

Pesquisas em Geociências

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

Análise Fatorial (modo-Q) em estudos quantitativos de nanofósseis calcários do Quaternário Superior em um testemunho da Bacia de Campos, RJ - Brasil

Felipe Toledo, Ricardo Norberto Ayup-Zouain, Karen Costa

Pesquisas em Geociências, 26 (2): 65-72, jan./abr., 2000.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21124>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

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

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

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

Data de publicação - jan./abr., 2000.

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

Análise Fatorial (modo-Q) em estudos quantitativos de nanofósseis calcários do Quaternário superior em um testemunho da Bacia de Campos, RJ - Brasil

FELIPE TOLEDO^{1,2}; RICARDO NORBERTO AYUP-ZOUAIN² & KAREN COSTA^{1,2}

¹ WHOI – Woods Hols Oceanographic Institution, Clark Laboratory Woods Hole, MA - 02543, USA

² Curso de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Caixa Postal 15.001, CEP 91.509-900, ayup@if.ufrgs.br Porto Alegre, RS.

(Recebido em 03/99. Aceito para publicação em 01/2000)

Abstract - In this paper a Q-mode factor analysis was carried out to study the late Quaternary calcareous nanofossils from core PC-01 (Campos Basin – Brazil). Using CABFAC computer program, two factors were obtained and explain 95,90%, the Factor 1, explain 93,69% and is dominated by specie *Florisphaera profunda*, wich is restricted to lower euphotic zone, this imply in deep nutricline and thermocline. Factor 2 explain 2,21% and is dominated by species *Rabdosphaera clavigera* and *Gephyrocapsa oceanica*, both ralated to shallow nutricline and thermocline. As the core is located mainly in a glacial sequence, it was possible to verify the changes of thermocline and nutricline in this core.

Key words - Calcareous nannoplankton, Q-mode factor analysis, Quaternary

INTRODUÇÃO

No presente trabalho, foram analisados nanofósseis do Quaternário superior do testemunho PC-01, de 495 cm, proveniente da Bacia de Campos — Brasil (Fig. 1), a uma profundidade de 990 m de lâmina d'água.

Foi realizada a análise quantitativa dos nanofósseis calcários presentes no testemunho, em 50 amostras espaçadas em intervalos de 10 cm, contabilizando 500 exemplares por amostra, tendo sido identificados 13 grupos fósseis.

O objetivo é observar, através da aplicação da análise fatorial modo Q, a influência dos parâmetros ambientais que atuaram com maior ou menor intensidade durante os eventos deposicionais, principalmente a variação da termoclina e a nutriclina. Utilizou-se o programa CABFAC Klován e Imbrie (1971), modificado por Souto e Ayup-Zouain (1995) para uso em computadores pessoais.

Os resultados foram comparados com as zonas de foraminíferos Z, Y1, e Y2 (Ericson e Wollin, 1968) obtidos por Vicalvi (no prelo) estudando este mesmo testemunho.

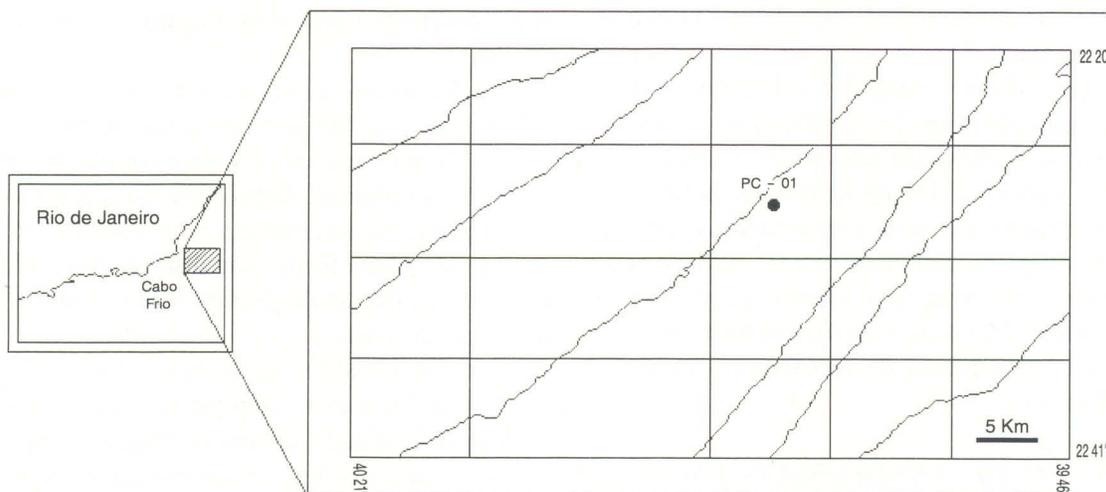


Figura 1 - Mapa de localização do testemunho PC-01.

