

Pesquisas em Geociências

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

Classificação dos Sedimentos Superficiais de Fundo do Rio de la Plata e Plataforma Continental Adjacente através da Análise de Agrupamento

R. N. Ayup-Zouain, J. M. G. Fachel, I. C. S. Corrêa, E. E. Toldo Jr., I. M. Wolff,

J. Weschenfelder, F. M. Oliveira

Pesquisas em Geociências, 21 (1): 17-33, maio/ago., 1994.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21247>

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 - maio/ago., 1994.

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

Classificação dos Sedimentos Superficiais de Fundo do Rio de la Plata e Plataforma Continental Adjacente através da Análise de Agrupamento

R.N. AYUP-ZOUAIN¹, J.M.G. FACHEL², I.C.S. CORRÊA¹, E.E. TOLDO JR.,
I.M. WOLFF¹, J. WESCHENFELDER¹ e F.M. OLIVEIRA¹

¹CECO, Instituto de Geociências, UFRGS, Caixa Postal 15001 CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

²Instituto de Matemática, UFRGS, Caixa Postal 15040, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

(Recebido em 03/12/93. Aceito para publicação em 09/06/94.)

Abstract – Bottom sediments of the Rio de la Plata Estuary and adjacent South-west Atlantic inner continental shelf were classified using Cluster Analysis applied to the 199 samples of the bottom sediments resulting in two textural classes; coarse sediments (gravel and sandy particles) and fine sediments (silty and clay particles). Hierarchical Cluster Analysis was applied using the following statistical parameters: mean, sorting, skewness and kurtosis. This allowed to grouped and characterize on the first cluster analysis five groups: 1. muddy sand; 2. sand; 3. sandy gravel; 4. mud and sandy mud and 5. silty clay. On the second Cluster Analysis, with depth included as categorized variable, five groups of sediments were separated and characterized: 1. coastal sediments below - 20m; 2. shallow marine sediments between - 20 and - 30m; 3. intermediate sediments between - 30 and - 55m; 4. inner continental shelf sediments between - 55 and - 70m and 5. transitional sediments above - 70m. The third group was obtained exchanging the hierarchical euclidian distance of the first analysis, observed seven different sediments groups: 1. clay and fine silt with sand, 2. fine sand with muds, 3. coarse and medium sand, 4. fine and very fine sands, 5. sandy gravels, 6. silt and 7. silty clay. Hierarchical Cluster Analysis applied on the sedimentological parameters independent of the depth, was permitted defining different processes of transport and deposition was produced the bottom superficial distribution of sediments on this area.

Resumo – A aplicação da análise de agrupamento (*Cluster Analysis*) sobre os parâmetros estatísticos (média, mediana, desvio padrão, curtose, assimetria e primeiro percentil) correspondente aos sedimentos superficiais do fundo do Rio de la Plata e da plataforma continental interna adjacente permitiu observar a presença de três tipos diferentes de agrupamentos. Para o primeiro agrupamento, onde foram considerados os parâmetros estatísticos categorizados sem incluir a profundidade e com distância de corte do dendrograma $d_{ij}=10$, foi possível distinguir cinco grupos de sedimentos diferentes: 1. lama arenosa; 2. areias; 3. cascalho arenoso; 4. lamas e lamas arenosas e 5. argila siltosa. No segundo agrupamento, além dos parâmetros estatísticos, foi também considerada a profundidade, obtendo-se a seguinte classificação dos sedimentos: 1. sedimentos de zonas costeiras até a isóbata de -20m; 2. sedimentos de zonas rasas entre - 20 e - 30m; 3. sedimentos de zonas intermediárias entre - 30 e -55m; 4. sedimentos de plataforma interna entre -55 e -70m e 5. sedimentos transicionais em profundidades superiores a - 70m. Para o terceiro agrupamento, foram utilizados somente os parâmetros estatísticos, diminuindo a distância do corte do dendrograma para $d_{ij}=5$. Foram identificados 7 grupos: 1. siltes finos e argilas com areias, 2. areias finas lamosas, 3. areias médias ou grossas, 4. areias finas e muito finas, 5. cascalho arenoso, 6. siltes e 7. argila siltosa. A aplicação da análise de agrupamento hierárquico sobre os parâmetros texturais, sem considerar a profundidade, permitiram diferenciar os principais mecanismos deposicionais e de transporte que atuaram para gerar os depósitos dos sedimentos superficiais de fundo na área em estudo, bem como definir a presença dos mesmos, produzidos por processos diferentes dos atuais.

INTRODUÇÃO

A análise de agrupamento é uma técnica estatística multivariada que utiliza a similaridade entre indivíduos para classificá-los hierarquicamente em grupos, mais ou menos homogêneos, considerando-se simultaneamente todas as variáveis para cada indivíduo. Geralmente a técnica fornece uma solução não analítica do problema. A técnica é uma alternativa de classificação ou procedimento de classificação (Sneath & Sokal, 1973) os quais são agrupados em quatro tipos gerais. 1. *Método da divisão* que opera com observações multivariadas. 2. *Método das origens arbitrárias*, que opera sobre a similaridade entre as observações e os pontos de partida. 3. *Similaridade recíproca*, procedimento que agrupa todas as observações que apresentam similaridade com outras observações. e 4. *Agrupamento hierárquico*, o qual combina as observações mais semelhantes, em sucessivas conexões dos mais próximos elementos observados.

Os primeiros trabalhos sobre a aplicação do método de agrupamento em sedimentologia foram desenvolvidos por Bonham-Carter (1965), procurando um método numérico para classificação de fácies calcárias a partir de dados quali-

tativos e semiquantitativos, baseado nos trabalhos de Sokal (1961) e de Imbrie (1963).

Usando dados de sedimentos superficiais da plataforma continental adjacente às Bahamas, Parks (1966) desenvolveu estudos de agrupamentos procurando descrever as relações entre as variáveis (*modo-R*) e as relações ente as amostras (*modo-Q*), construindo principalmente árvores hierárquicas de coeficientes de correlação (+ 1 ou -1). O autor comparou os resultados com os obtidos por Imbrie & Purdy (1961) onde se aplicou a análise fatorial *modo-Q*, chegando a uma solução semelhante a dos autores citados para classificar os sedimentos.

Com o objetivo de aproveitar ao máximo a informação sobre dados para otimização na classificação de paleoambientes, Park (1974) analisou amostras contendo foraminíferos que permitiram a classificação da margem e sopé continental adjacente ao Cabo Hatteras. Além disso, o mesmo autor aplicou o método sobre registros fósseis das montanhas Catskill em Nova Iorque, de idade devoniana, classificando sete litotipos de paleoambientes.

Ambientes deposicionais nas baías de Great South e South Oyster em Nova Iorque foram compartimentadas em

fácies sedimentares a partir da aplicação de análise de agrupamentos desenvolvidas por Ali El-Sayed, *et al.* (1976). Os autores aplicaram agrupamentos *modo-R* sobre as classes granulométricas expressadas em unidade *Phi*, assim como agrupamento *modo-Q* considerando os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), caracterizando assim as fácies sedimentares e sua interação com a hidrodinâmica local.

Outros trabalhos têm sido realizados sobre separação de fácies sedimentares mediante a aplicação de análise de agrupamento como o desenvolvido no campo petrolífero de Greater Burgau no Kuwait por Khaiwka, Ali El-Sayed & Al-Shamlan (1981) através da análise de testemunhos; assim como por Doyle & Feldhausen (1981) sobre sedimentos superficiais de fundo no leste do Golfo do México.

No Brasil o método de agrupamento através do *modo-Q* e *modo-R* tem ampla aplicação no campo das biociências. Nas geociências, recentemente foi aplicado o método na área de geoquímica, por Moura (1985) na classificação e agrupamento de solos a partir da rocha fonte na Província de Carajás no Pará.

Descrição do agrupamento hierárquico

A técnica de agrupamento hierárquico é a mais aplicada em estudos no campo das geociências, provavelmente em função da sua origem, para ser aplicada em associações de taxonomia numérica sobre fósseis (Davies, 1986).

Cada objeto amostral, num total de n (amostras), apresenta um número m de medidas. Desta forma os dados são agrupados numa matriz de dados com a forma $n \times m$. Através das características que as m variáveis apresentam, são computadas as semelhanças ou similaridades entre os pares de objetos (amostras). Assim, na Tabela 1 foram organizados os dados correspondentes às amostras de sedimentos superficiais do fundo do Rio de la Plata e plataforma continental adjacente.

As medidas do grau de similaridade normalmente mais utilizadas são a medida de distância euclidiana e o coeficiente de correlação de Pearson.

O coeficiente de distância euclidiana d_{ij} , entre dois objetos i e j é dado pela seguinte equação:

$$d_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}{m}}$$

onde x_{ik} define as m variáveis medidas para o objeto i e x_{jk} as m variáveis medidas para o objeto j , sendo m o número de variáveis medidas por amostra, e d_{ij} a distância entre as amostras i e j . Uma distância pequena entre duas amostras, implica na similaridade ou na "proximidade" das mesmas; uma distância elevada indica dissimilaridade.

A computação das medidas de similaridade entre todos os possíveis pares de amostras resulta numa matriz simétrica $n \times n$, sendo que o coeficiente d_{ij} da matriz proporciona a similaridade entre duas amostras i e j . O passo seguinte é o arranjo das amostras em função da hierarquia superior de similaridade que apresentam entre as mesmas. Assim são associadas a partir da construção de um dendrograma ou diagrama em árvore que caracteriza a semelhança apresentada pelas amostras nos agrupamentos.

Esta é uma forma eficiente de visualizar as relações existentes entre as amostras, principalmente quando o número

de variáveis e de amostras é elevado.

Muitas medidas têm sido propostas, mas duas têm sido usadas: o coeficiente de correlação e o coeficiente de distância; ambos podem ser transformados entre si.

No presente trabalho, com o uso de programa do SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), foi aplicado o coeficiente de distância euclidiana (d_{ij}), tendo como principal vantagem sobre o coeficiente de correlação, a possibilidade de produzir dendrogramas mais efetivos para separar as amostras com maior dissimilaridade, além de indicar boa similaridade em amostras de distância pequena, sendo que as distâncias observadas no dendrograma são aproximadamente proporcionais ao grau de similaridade e dissimilaridade que as amostras apresentam a partir das variáveis analisadas.

Em resumo, a análise de agrupamento permite uma visualização e classificação direta das amostras de forma relativamente simples, caracterizando uma forma eficiente de separar os grupos de amostras para descrever suas propriedades e comportamento possibilitando, assim, o desenvolvimento de outras análises mais detalhadas.

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Distribuição dos sedimentos superficiais de fundo

As classes texturais encontradas nas análises dos sedimentos superficiais de fundo do Rio de la Plata exterior e a plataforma continental interna e média adjacente, correspondentes a 239 pontos de amostragem superficial (Fig. 1) foram plotados em dois diagramas triangulares de Shepard (1954), nos quais foram considerados separadamente os sedimentos com presença e ausência de partículas bioclásticas. Os resultados obtidos, derivados da análise granulométrica e dos diagramas triangulares, permitiram construir uma Carta de Fácies Texturais (Fig. 2) na qual podem ser observados treze grupos texturais diferentes, que recobrem a área exterior do Rio de la Plata e a plataforma continental interna e média adjacente e que correspondem a seguinte distribuição.

