UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

"VARIAÇÕES AMBIENTAIS NO QUATERNÁRIO A PARTIR DE ASSOCIAÇÕES DE FORAMINÍFEROS, NA REGIÃO DE ABROLHOS, BA" (TF - 98/16)

Raquel Fernanda Passos

Orientador: Prof. Dr. Thomas R. Fairchild
Co-Orientador: Silvia Helena de Mello e Sousa

Monografia de Trabalho de Formatura

TF
P289
RF.v

SÃO PAULO
1998

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC
30900002816

"VARIAÇÕES AMBIENTAIS NO QUATERNÁRIO A PARTIR DE ASSOCIAÇÕES DE FORAMINÍFEROS, NA REGIÃO DE ABROLHOS, BA" (TF - 98/16)

Instituto de Geociências
BIBLIOTECA
14506
U. S. P.

Raquel Fernanda Passos

Orientador: Prof. Dr. Thomas R. Fairchild
Co-Orientador: Silvia Helena de Mello e Sousa

Monografia de Trabalho de Formatura

SÃO PAULO
1998

TF
P289
RF.V

Dedico esse trabalho a meus pais, meus avós
e minha irmã, que sempre me apoiaram nesse.
e em todos os outros trabalhos por mim realizados.

AGRADECIMENTOS

À Profª Drª Silvia Helena de Mello e Souza e ao Prof. Dr. Thomas R. Fairchild pela orientação, críticas, sugestões e apoio prestados durante a execução deste trabalho.

À FAPESP pelo fornecimento da Bolsa de Iniciação Científica e financiamento das análises.

Ao Prof. Dr. Michel M. Mahiques pela leitura e discussão do texto e também pelas importantes sugestões fornecidas no decorrer da execução deste trabalho.

À Profª Beatriz B. Eichler pelo apoio e facilidades oferecidas na utilização do Laboratório de Micropaleontologia do IO-USP.

À Drª Wânia Duleba pelo incentivo e ajuda.

A todos aqueles com quem dividi o Laboratóio e me fizeram companhia durante as etapas de triagem e identificação.

Ao Isaac, a Karin e a Raquel, do Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do IGc-USP.

Ao setor de atendimento ao público da Biblioteca do IGc-USP.

Aos formandos de 1998, que também realizaram seu Trabalho de Formatura este ano, principalmente à Valéria Guimarães por ter me apresentado à Dra Silvia Helena de Mello e Sousa.

Enfim, a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, colaboraram na execução desse trabalho.

ÍNDICE

1 - RESUMO **4**

2 - ABSTRACT **5**

3 - INTRODUÇÃO **6**

4 - TRABALHOS PRÉVIOS **7**

5 - OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA **9**

6 - METODOLOGIA **10**

7- DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO **12**

8 - RESULTADOS OBTIDOS **13**

8.1 - Dados bióticos 13

8.2 - Freqüência absoluta de espécimes de foraminíferos 14

8.3 - Porcentagem de foraminíferos planctônicos 14

8.4 - Freqüência das espécies planctônicas 14

8.5 - Freqüência das espécies bentônicas 15

8.6 - Freqüência de espécies de foraminíferos bioindicadores de massas d'água 16

8.7- Freqüência das espécies *Globorotalia menardii* e *Globorotalia truncatulinoides* 16

8.8 - Razão isotópica $^{18}O/^{16}O$ em Globigerinoides sacculifer 17

9 - DISCUSSÃO **17**

10 - CONCLUSÕES **21**

11 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **22**

Variações ambientais no Quaternário a partir de associações de foraminíferos, na região de Abrolhos, BA (TF - 98/16)

Raquel Fernanda Passos

Orientador: Thomas R. Fairchild - IGc-USP (DPE)

Co-orientadora: Silvia Helena de Mello e Sousa - UFPR

1 - RESUMO

Foram analisados os primeiros 148 cm de um testemunho de aproximadamente 5 m coletado no talude superior, na porção sul do Banco de Abrolhos, através de *gravity corer.* Nesse estudo empregaram-se técnicas clássicas de análise voltadas para o estudo de mudanças paleoclimáticas tais como: análises de foraminíferos e isótopos estáveis ($\delta^{18}O$), além de datações radiométricas por ^{14}C, através do método AMS.

