

Pesquisas em Geociências

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

Análise Discriminante dos Sedimentos Superficiais de Fundo do Rio de la Plata e Plataforma Continental Adjacente

R.N. Ayup-Zouain, J.M.G. Fachel, R. Farão, I.M. Wolff
Pesquisas em Geociências, 19 (1): 66-74, Set./Dez., 1992.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21324>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos

UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - Set./Dez., 1992.

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

Análise Discriminante dos Sedimentos Superficiais de Fundo do Rio de La Plata e Plataforma Continental Adjacente

R. N. AYUP-ZOUAIN¹, J. M. G. FACHEL², R. FARÃO² E I. M. WOLFF¹

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

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

(Recebido em 28/01/92. Aceito para publicação em 18/09/92.)

Abstract — Bottom sediments of the Rio de la Plata Estuary and adjacent South-West Atlantic inner shelf were classified using Discriminant Analysis. Cluster analysis were previously 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). Discriminant analysis was applied using the following statistical parameters: mean, sorting, skewness and kurtosis. This allowed to discriminate and to characterize five sandy groups: *mixed deltaic sands* (fluvial and shallow marine); *shallow marine sands* (suspended transport); *surf zone sands* (suspended transport); *beach face sands* (bed load transport); and *gravels deposits* (storm waves). Four groups of fine sediments were separated and characterized by three discriminant functions: *sandy silty* (shallow marine); *silty* (bed load and density current transport); *silty and very fine sands* (fluvial) and *deltaic silts* (shallow marine).

Resumo — Foram aplicadas análises discriminantes sobre dados de sedimentos superficiais de fundo do Rio de la Plata e da plataforma continental interna adjacente. Os dados correspondem a 199 amostras previamente agrupadas, através da aplicação de análise de agrupamento hierárquico. Os sedimentos foram separados, para melhor interpretação e discriminação, em duas classes texturais: uma correspondente a sedimentos grosseiros (areias) e outra, a sedimentos finos (lamas). As equações usadas para o estudo dos sedimentos incluem a média, o desvio padrão, a assimetria e a curtose. Foi possível discriminar e caracterizar 5 grupos de sedimentos arenosos: *areias mistas deltaicas* (fluviais e marinhas rasas); *areias marinhas rasas* (transportadas em suspensão); *areias da zona de surfe* (transportadas em suspensão); *areias de face de praia* (transportadas por tração) e *depósitos de areias cascalhosas* (tempestitos). Os sedimentos lamosos foram discriminados em 4 grupos, com base na aplicação de 3 funções discriminantes, os quais são definidos pelas seguintes características: *lamas arenosas* (marinhas rasas); *lamas* (transportadas em tração e por correntes densas); *lamas e areias muito finas* (fluviais) e *lamas deltaicas* (marinhas rasas).

INTRODUÇÃO

A *análise discriminante* é uma técnica de análise multivariada, que tem sido aplicada no campo das geociências e tem como objetivo classificar os casos em estudo (ambientes, fácies, associações sedimentares e mineralógicas) com base na observação de natureza multivariada dos dados (variáveis quantitativas) em um dos vários grupos previamente definidos. A técnica estabelece também quais as características (ou variáveis) que são mais importantes para distinguir os grupos. Esta técnica baseia-se em um conjunto de casos para os quais a classificação em grupos já é conhecida. A partir daí, combinações lineares das variáveis são formadas e denominadas funções discriminantes, as quais são utilizadas para classificar novos casos.

A análise discriminante fornece, também, a precisão da classificação previamente feita com base nas medidas existentes ou mesmo utilizando-se algum outro critério de classificação. A precisão da classificação é estimada utilizando-se o modelo para os casos já classificados previamente e comparando-se o grupo considerado com o grupo real.

Na análise discriminante, uma combinação linear das variáveis classificatórias é formada e serve como base para associar casos a grupos. Desta forma, a informação contida em múltiplas variáveis independentes é resumida em um único índice, no caso de dois grupos, ou em $k - 1$ índices, no caso de k grupos. Os coeficientes das combinações lineares de variáveis são

escolhidos de forma que as funções resultantes forneçam a melhor separação entre os grupos, ou que a razão da soma dos quadrados entre grupos e a soma dos quadrados dentro dos grupos, para os escores discriminantes, seja a máxima possível. Qualquer outra combinação linear das variáveis terá uma menor razão da soma dos quadrados.

A técnica de análise discriminante foi introduzida por Fischer em 1936 (*in* Norusis, 1985) como uma técnica estatística útil em problemas de taxonomia.

O primeiro trabalho de aceitação da técnica em geociências foi desenvolvido por Potter, Shimp e Witter (1963) discriminando argilitos de origem estuarina, marinha e de água doce a partir das concentrações de metais nas argilas.

Para o campo da sedimentologia marinha, as funções discriminantes foram aplicadas por Sahu (1964) para caracterizar processos e ambientes deposicionais relacionados com a energia do meio deposicional, diferenciando areias de praia, eólicas e marinhas rasas e sedimentos fluviais, deltaicos e turbidíticos.

As variações entre os grupos de sedimentos depositados nas zonas de intermaré, ante-praia e duna na região da Baía de Barnstaple no Canadá, foram estudadas através do uso das funções discriminantes por Greenwood (1969), o qual conclui pela eficiência do método para separar fácies deposicionais e caracterizar a ação hidrodinâmica atuante.

Uma revisão sobre o trabalho desenvolvido por Sahu (1964), foi realizado por Jost (1972) procurando

aplicar as equações descritas pelo primeiro, em amostras de barras de "swash" com características diferenciadas na planície costeira do Rio Grande do Sul.

Num trabalho desenvolvido por Spalletti (1979) para a planície costeira oceânica da Província de Buenos Aires, foram discriminadas as areias de praia frontal (face de praia), praia distal (pós praia) e eólicas, após o mesmo ter aplicado sem resultados satisfatórios as funções discriminantes de Sahu (1964). As amostras foram agrupadas pelo critério de amostragem em função das posições relativas no perfil da faixa litorânea. O autor obteve duas funções, as quais permitiram separar as

areias de praia das de caráter eólico, não sendo possível discriminar as areias de face de praia das areias de pós praia.

No presente trabalho, foram estudadas 199 amostras de sedimentos superficiais do fundo da desembocadura do Rio de la Plata e da plataforma continental interna adjacente (Fig. 1), as quais foram separadas previamente através da aplicação da análise de agrupamento (*cluster analysis*), aplicando o programa *SPSS-PC* (*Statistical Package for the Social Science*) (Norusis, 1985), Tabela 1.

