

Tabela 10: Matriz de escores com contribuição de cada nanofóssil calcário para o KF-A.

Espécies	Escores	
	Fator 1	Fator 2
<b><i>G. oceanica</i></b>	-0,3040	<b>2,5275</b>
<i>Gephyrocapsa sp.</i>	-0,0621	<b>2,1436</b>
<i>E. huxleyi</i>	0,0645	1,6700
<i>Helicosphaera sp.</i>	0,3131	-0,5634
<i>C. leptoporus</i>	0,3309	-0,5688
<i>C. murrayi</i>	0,2953	-0,2832
<i>Pontosphaera sp.</i>	0,3392	-0,5594
<i>R. clavigera</i>	0,1183	-0,1260
<i>Scyphosphaera sp.</i>	0,3568	-0,5370
<i>Syracosphaera sp.</i>	0,2425	-0,2104
<i>Umbellosphaera sp.</i>	0,2708	-0,0872
<i>U. siboagae</i>	0,2687	-0,2151
<i>Reticulofenestra sp.</i>	0,3367	-0,5998
<i>C. cristatus</i>	0,3455	-0,5637
<i>B. bigelowii</i>	0,3589	-0,5511
<i>Thoracosphaera sp.</i>	0,3514	-0,5329
<b><i>F. profunda</i></b>	<b>-3,9443</b>	-0,6692
<i>Epiculas</i>	0,3173	-0,2739

Tabela 11: Comunalidades e cargas fatoriais para as amostras do KF-A (m.a. – mil anos).

amostra	idade	comunalidade	Carga Fatorial	
			Fator 1	Fator 2
0cm	0,2 m.a.	0,985	<b>0,5852</b>	<b>0,8014</b>
12cm	4,2 m.a.	0,993	0,6863	0,7228
24cm	6,1 m.a.	0,993	0,6372	0,7664
36cm	8,0 m.a.	0,988	0,6826	0,7225
43cm	9,1 m.a.	0,999	0,7796	0,6257
46cm	9,6 m.a.	0,990	0,6779	0,7284
48cm	9,9 m.a.	0,998	0,7296	0,6829
54cm	10,8 m.a.	0,996	0,7433	0,6663
65cm	12,6 m.a.	0,996	0,7765	0,6268
76cm	14,2 m.a.	0,995	0,7825	0,6185
87cm	15,8 m.a.	0,999	0,7871	0,6164
98cm	17,5 m.a.	0,999	0,7901	0,6127
110cm	19,2 m.a.	0,995	0,7650	0,6398
121cm	20,9 m.a.	0,999	<b>0,8015</b>	<b>0,5989</b>
132cm	23,6 m.a.	0,998	0,7432	0,6673
144cm	26,6 m.a.	0,999	0,7965	0,6041

A figura 77 demonstra os histogramas dos dois fatores e as espécies de nanofósseis calcários analisadas. Em relação ao fator 1 fica, claramente, demonstrado o domínio de *F. profunda* em relação às demais espécies. Porém, com relação ao fator 2, verifica-se que três espécies se destacam pela maior representatividade: *G. oceanica*, *Gephyrocapsa sp.* e *E. huxleyi*.

O significado do fator 1 está associado à profundidade de hábitat preferencial das espécies observadas e, ainda, à maior profundidade da nutriclina, pois este fator é completamente controlado por *F. profunda*, que é uma espécie da zona fótica inferior. Além disso, o fator 1 foi o mais importante, já que explica uma variância superior a 98%. Analisando um testemunho da Bacia de Campos, Toledo *et al.* (1999) reportaram um resultado de análise fatorial muito similar e, na ocasião relacionaram a alta variância explicada por este fator às mudanças paleoambientais, como reflexo das condições paleoceanográficas globais ao longo do EIM 2 e EIM 1.

