5. RESULTADOS

5.1 Análise Quantitativa das Assembléias de Foraminíferos Planctônicos Fósseis

Lista das espécies observadas (Figuras 34 e 35)

- *Candeina nitida*
- *Globigerina bulloides*
- *Globigerina falconensis*
- *Globigerinella calida*
- *Globigerinella digitata*
- *Globigerinella siphonifera*
- *Globigerinita glutinata*
- *Globigerinoides conglobatus*
- *Globigerinoides ruber* ‘rosa’
- *Globigerinoides ruber* ‘branca’
- *Globigerinoides sacculifer*
- *Globoquadrina conglomerata*
- *Globorotalia crassaformis*
- *Globorotalia flexuosa*
- *Globorotalia hirsuta*
- *Globorotalia inflata*
- *Globorotalia menardii*
- *Globorotalia scitula*
- *Globorotalia truncatulinoides*
- *Globorotalia tumida*
- *Globoturborotalita rubescens*
- *Globoturborotalita tenella*
- *Neogloboquadrina dutertrei*
- *Orbulina universa*
- *Pulleniatina obliquoloculata*
- *Sphaeroidinella dehiscens*
- *Turborotalita humilis*

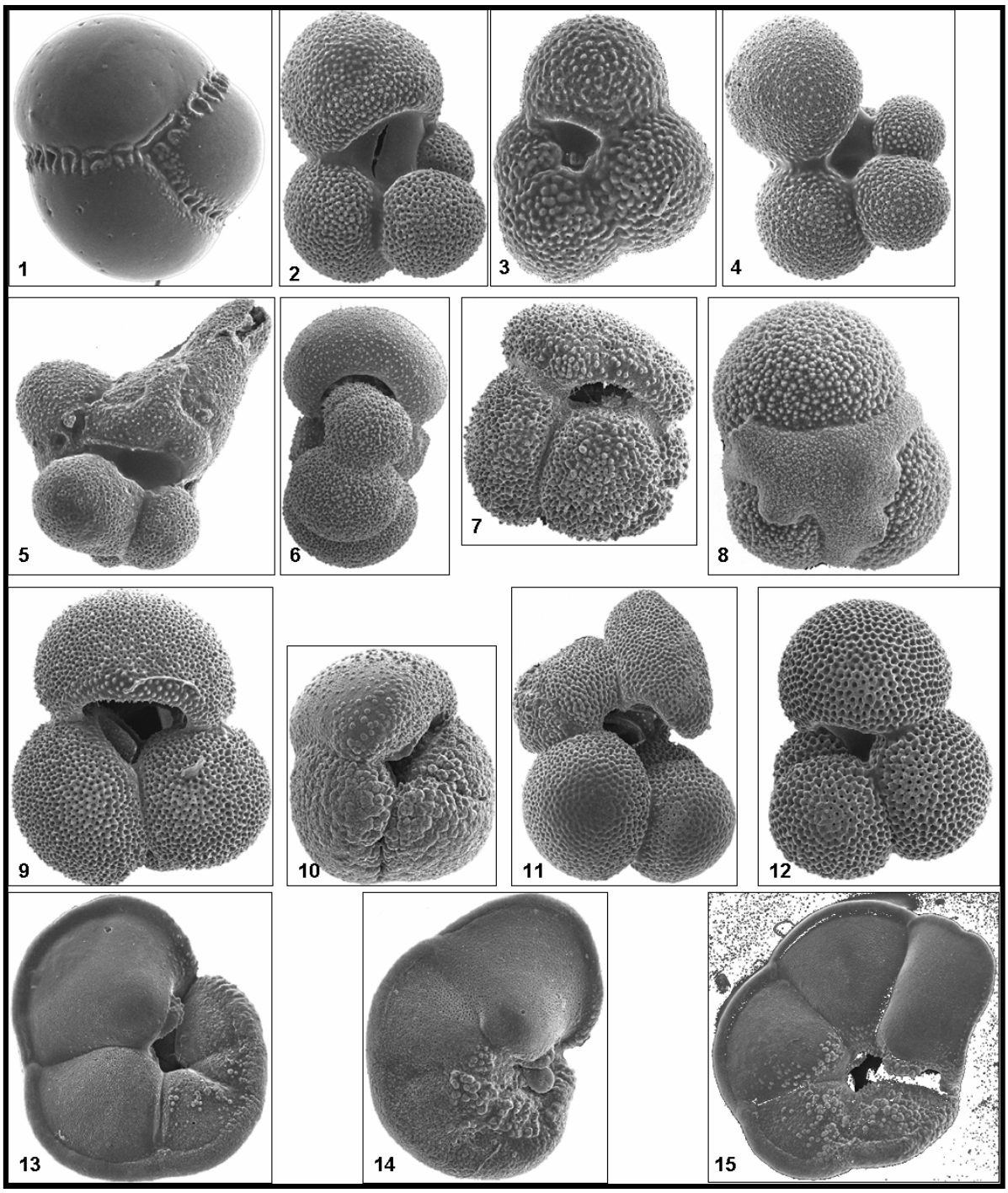

Figura 34: Determinados espécimes observados: **1**-*Candeina nitida*; **2**-*Globigerina bulloides*; **3**-*Globigerina falconensis*; **4**-*Globigerinella calida*; **5**-*Globigerinella digitata*; **6**-*Globigerinella siphonifera*; **7**-*Globigerinoides conglobatus*; **8**-*Globigerinita glutinata*; **9**-*Globigerinoides ruber*; **10**-*Globorotalia crassaformis*; **11**- *Globigerinoides sacculifer* 'com saco' **12**-*Globigerinoides sacculifer* 'sem saco'; **13**-*Globorotalia menardii*; **14**-*Globorotalia tumida*; **15**-*Globorotalia flexuosa*. Imagens: Felipe Toledo, acervo LaPAS.

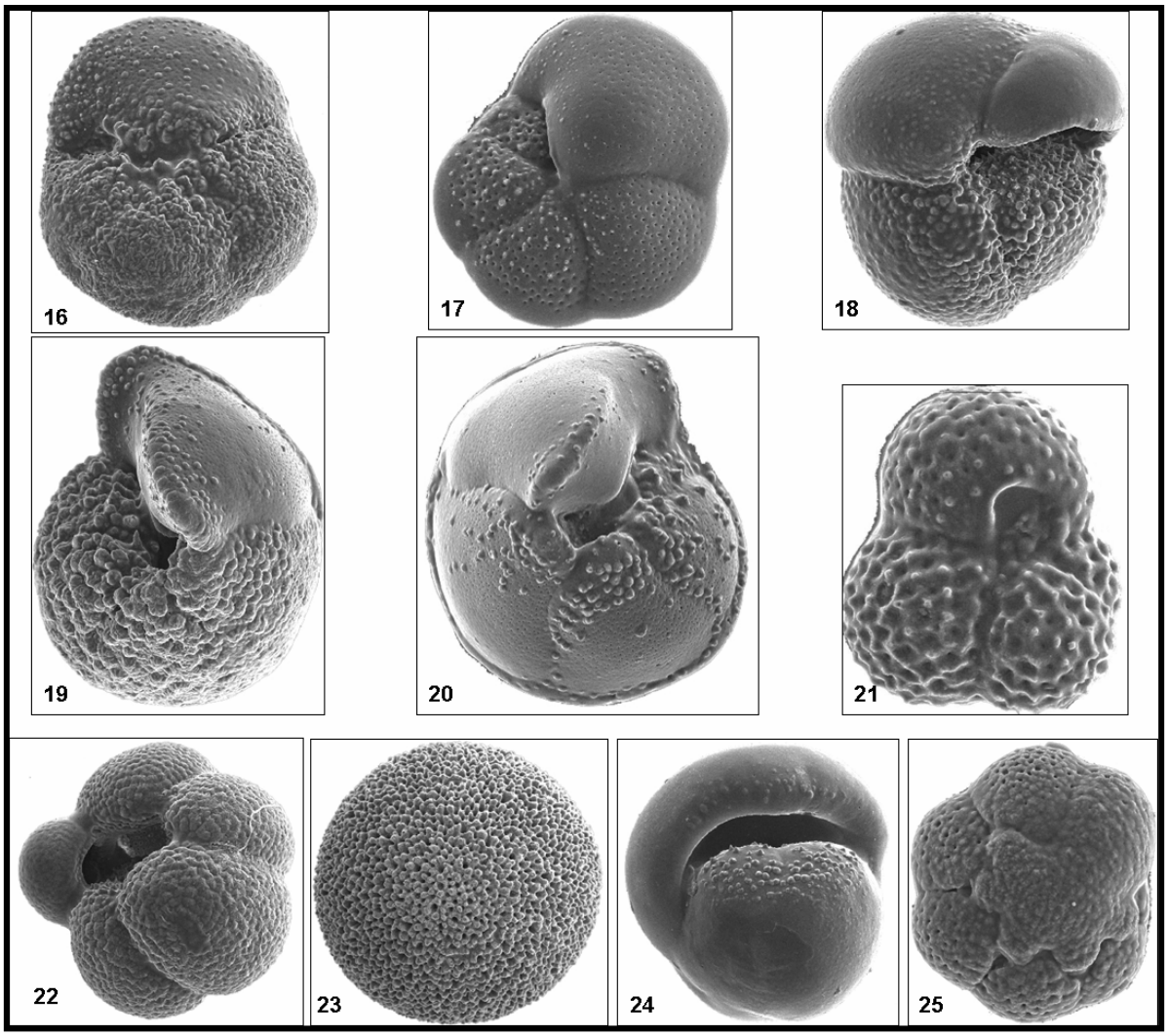

Figura 35: Determinados espécimes observados: **16**-*Globorotalia hisruta*; **17**-*Globorotalia scitula*; **18**-*Globorotalia inflata*; **19**-*Globorotalia truncatulinoides* sinistral; **20**-*Globorotalia truncatulinoides* dextral; **21**-*Globoturborotalita tenella*; **22**-*Neogloboquadrina dutertrei*; **22**-*Orbulina universa*; **24**-*Pulleniatina obliquoloculata*; **25**-*Turborotalita humilis*. Imagens: Felipe Toledo, acervo LaPAS.

As principais espécies observadas, *i.e.*, as espécies que predominam nas assembléias fossilíferas de foraminíferos planctônicos nos testemunhos estudados estão descritas a seguir:

- KF-C: *G. ruber* 'branca' (37,5% - 67,5%), *G. ruber* 'rosa' (1,1% - 10,5%), *G. sacculifer* sem saco (13,7% - 26,5%) e *G. sacculifer* com saco (0,8% - 5,1%); subordinadamente as espécies *G. rubescens* (1,2% - 10,8%), *G. siphonifera* (1,6% - 8,3%), *G. falconensis* (0 – 5,8%), *G. calida* (0 – 4,6%), *G. glutinata* (1% - 3,4%), *C. nitida* (0 – 3,2%), e *G. bulloides* (0 – 1,5%). Outras espécies que merecem destaque são as espécies do complexo *menardii*, *G. menardii* (0 – 3,9%), *G. tumida* (0 – 2,9%) *e G. flexuosa* (0 – 2,9%).

- KF-B: *G. ruber* 'branca' (33,7% - 52,7%), *G. ruber* 'rosa' (11,3% - 17,8%), *G. sacculifer* sem saco (5,1% - 21,1%) e *G. sacculifer* com saco (4,1% - 10,4%); além destas as espécies *G. siphonifera* (1% - 4,4%), *G. calida* (0,6% - 5,6%), *G. rubescens* (0,2% - 2,5%), *G. falconensis* (1,7% - 3,4%), *G. bulloides* (0,2% - 1,4%), *G. glutinata* (0,6% - 3,1%) e *C. nitida* (0 – 1,9%). As espécies do complexo *menardii*, *G. menardii* (0 – 0,8%), *G. tumida* (0 – 1,8%) *e G. flexuosa* (0 – 1,1%).

A maioria das espécies exibiu oscilações com freqüências distintas ao longo dos testemunhos estudados. O critério utilizado para a seleção acima foi a alta freqüência, embora espécies menos comuns também sejam importantes na interpretação dos parâmetros paleoceanográficos da região estudada.

A espécie *G. ruber* exibe duas variedades: uma que produz testa branca, *G. ruber* 'branca' (*G. ruber* W), e ocorre em todos os oceanos enquanto que a outra variedade produz uma testa rosa, *G. ruber* 'rosa' (*G. ruber* P), restrita ao Oceano Atlântico. As duas formas são contadas separadamente. A forma rosa é comum, mas nunca é dominante nas assembléias fossilíferas em ambos os testemunhos

estudados. A variedade branca, por outro lado, é sempre a espécie dominante entre os foraminíferos planctônicos ao longo dos dois testemunhos analisados.

A espécie *G. ruber* 'branca' foi predominante ao longo de todas as amostras observadas nos dois testemunhos estudados. Porém no testemunho KF-C são observadas duas quedas significativas na abundância relativa desta espécie, em 17.300 e em 13.300 anos, onde foi observada a menor abundância desta espécie neste testemunho. *G. ruber* 'rosa' exibiu uma expressiva tendência de aumento a partir de 15.300 anos (Figura 36).

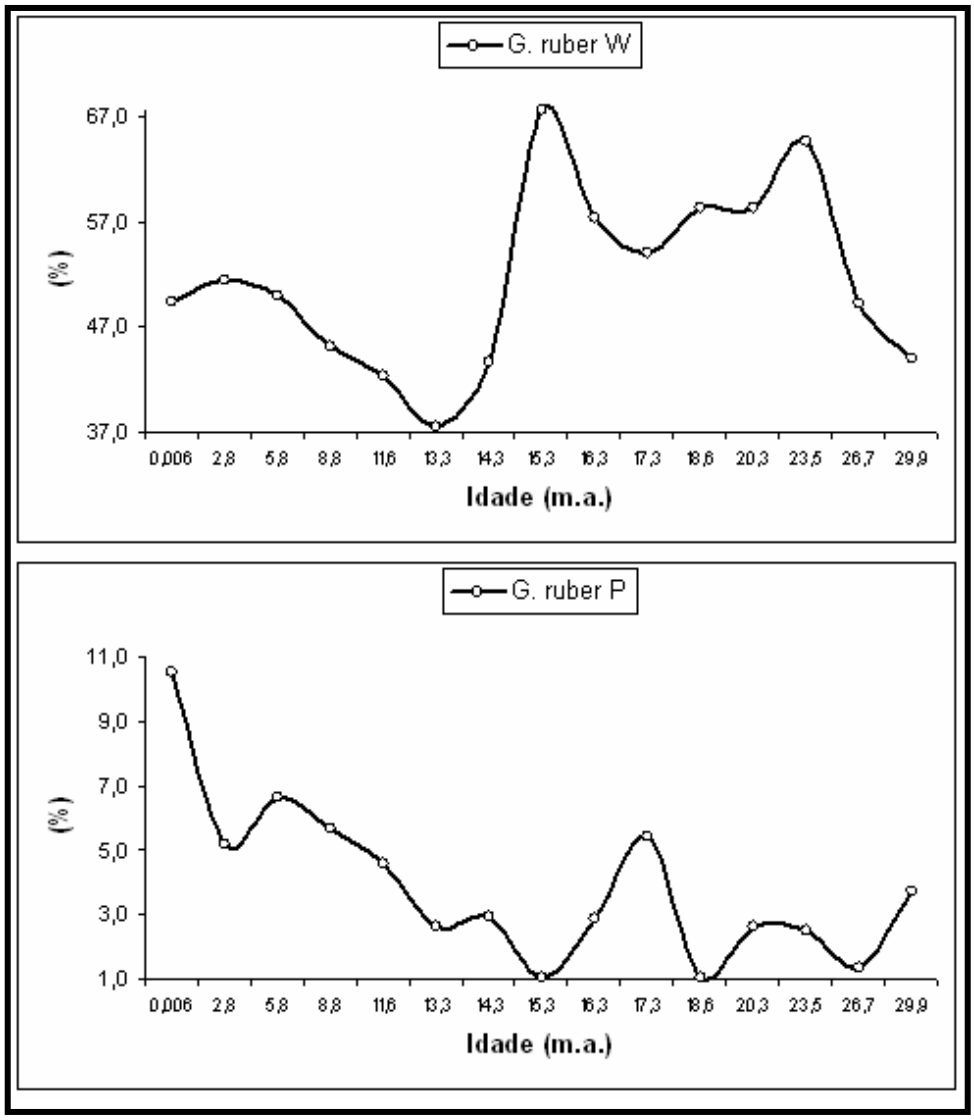

Figura 36: Abundância relativa de *G. ruber* 'branca' (superior) e *G. ruber* 'rosa' no testemunho KF-C

No testemunho KF-B, em uma tendência de aumento, foram observadas duas quedas na abundância de *G. ruber* 'branca', em 24.000 anos e em 11.300 anos. Uma tendência de queda na abundância relativa de *G. ruber* 'rosa' ao longo dos últimos 30.000 anos é observada neste testemunho. Nesta tendência, foram observados dois picos, em 24.000 e 11.300 anos (Figura 37).