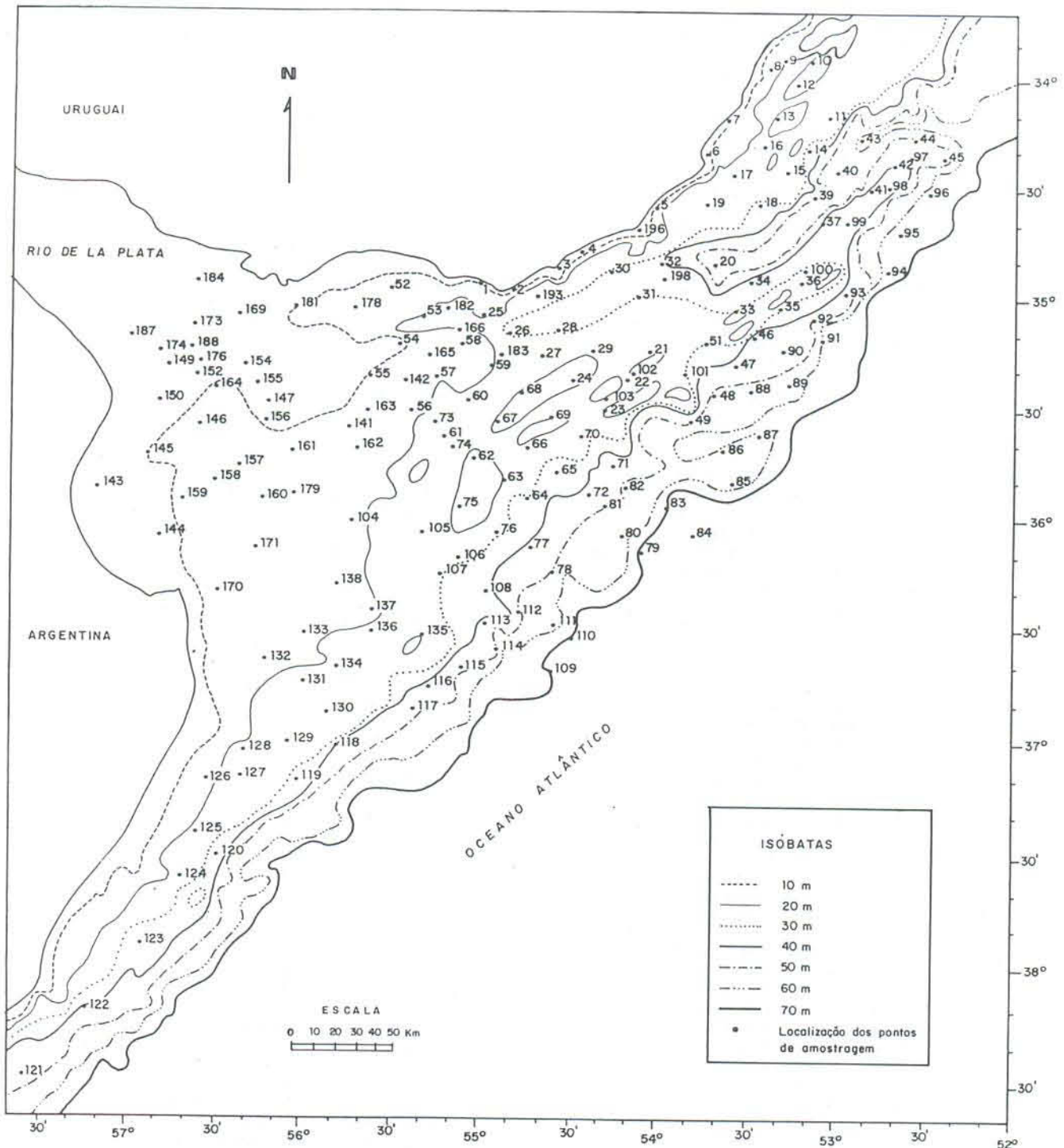


Figura 1 — Mapa batimétrico e de localização das estações de amostragem na área de estudo. As isolinhas estão referidas em metros e os números indicam o número da estação de amostragem.

