Pesquisas em Geociências

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

Depósitos Lamíticos de Pós-Praia, Cassino - RS.

Jorge Alberto Villwock, Luis Roberto Martins
Pesquisas em Geociências, 1 (1): 69-85, jan./abr., 1972.

Versão online disponível em:
<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21882>

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 - jan./abr., 1972.
Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

DEPÓSITOS LAMÍDICOS DE PÓS-PRAIA, CASSINO - RS

JORGE ALBERTO VILLWOCK *
LUIS ROBERTO S. MARTINS *

SINOPSE

Apresenta-se um estudo sedimentológico sobre depósitos lamíticos que ocorrem na pós-praia dos balneários de Cassino e Querência, ao sul do município de Rio Grande, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

O material siltico-argiloso de que são formados assemelha-se muito ao que constitui a franja de sedimentos finos que atapetam a plataforma continental adjacente à desembocadura do canal de Rio Grande.

Sua formação está relacionada à ação de vagas que, periodicamente, afetam a costa do Rio Grande do Sul. Os sedimentos de fundo da plataforma são erodidos pelas ondas, colocados em suspensão e lançados sobre a pós-praia onde sedimenta em pequenas lagoas alongadas, represadas por uma pequena crista arenosa («beach-ridge»), formada durante a tempestade.

SUMMARY

The occurrence of Recent mud deposits on the Cassino and Querência ocean beach backshores, in Rio Grande county, Rio Grande do Sul, Brazil, is discussed.

The clay silt material is very similar to that which recovers the inner continental shelf near the Rio Grande outlet.

Storm waves place in suspension these fine sediments, which are spread over the backshore, forming small water bodies where they settle forming a pelitic bed.

INTRODUÇÃO

Camadas de lama que esporadicamente atapetam a faixa de pós-praia nos balneários de Cassino e Querência (fig. 1), cerca de 20 km ao sul da cidade de Rio Grande, Rio Grande do Sul, vêm desde há muito despertando a curiosidade dos que por ali transitam, pois que muitas vezes causam transtornos às atividades balneárias.

As primeiras referências bibliográficas a respeito devem-se a DELANEY (1965)³, onde o autor acredita que este material foi originalmente transportado pelas águas da Lagoa dos Patos que, ao deixar a barra de Rio Grande, entra em contato com a água salgada, permitindo a floculação da argila. As correntes transportam a argila floculada para a praia do Cassino e depositam-na em finas camadas recobrimdo as areias praias.

Observações efetuadas no verão de 1970, particularmente durante a ressaca que afetou o litoral do Rio Grande do Sul, na última semana de janeiro, motivaram o estudo sedimentológico daqueles depósitos, objetivando determinar a origem do material lamítico e estabelecer o mecanismo de sua formação.

Com tal finalidade coletou-se amostras ao longo da faixa de ocorrência, em barrancos marginais aos diversos sangradouros ali existentes e em trincheiras na faixa de pós-praia. Para estabelecer comparações, amostrou-se também a zona de estirâncio.

As amostras foram estudadas em laboratório sob o ponto de vista granulométrico, seguindo-se a metodologia adotada por MARTINS (1963, 1966 e 1967)^{9,10,12}, MARTINS & GAMERMANN

* Centro de Estudos Costeiros e Oceanográficos — Instituto de Geociências — UFRGS.

Pesquisas	Porto Alegre	1	p. 69-85	maio 1972
-----------	--------------	---	----------	-----------

(1967)¹⁵, e MARTINS; URIEN; EICHLER (1967)¹⁶. Após tratamento estatístico, os dados obtidos foram comparados com outros pré-existent, resultantes de estudos sedimentológicos realizados pelos autores acima citados, em material da Lagoa dos Patos e da Plataforma Continental Sul-brasileira.

Os autores agradecem ao Prof. Hardy Jost, pelos cálculos hidrodinâmicos, e à equipe do Laboratório de Sedimentologia do Centro de Estudos Costeiros e Oceanográficos da Escola de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela colaboração nos estudos de laboratório.

ASPECTOS GEOLÓGICOS GERAIS

A área de ocorrência dos depósitos lamíticos em estudo situa-se na porção leste da planície costeira do Rio Grande do Sul, imediatamente ao sul da desembocadura do canal de Rio Grande, fazendo parte da planície arenosa litorânea, como descrita por DELANEY (1965)³.

