Pesquisas em Geociências

http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias

Características do Sedimento Superficial Infralitoral da Região Costeira Adjacente à Desembocadura da Lagoa dos Patos, RS, Brasil

> Carlos Alberto Borzone, Gilberto Henrique Griep Pesquisas em Geociências, 18 (1): 71-78, Set./Dez., 1991.

> > Versão online disponível em:

http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21368

Publicado por

Instituto de Geociências



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

Características do Sedimento Superficial Infralitoral da Região Costeira Adjacente à Desembocadura da Lagoa dos Patos, RS, Brasil

CARLOS ALBERTO BORZONE¹ GILBERTO HENRIQUE GRIEP²

1 Centro de Biologia Marinha, UFPR, Av. Beira Mar s/nº, 83200, Pontal do Sul, Paranaguá, Brasil.

2 Departamento de Geociências, FURG, Cx. Postal 474, 96200, Rio Grande, Brasil.

(Recebido em 08/08/91. Aceito para publicação em 29/11/91.)

Abstract — The results of grain size analysis in 126 sediment samples collected around Lagoa dos Patos inlet Rio Grande do Sul, Brazil were submitted to cluster analysis in order to define textural associations. This multivariate techniques shows 5 types of sediments distributed according to the bathymetry. Nearshore sediments exhibited an unusual increasing of fine sediments showing the presence of mud deposits composed of sand-silt-clay to clayey silt up to 5 meters depth to the south of the inlet. The presence of this sediments in the nearshore of an eposed sandy beach, and its relations with fluid mud formation and its accumulation in the beach face are discussed.

Resumo — Os resultados da análise granulométrica feita em 126 amostras de sedimento coletadas na região costeria adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos, foram utilizados numa análise de agrupamento. Esta técnica multivariada mostrou a formação de 5 grupos texturais de sedimento, os quais distribuiram-se em relação com a batimetria. Os sedimentos da denominada zona de águas rasas mostraram um incremento incomum de material fino, existindo, ao sul da desembocadura, depósitos lamosos a partir dos 5 metros de profundidade. Discute-se a presença destes sedimentos no infralitoral raso de uma praia de areia exposta, e sua relação com a formação de lama fluida e sua deposição na parte sub-aérea da praia.

INTRODUÇÃO

Os sedimentos superficiais da plataforma continental do Rio Grande do Sul estão constituidos por uma faixa de textura arenosa fina paralela à linha de costa, estendendo-se em frente a Rio Grande até os 50 metros de profundidade (Lehugeur, 1977; Martins & Urien, 1977, Tomazelli, 1979; Urien & Martins, 1979).

Esta faixa arenosa, com propriedades similares às atuais areias praiais e eólicas da região costeira, está interrompida por dois depósitos de sedimentos finos, um externo e outro interno. O depósito externo, que não tem sua origem nos sedimentos aportados pelo Rio de la Plata, teria uma origem fluvial prévia à formação da ilhabarreira, que hoje separa a Lagoa dos Patos do Oceano Atlântico (Martins et al., 1967). O depósito interno encontra-se próximo à faixa costeira e nos arredores da desembocadura da Lagoa dos Patos. O litoral marítimo adjacente a esta desembocadura possui as características do restante da costa do Estado, sendo uma praia exposta submetida à contínua ação das ondas.

Os depósitos lamíticos que ocorrem ocasionalmente em praias ao sul da desembocadura, tem despertado interesse no que diz respeito a sua distribuição e seu significado em termos de dinâmica sedimentar. Segundo Villwock & Martins (1972) e Martins et al. (1979, 1983), a lama que se deposita esporadicamente na parte subaérea da praia teria a sua origem em depósitos lamíticos que atapetam a plataforma continental, em profundidades menores que 10 metros, os quais seriam erodidos e colocados em suspensão durante as tempestades de ondulação. De fato, Calliari et al. (1983) assinalam a presença de "lama superficial" entre os 14 e

20 metros de profundidade, estando as maiores espessuras em direção à praia, e na frente do balneário Querência, localizado 3 km ao sul da praia, e na frente do balneário Querência, localizado 3 km ao sul da praia do Cassino.

Os sedimentos da faixa costeira infralitoral em profundidades inferiores aos 14 metros permaneceram sem estudo, sendo uma questão aberta a existência destes depósitos lamíticos em profundidades menores. No presente trabalho são descritas as características dos sedimentos superficiais nesta faixa, com o objetivo de conhecer a sua distribuição espacial em relação à batimetria e à proximidade da desembocadura da Lagoa dos Patos.

MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado foi coletado durante cruzeiros oceanográficos realizados em diferentes épocas dos anos de 1986, 1987 e 1988, com a Lancha Oceanográfica "Larus'' da Fundação Universidade do Rio Grande. Nos cruzeiros realizados durante o ano de 1986, as estações de amostragem foram localizadas ao longo de seis transversais perpendiculares à praia e separadas entre si por uma distância aproximada de 3 milhas naúticas. A primeira transversal (I) foi posicionada em frente à Praia do Mar Grosso, São José do Norte, norte da desembocadura da Lagoa dos Patos (32º 04' S, 52º 0' W); e a última (VI) frente ao navio naufragado "Altair", sul da desembocadura (36° 16' S, 52° 15' W) (Fig. 1). Os cruzeiros dos anos de 1987 e 1988 foram realizados para amostragem nas transversais I e V, com estações a distâncias fixas da costa a 0,25 (A), 0,5 (B), 0,75 (C), 1 (D), 1,5 (E), 2 (F), 2,5 (G) e 3 (H) milhas náuticas, não sendo amostrados todos os pontos em cada cruzeiro em decorrência do tempo disponível e das condições climáticas.

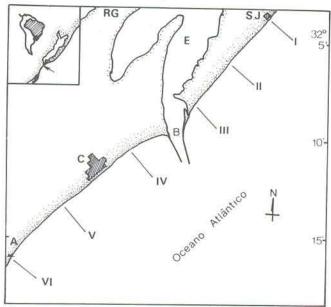


Figura 1 — Área de estudo. A: navio "Altair", B: desembocadura e canal de acesso à Lagoa dos Patos, C: praia do Cassino, E: estuário da Lagoa dos Patos, RG: cidade de Rio Grande, SJ: praia do Mar Grosso, São José do Morte, I — VI: transversais.

Em cada estação, posicionada com radar marca DECCA-modelo 110, foi registrada a profundidade com uma ecossonda marca SIMRAD EY e obtida uma amostra de sedimento com um busca-fundo do tipo "Dietz-La Fond".

Na análise granulométrica foram utilizadas as técnicas rotineiras de peneiração e pipetagem. Os parâmetros estatísticos: média, mediana, desvio padrão, curtose gráfica e assimetria foram obtidos em microcomputador PC pelo programa ANGRA (Griep & Moraes, 1985), que utiliza as formulações de Folk & Ward (1957).

Nas amostras coletadas nos cruzeiros de 1986, além da análise granulométrica, foram determinados o conteúdo em carbonato de cálcio e o teor em matéria orgânica. O primeiro, após tratamento de 10 g de amostra com HCI 2N, e o segundo, após tratamento de 5 g de amostra em mufla (550°C-6 h.).

Para definir associações texturais do sedimento, foi feita uma análise de agrupamentos do tipo hierárquico combinatório (Davis, 1973), com todas as 126 amostras, utilizando como atributo os valores percentuais dos 17 intervalos de classe , e como índice de similaridade o de Bray-Curtis modificado segundo Clifford & Stepheson (1975). Este tipo de análise, usado pela primeira vez em sedimentos por Parks (1966), foi uma das técnicas multivariadas examinadas por Doyle & Feldhausen (1981) em estudo dos sedimentos da plataforma do golfo do México. Uma análise de componentes principais (PCA) em uma matriz de correlação centrada, foi utilizada para relacionar o conteúdo percentual de matéria orgânica, de carbonato de cálcio, de areia, de silte, e os valores dos parâmetros estatísticos média, desvio padrão e assimetria, nas 45 amostras do ano de 1986.

RESULTADOS

Análise dos parâmetros estatísticos

Os resultados da análise granulométrica mostraram uma grande variação em todos os parâmetros estatísticos. A média teve valores entre 3,07 e 100, sendo que os valores mais freqüentes, 66% das amostras, estiveram entre 3 e 4Ø, correspondentes a areias muito finas (Fig. 2a). Os valores de desvio padrão variam entre 0,156 e 3,381, abrangendo desde sedimentos muito bem selecionados (52%), até sedimentos muito pobremente selecionados (Fig. 2b). A assimetria mostrou valores entre -0,1 e 0,1 (tendência central ou simetria) em 34% das amostras. Somente se verificou assimetria negativa, ou seja uma tendência da distribuição aos sedimentos grosseiros, em 9% das amostras e as restantes 57% mostraram uma clara assimetria positiva, com uma tendência da distribuição aos sedimentos finos (Fig. 2c). A curtose mostrou 64% das amostras com distribuições plati e mesocúrticas, tendo o restante uma distribuição leptocúrtica (Fig. 2d). Os valores de curtose estão muito relacionados à escala de intervalo de Ø utilizada na análise, dando resultados muito discrepantes para uma mesma amostra caso seja processada com diferente número de peneiras (Martins, 1965). O intervalo de 0.50. utilizado neste trabalho na fração arenosa fez com que uma grande quantidade de amostras tivesse mais de 90% do peso na fração de 3,5Ø, gerando distribuições que fogem da normalidade, onde os valores de curtose deixam de ser representativos. Amostras com desvio mínimo, que deveriam ser leptocúrticas (pontiagudas) apresentam valores baixos de curtose. Isto contraria a observação de Folk & Ward (1957) de que um ambiente de alta seletividade como é uma praia exposta, produz sedimentos com valores extremos de curtose.