Nº Am.	Lat.	Long.	Mz	DP	S _{kl}	K _s	Prof.	Classes Texturais			
								Areias	Lamas		
01	34°55'5	55°01'0	6.57	1.81	0.06	0.92	12				1
02	34°56'0	54°51'0	7.06	2.27	-0.47	0.61	12				1
03	34°51'0	54°35'0	2.28	1.93	0.35	2.53	16	1			
04	34°47'0	54°24'0	2.76	1.48	0.25	3.66	18	1			
05	34°35'0	54°02'0	0.72	0.79	-0.10	1.68	15	4			
06	34°20'0	53°45'0	1.98	0.53	-0.19	1.34	10	4			
07	34°11'0	53°38'0	2.49	1.57	0.36	2.96	11	1			
08	33°56'0	53°24'0	3.04	0.77	0.07	1.06	15	6			
09	33°54'0	53°19'0	6.24	1.95	-0.04	0.54	11		1		
10	33°54'0	53°10'0	2.45	0.48	-0.12	1.16	18			6	
11	34°10'0	53°04'0	1.07	2.68	-0.20	0.83	29	2			
12	34°01'0	53°15'0	2.52	0.41	-0.36	1.03	15	6			
13	34°10'0	53°22'0	0.88	1.18	-0.44	0.94	18	2			
14	34°19'0	53°11'0	2.65	1.20	0.43	3.15	30	1			
15	34°25'0	53°18'0	0.90	1.22	-0.51	0.96	26	2			
16	34°18'0	53°26'0	2.96	2.22	0.20	1.43	25	2			
17	34°26'0	53°36'0	-0.77	1.35	0.45	0.59	25				
18	34°34'0	53°27'0	-0.71	1.24	0.26	0.73	26				
19	34°34'0	53°45'0	4.86	3.52	0.03	0.62	26			1	
20	34°50'0	53°42'0	5.67	1.94	0.56	0.54	35			3	
21	35°14'0	54°04'0	2.48	0.40	0.02	1.02	30	6			
22	35°22'0	54°11'0	2.02	0.47	-0.17	1.11	22	6			
23	35°30'0	54°19'0	2.69	0.36	-0.39	1.58	18	6			
24	35°22'0	54°30'0	2.76	0.64	0.11	1.41	18	1			
25	35°04'0	55°00'0	6.03	2.31	-0.57	0.68	22			1	
26	35°09'0	54°51'0	3.97	1.70	-0.66	0.91	30			1	
27	35°15'0	54°40'0	2.86	0.48	-0.08	1.29	23	6			
28	35°08'0	54°35'0	6.00	1.88	0.23	0.55	34			1	
29	35°14'0	54°23'0	2.26	0.51	0.05	1.03	22	6			
30	34°52'0	54°17'0	6.32	1.49	0.34	0.71	33			1	
31	34°59'0	54°08'0	2.60	0.43	-0.14	1.15	30	6			
32	34°50'0	54°00'0	3.31	3.13	0.29	1.23	40	1			
33	35°03'0	53°35'0	1.23	0.96	-0.43	1.25	18	2			
34	34°55'0	53°30'0	3.51	1.29	0.74	7.55	40			3	
35	35°02'0	53°20'0	1.15	2.11	-0.78	0.54	36	2			
36	34°55'0	53°13'0	1.88	0.86	-0.49	1.74	37	3			
37	34°39'0	53°06'0	1.77	0.47	-0.10	1.08	33	1			
38	34°39'0	52°58'0	2.26	0.43	0.02	1.31	33	6			
39	34°32'0	53°09'0	5.71	1.90	0.35	0.64	46			3	
40	34°25'0	53°01'0	5.39	1.28	0.20	1.90	58			2	
41	34°30'0	52°50'0	2.93	0.55	0.23	1.51	37	6			
42	34°23'0	52°42'0	4.44	2.01	0.75	2.00	44			3	
43	34°16'0	52°53'0	5.80	1.93	0.29	0.54	60			4	
44	34°16'0	52°35'0	10.38	2.38	-0.77	0.89	48			1	
45	34°21'0	52°25'0	5.39	1.83	0.57	0.68	55			3	
46	35°10'0	53°29'0	1.98	0.95	-0.01	1.24	41	4			
47	35°18'0	53°35'0	1.85	0.43	-0.03	1.06	42	5			
48	35°26'0	53°42'0	2.05	0.44	-0.16	1.11	51	6			
49	35°33'0	53°50'0	2.33	0.53	0.14	0.97	51	1			
50	35°21'0	53°53'0	1.12	1.06	-0.37	1.02	29	2			
51	35°12'0	53°45'0	2.35	0.59	0.12	1.09	35	6			
52	34°57'0	55°31'0	6.81	1.65	-0.10	0.62	11			4	
53	35°04'0	55°20'0	5.94	1.84	0.35	0.57	18			3	
54	35°12'0	55°28'0	2.04	0.60	-0.22	1.01	09	6			
55	35°21'0	53°38'0	2.57	0.50	-0.21	1.06	11	6			
56	35°30'0	55°24'0	0.48	1.89	-0.39	0.50	15	2			
57	35°21'0	55°16'0	1.95	1.22	-0.53	1.33	15	2			
58	35°12'0	55°07'0	3.08	0.44	-0.14	1.14	18	6			
59	35°18'0	54°57'0	2.00	1.22	-0.54	1.78	18	2			
60	35°27'0	55°05'0	1.03	2.07	-0.68	0.50	22	2			
61	35°37'0	55°13'0	2.57	0.49	-0.22	1.13	24	6			
62	35°43'0	55°03'0	2.41	0.45	-0.09	0.80	17	6			
63	35°49'0	54°53'0	2.61	0.44	-0.12	1.17	20	6			
64	35°54'0	54°45'0	1.81	0.74	-0.30	1.54	38	4			
65	35°47'0	54°35'0	2.08	0.79	-0.37	1.33	35	3			
66	35°40'0	54°45'0	1.73	0.71	-0.27	1.11	22	4			
67	35°33'0	54°55'0	-0.14	1.38	0.30	0.56	19				
68	35°25'0	54°47'0	2.49	0.47	-0.07	1.27	17	6			
69	35°32'0	54°37'0	2.80	0.64	0.01	1.81	24	6			
70	35°37'0	54°27'0	2.90	0.82	0.01	0.77	24	6			
71	35°45'0	54°16'0	0.91	1.40	-0.57	0.59	40	2			
72	35°53'0	54°24'0	2.08	0.66	-0.26	1.39	43	3			
73	35°33'0	55°16'0	2.32	0.81	0.19	1.53	21	1			
74	35°40'0	55°10'0	1.96	0.85	0.51	1.18	25	1			
75	35°56'0	55°08'0	2.16	0.61	-0.23	0.80	18				6
76	36°03'0	54°55'0	-0.27	1.35	0.20	0.85	29				
77	36°07'0	54°44'0	2.31	0.54	-0.18	1.08	48				6
78	36°14'0	54°36'0	2.40	1.03	-0.15	1.54	50				3
79	36°08'0	54°06'0	2.16	0.61	-0.21	0.84	75				6
80	36°04'0	54°13'0	2.47	0.45	-0.17	1.09	61				6
81	35°56'0	54°19'0	1.93	0.65	0.17	0.75	50				1
82	35°51'0	54°12'0	2.15	0.6	-0.23	0.86	52				5
83	35°56'0	53°58'0	1.71	0.78	0.04	1.61	77				4
84	36°04'0	53°49'0	2.07	0.67	-0.10	0.76	75				6
85	35°50'0	53°36'0	1.92	0.91	-0.08	1.18	55				4
86	35°41'0	53°39'0	1.58	1.55	-0.63	2.20	55				2
87	35°37'0	53°27'0	2.19	0.62	-0.17	0.83	61				6
88	35°25'0	53°30'0	2.18	0.64	-0.20	0.81	57				6
89	35°23'0	53°17'0	1.86	0.68	0.11	0.84	60				1
90	35°14'0	53°19'0	2.22	0.87	-0.20	1.23	47				3
91	35°11'0	53°06'0	2.20	0.63	-0.24	0.89	60				6
92	35°05'0	53°09'0	1.86	0.89	-0.30	2.10	47				4
93	34°58'0	52°58'0	2.14	0.64	-0.22	0.83	55				6
94	34°52'0	52°44'0	1.97	0.74	-0.04	0.83	60				5
95	34°42'0	52°40'0	2.52	0.40	-0.26	0.92	63				6
96	34°31'0	52°30'0	2.28	0.74	-0.21	0.77	65				6
97	34°21'0	52°37'0	2.48	0.56	-0.01	1.74	40				6
98	34°29'0	52°44'0	1.72	0.89	-0.06	1.60	28				4
99	34°39'0	52°58'0	1.52	0.63	-0.03	1.46	31				4
100	34°52'0	53°12'0	1.75	0.66	0.12	1.10	25				1
101	35°20'0	53°52'0	2.22	0.61	-0.27	0.94	33				6
102	35°20'0	54°10'0	2.54	0.36	-0.28	0.86	18				6
103	35°27'0	54°18'0	2.06	0.63	-0.08	0.78	24				6
104	36°00'0	55°46'0	2.60	0.51	-0.16	1.09	15				6
105	36°03'0	55°20'0	1.25	0.95	-0.28	1.86	27				4
106	36°10'0	55°08'0	0.87	0.90	-0.24	0.92	24				4
107	36°14'0	55°14'0	2.04	0.44	-0.06	1.11	23				6
108	36°19'0	54°59'0	2.12	0.90	-0.31	1.45	40				3
109	36°41'0	54°37'0	1.75	0.71	0.58	0.60	78				1
110	36°32'0	54°30'0	2.17	0.62	-0.20	0.79	68				6
111	36°28'0	54°36'0	2.09	0.63	-0.16	0.73	56				6
112	36°25'0	54°48'0	1.79	0.87	-0.03	1.49	50				4
113	36°28'0	54°59'0	1.96	0.88	-0.24	1.14	45				4
114	36°35'0	54°55'0	1.91	0.42	0.15	1.41	51				1
115	36°40'0	55°07'0	1.58	0.68	-0.04	1.49	50				4
116	36°45'0	55°18'0	1.49	0.80	-0.13	2.10	48				4
117	36°51'0	55°23'0	1.79	0.65	0.15	1.03	47				1
118	37°01'0	55°49'0	2.51	0.58	-0.09	1.63	38				6
119	37°10'0	56°02'0	2.14	0.62	-0.19	0.80	38				6
120	37°30'0	56°29'0	2.07	1.02	-0.29	1.35	36				3
121	38°28'0	57°36'0	1.01	1.47	-0.24	0.95	20				2
122	38°11'0	57°14'0	1.35	1.14	-0.20	1.38	40				2
123	37°54'0	56°55'0	0.71	1.21	-0.50	0.89	37				2
124	37°36'0	56°41'0	1.07	1.01	-0.38	1.33	25				2
125	37°24'0	56°36'0	2.17	0.65	-0.22	0.86	24				6
126											