É composta predominantemente por sedimentos recentes constituídos por areias quartzosas depositadas em ambientes praias e eólicas, os quais foram detalhadamente estudados por MARTINS (1972). Segundo este autor, resultam de retrabalhamento de material de cordões litorâneos e formações pleistocênicas que ocorrem na região.

Na figura 1, apresenta-se uma tentativa de tradução e uniformização da terminologia empregada na caracterização do ambiente praias, comparando-a com as apresentadas por INGLE JR. (1966)⁶, BIGARELLA et alii (1966)², OTTMANN (1965)¹⁹ e ALMEIDA (1955)¹.

Os termos costa, litoral e ante-litoral são empregados no sentido geográfico, enquanto que praia e suas subdivisões, pós-praia, estirâncio e ante-praia, o são sob o ponto de vista morfológico. Termos designando outros aspectos geomorfológicos e zonas de diferente dinâmica hídrica estão ali representados.

Um perfil transversal esquemático da praia do Cassino é apresentado na figura 2.

A costa, situada acima do nível mais elevado atingido por ondas de tempestade, é constituída ora por planícies arenosas, ora por campos de dunas que na área são, em sua maioria, afetadas pela fixação artificial, tentativa levada a efeito para tolher sua migração sobre a planície arenosa.

O litoral, zona compreendida entre o nível de tempestade e o nível de baixa-mar, apresenta uma largura variável desde aproximadamente

50 m (próximo ao molhe oeste da barra de Rio Grande), até quase 300 m (balneário do Cassino), com uma declividade que oscila entre 2 e 3°. É dividido em duas partes principais, a interna denominada estirâncio, compreendida entre as linhas de baixamar e preamar e a externa, denominada pós-praia, situada entre a linha de preamar e o nível atingido pelas ondas de tempestade que esporadicamente a recobrem.

A pós-praia, melhor desenvolvida, é de constituição predominantemente arenosa, contendo intercalações de material silítico argiloso, sob a forma de lentes alongadas, objeto deste trabalho. Esta zona sofre mais a ação eólica que a marinha.

O estirâncio, constituído essencialmente de material arenoso, constantemente submetido ao fluxo e refluxo das ondas (zona de «swash»), é relativamente estreito, da ordem dos 30 m, uma vez que a amplitude de maré da região não ultrapassa 0,50 m, segundo os dados de MOTTA (1969)¹⁸. Ali, freqüentemente observam-se cúspides praias.

A crista ou microfalésia, feição que normalmente se estabelece no limite entre o estirâncio e a pós-praia, nem sempre é visível nesta área. Nota-se ali apenas uma modificação na declividade da superfície do litoral.

Pequenos cursos d'água, denominados sangradouros, drenam a planície arenosa indo desaguar no mar, cortando os depósitos de pós-praia e afetando os sedimentos de estirâncio.

A partir da linha de mais baixa maré e em direção ao mar segue-se o ante-litoral que corresponde à ante-praia, região do fundo que sofre a ação das ondas, quer na zona de rebentação e na zona de «surf», constantemente, quer durante tempestades, quando maiores profundidades são atingidas.

A ante-praia superior, de limite externo variável, marcado que é pelo início da zona de rebentação normal, caracteriza-se pela sucessão de dois ou três pares de sulcos e rugas longitudinais, resultantes da ação das ondas e correntes paralelas à praia que ali atuam.

A ante-praia inferior, zona afetada pelas ondas durante tempestades, segue-se a plataforma continental caracterizada na região por uma declividade muito suave, inferior a 1°.

Planície costeira e plataforma continental constituem uma só estrutura caracterizando a região como uma costa baixa e plana, tipo «E», da classificação de OTTMANN (1965)¹⁹.

Os sedimentos que atapetam a plataforma continental sul-brasileira foram estudados por

MARTINS, URIEN, EICHLER (1967)¹⁶. Segundo estes autores, na zona próxima à costa, a plataforma é coberta por sedimentos arenosos com partículas de diâmetro superior a 0,062 mm. Uma franja de sedimentos areno-silticos ocorre na saída da barra de Rio Grande. Observou-se que estes sedimentos atingem até a zona da antepraia superior, na altura do Balneário do Cassino.

