

Pesquisas em Geociências

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

**Reconhecimento das Zonas Chiasmolithus altus e Emiliana huxleyi,
Nanofósseis Calcários do Banco Maurice Ewing, Antártica**

Helena Maria Souto Gonçalves, Beatriz Appel Dehnhardt
Pesquisas em Geociências, 22 (1/2): 3-11, maio/ago., 1996.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21229>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

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

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

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

Data de publicação - maio/ago., 1996.

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

Reconhecimento das Zonas *Chiasmolithus altus* e *Emiliana huxleyi*, Nanofósseis Calcários do Banco Maurice Ewing, Antártica

HELENA MARIA SOUTO GONÇALVES E BEATRIZ APPEL DEHNHARDT

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

(Recebido em 14/07/94. Aceito para publicação em 08/05/96.)

Abstract – The calcareous nanofossils study of core 43, situated at Maurice Ewing Bank, Antarctic, permitted the recognition of *Chiasmolithus altus* Bukry & Percival, 1971 endemic *taxon*. This kind of nanofossil is found only at austral region and *Emiliana huxleyi* (Lohmann, 1902) Hay & Mohler, 1967 cosmopolitan *taxon*. Concomitantly, a portion of two biostratigraphic zones was recognized: the *Chiasmolithus altus* Zone of the Wise Jr., 1983 (lower/upper Oligocene) and *Emiliana huxleyi* Zone of the Wise Jr. & Wind, 1977 (Holocene). The distribution of identified *taxa* throughout that zone was presented. The high number of placoliths distal shields, founded at sediments that corresponds to *Chiasmolithus altus* Zone, which characterizes the mesolitic zone (CCD subdivision), permitted to infer that these sediments were deposited immediately above the lisocline. A correlation of the *Chiasmolithus altus* Zone of Wise Jr., 1983 with the *Sphenolithus distentus* Zone (base) and the *Sphenolithus ciperoensis* Zone (top) of Bukry, 1973 correspondents to lower Oligocene was proposed. Evidence of dissolution and cold climate during the Oligocene epoch, which affect more the base assemblage of the core 43 than the top one was also detected. This kind of dissolution compromised the preservation condition of the calcareous nanofossils. It was observed, at the same way, the lower diversity of the species in both assemblages.

Resumo – O estudo sobre os nanofósseis calcários do testemunho 43, localizado no Banco Maurice Ewing, Antártica possibilitou o reconhecimento do *taxon* endêmico *Chiasmolithus altus* Bukry & Percival, 1971 exclusivo da região austral e do *taxon* cosmopolita *Emiliana huxleyi* (Lohmann, 1902) Hay & Mohler, 1967. Ao mesmo tempo foram reconhecidas parte de duas zonas bioestratigráficas: a Zona *Chiasmolithus altus* de Wise Jr., 1983 (Oligoceno inferior, parte superior) e a Zona *Emiliana huxleyi* de Wise Jr. & Wind, 1977 (Holoceno) e apresentada a distribuição dos *taxa* identificados através destas zonas. A grande quantidade de escudos distais de placolitos encontrados nos sedimentos correspondentes à Zona *Chiasmolithus altus*, e que caracterizam a zona mesolítica (uma subdivisão da Zona de profundidade de compensação da calcita), permitiu inferir que os mesmos foram depositados logo acima da lisóclina. Foi proposta uma correlação de parte da Zona *Chiasmolithus altus* de Wise Jr., 1983 com a Zona *Sphenolithus distentus* (base) e a Zona *Sphenolithus ciperoensis* (topo) de Bukry, 1973 correspondentes ao Oligoceno inferior (parte superior). Foram detectadas evidências de dissolução e indícios do clima frio, durante o Oligoceno, que afetaram mais a assembléia localizada na base do testemunho 43 do que a assembléia do topo, comprometendo o estado de preservação dos nanofósseis calcários. Foi observado, da mesma forma, a baixa diversidade das espécies nas duas assembléias analisadas.

INTRODUÇÃO

O cruzeiro 0775 da série "Islas Orcadas" concentrou-se nas vizinhanças do Platô Falkland (ou Malvinas), Bacia da Georgia do Sul e áreas periféricas, coletando 44 testemunhos. Destes, três foram cedidos pelo Prof. Dr. Dennis Cassidy da Florida State University (43, 45 e 47), e fazem parte do projeto 9520, que vem sendo desenvolvido entre especialistas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O testemunho utilizado nesta pesquisa é o de nº 43, localizado numa elevação do Banco Maurice Ewing próximo à borda do banco, latitude 50°13,2'S e longitude 44°08,8'W (Fig. 1).

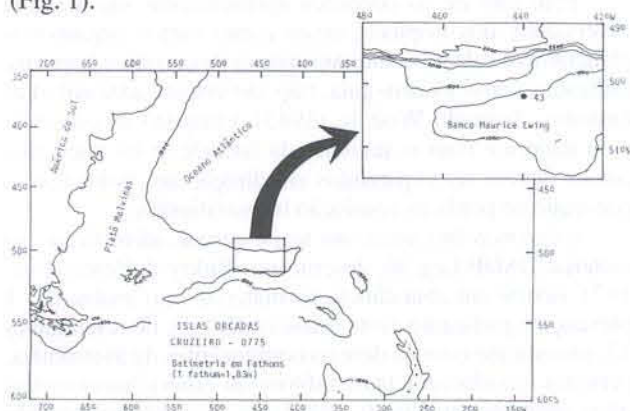


Figura 1 - Localização da área pesquisada e do testemunho 43 (modificado de Cassidy *et al.*, 1977)

O presente trabalho objetiva o estudo de sedimentos depositados durante o Oligoceno inferior (parte superior) e o Holoceno, com base na assembléia de nanofósseis calcários reconhecidos.

Este estudo tem uma importância significativa, pois na assembléia correspondente ao Oligoceno inferior (parte superior) destaca-se a espécie *Chiasmolithus altus* Bukry & Percival, 1971 que representa um *taxon* endêmico para altas latitudes, restrito para a região austral. Este gênero e, principalmente, esta espécie, caracterizam áreas de clima frio. Com base nisto, contesta-se a afirmação de Wise Jr. (1983) de que "formas confinadas a altas latitudes são sempre bipolares".

Na assembléia holocênica é identificada a espécie *Emiliana huxleyi* (Lohmann, 1902) Hay & Mohler, 1967 que representa um *taxon* cosmopolita, encontrado tanto em baixas e médias como em altas latitudes. Mediante a identificação deste *taxon* e das espécies associadas, nos sedimentos do testemunho 43, foi possível o reconhecimento da parte superior da Zona *Emiliana huxleyi* de Wise Jr., 1983 para a Antártica.