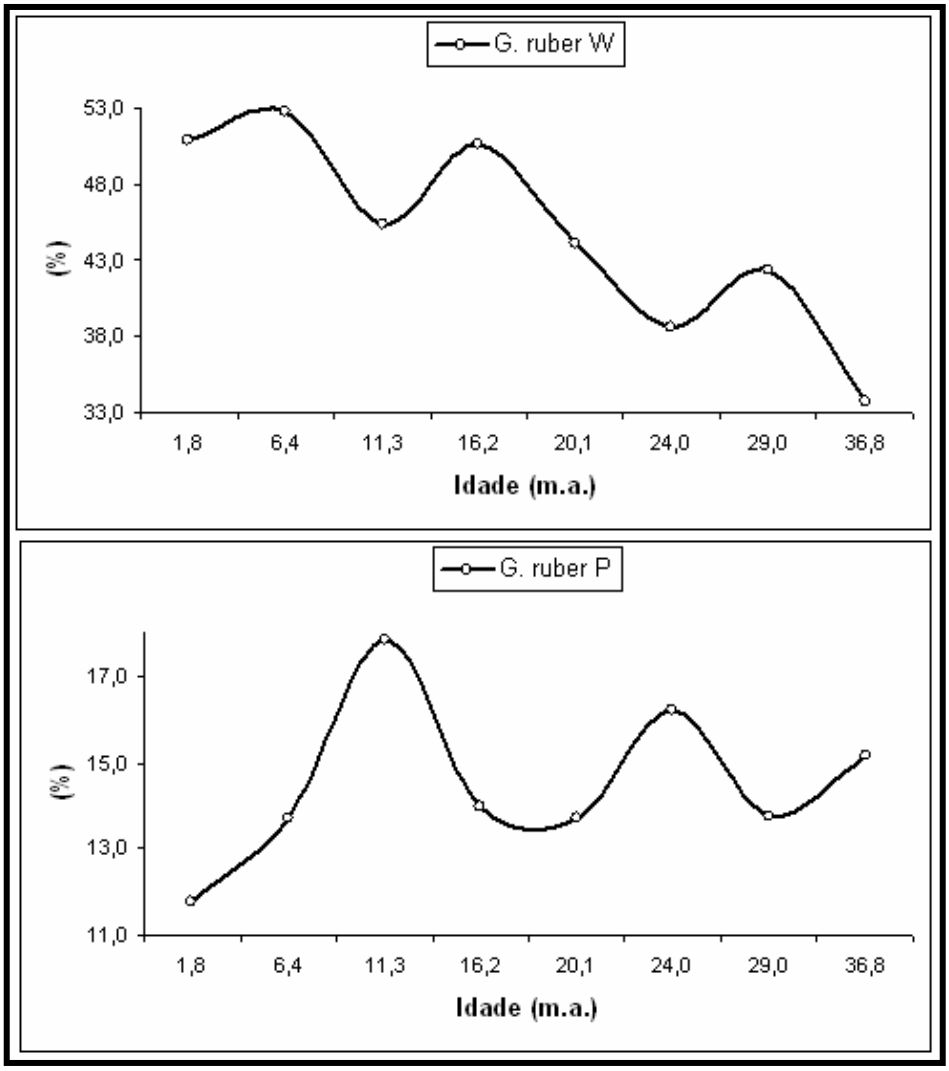

Figura 37: Abundância relativa de *G. ruber* 'branca' (superior) e *G. ruber* 'rosa' no testemunho KF-B

Ao analisar simultaneamente as duas formas de *G. ruber* (*G. ruber* TT) observa-se que, nos dois testemunhos estudados, as abundâncias relativas seguem a mesma tendência de *G. ruber* 'branca', a espécie dominante nos dois testemunhos estudados (Figura 38).

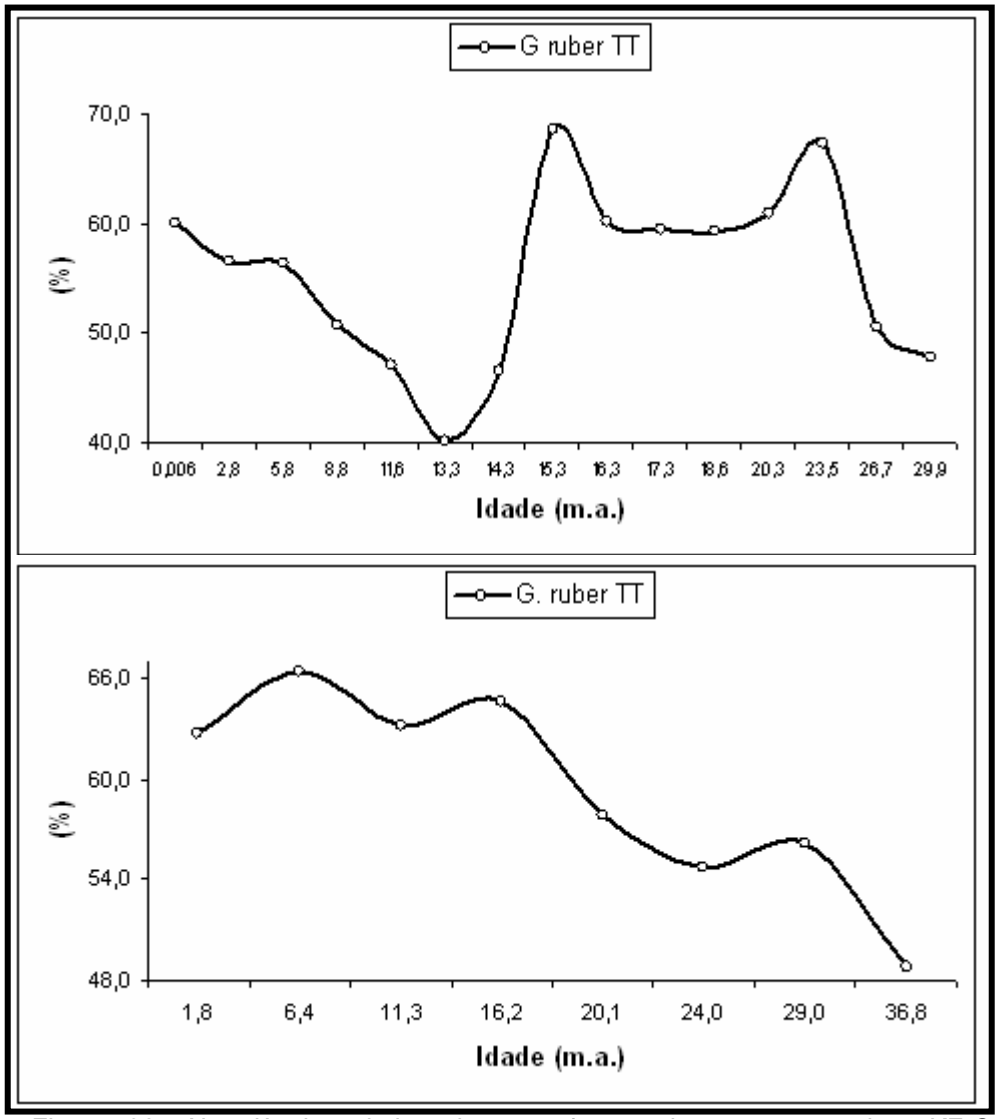

Figura 38: Abundância relativa de *G. ruber* total nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

A espécie *G. sacculifer* desenvolve uma câmera distinta em forma de saco em seu estágio terminal e duas formas são reconhecidas: ‘com saco’ e ‘sem saco’. As duas categorias foram contadas separadamente.

No testemunho KF-C *G. sacculifer* ‘sem saco’ exibiu os maiores valores de sua abundância relativa em 17.300 e 13.300 anos. No KF-B esta espécie exibiu uma sensível tendência de queda ao longo dos últimos 30.000 anos (Figura 39).

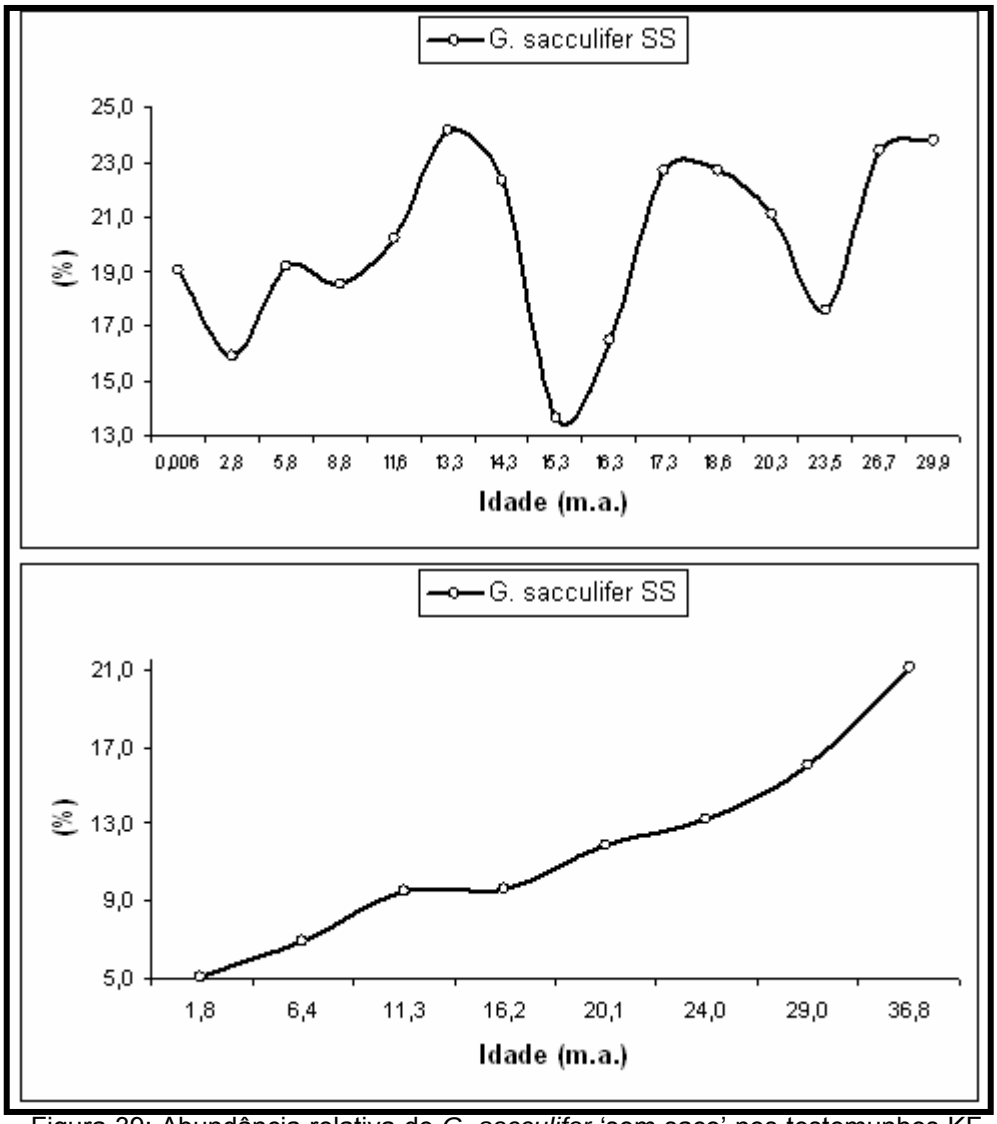

Figura 39: Abundância relativa de *G. sacculifer* 'sem saco' nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

A espécie *G. sacculifer* 'com saco' exibiu um comportamento quase constante ao longo dos últimos 30.000 anos no testemunho KF-C; a exceção ocorre em 14.300 anos quando esta espécie exibe um pico em sua abundância relativa. No testemunho KF-B esta espécie exibiu uma tendência de queda em sua abundância relativa (Figura 40).

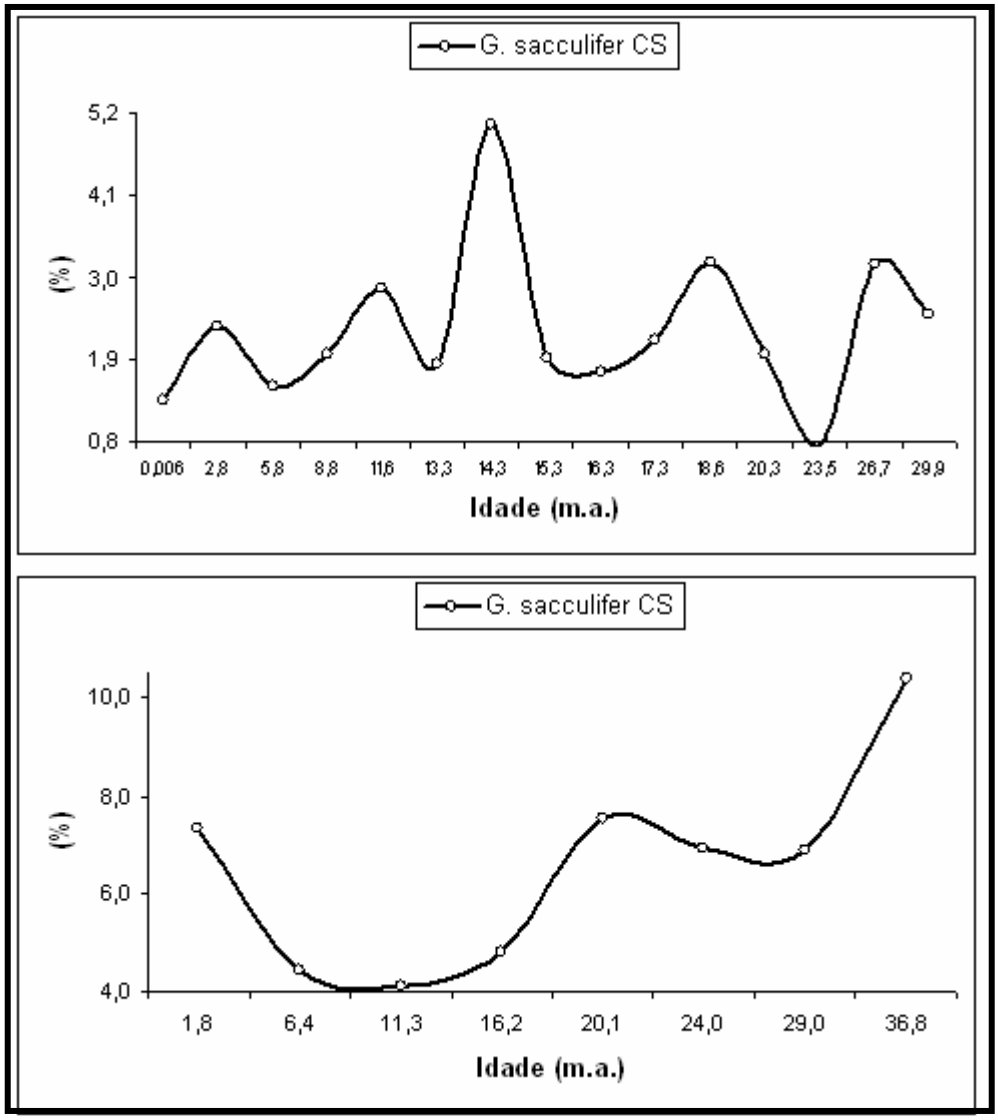

Figura 40: Abundância relativa de *G. sacculifer* 'com saco' nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

Como esperado, a abundância relativa de *G. sacculifer* total seguiu o padrão da espécie mais abundante, *G. sacculifer* 'sem saco'. No testemunho KF-C as maiores abundâncias de *G. sacculifer* total foram observadas em torno de 18.000 anos e, novamente, em torno de 13.000 anos. No testemunho KF-B *G. sacculifer* total apresenta uma tendência geral de queda nos últimos 30.000 anos (Figura 41).