152	35°21'0	56°36'5	6.03	1.88	0.28	0.56	7	4
153	35°19'0	56°23'5	6.44	1.72	0.10	0.62	10	4
154	35°18'0	56°20'0	5.85	1.62	0.39	0.79	10	3
155	35°23'0	56°16'0	1.45	0.43	0.12	0.99	9	1
156	35°33'6	56°13'5	2.57	0.45	-0.01	1.02	9	6
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	2.58	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	1.28	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 (continuação)

As variáveis consideradas para discriminar as amostras foram a mediana (Mz), o desvio padrão (DP), a assimetria (SKi) e a curtose gráfica (Kg) (Tab. 1) segundo os parâmetros propostos por Folk & Ward (1957).

Este tipo de análise foi desenvolvido com o objetivo de demonstrar a provável presença de depósitos correspondentes a paleo-ambientes deposicionais costeiros, os quais estariam vinculados a antigas linhas de costa desenvolvidas durante o nível do mar mais baixo durante o Holoceno, procurando estabelecer diferenças ambientais através do uso de funções discriminantes. Inicialmente foram aplicadas as equações de Sahu (1964) para poder caracterizar, do ponto de vista da fácies-ambiental, os sedimentos superficiais de fundo do Rio de la Plata e plataforma continental adjacente, previamente agrupados através da análise de agrupamentos (Tab. 1).

Posteriormente foram aplicadas sobre as 199 amostras

agrupadas previamente, a análise discriminante do SPSS-FC (SPSS DISCRIMINANT). Usando os escores discriminantes, é possível obter uma regra para classificar os casos em um dos "k" grupos previamente estabelecidos. A técnica utilizada no programa SPSS DISCRIMINANT é baseada no teorema de Bayes. O programa fornece as estatísticas descritivas básicas para as variáveis em estudo, para cada grupo, acompanhada de um teste de análise de variância para os valores de cada variável entre os grupos. Além dos coeficientes das funções discriminantes o programa fornece a porcentagem de casos classificados corretamente, que é usado como índice da qualidade das funções discriminantes.

A interpretação dos coeficientes da função discriminante é similar à interpretação dos coeficientes de uma regressão múltipla. Como na análise discriminante as variáveis são, em geral correlacionadas, não é possível acessar a importância de uma variável individual. O valor do coeficiente para uma variável particular depende das outras variáveis individuais na função.

Os coeficientes padronizados, eliminando-se o problema de escalas diferenciadas das variáveis independentes, são indicadores da importância relativa de cada variável, isto é, maiores pesos (coeficientes) aumentam a qualidade caracterizadora da função. Os sinais dos coeficientes são arbitrários.

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, a partir da aplicação da análise de agrupamentos por Ayup-Zouain *et al.* (1991), permitiram separar os sedimentos em duas classes texturais maiores: sedimentos arenosos e sedimentos lamosos (Tab. 1). Assim, os sedimentos foram subdivididos e reagrupados para desenvolver a análise discriminante sobre as 199 amostras, separando as classes dos componentes arenosos e lamosos.

Dos 8 grupos de areias criados originalmente por Ayup-Zouain *et al.* (1991), foi possível estudar 5 por comportarem 4 funções discriminantes (Tab. 2). Os grupos 6, 7 e 8 não foram discriminados.

DISCRIMINANT ANALYSIS

On groups defined by GRUPOB

139 (unweighted) cases were processed.

0 of these were excluded from the analysis.

139 (unweighted) cases will be used in the analysis.

Wilk's Lambda (U-statistic) and univariate F-ratio
with 7 and 131 degrees of freedom

Variable	Wilks' Lambda	F	Significance
MZ	.35482	34.03	.0000
VAR	.57784	13.67	.0000
SKI	.30749	42.15	.0000
KG	.81717	4.187	.0003

On groups defined by GRUPOB

Analysis number 1

Tabela 2 — Saída do SPSS da análise discriminante envolvida sobre 139 amostras de sedimentos arenosos.

