatação é, em geral, assimétrica, progredindo a partir de uma das margens como resultado da progradação de deltas flúvio-lagunares que, normalmente, desenvolvem morfologia digitiforme. As pequenas baías lacustres, posicionadas entre os lobos dos deltas digitiformes, vão sendo progressivamente assoreadas, principalmente por leques de rompimento de diques marginais. Um excelente exemplo de ambiente com estas características pode ser atualmente visualizado no processo de colmatação da Lagoa do Passo, ao norte de Tramandaí (Fig. 7).

Um terceiro mecanismo de assoreamento dos corpos lacustres predomina, na área de estudo, nas lagoas situadas ao sul de Tramandaí e é atribuídos à rápida migração das dunas eólicas ativas que avançam pelo flanco leste destas lagoas. As fotografias aéreas mostram, claramente, que a morfologia original da maioria das lagoas desta região foi completamente modificada pelo avanço das dunas. É possível de se notar, inclusive, que alguns destes corpos de água foram completamente assoreados enquanto outros já tiveram uma redução de mais da metade de suas dimensões originais. Obviamente, este processo de assoreamento implica numa acentuada assimetria como pode ser observado, de maneira bastante clara, no perfil batimétrico da Figura 3b. A acumulação de restos vegetais desempenha, portanto, um papel bem mais secundário neste tipo de colmatação que é, basicamente, promovida pelas areias eólicas.

Os três mecanismos acima descritos, responsáveis pela colmatação diferenciada dos lagos da região — tanto na velocidade de assoreamento como na natureza das fácies sedimentares formadas — atuaram superimpos-

tos a um quarto processo básico, de fundamental importância na evolução destes ambientes: o progressivo rebaixamento do nível de base regional, incluindo o lençol freático, que acompanhou a diminuição do nível relativo do mar durante a fase regressiva holocênica. Este rebaixamento, que não foi contínuo mas, sim, marcado por fases de estabilização ou mesmo de pequenas reversões de sentido, ficou evidenciado pelo desenvolvimento, nas margens dos corpos lagunares, de bem definidos terraços.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo aqui realizado mostra que o sistema lagunar holocênico da área pesquisada tem se constituído, desde sua instalação, há cerca de 5000 anos A. P., por um conjunto complexo de ambientes e sub-ambientes deposicionais que, ao longo do tempo, co-existiram, lado a lado, ou então gradaram temporal e/ou espacialmente uns nos outros. Considerando que cada um destes ambientes tem se comportado como um sítio deposicional, fica evidente que as fácies sedimentares resultantes dos processos que neles atuam apresentam, de modo análogo, complexas relações entre si.

A passagem temporal gradativa “laguna-lago-pântano costeiro” parece marcar uma clara tendência evolutiva entre estes importantes componentes do sistema. Pelo menos quatro mecanismos principais podem ser reconhecidos como promotores destas transformações: (1) as variações do nível de base regional, incluindo o lençol freático, que acompanharam as flutuações holocênicas do nível relativo do mar; (2) o progressivo avanço da vegetação marginal dos corpos aquosos; (3) o aporte de sedimentos clásticos trazidos pelos cursos fluviais e (4) a migração das dunas eólicas livres que avançam pelo flanco leste destes ambientes. Embora estes quatro mecanismos possam atuar conjuntamente em um mesmo ambiente, em geral um deles se sobressai sobre os demais. Como resposta, a velocidade relativa em que se dá o processo evolutivo e a natureza textural e composicional das fácies produzidas nestes ambientes deposicionais também varia consideravelmente.

Assim, os corpos aquáticos situados ao norte de Tramandaí tendem a sofrer uma colmatação relativamente rápida, assimétrica, promovida basicamente pelo crescimento de pequenos deltas que progradam a partir das desembocaduras dos cursos fluviais. As fácies resultantes são constituídas principalmente por sedimentos clásticos terrígenos de granulação fina (areia fina e lama). As lagoas situadas ao Sul de Tramandaí evoluem também de forma bastante rápida porém controladas, basicamente, por um outro mecanismo: a migração das dunas eólicas livres que avançam pelo flanco leste dos corpos de água. Suas fácies de fundo são formadas principalmente por sedimentos arenosos, de natureza e textura semelhante à das dunas eólicas. Por fim, os corpos aquáticos isolados, afastados destas fontes ativas de sedimentação clástica eólica e aluvial, sofrem uma evolução relativamente mais lenta, mais simétrica, promovida, fundamentalmente, pela acumulação de restos or-

gânicos associados à vegetação que progride desde suas margens. As lamias orgânicas e as turfas correspondem às fácies sedimentares mais representativas destes últimos ambientes.