As evidências paleoclimáticas foram baseadas principalmente na presença de indicadores de massa d'água quente (*Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides sacculifer*), indicadores de massa d'água fria (*Angulogerina angulosa, Cassidulina crassa* f. typica e *Globigerina bulloides*), e indicadores de climas quentes (*Globorotalia menardii*) e frios (*Globigerina truncatulinoides*). Esses dados encontram-se de acordo com os resultados das análises isotópicas e também de outros trabalhos realizados na região.

Dentre as principais conclusões desse trabalho pode-se ressaltar a ocorrência de períodos de ressurgência na porção sul do Banco de Abrolhos durante o Quaternário Superior, propiciados por um nível do mar mais baixo, o qual deve-se às glaciações ocorridas em latitudes mais altas durante o Pleistoceno.

2 - ABSTRACT

This paper presents the results of the study of the topmost 148 cm of a nearly 5 - meter long core recovered form the southern part of the Abrolhos Bank using a gravity corer. This study employed classical techniques of analysis of paleoclimatological variations, utilizing stable oxygen isotopes, micropaleontology and AMS ^{14}C datings.

Information on paleoclimate was obtained by measuring the abundances of various taxa of foraminifera: *Globigerinoides ruber* and *Globigerinoides sacculifer* as indicators of warm water masses; *Angulogerina angulosa* and *Cassidulina crassa* f. typica as well as *Globigerina bulloides* as indicators of cold water masses; *Globorotalia menardii* as an indicator of warm climate and *Globorotalia truncatulinoides* as an indicator of cool climate. These data are in accordance with the results of isotopic analysis and other studies which have been carried out in this region.

Among the main conclusions of this paper one can emphasize the occurrence of periods of upwelling in the southern part of the Abrolhos Bank during the later Quaternary generated by lower sea-level, which is due to glaciations in higher latitudes during the Pleistocene.

3 - INTRODUÇÃO

Em abril de 1995 foi realizada, dentro do projeto de cooperação científica e tecnológica entre Brasil e Alemanha (JOPS-II), a pernada 8 do Cruzeiro Victor Hensen. Essa pernada, denominada de "Paleoceanografia e Sedimentologia da região de Abrolhos", visou o estudo das sucessões sedimentares quaternárias, através de métodos geofísicos, sedimentológicos, biológicos e isotópicos, para poder melhor entender a fertilidade da água, a distribuição dos recursos vivos na margem continental sudeste brasileira e a história geológica da Corrente do Brasil.

Durante o ano de 1998 foi desenvolvido no Laboratório de Micropaleontologia do IO-USP o projeto intitulado "Variações ambientais no Quaternário a partir de associações de foraminíferos, na região de Abrolhos, BA" (Bolsa de Iniciação Científica, FAPESP Processo 96/05302-8 e FAPESP Processo 98/05642-9), com material coletado durante a pernada 8 do Cruzeiro Victor Hensen (Fig. 1). Este projeto investigou o comportamento das associações de foraminíferos, visando a identificação das variações ambientais ocorridas no Quaternário Superior. Para isso foram analisadas amostras coletadas nos primeiros 148 cm de um testemunho obtido através de *gravity corer*, com recuperação total de aproximadamente 5m, em águas com profundidade de 780 m, na estação oceanográfica 3229 (Fig. 2). Foram utilizadas análises micropaleontológicas, isotópicas e datações radiométricas, que permitiram uma reconstrução paleoambiental do Quaternário Superior, na porção sul do Banco de Abrolhos, BA.

Foraminíferos são microorganismos unicelulares cuja distribuição é controlada por fatores ambientais como temperatura, salinidade, disponibilidade de oxigênio, alcalinidade do meio, nutrientes, profundidade, turbidez da água, entre outros. Variações em qualquer um destes fatores implicam em modificações nas assembléias de foraminíferos encontradas e na morfologia das testas (Boltovskoy, *et al.,* 1991). Assim, os foraminíferos, notadamente os planctônicos, têm sido amplamente utilizados na caracterização das massas d'água e na compreensão de seu comportamento e movimentação (Boltovskoy, 1959; Schnitker, 1980; Boltovskoy & Totah, 1987; Debenay & Redois, 1997 a, b), constituindo uma importante ferramenta usada em estudos paleoceanográficos.