Matéria orgânica e Carbonato de cálcio

O conteúdo de matéria orgânica variou entre 0,11 e 3,94%, sendo na maioria das amostras analisadas (80%), inferior ao 2%. Estes valores são mais baixos se comparados com os medidos no interior do estuário (Saco do Justino), onde os teores de matéria orgânica variaram entre 1,38 e 4,71% (Bemvenuti, 1987). Nas águas costeiras mais profundas os valores são maiores, havendo locais entre 20 e 30 metros com até 15% de matéria orgânica (Absalão, 1986). O carbonato de cálcio variou entre 0,35 e 12,62%. A maioria dos valores (80%) foram menores que 5%, mostrando que os sedimentos são pobres em carbonato de cálcio (pouca acumulação de material biodetrítico).

Na análise de competentes principais (PCA) os dois primeiros componentes foram responsáveis por 76% da variação total. No primeiro componente a areia teve os maiores pesos positivos, sendo que desvio padrão, silte e média apresentaram altos pesos negativos (Tab. 1). No segundo a assimetria seria o maior responsável pela variação. Tanto matéria orgânica como carbonato de cálcio estão ligeiramente associados a valores negativos dos

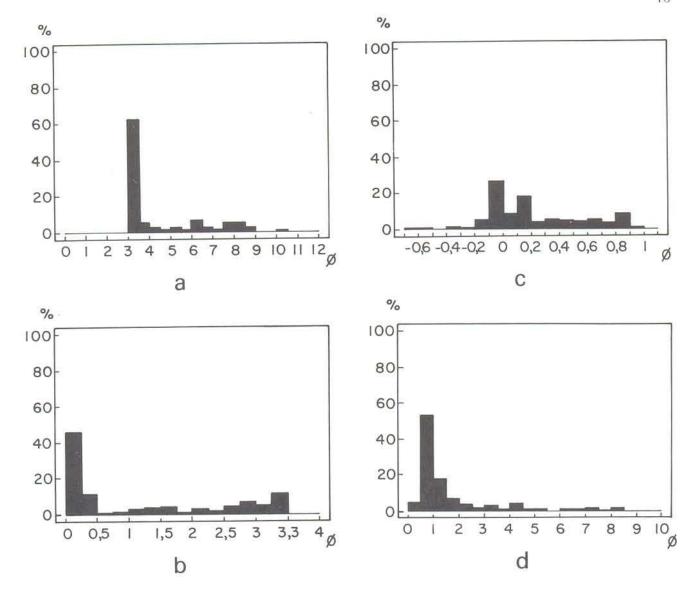


Figura 2 — Distribuição de freqüências relativas dos parâmetros estatísticos em 126 amostras, a: média, b; desvio padrão, c: assimetria, d: curtose gráfica.

dois componentes, ou seja, a sedimentos lamosos, com desvios altos e valores baixos ou negativos de assimetria (Fig. 3). Isto confere com o padrão geral observado, de que quanto maior a percentagem de finos maior o conteúdo de matéria orgânica do sedimento.

Classificação textural

Os resultados da análise de agrupamento mostram a formação de cinco grupos texturais principais (Fig. 4). O primeiro grupo (GT1), abrangendo 50% das estações, apresentou altos valores de similaridade entre estações (maiores do que 90%). Os valores de média e desvio padrão indicam que ele é formado por areias muito finas e muito bem selecionadas, possuem, baixo conteúdo de material fino (1,2%) e distribuição simétrica (Tab. 2). Este grupo pode subdividir-se em três subgrupos, os quais apresentaram diferenças significativas nos valores de assimetria e média, aumentando do subgrupo 1_1 ao 1_3 . Existe também um aumento do conteúdo de material

fino e do desvio padrão, porém, só sendo significativos no subgrupo $\mathbf{1}_z$ (Tab. 3).

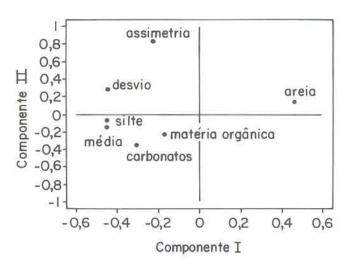


Figura $3-{\mbox{\sc Parametros}}$ analisados no PCA segundo os valores dos dois primeiros componentes.

(% de variação)	Componente I (61,3)	Componente II (14,7)
Areia	0,471	0,130
Matéria orgânica	-0,176	-0,242
Assimetria	-0,192	0,871
Cálcio	-0,289	-0,277
Desvio padrão	-0,456	0,245
Média	-0,457	-0,167
Silte	-0,459	-0,041

Tabela 1 - Pesos nos dois primeiros componente do PCA.