MARTINS & GAMERMANN (1967)¹⁵ concluíram que os sedimentos silticos que atapetam a maior parte da Lagoa dos Patos (porções norte e média), têm sua origem na carga de suspensão despejada pelo delta do Rio Jacuí. A predominância de material arenoso na parte sul (MARTINS, 1963)⁹ é devida à pequena profundidade e a uma dinâmica elevada do ambiente, conseqüência da ação de ondas e correntes, que não permitem a deposição do silto e da argila que continuam em suspensão. Mais tarde, este material é floculado, por influência da salinidade, nas partes mais profundas onde assenta, constituindo problema à navegação pelo entulhamento dos canais.

Ampliando seus trabalhos sobre a Lagoa dos Patos, MARTINS (1970)¹⁴ mostra que este material fino, que começa a ser depositado ao longo dos canais mais profundos da parte meridional da Lagoa, mantém continuidade com a franja areno-siltica da Plataforma Continental.

Considerando que a Lagoa dos Patos recebe a carga tributária dos Rios Camaquã, Sinos, Gravataí, Taquari e Jacuí, cujas bacias hidrográficas drenam áreas constituídas por rochas polimetamórficas, ígneas e sedimentares do Escudo pré-cambriano e eo-paleozóico do Rio Grande do Sul, além das seqüências sedimentares e ígneas paleozóicas e mesozóicas da Bacia do Paraná e afora as áreas cobertas por depósitos cenozóicos da planície costeira, situadas em zonas morfoclimáticas diferentes, é de se esperar que a composição mineralógica desta fração fina seja muito complexa.

Estudos sobre a mineralogia da fração argilosa e seu comportamento em relação a mudanças ambientais na parte meridional da Lagoa dos Patos, plataforma continental e zonas litorrâneas adjacentes, serão objeto de um trabalho posterior.

SEDIMENTOLOGIA

1) ASPECTOS TEXTURAIS

Os resultados das análises granulométricas

das amostras coletadas na área foram representadas gráficamente através de curvas de frequência acumulada, traçadas em papel de probabilidade aritmética e histogramas de frequência. Exemplos representativos dos vários ambientes amostrados podem ser visualizados na figura 3.

O cálculo dos vários parâmetros estatísticos que permitem expressar numericamente os aspectos texturais fundamentais, foi realizado utilizando-se as fórmulas de FOLK & WARD (1957)⁴. Na tabela 1, podem ser vistos valores encontrados para mediana (Md), média aritmética (Mz), desvio padrão (σ_1), assimetria (Sk_1) e curtosis ($K'G$), nas diversas amostras estudadas.

1. Medidas de tendência central

Representadas pela mediana e média aritmética, as medidas de tendência central, discutidas por MARTINS (1967)¹², mostram que os sedimentos arenosos são unimodais e possuem uma distribuição quase normal, uma vez que os valores de um e de outro parâmetro não mostram diferenças notáveis. O mesmo não ocorre com os sedimentos lamíticos que, apesar de unimodais, mostram diferenças maiores, denunciando sua má seleção.

Conforme foi apontado por MARTINS (op. cit.), a média aritmética define melhor o tamanho médio do sedimento. Deste modo, as amostras de sedimentos grosseiros situam-se num intervalo de ϕ 2,81 - 3,02, enquadrando-se em torno do limite das classes da areia fina, ϕ 2,00 - 3,00 (0,250 - 0,125 mm), e da areia muito fina, ϕ 3,00 - 4,00 (0,125 - 0,062 mm), da escala de Wentworth.

Não há diferença notável entre o tamanho médio dos sedimentos de estirâncio e de pós-praia, entretanto observa-se que um confronto das médias dos valores encontrados para um e outro ambiente, revela que os do primeiro são levemente mais grosseiros que os do segundo. Tal fato, entretanto, deverá ser comprovado com maior número de análises.

MARTINS (1967)¹² mostra que as areias dos campos de dunas possuem diâmetro médio menor que as de praia. A pequena diferença encontrada entre as de estirâncio e as de pós-praia parece retratar a grande influência eólica na sedimentação desta zona.