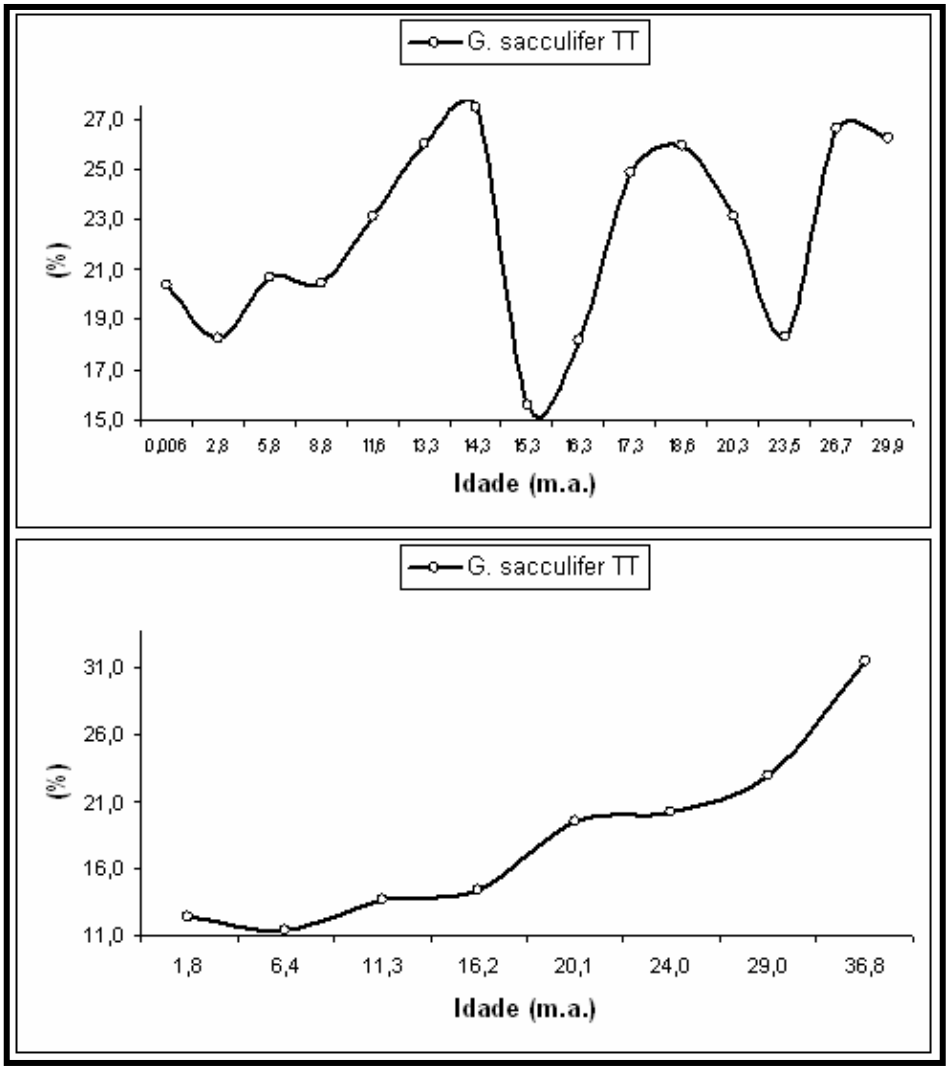

Figura 41: Abundância relativa de *G. sacculifer* total nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

A espécie *Globoturborotalita tenella* também apresentou um comportamento quase constante no testemunho KF-C, não fosse o pico observado em 13.300 anos. No testemunho KF-B é observado uma queda em 20.100 anos (Figura 42).

A espécie *Orbulina universa* exibiu um comportamento praticamente constante ao longo dos últimos 30.000 anos no testemunho KF-C, exceção apenas em 2.800 anos onde ocorre um pico desta espécie. No testemunho KF-B *O. universa* também exibiria um comportamento similar não fosse o pico observado em 24.000 anos (Figura 43).

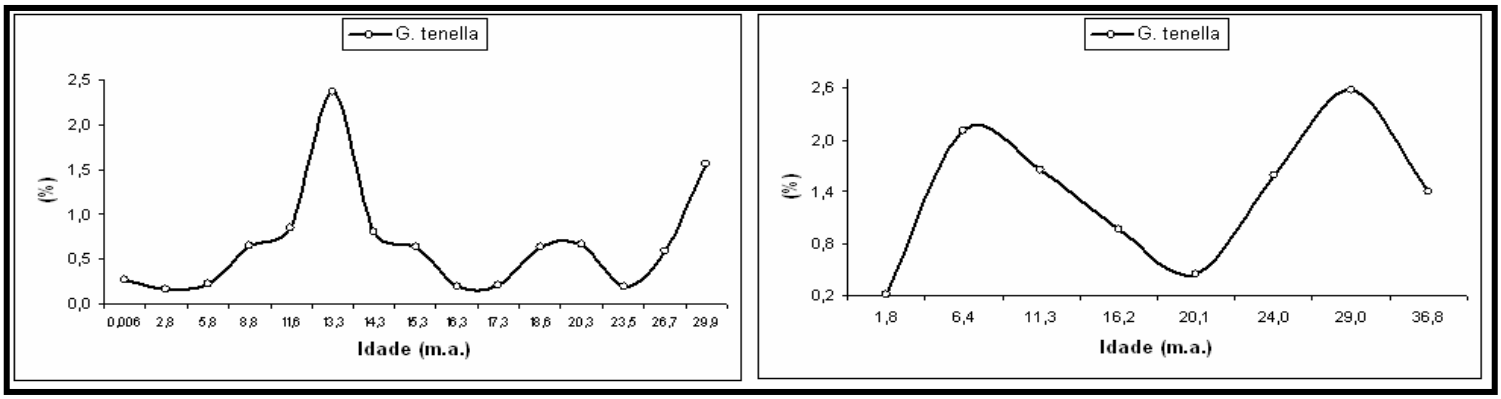

Figura 42: Abundância relativa de *G. tenella* nos testemunhos KF-C (esquerda) e KF-B.

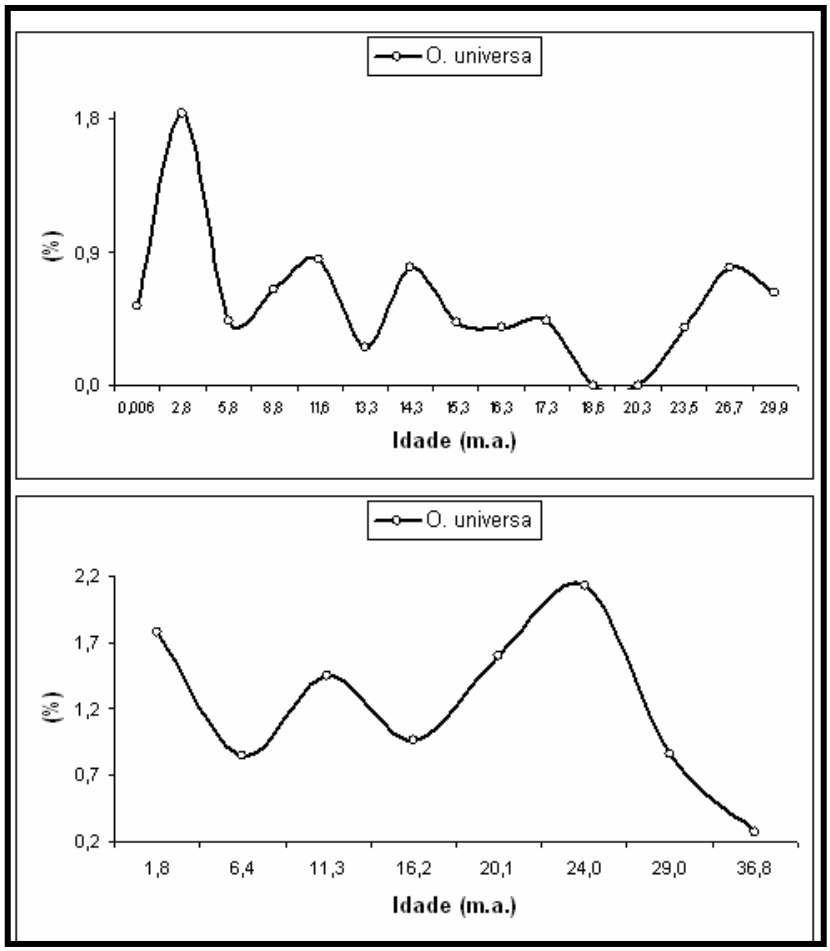

Figura 43: Abundância relativa de *O. universa* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

O foraminífero planctônico *G. rubescens* exibe suas maiores abundâncias, cronologicamente, em 29.900 anos, em 16.300 anos e, o mais pronunciado, em 13.300 anos, no testemunho KF-C. No testemunho KF-B esta espécie apresenta um comportamento semelhante e dois picos são observados: 29.000 anos e em 6.400 anos AP (Figura 44).

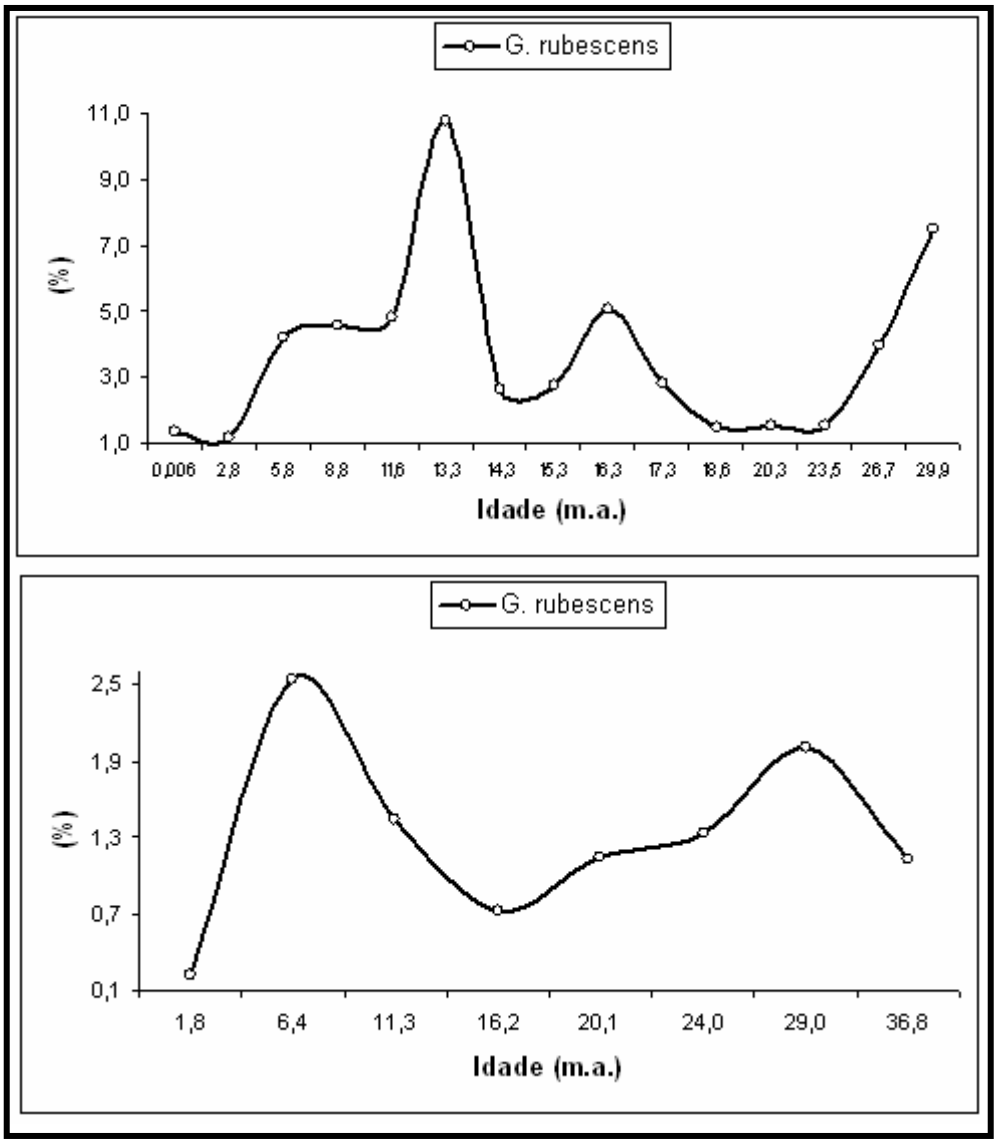

Figura 44: Abundância relativa de *G. rubescens* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

No testemunho KF-C, a abundância relativa da espécie *Globigerinella siphonifera* exibe uma sensível tendência de aumento ao longo dos últimos 30.000

anos. No testemunho KF-B *G. siphonifera* exibiu uma tendência de aumento mais evidente em sua abundância relativa neste mesmo intervalo de tempo (Figura 45).

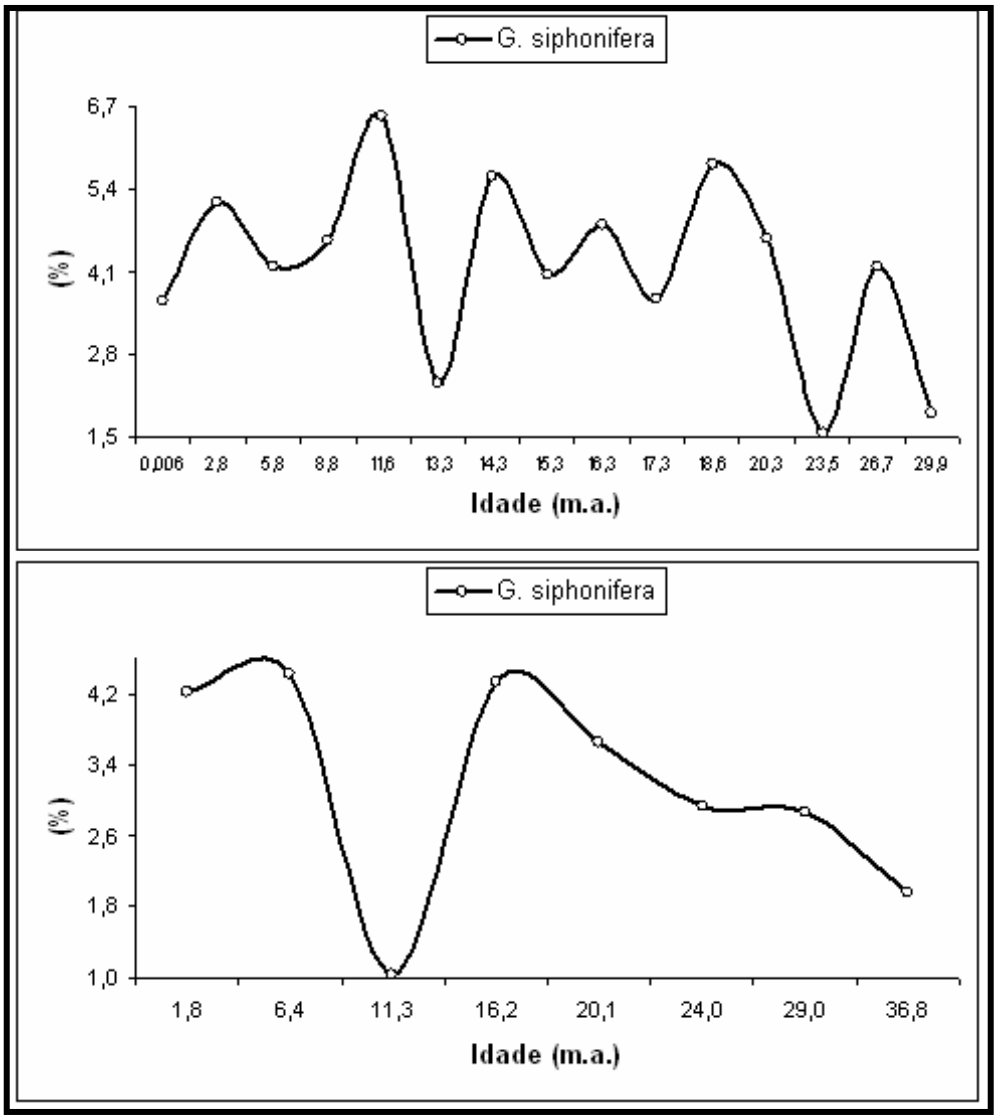

Figura 45: Abundância relativa de *G. siphonifera* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

A espécie *Globigerinella calida* exibe uma forte tendência de aumento nos últimos 30.000 anos, no testemunho KF-C, especialmente a partir de 18.600 anos. No testemunho KF-B *G. calida* manteve esta mesma tendência (Figura 46).