4 - TRABALHOS PRÉVIOS

Abrolhos é um pequeno arquipélago de quatro ilhas, formado por vulcanismo com características basálticas. O Banco de Abrolhos localiza-se sobre uma zona fraturada de cadeias oceânicas (Cadeia Vitória-Trindade), com direção leste-oeste, recoberta por sedimentos carbonáticos (Fig. 1). A atividade vulcânica responsável por essas cadeias poderia estar relacionada a um "hot spot", localizado atualmente nas proximidades da Cadeia Vitória-Trindade, que se originou ao sul do Banco de Abrolhos durante o Eoceno (Fainstein & Summerhayes, 1982).

A plataforma continental do Banco de Abrolhos mede 246 Km de largura e aproximadamente 30.000 Km^2 de área, com profundidade média de 75 m (Correa, 1977; Fainstein & Summerhayes, 1982). O talude continental ao longo da plataforma de Abrolhos apresenta apenas 14 Km de largura e declividade de 1:4,5 (12°) (França, 1979), além de degraus (ou escalonamentos) decorrentes de falhamentos aproximadamente paralelos à linha de costa (Correa, 1977).

A margem continental nordeste/leste brasileira é caracterizada pela presença de fácies carbonáticas, com teores de carbonato de cálcio geralmente superiores a 75%. No Banco de Abrolhos predominam recifes de algas calcárias, mais comumente as incrustantes. Produtos de sua decomposição - as areias de recifes algáceas - predominam sobre as areias e cascalhos de algas ramificantes (*maerl*) (Kowsmann & Costa, 1979).

No Banco de Abrolhos, encontram-se claras evidências da mudança ambiental causada pela transgressão holocênica. A Depressão de Abrolhos, uma depressão batimétrica presente na área, delimitada pela isóbata de 60 m (Zembruscki & França, 1976) e circundada por altos topográficos, teria se comportado, temporariamente, como uma laguna durante a transgressão do final do Pleistoceno e início do Holoceno. Datação de sedimentos dessa depressão por ^{14}C forneceu a idade de 11.000 anos A.P. A partir de 8.000 anos A.P., o ambiente teria se tornado francamente marinho, com o afogamento total da depressão e deposição de lamas calcárias com microfauna indicadora de ambiente marinho cada vez mais profundo (Vicalvi *et al.* 1978).

A Depressão de Abrolhos comunica-se com o talude através de um canal excepcionalmente largo e profundo, denominado de Canal de Besnard. Vários canais submarinos, de origem provavelmente fluvial, convergem para a depressão. Esses deveriam ter sido escavados nos carbonatos recifais quando da exposição subaérea do banco, ocorrida com a regressão do Pleistoceno Superior (Melo *et al.,* 1975).

A configuração fisiográfica da região de Abrolhos tem nítida influência no comportamento das diferentes massas d'água que atuam na região. Assim, a circulação oceânica na região de Abrolhos é dominada superficialmente pela Corrente do Brasil, que leva água mais quente para sul ao longo da borda da plataforma entre a superfície e a isóbata de 200 m. A massa d'água abaixo de 600 m é caracterizada por fluxo para norte da Água Intermediária da Antártica (Stramma, 1989) e, de 200 a 600 m, na zona de transição entre essas duas massas d'água encontra-se a Água Central do Atlântico Sul, que na área em estudo apresenta-se caracterizada pela existência de uma termoclina (Fig. 3). O padrão meandrante e a formação de vórtices anticiclônicos na Corrente do Brasil devem estar relacionados às anomalias topográficas do Banco de Abrolhos. Os trabalhos de Signorini (1978) e Matsuura (1986) também apresentam grandes subsídios para a compreensão do padrão da circulação oceânica ao longo da margem continental brasileira.

O Quaternário foi uma época marcada por conspícuas variações ambientais como glaciações, (com 4 estágios glaciais e 3 estágios interglaciais principais, segundo Ericson & Wollin, 1968); variação na circulação oceânica de fundo Schnitker (1974); importantes variações nos valores de $\delta^{13}C$ registrados nos sedimentos (Linsley *et al.,* 1985 e Oppo & Fairbanks, 1990); flutuações do nível do mar (Suguio *et al.,* 1993) e intensificação da circulação oceânica superficial (Jansen, 1994, entre outros).

A marcante interação entre foraminíferos e massas d'água foi descrita por diversos autores para diferentes regiões: Lohmann (1978) para o oeste do Atlântico Sul; Boltovskoy & Totah (1987) para a porção sudeste do Pacífico; Ottens (1991) para o Atlântico Norte, Debenay & Redois (1997 a) para a plataforma do Senegal e em diferentes épocas (Schnitker, 1974).