Por fim, além destes mecanismos naturais que vem atuando na evolução destes ambientes do sistema lagunar holocênico, deve também ser considerada a superposição da ação antrópica cuja influência, neste processo, vem se manifestando de maneira crescente nos últimos anos. Esta ação tem, na maioria das vezes, acelerado o processo evolutivo através, por exemplo, do aumento da taxa de sedimentação dos corpos aquosos (devido a maior erosão dos solos causada pela destruição da cobertura vegetal), do rebaixamento artificial do lençol freático (devido a canais de drenagem e bombeamento de água para as lavouras e cidades) ou, até mesmo, através do aterro direto de corpos aquosos e banhados. Embora este fator antropogênico possa ser facilmente constatado como atuante na região investigada, não existe, até o momento, nenhum estudo mais aprofundado que procure quantificar o seu grau de participação no processo evolutivo natural destes ambientes costeiros.

Agradecimentos — Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo suporte financeiro a este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, J. A. 1979. Una Observacion em el estuario de Tramandá. *Pesquisa*, **12**: 189-208.
- Backeuser, E. A. 1918. *A faixa litorânea do Brasil Meridional, ontem e hoje*. Bernard-Freres, Rio de Janeiro. 210
- Chomenko, L. 1981. *Influência da salinidade na distribuição de moluscos do gênero Littoridina na área corresponde ao Litoral Norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul*. Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado. 250 p.
- Delaney, P. 1960. Lagoas cordiformes do Rio Grande do Sul — Brasil. *Boletim da Escola de Geologia da UFRGS*, **3**.
- . 1962. Considerações sobre a Fisiologia e a Geologia da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Avulso da Escola de Geologia da UFRGS*, **2**.
- . 1963. Quaternary Geologic History of the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, Brazil. *Louisiana Coastal Studies Series*, **7**: 1-63.
- . 1965. Fisiografia e geologia da superfície da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Publicação da Escola de Geologia da UFRGS*, **6**: 1-195.
- Galloway, W. E. & Hobday, D. K. 1983. *Terrigenous Clastic Depositional Systems*. Springer-Verlag, New York, 423 p.
- Hesenack, H. & Ferraro, L. W. 1989. Considerações sobre o clima da região de Tramandá, RS. *Pesquisa*, **22**: 53-70.
- Ingra. 1973. *Levantamento e Avaliação dos Recursos Naturais, Sócio-Econômicos e Institucionais do Rio Grande do Sul*. Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Brasília. 6.
- Jost, H. & Soliani Jr., E. 1976. *Plano Integrado para o Desenvolvimento do Litoral Norte do Rio Grande do Sul: Mapeamento Geológico e Geomorfológico*. Secretaria de Coordenação e Planejamento, Fundação de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 121 p.
- Lira, L.; Martins, I. L. R.; Araújo, T. H. & Dehnhardt, E. A. 1976. Nota prévia sobre o comportamento da cunha salina do Estuário de Tramandá, RGS. *Anais da UFRPE — Ciências Biológicas*, **3** (1): 115-126.
- Pritchard, D. W. 1967. What is an estuary: physical viewpoint. In: Lauff, G. H. (ed.) *Estuaries*. Am. Ass. Adv., Spec. Publ., **83**: 3-5.
- Roquete-Pinto, E. 1911. *Excursão à região dos lagos do Rio Grande do Sul*. Editora do Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- Santos, N. M. 1986. *Sedimentologia da Lagoa das Custódias: Contribuição ao Estudo de Lagos Costeiros*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 72 p.
- Schafer, A. 1985. *Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais*. Editora da UFRGS, Porto Alegre.
- Schwarzbold, A. 1982. *Influência da morfologia no balanço de substâncias e na distribuição de macrófitos aquáticos nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul*. Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 91 p.
- Strohschoen Jr., O. 1985. Material em suspensão nas lagoas de Tramandá e Armazém. *Anais, IIº Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, Florianópolis*. **1**: 350-361.
- Tomazelli, L. J. 1990 *Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da Província Costeira do Rio Grande do Sul — com ênfase no sistema eólico*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. 270 p.
- ; Villwock, J. A.; Loss, E. L. & Dehnhardt, E. A. 1987. Aspectos da Geomorfologia Costeira da Região de Osório-Tramandá, Rio Grande do Sul. *Anais, Iº Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Porto Alegre*. **1**: 141-153.
- Villwock, J. A. 1972. *Contribuição à geologia do Holoceno da Província Costeira do Rio Grande do Sul*. Curso de Pós-Graduação em Geociência, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 113 p.
- ; Tomazelli, L.J.; Loss, E. L.; Dehnhardt, E. A.; Horn Fº, N. O.; Bach, F. A. & Dehnhardt, B. A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In: Rabassa, J. (ed) *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. Balkema, Rotterdam, **4**: 79-97.
- Würdig, N. L. 1984. *Ostracodes do Sistema Lagunar de Tramandá, RS, Brasil. Sistemática, ecologia e subsídios à paleoecologia*. Curso de Pós-Graduação em Geociência, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. 338 p.
- . 1987. Alguns dados físicos e químicos do sistema lagunar de Tramandá, RGS. *Pesquisa*, **20**: 49-74.