As amostras coletadas no estirâncio, na desembocadura dos sangrados, mostram um diâmetro médio menor, o que pode ser interpretado como resultante do transporte de material mais fino da planície arenosa eólica drenada por eles.

As amostras de sedimentos finos de pós-praia possuem um diâmetro médio entre ϕ 5,90 - 6,70, enquadrando-se no intervalo da classe silte, ϕ 4,00 - 8,00 (0,062 - 0,0039 mm), da escala de Wentworth.

2. Medidas de dispersão

Os valores encontrados para o desvio padrão, parâmetro que retrata o grau de classificação do sedimento, desde 0,346 até 0,156, mostram que as areias de estirâncio e pós-praia são muito bem classificadas. O material de pós-praia mostra menores valores para o desvio padrão, indicando uma melhor classificação. Este fato parece retratar novamente a influência do transporte eólico sobre esta zona.

Os sedimentos finos são pobremente a muito pobremente classificados.

3. Medidas de assimetria e curtosis

Os sedimentos arenosos de estirâncio e pós-praia mostraram assimetrias negativas até fortemente negativas, retratando uma predominância dos grosseiros sobre a fração fina.

Observa-se que os menores valores são encontrados nos depósitos de pós-praia, mostrando maior efetividade na ação de remoção de finos levada a efeito na zona de «swash», fazendo com que as areias de estirâncio se mostrem sempre mais negativas.

Os sedimentos de estirâncio afetados pelos sangradouros mostram menor assimetria, consequência da deposição de areia fina trazida por estes cursos d'água.

Os sedimentos siltico-argilosos mostram-se positivos a fortemente positivos, uma vez que o ambiente em que se depositam, como não poderia deixar de ser, impede a retirada dos finos.

No que diz respeito à curtosis, as areias de estirâncio e pós-praia mostraram-se leptocúrticas em sua grande maioria, retratando uma melhor classificação na parte central que nas terminis da curva.

Já os sedimentos finos mostraram-se em sua maioria mesocúrticos, indicando a mesma classificação tanto na parte central como nas partes terminais.

Os valores encontrados, todos entre 0,4 e 0,6, não diferem daqueles encontrados em outros estudos sobre os sedimentos da planície costeira do Rio Grande do Sul (MARTINS, 1967)¹².

4. Interrelação dos dados estatísticos

Mais do que para estudar a interrelação dos valores estatísticos, os diagramas dispersos apresentados na figura 4 foram construídos com a finalidade de correlacionar os parâmetros granulométricos dos sedimentos silticos-argilosos de pós-praia com outros semelhantes que ocorrem na Plataforma Continental (MARTINS, URIEN, EICHLER, 1967)¹⁶, e na Lagoa dos Patos, parte norte e média (MARTINS & GAMERMANN, 1967)¹⁵ e parte sul (MARTINS, 1971)¹⁷.

Com tal espírito construiu-se diagramas envolvendo desvio padrão e assimetria (A), média aritmética e desvio padrão (B), média aritmética e assimetria (C), finalizando com média aritmética e curtosis (D).

Além de representar graficamente as variações dos parâmetros estatísticos nos vários ambientes estudados neste trabalho, já discutidas no item anterior, a observação dos diagramas permite ver que existe uma identidade muito grande, entre os sedimentos finos de pós-praia e os da parte meridional da Lagoa dos Patos, depositados ao longo do canal de escoamento natural e na plataforma continental adjacente.

II) ASPECTOS ESTRUTURAIS

Vários tipos de estruturas primárias foram observados na área estudada.

De modo particular ressalta na pós-praia, a estratificação descontínua provocada pela alternância de camadas desiguais, variáveis em espessura, ora de material siltico-argiloso, ora de material arenoso (fig. 6).

As camadas arenosas, de maior espessura, mostram uma nítida laminação, ora paralela ora cruzada, muitas vezes perturbada. São também muito freqüentes as estruturas de corte e preenchimento.

As camadas lamíticas com espessuras variáveis até um máximo de 30 cm, mostram-se maciças.

Em vários locais observou-se estruturas primárias no plano de estratificação, especialmente moldes de marcas de ondulação assimétricas na base das camadas lamíticas, preservadas pela coesividade que este material apresenta (fig. 3).

No topo das camadas aparecem belos padrões de gretas de contração, em muitos locais já preenchidas por areia transportada eoleamente (figs. 8 e 9).