Direct method: All variables passing the tolerance test are entered.
Minimum Tolerance Level00100

Canonical Discriminant Functions

Maximum number of functions 4
Minimum cumulative percent of variance 100.00
Maximum significance of Wilks' Lambda 1.0000

Prior probability for each group is .12500

Classification Function Coefficients (Fisher's Linear Discriminant Functions)

GRUPOB =	1	2	3	4
MZ	16.24396	7.830624	16.70356	10.82921
VAR	1.101975	2.890442	.7654875	.5497580
SKI	10.71908	-23.51107	-18.19365	-9.369538
KG	.9194783	2.655894	1.103169	3.361062
(constant)	-22.42206	-16.51915	-24.08613	-14.11743

GRUPOB =	5	6	7	8
MZ	13.51857	21.42455	19.75242	19.87440
VAR	.2804837	.42184178E-01	.3349777E-01	.2926362
SKI	2.421204	-8.953030	-2.105684	-11.55867
KG	-.1667647	-1.702543	-1.336679	-2.870659
(constant)	-13.52278	-29.07831	-24.89658	-24.61258

Classification Function Coefficients (Fisher's Linear Discriminant Functions)

Canonical Discriminant Functions

Fcn	Eigenvalue	Pct of Variance	Cum Pct	Canonical Corr	After Fcn	Wilks' Lambda	Chisquare	DF	Sig
1*	3.8126	66.90	66.90	.8901	0	.0587	374.246	28	.0000
2*	1.5097	26.49	93.39	.7756	1	.2825	166.843	18	.0000
3*	.2351	4.13	97.51	.4363	2	.7091	45.383	10	.0000
4*	.1418	2.49	100.00	.3524	3	.8758	17.508	4	.0015

* marks the 4 canonical discriminant functions remaining in the analysis.

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	FUNC 1	FUNC 2	FUNC 3	FUNC 4
MZ	.80758	-.59679	.38237	.34300
VAR	-.40192	.21453	.82552	.35487
SKI	.59666	.78970	.04812	-.16804
KG	-.36829	.44477	-.68024	.69325

Structure Matrix:

Pooled-within-groups correlations between discriminating variables and canonical discriminant functions
(Variables ordered by size of correlation within function)

	FUNC 1	FUNC 2	FUNC 3	FUNC 4
SKI	.57878	.80185*	.11421	-.09490
VAR	-.33525	.29287	.79431*	.41341
KG	-.00541	.21658	-.43468	.87414*
MZ	.64133	-.34791	.11270	.67451*

Classification Results

Actual Group	N° of Cases	Predicted Group Membership			
		1	2	3	4
Group 1	21	11 52.4%	0 .0%	0 .0%	0 .0%

Group 2	23	0 .0%	17 73.9%	3 13.0%	3 13.0%
Group 3	12	0 .0%	0 .0%	10 83.3%	0 .0%
Group 4	17	0 .0%	0 .0%	3 17.6%	12 70.6%
Group 5	7	0 .0%	0 .0%	0 .0%	1 14.3%
Group 6	20	0 .0%	0 .0%	1 5.0%	0 .0%
Group 7	18	0 .0%	0 .0%	0 .0%	0 .0%
Group 8	21	0 .0%	0 .0%	0 .0%	0 .0%

Actual Group	Predicted Group Membership			
	5	6	7	8
Group 1	8 38.1%	0 .0%	2 9.5%	0 .0%
Group 2	0 .0%	0 .0%	0 .0%	0 .0%
Group 3	0 .0%	0 .0%	0 .0%	2 16.7%
Group 4	2 11.8%	0 .0%	0 .0%	0 .0%
Group 5	6 85.7%	0 .0%	0 .0%	0 .0%
Group 6	0 .0%	10 50.0%	5 25.0%	4 20.0%
Group 7	1 5.6%	4 22.2%	11 61.1%	2 11.1%
Group 8	0 .0%	3 14.3%	0 .0%	18 85.7%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 68.35%

Classification Processing Summary

139 Cases were processed.
0 Cases were excluded for missing or out-of-range group codes.
0 Cases had at least one missing discriminating variable.
139 Cases were used for printed output.

Tabela 2 (continuação)

Na Figura 2 observa-se a distribuição dos grupos correspondentes às areias discriminadas assim como as pertencentes aos grupos 6, 7 e 8, que foram classificadas como *areias não discriminadas* (grupo 6) (Tab. 1). Os sedimentos destes 3 últimos grupos, da mesma forma que para os testes realizados com o programa do SPSS-PC, quando incorporadas às equações de Sahu (1964), demonstraram um comportamento complexo, caracterizando-se pela sua diversidade deposicional.

Deste modo, o problema em relação aos componentes arenosos ficou reduzido à discriminação de cinco grupos, os quais corresponderiam, segundo as características de cada conjunto, a:

1. *Areias mistas deltaicas* (fluviais e marinhas rasas).
2. *Areias marinhas rasas* (transportadas em suspensão).
3. *Areias de zona de surfe* (transportadas em suspensão).
4. *Areias de face de praia* (transportadas por tração).
5. *Depósitos de areias cascalhosas* (tempestitos).

Por último foi atribuída aos sedimentos dos grupos 6, 7 e 8, a seguinte caracterização:

6. *Areias regressivas não diferenciadas* (eólicas, fluviais e de pós praia).

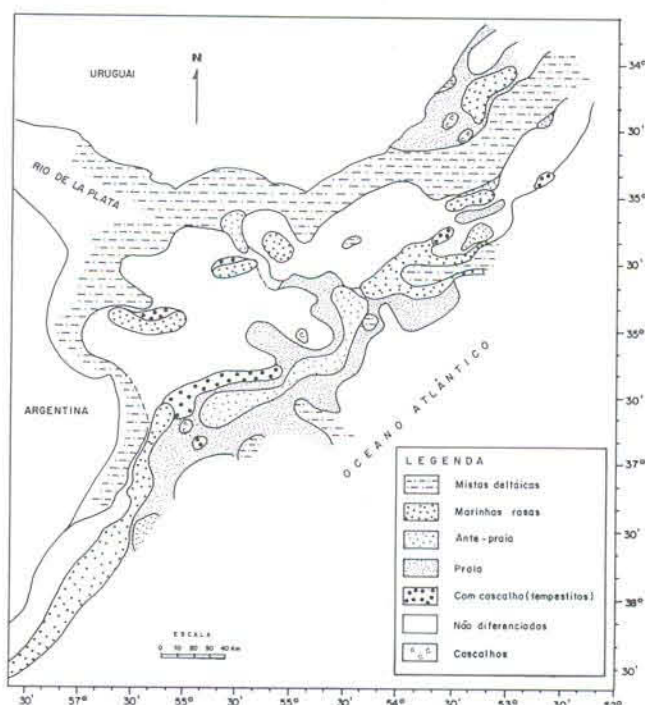


Figura 2 — Mapa de distribuição dos grupos texturais de areias separados a partir da análise discriminante.