METODOLOGIA DE TRATAMENTO DOS DADOS

A análise fatorial modo-Q, foi aplicada pela primeira vez em nanofósseis calcários da margem continental brasileira por Oliveira (1997), o qual estudou sedimentos cretáceos da Bacia de Campos. Esta técnica já havia sido usada no estudo de nanofósseis calcários por Frances *et al.* (1991), Giraudeau (1992) e Cachão (1993), sendo que os dois primeiros empregaram em seus trabalhos o programa elaborado por Klován e Imbrie (1971).

A aplicação e uso desta técnica de análise considera que a composição quantitativa e qualitativa de um grupo biótico está relacionada com os parâmetros ambientais que atuam e caracterizam a área na qual estes se localizam.

As lâminas analisadas neste estudo foram preparadas segundo Antunes (1997) e Oliveira (1997), e observadas ao microscópio óptico com ampliação de 1000 vezes.

As amostras foram coletadas em intervalos regulares de 10 cm ao longo de um único testemunho. As entidades taxonômicas selecionadas para a contagem incluíram somente as formas que apresentavam distribuição significativa. Foram contadas 10 espécies e 3 variedades de nanofósseis calcários. As espículas de ascídias foram contabilizadas separadamente. A tabela 1 mostra a distribuição percentual dos fósseis por amostra.

Roth (1994) verificou que contagens de 300 nanolitos por amostra permitem detectar mesmo aqueles *taxa* cuja abundância relativa seja da ordem de apenas 1 a 2% da associação total, considerando um intervalo de confiança de 90 a 95%. Entretanto, o método de quantificação utilizado foi a contagem de associações de 500 nanolitos a fim de garantir, por observação aleatória de campos, uma probabilidade superior a 99% de encontrar formas com abundância inferior a 1% da associação total.

Os valores dos *taxa* selecionados, depois de recalculados para percentagem, foram utilizados no preenchimento da respectiva matriz de dados. As amostras foram dispostas seqüencialmente, em função da sua profundidade de amostragem no testemunho (Tab. 1).

O USO DE NANOFÓSSEIS EM INTERPRETAÇÕES PALEOAMBIENTAIS

Devido ao ambiente onde habitam os coccolitoforídeos, sua distribuição é regida pelas variações

de temperatura, conseqüentemente, pelas características das massas de águas, variação da lâmina de água e mudanças climáticas (Mostajo, 1986). Giraudeau (1992) considera que, por viverem nas camadas superficiais dos oceanos, os coccolitoforídeos são mais sensíveis às mudanças físico-químicas (temperatura, salinidade, nutrientes) e aos parâmetros atmosféricos (precipitação, nebulosidade, radiação solar) do que outros organismos planctônicos.

De acordo com Mostajo (1986), *Ceratolithus cristathus* é característico de águas quentes e *Coccolithus pelagicus* é indicador de águas frias. Cachão (1993) observa que a distribuição de *C. pelagicus* varia com a latitude, com tendência a ocorrer em amostras de maior latitude. Neste mesmo trabalho, o autor demonstra que o gênero *Gephyrocapsa* tem tendência a aumentar ligeiramente a sua frequência relativa à medida que nos aproximamos da linha de costa. A espécie *Gephyrocapsa oceanica*, segundo Okada (1983), predomina em associações de plataformas marginais, sendo que podem monopolizar as amostras em associações de plataforma e mares semi-confinados.

Helicosphaera carteri ocorre comumente em sedimentos hemipelágicos, não havendo registro da mesma em sedimentos pelágicos. Segundo Perch-Nielsen (1985) esta espécie teria preferência por áreas de ressurgência (distribuiu-se na parte superior e média da coluna d'água na área equatorial), o que explica sua presença no testemunho aqui estudado.

A espécie *Rabdosphaera clavigera*, segundo Okada e Honjo (1974), tem preferência por baixas latitudes. Usualmente, distribuiu-se na camada superficial da massa de água ou próximo da mesma, com tendência a uma distribuição inversa de abundância.

De acordo com Okada (1983), a abundância relativa de *Florisphaera profunda* demonstra uma correlação positiva com a profundidade em ambientes marinhos abertos, distribuídos na plataforma continental externa inferior até profundidades abissais, destacando, desta forma, sua distribuição preferencial com o aumento da profundidade e com a maior distância da costa.

Em estudo mais recente, Okada (1992) observou um aumento proporcional de *F. profunda* com a profundidade da lâmina d'água. A espécie *G. oceânica* demonstrou um comportamento inverso.

De acordo com Molino e McIntyre (1990), o controle da profundidade da nutriclina no Atlântico Equatorial pode ser monitorado pela variação em abundância de *F. profunda*, pois esta espécie parece

Tabela 1 - Distribuição quantitativa dos 13 grupos de nanofósseis calcários analisados nas 50 amostras do testemunho PC-01. Os valores de espículas de ascídias correspondem a porcentagem sobre o total da amostra, considerados separadamente.