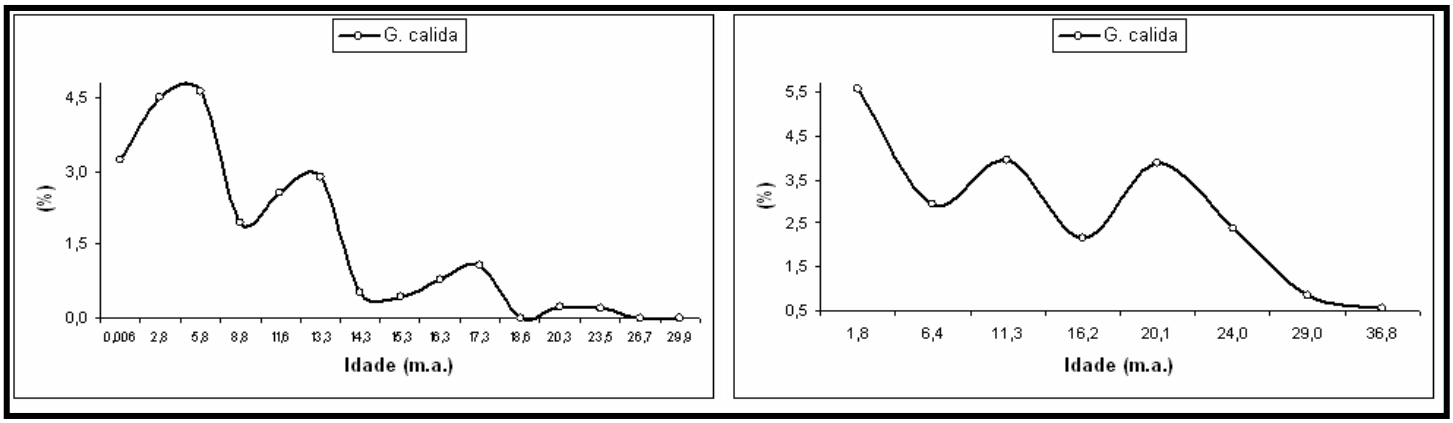

Figura 46: Abundância relativa de *G. calida* nos testemunhos KF-C (esquerda) e KF-B.

A abundância relativa da espécie *G. falconensis* exibiria um comportamento aproximadamente constante no testemunho KF-C, não fosse o acentuado pico ocorrido em 13.300 anos. No testemunho KF-B esta espécie evidencia uma acentuada queda em sua abundância relativa, observada até 16.200 anos. A partir de então esta espécie exibe uma tendência de aumento até o recente, passando por um pico em 11.300 anos (Figura 47).

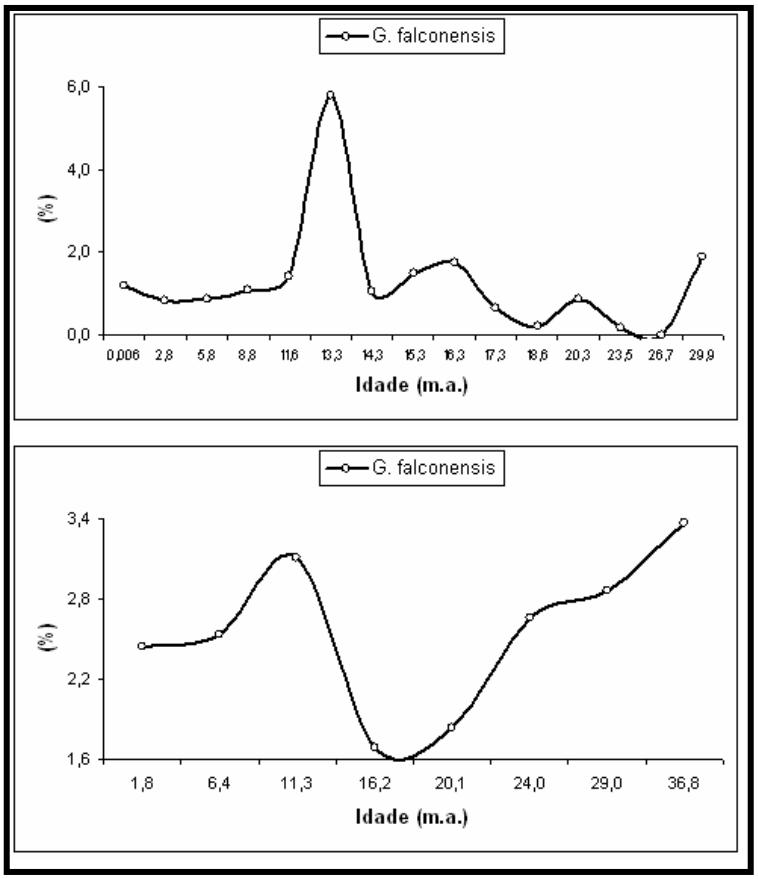

Figura 47: Abundância relativa de *G. falconensis* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B

A ocorrência da espécie *Sphaeroidinella dehiscens* foi muito baixa no testemunho KF-C, apenas 0,3% em 14.300 anos. Apesar de ainda exibir baixa abundância relativa, no testemunho KF-B foi observada a ocorrência desta espécie em 24.000 anos e 11.300 anos (Figura 48).

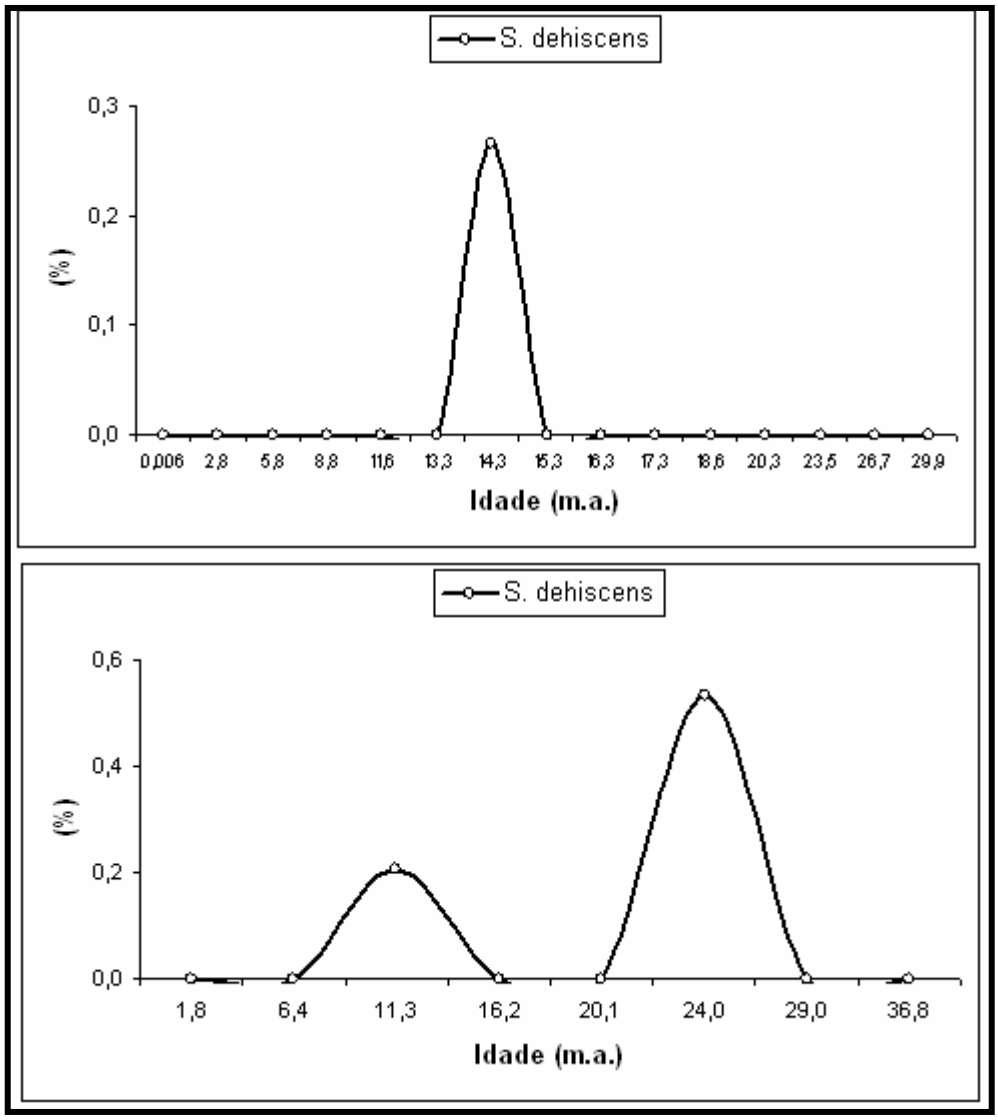

Figura 48: Abundância relativa de *S. dehiscens* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

Os maiores valores de abundância relativa da espécie *Globigerinoides conglobatus* no testemunho KF-C foram observados no intervalo entre 13.000 e 8.800 anos. No testemunho KF-B os maiores valores foram observados em 20.100 e 11.300 anos (Figura 49).

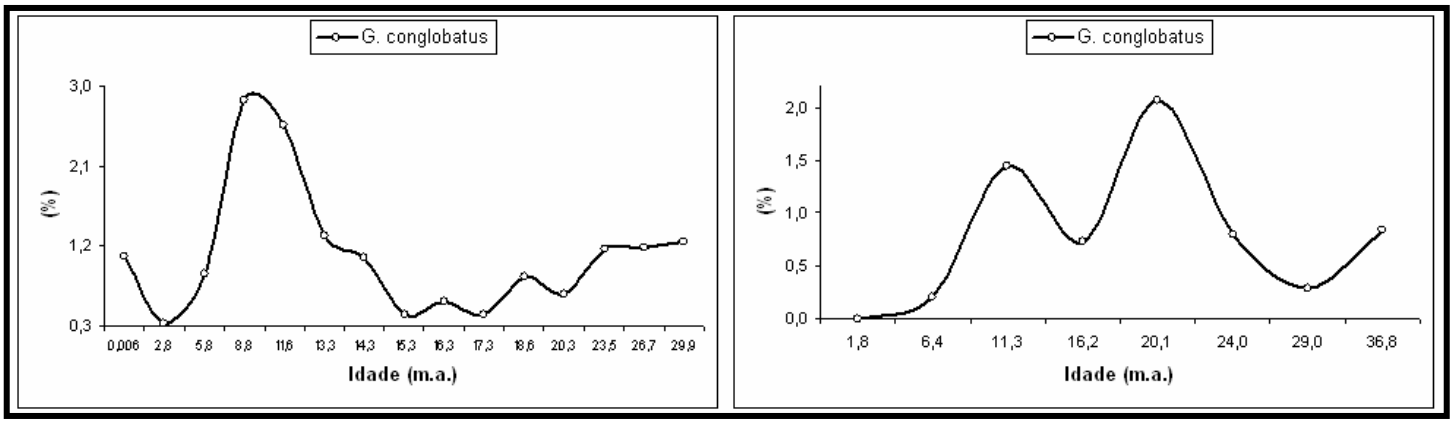

Figura 49: Abundância relativa de *G.conglobatus* nos testemunhos KF-C (esquerda) e KF-B.

A espécie *Globorotalia scitula* tem valores similares em sua abundância relativa nos dois testemunhos estudados. Em ambos os testemunhos os valores não ultrapassaram 0,9% (Figura 50).

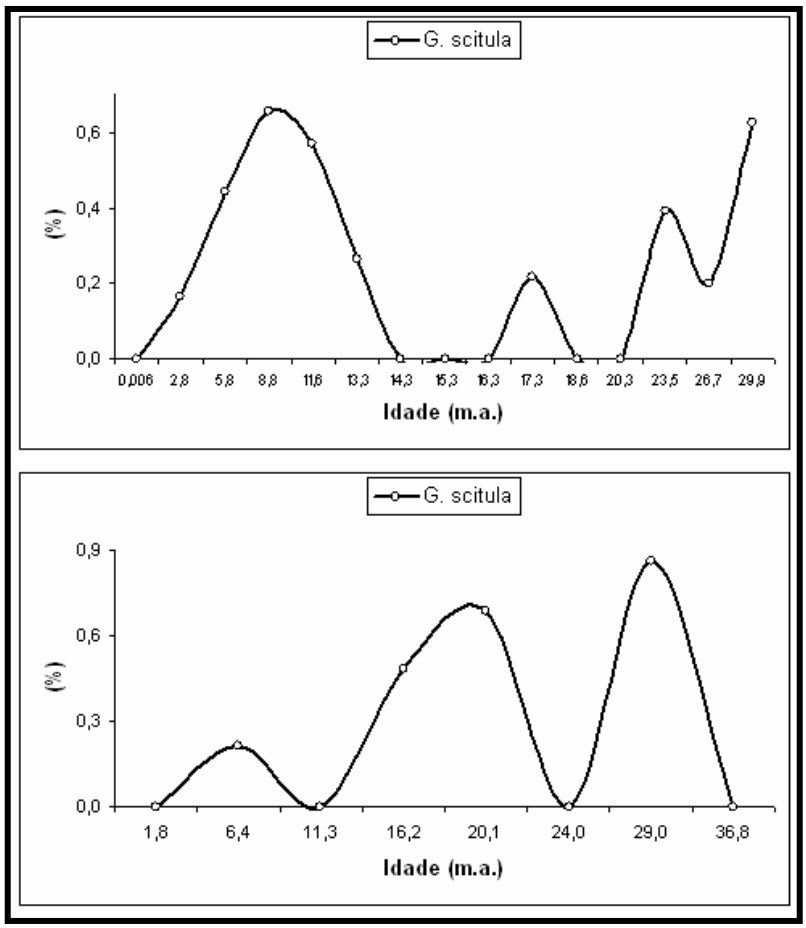

Figura 50: Abundância relativa de *G. scitula* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

A abundância relativa da espécie *Neogloboquadrina dutertrei* exibiu grande oscilação ao longo dos últimos 30.000 anos, com uma queda acentuada em 13.000 anos. Nenhum espécime de *N.dutertrei* foi observado ao longo dos últimos 30.000 anos no testemunho KF-B (Figura 51).

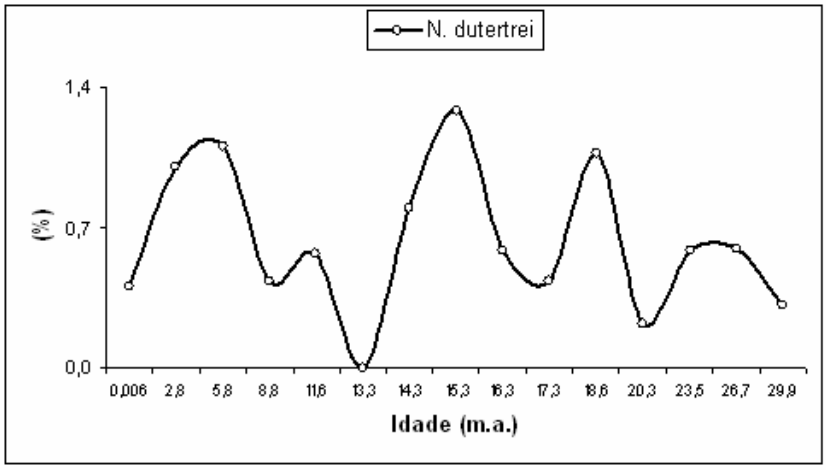

Figura 51: Abundância relativa de *N. dutertrei* no testemunho KF-C.

A espécie *Globorotalia crassaformis* exibe um pico em torno de 17.000 anos nos dois testemunhos estudados, porém o mais pronunciado é observado no testemunho KF-C. No KF-B a ocorrência desta espécie foi muito baixa e o maior valor de abundância relativa foi observado em 6.400 anos (Figura 52).