Foi possível definir que os sedimentos do grupo 1, (*areias mistas deltaicas*) estão constituídos por areias finas ($Mz = 2,15 \phi$) pobremente selecionadas ($DP = 1,37 \phi$) com assimetria positiva ($Sk = 0,26 \phi$) e leptocúrticas ($Kg = 1,45 \phi$).

As *areias marinhas rasas* que constituem o grupo 2, apresentam tamanho médio correspondente a areias médias ($Mz = 1,18 \phi$), muito pobremente selecionadas ($DP = 2,40 \phi$), assimetria muito negativa ($Sk = -0,41 \phi$) e leptocúrticas ($Kg = 1,15 \phi$).

Correspondem a areias finas ($Mz = 2,16 \phi$), de seleção regular ($DP = 0,75 \phi$), assimetria muito negativa ($Sk = -0,31 \phi$) e leptocúrticas ($Kg = 1,43 \phi$) os sedimentos que constituem o grupo 3 e que são os sedimentos da zona de surfe.

As *areias de face de praia* (grupo 4) apresentam granulometria mais grosseira, correspondente a areias médias ($Mz = 1,60 \phi$), seleção regular ($DP = 0,65 \phi$), assimetria negativa ($Sk = -0,15 \phi$) e leptocúrticas ($Kg = 1,47 \phi$).

Os depósitos correspondentes a *areias cascalhosas* apresentam diâmetro médio de areias médias ($Mz = 1,69 \phi$), bem selecionadas ($DP = 0,43 \phi$), aproximadamente simétricas ($Sk = -0,02 \phi$) e mesocúrticas ($Kg = 0,96 \phi$).

A primeira função obtida a partir da análise dos sedimentos superficiais da plataforma continental adjacente ao Rio de la Plata, fornece a discriminação entre as *areias mistas deltaicas* e *marinhas rasas*, ficando caracterizada pela seguinte equação:

$$R_{1,2} = 0,80758 Mz - 0,40192 DP + 0,59666 Sk_1 - 0,36829 Kg \text{ onde os centróides } R_1 = 1,56791 \text{ e } R_2 = -$$

3,69119 caracterizam as médias de valores de cada grupo, cujo discriminante para separar os dois grupos corresponde a $R_{1,2} = -1,06164$. Desta forma, os valores menores indicariam a presença de ambiente deltaico e os valores maiores, ambiente marinho raso. Estes dois grupos ficam melhor identificados pela importância que apresenta a assimetria e o tamanho médio para caracterizar a função discriminante, sendo possível estabelecer diferenças consideráveis entre ambos os parâmetros para cada ambiente deposicional.

Para distinguir as *areias marinhas rasas* e as *areias da zona de surfe* foi obtida a seguinte equação:

$$R_{2,3} = -0,56979 Mz + 0,21453 DP + 0,7897 Sk_1 + 0,44477 Kg \text{ onde } R_2 = 0,7826 \text{ e } R_3 = -1,14499 \text{ correspondem aos centróides de cada grupo. A mesma apresenta o valor discriminante } R_{2,3} = -0,18119, \text{ o qual permite definir para os valores maiores a deposição na zona de surfe e para os valores menores a deposição em águas marinhas rasas. As maiores diferenças entre ambos os grupos correspondem aos valores médios do desvio padrão, mas a assimetria é o parâmetro que maior correlação apresenta para definir a equação discriminante.}$$

Outra separação que foi possível estabelecer corresponde à função discriminante obtida entre as *areias da zona de surfe* das *areias de face de praia*, de acordo com a seguinte equação:

$$R_{3,4} = 0,38237 Mz + 0,82552 DP + 0,04812 Sk_1 - 0,68024 Kg \text{ verificando que existe uma proximidade muito grande entre os centróides de ambos os grupos; } R_3 = -0,35383 \text{ e } R_4 = -1,04700, \text{ o que determina o valor do discriminante } R_{3,4} = -0,700415. \text{ Este separa as areias correspondentes a zona de surfe quando os valores são maiores que o discriminante e a face de praia quando os valores são menores e os sedimentos seriam transportados com maior energia. A maior correlação das variáveis nesta função são definidas pelo desvio padrão, sendo que os valores médios da média de cada grupo, assim como os valores da assimetria, facilitam a definição de cada ambiente deposicional.}$$

Por último, para distinguir entre as *areias de face de praia* e os depósitos de *areias cascalhosas biodetríticas* (*tempestitos*), os quais também apresentam uma forte relação, sendo possível a separação entre os grupos através da seguinte equação:

$$R_{4,5} = 0,3430 Mz + 0,35487 DP - 0,16804 Sk_1 + 0,69325 Kg \text{ onde os centróides apresentam os valores } R_4 = -0,06819 \text{ e } R_5 = -1,00627, \text{ com o discriminante } R_{4,5} = -0,53723, \text{ separando para os valores menores os sedimentos transportados por agentes de alta energia e os sedimentos depositados pela ação de agentes hidrodinâmicos normais. Nesta equação os parâmetros que apresentaram maior correlação foram a curtose e a média, devendo destacar que existe uma discriminação muito grande a partir do desvio padrão e da assimetria para identificar ambos os grupos de sedimentos.}$$

A partir dos resultados obtidos através da aplicação das equações discriminantes, pode-se afirmar que existe uma independência dos depósitos sedimentares com relação à profundidade dos diferentes locais da

plataforma continental interna da área em estudo. Isto provavelmente como consequência da preservação das propriedades texturais dos sedimentos depositados a partir de uma dinâmica sedimentar e com condições morfológicas diferentes das atuais.

Assim, pode-se concluir que existe uma preservação dos litosomas arenosos constituintes dos diferentes ambientes costeiros originais, os quais foram pouco modificados pela oscilação do nível do mar, como já fora observado por Belknap e Kraft (1981) na plataforma continental atlântica dos Estados Unidos. Desta forma não existe uma correlação dos ambientes com a profundidade na qual situam-se hoje os sedimentos. Pode-se afirmar que os processos atuantes durante as oscilações do nível do mar não se refletiram sobre os sedimentos e somente mudaram parte das feições sem destruí-las totalmente. Assim, deve-se considerar que existe uma tendência ao equilíbrio dinâmico dos depósitos sedimentares com a preservação potencial dos mesmos, refletindo as propriedades do ambiente original; caso contrário, todos os depósitos arenosos corresponderiam a areias marinhas rasas.