PC-01 Profundidade (cm)	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Gephyrocapsa oceanica</i>	<i>Calcidiscus leptoporus</i>	<i>Calcosolenia murrayi</i>	<i>Ceratolithus cristatus</i>	<i>Helicosphaera carteri</i> var. <i>carteri</i>	<i>Helicosphaera carteri</i> var. <i>hyalina</i>	<i>Helicosphaera carteri</i> var. <i>wallichii</i>	<i>Rhabdosphaera clavigera</i>	<i>Pseudoemilia lacunosa</i>	<i>Florisphaera profunda</i>	<i>Pontosphaera spp.</i>	Espículas de Ascídias
5	0,41	15,29	6,20	1,65	4,13	7,02	9,09	1,65	19,83	0	33,88	0,83	33,2
15	0,35	23,01	2,83	0,18	3,18	5,66	14,16	14,16	4,25	0	30,09	2,12	9,2
25	1,20	25,2	4,8	3,6	0,8	4	5,2	0,4	9,6	0	41,2	4	6
35	0,40	17,81	6,48	0,81	2,02	3,64	8,10	0,4	15,79	0	42,51	2,02	4
45	1,25	22,17	3,76	1,67	0,84	3,76	11,30	0,42	11,30	0	43,10	0,42	10,4
55	0,81	26,02	6,91	1,63	1,22	2,03	4,47	0,41	10,57	0	45,53	0,41	6,8
65	1,58	19,01	4,36	0,4	1,98	1,19	11,09	0,2	11,48	0	45,94	2,77	8,4
75	0,20	28,97	3,62	1,21	0,4	4,43	3,62	0,4	10,46	0	45,07	1,61	14
85	0,84	28,45	3,35	1,67	0,84	2,93	5,86	1,25	10,04	0	44,35	0,42	4
95	2,39	33,07	4,78	1,59	1,59	3,98	3,98	0,8	10,36	0	37,05	0,4	10
105	0,81	29,33	5,29	2,85	0,81	2,85	6,92	0,2	8,15	0	41,55	1,22	6
115	2,04	27,35	3,26	1,63	0,82	3,26	9,39	1,22	9,39	0	40,82	0,82	5,2
125	0,81	29,27	4,47	1,22	0,81	3,66	7,32	0,81	8,13	0	42,28	1,22	2,8
135	0,42	30,93	5,51	1,27	0,42	3,39	6,35	0,42	10,59	0	39,41	1,27	4,8
145	0,82	28,69	3,28	0,82	0	5,74	4,92	0,41	9,84	0	45,08	0,41	11,6
155	0,41	32,58	2,89	1,24	0,82	5,36	5,77	0,21	7,83	0	42,89	0	4,4
165	3,85	29,98	3,43	2,14	0,21	2,14	2,14	0,43	8,56	0	47,11	0	7,6
175	5,50	23,39	7,80	0,23	0,92	6,88	1,38	0,23	3,67	0	48,62	1,38	4
185	9,25	31,28	3,52	1,32	0,22	3,52	2,20	0,44	7,49	0	40,09	0,66	7,2
195	5,77	32,58	4,12	0,82	0,21	3,3	1,24	0,41	8,66	0	42,89	0	6,8
205	1,62	31,24	1,22	1,22	0,2	2,84	6,49	1,62	6,08	0	46,65	0,81	9,2
215	2,44	30,89	6,10	1,22	0,41	2,44	0,81	0,81	8,13	0	46,34	0,4	4
225	4,76	22,22	7,94	0,79	0,79	5,55	2,38	0,4	5,55	0	49,21	0,4	4
235	7,79	33,33	2,16	1,73	0,86	6,49	2,60	0,43	9,96	0	34,20	0,43	8,4
245	15,70	20,66	3,30	1,24	0,41	14,46	0,83	0	9,09	0	33,47	0,83	9,6
255	9,24	25,63	3,36	2,52	0,42	9,24	3,78	0,42	9,24	0	36,13	0	8
265	6,77	27,49	3,19	1,99	0,8	4,38	3,98	0,4	13,94	0	36,65	0,4	6,8
275	6,97	32,38	3,69	1,64	0,82	1,64	4,10	0	9,02	0	39,34	0,41	6,4
285	7,42	34,76	2,34	3,12	0,78	1,17	2,73	0	7,03	0	39,84	0,78	12,4
295	8,71	31,95	2,49	2,90	0,41	3,73	1,66	1,66	8,71	0	37,34	0,41	8,8
305	9,66	29,41	4,20	4,20	0,42	2,10	1,68	0,42	9,66	0	38,23	0	3,6
315	9,60	32,80	2,40	0,8	0,4	4,8	2,4	0,4	5,6	0	40	0,8	11,2
325	7,92	30,10	5,54	1,19	0,2	5,54	1,19	0,4	9,90	0	36,83	1,18	6,8
335	5,18	23,11	3,19	0,8	0,8	11,15	2,79	0,8	5,58	0,8	45,02	0,8	4,8
345	5,16	33,73	1,59	0,4	1,59	2,78	3,17	1,59	5,55	0,79	43,25	0,4	1,2
355	5,58	33,08	0,80	1,19	0	5,18	1,19	1,99	5,18	0,4	45,42	0	2,8
365	3,57	37,70	1,19	0,79	0,79	0,79	3,17	0,4	4,36	1,19	44,84	1,19	2,8
375	1,18	34,90	3,53	2,35	0,39	3,92	1,57	0	7,45	4,31	40	0,39	7,6
385	2,78	34,13	4,76	2,78	0,4	5,55	1,19	0	5,55	1,98	39,68	1,19	6,8
395	3,17	36,11	0,79	2,78	0,79	28,57	1,98	0	6,35	1,59	17,85	0	6,4
405	5,98	3,3,86	0,40	0	0,4	5,18	1,59	0	5,98	1,19	45,42	0	12,4
415	8,33	29,36	3,57	0	0,4	9,92	0	0	3,17	5,16	39,68	0,4	1,6
425	26,45	21,01	3,00	0,37	0	3	0,37	0	2,25	3,75	39,67	0	2,4
435	13,50	31,02	1,82	0,36	0,36	4,38	1,82	0	9,49	0,36	36,86	0	4,8
445	15,87	19,84	3,57	0,4	0	4,36	1,98	0	9,92	0,4	43,25	0,4	5,2
455	5,20	31,20	3,20	0,8	0,4	3,6	2	0,4	8,4	1,2	43,6	0	3,2
465	1,60	26,40	3,20	1,6	0,8	5,2	4	1,6	8,4	2,4	44,8	0	4,4
475	1,59	22,62	2,78	1,59	0,79	5,95	1,98	0	2,38	1,98	57,54	0,79	4
485	0,80	29,20	2,80	3,2	0,4	2	5,2	0	2,8	2,4	51,2	0	2
495	2,60	30,71	2,23	1,49	1,49	5,58	6,32	0,37	6,2	1,49	38,29	1,11	11,2