		Areia (%)	Silte (%)	Prof. (m)	Media (0)	Mediana (0)	Desvio (0)	Assim. (0)
GT1	x	98,81	1,03	6,34	3,26	3,26	0,21	0,8
64	(dp)	(1,66)	(1,25)	(2,72)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,12)
GT2	x	90,23	6,00	7,60	3,54	3,32	0.85 (0.63)	0,49
17	(dp)	(6,40)	(3,71)	(2,32)	(0,36)	(0,03)		(0,27)
GT3	x	75,18	15,23	8,08	4,30	3,49	1,95	0,73
11.	(dp)	(9,21)	(5,47)	(1,13)	(0,82)	(0,10)	(0,72)	(0,13)
GT4 19	x (dp)	40,35 (13,37)		8,35 (1,62)	6,66 (0,70)	5,55 (1,54)	3,24 (0,22)	0,44 $(0,35)$
GT5	x	5,75	46,64	8,36	8,42	8,67	2,71	-0,17
14	(dp)	(3,70)	(4,74)	(1,06)	(0,53)	(0,85)	(0,28)	(0,21)

Tabela 2 — Valores médios (x) e desvio padrão (dp) da profundidade (Prof.), dos parâmetros estatísticos e das percentagens de areia e silte nos grupos texturais (GT) resultantes da análise de agrupamento. O número de amostras figura abaixo de cada GT.

		Areia (%)	Silte (%)	Prof. (m)	Media (0)	Mediana (0)	Desvio (0)	Assim. (0)
GT1 ₁	x (dp)	99,61 (0,46)		4,50 (1,51)	3,25 (0,00)	3,25 (0,00)	0,16 (0,00)	0,00 (0,00)
$\begin{array}{c} \text{GT1}_2 \\ 19 \end{array}$		99,30 (0,91)	0,72 (0,92)		3,26 $(0,01)$	3,26 (0,01)	0.19 (0.01)	0,05 (0,08)
${\rm GT1}_3 \\ 21$	x (dp)	97,60 (2,18)	1,94 (1,55)	8,75 (1,92)	3,28 (0,01)	3,28 (0,01)	0,28 (0,15)	0.19 (0.12)
GT1 _n	-	96,41	2,14	8,36	3,27	3,27	0,20	0,17
GT1 _b	-	99,92	0,08	4,56	3,22	3,22	0,22	-0,17

Tabela 3 — Valores médios (x) e desvio padrão (dp) da profundidade (Prof.), dos parâmetros estatísticos e das percentagens de areia e silte nos subgrupos do GT1. O número de amostras figura abaixo de cada GT

O GT2 tem muita afinidade com o grupo anterior, sendo também constituído por areias muito finas, porém, moderadamente selecionadas. Aumenta a heterogeneidade entre estações, especialmente no valor da percentagem de areia. São sedimentos com maior contribuição de finos (10%) e com assimetria positiva. No GT3, grupo de areias muito finas e pobremente selecionadas, existe um novo aumento do material fino (25%), e como conseqüência aumento do valor da média. Possuem o máximo valor de assimetria positiva e altos valores de desvio padrão.

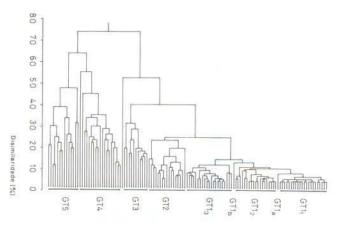


Figura 4 — Dendrograma do análise de agrupamento e grupos texturais considerados. Valores menores do que 7% de dissimilaridade não mostram a ordem hierárquica para a simplificação do gráfico.

O GT4 e o GT5 constituem os grupos de sedimentos lamosos, bem diferenciados, no dendrograma, dos restantes sedimentos arenosos. O GT4 apresenta um aumento considerável da fração fina que atinge 60%, os valores de média e desvio padrão indicam silte médio e pobremente selecionado. O valor da assimetria diminui, porém este grupo apresenta os máximos valores de desvio padrão. Finalmente, o GT5 representa um grupo relativamente homogêneo, com alta predominância de material fino (94%), estando constituído por sedimentos classificados como siltes finos e pobremente selecionados. Apresentam um desvio padrão médio menor que no grupo textural anterior, e o valor médio de assimetria é negativo, indicando uma tendência da distribuição aos sedimentos grosseiros.

As curvas de freqüências acumuladas médias para cada grupo textural (Fig. 5) refletem as diferenças entre os grupos arenosos(GT1, 2 e 3) e os grupos lamosos (GT4 e 5). No diagrama de Shepard, a composição nas frações areia, silte e argila de cada amostra, identificada com o grupo textural, mostra clara diferenciação dos grupos GT4 e GT5 (sedimentos lamosos) e a presença da fração areia nos grupos GT1 a GT3, com aumento gradual de finos para este último grupo (Fig. 6).