Em relação aos sedimentos finos, observam-se quatro grupos (Fig. 3), os quais correspondem a:

1. *Lamas arenosas (marinhas rasas)*

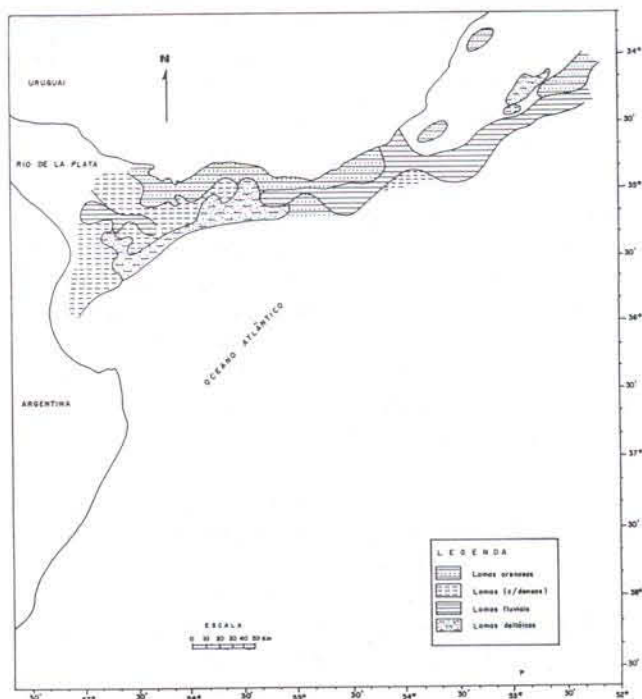


Figura 3 — Distribuição dos grupos texturais de sedimentos lamosos, classificados através da análise discriminante dos grupos.

2. *Lamas (transportadas por tração e correntes densas)*

3. *Lamas e areias muito finas (fluviais)*

4. *Lamas deltaicas (marinhas rasas)*

Os quatro grupos foram discriminados com a obtenção de três equações (Tab.3).

DISCRIMINANT ANALYSIS

On groups defined by GRUPOA

53 (unweighted) cases were processed

0 of these were excluded from the analysis.

53 (unweighted) cases will be used in the analysis.

Wilks' Lambda (U-statistic) and univariate F-ratio with 3 and 49 degrees of freedom

Variable	Wilks' Lambda	F	Significance
MZ	.93201	1.192	.3227
VAR	.73877	5.776	.0018
SKI	.46569	18.74	.0000
KG	.89441	1.928	.1373

On groups defined by GRUPOA

Analysis number 1

Direct method: All variables passing the tolerance test are entered.

Minimum Tolerance Level00100

Canonical Discriminant Functions

Maximum number of functions 3

Minimum cumulative percent of variance 100.00

Maximum significance of Wilks' Lambda 1.0000

Prior probability for each group is .25000

Classification Function Coefficients

(Fisher's Linear Discriminant Functions)

GRUPOA =	1	2	3	4
MZ	15.23476	15.75658	15.71634	16.20460
VAR	1.820646	.8777507	1.456200	1.045569
SKI	-.2656711	10.38040	15.41609	8.250564
KG	7.046662	7.083744	6.765661	6.541572
(constant)	-51.33882	-52.19998	-55.15123	-54.05513

Canonical Discriminant Functions

Fcn	Eigenvalue	Pct of Variance	Cum Pct	Canonical Corr	After Fcn	Wilks' Lambda	Chisquare	DF	Sig
1*	1.2115	74.96	74.96	.7401	0	.3156	55.352	12	.0000
2*	.3164	19.58	94.54	.4903	1	.6980	17.256	6	.0084
3*	.0883	5.46	100.00	.2848	2	.9189	4.060	2	.1313

* marks the 3 canonical discriminant functions remaining in the analysis.

Standardized Canonical Discriminant Function Coefficients

	FUNC 1	FUNC 2	FUNC 3
MZ	.10122	-.22138	-.51583
VAR	-.25462	.96553	.05595
SKI	.99476	.22501	-.17140
KG	-.05675	-.03800	.68500

Structure Matrix:

Pooled-within-groups correlations between discriminating variables and canonical discriminant functions

(Variables ordered by size of correlation within function)

	FUNC 1	FUNC 2	FUNC 3
SKI	.96457*	.24835	.08903
VAR	-.23765	.94499*	-.17243
KG	.19350	-.10882	.88382*
MZ	-.08932	-.12453	-.81323*

Tabela 3 — Saída do SPSS da análise discriminante aplicada sobre as 53 amostras de sedimentos lamosos.

Classification Results

Actual Group	Nº of Cases	Predicted Group Membership			
		1	2	3	4
Group 1	10	6 60.0%	1 10.0%	0 .0%	3 30.0%
Group 2	14	0 .0%	11 78.6%	2 14.3%	1 7.1%
Group 3	18	0 .0%	1 5.6%	15 83.3%	2 11.1%
Group 4	11	0 .0%	1 9.1%	0 .0%	10 90.9%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 79.25%

Tabela 3 (continuação)

A distribuição dos grupos discriminados permite observar que os mesmos se localizam no setor interior da área, na desembocadura do Rio de la Plata e a zona adjacente na plataforma continental interna, paralelo à costa uruguaia, abrangendo as zonas mais profundas (com presença de canais).

Pode-se definir que os sedimentos finos que constituem o grupo 1 (*lamas arenosas*), estão caracterizados pela presença de siltes grosseiros ($Mz = 5,62 \phi$) muito mal selecionadas ($DP = 4,71 \phi$) quase simétricos ($SKI = 0,09 \phi$) e mesocúrticos ($Kg = 0,80 \phi$).

As *lamas* que constituem o grupo 2, apresentam média correspondente a siltes grosseiros ($Mz = 5,45 \phi$), muito pobremente selecionadas ($DP = 2,02 \phi$), assimetria positiva ($Ski = + 0,30 \phi$) e leptocúrticas ($Kg = 1,52 \phi$).

Correspondem a siltes grosseiros ($Mz = 5,50 \phi$), muito mal selecionados ($DP = 3,80 \phi$), assimetria muito positiva ($Ski = + 0,31 \phi$) e leptocúrticas ($Kg = 1,22 \phi$) os sedimentos que constituem o grupo 3 que caracteriza depósitos de *lamas e areias muito finas* de origem fluvial.