Os exemplares identificados nas duas assembléias analisadas possuem baixa diversidade, o que resulta em um número reduzido de espécies-guias possíveis de serem aplicadas na bioestratigrafia. Advém disto a importância de *Chiasmolithus altus*, por dar o nome da zona proposta por Wise Jr. (1983). A parte inferior desta zona é reconhecida nos sedimentos do Banco Maurice Ewing.

Aspectos referentes à preservação foram avaliados na medida em que perceberam-se espécimes com estruturas

centrais e escudos proximais parcial ou totalmente dissolvidos, restando preservados os escudos distais dos placolitos e alguns vestígios da delicada rede dos reticulofenestrídeos. Com base nestas constatações, as duas assembléias analisadas foram avaliadas quanto ao seu grau de preservação.

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

O testemunho 43 foi perfurado a uma profundidade de 1.713m de lâmina d'água e apresenta 853cm de comprimento, dos quais apenas a parte superior, até a profundidade de 390cm, foi amostrado. O restante, até 853cm, sofreu contaminação, razão pela qual foi desprezado.

Na Figura 2 está representada a descrição facirológica do testemunho 43 proposta por Cassidy *et al.* (1977) acrescida das duas zonas reconhecidas neste trabalho e da distribuição estratigráfica dos *taxa* identificados.

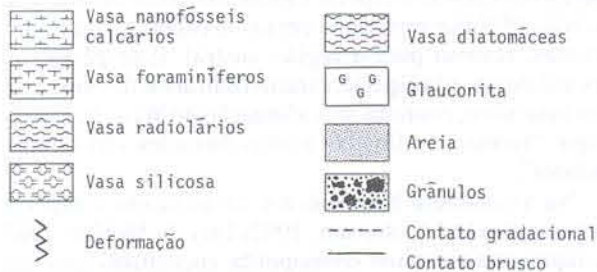
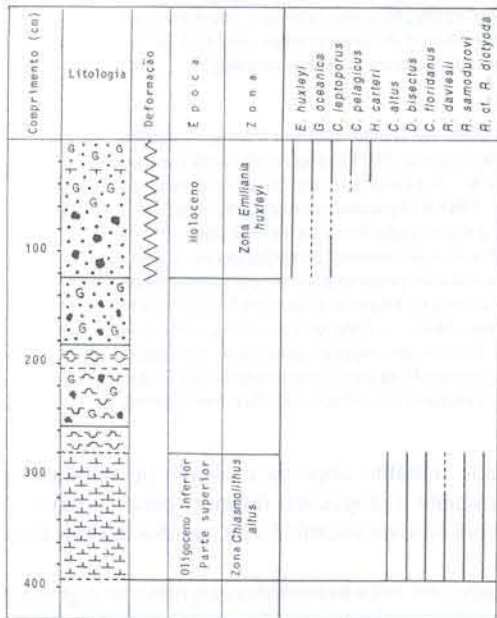


Figura 2 - Distribuição dos *taxa* através de parte das Zonas *Chiasmolithus altus* e *Emiliana huxleyi* do Oligoceno inferior, parte superior e Holoceno, respectivamente, no testemunho 43. (Cassidy *et al.*, 1977 - modificado)

Foram analisadas 40 amostras compostas (1-3cm a 388-390cm) em intervalos de amostragem de 2 em 2cm.

A preparação dos sedimentos, analisados em microscópio óptico, segue o procedimento usual utilizado pela Petrobrás. E para o microscópio eletrônico de varredura o método cedido pela Dra. Denise Noel e desenvolvido por Dehnhardt (1996).

A cada intervalo (cm), das duas assembléias reconhecidas, conseguiu-se obter a distribuição dos cocolitos conforme seu grau de abundância (Hay, 1970): muito abundante (=MA, mais do que 10 espécimes por campo), abundante (=A, de 1 a 10 espécimes por campo), comum (=C, 1 espécime de 2 a 10 campos), pouco (=P, 1 espécime por 11 a 100 campos) e raro (=R, 1 espécime por 101 a 1000 campos). E quanto ao seu grau de preservação, conforme o mesmo autor: moderado (=M), bom (=B) e corroído (=E). (Tabelas 1 e 2)

CRONO ESTRATIGRAFIA	ZONA	AMOSTRA (Intervalo em cm)	ABUNDÂNCIA	PRESERVAÇÃO	C. pelagicus	C. floridanus	C. altus	D. bisectus	R. daviesii	R. samourovii	R. cf. R. ditryoda
Oligoceno inferior parte superior	<i>Chiasmolithus altus</i>	0775-43, 281-283	A	M; E	MA	C	MA	MA	R	C	P
		0775-43, 291-293	A	M; E	A	C	MA	MA	R	C	P
		0775-43, 301-303	A	M; E	MA	C	MA	MA	R	C	P
		0775-43, 311-313	A	M; E	MA	C	MA	MA	P	C	C
		0775-43, 321-323	A	M; E	MA	C	MA	MA	P	C	C
		0775-43, 331-333	A	M; E	A	C	MA	A	P	P	C
		0775-43, 341-343	MA	M; E	MA	C	MA	A	A	P	C
		0775-43, 351-353	MA	B; E	A	C	MA	A	A	C	P
		0775-43, 362-364	MA	B; E	MA	C	MA	A	A	C	P
		0775-43, 371-373	MA	M; E	A	C	MA	A	A	C	P
		0775-43, 381-383	MA	M; E	A	A	MA	A	A	C	P
0775-43, 388-390	MA	M; E	A	C	MA	A	A	C	P		

Obs.: MA= Muito Abundante; A= Abundante; C= Comum; P= Pouco; R= Raro; M= Moderado; B= Bom e E= Corroído.

Tabela 1 - Distribuição dos nanofósseis calcários do Oligoceno inferior, parte superior, Ilhas Orcadas (IØ), testemunho 0775-43, Banco Maurice Ewing - Antártica.