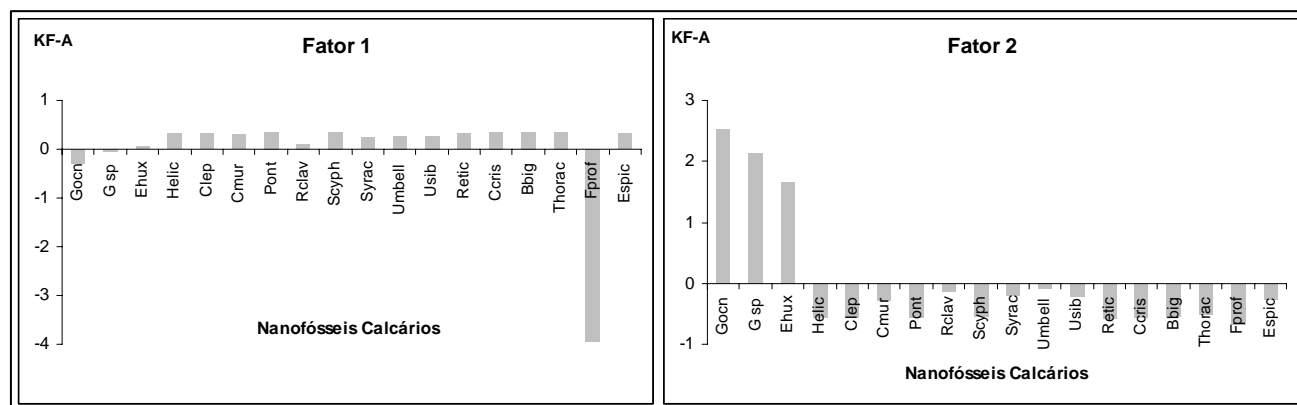


Figura 77: Histograma demonstrando a contribuição das espécies de nanofósseis calcários para cada fator do KF-A.

A maior representatividade, no fator 2, de espécies da zona fótica superior, como *G. oceanica*, *Gephyrocapsa sp.* e *E. huxleyi*, faz com que este seja um fator associado à fertilidade das águas superficiais, que é beneficiada com a disponibilidade de nutrientes em menores profundidades. O comportamento oposto destas espécies ao de *F. profunda* permite associá-las a uma nutriclina e termoclina menos profunda.

O fator 2 também se relaciona ao aumento da turbulência na água, que favorece o aparecimento de espécies da zona fótica superior, uma vez que instabilidades na coluna d'água reduzem a barreira de densidade imposta pela estratificação característica das águas, diminuindo então a profundidade da termoclina. O aumento da turbidez diminui a penetração da luminosidade às maiores profundidades da zona fótica. Isto poderia afetar a espécie *F. profunda* que depende dos baixos níveis de luminosidade que atingem as maiores profundidades da zona fótica marinha (Ahagon *et al.*, 1993).

O comportamento inverso entre o fator 1 e fator 2 foi demonstrado na figura 78, que relaciona os dois fatores e suas cargas fatoriais ao longo das amostras do testemunho KF-A. Ainda foi possível evidenciar uma relação entre os fatores e os estágios isotópicos: o fator 1 foi preponderante durante o EIM 2, enquanto o fator 2 somente apresentou destaque no EIM 1, principalmente em amostras mais recentes. Essa observação também pode ser constatada pelas amostras padrão de cada fator, demonstradas pelas cargas fatoriais (Tabela 11): fator 1 tem como

amostra típica 20,9 mil anos, que corresponde ao pico do UMG (21 mil anos[Mix *et al.*, 2001]) e a amostra mais recente do Holoceno (200 anos), caracteriza o fator 2.

Na transição entre os dois estágios isotópicos observa-se um declínio nas cargas do fator 1 e uma progressão nas cargas do fator 2. Em torno de 9 mil anos a assembléia de nanofósseis calcários parece ter sofrido influência de condições similares as do EIM 2, o que foi indicado pelo incremento do fator 1 e queda dos valores do fator 2. Este fato já havia sido indicado anteriormente tanto pela análise composicional da assembléia nanofossilífera quanto pela análise de agrupamentos (modo-Q).