No estirâncio, constituído exclusivamente por camadas arenosas, ocorre uma laminação para-

lela a sub-paralela resultante da alternância de grãos grosseiros e mais finos ou por lâminas claras e escuras, selecionadas mineralógicamente, como já foi descrito por MARTINS (1967)¹². Os vários tipos de marcas de ondulação que ocorrem no tópo das camadas de estirâncio são aqueles estudados com detalhe por MARTINS (1966 e 1970)¹¹⁻¹³. Bolas de argila, simples ou ornamentadas com fragmentos de conchas e areia, resultam

da erosão das camadas lamíticas da pós-praia, e ficam atapetando a faixa de estirâncio nas proximidades da desembocadura dos sangradouros. Pela ação do fluxo e refluxo das águas tomam, em sua maioria, formas cilíndricas (fig. 10). Marcas de ravinamento e marcas em crescente, estas últimas muito bem desenvolvidas em torno de conchas de moluscos e sobretudo em torno das bolas de argila, aparecem na zona de estirâncio (fig. 10).

T A B E L A 1

		Amostras	Parâmetros Granulométricos Estatísticos				
			ϕ Md	ϕ Mz	σ_1	Sk ₁	K'G
ESTRÂNCIO	Areia	BE — 9	3,00	2,88	0,193	—0,199	0,577
		BS — 11	3,05	2,95	0,288	—0,568	0,538
		BS — 12	2,96	2,90	0,308	—0,370	0,578
		BS — 13	3,02	2,81	0,346	—0,472	0,512
		BS — A — 8 *	3,02	3,01	0,235	—0,177	0,530
		BS — A — 10 *	3,03	3,00	0,190	—0,202	0,508
	Areia	DS — 4	3,00	2,95	0,195	—0,261	0,563
		1 — B	2,92	2,88	0,243	—0,219	0,563
		2 — B	2,92	2,87	0,258	—0,242	0,546
		2 — C	3,00	3,00	0,261	—0,055	0,535
		3 — B	3,05	3,02	0,181	—0,231	0,478
		3 — C	2,95	2,95	0,262	—0,049	0,546
		14 — B	3,00	2,99	0,156	—0,026	0,626
	Silte - Argila	1 — A	6,00	5,99	1,770	0,105	0,555
		2 — A	5,95	6,30	1,750	0,225	0,489
		3 — A	6,15	6,46	1,861	0,265	0,500
		14 — A	6,03	6,42	1,746	0,388	0,492
		2 — C	6,40	6,70	1,996	0,196	0,484
3 — C		6,10	6,36	2,020	0,109	0,530	
7		5,90	6,18	1,715	0,315	0,502	

* Amostras de areia do estirâncio na desembocadura de sangradouros.

ORIGEM E MECANISMO DE DEPOSIÇÃO DOS DEPÓSITOS LAMÍTICOS

Antes de abordar a origem e o mecanismo de deposição dos sedimentos siltico-argilosos de pós-praia é necessário considerar alguns aspectos da dinâmica marinha da região, principalmente no que diz respeito às ondas e correntes.

Um apanhado geral sobre tais aspectos é

apresentado por MOTTA (1969)¹⁸. Segundo o autor, dois tipos de ondas ocorrem ao largo da costa do Rio Grande do Sul. O primeiro, resultante de ondulação proveniente de sudeste, constituindo ondas de maior altura, maior energia e menor esbelte. São as que apresentam maior poder de transporte e maior agressividade. O segundo é constituído por vagas mais curtas e mais esbeltas provenientes do quadrante nordeste, decorrentes

dos ventos reinantes e dominantes que sopram desta direção. O período significativo mais frequente é de 9 s, e a altura significativa mais comum é de 1,5 m a profundidades de 15 a 20 m. A altura máxima de recorrência anual é de 3,5 m, sendo medidas alturas de até 7 m, com um período provável de recorrência de 30 anos. Não existe variação estacional apreciável nas características significativas. As tempestades ocorrem nos períodos de outono e inverno e são constituídas por ondulação, não sendo geradas, pois, pelos ventos locais. As ondas mais altas são também, em geral, as mais longas, entretanto a ocorrência de períodos significativos, superiores a 15 s, é rara. São muito raras as calmarias.