CRONO ESTRATIGRAFIA	ZONA	AMOSTRA (Intervalo em cm)	ABUNDÂNCIA	PRESERVAÇÃO	C. pelagicus	C. leoporus	E. huxleyi	G. oceanica	H. carteri
Holoceno	<i>Emiliana huxleyi</i>	0775-43, 01-03	A	M; E	C	A	MA	A	A
		0775-43, 11-13	A	M; E	C	A	MA	A	C
		0775-43, 21-23	A	M; E	A	A	MA	A	A
		0775-43, 31-33	A	M; E	C	C	MA	C	C
		0775-43, 42-44	A	M; E	P	A	MA	A	C
		0775-43, 51-53	A	M; E	R	C	MA	C	C

Obs.: MA= Muito Abundante; A= Abundante; C= Comum; P= Pouco; R= Raro; M= Moderado e E= Corroído.

Tabela 2 - Distribuição dos nanofósseis calcários do Holoceno nas Ilhas Orcadas (IØ), testemunho 0775-43, Banco Maurice Ewing - Antártica.

BIOESTRATIGRAFIA, DIVERSIDADE E PRESERVAÇÃO

No presente trabalho são utilizados os zoneamentos propostos por Bukry (1973) para os trópicos e o de Wise Jr. (1983) para a Antártica (setor Atlântico), como uma tentativa de correlacionar zonas bioestratigráficas de baixas e altas latitudes (Fig. 3).

Pelo fato de os cocolitos apresentarem sua máxima diversidade nos trópicos, assim como outros organismos planctônicos calcários, muitas espécies de cocolitos tropicais, utilizadas como fósseis-guia, não são encontradas em altas latitudes. Segundo Wise Jr. (1983) o número de espécies-guia decresce com o aumento da latitude, e os intervalos zonais devem ser expandidos em direção aos polos com a consequente perda da resolução bioestratigráfica.

Chiasmolithus altus, um *taxon* austral, identificado no material DSDP Leg 36, descrito por Bukry & Percival em 1971, ocorre em abundância no material aqui analisado. A presença significativa deste *taxon* endêmico, no testemunho 43, juntamente com os demais componentes da assembléia, permitiu reconhecer a parte inferior da Zona *Chiasmolithus altus*, definida por Wise Jr., 1983 (Fig. 3). O critério tomado para tal interpretação tem como base a ausência de *Reticulofenestra umbilica*, a presença dominante de

CRONOESTRATIGRAFIA	TRÓPICOS		ANTÁRTICA (SETOR ATLÂNTICO)
	ZONA	SUBZONA	ZONA
	(Bukry, 1973)		(Wise, 1983)
Holoceno	<i>Emiliana huxleyi</i>		<i>Emiliana huxleyi</i> *E.h.
Pleistoceno Superior	<i>Gephyrocapsa oceanica</i>		*G.o.
Pleistoceno Inferior	<i>G. daronicoides</i>	<i>G. caribbeanica</i>	*G.c.
		<i>Emiliana annula</i>	+D.p.
Plioceno Superior	<i>Discoaster brouweri</i>	<i>Calcidiscus macintyreii</i>	+D.p.,D.s.
		<i>D. pentaradiatus</i>	+D.t.
		<i>D. tamalis</i>	+R.p.,S.n.
Plioceno Inferior	<i>Reticulofenestra pseudoumbilica</i>	<i>D. asymmetricus</i>	a*D.a.
		<i>Sphenolithus neoabies</i>	+C.p.,C.t.
Mioceno Superior	<i>Amaurolithus tricorniculatus</i>	<i>Ceratolithus acutus</i>	*C.r., +C.a.
		<i>C. rugosus</i>	+T.r.
		<i>T. rugosus</i>	+D.q.
	<i>Discoaster quinquerramus</i>	<i>Ceratolithus primus</i>	*C.p.
		<i>D. berggrenii</i>	*D.b.
	<i>D. neorectus</i>	*D.n., D.l.	
<i>D. neohamatus</i>		+D.n.	
Mioceno Médio	<i>D. hamatus</i>	<i>Catinaster calyculus</i>	*C.c.
		<i>H. carteri</i>	*D.h.
	<i>Catinaster coalitus</i> *C.c.		
	<i>D. exilis</i>	<i>C. miopelagicus</i>	*D.k.
		<i>D. kugleri</i>	+S.h.
<i>Sphenolithus heteromorphus</i>		*C.m.,a+D.d.	
Mioceno Inferior	<i>Helicosphaera ampliapertura</i>		*S.h.
	<i>Sphenolithus belemnus</i>		*S.b.
	<i>Triquetrohabdulus catinatus</i>	<i>D. druggii</i>	*D.d.
		<i>D. deflandrei</i>	a+C.a.
		<i>D. abisectus</i>	+S.c.,D.b.
Oligoceno Superior	<i>Sphenolithus ciproensis</i>		*S.c.
Oligoceno Inferior	<i>S. distentus</i>		*S.d.
	<i>S. predistentus</i>		+R.h.,R.u.
	<i>Helicosphaera reticulata</i>	<i>R. hillae</i>	+C.f.
		<i>Calcidiscus formosus</i>	a+C.s.
		<i>Coccolithus subdistichus</i>	+D.b.,D.s.
		<i>Chiasmolithus altus</i>	+C.a.
		<i>Reticulofenestra daviesii</i>	+R.u.
		<i>Claucicoccus fenestratus</i>	+C.f.
		<i>Blackites spinosus</i>	+I.r.
		<i>Reticulofenestra oamaruensis</i>	*R.o.
		<i>Cyclicargolithus abisectus</i>	+C.a.
		<i>Dictyococcites bisectus</i>	+D.b.

Obs.: primeira ocorrência (*), última ocorrência (+), fim do acme (*) e início do acme (a+).

Figura 3 - Zonas e níveis *data* reconhecidos no testemunho 43. Os *data* são marcados segundo o zoneamento com base em nanofósseis calcários de Bukry (1973) para os trópicos.

Reticulofenestra daviesii, muitos espécimes de *Dictyococcites bisectus*, *Cyclicargolithus abisectus* e *Cyclicargolithus floridanus* e o domínio total, nestes sedimentos, de *Chiasmolithus altus*, que tem sua última ocorrência no topo da Zona *Chiasmolithus altus* de Wise, 1983. A ocorrência dominante de *Reticulofenestra daviesii* neste depósito e a ausência de *Claucicoccus fenestratus* e *Isthmolithus recurvus* são as evidências contundentes para que estes sedimentos sejam considerados como correspondentes ao Oligoceno inferior (parte superior). A ocorrência da diatomácea *Hemiaulus incisus* e do silicoflagelado *Dictyocha deflandrei* no testemunho analisado também corroboram no sentido de reforçar que esta época corresponde ao Oligoceno inferior, uma vez que estas duas espécies têm sua ocorrência restrita ao Oligoceno inferior (Ciesielski & Wise, 1977).