Estudos relacionando análises isotópicas em carapaças de foraminíferos com reconstruções paleoambientais foram realizados por Emiliani (1955), Berger (1981), Ivanova(1985), Lin *et al.* (1997), Mulitza *et al.*(1998) entre outros, e demonstram que valores de $\delta^{18}O$ positivos indicam fases climáticas mais frias, ao passo que valores de $\delta^{18}O$ negativos indicam fases climáticas mais quentes.

Vários outros trabalhos também tratam da importância dos foraminíferos como uma das principais ferramentas utilizadas em estudos paleoceanográficos e paleoambientais, como Boltovskoy (1959), Petri & Vieira (1979), Schnitker (1980), Vicalvi & Palma (1980), Ivanova (1985), Schröder *et al.* (1987), Nolet & Corliss (1990), Kim & Kennett (1998) entre outros.

5 - OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

O presente estudo teve como objetivo detectar as variações climáticas ocorridas durante o Quaternário Superior na porção Sul do Banco de Abrolhos a partir da análise de associações de foraminíferos. O material investigado provêm de um testemunho, obtido com *gravity corer,* na estação oceanográfica 3229 a 780 m de profundidade, no talude continental na porção sul do Banco de Abrolhos, a 19°38,5' de Latitude sul e 38° 43' de Longitude oeste (Figs. 1 e 2). Este testemunho foi subamostrado em intervalos de 5 cm, porém, no presente estudo foram utilizadas apenas as 30 amostras localizadas no topo do testemunho. Os dados micropaleontológicos de foraminíferos, juntos com os dados de análises isotópicas $\delta^{18}O$ (PDB) e datações radiométricas ^{14}C (método AMS), permitiram um estudo estratigráfico de detalhe, através do qual foi possível obter-se uma melhor compreensão das variações climáticas e da circulação oceânica, nessa região, durante o Quaternário Superior.

À exceção dos estudos de Vicalvi *et al.* (1978), Leão (1982), Leão *et al.* (1985) e Sousa *et al.* (1997 a, b) não há outros trabalhos sobre a estratigrafia quaternária dessa região. Adiciona-se a isso a oportunidade única de se estudar um testemunho de 5 m de comprimento, coletado no talude superior da margem leste brasileira. À exceção da PETROBRÁS, são poucas as instituições brasileiras aptas a coletar nestas regiões oceânicas, testemunhos deste comprimento.

Um estudo dessa natureza contribui com novos dados ao entendimento das condições paleoceanográficas e paleoclimáticas reinantes na parte leste da margem continental brasileira durante as últimas dezenas de milhares de anos. Tais informações são importantes para as discussões envolvendo mudanças globais além de trazerem novos dados para a compreensão da geologia marinha neoquaternária, não apenas da região, mas também de toda a margem leste brasileira, onde são raros estudos dessa natureza.

6 - METODOLOGIA

Adotou-se a metodologia clássica para estudos paleoceanográficos com foraminíferos (Boltovskoy, 1959; Petri & Vieira, 1979; Ivanova, 1985; Debenay & Redois, 1997 a, b). Desta forma, as amostras foram peneiradas, na Universidade de Bremen (Alemanha), nas seguintes malhas: 0,500 mm; 0,250 mm; 0,125 mm e 0,062 mm, segundo metodologia adotada por Ivanova (1985) e Mackensen *et al.*(1995). Schröder *et al.* (1987) indicam as frações 0,125 mm e 0,062 mm como as mais significativas em termos de abundância de foraminíferos. No entanto, devido a curta duração do Projeto, foram analisadas unicamente as amostras da fração menor que 0,250 mm e maior que 0,125 mm, que permite uma identificação taxonômica mais rápida dos foraminíferos.

Por meio de flotação em tetracloreto de carbono (peso específico 1,58), as carapaças de foraminíferos foram separadas do material siliciclástico. Neste líquido, as testas de foraminíferos, menos densas, ficam suspensas, enquanto as partículas mais densas, como quartzo, se decantam.

Em seguida, segundo metodologia adotada por Ivanova (1985), para amostras coletadas no talude continental, as amostras foram triadas, até atingir, no mínimo, 500 espécimes de foraminíferos, para identificação e cálculo dos parâmetros paleoecológicos.

Após a triagem, procedeu-se à identificação taxonômica dos foraminíferos com base, principalmente, nos trabalhos de Cushman (1937), Postuma (1971), Boltovskoy *et al.*(1980), Kennett & Srinivasan (1983), van Morkhoven *et al.* (1986), Loeblich & Tappan (1988) e Debenay & Redois (1997 a, b).