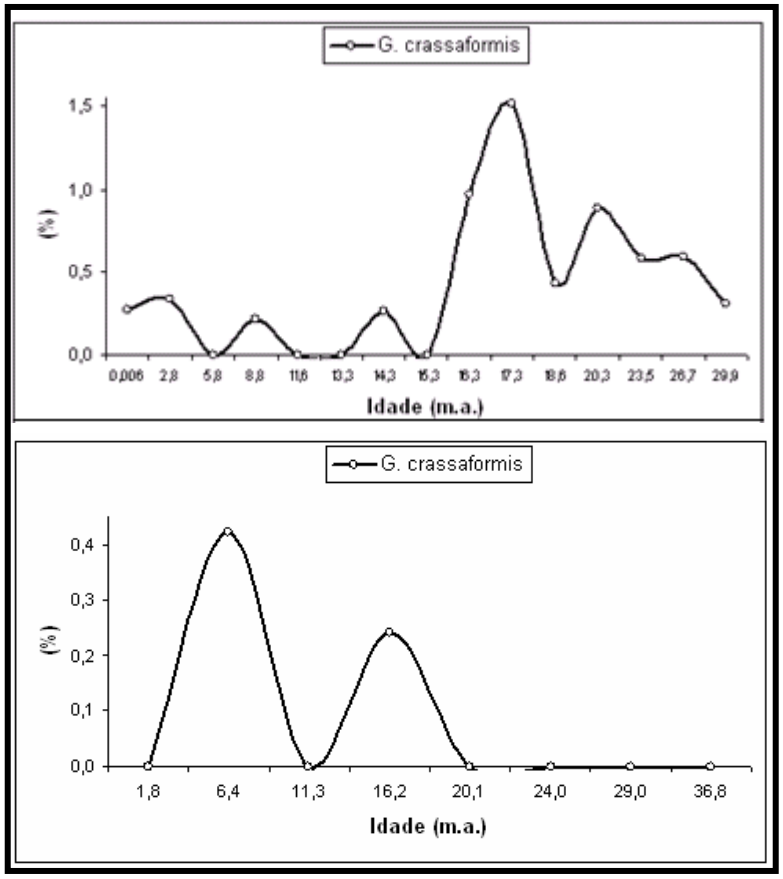

Figura 52: Abundância relativa de *G. crassaformis* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

A espécie *G. glutinata* apresenta comportamentos distintos nos testemunhos KF-C e KF-B: enquanto que no primeiro ela apresenta uma suave tendência de queda em sua abundância relativa ao longo de todo o testemunho, no KF-B sua abundância relativa exibe uma razoável tendência de aumento (Figura 53).

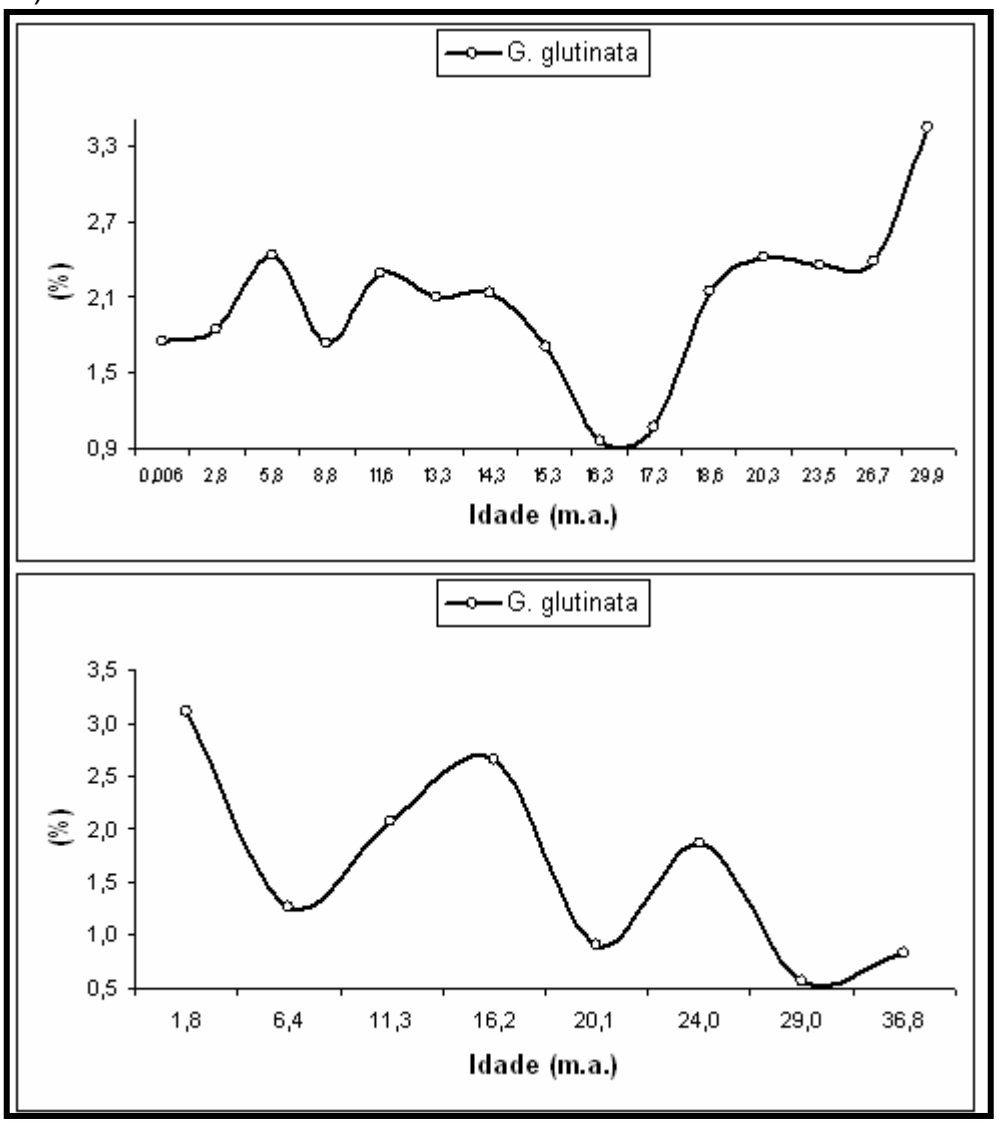

Figura 53: Abundância relativa de *G. glutinata* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

Ao analisar o comportamento de *G. bulloides*, observa-se que, nos dois testemunhos estudados, a abundância relativa desta espécie exibe uma razoável tendência de queda, dos últimos 30.000 anos até o recente. No testemunho KF-B este comportamento é visualizado mais facilmente (Figura 54).

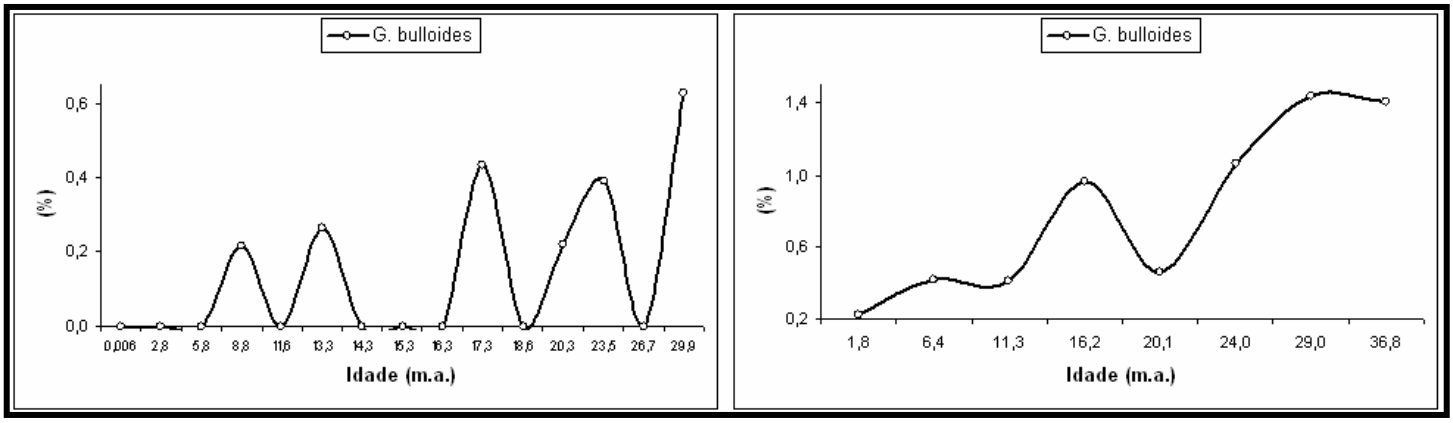

Figura 54: Abundância relativa de *G. bulloides* nos testemunhos KF-C (esquerda) e KF-B.

O comportamento de *C. nitida* é evidenciado por uma tendência de aumento em sua abundância relativa ao longo dos dois testemunhos estudados. No testemunho KF-C esta tendência é evidenciada nos picos em 16.300, 13.300 e 2.800 anos respectivamente. No testemunho KF-B, onde, dentro desta tendência geral, observam-se dois picos: um entre 24.000 e 20.100 anos e outro em 11.300 anos (Figura 55).

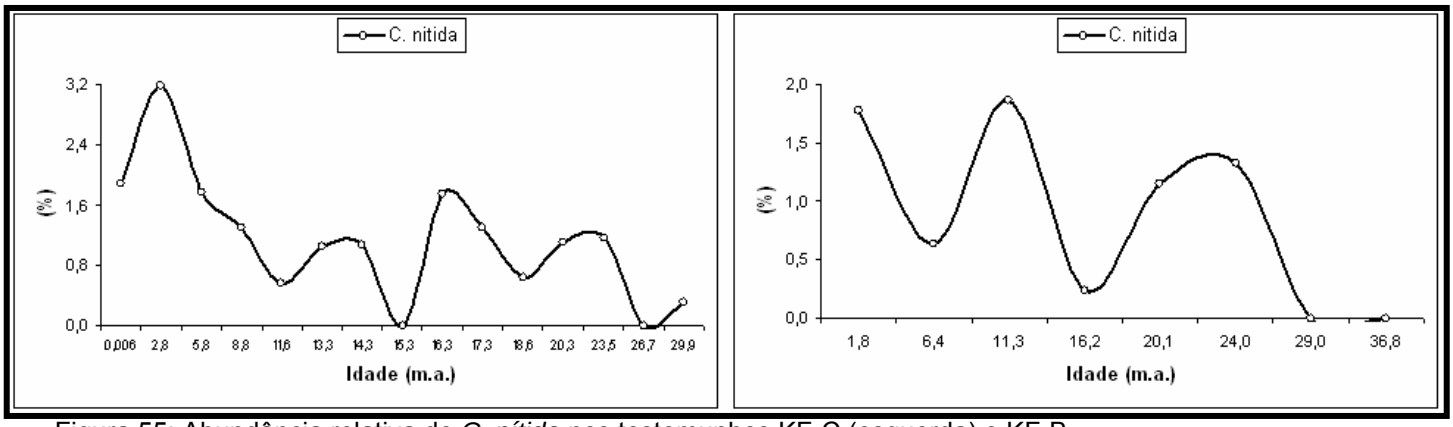

Figura 55: Abundância relativa de *C. nítida* nos testemunhos KF-C (esquerda) e KF-B.

O complexo *menardii* é composto pelas espécies *Globorotalia menardii, Globorotalia tumida* e *Globorotalia flexuosa.* As espécies foram contadas separadamente.

A espécie *G. menardii* exibiu um sensível aumento em sua abundância relativa a partir de 15.300 anos no testemunho KF-C. No testemunho KF-B um aumento abrupto é observado em 24.000 anos (Figura 56).

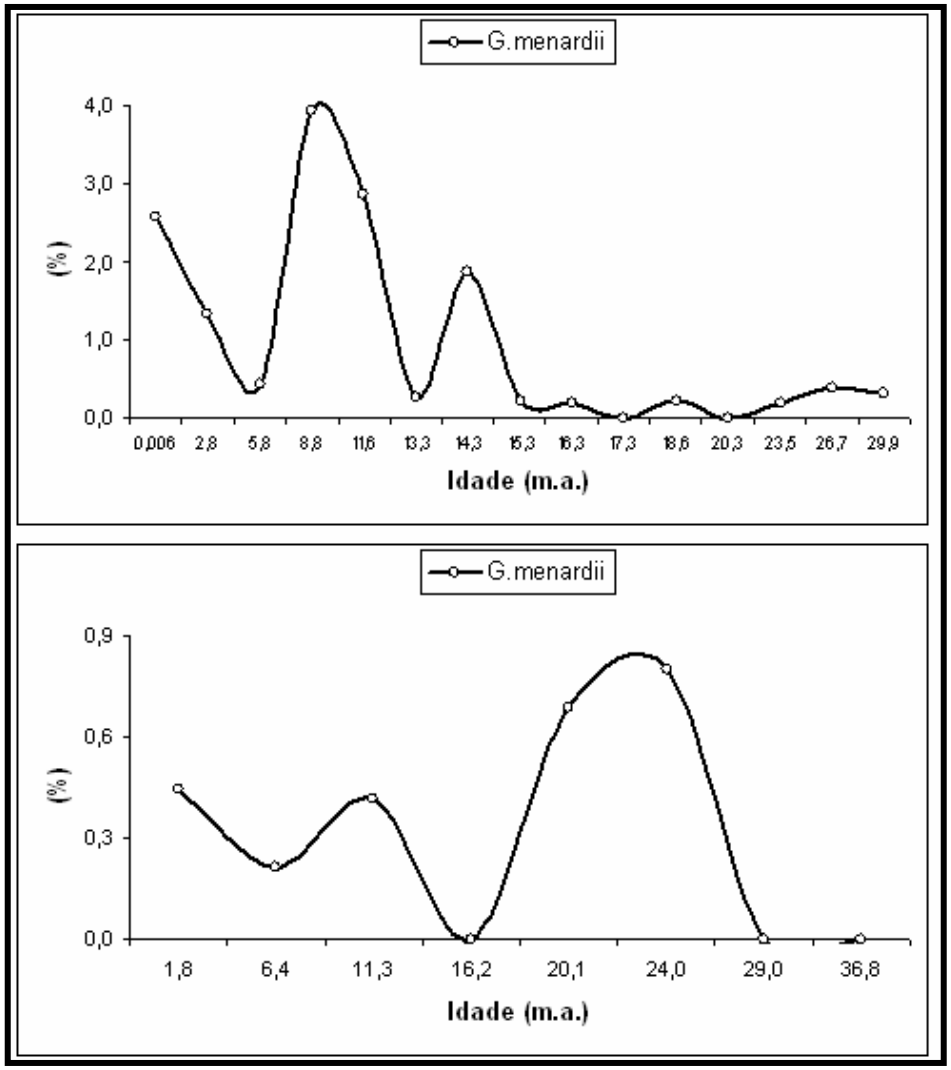

Figura 56: Abundância relativa de *G. menardii* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

A espécie *G. flexuosa* exibiu um aumento abrupto em sua abundância relativa em 14.300 anos no testemunho KF-C. No testemunho KF-B este aumento é observado a partir de 11.300 anos (Figura 57).