Já para o topo desta zona não foi possível uma definição mais precisa em função da ausência dos nanofósseis calcários nos sedimentos sobrepostos, pois, isto representa um período em que a profundidade de compensação da calcita estava alta em relação ao local de deposição destes sedimentos.

A Zona *Chiasmolithus altus* de Wise Jr., 1983 tem sua importância bioestratigráfica bastante significativa para o Platô Falkland (ou Malvinas) por ser uma zona definida restritamente para altas latitudes e exclusiva para esta área. Em função da ausência das espécies-guias utilizadas comumente em zoneamentos para regiões de baixa e média latitudes, nos sedimentos oligocênicos do testemunho 43, o reconhecimento desta zona, possibilita uma correspondência com zonas definidas para os trópicos neste mesmo intervalo.

A associação de nanofósseis calcários desta zona está representada principalmente por: *Chiasmolithus altus*, *Dictyococcites bisectus*, *Reticulofenestra daviesii*, *Reticulofenestra* cf. *R. dictyoda*, *Reticulofenestra samoudurovii* e *Cyclicargolithus floridanus* (Lâm. 1, Figs. 1-15).

Wei (1991) ao estudar nanofósseis calcários de sedimentos do Eoceno médio-Mioceno inferior de duas perfurações (ODP 699A e 703A) do Atlântico Sul subantártico, registra uma variação abrupta na abundância de *Chiasmolithus altus* entre as amostras 7H-3 (100-101cm) e 7H-4 (90-91cm) sugerindo uma desconformidade. O topo da Zona *Chiasmolithus altus*, para Wei (1991), está na amostra 7H-4 (90-91cm) e corresponde ao Oligoceno superior (parte inferior). No testemunho 43 não foi observada nenhuma variação na abundância de *Chiasmolithus altus* correspondente ao Oligoceno inferior (parte superior). Sendo assim, nada leva a crer que possa ter ocorrido uma desconformidade neste nível. E, conforme mencionado anteriormente, o topo da Zona *Chiasmolithus altus* não foi

possível de ser definido.

A assembléia de cocolitos do Quaternário encontrada no topo do testemunho, permitiu o reconhecimento da parte superior da Zona *Emiliana huxleyi* de Wise Jr., 1983 correspondente provavelmente ao Holoceno, pela presença predominante de *Emiliana huxleyi* no material analisado (Fig. 3).

Emiliana huxleyi (Lohmann, 1902) Hay & Mohler, 1967 mostra-se resistente a temperaturas frias, na ordem de 2°C. É uma espécie eurialina, suporta salinidades que variam entre 15 e 40‰ e encontra-se em bom estado de preservação. Por representar um *taxon* cosmopolita, podendo ser encontrado em quaisquer latitudes, é considerado um excelente fóssil-guia. Em face disto, a Zona *Emiliana huxleyi* de Wise Jr., 1983, definida para os sedimentos holocênicos e identificada no testemunho 43, pode ser correlacionada perfeitamente com a Zona *Emiliana huxleyi* de Bukry, 1973, definida para os trópicos.

A associação de nanofósseis calcários, que ocorre no intervalo amostrado para o Holoceno, está representada por: *Emiliana huxleyi*, *Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera carteri*, *Gephyrocapsa oceanica* e *Calcidiscus leptoporus* (Lâm. 2, Figs. 1-19).

As duas zonas reconhecidas foram definidas e estabelecidas por Wise Jr. (1983) para o Platô Falkland (ou Malvinas). Na Figura 3 está representada uma equivalência de dois zoneamentos: para os trópicos de Bukry (1973) e para a Antártica (setor Atlântico) de Wise Jr. (1983). De acordo com esta equivalência foi possível propor e estabelecer neste trabalho uma correlação entre a Zona *Chiasmolithus altus* reconhecida nos sedimentos oligocênicos do testemunho 43 com as zonas *Sphenolithus distentus* (base) e *Sphenolithus ciperoensis* (topo) de Bukry (1973).

Segundo Wise Jr. (1988), a diversidade das espécies de cocolitos declinou durante o Oligoceno em resposta ao resfriamento climático e à glaciação do Continente Antártico, de maneira que zoneamentos convencionais não podem ser aplicados em regiões de altas latitudes.

Na base do testemunho 43, a assembléia de nanofósseis calcários do Oligoceno inferior apresenta um decréscimo bastante acentuado na diversidade das espécies, provavelmente devido a este resfriamento climático. No intervalo que corresponderia ao Oligoceno superior - Pleistoceno, a ausência total dos nanofósseis calcários pode ter sido causada pela glaciação miocênica Wise Jr. (1981), que provocou uma queda drástica na diversidade das espécies.

Já no Holoceno, existe um melhoramento climático, onde a descida da CCD, com início no Plioceno, pode ter contribuído para a melhor preservação dos nanofósseis calcários, confirmado pela presença da assembléia holocênica