estar restrita à zona eufótica inferior com temperaturas maiores do que 10°C, sendo todos os outros coccolitoforídeos vivos preservados no registro fóssil, restritos à zona eufótica superior.

Para Molfino e MacIntyre (1990), uma nutriclina profunda significa que a zona eufótica superior é pobre em nutrientes e, conseqüentemente, a produção de *F. profunda* é intensificada com relação aos outros coccolitoforídeos. Já uma nutriclina rasa (superficial) tem efeito contrário. Baixas porcentagens de *F. profunda* estão associadas com a nutriclina superficial e, por conseqüência, uma termoclina superficial; altas porcentagens de *F. profunda* estão associadas com a nutriclina profunda e a uma termoclina profunda. Nenhuma outra espécie de coccolitoforídeo vivo, também preservada no registro fóssil, tem este comportamento.

Segundo Ahagon *et al.* (1993), *F. profunda* tem sua abundância afetada não somente pela profundidade, mas também por outros fatores oceanográficos, como o conteúdo de nutrientes, a transparência da água e/ou a turbidez. Este último fator, em mar aberto, é influenciado diretamente pela produção primária na superfície das águas. Conseqüentemente, o percentual de *F. profunda* é acrescido com o aumento da transparência na zona eufótica.

Berger (1989) demonstrou que uma relação inversa parece existir entre a distribuição da transparência e a produção primária anual, diminuindo a produção em direção ao giro oceânico central.

Finalmente, estudos preliminares realizados por Okada (1992), sugerem que espículas de ascídias podem ser bons indicadores de mudanças paleoambientais, especialmente quando combinados com abundância de *F. profunda* e de *G. oceanica*.

RESULTADOS E INTERPRETAÇÕES

As espécies que dominam a assembléia fossilífera são *Florisphaera profunda* (32% - 49%) e *Gephyrocapsa oceanica* (14% - 35%). As demais espécies apresentaram valor percentual médio a inferior.

F. profunda é a espécie que apresenta o maior valor percentual no poço analisado neste trabalho, demonstrando a importância de seu monitoramento, através de estudo quantitativo, sendo, juntamente com espículas de ascídias e *Gephyrocapsa oceanica*, um bom indicador da profundidade.

Com o auxílio de foraminíferos planctônicos, Vicalvi (no prelo), estudando este mesmo testemunho, subdividiu-o nas zonas Z, Y1 e Y2 (Ericson e

Wollin, 1968), que correspondem aos intervalos interglacial/glacial.

Observou-se que o *datum* do foraminífero planctônico *Pulleniatina obliquiloculata*, o qual marca o limite Y2/Y1, coincide neste poço com a extinção da espécie *Pseudoemiliana lacunosa* e com a presença mais marcante de *Helicosphaera carteri* var. *wallichii* a partir deste ponto.

Sobre os dados apresentados na tabela 1, aplicou-se a técnica de análise fatorial modo-Q. Os resultados descritos a seguir estão representados nas tabelas 2 a 4 e nas figuras 2 a 4. Foram encontrados 13 fatores, cujas variâncias acumuladas atingem 99,9999%, sendo que apenas 2 fatores explicam 95,90% da assembléia fossilífera (Tab. 2).