Diagrama Triangular	Fácies Textural
Areia-Silte-Argila	Areia
	Areia siltosa
	Areia argilosa
	Silte arenoso
	Argila arenosa
	Silte
	Silte argiloso
Casalho-Areia-Lama	Argila siltosa
	Areia-silte-argila
	Areia
	Areia cascalhosa
	Cascalho arenoso
	Areia lamosa

Em geral as areias ocupam duas áreas, uma ao norte dos Poços de Lama contra a costa oceânica uruguaia, desde as proximidades de Punta del Este, com uma breve descontinuidade produzida pela presença de sedimentos mais finos na área frontal à La Paloma. A área mais extensa corresponde aos

Nº Am.	Latitude	Longitude	Mz	DP	Sk ₁	Kg	Prof.	Cla. Areias	Texturais Lamas
157	35°45'5	56°22'5	2.38	0.47	0.03	1.16	13	6	
158	35°49'5	56°30'5	2.73	0.89	0.37	1.08	15	1	
159	35°54'3	56°41'0	1.81	2.35	-0.41	1.52	12	2	
160	35°54'0	56°14'5	1.70	0.74	-0.13	1.01	15	5	
161	35°41'2	56°04'5	2.17	0.49	-0.09	1.46	14	6	
162	35°40'0	55°42'0	2.31	0.42	0.01	1.22	15	6	
163	35°30'0	55°38'5	1.61	0.67	0.09	1.04	14	5	
164	35°24'0	55°30'0	2.36	0.82	-0.33	2.10	15	3	
165	35°15'0	55°18'0	2.39	0.50	0.00	1.43	17	6	
166	35°08'0	55°08'0	5.85	1.88	0.30	0.56	21		4
167	35°04'0	55°07'0	6.23	2.45	0.40	0.93	27		3
168	35°04'0	55°17'0	5.50	1.71	0.31	0.74	23		3
169	35°04'0	55°22'5	6.07	1.72	0.27	0.70	21		4
170	36°19'2	56°29'0	2.14	0.43	0.11	1.18	15	6	
171	36°07'9	56°16'0	2.58	0.50	-0.27	1.38	20	6	
172	36°59'7	56°27'0	4.95	1.01	0.50	1.47	8		2
173	35°07'6	56°37'0	5.77	1.11	0.20	1.31	7		2
174	35°14'4	56°49'0	5.61	0.96	0.21	2.50	7		2
175	35°15'5	56°36'5	5.78	1.43	0.42	1.71	7		2
176	35°17'2	56°35'3	5.15	0.95	0.15	1.57	10		2
177	35°04'0	56°07'0	4.54	1.65	0.17	1.10	11		1
178	35°02'0	55°43'2	5.77	1.14	0.28	1.84	12		2
179	35°53'0	56°03'8	2.37	0.52	-0.24	0.96	15	6	
180	35°35'0	55°45'9	0.24	1.74	-0.22	0.56	15	2	
181	35°02'0	56°03'8	5.42	2.41	0.02	1.40	9		1
182	35°02'8	55°12'0	4.40	1.47	0.61	1.20	27		3
183	35°15'0	54°54'0	2.78	0.48	-0.01	0.87	27	6	
184	34°55'0	56°36'0	5.08	1.33	0.36	1.88	7		2
185	35°02'0	56°26'0	5.24	1.32	0.14	0.89	7		4
186	35°08'0	56°37'0	5.56	1.79	0.25	0.99	7		2
187	35°10'5	56°59'5	5.30	1.74	0.58	0.84	9		3
188	35°13'0	56°38'0	5.41	1.80	0.34	1.10	7		3
189	35°33'4	56°41'0	4.72	0.92	0.22	0.89	10		4
190	35°24'9	56°32'0	5.06	1.32	0.27	1.32	11		2
191	35°13'5	56°18'0	5.34	1.46	0.21	1.20	7		2
192	35°03'0	56°06'0	5.15	1.32	0.17	1.29	8		2
193	34°59'0	54°42'5	5.79	2.37	0.54	0.85	28		3
194	35°03'0	54°39'1	6.00	2.04	0.39	0.72	37		3
195	35°08'0	54°35'8	5.89	2.20	0.37	0.66	40		3
196	34°41'3	54°08'0	5.99	2.07	0.24	0.74	23		3
197	34°50'0	54°02'0	6.39	2.57	0.53	0.87	50		3
198	34°54'2	53°59'7	5.52	1.48	0.50	1.17	35		2
199	35°02'6	55°44'5	5.53	1.81	0.24	0.87	12		4

Tabela 1 - Posição geográfica, parâmetros estatísticos (Folk & Ward, 1957), profundidade e classes texturais obtidas a partir da análise de agrupamentos. Nº Am. = número da amostra; Mz = média; DP = desvio padrão; Sk₁ = assimetria; Kg = curtose; Prof. = profundidade.

depósitos que recobrem a zona externa do Rio de la Plata adjacente à plataforma continental interna e média, abrangendo até a plataforma continental norte da Argentina. Na direção norte desta zona de maior extensão das texturas arenosas, se observou o estreitamento à medida que as areias se aproximam dos poços de lama, onde os mesmos começam a ocupar a plataforma continental média ao norte da plataforma uruguaia e sul-brasileira.

As areias correspondentes a ambos os triângulos foram mapeadas separadamente. Foram denominadas areias detríticas as incluídas no primeiro grupo por estarem vinculadas principalmente a sedimentos de origem terrígena e areias bioclásticas, as do segundo grupo por estarem vinculadas com depósitos de concheiros.

As areias depositadas no setor norte da área de estudo são heterogêneas, com padrão dominante das areias detríticas, com presença de depósitos de areias bioclásticas, areia cascalhosa e cascalho arenoso. Os depósitos de areia cascalhosa e cascalho arenoso coincidem com os bancos desenvolvidos nessa região (Fig. 2). Também são observadas três faixas de areias bioclásticas paralelas à linha de costa uruguaia oceâni-

ca atual.

No setor sul, as areias apresentam-se distribuídas em feições homogêneas, caracterizando-se pela compartimentação de fácies. Desde a porção sul da área de estudo as areias bioclásticas abrangem a plataforma interna e média, prolongando-se em direção ao setor norte, através de uma faixa paralela à linha de costa atual, principalmente na plataforma continental média, assim como na zona central da plataforma continental interna adjacente à desembocadura do Rio de la Plata, limitando com as areias detríticas que cobrem a área externa neste local. As areias detríticas que ocupam este setor prolongam-se paralelo à linha de costa atual até a plataforma continental média, bordejando os sedimentos finos, através de uma zona estreita que varia de 25 a 90 km de largura, e que atinge a plataforma continental média na porção norte, onde também se observa a distribuição longitudinal destas areias ocupando a parte exterior da área de estudo (Fig. 2).

Na zona onde existe a maior cobertura das texturas de areias bioclásticas são observáveis depósitos de areias cascalhosas, formando alinhamentos os quais, muitas das vezes, são coincidentes com a presença de bancos. Esta zona de areias bioclásticas, as quais aparentemente teriam uma dispersão desde a zona sul, se estendem ao longo da plataforma interna e média no setor sul, e infletem para a desembocadura do Rio de la Plata, na porção centro norte do mesmo, estreitando-se a partir desse local, abrangendo uma faixa restrita da plataforma interna e a maior parte da plataforma média no limite exterior da área em consideração (Fig. 2).

O alinhamento geral na plataforma continental média, das texturas correspondentes às areias bioclásticas, é paralelo à linha de costa atual da Província de Buenos Aires frontal à Punta Medanos e oceânica uruguaia e sul brasileira. Estes sedimentos ficam limitados na zona externa e interna pelas areias detríticas, as quais recobrem a superfície do fundo frontal ao Rio de la Plata exterior assim como a porção externa da zona de estudo, sendo que ambos os setores são comunicados pela presença de estreito depósito que limita ao sul com as texturas mais finas (Fig. 2).

As fácies texturais correspondentes às areias detríticas ocupam três setores diferentes, mas pode-se verificar que existe uma marcada continuidade das mesmas nas adjacências do canal norte no Rio de la Plata e dos Poços de Lama. O primeiro setor abrange a área externa do Rio de la Plata exterior e a plataforma continental interna adjacente ao norte da Província de Buenos Aires. Observou-se que a maior extensão destas areias encontram-se na zona sul da desembocadura do Rio de la Plata e na plataforma continental interna adjacente; a partir da zona norte existe um estreitamento destas texturas o qual se prolonga até as proximidades do Banco Inglês onde uma pequena faixa paralela à costa atual permite a continuidade com o segundo setor.

O Banco La Plata apresenta basicamente uma cobertura de areias detríticas cuja largura é aproximadamente 50 km ao sul e 120 km ao norte, destacando a presença de um lençol de 8 km de largura por 30 km de comprimento, o qual ingressa nas areias bioclásticas com a orientação NNW-SSE, prolongando-se em direção à plataforma média. Neste segundo setor existe um alinhamento das areias bioclásticas que ocupam um sistema de bancos com orientação geral N30E os quais estão localizados nas proximidades da zona interior. Ao norte existe uma faixa arenosa estreita que atua como conexão entre os

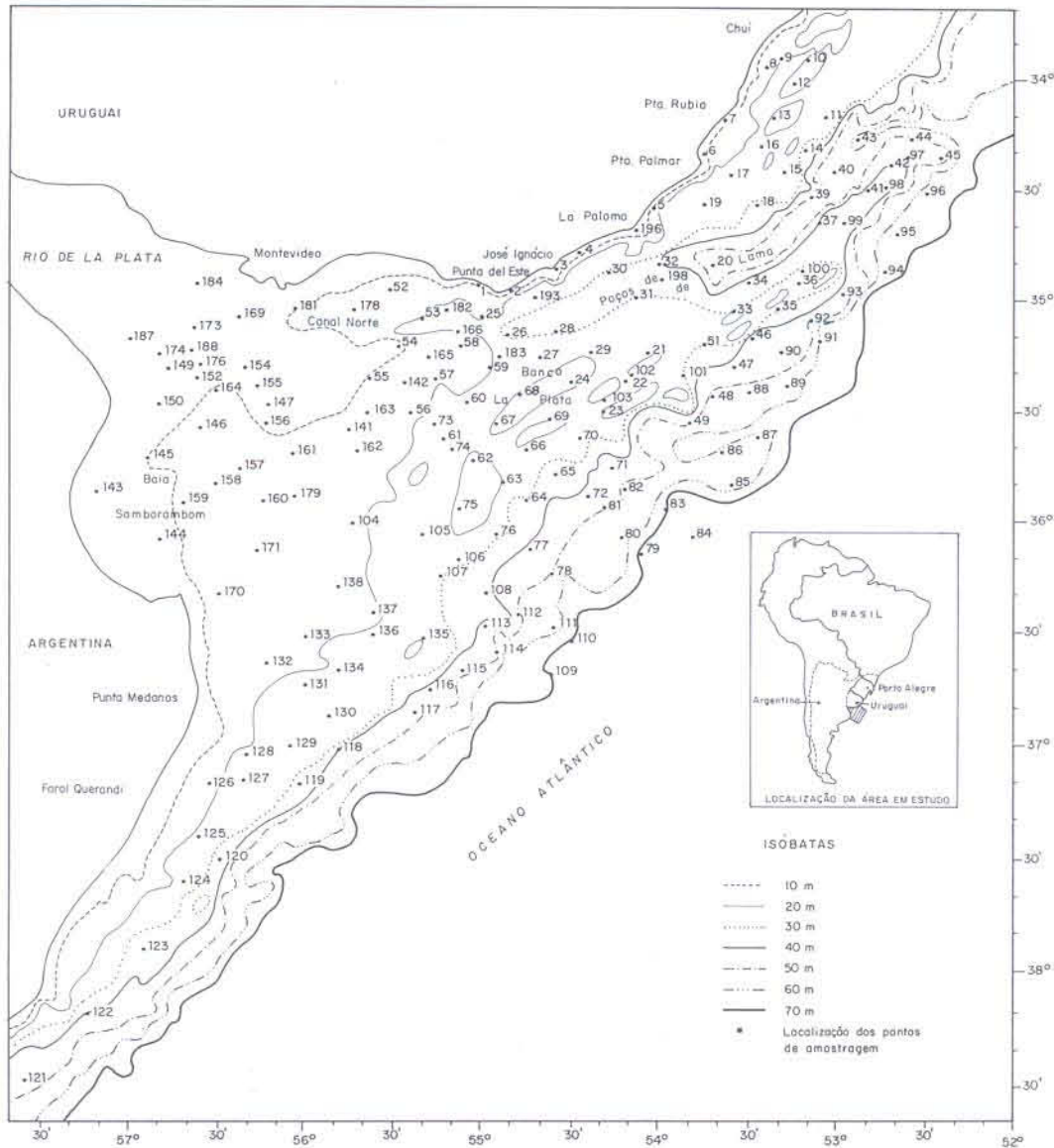


Figura 1 - Mapa batimétrico de localização da área de estudo e das estações de amostragem. Os números indicam a estação correspondente de obtenção de amostras de sedimentos.

depósitos do Banco La Plata e os que recobrem a área externa do presente estudo.

A distribuição das areias detríticas no terceiro setor é quase uniforme, a partir de uma distância de aproximadamente 105 km da linha da costa atual no setor norte e sul, podendo atingir distâncias de até mais de 120 km com relação à linha de costa atual, dependendo das margens côncavas e convexas observadas através do limite com as areias bioclásticas ao longo de aproximadamente 420 km de contatos das areias. Três feições são interessantes de ressaltar, duas associadas a uma maior penetração das texturas de areias detríticas no setor interior à altura dos 36° e 37° aproximadamente de latitude sul, e a terceira derivada da presença de depósitos de areias cascalhosas associadas à última feição citada (Fig. 2).