Lâmina 1

Reticulofenestra cf. *R. dictyoda* (Deflandre & Fert, 1954) Stradner, 1968

Figura 1 - Vista proximal ao MEV

Figura 2 - Vista proximal em LP, aprox. 3120X

Reticulofenestra daviesii (Haq, 1968) Perch-Nielsen, 1971

Figura 3 - Escudo distal em LP, aprox. 2810X

Figura 4 e 5 - Vista distal ao MEV

Reticulofenestra samoudurovii (Haq, Mohler & Wade, 1966) Roth, 1968

Figura 6 - Vista proximal ao MEV

Figura 7 - Vista distal em LP, aprox. 3750X

Chiasmolithus altus Bukry & Percival, 1971

Figura 8a - Escudo distal ao MEV

Figura 8b - Escudo proximal ao MEV

Dictyococcites bisectus (Hay, Mohler & Wade, 1966) Bukry & Percival, 1971

Figura 9 - Vista proximal ao MEV

Figura 10 - Escudo distal em LP, aprox. 2580X

Chiasmolithus altus Bukry & Percival, 1971

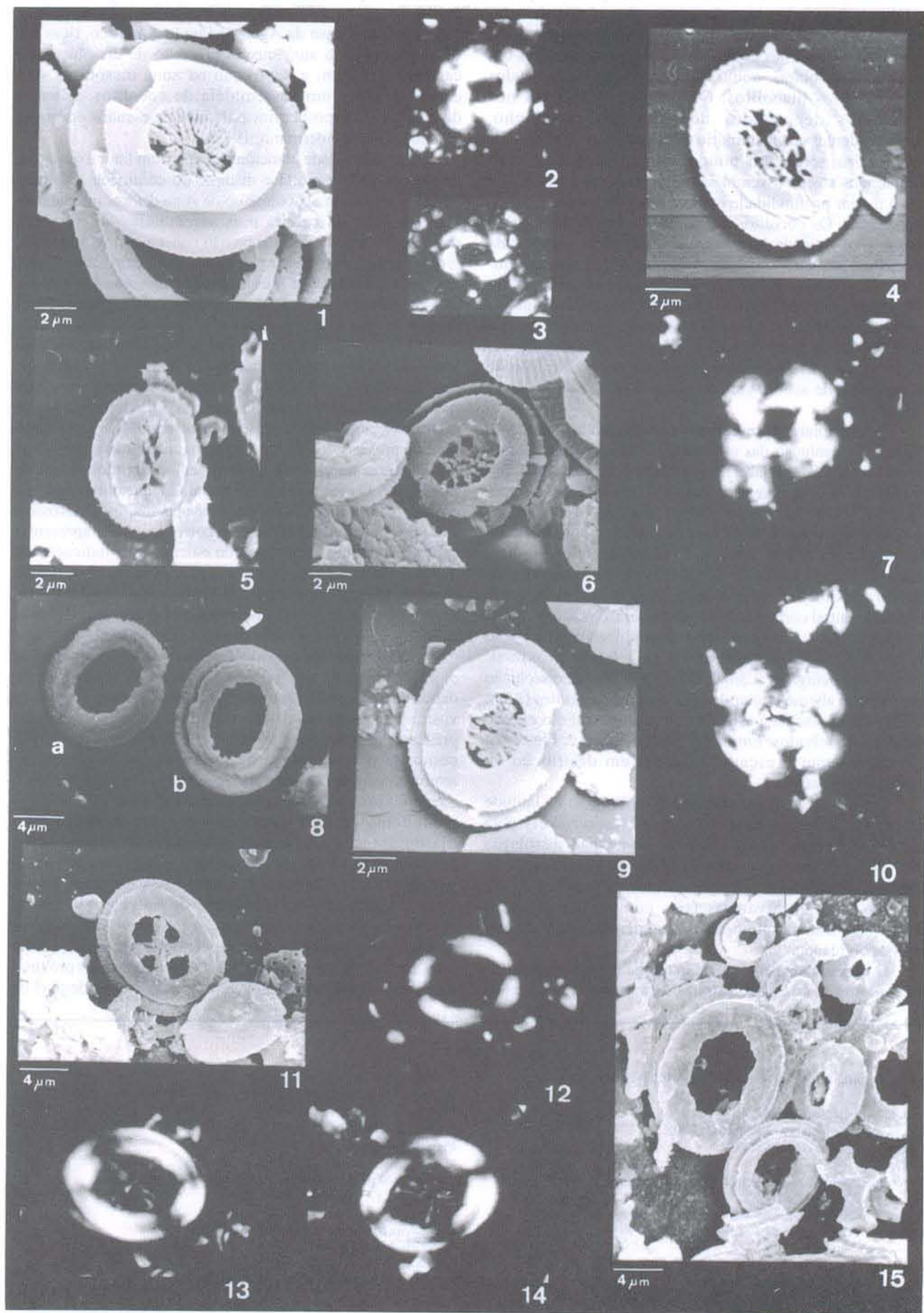
Figura 11 - Vista distal ao MEV

Figura 12 - Escudo distal em LP, aprox. 1810X

Figura 13 - Vista distal em LP a 0°, aprox. 2360X

Figura 14 - Vista distal em LP a 45°, aprox. 2360X

Figura 15 - Panorama geral da assembléia do Oligoceno inferior.



no topo do testemunho.

Das duas assembléias examinadas, a que corresponde ao Oligoceno inferior, base do testemunho, não se encontra em bom estado de preservação, provavelmente devido à baixa resistência de algumas espécies e de algumas estruturas em detrimento de outras, como estruturas centrais e escudos proximais dos placolitos. Os cocolitos presentes nos sedimentos depositados no topo do testemunho, correspondentes ao Quaternário (Holoceno), apresentam-se, de maneira geral, um pouco melhor preservados se comparados aos da assembléia oligocênica. Atribui-se este fato à menor profundidade em que estes sedimentos foram depositados. Os cocolitos depositados na parte inferior da zona de profundidade de compensação da calcita, classificada por Schneidermann (1977) de zona mesolítica, apresentam-se mal preservados. Esta classificação, aplicada ao intervalo 390-280cm, que corresponde a base do testemunho 43, indica que a mesma localiza-se exatamente nesta parte da zona de profundidade de compensação da calcita, pois os nanofósseis calcários que aí se encontram não estão em bom estado de preservação, de acordo com o que se observa na Lâmina 1, Figura 15.

Os exemplares apresentados corroboram no sentido de mostrar a dissolução das estruturas, conforme mencionado anteriormente. Exemplares do gênero *Reticulofenestra* (Lâm. 1, Figs. 1, 4-6) apresentam início de dissolução na área central. *Chiasmolithus altus* (Lâm. 1, Figs. 8a-b) encontram-se com a área central totalmente dissolvida e com início de dissolução no escudo proximal. *Dictyococcites bisectus* (Lâm. 1, Fig. 9) início de dissolução na área central e no escudo proximal. *Chiasmolithus altus* (Lâm. 1, Fig. 12) estrutura central completamente dissolvida. *Cyclicargolithus floridanus* (Lâm. 2, Fig. 3) tubo central dissolvido e início de dissolução na borda central do escudo proximal. *Coccolithus pelagicus* (Lâm. 2, Fig. 5) processo de dissolução iniciando na abertura central. *Gephyrocapsa oceanica* (Lâm. 2, Fig. 10) apresenta a estrutura da área central e o escudo proximal dissolvidos. *Emiliania huxleyi* (Lâm. 2, Figs. 14 a 17) apresentam o escudo proximal em destruição ou totalmente dissolvido.

Considera-se, da mesma forma, o alto grau da latitude de deposição como uma das causas responsáveis pela dissolução de algumas estruturas ou mesmo pela dissolução total do espécime, dificultando, assim, a identificação de fósseis-guia utilizados nos zoneamentos. Em regiões de alta latitude com temperaturas frias como a Antártica, a preservação está comprometida se comparada com as demais regiões do planeta.