Foram também realizadas sessões de microscopia eletrônica no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) do Instituto de Geociências - USP. As fotos resultantes dessas sessões, além de documentarem os detalhes morfológicos das carapaças, tornaram-se muito úteis no processo de identificação específica dos foraminíferos, por constituírem um banco de dados de consulta rápida (Pranchas 1, 2, 3, 4, 5, e 6)

Seguindo a metodologia adotada por Petri & Vieira (1979) e Debenay & Redois (1997 a, b), foram calculados os seguintes parâmetros paleoecológicos e dados bióticos:

a) freqüência relativa de espécimes - esse dado foi obtido pela extrapolação do total de foraminíferos triados para os 10 cm^3 da amostra peneirada, o que foi feito da seguinte maneira: total de foraminíferos triados dividido pelo número de quadrados coletados, multiplicado pelo número total de quadrados;

b) porcentagem de espécimes planctônicos - esse dado foi obtido através do seguinte cálculo: número de foraminíferos planctônicos multiplicado por 100, dividido pelo total de foraminíferos triados;

c) freqüência absoluta de espécies paleoecologicamente significantes, quais sejam: *Globorotalia menardii* (Prancha 5, Fig. 1-2) como espécie indicadora de climas quentes (Ericson & Wollin, 1968 e Vicalvi & Palma, 1980); *Globorotalia truncatulinoides* (Prancha 4, Fig. 7-9) como espécie indicadora de climas frios, quanto à direção do enrolamento (Ericson & Wollin, *op.* cit) e à sua freqüência (Vicalvi & Palma, *op. cit*); *Angulogerina angulosa* (Prancha 1, Fig. 1), *Cassidulina crassa* f. typica (Prancha 1, Fig. 7), *Globigerina bulloides* (Prancha 2, Fig. 9; 13-16) e *Globorotalia truncatulinoides* como espécies indicadoras de massas d'água frias (Debenay & Redois, 1997 a), particularmente, da Corrente das Malvinas (Boltovskoy, 1959) e *Globigerinoides ruber* (Prancha 3, Fig. 1-3), *Globigerinoides sacculifer* (Prancha 4, Fig. 1-3) e *Globorotalia menardii* como espécies indicadoras de massas d'água quentes (Boltovskoy, *op. cit* e Debenay & Redois, *op. cit*), possivelmente, da Corrente do Brasil.

Foram realizadas ainda análises isotópicas $\delta^{18}O$ (PDB) e datações radiométricas ^{14}C, pelo método AMS que, adicionadas aos dados micropaleontológicos de foraminíferos, permitirão um estudo de maior detalhe sobre as variações climáticas ocorridas na região. Este procedimento vem sendo comumentemente utilizado nos trabalhos mais recentes (Baohua *et al.*, 1997; Lin *et al.*, 1997; Arz *et al.* 1997). As análises isotópicas $\delta^{18}O$ (PDB)

em *Globigerinoides ruber* e datações radiométricas ^{14}C, pelo método AMS, também nessa espécie, estão sendo realizadas no "Beta Analytic Inc.", Miami, EUA.

As análises isotópicas $\delta^{18}O$ (PDB) foram efetuadas em carapaças das espécies *Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides sacculifer*, e as datações radiométricas ^{14}C, pelo método AMS, foram realizadas em carapaças de *Globigerinoides ruber*, em espécimes coletados nas seguintes profundidades: 38 cm, 48 cm, 53 cm, 73 cm, 98 cm, 123 cm e 148 cm.

7- DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

As atividades realizadas, de uma maneira geral, seguiram o cronograma originalmente proposto:

ABRIL: Flotação em tetracloreto de carbono das amostras de 3 cm a 73 cm de profundidade. Triagem e identificação específica de foraminíferos;

MAIO: Triagem e identificação específica de foraminíferos;

JUNHO: Triagem e identificação específica de foraminíferos e sessões no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV);

JULHO: Triagem e identificação específica de foraminíferos e confecção do Relatório de Progresso;

AGOSTO: Confecção do Relatório de Progresso e triagem do material destinado às análises isotópicas e radiométricas;

SETEMBRO: Triagem do material destinado às análises isotópicas e radiométricas, flotação em tetracloreto de carbono das amostras de 78 cm a 148 cm de profundidade, triagem e identificação específica de foraminíferos.