As fácies texturais de areias cascalhosas geralmente apresentam uma distribuição em locais dispersos, caracterizados pelos alinhamentos dos mesmos. Sua maior distribuição ocorre ao sul do setor ocupado pelas areias bioclásticas, apresentando um alinhamento de mais de 75 km de comprimento com direção geral N15E, frontal à Punta Medanos; nas proximidades do mesmo e mais perto da costa e do limite das areias detríticas se observa a distribuição de areia cascalhosa numa faixa de aproximadamente 20 km de comprimento e

paralela à anterior.

No limite exterior do Rio de la Plata observaram-se três localidades com a presença de areia cascalhosa, uma no setor das areias detríticas e as outras duas nas areias bioclásticas, as quais apresentam orientação geral N25E.

Mais dispersos que nas outras localidades, foram observados cinco pontos de distribuição de areia cascalhosa no setor central e norte exterior das areias bioclásticas. Estes depósitos apresentam, no geral, uma orientação SW-NE.

As fácies areia siltosa ocupam uma faixa paralela às areias detríticas na porção média do Rio de la Plata exterior, desde as proximidades da Baía de Samborombom até o Banco Inglês. Também são observáveis depósitos correspondentes a estas texturas nas proximidades da costa uruguaia entre Piriapolis e Punta del Este e na margem norte dos Poços de Lama a partir dos 34°50' de latitude sul. Esta areia siltosa, possivelmente seja o produto da deposição da mistura do silte transportado pelos principais afluentes da Bacia do Rio de la Plata o qual cobre as areias basais depositadas em períodos regressivos do nível do mar; assim como bordejando o canal norte e os poços de lama, misturando-se nas margens do mesmo com areias de provável origem fluvial.

São observadas as texturas silto-arenosas na área sul do

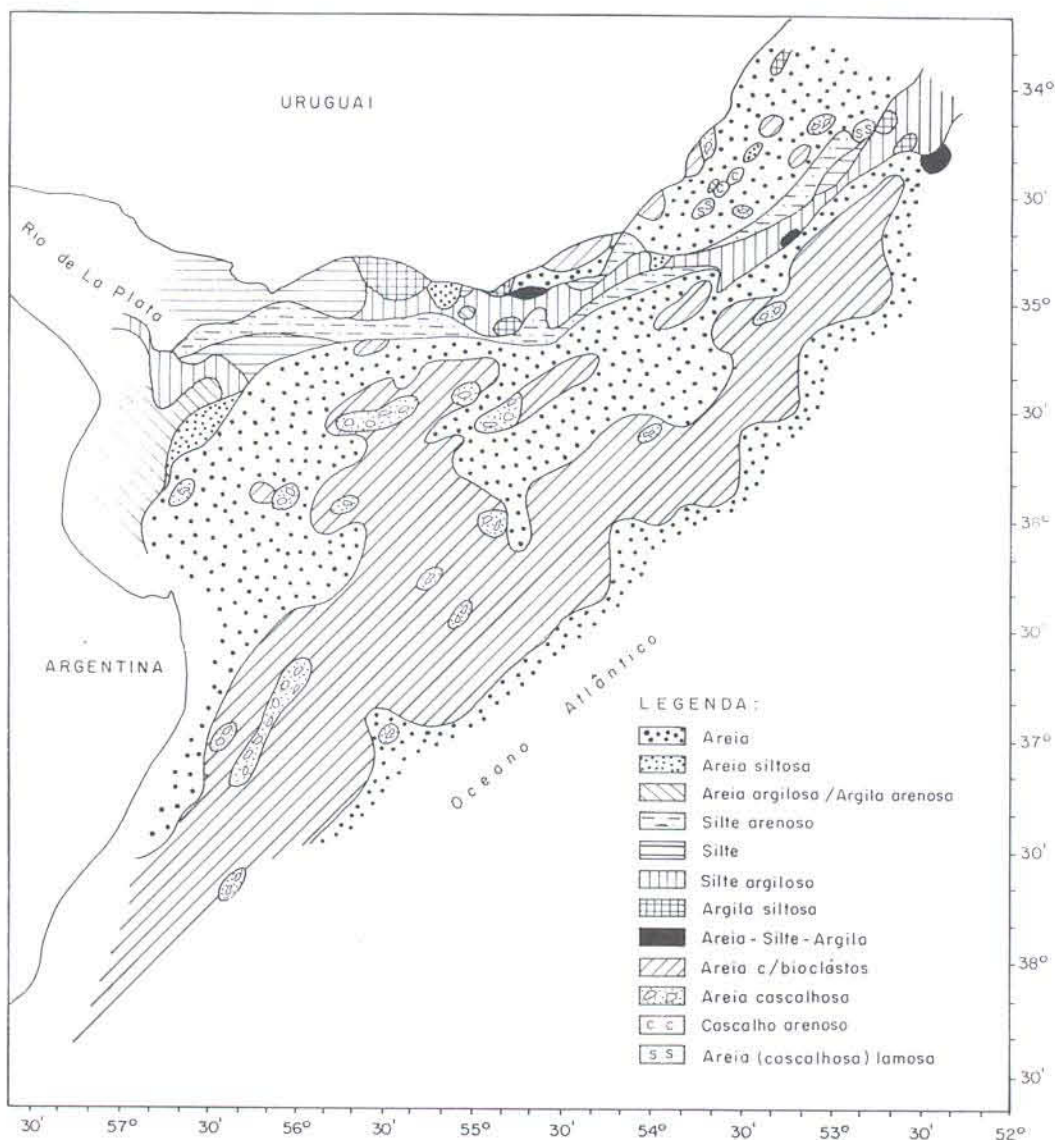


Figura 2 - Mapa de distribuição das fácies texturais dos sedimentos superficiais de fundo, aplicando os triângulos de Shepard (1954).

Rio de la Plata exterior, ocupando a maior parte da Baía de Samborombom, assim como em duas faixas irregulares que acompanham o canal norte do Rio de la Plata na sua porção sul, até a cabeceira dos Poços de Lama e na porção norte destes últimos até aproximadamente os 34°15' de latitude sul. Esta fácies textural, geralmente se caracteriza pela transicionalidade entre as texturas de areias detríticas e silte observadas apresentando maior extensão nas proximidades de Punta del Este e nas proximidades de La Paloma na costa oceânica. A forma em faixa descontínua, dentro das texturas silte ao sul e sua continuação ao norte, permite considerar o silte arenoso como oriundo do aporte de silte sobre o paleovale do Rio de la Plata e a carga atual produzida pelo sistema durante os períodos de máxima descarga fluvial.

A distribuição da fácies textural silte é observada no interior norte do Rio de la Plata atingindo desde sua zona central até a costa uruguaia, assim como alguns locais associados com as texturas mais finas. Nas adjacências da desembocadura do Rio de la Plata, próximo a Punta del Este são observáveis depósitos de silte e nas margens norte dos poços de lama, o silte é oriundo da Bacia do Rio de la Plata e se constitui na principal fonte de sedimentos transportados pelo complexo sistema deltaico estuarino dos rios Paraná e

Uruguai. A mistura deste silte tem caracterizado a presença das texturas de areia siltosa e silte arenoso já descritas.

Entre as fácies texturais de silte, silte arenoso e areia siltosa, observou-se em duas localidades diferentes, a presença de sedimentos silto-argilosos os quais ocupam uma faixa na zona interna da área de estudo, evoluindo na zona externa como um cordão contínuo quase paralelo à linha de costa atual, desde as proximidades do norte do Banco Inglês até o limite norte da área de estudo. Assim, eles cobrem totalmente o canal norte e os poços de lama, caracterizando-se como uma das fácies texturais de aporte mais moderno no sistema em estudo. Possivelmente a mistura de siltes e argilas seja produto da deposição pela perda da competência da descarga fluvial que ingressa na plataforma, assim como por efeitos de floculação e derivado da presença de correntes densas geradas dentro do Rio de la Plata.

Associados ao silte argiloso na zona externa são observados sedimentos argilo-siltosos em locais isolados. O depósito mais extenso fica localizado entre Montevideu e Piriapolis, ao norte do Banco Inglês e bem próximo da costa uruguaia. Este depósito está limitado por três fácies texturais: silte ao oeste, silto-argilosa ao sul e areia siltosa ao leste. Próximo à Punta del Este são observáveis dois locais com sedimentos de

textura argilo-siltosa, o primeiro nas adjacências da costa e o segundo ao sul, prolongando-se até o extremo inferior dos depósitos de silte argiloso e limitando com a fácies silto-arenosa. Outro local onde se pode observar a cobertura argilo-siltosa é nas proximidades do Chui, no setor das areias. Por último, no limite exterior dos poços de lama, entre os 34°05' e 34°20' de latitude sul são observados dois depósitos associados aos de silte argiloso.

Três fácies texturais de sedimentos finos associados com sedimentos arenosos são também observadas na área de estudo: areia argilosa, areia lamosa e argila arenosa. As areias argilosas cobrem a superfície do fundo no limite externo da zona de estudo; limitando com as areias detríticas e o silte argiloso, e nas proximidades do Cabo Polonio ficam em contato com as areias bioclásticas e o cascalho arenoso. A areia lamosa também ocupa a faixa norte das areias e sua distribuição fica restrita a duas localidades, ao sul das proximidades do Cabo Polonio, alinhado com as fácies de areias bioclásticas, cascalho arenoso e areia argilosa e mais ao norte, entre os depósitos de silte arenoso e argila siltosa próximo dos 34°15' de latitude sul. Por último os sedimentos argilo-arenosos são localizados ao sul de Punta del Este, onde são importantes os depósitos de silte arenoso.

As fácies texturais de areia-silte-argila são associadas geralmente aos sedimentos silto-argilosos nas zonas de contato com as areias, mas caracterizando-se os mesmos pela sua distribuição em locais distantes entre si. O primeiro depósito se localiza ao sul da textura argila siltosa nas proximidades de Punta del Este. Outro local onde são observados estes sedimentos é na zona de maior estreitamento das areias detríticas da porção sul em contato com os sedimentos argilo-siltosos e, da mesma forma, no limite norte aproximadamente aos 34°25' de latitude sul.

Sedimentologia

A distribuição das fácies texturais na plataforma continental adjacente ao Rio de la Plata caracteriza-se pela presença de extensas superfícies de areias, as quais tem-se subdividido em dois grupos: areias detríticas e areias bioclásticas.

As areias detríticas teriam sido depositadas num nível do mar regressivo, provavelmente pela presença de uma rede de drenagem densa, a qual teria se desenvolvido na plataforma continental adjacente atual e, posteriormente, modificadas com a elevação do nível do mar. As texturas arenosas teriam sido mascaradas pela presença das areias bioclásticas, que corresponderiam a processos de transporte litorâneos e marinhos rasos vinculados à elevação do nível do mar.

Na verdade, considerando os dados sobre a incidência normal das ondas no setor da plataforma continental adjacente ao Rio de la Plata (*Proyecto de Conservación y Mejoras de Playas*, 1978), verifica-se que a maior parte das areias foram depositadas pela presença de um agente de transporte de maior energia que os atuantes no presente sobre as mesmas. Este desequilíbrio entre o agente de transporte e o depósito, levou Emery (1968) a classificar os sedimentos das plataformas continentais, que se encontram em desequilíbrio hidrodinâmico, como de sedimentos relíquias.

Em estudos realizados sobre o Rio de la Plata, e analisando os sedimentos arenosos que recobrem o setor exterior do mesmo e suas adjacências, Ottmann & Urien (1966)

fizeram referência a uma origem marinha (areias antigas ou pretéritas e atuais). Urien (1967) referiu a presença de areias na desembocadura do Rio de la Plata e a plataforma continental adjacente de origem marinha, caracterizando as mesmas como de águas rasas, de acordo com os diferentes biótipos que compõem os bioclastos, caracterizando as areias com baixo conteúdo de biogênicos como típicas de praias transgressivas. Outros trabalhos desenvolvidos nesta área por Urien (1972), Urien & Ewing (1974), Urien *et al.* (1978 e 1980b) fazem referência à presença de depósitos de areias que correspondem a restos de formas costeiras abandonadas; geralmente os autores concordam em que o transporte de sedimentos fica restrito à zona mais rasa e em condições hidrodinâmicas definidas. Ayup (1987) estabeleceu relação entre as fácies texturais e a dinâmica sedimentar do Rio de la Plata exterior e a plataforma continental adjacente, caracterizando a presença de areias de caráter relíquia, modernas e palimpsesticas.