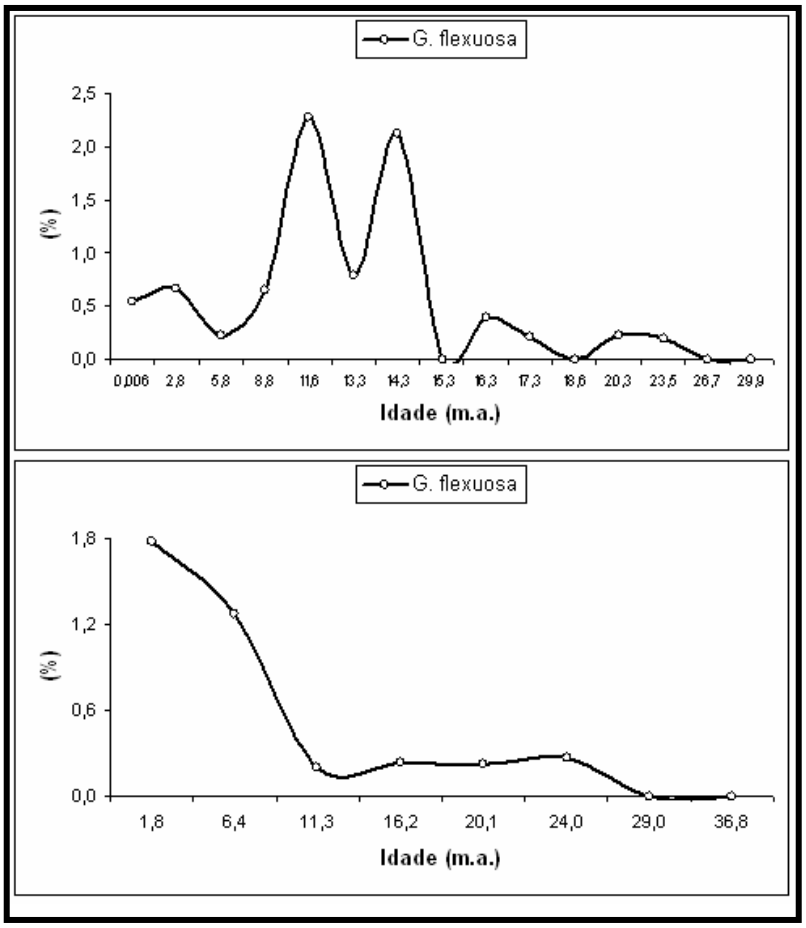

Figura 57: Abundância relativa de *G.flexuosa* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

A espécie *G. tumida*, assim como *G. flexuosa* e *G. manardii*, exibiu um aumento significativo em sua abundância relativa a partir de 15.300 anos no testemunho KF-C. No testemunho KF-B este aumento e observado a partir de 20.100 anos (Figura 58).

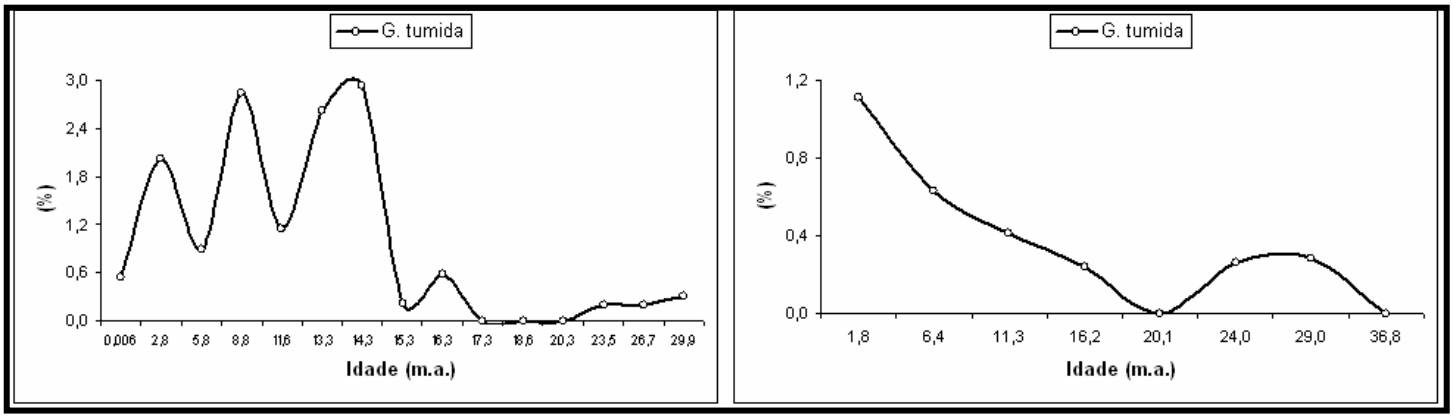

Figura 58: Abundância relativa de *G. tumida* nos testemunhos KF-C (esquerda) e KF-B.

No testemunho KF-C, um aumento abrupto na abundância relativa do complexo *menardii* é observado a partir de 15.300 anos. No testemunho KF-B o complexo também apresenta uma tendência geral de aumento em sua abundância relativa e a partir de 16.200 anos este aumento é acentuado e linear (Figura 59).

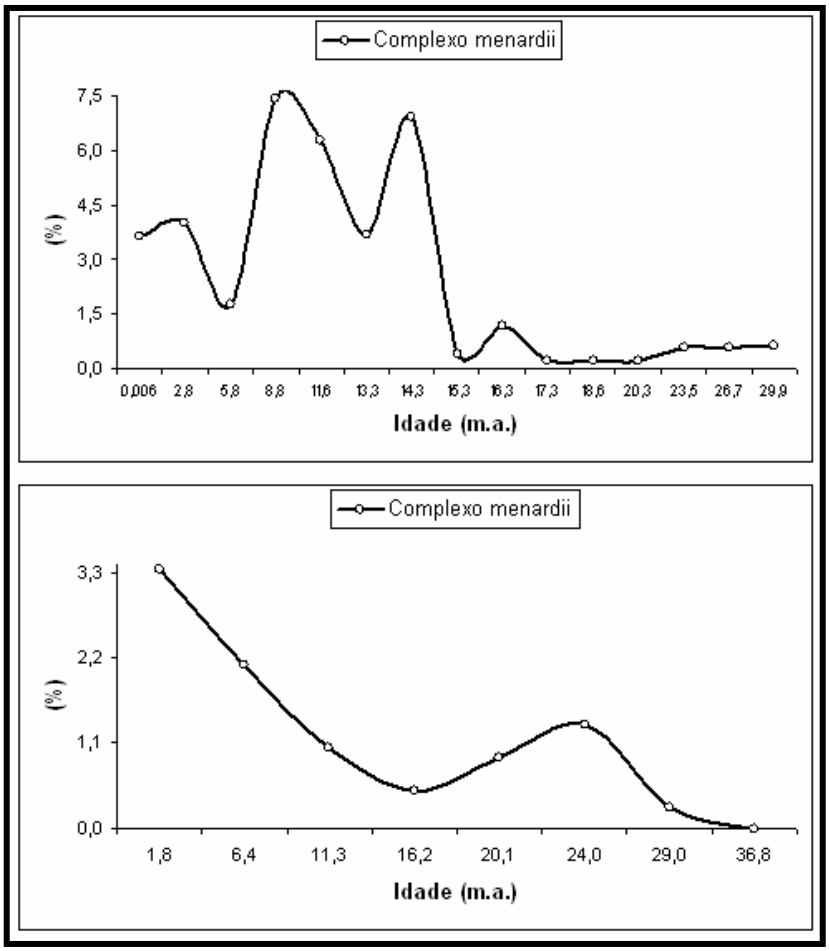

Figura 59: Abundância relativa do Complexo *menardii* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

A espécie *Globorotalia truncatulinoides* sinistral exibiu uma tendência de queda em sua abundância relativa ao longo dos últimos 30.000 anos. Este fato foi observado tanto no testemunho KF-C quanto no KF-B (Figura 60).

A espécie *G. truncatulinoides* dextral, menos abundante que *G. truncatulinoides* sinistral, exibiu uma tendência de queda em seus valores de abundância relativa. Estes valores são relativamente baixos, porém são observados dois picos na abundância relativa desta espécie nos últimos 30.000 anos em cada testemunho analisado: no testemunho KF-C em 26.700 e 16.300

anos. No testemunho KF-B os picos foram observados em 29.000 anos e em 20.100 anos (Figura 61).

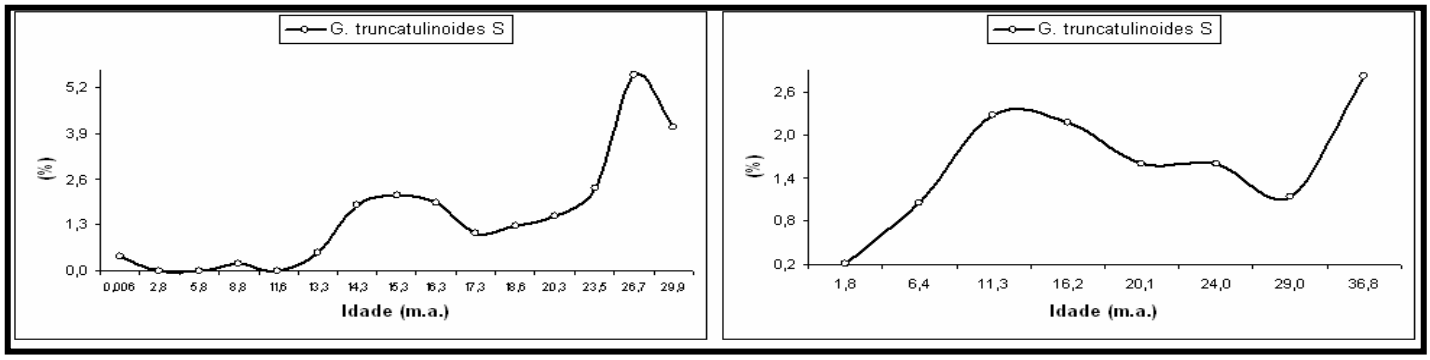

Figura 60: Abundância relativa de *G. trunctulinoides* sinistral nos testemunhos KF-C (esquerda) e KF-B.

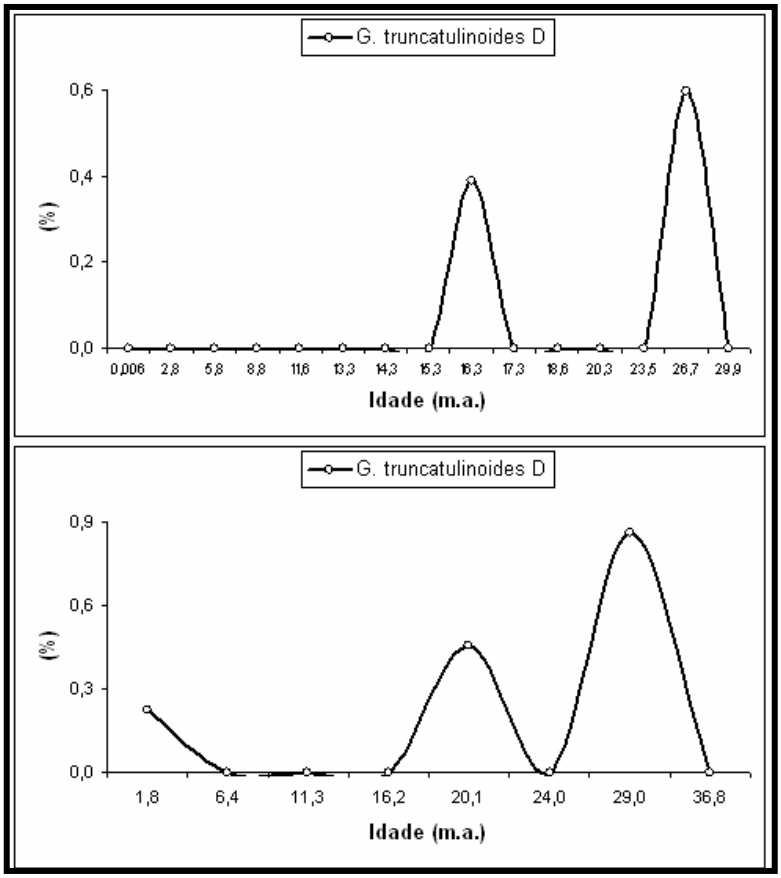

Figura 61: Abundância relativa de *G. truncatulinoides* dextral nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

Observando simultaneamente o comportamento das duas formas de *G. truncatulinoides* (*G. truncatulinoides* TT) observa-se uma sensível tendência de queda ao longo dos últimos 30.000 anos, nos dois testemunhos analisados (Figura 62).

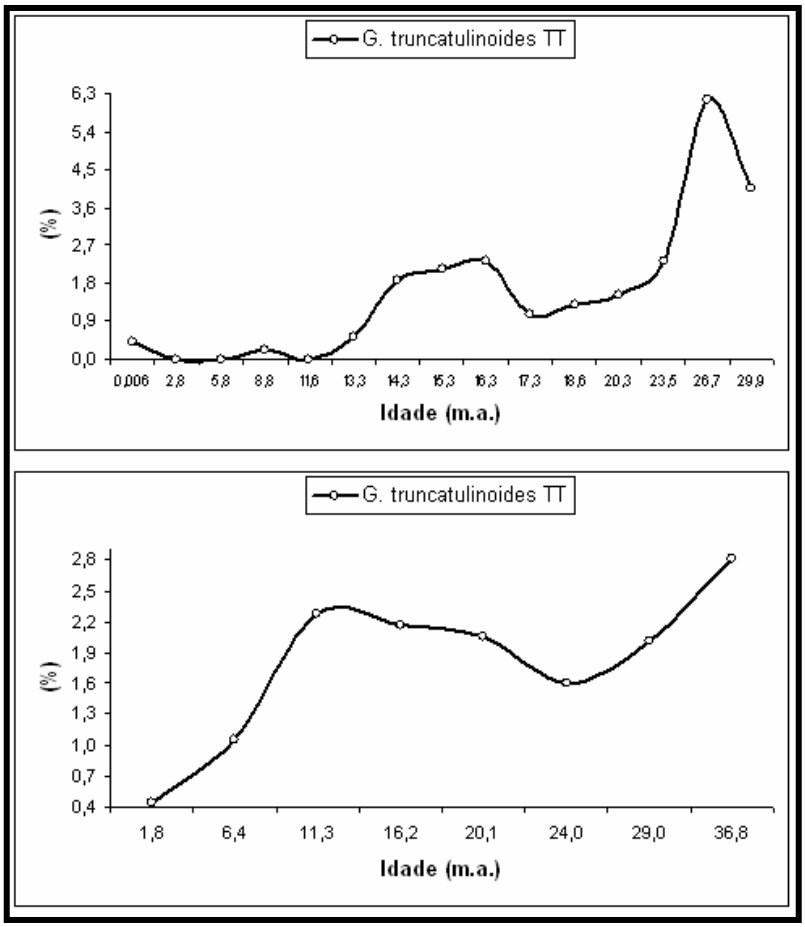

Figura 62: Abundância relativa de *G.truncatulinoides* total nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

A espécie *Globorotalia hirsuta* exibe uma tendência de queda em sua abundância relativa ao longo dos últimos 30.000 anos. Dentro deste contexto a espécie exibe dois picos no testemunho KF-B, em 29.000 e em 20.100 anos. *G. hirsuta* não aparece nos registros do testemunho KF-C nos últimos 30.000 anos (Figura 63).

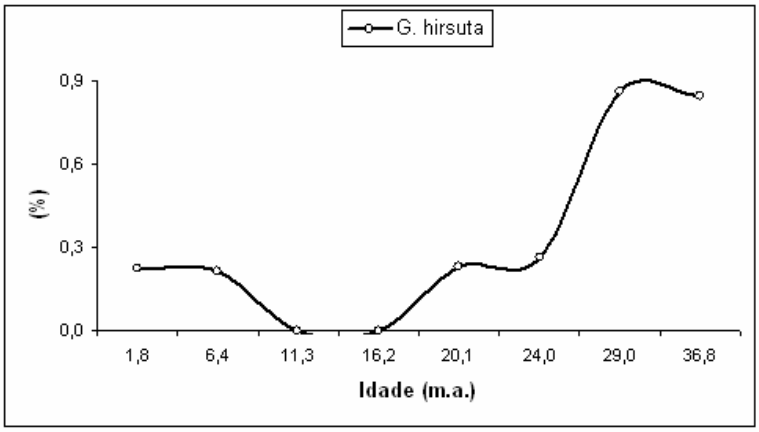

Figura 63: Abundância relativa de *G. hirsuta* no testemunho KF-B.

A abundancia relativa da espécie *Globorotalia inflata* foi extremamente baixa, não ultrapassando 0,2% no KF-C. No testemunho KF-B foram observadas as maiores abundâncias relativas desta espécie, mas não ultrapassando 1% da abundância relativa (Figura 64).