O padrão de paleocirculação também pode ter influenciado na dissolução dos cocolitos do testemunho 43. A zona

mesolítica é banhada pela Água de Fundo Antártico e constituída por sedimentos derivados dos carbonatos, predominantemente compostos por cocolitos. Águas polares frias, como é o caso da Água de Fundo Antártico, ricas em CO₂, propiciam o aumento do processo de dissolução do carbonato. Assim, a deposição na zona mesolítica será expressada por uma assembléia de cocolitos de baixa diversidade, composta principalmente de escudos distais de placolitos (Schneidermann, 1977).

A produtividade planctônica é mais um fator expressivo porque, quando em alta e distante do continente (Kennet, 1982) provoca um abaixamento da zona de profundidade de compensação da calcita e as assembléias de cocolitos depositados abaixo desta zona não conseguem se preservar. É o que pode ter ocorrido no testemunho 43 entre 280-122cm, onde não se detecta a presença dos nanofósseis calcários, possivelmente em função das constantes oscilações do nível do mar na época da deposição.

O tipo de litologia pode influir de forma significativa na preservação e na diversidade dos nanofósseis calcários. Segundo Bukry *et al.* (1971) sedimentos constituídos por altas quantidades de argilas, zeolitas, vidro vulcânico e microfósseis silicosos apresentam os nanofósseis calcários melhor preservados do que aqueles encontrados em vasas carbonáticas puras onde podem ser observados sinais de dissolução. O mesmo autor afirma ainda, que onde cocolitos e organismos silicosos ocorrem associados, os nanofósseis calcários podem estar levemente corroídos, e não apresentar supercrescimento secundário de calcita, uma indicação de que a presença da sílica na solução, pode inibir a reação dissolução-reprecipitação nos carbonatos. Ao longo do testemunho 43, ficam bem delimitadas vasas de microfósseis calcários e de microfósseis silicosos. De 380-280cm ocorre uma vasa de nanofósseis calcários com alguns foraminíferos e porcentagem muito baixa, quase desprezível de diatomáceas, radiolários e silicoflagelados. Os cocolitos desta vasa apresentam baixa diversidade e quanto ao grau de preservação, valendo-se da afirmação de Bukry *et al.* (1971), como há o predomínio de microfósseis calcários, os nanofósseis que aí ocorrem apresentam-se dissolvidos e caracterizam a zona mesolítica. De 280-122cm há o predomínio de uma vasa silicosa, outra de radiolários/diatomáceas e não ocorrem nanofósseis calcários e foraminíferos. Pode-se inferir que possivelmente neste intervalo, onde não existem microfósseis calcários, houve uma substituição do carbonato de cálcio pela sílica, resultando na preservação dos organismos silicosos em função da alta produtividade planctônica característica desta área. De 122-0cm ocorre uma vasa de foraminíferos próximo ao topo do testemunho e uma representação considerável de

Lâmina 2

Cyclicargolithus floridanus (Roth & Hay, 1967) Bukry, 1971

Figura 1 - Vista distal ao MEV
Figura 2 - Vista distal em LP, aprox. 2800X
Figura 3 - Vista proximal ao MEV

Coccolithus pelagicus (Wallich, 1977) Schiller, 1930

Figura 4 - Vista distal ao MEV
Figura 5 - Vista proximal ao MEV
Figura 6 - Vista distal em LP, aprox. 1500X

Helicosphaera carteri (Wallich, 1877) Kamptner, 1954

Figura 7 - em LP a 0°, aprox. 2140X
Figura 8 - em LP a 45°, aprox. 2140X
Figura 9 - Vista proximal ao MEV

Gephyrocapsa oceanica Kamptner, 1943

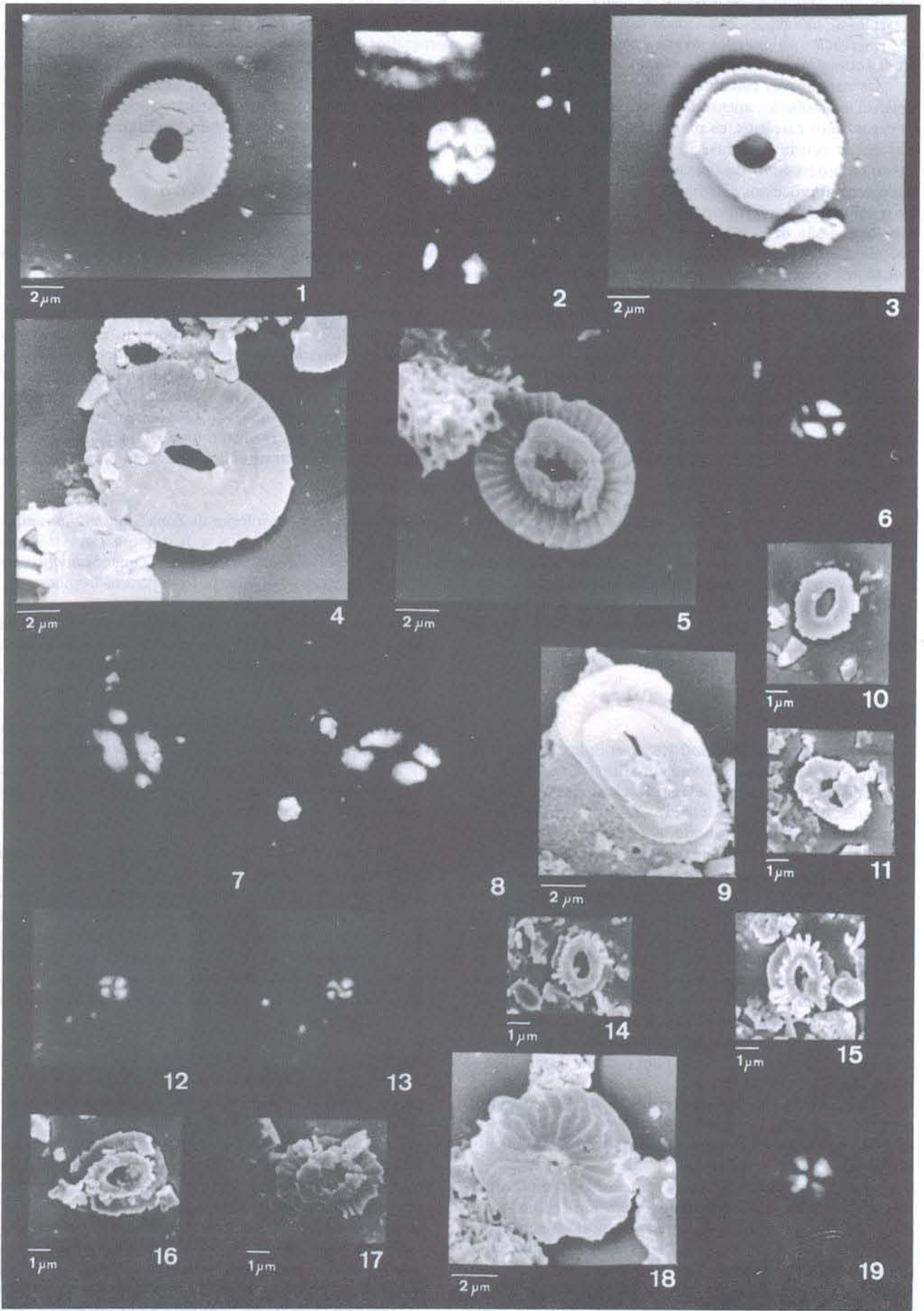
Figura 10 - Escudo distal ao MEV
Figura 11 - Vista distal ao MEV
Figura 12 - em LP a 45°, aprox. 1460X
Figura 13 - em LP a 0°, aprox. 1460X