OUTUBRO: Envio do material destinado às análises isotópicas e radiométricas, triagem, identificação específica de foraminíferos, sessão no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e confecção do Relatório Final.

NOVEMBRO: Confecção do Relatório Final e do Pôster.

Devido ao curto período de tempo transcorrido entre a aprovação, pela FAPESP, do Processo 98/05642-9 e data final do presente projeto, não foi possível a realização de todas as análises previstas. Entretanto, as análises isotópicas em 30 amostras e as datações radiométricas nas 7 amostras selecionadas ainda estão em andamento no "Beta Analytic Inc..", Miami, EUA e a previsão para a entrega dos resultados é dia 1 de dezembro do corrente.

8 - RESULTADOS OBTIDOS

Pätzold *et al.* (1996) descreveram a litologia do testemunho 3229, salientando a coloração, estruturas sedimentares e componentes biogênicos dos sedimentos (Fig. 2). O testemunho é constituído basicamente por quatro litofácies sucessivas, com contatos concordantes. Da base (a aproximadamente 5 m de profundidade) até 3,10 m, o testemunho é constituído por argila com nanofósseis e foraminíferos. Daí até aproximadamente 50 cm de profundidade, ocorrem sedimentos argilosos com predominância de nanofósseis. No intervalo de 50 cm a aproximadamente 20 cm de profundidade, observa-se argila com nanofósseis e foraminíferos. Dessa profundidade até o topo, ocorrem sedimentos argilosos com predominância de foraminíferos (Fig. 2).

8.1 - Dados bióticos

Os dados bióticos obtidos (contagem de espécimes, freqüência absoluta das espécies, porcentagem de foraminíferos planctônicos) através da análise micropaleontológica das 30 amostras analisadas entre 3 cm a 148 cm de profundidade, que compõem o testemunho estudado (3229) encontram-se na Tabela 1.

8.2 - Freqüência absoluta de espécimes de foraminíferos

A freqüência absoluta de espécimes de foraminíferos em 10 cm^3 de amostra encontra-se representada na Fig. 4. Esse gráfico apresenta um padrão serrilhado, com as amostras de maior abundância localizadas na base e no topo do testemunho estudado (6684 e 6210 espécimes, respectivamente) e as de menor abundância de foraminíferos a 93 cm, 53 cm e 13 cm de profundidade (1617, 796 e 1611 espécimes, respectivamente).

8.3 - Porcentagem de foraminíferos planctônicos

A porcentagem de foraminíferos planctônicos na base da seção obtida, a 148 cm de profundidade, é de aproximadamente 70%. No intervalo entre 88 cm e 83 cm de profundidade, essa porcentagem aumenta até 80%. A partir desse intervalo, a quantidade de foraminíferos planctônicos diminui, atingindo sua freqüência mínima, aproximadamente 59%, no intervalo entre 28 cm a 23 cm de profundidade, voltando a aumentar, até representar mais que 80% do total de foraminíferos no topo do testemunho (Fig. 5).

8.4 - Freqüência das espécies planctônicas

A abundância relativa das espécies de foraminíferos planctônicos presentes em pelo menos 80% das amostras estudadas no testemunho 3229 é registrada na Fig. 6.

Os valores variam de 86% a 8 cm de profundidade a 52% a 23 cm. Porém, de 148 cm até 123 cm de profundidade observam-se os valores intermediários.

Globigerinoides ruber é a espécie predominante na base e no topo do testemunho, atingindo 29% a 8 cm de profundidade. Entretanto, no intervalo entre 103 cm e 58 cm de profundidade, passa a predominar a espécie *Globigerinita* sp., (Prancha 3, Fig. 4-7), (15% a 103 cm e 19% a 58 cm de profundidade) a medida em que ocorre um decréscimo na freqüência de *Globigerinoides ruber*. A espécie *Globigerina bulloides* e suas variedades,

Globigerina cf *G. bulloides* 1 e *Globigerina* cf *G. bulloides* 3, também constituem um grupo com grande destaque dentre as espécies planctônicas, chegando a representar, juntas, 16% a 148 cm e 15% a 3 cm de profundidade. *Globigerinoides sacculifer* (4 % a 28 cm e 14 % a 8 cm de profundidade), apesar de não apresentar grande variação na sua freqüência, está presente ao longo de todo o testemunho.