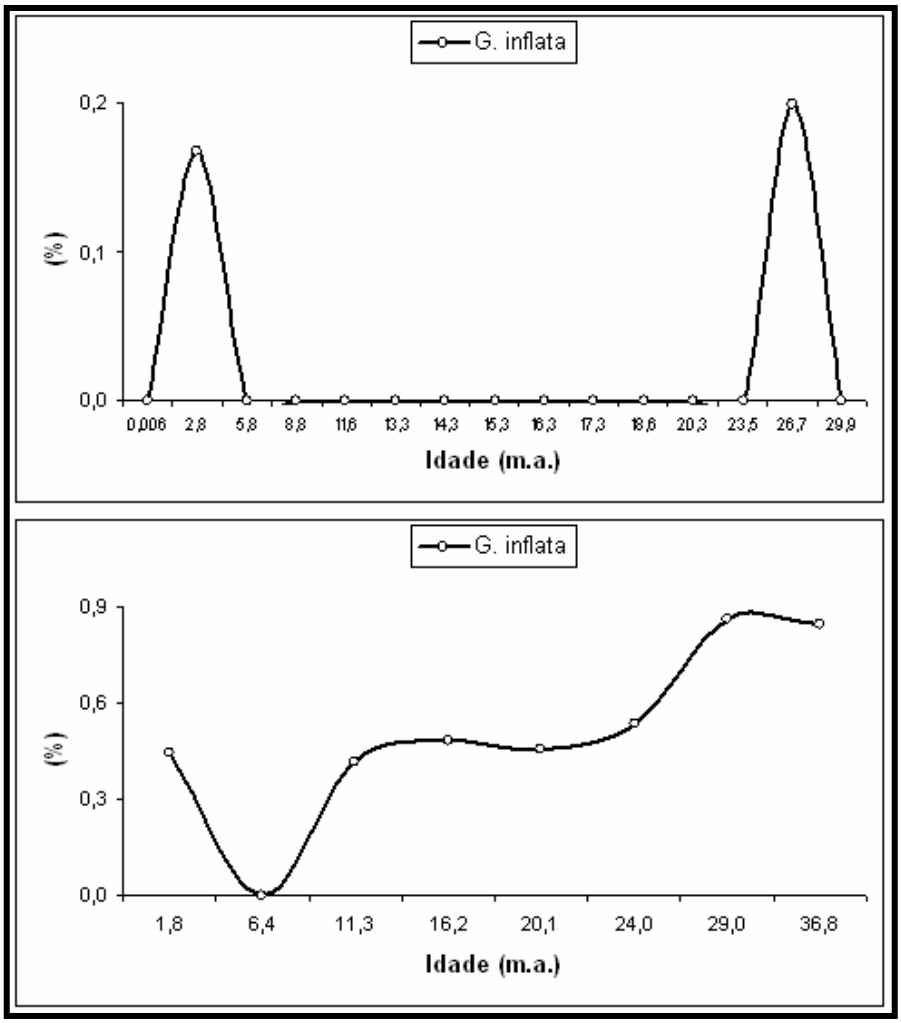

Figura 64: Abundância relativa de *G. inflata* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

A espécie *Pulleniatina obliquoloculata* exibe uma tendência de queda em sua abundância relativa ao longo dos últimos 30.000 anos, observados nos dois testemunhos estudados. O testemunho KF-B exibiu os maiores valores na abundância relativa de *P. obliquoloculata* (Figura 65).

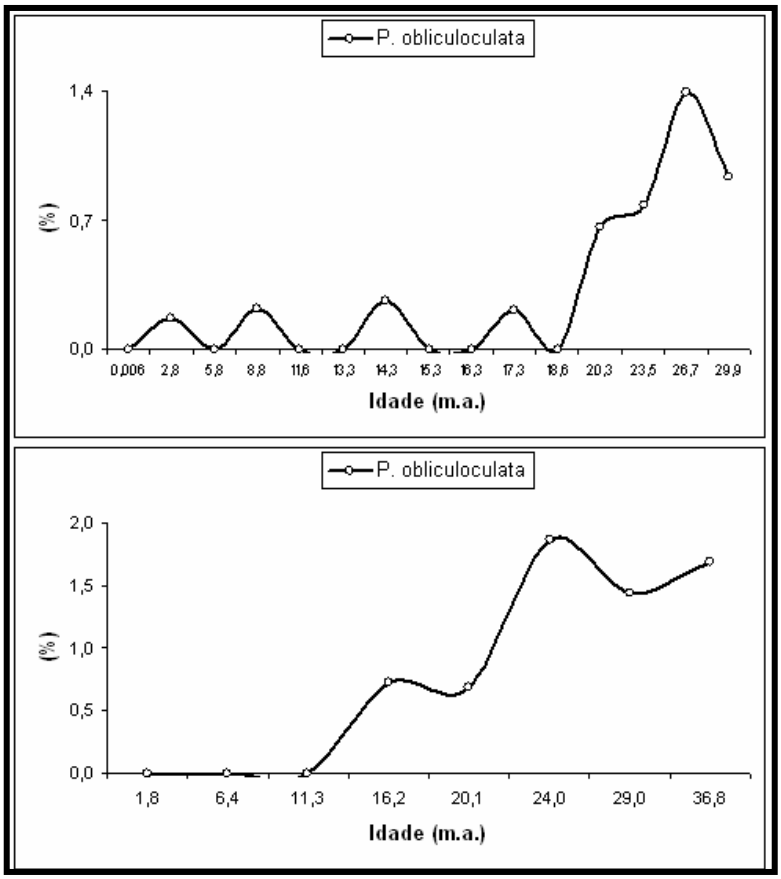

Figura 65: Abundância relativa de *P. obliquoloculata* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

As abundâncias relativas das espécies *Globigerinella digitata* e *Globoquadrina conglomerata* foram muito baixas, menos de 1%, observadas apenas no testemunho KF-B (Figura 66).

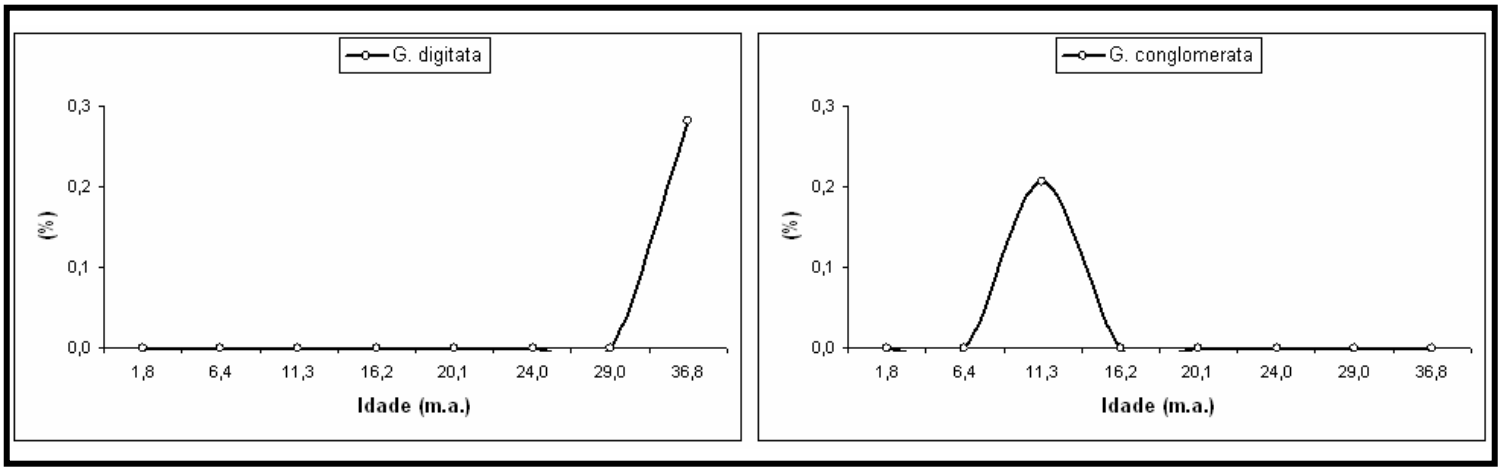

Figura 66: Abundâncias relativas de *G.digitata* (esquerda) *e G. conglomerata* nos testemunhos KF-B.

A espécie *Turborotalita humilis* também exibiu abundância relativa abaixo de 1%, porém sua ocorrência foi observada nos dois testemunhos estudados (Figura 67).

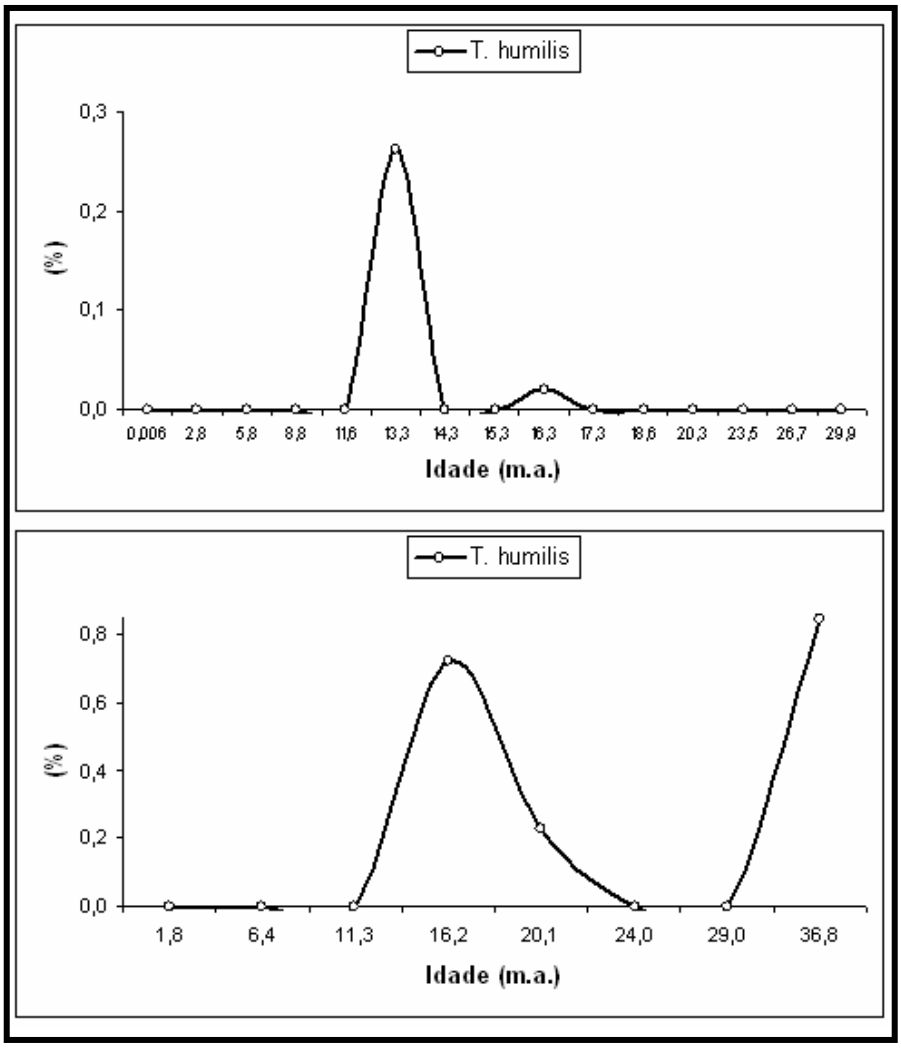

Figura 67: Abundância relativa de *T. humilis* nos testemunhos KF-C (superior) e KF-B.

Embora menos comuns, as espécies com baixas abundâncias relativas também são importantes na interpretação dos parâmetros paleoceanográficos da região estudada.

5.2 Isótopos Estáveis: Oxigênio ($\partial^{18}O$) e Carbono ($\partial^{13}C$)

Os resultados dos valores calculados e as respectivas curvas dos isótopos estáveis de oxigênio e carbono extraídos da carapaça do foraminífero planctônico *G. ruber* 'branca' são apresentados a seguir:

Tabela 5: resultados dos valores dos isótopos estáveis de oxigênio e carbono extraídos da carapaça do foraminífero planctônico *G. ruber* 'branca' para o testemunho KF-C, em função da profundidade e da idade calendário.

Profundidade (cm)	Idade cal.	∂18O	∂13C
0	6 anos	-1,7	1,0
11	2.800 anos	-1,7	0,7
23	5.800 anos	-1,4	1,0
35	8.800 anos	-1,4	1,0
46	11.600 anos	-1,3	1,2
53	13.300 anos	-1,2	1,0
57	14.300 anos	-1,2	0,8
61	15.300 anos	-1,3	0,8
65	16.300 anos	-1,1	1,0
69	17.300 anos	-1,0	0,7
74	18.600 anos	-0,7	0,9
81	20.300 anos	-0,7	0,2
92	23.500 anos	-0,8	0,4
103	26.700 anos	-0,7	0,6
114	29.900 anos	-0,8	0,4

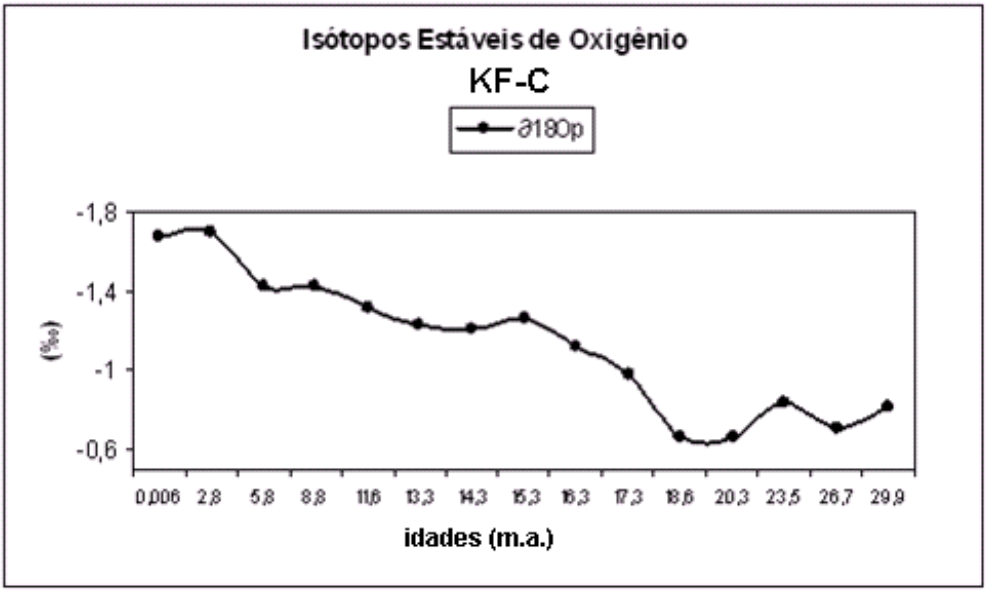

Figura 68: Gráfico da variação de $\partial^{18}O$ do foraminífero planctônico *G. ruber* 'branca' no testemunho KF-C em função do tempo.

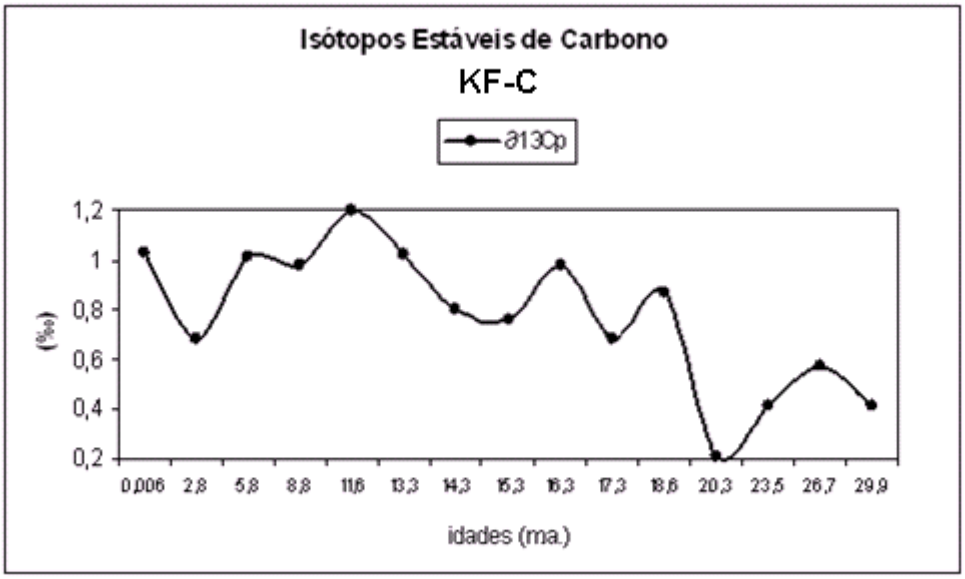

Figura 69: Gráfico da variação de $\partial^{13}C$ do foraminífero planctônico *G. ruber* 'branca' no testemunho KF-C em função do tempo.