De acordo com o mesmo autor, as correntes litorâneas na região são devidas ao regime dos ventos. Durante a maior parte do ano a corrente tem uma direção NE — SW. As de sentido SW possuem uma velocidade média em torno de 0,621 a 0,140 m/s, dependendo da direção dos ventos. No que toca ao transporte de material a ação das correntes é muito menor que a das ondas.

Mostrou-se que o material siltico-argiloso dos depósitos de pós-praia apresenta características texturais semelhantes às dos sedimentos finos depositados na parte meridional da Lagoa dos Patos estendendo-se pela plataforma continental adjacente desde a ante-praia da área estudada até a isóbata dos 10 m, aproximadamente.

Segundo OTTMANN (1965)¹⁹, o efeito de dragagem de fundo constitui um dos processos mais importantes na alimentação das praias. Sua ação é inferior a meio comprimento de onda das vagas. De modo geral, esta ação limita-se a profundidades pequenas (30 — 40 m), embora durante tempestades possa envolver toda a Plataforma Continental.

Partindo de observações pessoais, aquele autor inclui em seus exemplos a costa do Rio Grande do Sul onde, através deste processo, importantes quantidades de areia são removidas de profundidades de até 100 m, e lançadas à praia.

Um sistema de ondas ao aproximar-se da costa, com a diminuição de profundidade, sofre modificações importantes em suas características físicas, exceto no que tange ao período.

Conhecido o período obtém-se o comprimento de onda e sua variação com a profundidade, através de processo gráfico (KING, 1959)⁷. Deste modo, considerando que o período significativo da região é de 9 s, o comprimento de onda varia aproximadamente desde 90 até 52 m, nas profundidades de 10 e 3 m, respectivamente. Tais dados justificam plenamente as idéias de Ottmann, re-

ferentes ao transporte de areia da plataforma para a costa, no Rio Grande do Sul.

Entretanto, em se tratando de fundos lamíticos, mais coesivos, as condições de erosão devem ser necessariamente mais drásticas. Utilizando-se o diagrama de erosão, transporte e deposição estabelecido por HJÜSLTROM (1939)⁵, verifica-se que para erodir partículas com 0,125 mm de diâmetro (diâmetro médio das areias de praia), é necessária uma corrente de 30 cm/s, enquanto que para erodir partículas de 0,00156 mm (diâmetro médio dos sedimentos lamíticos), o valor da velocidade seria de 100 cm/s, ou seja, cerca de três vezes maior.

LHERMITE (1960)⁸, estudando a movimentação de material fino, coesivo, sob a ação das ondas, estabeleceu que a pressão exercida sobre o fundo resulta num lento movimento de translação deste, no sentido da propagação da onda, deslocando o material lamítico, sem colocá-lo em suspensão, lançando-o sobre o estirâncio.

Para a Praia do Cassino, acredita-se que este fenômeno seja responsável pela presença de material siltico-argiloso na ante-praia. Entretanto ele não explica sua deposição na pós-praia.

A região, como já foi visto, é afetada por tempestades de ondulação, pelo leigo denominadas de ressacas. Estas mais comuns no outono e inverno, ocorrem esporadicamente no verão, caso observado em 1970 (fig. 7).

Nestas épocas as ondas atingem alturas excepcionais com períodos mais demorados e comprimentos de onda maiores.

Partindo de uma onda com 7 m de altura, a uma profundidade de 20 m, com um período de 15 s, caso observado na costa em consideração (MOTTA, 1969)¹⁸, calculou-se suas características a uma profundidade de 10 m. Foram encontrados valores de 173,91 m para o comprimento de onda, 5,90 m para sua altura e 321 cm/s para sua velocidade orbital máxima. Esta mesma onda com uma celeridade de 9,8 m/s, começa a rebentar quando atinge a isóbata de 8 m, com uma altura de 6 m. Tais dados permitem calcular que a zona de rebentação durante estas tempestades de ondulação chega a atingir 2000 m de largura.

Tais características permitem provar que, nestas ocasiões, as ondas são capazes de remover o material siltico-argiloso desde a profundidade de 10 m, colocando-o em suspensão. A ação de correntes de retorno geradas pela rebentação devem colaborar efetivamente no processo de erosão de fundo.