Segundo Martins *et al.* (1972a) a plataforma do Rio Grande do Sul e a plataforma externa de Buenos Aires recebem um pequeno aporte sedimentar, caracterizando-se por coberturas de sedimentos relíquias, influenciados pela descarga do Rio de la Plata e a presença de correntes de contorno, que constituiriam os sedimentos palimpésticos. Martins *et al.* (1972b) descreveram as seqüências sedimentares da margem continental sul-rio-grandense, caracterizando a presença de areias até a isóbata de 60 m, assim como uma fácies biodetrítica, as quais abrangem uma faixa entre 20 e 30 m de profundidade, paralela à linha de costa atual, correspondendo a um provável nível praiado pretérito. Outros estudos descrevendo a presença de areias relíquias e palimpésticas na plataforma continental sul-rio-grandense foram desenvolvidos por Martins *et al.* (1967, 1973, 1974, 1978 e 1985), Martins & Coutinho (1981), Corrêa & Abreu (1984) e Corrêa (1987 e 1990).

Os estudos desenvolvidos por Figueiredo Jr. (1975), caracterizam a presença dos depósitos biodetríticos da plataforma continental interna sul-rio-grandense, como mais relacionados a uma concentração mecânica pelo regime hidráulico da plataforma interna e uma contribuição atual da fauna vivente sobre o fundo, do que por uma concentração em paleoníveis de praia.

Em função da hidrodinâmica atuante na área, principalmente à recorrência de ondas de tempestades e ao nível de energia que as mesmas transferem aos sedimentos na zona de arrebatção, pode-se considerar as areias biodetríticas da região sul-brasileira e uruguaia como correspondentes a depósitos gerados por ondas de tempestade (Figueiredo, Jr. *et al.*, 1982), os quais além de gerar um transporte de sedimentos em direção à costa, desde a zona submersa adjacente, seleciona os mesmos na praia, transportando as partículas detríticas ao longo da linha de rebentação e perpendicular à costa (*long-shore e cross-shore transport*). Estudos desenvolvidos por Watson (1971), Heward (1981), Bracket & Bush (1986) e Snedden *et al.* (1988) em plataformas continentais e linhas de costa submetidas e efeitos de ondas de tempestade, assim como a processos de transporte eólico, permitem estimar que a origem dos depósitos de areia com elevados conteúdos de bioclastos correspondem a antigas linhas de costa.

Com relação à acumulação de bioclastos, caracterizando a presença de depósitos de cascalhos arenosos, areias cascalhosas e areias biodetríticas, evidentemente deveria ser

o resultado de três processos: alta produção de conchas, baixo aporte de sedimentos terrígenos e seleção dos bioclastos pela presença de um agente de transporte. Na atualidade, observações feitas em praias refletivas por Wright & Short (1984) e Calliari & Klein (1993), têm mostrado perfis de praia de forte declividade, os quais se caracterizam pela presença de marcas do nível da maré e da ação da onda (esta formando degraus e falésias erosivas), os quais são resultantes da transferência de energia exercida sobre os sedimentos arenosos com bioclastos, sendo possível apreciar acumulações de bioclastos nos diferentes níveis de avanço da linha de costa. Geralmente os níveis são contínuos ao longo da linha de costa (movimento harmônico simples das marés e ondas), permitindo a existência de um lençol amplo de elevada concentração de conchas.

A oscilação do nível de energia pela variação das marés e incidência das ondas, transferido aos sedimentos na zona de arrebatamento, permite observar níveis gradacionais de materiais com maior tamanho ou maior densidade. A presença do vento como agente de transporte, atuando sobre os sedimentos na zona de praia, permitirá a deflação e seccionamento das partículas arenosas, gerando dunas e planícies arenosas na direção do continente. Se se considerar um nível do mar mais baixo e condições climáticas diferente das atuais, (mais frio e seco), a intensidade e frequência do vento seriam teoricamente maiores que as atuais e haveria, conseqüentemente, um aumento no transporte de sedimentos arenosos ao longo e através dos paleoníveis de costa. O desenvolvimento de ondas de tempestade (Figueiredo Jr. *et al.*, 1982) então acompanharia concomitantemente a evolução deste processo. As barras costeiras então evoluiriam, gerando uma acumulação significativa de sedimentos, acelerando a geração de ilhas de barreiras, originando lagunas costeiras e provavelmente uma rede de drenagem dispersa associadas às mesmas. O próprio vento ajudaria a colmatação das lagunas costeiras existentes. Dependendo da velocidade do processo transgressivo posterior, mais lento ou rápido, a redistribuição dos sedimentos e a cobertura da maior parte das feições relíquias serão modificadas ou recobertas.

Entre os corpos arenosos da plataforma continental norte e sul em estudo, se observa a presença dos depósitos correspondentes ao canal oriundo do Rio de la Plata, o qual apresenta uma variação de fácies texturais típicas de ambiente fluvial, deltaico e fluvio-marinho. Segundo Urien (1967) os sedimentos depositados nos poços de lama são oriundos da descarga do Rio de la Plata, e corresponderiam a um ambiente marinho de plataforma rasa. Trabalhos desenvolvidos por Martins *et al.* (1972b e 1974) destacam a presença de sedimentos areno-lamíticos e lamas com pouca areia, na plataforma sul-rio-grandense, os quais são oriundos do Rio de la Plata, e conhecidos como fácies platina.

Análise de Agrupamento

Embora os resultados texturais sejam importantes para descrever características ambientais, assim como permitir relacionar as mesmas com os diferentes agentes de transporte que atuaram na área, não podem ser considerados como elementos-guia para definir e separar sedimentos com propriedades semelhantes e com pequenas variações ambientais. Evidentemente, que eles são uma ferramenta fundamental, e que até o presente têm-se apresentado como muito importan-

tes para relacionar o depósito com o provável ambiente de sedimentação.

A utilização dos parâmetros texturais (Folk & Ward, 1957) considerados isoladamente, permitem, de um modo ou outro, caracterizar a distribuição das fácies e explica, em parte, a presença de condições ambientais que atuaram para gerar os depósitos dos sedimentos superficiais de fundo na área. Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos procurando estabelecer a importância de cada um dos parâmetros estatísticos, ou a combinação em diagramas de dispersão dos mesmos, visando definir condições relacionadas com agentes de transporte, tipo de regime de fluxo e ambiente deposicional.

Como exemplo de trabalhos relacionados à distinção de sedimentos depositados em ambientes litorâneos e marinhos adjacentes, pode-se citar os trabalhos de Inman (1952 e 1953) e Inman & Chamberlain (1955). Os parâmetros estatísticos após terem sido modificados por Folk & Ward (1957), permitiram a elaboração de vários trabalhos que vieram facilitar a descrição parcial dos ambientes deposicionais, como os de:

Duane (1964) aplicando o método dos momentos, com ênfase na assimetria sobre os sedimentos da faixa litorânea da Carolina do Norte;

Friedman (1967) que caracterizou a relação existente entre os processos dinâmicos e os parâmetros estatísticos, comparando a distribuição de fácies sedimentares arenosas de ambientes de praia e fluvial;

Chappell (1967) que reconheceu linhas de praia fósseis analisando areias da costa de Nova Zelândia, a partir do uso da assimetria;

Allen (1971) estudando o estuário do Gironde e a plataforma continental adjacente, relacionou os parâmetros estatísticos dos sedimentos com os padrões de correntes;

Buller & McManus (1971) que desenvolveram uma revisão dos parâmetros estatísticos, e sua aplicação para o reconhecimento de diferentes ambientes deposicionais;

Spalletti & Mazzoni (1979) que estudaram as areias da costa oceânica da Província de Buenos Aires através da análise dos diferentes parâmetros estatísticos que caracterizam os sedimentos;

McLaren & Bowles (1985) que demonstraram o efeito que o transporte fluvial, deltaico-lacustre e costeiro dos sedimentos, apresentam na distribuição das partículas sedimentares, e como se reflete nos parâmetros estatísticos;

Pouçano (1986) que aplicou os parâmetros estatísticos granulométricos para caracterizar sedimentos quaternários costeiros da costa brasileira;

Mahiques & Furtado (1989) que utilizaram análise de componentes principais comparando os resultados obtidos a partir de diagramas triangulares e parâmetros estatísticos dos sedimentos, na caracterização de sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande (RJ).

Os resultados obtidos nas análises granulométricas dos sedimentos superficiais de fundo do Rio de la Plata e plataforma continental adjacente, que são apresentados na Tabela 1 e localizados na Figura 1, foram aplicados em análise de agrupamentos hierárquicos e, posteriormente, após a separação dos grupos, discriminados através da aplicação de funções discriminantes (Ayup *et al.*, 1992).

Dois tipos de agrupamentos diferentes foram desenvolvidos sobre os dados sedimentológicos, o primeiro através da separação dos grupos categorizando os parâmetros estatísti-

cos de Folk & Ward (1957), separando os intervalos de cada parâmetro como no trabalho original, agrupando os sedimentos pela maior semelhança que apresentavam entre todos os parâmetros envolvidos e o segundo através da relação com a profundidade. Foram usadas as seguintes variáveis: o primeiro percentil (P-1), procurando estabelecer o máximo de energia atuante no meio deposicional, a mediana (Mz), o desvio padrão (DP), a assimetria (SK) e a curtóse (Kg). No primeiro dendrograma de agrupamento, foram considerados cortes diferenciados dos grupos em função da distância euclidiana de similaridade que separava as amostras, obtendo como resultado dois agrupamentos: o primeiro onde ficavam definidos cinco grupos e no segundo, sete grupos. Quando foi aplicada a profundidade como variável, se obteve como resultado cinco grupos. Os resultados obtidos dos agrupamentos, permitiram separar grupos de sedimentos finos e grossos.

A análise de agrupamentos desenvolvido sobre o total de amostras sem considerar a profundidade, através da aplicação dos métodos de distância euclidiana ao quadrado, permitiu desenvolver um primeiro agrupamento das amostras, considerando o valor 10 da medida da distância para realizar o corte no dendrograma (Fig. 3). Nesse caso se observou que existem cinco grupos diferentes de sedimentos os quais correspondem a: 1. Lama arenosa - associadas aos Grupos 4 e 5; 2. Areias - associadas ao Grupo 3; 3. Cascalho arenoso - entre os Grupos 2 e 5; 4. Lamas e lamas arenosas - associadas aos Grupos 1 e 5; 5. Argila siltosa - entre 3 e 1.

Observando a distribuição destes grupos sobre a carta da área de estudo (Fig. 4), constatou-se a presença de sedimentos correspondentes ao Grupo 4 (lamas e lamas arenosas), recobrendo o interior da área de estudo, ou seja, parte do Rio de la Plata médio e da zona adjacente exterior, modificando-se a partir das proximidades de Montevideo para uma faixa de largura variável entre 15 e 50 km, a qual se estende até o NE da área de estudo.

Desde o limite exterior até as proximidades de La Paloma, os sedimentos correspondentes ao Grupo 1 (lamas arenosas) limitam com os sedimentos do Grupo 4, mantendo uma distribuição mais ou menos paralela à linha de costa atual. A partir deste último local os sedimentos considerados dividem duas zonas correspondentes no Grupo 2 (areias), mantendo sempre a orientação paralela à linha de costa. Na plataforma adjacente à desembocadura do Rio de la Plata, ao sul de Punta del Este, são observados depósitos de sedimentos do Grupo 1 sobre a margem sul dos Grupos 4 e limitando também com sedimentos do Grupo 2 (Fig. 4).

Os sedimentos correspondentes ao Grupo 2 (areias) recobrem o Rio de la Plata exterior e a plataforma continental interna e média adjacente ao mesmo desde o sul da faixa de distribuição dos sedimentos do Grupo 4 até o limite sul da área de estudo, assim como uma faixa adjacente à costa oceânica uruguaia desde Punta José Ignacio até o limite norte e entre as faixas dos sedimentos correspondentes aos Grupos 1 e 4 desde as proximidades de La Paloma e na direção da plataforma média (Fig. 4).

Associados aos sedimentos do Grupo 2 são observados na Figura 4, pontos isolados correspondentes a sedimentos do Grupo 3 (cascalho biotetrítico arenoso), tanto no setor norte como no setor sul.