Tabela 6: resultados dos valores dos isótopos estáveis de oxigênio e carbono extraídos da carapaça do foraminífero planctônico *G. ruber* 'branca' para o testemunho KF-B, em função da profundidade e da idade calendário.

Profundidade (cm)	Idade cal.	$\partial^{18}O$	$\partial^{13}C$
1	1.800 anos	-1,4	1,1
3,5	6.400 anos	-1,1	1,0
6	11.300 anos	-0,8	0,8
8,5	16.200 anos	-0,7	0,4
10,5	20.100 anos	-0,7	0,9
12,5	24.000 anos	-0,4	0,5
15	29.000 anos	-0,8	0,9
19	36.800 anos	-0,6	0,7

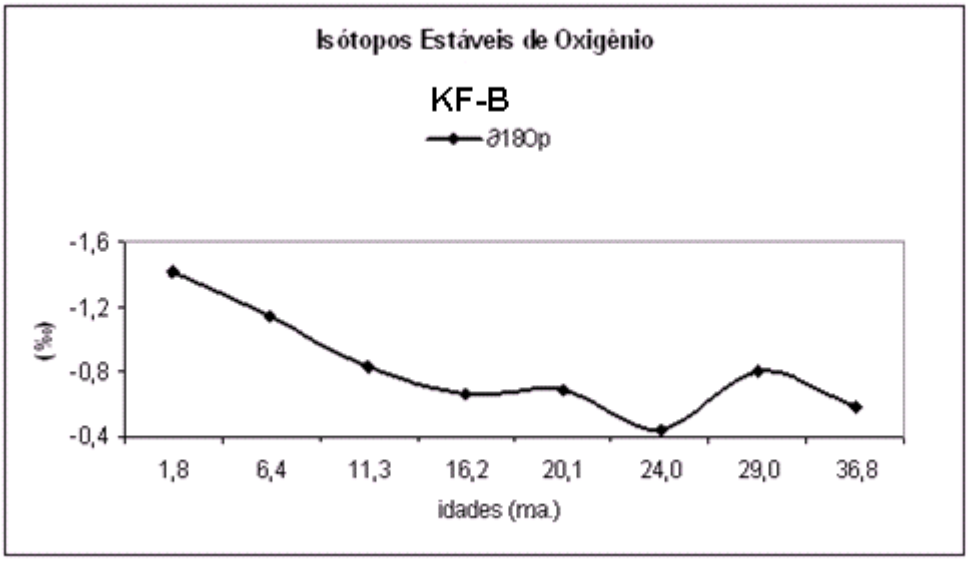

Figura 70: Gráfico da variação de $\partial^{18}O$ do foraminífero planctônico *G. ruber* 'branca' no testemunho KF-B em função do tempo.

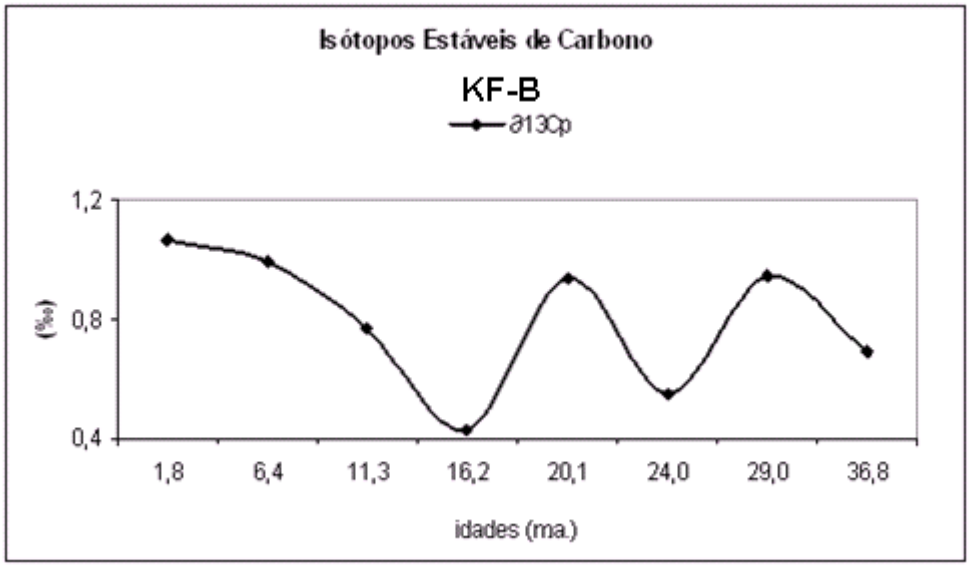

Figura 71: Gráfico da variação de $\partial^{13}C$ do foraminífero planctônico *G. ruber* 'branca' no testemunho KF-B em função do tempo.

5.3 Análise Fatorial

Os dados quantitativos dos foraminíferos planctônicos foram submetidos a uma análise fatorial modo-Q nos dois testemunhos estudados. A análise fatorial modo-Q objetiva observar as relações das amostras a partir das variáveis.

No testemunho KF-C a análise fatorial modo-Q extraiu 15 fatores. Entretanto apenas um fator apresenta autovalor maior que 1 (Toledo *et al*, 1999) e, desta forma, a solução final representará o fator 1, que explica 97,98% da variância.

A análise da matriz de *scores*, que aponta o quanto cada espécie contribuiu proporcionalmente em cada fator, exibiu o maior valor para a espécie *Globigerinoides ruber* 'branca'.

A análise fatorial modo-Q no testemunho KF-B extraiu oito fatores e, assim como no KF-C, apenas o fator 1 apresenta autovalor maior que 1. Este fator explica 97,2% da variância total. O resultado da matriz de *scores* apresentou o maior valor para espécie *G. ruber* 'branca', no fator 1.

5.4 Estimativa de Paleotemperatura Superficial

As paleotemperaturas para os últimos 30.000 anos nos dois testemunhos estudados foram estimadas pelo método de redes neurais artificiais (*ANN - Artificial Neural Network),* descrito por Malmgren *et al*. (2001) apresentado por Kucera *et al* 2005. As estimativas foram geradas pelo programa computacional *Biocomp's Predictor*, com base no banco de dados do Atlântico Sul para calibração (Kucera *et al*., 2005). Os cálculos foram realizados no Laboratório *MARGO (Multiproxy Approach for the Reconstruction of the Glacial Ocean surface)* sob a supervisão do Prof. Dr. Michal Kucera.

As reconstruções de paleotemperaturas pelo método *ANN* nos dois testemunhos estudados são exibidos nas tabelas abaixo. As tabelas apresentam dez estimativas de paleotemperatura superficial por redes neurais, a média e o respectivo desvio padrão para cada amostra. Os valores das temperaturas superficiais marinhas representam os primeiros dez metros de coluna d'água.

Assim como outros métodos que utilizam estudos de transferência de função para estimar paleotemperaturas, o método *ANN* produz paletemperaturas de verão, de inverno e anuais. Este estudo priorizou as médias anuais de paleotemperaturas, uma vez que não foram realizados estudos de transferência de função, onde as temperaturas de verão e inverno são utilizadas.

As paleotemperaturas estimadas para o testemunho KF-C são apresentadas a seguir:

Tabela 7: Estimativa de paleotemperaturas superficiais de verão, método *ANN* (*Atrificial Neural Networks*), para o testemunho KF-C.

Profundidade (cm)	Idade Cal.	TSM VERÃO (°C)
0	6 anos	27,98
11	2.800 anos	27,62
23	5.800 anos	28,18
35	8.800 anos	28,22
46	11.600 anos	28,15
53	13.300 anos	28,67
57	14.300 anos	27,90
61	15.300 anos	27,92
65	16.300 anos	28,12
69	17.300 anos	28,09
74	18.600 anos	27,88
81	20.300 anos	27,79
92	23.500 anos	27,82
103	26.700 anos	27,73
114	29.900 anos	28,26

Tabela 8: Estimativa de paleotemperaturas superficiais de inverno, método *ANN* (*Atrificial Neural Networks*), para o testemunho KF-C.

Profundidade (cm)	Idade Cal.	TSM INVERNO (°C)
0	6 anos	27,18
11	2.800 anos	26,48
23	5.800 anos	28,10
35	8.800 anos	28,68
46	11.600 anos	28,88
53	13.300 anos	30,37
57	14.300 anos	28,10
61	15.300 anos	26,93
65	16.300 anos	27,76
69	17.300 anos	27,70
74	18.600 anos	27,58
81	20.300 anos	27,04
92	23.500 anos	26,36
103	26.700 anos	27,18
114	29.900 anos	28,82

Tabela 9: Estimativa de paleotemperaturas superficiais anuais, método *ANN* (*Atrificial Neural Networks*), para o testemunho KF-C.

Profundidade (cm)	Idade Cal.	TSM ANUAL (°C)
0	6 anos	27,65
11	2.800 anos	27,08
23	5.800 anos	28,14
35	8.800 anos	28,39
46	11.600 anos	28,44
53	13.300 anos	29,25
57	14.300 anos	27,95
61	15.300 anos	27,48
65	16.300 anos	27,97
69	17.300 anos	27,94
74	18.600 anos	27,71
81	20.300 anos	27,48
92	23.500 anos	27,16
103	26.700 anos	27,42
114	29.900 anos	28,36

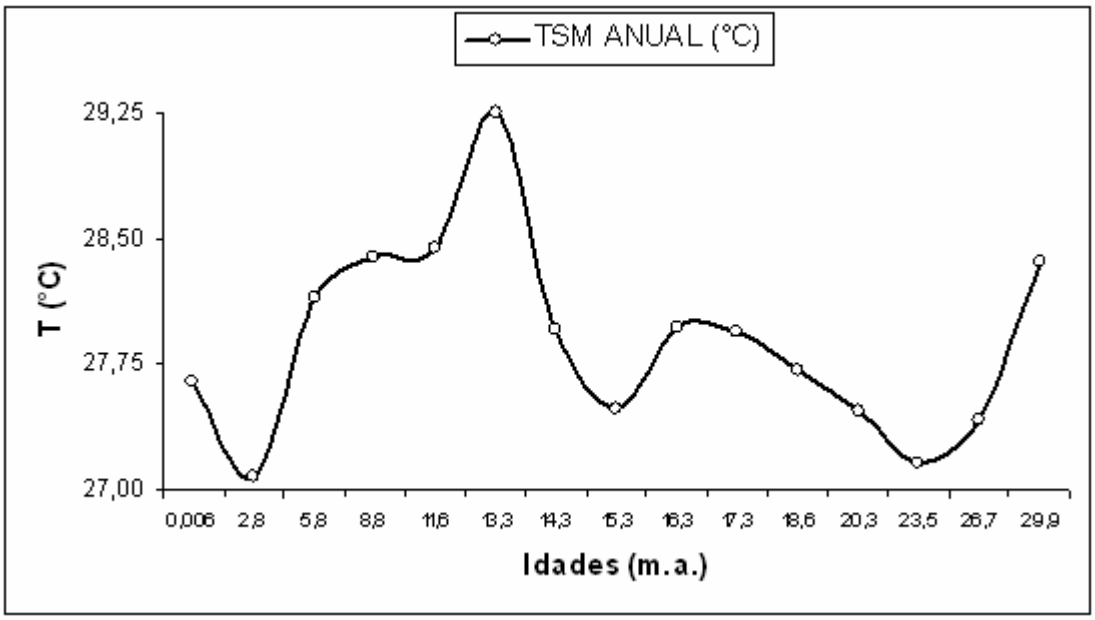

Figura 72: Paleotemperatura estimada para o testemunho KF-C nos últimos 30.000 anos.

A paleotemperatura anual mínima estimada para testemunho KF-C nos últimos 30.000 anos foi 27,08°C em 2.800 anos e a máxima foi 29,25°C em 13.300 anos. As paleotemperaturas de inverno e verão, para este testemunho, oscilaram entre 26,36°C - 30,37°C e 27,62°C – 28,67°C, respectivamente. As paleotemperaturas estimadas para o testemhunho KF-B são exibidas a seguir:

Tabela 10: Estimativa de paleotemperaturas superficiais de verão, método *ANN* (*Atrificial Neural Networks*), para o testemunho KF-B.

Profundidade (cm)	Idade Cal.	**TSM VERÃO (°C)**
1	1.800 anos	27,63
3,5	6.400anos	28,01
6	11.300 anos	27,90
8,5	16.200 anos	27,73
10,5	20.100 anos	27,88
12,5	24.000 anos	27,91
15	29.000 anos	27,96
19	36.800 anos	27,96

Tabela 11: Estimativa de paleotemperaturas superficiais de inverno, método *ANN* (*Atrificial Neural Networks*), para o testemunho KF-B.

Profundidade (cm)	Idade Cal.	TSM INVERNO (°C)
1	1.800 anos	25,15
3,5	6.400anos	26,78
6	11.300 anos	26,02
8,5	16.200 anos	25,69
10,5	20.100 anos	26,33
12,5	24.000 anos	26,40
15	29.000 anos	26,97
19	36.800 anos	26,44

Tabela 12: Estimativa de paleotemperaturas superficiais de inverno, método *ANN* (*Atrificial Neural Networks*), para o testemunho KF-B.

Profundidade (cm)	Idade Cal.	TSM ANUAL (°C)
1	1.800 anos	26,38
3,5	6.400anos	27,53
6	11.300 anos	27,03
8,5	16.200 anos	26,84
10,5	20.100 anos	27,21
12,5	24.000 anos	27,27
15	29.000 anos	27,60
19	36.800 anos	27,50

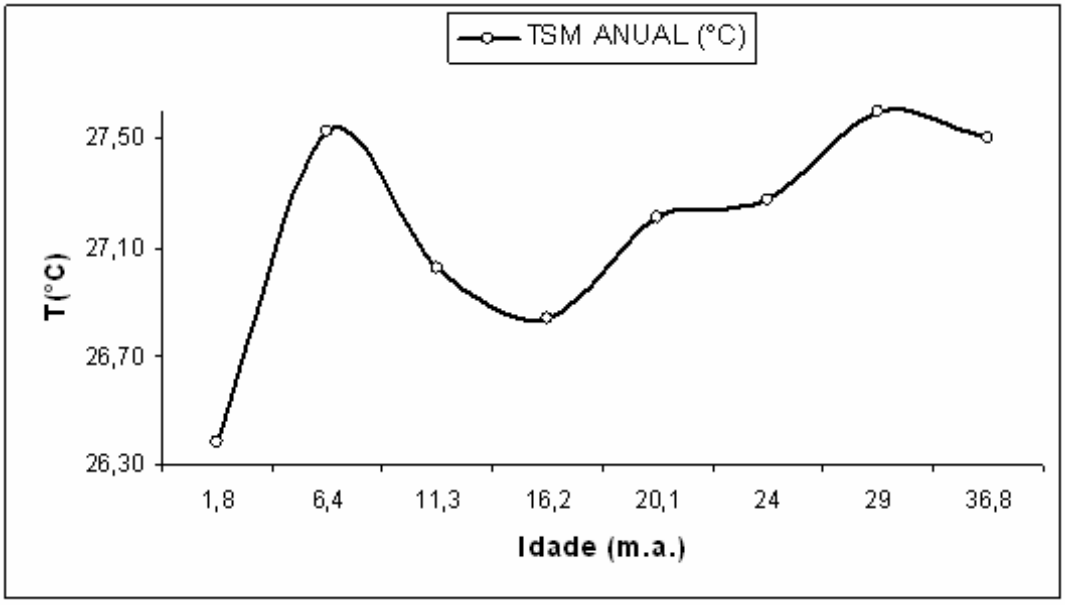

Figura 73: paleotemperatura estimada para o testemunho KF-B nos últimos 30.000 anos.

No testemunho KF-B a paleotemperatura superficial anual média mínima estimada para os últimos 30.000 anos foi de 26,38°C em 1.800 anos e a máxima foi de 27,6°C em 29.000 anos. As paleotemperaturas de inverno e verão oscilaram entre 25,15°C – 26,97°C e 27,63°C – 28,01°C, respectivamente.