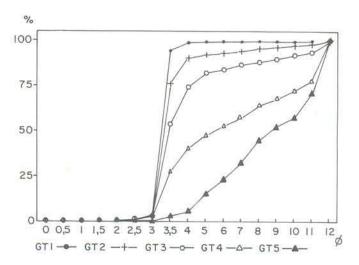


Figura 5 — Distribuição de freqüências acumuladas (valores médios) dos grupos texturais.

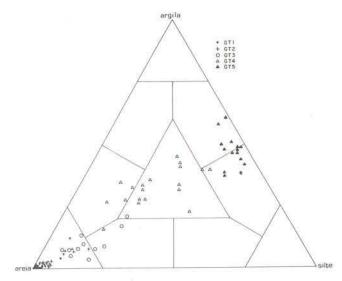


Figura 6 — Diagrama de Shepard das 126 amostras identificadas com o grupo textural.

Distribuição espacial dos grupos texturais

As estações identificadas com o grupo textural foram mapeadas para os dois cruzeiros do ano de 1986 (Fig. 7) mostrando a distribuição espacial dos sedimentos na área estudada. A primeira tendência evidenciável nos dois cruzeiros é a distribuição dos grupos em relação ao gradiente batimétrico, estando geralmente ordenados em cada transversal de menor a maior conteúdo de lama. Os grupos texturais com maior conteúdo de material fino (GT3, 4 e 5) aparecem com o aumento da profundidade, sendo mais frequentes nas proximidades da desembocadura, tanto ao norte como ao sul (transversais II, III, IV e V). Este mesmo padrão de distribuição se repete nos cruzeiros dos anos 1987-88 (Fig. 8). Neste caso, as diferenças entre as duas transversais estudadas (I e V) são evidentes, sendo que a transversal norte só apresentou sedimentos lamosos nos meses de junho e julho, e a transversal sul durante praticamente toda a amostragem. O GT5, sedimentos com 95% de lama, são frequentes ao sul e chegam a ocorrer próximos à costa. É possível reconhecer, nas duas transversais, uma influência sazonal no padrão de distribuição. Os sedimentos lamosos ocupam profundidades menores no mes de junho (pontos C, D e E), deslocando-se a maiores profundidades durante os meses subseqüentes. Na trasversal sul, porém, os sedimentos finos reaparecem novamente a partir de novembro e mais próximos à linha de praia.

As diferenças dos perfis batimétricos entre as transversais I e V (Fig. 9), poderia explicar-se pela maior deposição de sedimentos finos ao sul da desembocadura. Os molhes que prolongam o canal de acesso à Lagoa dos Patos a uma distância de 4 km em direção ao mar, também contribuiríam para uma maior deposição, pelo seu efeito retentor no transporte litorâneo paralelo à praia. Observa-se que a declividade média entre os pontos A e C é similar nas duas transversais (1:200), variando os perfis a partir do ponto C, ocorrendo a menor penden-

te ao sul (1:1450), e a maior ao norte (1:833) da desembocadura.

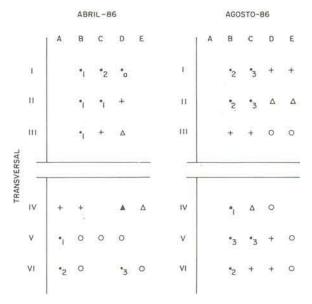


Figura 7 — Mapeamento esquemático das estações identificadas com o grupo textural (cruzeiros de abril e agosto de 1986).

			NORT					
DATA	А	В	С	D	E	F	G	Н
06.87		•1	° 3	+	Δ	+		
07.87		•1	°3	°3	Δ	Δ		
08.87		•1	•1	•2	•3	•3		
10.87		°2	•2	*2	•3	*3		
11.87	•	•1	+	•2	°2	*3		
01.88	.5	*1	*1	*3	° 3	*3		
03.88	•1	•1						
04.88		•	°2	•2	*2	*3		
05.88		ů	*1	*3	*2	*3	+	L
			SUL					
DATA	А	В	С	D	Ε	F		
06.87		*b	Δ	Δ	A	A		_
07.87		•1	+	+		\blacktriangle		
08.87		•[*3		0	Δ		
10.87		*	*2	A				
11.87	°2	*3	Δ	Δ		A		
01.88		Δ		Δ	Δ	A		
04.88	*2	A	Δ	A	A	Δ		

Figura 8 — Estações, identificadas com os grupos texturais, dos cruzeiros do período 87/88 na transversal I (Norte) e V (Sul).

Profundidade (m)

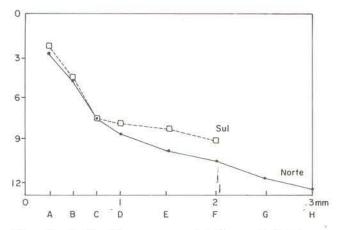


Figura 9 — Perfil médio nas transversais I (Norte) e V (Sul) durante o período 87/88.