Emiliania huxleyi (Lohmann, 1902) Hay & Mohler, 1967

Figura 14 a 17 - Vista distal ao MEV

Calcidicus leptoporus (Murray & Blackman, 1898)

Loeblich & Tappan, 1978
Figura 18 - Vista distal ao MEV
Figura 19 - Escudo distal em LP, aprox. 1870X



nanofósseis calcários ao longo deste intervalo, de modo que foi possível definir a parte superior da Zona *Emiliania huxleyi* (Holoceno). O número de espécies de nanofósseis calcários presentes aí, tem representatividade baixa e, quanto ao grau de preservação, são notados alguns vestígios de dissolução, pois ocorrem junto com os organismos silicosos.

Os nanofósseis calcários apresentam comportamento sensível à dissolução, apesar de serem considerados, dentre os organismos calcários, os mais resistentes. Os efeitos da dissolução ocorrem na fase inicial da diagênese, com o aumento progressivo da pressão e da temperatura, e se traduzem em processos seletivos (Wise Jr. & Wind, 1977). No testemunho 43, as primeiras evidências de dissolução pós-diagenética são detectadas em torno de 270cm, base do testemunho, onde as estruturas existentes na área central, juntamente com os escudos proximais, já foram parcial ou totalmente dissolvidos, restando preservados os escudos distais dos placolitos, conforme pode-se visualizar nos espécimes representados na lâmina 1.

Através das observações feitas acima, somadas as consideráveis flutuações verticais na profundidade de compensação da calcita que ocorreram durante o Terciário (Hay, 1970) pode-se inferir que os sedimentos oligocênicos do testemunho 43 foram depositados logo acima da CCD e da lisóclina. Para os sedimentos sobrepostos aos oligocênicos, onde os nanofósseis calcários não estão presentes pode-se dizer que houve uma oscilação do nível do mar com conseqüente subida da CCD. E que para os sedimentos holocênicos houve um abaixamento do nível do mar (da CCD) confirmado pela presença dos nanofósseis calcários.

Os exemplares que estão em melhores condições (Lâm. 1, Figs. 10, 11, 13 e 14; Lâm. 2, Figs. 1, 2, 4, 7, 8, 9, 18 e 19) podem ter sofrido um rápido soterramento, razão pela qual se encontram totalmente preservados.

Bipolaridade

A ocorrência de *Chiasmolithus altus* Bukry & Percival, 1971 na área em estudo contradiz a afirmação de Wise Jr. (1983) de que formas confinadas a altas latitudes são sempre bipolares. Pois esta espécie de *Chiasmolithus* não é encontrada no hemisfério norte, e a grande ocorrência da mesma no material examinado distingue esta flora de latitude sul alta das outras assembléias atlânticas incluindo aquelas do Ártico (Kennet, 1978). Isto também confirma a diferença de temperatura entre os dois polos, uma vez que o polo sul era mais frio do que o norte (Haq *et al.*, 1977 *apud* Kennet, 1978) e o gênero *Chiasmolithus* é indicativo de águas frias. A ausência de espécies dos gêneros *Discoaster* e *Sphenolithus* na base do testemunho 43 reforça a interpretação de que, no Oligoceno inferior, a temperatura da água do oceano sul era realmente fria, uma vez que estes gêneros são indicativos de ambientes de águas quentes e seriam comuns de constarem numa associação desta época.

Geograficamente estes ambientes polares são distintos e as diferenças mais significativas estão relacionadas a: salinidade, cobertura de gelo, produtividade biogênica e outros fatores (Kennet, 1978).

Segundo Kennet (1978), as características ambientais nas regiões polares têm controlado fortemente a natureza das assembléias e as diferenças entre estas regiões são muito marcantes. Isto fica evidente, pois a história glacial e paleoceanográfica se processaram de forma distinta uma vez que, no Ártico, a glaciação ocorreu 10 M.a. mais tarde do que na Antártica. Também constatam-se diferenças na

paleogeografia, nas paleotemperaturas, na formação de mar gelado e no desenvolvimento das correntes de fundo (*apud* Kennet, 1978).

A Antártica tem exibido uma comunicação biogeográfica circumpolar planctônica desde o Cenozóico (~25-30 M.a.). Outro fato que corrobora neste sentido é que a massa d'água Antártica, como um sistema de águas frias, é muito mais antigo daquele do Ártico, o que pode ter levado a uma divergência dos ecossistemas (Dunbar, 1977 *apud* Kennet, 1978).