Com feito, observações efetuadas no local

durante a tempestade de janeiro de 1970, mostraram que a deposição do material lamítico na pós-praia da área estudada estava estreitamente relacionada a ela.

O material fino colocado em suspensão, fato comprovado pela cor castanho escura apresentada pelas águas, naquela época, era jogado sobre a praia por ondas violentas que atingiam até a base do campo de dunas (fig. 7). Estas mesmas ondas causavam o aparecimento de uma restinga (beach-ridge) de pequena elevação, mas suficiente para represar a água, carregada de sedimentos, na parte superior da praia.

Cessada a tempestade, restavam pequenas lagoas alongadas onde sedimentava o material siltico-argiloso.

Os depósitos assim formados, após a evaporação total das águas, eram expostos ao ar e ao sol, desenvolvendo belíssimos padrões de fendas de ressecamento.

Material arenoso transportado pelo vento recobre as camadas lamíticas, preenchendo as gretas de contração, acabando por esconder totalmente o depósito apenas superficialmente consolidado, fazendo com que, freqüentemente, motoristas desavisados tivessem seus veículos atolados.

A erosão do pós-praia pelo aprofundamento e migração meândrica dos sangradouros ocasiona o aparecimento de inúmeras bolas de argila que ao atingir a zona de «swash» adquirem formas cilíndricas pela ação de rolamento, ornamentando-se com fragmentos de conchas e grãos de areia, espalhando-se pelo estirâncio nas imediações das desembocaduras.

CONCLUSÕES

Os depósitos lamíticos de pós-praia, que ocorrem nas proximidades dos Balneários de Cassino e Querência, ao sul da barra de Rio Grande, estão intimamente relacionados à sedimentação que ocorre na porção meridional da Lagoa dos Patos, mais especificamente, aos sedimentos siltico-argilosos depositados, provavelmente por floculação, ao longo do canal de Rio Grande e plataforma continental adjacente, conforme atestam as comparações efetuadas entre seus diversos parâmetros granulométricos estatísticos.

O material lamítico que deste modo atapeta a plataforma continental, a profundidades inferiores a 10 m, é erodido e colocado em suspensão durante tempestades de ondulação (ressacas), que periodicamente afetam a costa do Rio Grande do Sul, e logo após, lançado sobre a pós-

praia onde deposita em pequenas lagoas alongadas, represadas por uma crista arenosa de pequena elevação (beach-ridge) formada pela mesma tempestade.

Os depósitos assim formados são expostos ao ar, desenvolvendo gretas de contração, e cobertos por areia transportada eolicamente. Sua erosão posterior, pelos sangradouros que drenam a planície arenosa adjacente, dá origem a bolas de argila que em sua maioria se depositam na faixa de estirâncio.

Deste modo, a hipótese popular de que tais depósitos de lama fôssem consequência das dragagens efetuadas periodicamente nos canais de acesso e bacia de evolução do porto de Rio Grande, cai por terra. Os processos que levam a sua formação são comprovadamente naturais.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALMEIDA, F. P. M. (1955) — Geologia e arqueologia do Arquipélago Fernando de Noronha. *Monografia da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, **13**: 1-181, 1955.
2. BIGARELLA, J. J.; FREIRE, S. S.; SALAMUNI, R.; VIANA, R. (1966) — Contribuição ao estudo dos sedimentos praias recentes. 11 — Praias de Matinho e Caiobá. *Boletim da Universidade Federal do Paraná. Geografia Física*, Curitiba, **6**: 1-110, 1966.
3. DELANEY, P. J. V. (1965) — Fisiografia e geologia de superfície da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Publicação Especial da Escola de Geologia, Porto Alegre*, **6**: 1-105, 1965. 41 figs.
4. FOLK, R. L. & WARD, W. V. (1957) — Brazos River bar; a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **27**: 3-26, 1957.
5. HJÜSLSTROM, F. (1939) — Transportation of detritus by moving water. In: TRASK, P. D., ed. — *Recent marine sediments; a symposium*. New York, Dover Publ., 1968. p. 5-31.
6. INGLE, Jr., J. C. (1966) — *The movement of beach sand*. Amsterdam, Elsevier, 1966. 221p. 117il. (Developments in sedimentology, 5).
7. KING, C. A. M. (1959) — *Beaches and coasts*. London, Arnold, 1959. 403p.
8. LHERMITTE, P. (1960) — *Mouvements des matériaux de fond sous l'action de la*