Somente uma amostra correspondeu ao Grupo 5 (argila siltosa) a qual se localiza no setor exterior dos depósitos que

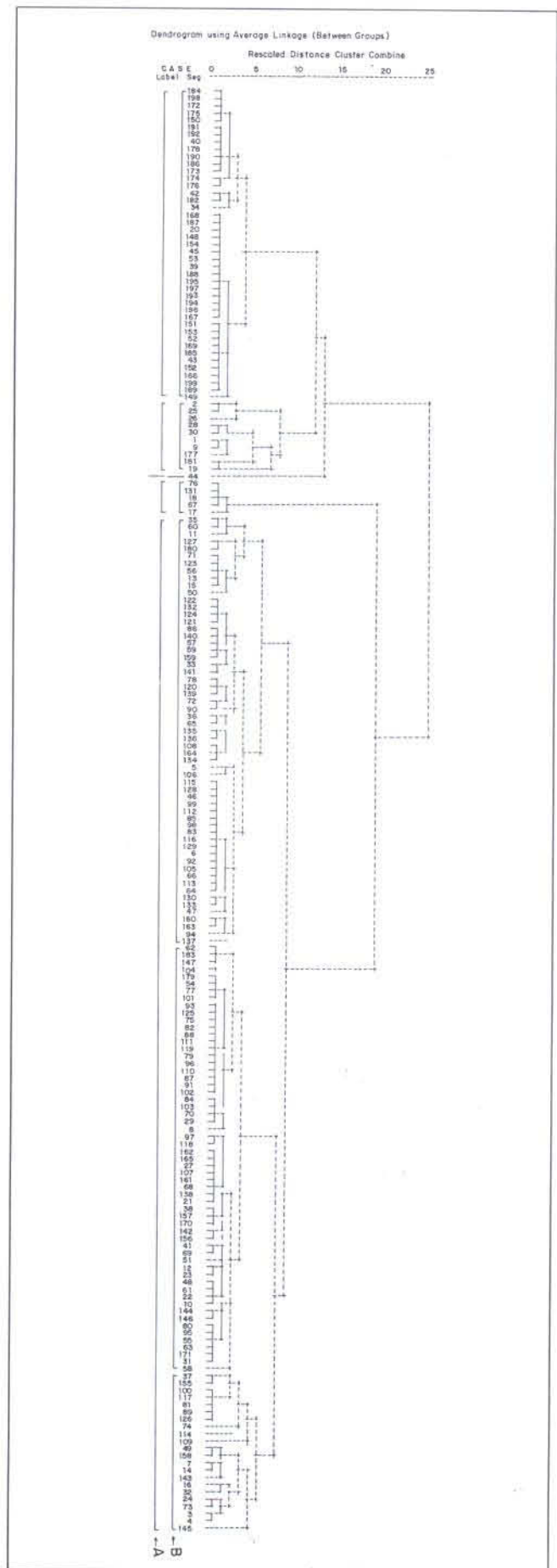


Figura 3 - Árvore hierárquica de agrupamento das variáveis texturais categorizadas das amostras relacionadas na Tabela 1.

A. Corte no dendrograma a $d_{ij} = 10$. Cinco grupos.

B. Corte no dendrograma a $d_{ij} = 8$. Sete grupos.

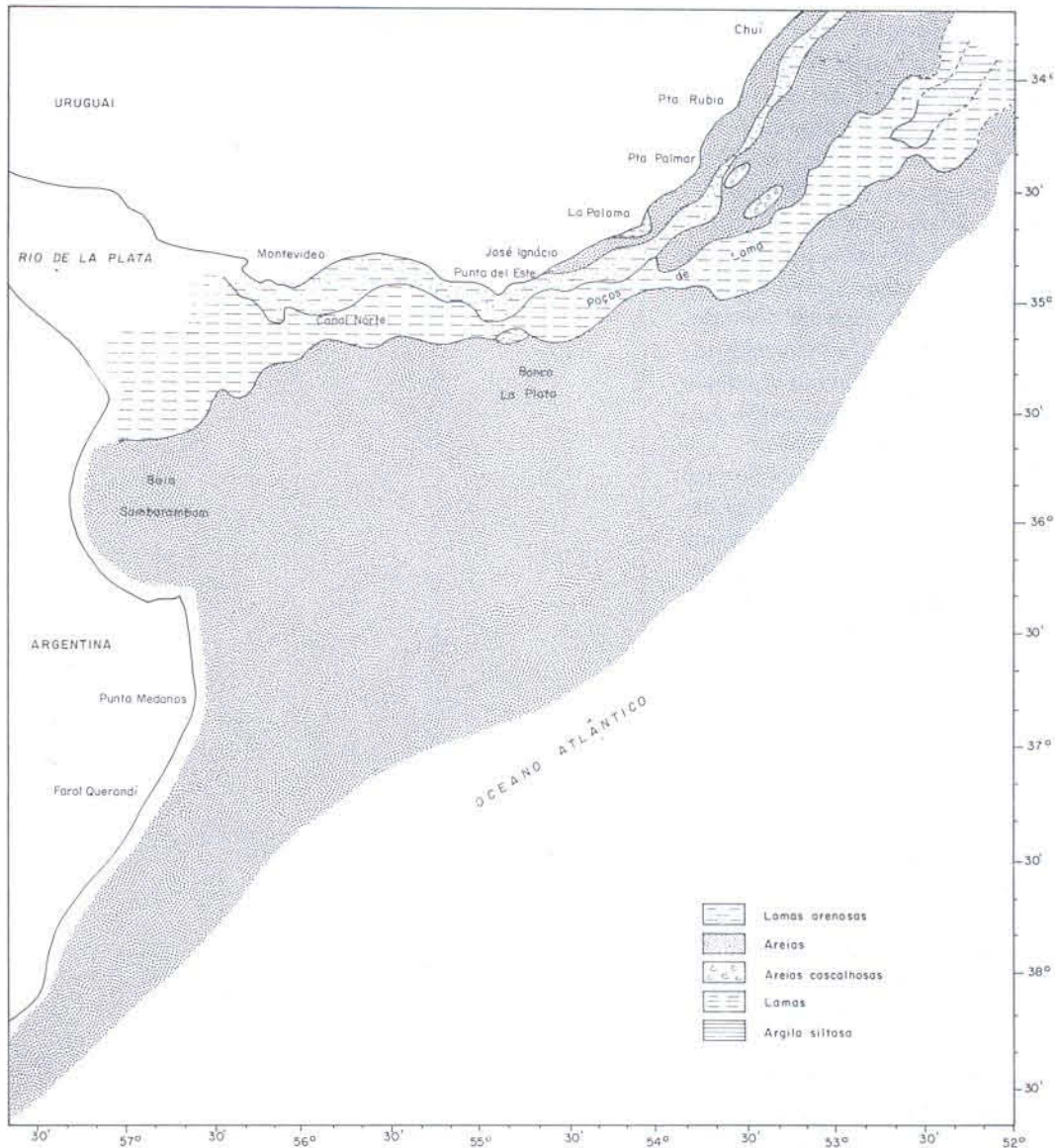


Figura 4 - Distribuição dos sedimentos superficiais de fundo em cinco grupos, a partir da solução encontrada na Figura 3A. Não foi considerada a profundidade.

recobrem os poços de lama.

No segundo agrupamento desenvolvido era considerada, além dos parâmetros estatísticos categorizados, a profundidade. Neste caso usou-se como critério de corte, o mais adequado para obter o mesmo número de grupos encontrados no agrupamento precedente assim o valor da medida de distância correspondeu a 5 (Fig. 5). Este tipo de agrupamento no qual o único elemento não categorizado foi a profundidade, caracterizou-se pela distribuição dos grupos segundo a morfologia do fundo (Fig. 6), ou seja, que os agrupamentos apresentam uma correlação diretamente proporcional à profundidade, independente das composições texturais dos sedimentos.

O Grupo 1 abrange as zonas rasas até a isóbata de -20m, apreciando além de sua distribuição paralela à linha de costa atual e à desembocadura do Rio de la Plata, a presença de bancos alinhados com direção aproximada SW-NE localizados no setor correspondente ao Grupo 2.

O Grupo 2 ocupa zonas com profundidade de -20m até -30m, apresentando uma faixa estreita ao sul, a qual se incrementa em largura ao atingir as adjacências da desembocadura do Rio de la Plata, prolongando-se uma feição ao NE

de aproximadamente 120 km de comprimento e que define o bordo do Banco la Plata. Neste último setor se observa a distribuição dos bancos cujas batimetrias são menores que -20 m. Na seção mais próxima do norte da desembocadura do Rio de la Plata existe uma inflexão na direção ao interior do mesmo caracterizando o Canal Norte, assim como definindo a cabeceira dos Poços de Lama na plataforma adjacente. A partir deste último local, a distribuição dos sedimentos deste grupo é paralela à costa oceânica uruguaia até o limite N da área de estudo.

O Grupo 3, o qual inclui as amostras que se distribuem entre os -30m e -55m com relação ao nível do mar atual, apresentando uma distribuição paralela à linha da costa oceânica atual até aproximadamente 34°30' de latitude sul onde os mesmos são direcionados para a desembocadura do Rio de la Plata, delimitando a maior parte dos poços de lama. A maior largura destes sedimentos, se observa nas adjacências dos bancos alinhados presentes no Grupo 2, chegando a atingir 45 km de largura. Nos poços de lama, a distribuição destes sedimentos ocupa uma área aproximadamente de 4.000 km² (Fig. 6).

O Grupo 4 corresponde aos sedimentos localizados

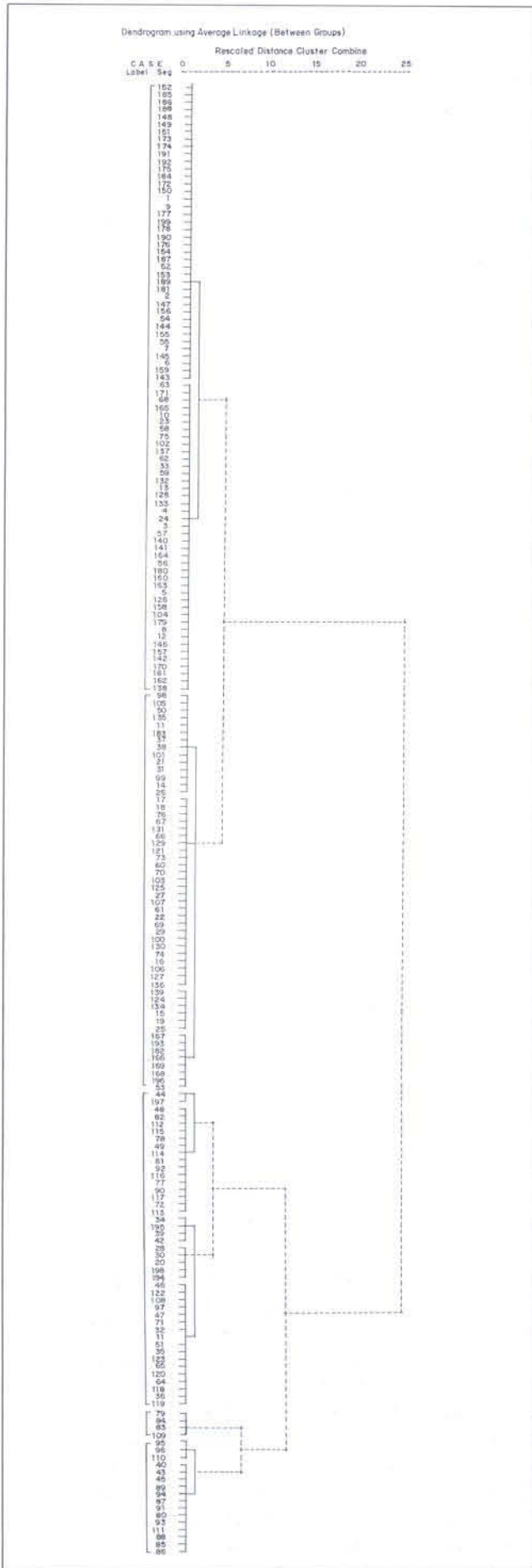


Figura 5 - Árvore hierárquica de agrupamento das variáveis texturais categorizadas das amostras e com a informação da profundidade não categorizada.

entre as isóbatas de 55m até -70m, os quais, como os correspondentes ao grupo anterior, ocupam uma faixa estreita ao sul paralela à linha de costa atual com orientação aproximada SSW-NNE, aumentando sua largura na zona adjacente aos bancos situados ao norte no Grupo 2, continuando-se até as proximidades dos 34°10' de latitude sul.

O Grupo 5 ocupa a zona a partir da isóбата de -70 m cuja característica principal é a continuidade que a mesma apresenta em toda a área de estudo, sem apresentar inflexões com relação aos poços de lama. Uma observação importante são as irregularidades que apresentam no contorno correspondente a isóбата de -55 m nas adjacências da desembocadura do Rio de la Plata, principalmente na zona frontal à distribuição dos bancos no Grupo 2.