CONCLUSÕES

O estudo do testemunho 43 através dos nanofósseis calcários localizados no Banco Maurice Ewing, Antártica permitiu:

- identificar o *taxon* austral *Chiasmolithus altus* Bukry & Percival, 1971 e reconhecer a parte inferior da Zona *Chiasmolithus altus* de Wise Jr., 1983 através da ausência de *Reticulofenestra umbilica* e da presença dominante de *R. daviesii*, *Dictyococcites bisectus*, *Cyclicargolithus abisectus*, *C. floridanus* do Oligoceno inferior (parte superior) por representar uma zona provincial de importância bioestratigráfica relevante para a área em estudo;
- correlacionar a parte inferior da Zona *Chiasmolithus altus* de Wise Jr., 1983 para a Antártica com a Zona *Sphenolithus distentus* (base) e a Zona *Sphenolithus ciperoensis* (topo), de Bukry, 1973 para os trópicos;
- reconhecer a parte superior da Zona *Emiliania huxleyi* de Wise Jr. 1983 (Holoceno) através da presença dominante de *Emiliania huxleyi* (Lohmann, 1902) Hay & Mohler, 1967;
- correlacionar a Zona *Emiliania huxleyi* de Wise Jr., 1983 definida para a Antártica com a Zona *Emiliania huxleyi* de Bukry, 1973 definida para os trópicos pois *Emiliania huxleyi* representa um *taxon* cosmopolita e pode ser encontrado em quaisquer latitudes;
- concluir que a baixa diversidade das espécies detectada neste testemunho é um reflexo dos episódios geológicos, concomitante com as mudanças climáticas globais ocorridas na época da deposição; está relacionada com a latitude alta, como é o caso da Antártica, onde o número de espécies decresce com o aumento da latitude; está ligada com a profundidade na qual foram depositados os sedimentos pois, os mesmos estão localizados logo acima da lisóclina;
- detectar que a preservação dos espécimes nos três intervalos reconhecidos é distinta em função da paleocirculação, latitude de deposição, paleoprodutividade de deposição, produtividade planctônica e litologia. De 390-280cm intervalo onde ocorre uma vasa de nanofósseis calcários (base do testemunho) a assembléia de cocolitos não se encontra em bom estado de preservação corroborando com a interpretação de Bukry *et al.* (1971) em que os nanofósseis calcários não são bem preservados em vasas carbonáticas puras. As estruturas centrais e os escudos proximais estão em processo inicial de dissolução ou já se encontram totalmente dissolvidos. Isto ocorreu porque esta parte do testemunho está localizada na zona

mesolítica (composta por um número bastante elevado de escudos distais de placolitos). De 280-122cm, intervalo onde não ocorrem os nanofósseis calcários, o que se preservou foram as assembléias de microfósseis silicosos, em função da alta produtividade planctônica, da temperatura fria da Água de Fundo Antártico rica em CO₂ e de possíveis oscilações da CCD. De 122-0cm é o intervalo em que a assembléia de nanofósseis calcários está melhor preservada. Atribui-se este fato à menor profundidade em que os sedimentos foram depositados. A litologia, interagindo com o que foi mencionado anteriormente, também controlaria no estado de preservação da nanoflora;

- concluir que o panorama geral da assembléia, neste testemunho, demonstra os efeitos de dissolução pós-diagenética em torno de 270cm;
- constatar que a afirmação de Wise Jr. (1983) de que "formas confinadas a altas latitudes são sempre bipolares" não se enquadra para a espécie *Chiasmolithus altus* porque este *taxon* não é encontrado no hemisfério norte, tendo a sua ocorrência bastante significativa e exclusiva para a região Antártica. A história dos eventos geológicos para os polos também corrobora neste sentido pois foi distinta e ocorreu em tempos diferentes.

Agradecimentos – As autoras expressam seu agradecimento ao Prof. Dr. Dennis Cassidy da Florida State University pela doação do material e à Bióloga Valesca Eilert pelas sugestões recebidas no transcorrer do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bukry, D. 1973. Low latitude coccolith biostratigraphic zonation, *Initial Report Deep Sea drilling Project*, 15:685-703.
 — & Douglas, R. G.; Kilng, S.A. & Krashninnikov, V. 1971. Plaktonic microfossil biostratigraphy of the northwestern Pacific Ocean. *Initial Report Deep Sea drilling Project*, 6:1253-1300.

— & Percival, S.F.Jr. 1971. New Tertiary calcareous nanofossils. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 8(3):123-146.
 Cassidy, D.S.; Ciesielski, P.F.; Kaharoeddin, F.A.; Wise, S.W.Jr. & Zemmels, I. 1977. *Ara Islas Orcadas Cruise 0775 sediment descriptions*. Antarctic Research Facility, Florida State University, Sedimentology Research Laboratory, 76 p.
 Ciesielski, P.F. & Wise, S.W.Jr. 1977. Geologic history of the Maurice Ewing Bank of the Falkland Plateau (Southwest Atlantic sector of the Southern Ocean) based on piston and drill cores. *Marine Geology*, 25:175-207.
 Dehnhardt, B.A. 1996. Microscopia Eletrônica para Nanofósseis Calcários. *Notas Técnicas*, 9:69-70.
 Hay, W. 1970. Calcareous nanofossils from cores recovered on Leg 4. *Initial Reports Deep Sea drilling Project*, 4:455-501.
 — & Mohler, H.P. 1967. Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocene-Eocene correlations. *Journal of Paleontology*, 41(6): 1505-1541.
 —; — & Wade, M.E. 1966. Calcareous nanofossilas from Nal'chik (northwest Causasus). *Eclogae Geologicae Helveticae*, 59: 379-399.
 Kennet, J.P. 1978. The development of planktonic biogeography in the Southern Ocean during the Cenozoic. *Marine Micropaleontology*, 3(4): 301-345.
 Kennet, J.P. 1982. *Marine Geology*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 752 p.
 Lohmann, H. 1902. Die coccolithophoridae, eine Monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten, zugleich ein Beitrag zur Kenntniss des Mittelmeerauftriebs. *Archiv für Protistenkunde*, 1:89-165.
 Schneidermann, N. 1977. Selective dissolution of Recent Coccoliths in the Atlantic Ocean. *Oceanic Micropaleontology*, 1:1009-1053.
 Wei, W. 1991. Middle Eocene-lower Miocene calcareous nanofossils magnetobiochronology of ODP Holes 699 A and 703 A in the subantarctic South Atlantic. *Marine Micropaleontology*, 18:143-165.
 Wise, S.W.Jr. 1981. Deep Sea Drilling in the Antarctic: Focus on Late Miocene Glaciation and Applications of Smear-Slide Biostratigraphy. *The Deep Sea drilling Project: A decade of Progress, Special Publication*, nº 32:471-487.
 — 1983. Mesozoic and Cenozoic calcareous nanofossils recovered by Deep Sea Drilling Project Leg. 71. *Initial Report Deep Sea drilling Project*, 71:481-550.
 — 1988. Mesozoic-Cenozoic history of calcareous nanofossils in the region of the southern ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 67:157-179.
 — & Wind, F.H. 1977. Mesozoic and Cenozoic calcareous nanofossils recovered by DSDP Leg 36 drilling on the Falkland Plateau, Southwest Atlantic sector of the Southern Ocean. *Initial Report Deep Sea drilling Project*, 36:269-492.