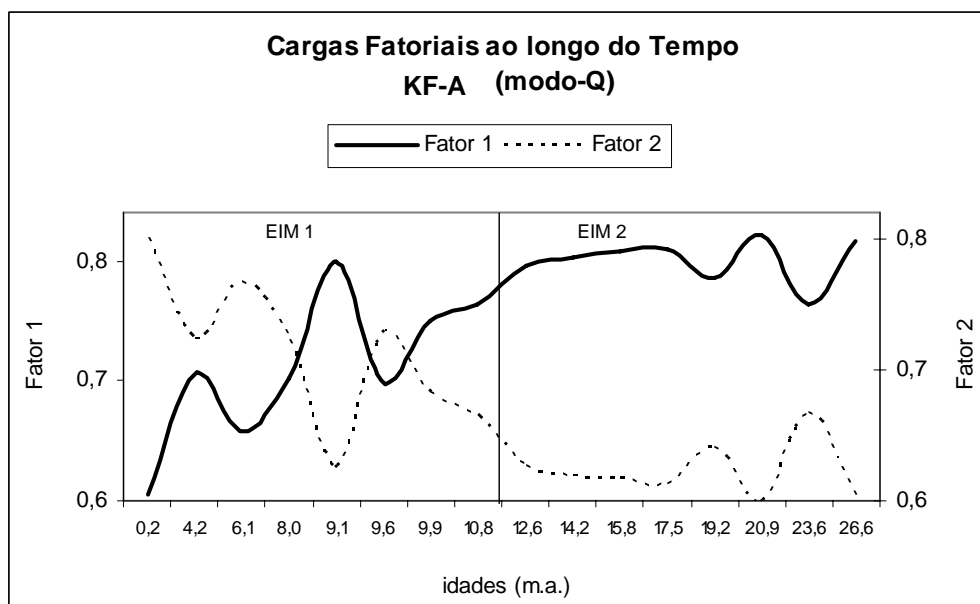


Figura 78: Comparação dos fatores 1 e 2 (modo-Q) em função de suas cargas fatoriais ao longo do testemunho KF-A, com destaque para os estágios isotópicos 1 e 2.

No gráfico de correlação entre o fator 1 e o fator 2 ao longo das amostras do KF-A (Figura 79), observam-se as zonas de influência de cada fator. A partir destas zonas pode-se notar que a maior parte das amostras é fortemente influenciada pelo fator 1. Apenas cinco amostras estão associadas ao fator 2 (todas estas amostras são do EIM 1 [0cm, 12cm, 24cm, 36cm e 46cm]).

Dada à relação do fator 1 com o EIM 2 e com a espécie *F. profunda*, este fator foi interpretado como *estratificação da coluna d'água associado a nutriclina e termoclina profundas*. Desta forma, a estratificação da coluna d'água foi considerado o principal parâmetro abiótico que controlou a variação da assembléia nanofossilífera durante a maior parte do tempo estudado.

O fator 2, denominado *fertilidade das águas superficiais*, também influenciou a assembléia de nanofósseis calcários do KF-A. Porém, é importante lembrar que este foi um fator secundário, já que a variância denotada por ele foi inferior a 1%. O acréscimo na abundância relativa de espécies com características mais oportunistas (*r*-estrategistas), relacionadas à maior disponibilidade de nutrientes na zona fótica superior, foi determinante para esta interpretação, principalmente durante o EIM 1.