Não tendo sido obtidas respostas totalmente satisfatórias com os dois agrupamentos descritos, foi desenvolvido um novo corte no dendrograma correspondente às variáveis categorizadas sem considerar a profundidade (Fig. 3). Esta nova solução foi realizada, porque no primeiro agrupamento conseguiu-se separar as areias como conjunto global sem obter uma diferenciação entre elas, enquanto que o segundo agrupamento estabeleceu setores que foram distribuídos segundo a profundidade, sem diferenciar as características texturais. Desta forma, procurou-se ressaltar as diferenças entre as areias, as quais são fator chave para descrever os processos deposicionais atuantes durante a geração dos depósitos na área de estudo.

O corte no dendrograma foi realizado considerando a medida de distância euclidiana igual a 5 (Fig. 3) obtendo-se, assim, a separação de sete Grupos, sendo um deles, constituído isoladamente pela amostra N°44 coincidente com o primeiro corte. Desta forma observou-se que os seis Grupos restantes apresentam as seguintes características, considerando as variáveis originais.

1. Siltes finos e argilas com areias, de seleção muito pobre e platicúrticos.

2. Areias finas lamosas com assimetria positiva ou muito positiva e areias médias com bioclastos e lama de assimetria negativa.

3. Areias médias ou grossas com assimetria negativa.

4. Areias finas e muito finas de seleção boa aproximadamente simétricas ou com assimetria negativa ou positiva.

5. Cascalho arenoso.

6. Siltes pobremente selecionados com assimetria positiva ou muito positiva.

A distribuição deste agrupamento na área de estudo (Fig. 7) está caracterizada pela presença de uma zona de distribuição ampla de sedimentos correspondentes ao Grupo 6 (siltes pobremente selecionados com assimetrias positivas e muito positivas), os quais cobrem o setor médio e a região adjacente do setor exterior do Rio de la Plata até as proximidades da cabeceira dos Poços de Lama. É importante destacar que a distribuição deste grupo é desenvolvida na zona fluvial assim como no Canal Norte do Rio de la Plata, os Poços de Lama e as regiões adjacentes aos mesmos.

Associados ao Grupo 6 se observa na Figura 7 a presença dos sedimentos do Grupo 1 (siltes e argilas muito pobremente selecionadas e platicúrticas) os quais ocupam uma área central nas proximidades de Montevideo, duas faixas próximas à desembocadura do Rio de la Plata ao norte, localizada contra a costa uruguaia e no interior da zona estuarina e ao sul,

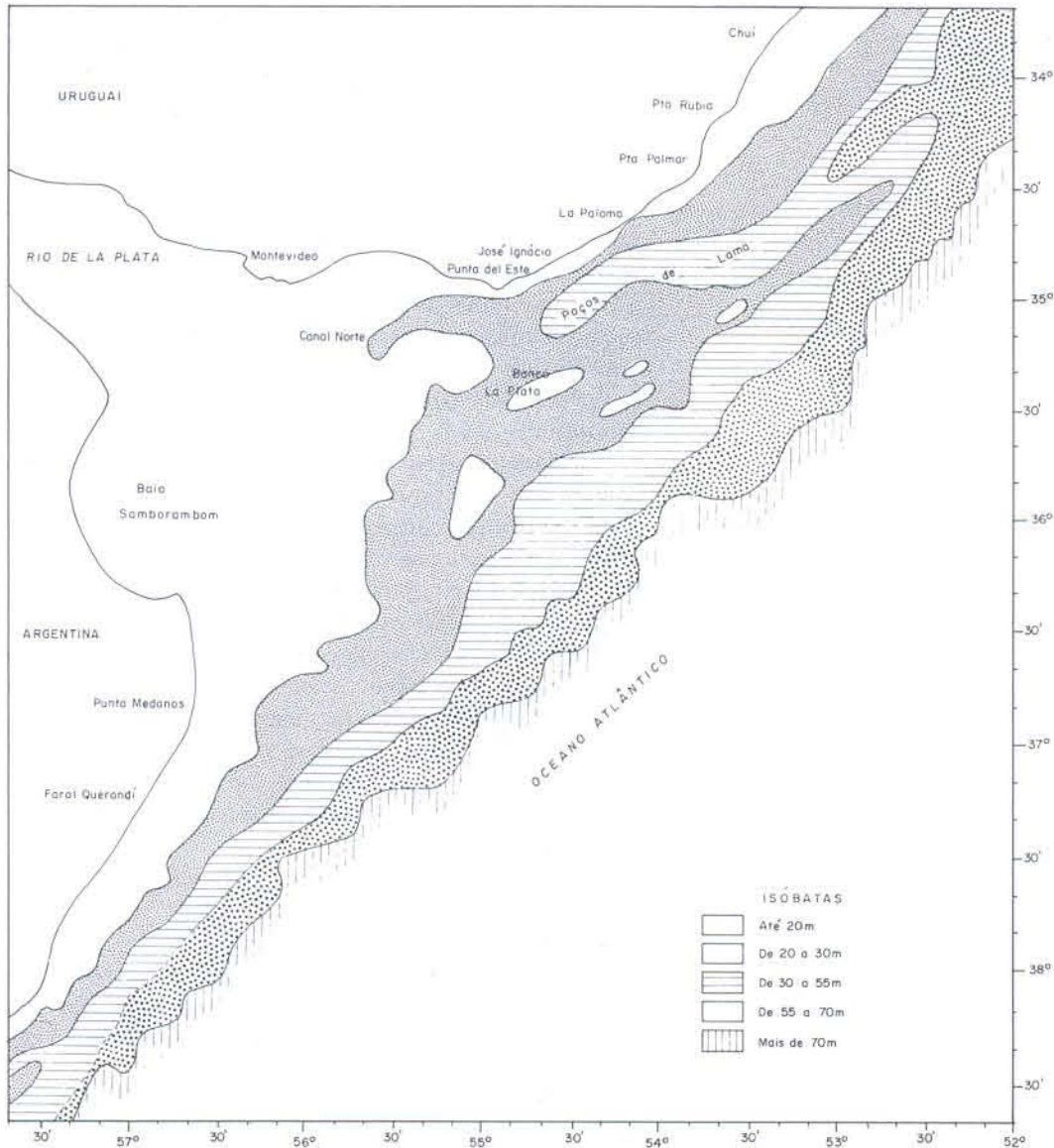


Figura 6 - Mapa mostrando a distribuição dos sedimentos superficiais de fundo agrupados através da solução obtida na Figura 5.

localizada na plataforma adjacente. Na zona mais externa se observam dois depósitos nas adjacências da margem norte dos poços de lama. Por último, existe um local com este tipo de sedimentos nas proximidades do Chui.

Dos grupos correspondentes às areias, se observa na Figura 7 que a distribuição dos mesmos abrange a desembocadura do Rio de la Plata e a plataforma continental interna e média adjacente à região sul dos sedimentos finos, assim como a zona contígua à costa oceânica argentina. Ao norte dos sedimentos finos, na zona contígua à costa oceânica uruguaia se observa uma faixa estreita entre Punta José Ignacio e da Paloma, desde Punta Rubia até o limite NE da área de estudo.

O Grupo 2 (areias finas lamosas e areias médias bioclásticas com lammas) apresenta uma distribuição dispersa em locais com características diferentes. Associados aos sedimentos do Grupo 6 são observados estes sedimentos na zona central e sul do Rio de la Plata exterior, na costa oceânica uruguaia entre Punta del Este e Punta José Ignacio, assim como entre os 53°53' e 53°20' de longitude oeste nas margens norte e dos poços de lama. No setor da costa oceânica uruguaia, onde se localizam as areias, observou-se a presença destas areias ao sul de Punta Palmar. No setor sul, além das areias que ocupam o norte da baía da Samborombom, pôde-se apreciar um conjunto nas adjacências da desembocadura do

Rio de la Plata, com orientação aproximada NNW-SSE, assim como 75 km mais distante na direção da plataforma continental externa e alinhado com o conjunto anterior. Também observou-se a presença destes sedimentos no Banco La Plata e na zona externa da área de estudo adjacentes à desembocadura do Rio de la Plata, ao norte aproximadamente aos 35°30' de latitude sul, a ao sul mais extenso entre os 36°35' e 37° de latitude sul. Por último, adjacente à costa oceânica argentina, observa-se na Figura 7 este grupo de sedimentos localizados ao sul de Punta Médanos.

Os sedimentos correspondentes ao Grupo 3 (areias médias ou grossas com assimetria negativa) têm uma distribuição abrangente. Na área localizada ao sul dos sedimentos finos observa-se duas orientações principais: uma aproximadamente SSW-NNE que geralmente ocupa a plataforma continental interna em parte e média da costa oceânica argentina e que se estende até o limite norte do Banco La Plata, ocupando parte da plataforma interna e média com algumas descontinuidades, e a segunda SSE-NNW que ocupa parte da baía de Samborombom e a zona central do Rio de la Plata e a plataforma continental interna adjacente. Na costa oceânica uruguaia, estes sedimentos recobrem uma faixa, que inicia próximo de Punta Rubia e prolonga-se para o NNE separada da costa em alguns setores pelas areias dos Grupos 2 e 4 (Fig. 7).

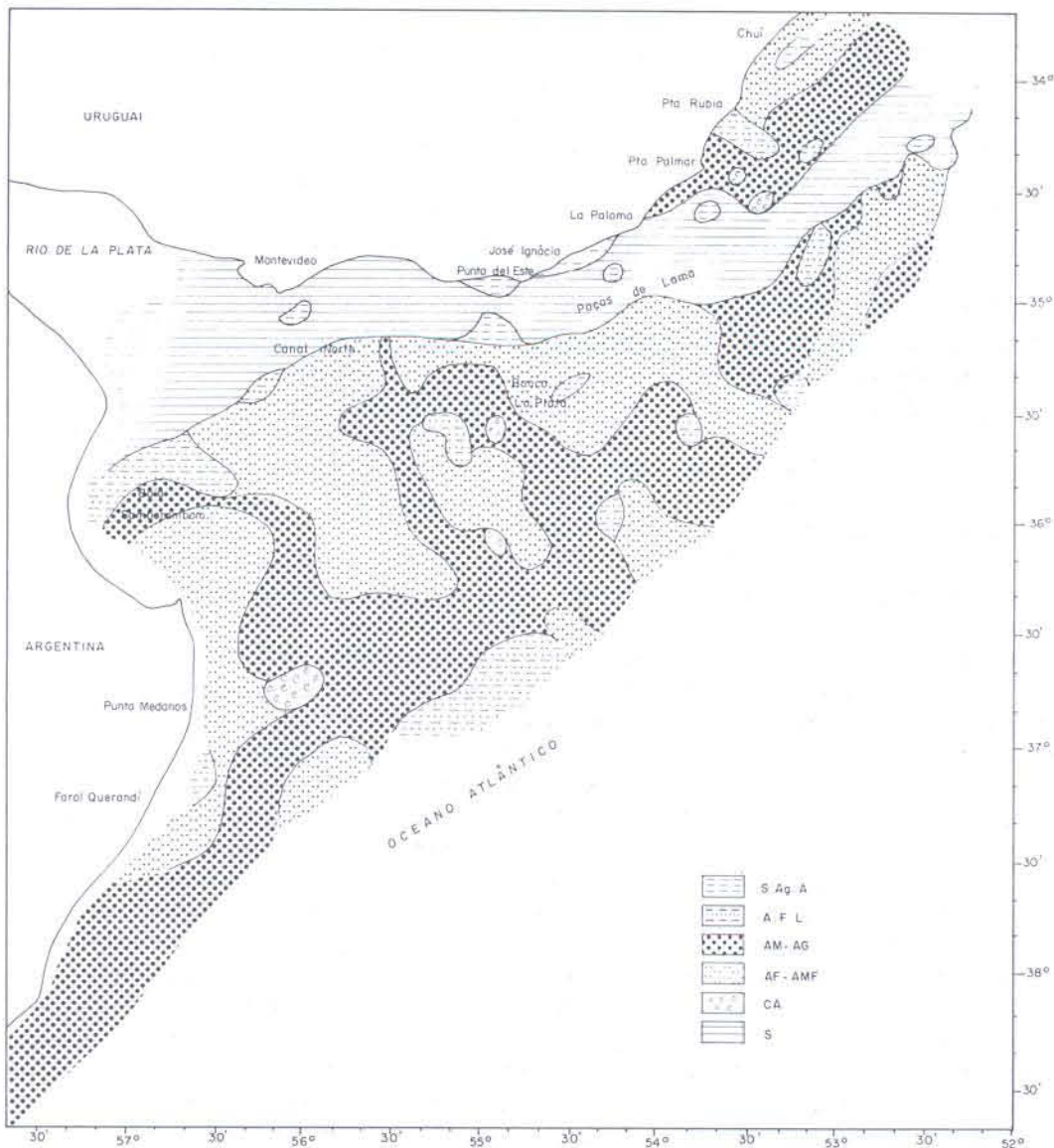


Figura 7 - Classificação dos sedimentos superficiais de fundo a partir da análise de agrupamentos, considerando a solução encontrada na Figura 3B.