As *lamas deltaicas* depositadas em ambiente marinho raso (grupo 4) estão caracterizadas pela granulometria mais fina do grupo de *lamas*, correspondente a siltes grosseiros quase médios ($Mz = 5,95 \phi$), muito mal selecionados ($DP = 2,80 \phi$), assimetria positiva ($Sk = + 0,12 \phi$) e platicúrticas ($Kg = 0,68 \phi$).

A discriminação entre as *lamas arenosas* e as *lamas* basicamente tem como variável mais correlacionável a assimetria, sendo que a sua maior diferenciação fica definida pelos valores correspondentes ao desvio padrão e à curtose. A função discriminante apresenta os seguintes coeficientes:

$R_{1,2} = 0,10122 Mz - 0,25462 DP + 0,99476 Sk_1 - 0,05675 Kg$ com valor do discriminante $R_{1,2} = - 0,82064$, e os centróides definidos por $R_1 = - 1,98594$ e $R_2 = + 0,34466$, caracterizando, os valores menores que o discriminante, como *lamas transportadas por fluxos superiores* (correntes densas) (Ayup, 1987).

A segunda função separa as *lamas* (transportadas por correntes densas) das *lamas e areias muito finas*, onde o principal parâmetro discriminante é o desvio padrão. Para estes grupos, a equação fica definida como:

$R_{2,3} = - 0,22138 Mz + 0,96553 DP + 0,22501 Sk - 0,0385 Kg$ com valores de $R_2 = - 0,01695$ e $R_3 = + 0,55929$ para os respectivos centróides. O valor do discriminante $R_{2,3} = - 0,044$ correspondente aos valores maiores identifica a presença de sedimentos oriundos do transporte fluvial, carregados em suspensão e tração; enquanto que os valores menores identificam as *lamas transportadas pelos efeitos de fluxo de regime superior*.

A última equação aplicada nos permite discriminar entre as *lamas e areias muito finas* e as *lamas deltaicas*, cujos centróides respectivamente são $R_4 = - 0,01695$ e $R_4 = - 0,49757$ o que caracteriza uma proximidade bastante grande entre os grupos; conseqüentemente, pode-se interpretar que os agentes de transporte e a hidrodinâmica atuante também estão definidos por condições muito semelhantes. Os parâmetros que apresentam maior importância na equação discriminante são a curtose e a média, sendo que a função apresenta a seguinte equação:

$R_{3,4} = - 0,51583 Mz + 0,05595 DP - 0,17140 Sk_1 + 0,6850 Kg$ com valor para o discriminante $R_{3,4} = - 0,25726$, onde os valores menores correspondem às *lamas fluviais separando-as das lamas deltaicas depositadas em águas marinhas rasas*.

Em relação aos sedimentos lamosos, a aplicação da análise discriminante é satisfatória. Em primeiro lugar verifica-se a influência ativa do aporte fluvial moderno no setor interior do Rio de la Plata e nos Poços de Lama, associada à parte da carga pretérita recebida. Os dois setores correspondentes a depósitos de caráter deltaico, podem ser relacionados, na zona interior da área de estudo, em parte ao aporte moderno, oriundo da bacia de drenagem do Paraná-Uruguaí, atuando sobre os sedimentos arenosos de origem marinha e em parte como uma deposição pretérita na zona externa. Além destes, devem ser considerados os depósitos de *lamas marinhas rasas*, os quais caracterizam a influência derivada da circulação fluvio-marinha que atinge a faixa paralela à costa oceânica uruguaia, e que foi amplamente discutido por Ayup-Zouain (1987).

De um modo geral, as informações aqui discutidas, de forma conjunta ou separadamente, permitiram identificar a presença de depósitos sedimentares resultantes de processos deposicionais distintos, relíquias e modernos, bem como a baixa influência que sobre os mesmos exercem as oscilações do nível do mar quando analisados a partir de técnicas mais sensíveis, como a discriminação após o desenvolvimento de um agrupamento hierárquico.

ASPECTOS CONCLUSIVOS

Foi possível discriminar parte das areias que se distribuem no setor exterior do Rio de la Plata e na plataforma continental adjacente, através de funções discriminantes que permitiram separar os seguintes grupos:

- areias deltaicas de areias marinhas rasas.
- areias marinhas rasas de areias da zona de surfe.
- areias da zona de surfe de areias de face de praia.
- areias de face de praia de depósitos de tempestitos.

Cada equação discriminante, apresentou características próprias, sendo que os parâmetros aplicados expressaram de forma satisfatória a diferença entre os grupos. Desta forma, pode-se expressar que os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), quando aplicados através de análise multivariada, se apresentam como uma poderosa ferramenta para auxiliar na identificação de fácies deposicionais relíquias, de sedimentos não consolidados.

Em relação aos sedimentos lamosos, a aplicação da análise discriminante tem-se mostrado satisfatória. A discriminação entre as *lamas arenosas* (marinhas rasas); *lamas* (transportadas por tração e correntes densas); *lamas e areias muito finas* (fluviais) e *lamas deltaicas* (marinhas rasas) confirmam a influência ativa do aporte fluvial moderno no interior do Rio de la Plata e nos Poços de Lama (localizados na plataforma continental interna).

A aplicação da análise discriminante tem-se apresentado como uma poderosa ferramenta na classificação e na distinção entre diferentes ambientes deposicionais observados na plataforma continental.

Agradecimentos — Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio

recebido através dos Processos N° 301632/91-0 e 820537/91-8. Ao Professor Iran C. Corrêa pelas críticas e sugestões ao texto e ao Professor Jefferson C. Simões pela versão do Resumo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- Belknap, D.F.P. & Kraft, J.C. 1981. Preservation potential of transgressive coastal lithosomes on the U.S. Atlantic Shelf. *Marine Geology*, 42: 429-442.
- Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957. Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27 (1): 3-26.
- Greenwood, B. 1969. Sediment parameters and environment discrimination: on application of multivariate statistics. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 6: 1347-1358.
- Jost, H. 1972. Estudo sobre a análise discriminatória multivariada e sua aplicação a mecanismos deposicionais. *Pesquisas*, 1: 37-42.
- Norusis, M.J. 1985. *SPSS-X Advanced Statistics Guide*. Mc Graw Hill Cy., New York. 505 p.
- Potter, P.E.; Shimp, N.F. & Witters, J. 1963. Trace elements in marine and fresh-water argillaceous sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 27: 669-694.
- Sahu, B.K. 1964. Depositional mechanisms from the size analysis of clastic sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 34 (1): 73-83.
- 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 Geológica Argentina*, 34 (2): 87-99.