- houle. In: CONFERENCE ON COSTAL ENGINEERING, 7º, The Hague, 1960 — **Proceeding**. Richmond, Council on Wave Research, 1961, p. 211-61.
9. MARTINS, L. R. (1963) — Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos. 1 — Sacos do Rincão e do Mendanha. **Boletim** [da] **Escola de Geologia**, Pôrto Alegre, **13**: 1-43, 1963.
 10. — (1966) — Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos. 11 — Sacos do Umbu, Arraial e Mangueira. **Notas e Estudos** [da] **Escola de Geologia**, Pôrto Alegre, **1**(1): 27-44, 1966.
 11. — (1966) — Variedades praias de marcas de ondulação. **Notas e Estudos** [da] **Escola de Geologia**, Pôrto Alegre, **1**(2): 63-71, 1966. fig. 1-4.
 12. — (1967) — Aspectos texturais e deposicionais dos sedimentos praias e eólicos da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Publicação Especial** [da] **Escola de Geologia**, Pôrto Alegre, **13**: 1-102, 1967. 24fig., 10tab., 4graf.
 13. — (1970) — Occurence of high-index ripple marks along Rio Grande do Sul ocean beaches. **Notas e Estudos da Escola de Geologia**, Pôrto Alegre, **2**(1): 23-6, 1970. fig. 1.
 14. — (1970) — **Bottom sediments of the Lagoa dos Patos — Rio Grande do Sul Brazil**. [no prelo]
 15. — & GAMERMANN, N. (1967) — Contribuição à sedimentologia da Lagoa dos Patos. 111 — Granulometria da zona norte e média. **Iheringia. Série Geologia**, Pôrto Alegre, **1**: 77-86, 1967. 3 fig.
 16. —; URIEN, C. M.; EICHLER, B. B. (1967) — Distribuição dos sedimentos modernos da plataforma continental sul-brasileira e uruguia. In: CONGRESSO DE GEOLOGIA, 21º, Curitiba, 1967 — **Anais**. Curitiba, Sociedade Brasileira de Geologia, 1967. p. 30-43.
 17. MARTINS, I. R. (1971) — Sedimentologia do canal de Rio Grande. Dissertação de Mestrado. [inédito]
 18. MOTTA, V. F. (1969) — **Relatório-diagnóstico sobre a melhoria e o aprofundamento do acesso pela barra do Rio Grande**. Pôrto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 1969. 114f. mimeogr. 30est.
 19. OTTMANN, F. C. (1965) — **Introduction à la géologie marine et littorale**. Paris, Mason, 1965. 259p. il.

Fig. 2 — Perfil transversal esquemático da Praia do Cassino.

desenho: A. Barbosa

Fig.3 - Curvas acumulativas e histogramas de frequência de amostras representativas dos ambientes estudados.

desenho: a. barbosa

FIG. 6 — Depósitos lamíticos, parcialmente encobertos por areia de transporte eólico. Pós-praia, balneário de Cassino.

FIG. 6 — Estratificação dos depósitos de pós-praia. Alternância de camadas arenosas e lamíticas. Balneário de Cassino.

FIG. 7 — Moldes de marcas de ondulação assimétricas em placas de material lamítico removido pela erosão. Balneário de Cassino.

FIG. 8 — Fendas de ressecamento. Balneário de Cassino, depósitos lamíticos de pós-praia.

FIG. 9 — Fendas de ressecamento preenchidas com areia. Pós-praia, balneário de Cassino.

FIG. 10 — Bolas de argila. Estirância, balneário de Cassino.

FIG. 10a — Marcas em crescente, marcas de ravinamento, bolas de argila e marcas de ondulação romboidais. Estirâncio, balneário de Cassino.

FIG. 11 — Tempestade de ondulação. Marcas de ondulação de alto índice na zona de «swash», sensivelmente alargada pela violência das ondas. Balneário de Cassino.

FIG. 12 — Aspecto das camadas lamíticas parcialmente erodidas pelos sangradouros. Pós-praia, balneário de Cassino.