Tabela 2 - Fatores e suas variâncias nas 50 amostras do testemunho PC-01

Fatores	Variância (%)	Var. acumulada
1	93.6888	93.6888
2	2.2171	95.9059
3	1.4334	97.3393
4	0.9208	98.2601
5	0.7639	99.0240
6	0.4470	99.4710
7	0.3114	99.7824
8	0.0758	99.8582
9	0.0553	99.9135
10	0.0400	99.9535
11	0.0257	99.9792
12	0.0141	99.9933
13	0.0066	99.9999

O fator 1 explica 93,68% da variância, enquanto que o fator 2 corresponde a 2,21%. Os outros fatores restantes possuem valores bastante reduzidos, sendo inexpressivos em termos estatísticos. O fator 1 é completamente dominado por *Florisphaera profunda* (0,9375). O grupo que domina o fator 2 é composto por *Rabdosphaera clavigera* (0,6520) e *Gephyrocapsa oceanica* (0,6489).

A matriz de escores revela quanto cada espécie contribui proporcionalmente com cada um dos fatores (Tab. 3).

A tabela 4 representa a matriz de projeção oblíqua, expressando a proporção dos dois fatores preponderantes em cada amostra, sendo que a amostra de número 48 caracteriza o fator 1 e a 16 é a amostra padrão do fator 2. A comunalidade

muito elevada, quase sempre acima de 0,9, confere alto grau de confiabilidade na análise de todas as amostras.

Tabela 3 - Matriz de escores com a contribuição de cada grupo fóssil nos dois principais fatores nas 50 amostras do testemunho PC - 01.

FÓSSEIS	FATOR 1	FATOR 2
<i>C. pelagicus</i>	0,1119	-0,0068
<i>G. oceanica</i>	0,2739	0,6489
<i>C. leptoporus</i>	0,0627	0,0316
<i>C. murrayi</i>	-0,0165	0,0920
<i>C. cristathus</i>	-0,0289	0,0869
<i>H. carteri</i> var. <i>carteri</i>	0,0171	0,1673
<i>H. carteri</i> var. <i>hyalina</i>	0,0069	0,1501
<i>H. carteri</i> var. <i>wallichii</i>	0,0053	0,0231
<i>R. clavigera</i>	-0,1652	0,6520
<i>P. lacunosa</i>	0,0235	-0,0182
<i>F. profunda</i>	0,9375	-0,0758
<i>Pontosphaera</i> spp.	0,0141	0,0034
espículas de ascídias	0,0005	0,2821

A figura 2 apresenta comparação entre o fator 1 e o fator 2 e suas proporções nas 50 amostras, demonstrando um comportamento inverso entre os fatores 1 e 2. Nesta figura é evidenciada também uma correlação entre F1 e F2 com as zonas Z, Y1 e Y2. Na passagem de Y2 para Y1 observa-se uma queda no valor de F1 e crescimento de F2, o mesmo comportamento observado na passagem de Y1 para Z. Uma grande queda de F1 ocorre entre 155 cm e 185 cm.

As zonas de influências obtidas através do gráfico de correlação do fator 1 com o fator 2 (Fig. 3) nas 50 amostras do testemunho PC-01, permitem observar que somente 3 amostras são fortemente influenciadas pelo fator 2. A maior parte das amostras analisadas está situada próxima ao fator 1, caracterizando assim o maior peso deste fator no testemunho. Os pontos próximos a valores intermediários entre F1 e F2 sugerem uma oscilação das condições oceânicas atuantes, nesses intervalos, ao longo do testemunho.

As figuras 4a e 4b apresentam os histogramas dos dois principais fatores e as 13 espécies analisadas. A figura 4a, relativa ao Fator 1, demonstra o domínio de *F. profunda* em relação às demais espécies, sendo que *Cocolithus pelagicus* apresenta maior intensidade neste fator, o qual permite

Tabela 4 - Matriz de projeção oblíqua, com a comunalidade e as proporções dos dois principais fatores nas 50 amostras do testemunho PC - 01.

Amostras	Comunalidade	Fator 1	Fator 2
1	0,702	0,4926	0,5074
2	0,828	0,6670	0,3330
3	0,983	0,7369	0,2631
4	0,915	0,7401	0,2599
5	0,951	0,7259	0,2741
6	0,980	0,7611	0,2389
7	0,932	0,7952	0,2048
8	0,976	0,7049	0,2951
9	0,986	0,7448	0,2552
10	0,992	0,6256	0,3744
11	0,987	0,7235	0,2765
12	0,983	0,7177	0,2823
13	0,983	0,7440	0,2560
14	0,986	0,6732	0,3268
15	0,985	0,7180	0,2820
16	0,903	-0,0000	1,0000
17	0,994	0,7683	0,2317
18	0,988	0,9106	0,0894
19	0,988	0,7161	0,2839
20	0,993	0,7216	0,2784
21	0,987	0,7650	0,2350
22	0,987	0,7792	0,2208
23	0,985	0,9048	0,0952
24	0,985	0,6081	0,3919
25	0,874	0,6903	0,3097
26	0,979	0,6802	0,3198
27	0,992	0,6356	0,3644
28	0,990	0,6877	0,3123
29	0,974	0,6774	0,3226
30	0,984	0,6660	0,3340
31	0,977	0,7069	0,2931
32	0,977	0,7089	0,2911
33	0,988	0,6701	0,3299
34	0,978	0,8410	0,1590
35	0,977	0,7692	0,2308
36	0,984	0,7891	0,2000
37	0,966	0,7619	0,2381
38	0,977	0,6850	0,3150
39	0,980	0,7075	0,2925
40	0,713	0,4113	0,5887
41	0,982	0,7364	0,2636
42	0,956	0,8014	0,1986
43	0,902	0,9410	0,0590
44	0,959	0,6862	0,3138
45	0,935	0,8340	0,1660
46	0,991	0,7538	0,2462
47	0,990	0,7839	0,2161
48	0,984	1,0000	0,0000
49	0,983	0,8916	0,1084
50	0,983	0,6712	0,3288