As areias finas e muito finas de seleção boa a moderada que constituem o Grupo 4, ocupam o setor central e sul do Rio de la Plata exterior estendendo-se até a plataforma continental adjacente sul, central e norte (Fig. 7). Ao norte, na plataforma interna adjacente limitando com os sedimentos finos, até atingir a plataforma média. Na região central, até as proximidades da plataforma média, mais ao norte da plataforma continental interna também se observa um amplo depósito limitado com sedimentos dos Grupos 2, 3 e 5. No setor exterior ao sul da baía de Samborombom e adjacente à costa oceânica de Buenos Aires se distribuem até as proximidades do Farol Querandí. Também são observadas, adjacentes à costa uruguaia, formando uma faixa desde Punta Palmar e na direção à costa sul-brasileira, paralelas à linha de costa atual e com largura de aproximadamente 30 km (Fig. 7). Por último, pode-se observar outros 4 depósitos localizados na plataforma média e que estão localizados com orientação geral de sul a norte: frontal à Punta Medanos, adjacente ao setor central, central norte do Rio de la Plata e paralelo ao Banco La Plata.

Por último os depósitos correspondentes a cascalhos arenosos estão localizados na plataforma continental interna associados aos sedimentos dos Grupos 3 e 4, em geral nos setores de distribuição dos sedimentos correspondentes ao Grupo 3 e às vezes limitando com o Grupo 4 (Fig. 7).

Numa classificação primária, se define os sedimentos constituintes destes grupos como:

1. lamas arenosas de origem fluvial e transportadas por carga de suspensão e tração;
2. areias "deltaicas" (palimpsésticas), que corresponderiam a areias relíquias com mistura de lamas modernas;
3. areias marinhas relíquias, palimpsésticas e modernas.
4. areias "mistas", que corresponderiam a areias fluviais e eólicas regressivas, misturadas com areias marinhas transgressivas;
5. cascalho-arenoso relíquia, de praia e antepraia (depositados por tempestitos);
6. lamas fluviais, transportadas em suspensão e por correntes densas.
7. lamas finas, correspondentes a depósitos de corpos de densidade.

Analisando objetivamente a correlação geral entre os dados da área de estudo (Tab. 2) verifica-se em primeiro lugar que não existe uma relação da profundidade com os parâmetros estatísticos, assim como é muito baixa e inversa a apresentada pela curtose com as outras variáveis (-.0191 a -.2055). Este comportamento pode ser consequência da independência dos depósitos sedimentares em determinados setores em relação à profundidade. Como explicar este comportamento? Se exis-

tem processos deposicionais na atualidade associados com a profundidade, os depósitos apresentariam uma correlação dos parâmetros em consideração, porque a profundidade influenciaria sobre as condições dinâmicas de transporte e deposição no sistema, ou seja, a morfologia como condicionante. Quando não existe uma correlação, e os depósitos foram produzidos sem influência da morfologia atual (profundidade), não existe uma correlação entre os parâmetros estatísticos e a morfologia atual. Assim, pode-se afirmar que os diferentes processos hidrodinâmicos atuantes vinculados às mudanças do nível do mar, não se refletiram somente sobre os sedimentos porém, também manifestaram-se em parte das feições construídas durante o ambiente deposicional original, sem destruir as mesmas totalmente. Desta forma, existe uma tendência ao equilíbrio dinâmico com preservação potencial de algumas propriedades texturais relíquias do ambiente original.

Como as correlações entre as variáveis observadas na Tabela 2, são satisfatórias, pode-se concluir que a integração das mesmas, numa análise de agrupamento, trouxe informações cujo resultado será a associação de agentes e elementos que atuaram sobre os sedimentos produzindo o depósito num ambiente específico. Assim, considerando os pares de variáveis pode-se ressaltar que a elevada correlação entre algumas variáveis permite identificar como um todo o ambiente deposicional.

Aplicando-se um método de análise multivariada onde são consideradas todas as variáveis texturais e, conseqüentemente, analisando as interrelações das amostras a partir das variáveis, o que está se realizando é uma interpretação ambiental dos dados, de forma tal que todas as possíveis relações existentes entre as variáveis estudadas e as derivadas da interpretação da informação das curvas cumulativas são incluídas numa única análise. Desta forma, se entende que a aplicação do método de agrupamento hierárquico, a partir da categorização das variáveis, permite definir as condições em ambientes deposicionais semelhantes. Park (1974) considerou importante a aplicação do método de agrupamento porque o mesmo associa os dados repetitivos, classifica a paleogeologia ou as amostras sedimentológicas em classes discretas, auxilia na interpretação dos resultados e confere a afinidade dos processos.

Assim, ao aplicar o tratamento estatístico de Análise de Agrupamentos sobre as amostras da área de estudo, pôde-se considerar que o primeiro agrupamento (Fig. 3) separou, de forma bem definida, as texturas finas das grossas, logrando discriminar as fácies mais complexas. Evidentemente que esta primeira separação, através da aplicação dos parâmetros estatísticos, mostrou-se muito mais efetiva para as misturas finas que para os sedimentos grossos, levando em consideração as características dos processos hidrodinâmicos atuantes para transportar e depositar as lamas. Em relação aos sedimentos grossos, as areias foram consideradas uniformemente e foram separadas dos cascalhos arenosos. Este resultado mostra primeiramente a abrangência dos depósitos arenosos ao norte e sul das fácies finas, assim como a presença de dois tipos de sedimentos finos, um situado nos poços de lama e canal norte e o segundo mais próximo da costa uruguaia.

Quando se inclui a profundidade junto aos parâmetros estatísticos (Figs. 5 e 6), se verifica uma distribuição definida por setores batimétricos. As isóbatas que separam os agrupamentos caracterizam a presença de setores correspondentes a

zonas marinhas rasas, e a plataforma interna e média compartimentadas. O primeiro agrupamento até a isóbata de 20 metros estaria relacionado com a influência ativa dos processos hidrodinâmicos periódicos e que são afetados pela ação da descarga fluvial e rede de drenagem moderna. A separação da zona correspondente a -20 até -30 metros, caracteriza a distribuição de um conjunto de bancos que apresentam uma orientação quase paralela à linha de costa oceânica atual, e ainda permite definir a presença de possíveis sistemas de canais associados a este conjunto. O setor que define o Grupo 3, pode ser considerado como transicional, já que nele poucas feições são bem definidas no limite interno, mas inicia-se a definição dos principais canais que definem o setor exterior. Em resumo, este agrupamento tem todo seu peso de separação dos sedimentos a partir da profundidade e, em conseqüência está abordando aspectos relacionados com a morfologia.

No terceiro agrupamento quando é aumentada a distância entre os grupos, se obtém uma maior separação das classes arenosas, não se observando variações com os sedimentos lamosos (Fig. 7). Associando a interpretação ao conjunto de multivariáveis aplicadas na análise de agrupamento, foram consideradas as areias em três grupos principais, que em parte é coincidente com o comportamento apresentado pelos parâmetros estatísticos individualmente. Mas apesar disso, ainda nota-se certa dificuldade em separar grupos de areias de caráter fluvial e eólico dos marinhos. Principalmente pela abrangência e orientação que os diferentes conjuntos apresentam, evidenciando, nesta análise, uma dispersão de caráter zonal. Esta variação zonal pode refletir, principalmente, as mudanças do nível do mar de caráter mais importante; assim, os ambientes nas zonas de maior preservação morfológica, ou seja, associados aos intervalos de profundidade discutidos anteriormente, teriam sido preservados. O fato de haver dificuldade em separar os sedimentos exclusivamente em função das propriedades sedimentológicas, torna necessário o uso de funções discriminantes que auxiliaram na definição e melhor separação destes grupos (Ayup *et al.* 1992). Pode-se dizer que os resultados são importantes para caracterizar a dispersão dos depósitos a partir das oscilações do nível do mar, e a interdigitação ambiental por elas produzidas.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos a partir da análise de agrupamento permitem concluir que as areias detríticas teriam sido depositadas num nível de mar regressivo, possivelmente derivadas de uma rede de drenagem densa, a qual teria sido desenvolvida durante o máximo regressivo observado e, posteriormente, modificadas com a elevação do nível do mar. As fácies texturais arenosas teriam sido mascaradas pela presença das areias bioclásticas, que corresponderiam a processos de transporte litorâneos e marinhos rasos vinculados à elevação do nível do mar.

As areias biodetríticas depositadas na plataforma continental sul-brasileira e uruguaia podem ser consideradas originárias da ação de ondas de tempestade as quais, além de transportar os sedimentos em direção à costa desde a zona adjacente, selecionam os mesmos na praia, transportando as partículas detríticas mais finas ao longo da linha de arrebanção e na direção do mar.

Variable	Cases	Mean	Std Dev
P1	199	.4960	1.9222
MD	199	2.9389	1.7632
MZ	199	2.9565	1.8567
DP	199	1.1062	.6367
SKI	199	-.0130	.3098
KG	199	1.1778	.6633
PROF	199	27.5276	17.0065

Correlations:	P1	MD	MZ	DP	SKI	KG	PROF
P1	1.0000						
	P=.						
MD	.7756	1.0000					
	P=.000	P=.					
MZ	.8347	.9808	1.0000				
DP	.1928	.5072	.5125	1.0000			
	P=.003	P=.600	P=.000	P=.			
SKI	.5590	.2555	.4110	.2655	1.0000		
	P=.000	P=.000	P=.000	P=.000	P=.		
KG	-.0664	-.0853	-.0836	-.0962	.1073	1.0000	
	P=.176	P=.116	P=.122	P=.088	P=.066	P=.	
PROF	-.1895	-.2055	-.1977	-.1557	-.1091	-.0191	1.0000
	P=.004	P=.002	P=.003	P=.014	P=.062	P=.395	P=.

(Coefficient / (Cases) / 1 - tailed Significance.

“.” is printed of a coefficient cannot be computed.

Tabela 2 - Matriz de correlação entre os parâmetros estatísticos das amostras e a profundidade.

Entre os corpos arenosos da plataforma continental norte e sul da área em estudo, se verifica que os depósitos correspondentes ao canal oriundo do Rio de la Plata, e que apresentam uma variação de fácies texturais típicas de ambiente fluvial, deltáico e fluvio-marinho, confirmam a influência da descarga relíquia e presente deste complexo sistema, como já fora mostrado na aplicação de funções discriminatórias por Ayup *et al.* (1992).

A aplicação do tratamento estatístico de Análise de Agrupamentos sobre as amostras da área de estudo levou a seguintes conclusões:

1. no primeiro agrupamento no qual foram considerados os parâmetros estatísticos, foi possível separar de forma bem definida as texturas finas das grossas, auxiliando no reconhecimento das fácies sedimentares relíquias mais complexas;

2. quando relacionada a profundidade com os parâmetros estatísticos, se verifica uma distribuição definida por setores batimétricos, de forma tal que não existe uma relação entre a profundidade e os parâmetros estatísticos dos sedimentos superficiais de fundo, conseqüência da independência dos depósitos sedimentares em determinados setores em relação à profundidade atual, o que evidencia a deposição relíquia das diferentes fácies texturais analisadas.

Desta forma, pode-se concluir que os diversos processos hidrodinâmicos atuantes não se refletiram sobre os diferentes depósitos sedimentares e, principalmente, afetaram parte das feições construídas durante o ambiente deposicional original, sem destruir totalmente a morfologia; assim, existe uma tendência ao equilíbrio dinâmico com preservação potencial da morfologia, preservando as propriedades texturais dos sedimentos do ambiente original;

3. por último quando analisados os agrupamentos exclusivamente dos parâmetros estatísticos com um corte no dendrograma para realçar a maior similaridade entre as amostras, se observa uma maior separação das classes arenosas, mas não é possível destacar as variações nos sedimentos lamosos, o que confirma que a variação zonal na distribuição das texturas grossas (arenosas) reflete, principalmente, as mudanças do nível do mar de caráter mais importante.