DISCUSSÃO

A região costeira adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos apresenta, numa estreita faixa junto ao litoral, uma distribuição peculiar de sedimentos muito heterogêneos. Por um lado, caracterizada pela existência de sedimentos de textura essencialmente arenosa (GT1, 2 e 3), provenientes da plataforma continental interna bem como do transporte litorâneo paralelo à praia. Segundo Martins et al. (1967), a plataforma continental interna possui um grande estoque de material arenoso com características relíquias, sendo a principal fonte das areias das praias do litoral, já que o fornecimento atual de sedimentos arenosos fluviais seria inexpressivo (Silva, 1976). Por outro lado, pela ocorrência de sedimentos lamosos com mais de 50% de material fino, que provém da descarga do sistema hidrológico Patos-Mirim (Martins et al., 1967). Estudos dos sedimentos da região estuarial da Lagoa dos Patos (Calliari, 1980) mostram texturas síltico-argilosas e argiloso-sílticas, correspondentes a sedimentos trazidos em suspensão pelos sistema fluvial que deságua na laguna. Parte destes sedimentos é depositada na região estuarial, principalmente nas zonas protegidas e nos canais, onde a baixa energia hidrodinâmica facilita este processo. As características estatísticas destes sedimentos são similares às encontradas para os GT4 e 5. Outra parte deste material, juntamente com material recolocado em suspensão pelas contínuas dragagens no canal de acesso, saem para fora do estuário depositando-se na região costeira infralitoral adjacente à desembocadura, formando importantes depósitos de lama, inclusive na cava dos bancos are-

A distribuição dos sedimentos no infralitoral raso de uma praia de areia exposta responde fundamentalmente ao efeito do principal agente selecionador, as ondas. Segundo Wainer et al. (1963) e Homsi (1978), no litoral de Rio Grande as condições de ondas são de agitação constante e com um dos maiores índices energéticos da costa brasileira. Os períodos variam entre 5 e 17 segundos, sendo os mais freqüentes de 9 segundos e estando os maiores períodos associados a ondas do SE,

de maior poder erosivo e com ocorrência no outono. A altura mais freqüente é de 1,5 metro, as alturas máximas de ocorrência anual são de 4,5 metros, e as de ocorrência cada 30 anos de 7 metros. As ondas atuam sobre o fundo produzindo remoção dos sedimentos e aumentando a sua ação com a diminuição da profundidade. Este gradiente energético e as descontinuidades que apresenta com a aproximação da face da praia determinam a existência de uma zonação física característica (Short, 1983; Borzone & Gianuca, 1990), onde os sedimentos e as feições morfológicas são diferentes para cada zona.

Os locais próximos à linha de costa (pontos A e B) apresentam sedimentos arenosos com máximos valores de grau de seleção (menores valores de desvio padrão), os quais estão submetidos aos maiores valores energéticos das ondas por se encontrarem na primeira linha de arrebentação ou arrebentação externa. Tanto os valores de média como de grau de seleção diminuem em direção à praia, sendo menores na arrebentação interna e na zona mesolitoral (Fig. 10) (Paes, 1989; Santos, 1990).

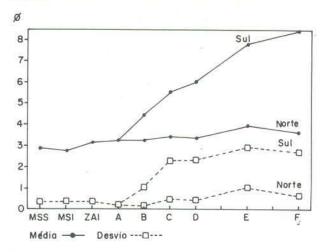


Figura 10 — Variação da média e do desvio padrão ao longo da praia. Os dados correspondem a valores médios de registros anuais. MSS: mesolitoral superior y MSI: mesolitoral inferior, segundo Santos (1990) para o Terminal Turístico, nas proximidades da praia do Cassino ao sul da desembocadura. ZAI: zona de arrebentação interna segundo Paes (1989) para o mesmo local anterior A a F: locais amostrados no presente trabalho.

No local de estudo existe uma ampla zona de arrebentação ("surf zone" em Short, 1983), mais de 500 metros, onde as ondas quebram com maior frequência. A profundidade média da primeira arrebentação podería se relacionar com aquela a partir da qual os sedimentos finos acham condições de deposição, que seria dos 5 metros ao sul da desembocadura, e dos 6 metros ao norte (Fig. 11). A zona de arrebentação apresentaria em toda sua extensão, bancos arenosos ou barras, cuja morfologia e dinâmica são determinantes no intercâmbio de areia com a face da praia e na dissipação da energia das ondas (Greenwood & Davidson-Arnott, 1975). Em praias com uma morfodinâmica tipicamente dissipativa, como é a praia em estudo (Borzone, 1988), os sedimentos da zona de águas rasas ("nearshore" em Short, op. cit.), por detrás da zona de arrebentação, são relativamente uniformes e bem selecionados apresentando um lento aumento do material fino em direção ao mar (Short, op. cit.).