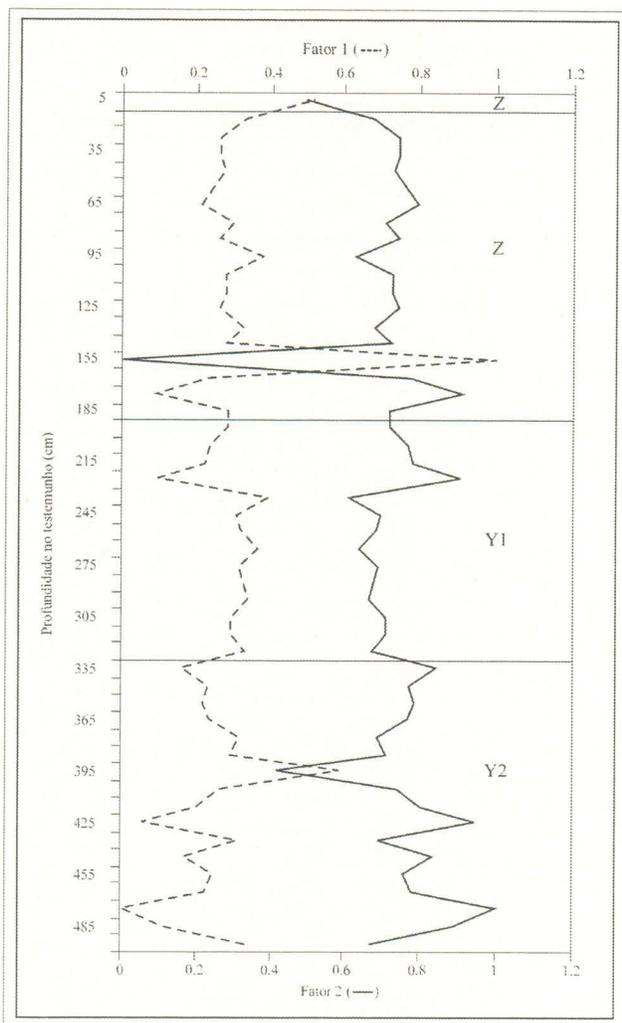


Figura 2 - Comparação das proporções nas 50 amostras dos fatores 1 e 2 com as zonas determinadas com foraminíferos planctônicos Z (interglacial), Y1 e Y2 (glacial).

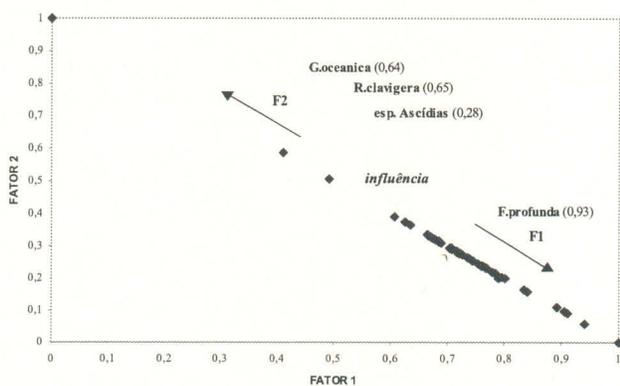


Figura 3 - Projeção da correlação entre os fatores 1 e 2 do testemunho PC-01 (Os dados numéricos correspondem à Tabela 4).

determinar a influência de águas mais frias (possivelmente como consequência dos eventos de ressurgência).

A figura 4b apresenta o fator 2 controlado por *Gephyrocapsa oceanica* e, em menor intensidade,

mas ainda significativo, por espículas de ascídias, as quais estariam vinculadas a um possível rebaixamento do nível do mar ou como consequência do retrabalhamento "down-slope". As demais espécies que não tinham influência no fator 1 apresentam valores maiores, o que, provavelmente, pode estar relacionado a uma nutriclina mais superficial.

O significado de F1 está associado à profundidade de lâmina d'água em que viviam os *espécimens* e a uma nutriclina profunda, já que este fator é explicado por uma variância de 93,68%, completamente dominada por *F. profunda*. Deste modo, a variância explicada por F1 deve-se às mudanças paleoambientais que refletem as condições paleoceanográficas globais (propriedades físicas das massas de água, padrões de circulação, etc.), ao longo do Pleistoceno — Holoceno.