Agradecimentos – Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através dos Processos Nº 403274/91-5; 300116/80-2 e 820268/92-5, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Rio Grande do Sul (FAPERGS) Processos Nº 9150400.7 e 910569.8, pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali El Sayed, A. Lindemann, R. H. & Feldhausen, P.H. 1976. A multivariate sedimentary environmental analysis of Great South Bay and South Oyster Bay, New York. *Mathematical Geology*, **8** (3): 283-304.
- Allen, G.P. 1971. Relationship between grain size parameters distribution and current patterns in the Gironde Estuary (France). *Journal of Sedimentary Petrology*, **41** (19): 74-88.
- Ayup-Zouain, R.N. 1987. Características do intercâmbio sedimentar entre o Rio de la Plata exterior e a plataforma continental adjacente. *Pesquisas*, **19**: 105-126.
- _____; Toldo Jr. E.E.; Corrêa, I.C.S. & Cunha, L.O. 1991. Aplicação da análise de agrupamento na classificação dos sedimentos superficiais do fundo do Rio de la Plata e a plataforma continental adjacente. *Resumos. 2º Simpósio sobre Oceanografia - IOUSP*, São Paulo, **1**: 238
- _____; Fachel, J.M.G.; Farão, R. & Wolff, I. M. 1992. Análise discriminante dos sedimentos superficiais de fundo do Rio de La Plata e Plataforma

- Continental adjacente. *Pesquisas* 19(1): 66-74.
- Bellknap, D.F.P. & Kraft, J.C. 1981. Preservation potential of transgressive coastal lithosomes on the U.S. Atlantic Shelf. *Marine Geology*, 42: 429-442.
- Bonham-Carter, G.F. 1965. A numerical method of classification using qualitative and semi-quantitative data as applied to the facies analysis of limestone. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 13 (4): 483-502.
- Brackett, R.S. & Bush, D.M. 1986. Sedimentary Characteristics of modern Storm generated sequences. North Insular Shelf. Puerto Rico. In: Moslow & Rhodes, (ed.) *Modern and Ancient Shelf Clastics: A core workshop*. Society Economist of Paleontologist and Mineralogy, 9: 125-168.
- Buller, A. T. & McManus, J. 1972. Simple metric sedimentary statistics used to recognize different environments. *Sedimentology*, 18: 1-21.
- Calliari, L.J. & Klein, A.F. 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. *Pesquisas*, 20 (1): 48-56.
- Chappell, J. 1967. Recognizing fossil strand line from grain-size analysis. *Journal of Sedimentary Petrology*, 37 (1): 157-165.
- Correa, I.C.S. 1987. Sedimentos superficiais da Plataforma e Talude Continental do Rio Grande do Sul. *Pesquisas*, 19: 95-104.
- . 1990. *Analyse morphostructurale et evolution paleogeographique de la plata-forme continentale Atlantique Sud-Brésilienne (Rio Grande do Sul-Brésil)*. Université de Bordeaux I. Dissertation (Docteur). 314p.
- & Abreu, V.S. 1984. Evolução da sedimentação holocênica da plataforma continental e talude superior entre Rio Grande e Torres, RS. *Anais 33º Congresso Brasileiro de Geologia*, Rio de Janeiro. SGB, 1:63-77.
- & Ade, M.V.B. 1987. Contribuição ao estudo da paleogeografia da plataforma continental do Rio Grande do Sul. *Anais 1º Congresso Associação Brasileira de Estudos do Quaternário I*. ABEQUA, Porto Alegre. p. 37-48.
- Davies, J.L. 1986. *Statistic and Data Analysis in Geology*: second edition. New York, J. Wiley & Sons. 646 p.
- Doyle, L.J. & Feldhausen, P.H. 1981. Bottom sediments of the Eastern Gulf of México Examined with traditional and Multivariate Statistical Methods. *Mathematical Geology*, 13 (1): 93-117.
- Duane, D.B. 1964. Significance os skewness in Recent sediments, Western Pamlico Sound, North Carolina. *Journal of Sedimentary Petrology*, 34(4): 864-874.
- Emery, K.D. 1968. Relictic sediments on continental shelves of world. *Bulletin of American Association of Petroleum Geologist*, 52 (3): 445-464.
- Figueiredo, Jr., A.G. 1975. *Geologia dos depósitos calcários biodetríticos da plataforma continental do Rio Grande do Sul*. Curso de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. 72p.
- ; Sanders, J.E. & Swift, S.J.P., 1982. Storm-graded layers on inner continental shelves; examples from southern Brazil and the Atlantic Coast of the Central United States. *Sedimentary Geology*, 31: 171-190.
- Folk, R.L. 1962. Of skewness and sands. *Journal of Sedimentary Petrology*, 32: 145-146.
- & Ward, W.C. 1957. Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27 (1): 3-26.
- Friedman, G.M. 1962. On sorting, sorting coefficients, and the lognormality of grain-size distribution of Sandstones. *Journal of Geology*, 70 (6): 737-753.
- . 1967. Dynamic Processes and Statistical parameters compared for size frequency distribution beach and river sands. *Journal of Sedimentary Petrology*, 37 (2): 327-354.
- Greenwood, B. 1969. Sediment parameters and environment discrimination: on application of multivariate statistics. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 6: 1347-1358.
- Heward, A.P. 1981. A review of wave-dominated clastic shoreline deposits. *Earth Sciences Reviews*, 17: 223-276.
- Imbrie, J. 1963. Factor and vector analysis programs for analysing geologic data. *Office Naval Research. Technical Repport (6)*, Geography Blanch, 83p.
- & Purdy, E.G. 1961. Classification of Modern Bahamian Carbonate Sediments. *Memoir American Association Petroleum Geologist*, 1: 253-272.
- Inman, D.L. 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 22: 125-145.
- . 1953. Areal and seasonal variation in beach and nearshore sediments at La Jolla, California. *Beach Erosion Board, Technical Memoir*, 38: 1-82.
- & Chamberlain, T.K. 1955. Particle-size distribution in nearshore sediments. In: Hough & Menard (eds). *Flinding Ancient Shorelines*. Symposium. Society of Economic Paleontologist and Mineralogist, *Special Publication*, 3: 106-129.
- Khawka, M.H.; Ali El-Sayed, M.I. & Al-Shamlan, A.A. 1981. The utility of Cluster Analysis in determining Sedimentary Facies. *Sedimentary Geology*, 30: 245-252.
- McLaren, P. & Bowles, D. 1985. The effects of sediment transport on grain-size distribution. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55 (4): 457-470.
- Mahiques, M.M. & Furtado, V.V. 1989. Utilização da análise dos componentes principais na caracterização dos sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande (RJ). *Boletim Instituto Oceanográfico*, 37 (1): 1-19.
- Martins, I.R.; Martins, L.R. & Urien, C.M. 1978. Sedimentos reliquias na plataforma continental brasileira. *Pesquisas*, 9: 76-91.
- Martins, L.R. 1962. Consideração sobre o valor da assimetria e curtosis na análise estatística. *Notícia Geomorfológica*, 9/10: 31-38.
- & Coutinho, P.N. 1981. The Brazilian Continental Margin. *Earth Sciences Reviews*, 17: 87-107.
- & Martins, I.R. & Correa, I.C.S. 1985. Aspectos sedimentares da plataforma externa e talude superior do Rio Grande do Sul. *Pesquisas*, 17: 68-90.
- ; Urien, C.M. & Eichler, B.B. 1967. Distribuição dos sedimentos modernos da plataforma continental sulbrasileira e uruguaia. *Anais 210*. Congresso Brasileiro de Geologia, Curitiba, SGB, p. 29-43.
- ; Urien, C.M. & Butler, L.W. 1972a. Províncias fisiográficas e sedimentos da margem continental atlântica da América do Sul. *Anais 26º Congresso Brasileiro de Geologia*, Belém, SGB, p. 105-132.
- ; Melo, U.; França, A.M.C.; Santana, I. & Martins, I.R. 1972b. Distribuição faciológica da margem continental sul riograndense. *Anais 26º Congresso Brasileiro de Geologia*, Belém, SGB, p. 115-132.
- & Martins, I.R. 1973. Sedimentos modernos e reliquias da plataforma continental sul-americana oriental. *Resumos*. 27º Congresso Brasileiro de Geologia, Aracajú., SGB, 1: 212-213.
- ; Urien, C. M. Butler, L.W. & Martins, I.R. 1974. Morfologia e sedimentos da plataforma continental Atlântica sul-americana entre o Cabo Orange e o Chui (Brasil) *Anais 28º Congresso Brasileiro de Geologia*, Porto Alegre, SGB, 1: 83-109.
- Mason, C.C. & Folk, R.L. 1958. Differentiation of beach, dune and eolian flat environments by size analysis, Mustang Island, Texas. *Journal of Sedimentary Petrology*, 28 (2) and 211-226.
- McQuen, J. 1967. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. *5º Symposium on Mathematics, Statistic and Probability*, Berkeley, 1: 281-298.
- Moura, C.A.J. 1985. Aplicação de tratamento estatístico multivariante em dados geoquímicos de solo no mapeamento geológico na Província de Carajás (Alvo 2-Corpo4). *Revista Brasileira de Geociências*, 15(3): 241-248.
- MTOP-PNUD, 1978. *Proyecto de Conservación y Mejora de Playas - URU 73.007*. Montevideo, UNESCO. 593p.
- Ottmann, F. & Urien, C.M. 1966. Sur quelques problèmes sedimentologiques dans le Rio de La Plata. *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique*, 2 (7): 209-224.
- Park, R.A. 1974. A multivariate analytical strategy for classifying paleoenvironments. *Mathematical Geology*, 6 (4): 33-52.
- Parks, J.M. 1966. Cluster analysis applied to multivariate geologic problems. *Journal of Geology*, 74 (5) 2:703-715.
- Ponçano, W.L. 1986. Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos: exemplos de sedimentos Quaternários da costa brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, 16 (2): 157-170.
- Shepard, F. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay relations. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24 (3): 151-158.
- Sneath, P.H.A. & Sokal, R.R. 1973. *Numerical Taxonomy*. San Francisco, W.H. Freeman. 573p.
- Snneden, J.W.; Nummedal, D. & Amos, A.F. 1988. Storm and fair-weather combined flow on the central Texas continental shelf. *Journal of Sedimentary Petrology*, 58 (4): 580-595.
- Sokal, R.R. 1961. Distance as measure of taxonomic similarity. *Systematic Zoology*, 10: 70-79.
- Spaletti, L.A. 1979. Diferenciación textural de arenas de playa frontal, playa distal y médano de la Provincia de Buenos Aires en base a análisis estadísticos. *Revista. Asociación Geologica Argentina*, 34 (2): 87-99.
- & Mazzoni, 1979. Caracteres granulométricos de arenas de playa frontal, playa distal y medano del litoral bonaerense. *Revista, AGA*, 34(1): 12-30.
- Switzer, P. 1970. Numerical classification, In: Merriam, (ed.) *Geoestistics, a colloquium*. New York, Plenum Press, p. 31-43.
- Urien, C.M. 1967. Los sedimentos modernos del Rio de la Plata exterior. *Boletim SHIN*, 4(2): 121-132.
- . 1972. Rio de la Plata Estuary Environments. *Memoir Geological Society of America*, 133: 213-234.

- ____ & Ewing, M. 1974. Recent sediments and environment of Southern Brazil, Uruguay, Buenos Aires, and Rio Negro continental shelf. In: Burk & Drake. (Ed.). *Geology of Continental Margin*. New York, Springer Verlag, p. 57-177.
- ____; Martins, L. R. & Martins, I. R. 1978. Modelos deposicionales en la plataforma continental de Rio Grande do Sul, Uruguay y Buenos Aires *Actas. 8º Congreso Geológico Argentino, Neuquén*, 2: 639-658.
- ____; ____ & ____ 1980a. Evolução geológica do Quaternário do litoral Atlântico uruguaio, plataforma continental e regiões vizinhas. *Notas Técnicas*, 3: 7-43.
- ____; ____ & ____ 1980b. Modelos deposicionais na plataforma continental do Rio Grande do Sul (Brasil), Uruguai e Buenos Aires (Argentina). *Notas Técnicas*, 2: 13-25.
- Watson, R.L. 1971. Origin of shell beaches, Padre Island, Texas. *Journal of Sedimentary Petrology*, 41(4): 1105-1111.
- Wright, L.D. & Short, A.D., 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology*, 56: 93-118.