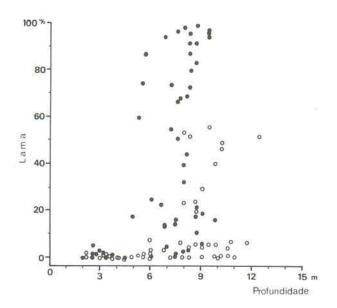


Figura 11 — Conteúdo de material fino (% de lama) em relação com a profundidade (metros), no total das amostras analisadas (126). Círculos negros: área ao sul da desembocadura, círculos brancos: área ao norte da desembocadura.

Na região costeira estudada, a zona de águas rasas ao norte da desembocadura apresenta um aumento gradual do conteúdo em material fino a partir dos 6 metros de profundidade. Ao sul da desembocadura, onde existe uma maior influência da descarga lagunar (Calliari et. al., 1983), a zona de águas rasas mostra a presença abrupta de sedimentos com uma importante quantidade de material fino (80%) a partir dos 5 metros de profundidade. A formação de depósitos de lama em uma ambiente com moderada a alta energia de onda, como é a região estudada, constitui um fenômeno pouco conhecido e que o contradiz o conceito tradicional de acumulação de lama em ambientes com baixa energia hidrodinâmica, livres de ondas.

Depósitos de lama em ambientes com níveis moderados de energia de onda foram estudados por Wells & Coleman (1981), na costa do Suriname (antiga Guiana Holandesa). Os processos responsáveis pela formação destes bancos de lama ("mudbanks") são desconhecidos, no entanto a sua associação com a formação de lama fluida está bem documentada (Wells & Coleman, op. cit.). Esta última, também conhecida como "creme de vase'', é uma suspensão densa de sedimento em água, com valores maiores do que 10.000 mg/l. Embora a sua formação na área de estudo nunca tenha sido comprovada, Calliari (1980) e Kantin (1983) detectaram a possibilidade da sua existência no canal de acesso à Lagoa dos Patos; e Martins et al. (1983) encontraram concentrações de 200.000 mg/l de material em suspensão por ocasião de uma deposição lamítica no mesolitoral da praia ao sul da desembocadura.

O principal responsável pela formação e transporte de lama fluida é a ação das ondas. O processo de formação é rápido e dinâmico; uma massiva suspensão seguida de uma rápida redeposição têm sido registradas ao longo de um ciclo mareal (Wells & Coleman, 1981). O material em suspensão, por sua vez, produz uma grande atenuação da energia hidrodinâmica, alterando a amplitude e o contorno das ondas, e facilitando a redeposição. Deste modo, embora estejam expostos à alta energia das ondas, os bancos lamosos infralitorais poderiam se manter por longos anos, sendo a principal fonte para a formação da lama fluida que, em algumas ocasiões, e em resposta a uma combinação desconhecida de fatores climáticos, se deposita na parte sub-aérea da praia.

Durante o período 1987/88, os depósitos infralitorais de lama encontrados ao sul da desembocadura, a partir de 1 milha náutica da praia (ponto D da Fig. 8), apresentaram-se estáveis. Em distâncias menores que 1 milha náutica poderia existir uma maior variação sazonal, tendo estas deposições um caráter efêmero. Porém, a incerteza quanto ao correto posicionamento da embarcação durante as amostragens e a malha de amostragem utilizada neste trabalho limitam as conclusões a respeito.

Futuros estudos sedimentológicos e morfológicos com maior detalhamento, inclusive com monitoramento do processo migratório dos bancos de lama e dos bancos de areia presentes na área, poderão mostrar a dinâmica temporal dos sedimentos e as suas relações com o morfodinamismo da praia e o regime de vazante do sistema hidrológico associado à desembocadura da Lagoa dos Patos.

Agradecimentos — Ao Dr. Lauro J. Calliari pela leitura crítica do manuscrito e pelas valiosas sugestões. À laboratorista Neuza Maria Neubert Teixeira pelo processamento das amostras.

Trabalho financiado em parte pela FAPERGS, processo Nº 297/90

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Absalão, R.S. 1986. Discriminação ambiental entre associações de moluscos macro-bentônicos ao largo de Rio Grande, RS, Brasil. Situação inverno-primavera. Curso de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, Universidade do Rio Grande. Dissertação de Mestrado. 126 p.

Bemvenuti, C.E. 1987. Predation effects on a benthic community in estuarine soft sediments. Atlântica, 9(1):5-32

estuarine soft sediments. Atlântica, 9(1):5-32. Borzone, C.A. 1988. Estudo da macrofauna bentônica infralitoral da

Borzone, C.A. 1988. Estudo da macrofauna bentônica infralitoral da região costeira adjacente à barra de Rio Grande, RS, Brasil. Curso de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, Universidade do Rio-Grande. Tese de Mestrado. 113 p.

. & Gianuca, N.M. 1990. A zonação infralitoral em praias arenosas expostas. Il Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira. Águas de Lindóia, SP, 3:280-296.

Calliari, L.J. 1980 Aspectos sedimentológicos e ambientais na região estuarial da Lagoa dos Patos. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, 190 p.