O significado de F2 está intimamente relacionado à alteração nas associações de *Rabdosphaera clavigera* e *Gephyrocapsa oceanica*. O comportamento destas espécies é oposto ao de *F. profunda*, motivo pelo qual é possível associar o comportamento destas espécies, a uma nutriclina e termoclina rasas. É possível deduzir que o predomínio das espécies relacionadas ao F2 reflete um aumento na turbidez da água, em virtude da ocorrência dos episódios glaciais, devido ao acréscimo do suprimento de partículas e nutrientes de áreas continentais mais expostas. Em adição ao crescimento da produção primária associado com o domínio do F2, observa-se, no testemunho, que a frequência relativa de *F. profunda* diminui.

CONCLUSÕES

A aplicação da técnica de análise fatorial (modo-Q) sobre os dados quantitativos de nanofósseis calcários, permitiu definir a influência dos parâmetros ambientais referentes ao testemunho estudado, como a variação da termoclina e nutriclina, considerando como variáveis a percentagem de abundância relativa dos taxa.

Das 13 variáveis e 50 amostras iniciais, a descrição e interpretação dos processos reduziu-se a 2 fatores, que explicam 95,90% da variância da associação. A comunalidade é elevada quase sempre acima de 0,9.

Na interpretação dos 2 fatores considerados, observou-se que os processos que determinaram as variações nas associações de nanofósseis são de mesma natureza. Estando quase a totalidade do testemunho em um intervalo glacial, foi possível verificar variações da termoclina e nutriclina no mesmo.

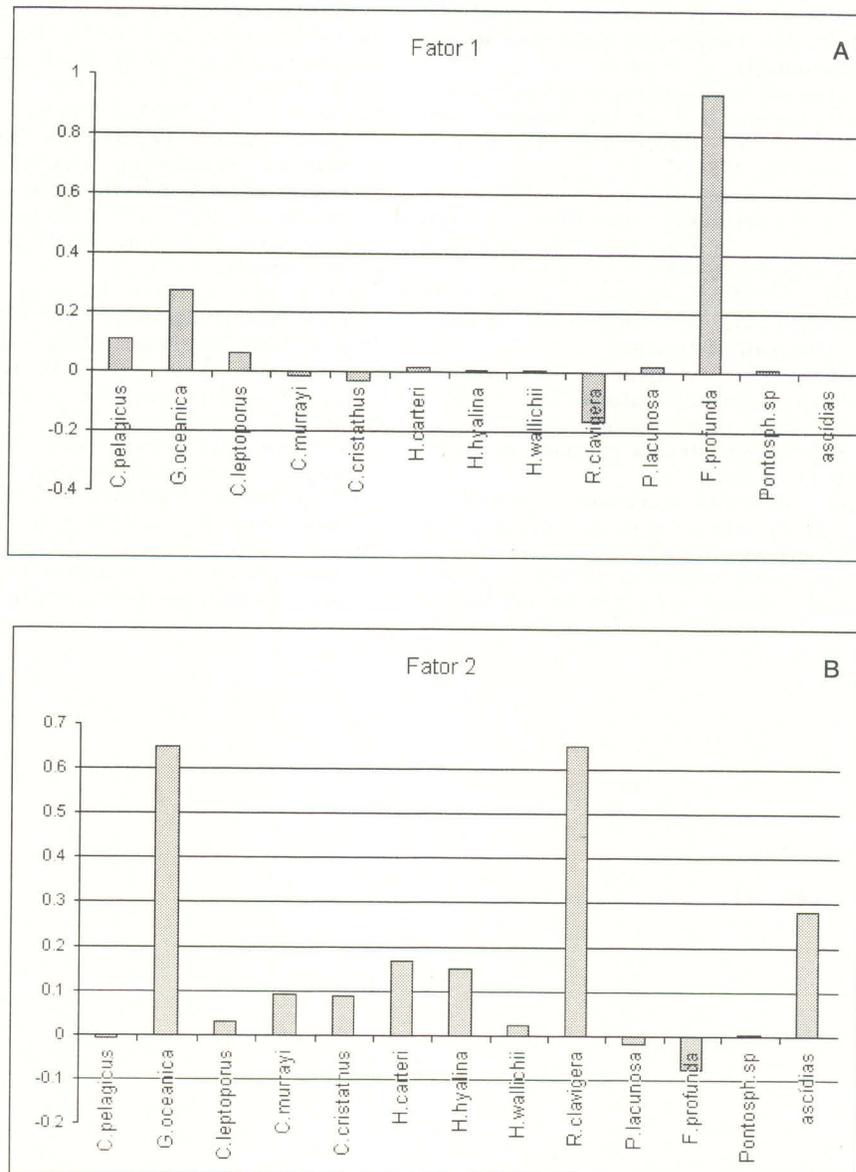


Figura 4 - Histograma apresentando os valores das cargas factoriais (influência) das 13 variáveis analisadas. (A) fator 1, (B) fator 2.