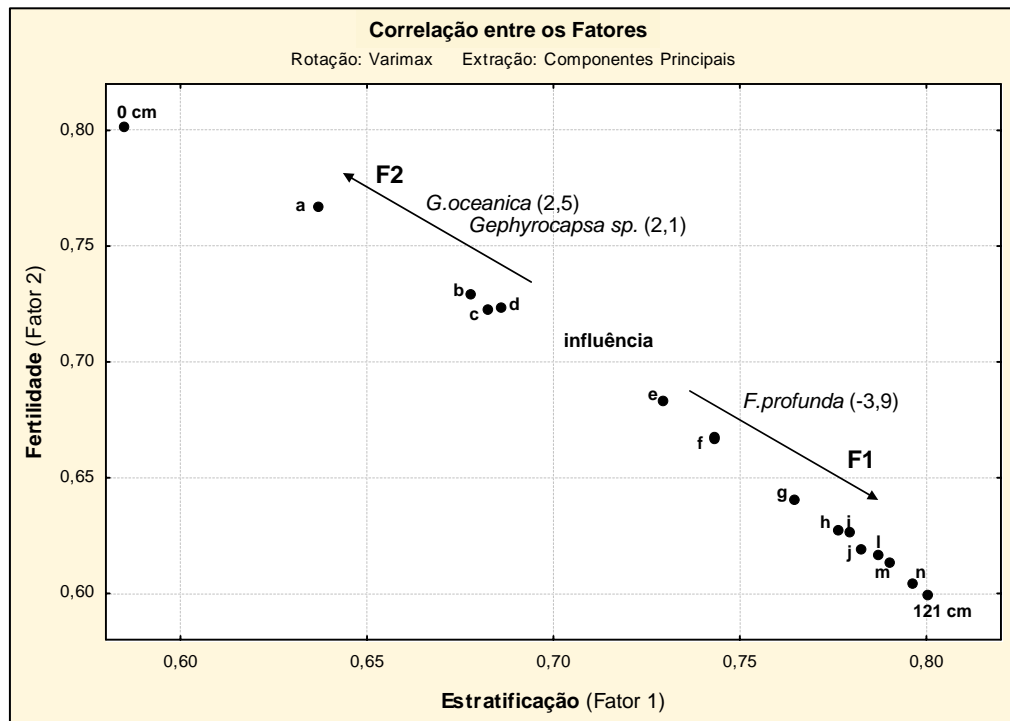


Figura 79: Projeção da correlação entre os fatores 1 e 2 do testemunho KF-A (pontos indicam as amostras em função das cargas fatoriais; as espécies estão associadas aos escores). Legenda: (a-d) respectivamente 24cm, 46cm, 36cm e 12cm; (e-n) 48cm, 54cm, 132cm, 110cm, 65cm, 43cm, 76cm, 98cm, 144cm e 121cm.

A análise fatorial modo-Q para o KF-B seguiu o mesmo padrão apresentado para o KF-A, logo a interpretação dos fatores foi muito similar. Foram extraídos 8 fatores, cuja variância total acumulada atingiu 100% e, como na análise anterior, apenas o primeiro fator teve autovalor >1,0 (Tabela 12). Neste caso, o fator 1 foi suficiente para explicar 99,6% da variância dos dados ao longo do tempo, mais do que os dois fatores do KF-A (99,5%) e portanto, deve ser considerado como o principal parâmetro ambiental afetando as assembléias de nanofósseis calcários.

Apesar do autovalor muito baixo e o insignificante percentual representado pelo fator 2 na distribuição temporal do nanofósseis calcários no KF-A, ele foi considerado para interpretação ambiental, ainda que com influência secundária. Todavia, juntos os dois fatores explicam 99,9% da variabilidade total dos dados.

Observando as cargas fatoriais podem-se verificar as amostras típicas de cada fator (destacadas em vermelho na tabela 13): as amostras típicas do UMG para o fator 1 e as amostras típicas do Holoceno representadas pelo fator 2. As comunalidades também foram acima de 0,9.

Tabela 12: Fatores, autovalores, e suas variâncias para o testemunho KF-B.

Fatores	Autovalor	Variância (%)	Variância Total Acumulada (%)
1	7,9	99,6	99,6
2	0,02	0,3	99,9
3	0,006	0,08	99,9
4	0,002	0,03	99,9
5	0,0004	0,006	99,9
6	0,0002	0,002	99,9
7	0,00004	0,0005	99,9
8	0,00003	0,0004	100,0

Tabela 13: Comunalidades e cargas fatoriais para as amostras do KF-B (m.a. – mil anos).

amostra	idade	comunalidade	Carga Fatorial	
			Fator 1	Fator 2
1cm	1,8 m.a.	0,998	0,6413	0,7662
3,5cm	6,4 m.a.	0,996	0,6800	0,7306
6cm	11,3 m.a.	0,998	0,7264	0,6858
8,5cm	16,2 m.a.	0,999	0,7468	0,6641
10,5cm	20,1 m.a.	0,999	0,7614	0,6476
12,5cm	24,0 m.a.	0,999	0,7612	0,6481
15cm	29,0 m.a.	0,993	0,7176	0,6915
19cm	36,8 m.a.	0,992	0,7503	0,6552

As espécies que contribuíram para cada fator estão demonstradas na tabela 14 e nos histogramas da figura 80. Bem como no KF-A, a análise fatorial relacionou as mesmas espécies e parâmetros ambientais. Portanto, os fatores foram interpretados da mesma forma e tiveram os mesmos significados.