Paim, P.S.; Moller, O.; Niensheski, L.F. & Paz, R.M. 1983. Operação Geocosta Sul I. 2ª Etapa. Relatório Técnico-científico do Dt.º Geociências, FURG, Rio Grande. 8 p.

Clifford, H. & Stepheson, W. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Londres. 299 p.

Davis, J.C. 1973. Statistics and Data Analysis in Geology. J. Wiley &

Sons, Londres. 548 p.

Doyle, L.J. & Feldhausen, P.H. 1981. Bottom sediments of the eastern gulf of Mexico examined with traditional and multivariated statistical methods. *Mathl. Geol.*, 13:93-117.

Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957, Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petro-

logy, 27(1):3-26.

Greenwood, B. & Davidson-Arnott, R.G.D. 1975. Marine bars and nearshore sedimentary processes, Kouchibouguac Bay, New Brunswick, Canada. In: Haisl, J. & A. Carr. (ed.) Nearshore sediment dynamics and sedimentation. John Wiley, London. p. 123-150. Griep, G.H. & Moraes, G.N. 1985. ANGRA, Um analisador granulométrico para micros. Resumos do II Encontro Brasileiro de Ocea-

nólogos. Rio Grande, RS.

Homsi, A. 1978. Wave climate in some zones off the Brazilian Coast. Proceeding of the 16th. Coastal Engineering Conference, Hamburg, Chapt. 5

Kantin, R. 1983. Hydrologie et qualité des eaux de la région sud de la Lagune dos Patos (Brésil) et de la plateforne continentale adjacente. Thèse presenté Université de Bordeaux. I. Nº D'enregis-

- trement: 779, 185 p. Lehugeur, L. 1977, Dinâmica sedimentar das areias da plataforma continental do Rio Grande e possibilidades de seu aproveitamento econômico. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado.
- Martins, L.R. 1965. Significance of skewness and kurtosis in environmental interpretation. Journal of Sedimentary Petrology, Notes: 768-770
- Urien, C.M. & Eichler, B. 1967. Distribuição dos sedimentos modernos da plataforma continental sulbrasileira e uruguaiana. Anais do XXI Congresso Brasileiro de Geologia.

. & _____. 1977. Atlas sedimentológico da plataforma do Rio Grande. Inst. Geociências, UFRGS, Porto Alegre. _____. Martins, I.R.; Villwock, J.A. & Calliari, L.J. 1979. Ocorrência de lama na praia do Cassino (R.S.). Aneis Hidrograficos D.H.N., 33:1-22.

& Villwock, J.A. 1983. Mud accumulation on a mi-

crotidal open ocean beach. In: McLachlan & Erasmus. (ed.) Sandy Beaches as Ecosystems. The Hague, Junk. p. 743

Paes, E.T. 1989. Biologia e ecologia de Donax gemmula Morrison, 1971 (Bivalvia, Donacidae) na zona de arrebentação da praia do Cassino, Rio Grande, RS, e observações sobre a fauna acompanhante. Curso de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, Universidade do Rio Grande. Dissertação de Mestrado. 181 p.

Parks, J.M., 1966. Cluster analysis applied to multivariate geologic

problems. Journal Geology, 74: 703-715.

Santos, P.J.P. 1990. Ecologia de Scolelepis gaucha (Polychaeta: Spionidae) nas praias do Rio Grande do Sul: uma abordagem dinâmica da interação população-ambiente. Curso de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, Universidade do Rio Grande. Dissertação de Mestrado. 167 p. Short, A.D. 1983. Sediments and structures in beach-nearshore en

vironments, South East Australia. In: McLahlan & Erasmus (ed.) Sandy Beaches as Ecosystems. The Hague, Junk. p. 145-155. Silva, M.A.M. da. 1976. Mineralogia das areias de praia entre Rio Gran-

- de e Chuí. R.S. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Univer sidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 98 p.
- Tomazelli, L.J. 1979. Origination and dispersal patterns of the Rio Grande do Sul continental shelf superficial sediments. Mem. Sem. Ecol. Bent. y Sed., Montevideo. p. 31-43.
 Urien, C.M. & Martins, L.R. 1979. Sedimentación marina en Améri-
- ca del sur oriental. Mem. Sem. Ecol. Bent. y Sed., Montevideo. p. 43-67.
- Villwock, J.A. & Martins, L.R. 1972. Depósitos lamíticos de pós-praia,
- Cassino, R.S. *Pesquisas*, 1:69-85. Wainer, I.J.; Souza, J.L. & Motta, V.F. 1963. *Análise e previsão das alturas de ondas em Tramandal*. INPH-UFRGS, Porto Alegre. 24 p.
- Wells, J.T. & Coleman, J.M. 1981. Physical processes and fine-grained sediment dymanics, coast of Surinam, South America, Journal Sedimentary Petrology, 51(4):10543-1068.