A espécie *Floriphaera profunda* está associada a termoclina e nutriclina profundas, por sua vez relacionadas à influência de temperaturas mais baixas. As espécies *Gephyrocapsa oceanica* e *Rhabdosphaera clavigera*, possivelmente estão relacionadas a termoclina e nutriclina rasas, consequentemente a temperaturas mais elevadas dentro do intervalo glacial.

Agradecimentos - Gostaríamos de agradecer ao Curso de Pós-Graduação em Geociências/IGEO-UFRGS, ao CNPq através dos Processos N° 523810/95-4 e 200402/98-6 e a CAPES (Processo N° 0096/98-9) pela infra-estrutura e apoio financeiro, assim como a PETROBRÁS por ter cedido as amostras, e ao Geol. Eduardo Barbosa pela contribuição na arte final das figuras deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahagon, N.; Tanaka, Y e Ujiie, H. 1993. *Floriphaera profunda*, a possible nanoplankton indicator of late Quaternary changes in sea-water turbidity at the northwestern margin of the Pacific. **Marine Micropaleontology**, 22: 255-73.
- Antunez, R. L. 1997. **Introdução ao estudo dos nanofósseis calcários**. Instituto de Geociências - UFRJ, Rio de Janeiro, Série Didática, 115 p.
- Berger, W. H. 1989. Global map of ocean productivity. In: W. H. Berger, N. S. Smetacek and G. Weger (Editors). **Productivity of the Ocean: Present and Past**. Wiley, New York, pp. 429-455.
- Cachão, M. 1993. Distribuição de Nanoplâncton calcário em sedimentos superficiais da plataforma continental Portuguesa (dados preliminares). **Gaia**, 6: 1-9.
- Ericson, D. B. e Wollin, G. 1968. Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. **Science**, 162 (3859): 1227-1234.

- Francés, G.; Flores, J. A. e Sierro, FJ. 1991. Análisis factorial (modo Q) de la nanoflora calcárea del Mioceno superior en el sondeo ODP 654 (Tirreno, Mediterráneo occidental). **Revista Española de Paleontología**, 6(1): 50-58.
- Giraudeau, J. 1992. Coccolith Paleotemperature and paleosalinity estimates in the Caribbean sea for the Middle - late Pleistocene (DSDP Leg 68 - Hole 502 B). **Memorie Di Scienze Geologiche**, 43: 375-387.
- Imbrie, J.; Kipp, N. G. 1971. A new micropaleontological method for quantitative paleoclimatology: application to a late Pleistocene caribbean core, in Turekian, K. K. (ed.), **Late Cenozoic Glacial Ages**: Yale, 71-181.
- Klovan, J. E. e Imbrie, J. 1971. Na algorithm on Fortran IV program for large-scale Q-mode factor analysis and calculation of factor scores. **Mathematical Geology**, 3: 61-77.
- Molfini, B. e McIntyre, A. 1990. Precessional Forcing of nutricline dynamics in the Equatorial Atlantic. **Science**, 249: 766-69.
- Mostajo, E. L. 1986. Estudio de dos testigos submarinos del oceano Pacífico Sudecuatorial. **Revista Española de Micropaleontología**, 18 (3): 433-442.
- Okada, H. 1983. Modern nannofossil assemblages in sediments of coastal and marginal seas along the western pacific ocean. **Utrecht Micropaleontology Bulletin**, 30: 171-87.
- Okada, H. 1992. Biogeographic control of modern nannofossil assemblages in surface sediments of Ise Bay, Mikawa Bay and Kumano-Nada, off coast of central Japan. **Memorie Di Scienze Geologiche**, 43: 431-49.
- Okada, H. e Honjo, S. 1973. The distribution of oceanic coccolithophorids in the Pacific. **Deep-Sea Research**, 20: 355-74.
- Oliveira, L. C. V. 1997. **Arcabouço estratigráfico do Albo-Maastrichtiano da Bacia de Campos: Um estudo com base em nanofósseis calcários e suas relações com marcos elétricos-estratigráficos e a estratigrafia química**. Porto Alegre. 190 p. Dissertação de Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Perch-Nielsen, K. 1985. Mesozoic calcareous nannofossil. **Plankton Stratigraphy**. 12: 329-426.
- Roth, P. 1994. Distribution of coccoliths in oceanic sediments. In: Winter, A. e Siesser, W. (eds). **Coccolithophores**, Cambridge University Press, p. 199-218.
- Souto, P. R. e Ayup-Zouain, R. N. 1995. Análise mineralógica e sedimentológica aplicada para estudos de evolução paleogeográfica da margem continental do Atlântico Sul. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 7., 1995, Porto Alegre. **Resumos...**, Porto Alegre, UFRGS. p. 24.
- Vicalvi, M. A. (no prelo). Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático dos sedimentos do Quaternário superior do talude da Bacia de Campos, RJ, Brasil. Rio de Janeiro.