Outras espécies menos abundantes representadas neste gráfico (Fig. 6) apresentam comportamentos distintos. A espécie *Globigerina falconensis* (Prancha 2, Fig. 7-8) desaparece de 8 cm de profundidade rumo ao topo do testemunho, e apresenta sua freqüência máxima, 9%, a 103 cm de profundidade. A espécie *Globoquadrina dutertrei* (Prancha 6, Fig. 1-2) apresenta uma pequena freqüência na base do testemunho, atingindo seu máximo, 4 %, a 113 cm de profundidade, não tendo sido encontrados exemplares desta espécie a partir de 43 cm rumo ao topo do testemunho. De uma maneira geral, as espécies *Globorotalia menardii* e *Globorotalia truncatulinoides* encontram-se presentes ao longo de todo o testemunho, com freqüências pouco variáveis. A freqüência máxima destas duas espécies, 3%, foi detectada a 143 cm de profundidade, não tendo sido encontrados espécimes de *Globorotalia menardii* a 83 cm e de *Globorotalia truncatulinoides* a 13 cm de profundidade.

8.5 - Freqüência das espécies bentônicas

A abundância relativa das espécies de foraminíferos bentônicos ao longo do testemunho 3229 pode ser observada na Fig. 7, que registra, como na Fig. 6, apenas as espécies presentes em, pelo menos 80% das amostras analisadas.

De uma maneira geral, a freqüência total de espécimes de foraminíferos bentônicos apresenta um decréscimo rumo ao topo do testemunho, variando de 33% a 23 cm até 4,2% a 8 cm de profundidade. A espécie *Angulogerina angulosa* apresenta um incremento em sua freqüência, atingindo seu máximo (4,2%) a 28 cm de profundidade. Espécimes de *Bolivina* sp. (Prancha 1, Fig. 2) estão presentes desde a base do testemunho (148 cm de profundidade) até 18 cm de profundidade, e ausentes de lá para o topo do testemunho. A freqüência máxima desse taxon (3,1%), no entanto, é atingida a 133 cm de profundidade. A espécie *Bulimina aculeata* (Prancha 1, Fig. 6) está ausente apenas entre as profundidades de 13 cm e 8 cm. Sua freqüência máxima, 4,8%, é atingida a 93 cm de profundidade. *Brizalina* sp. (Prancha 1, Fig. 3) desaparece a 118 cm, 48 cm, 8 cm e 3 cm de profundidade, sendo mais

frequente, 1,9%, a 38 cm de profundidade. Exemplares de *Cassidulina crassa* f. typica são observados da base do testemunho até 23 cm. *Discorbis* sp., presente ao longo de todo o testemunho, apresenta suas menores freqüências no intervalo entre 103 cm e 93 cm de profundidade, atingindo sua freqüência máxima, 7,6%, a 23 cm de profundidade. Espécimes de *Eponides* sp. são mais abundantes na base do testemunho (2,7% na base), apresentando um decréscimo em sua freqüência rumo ao topo do testemunho, até desaparecer a 8 cm de profundidade. Fissurina sp. (Prancha 1, Fig. 4) e *Nonion* sp. exibem comportamento similar e não atingem o topo do testemunho. *Trifarina* sp. (Prancha1, Fig. 13), presente ao longo de todo o testemunho, têm suas maiores freqüências próximas a base, voltando a aumentar a partir de 18 cm de profundidade, onde atinge 2,7%.

8.6 - Freqüência de espécies de foraminíferos bioindicadores de massas d'água

Fig. 8 mostra o comportamento das espécies bioindicadoras de massas d'água ao longo do testemunho 3229. As espécies *Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides sacculifer* são indicadoras de massa d'água quente, possivelmente a Corrente do Brasil, enquanto a espécie *Globigerina bulloides* é indicadora de massa d'água fria, possivelmente a Corrente das Malvinas.

As espécies *Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides sacculifer* apresentam o mesmo padrão de comportamento ao longo do testemunho analisado, à exceção das seguintes profundidades: 118 cm, 83 cm e 28 cm. O comportamento da espécie *Globigerina bulloides* é inversamente proporcional ao de *G. ruber* e *G. sacculifer* (Fig. 8). De maneira geral, as espécies indicadoras de massa d'água quente, *Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides sacculifer*, apresentam-se com freqüências superiores às observadas para a espécie *Globigerina bulloides* ao longo de todo o testemunho.

8.7- Freqüência das espécies *Globorotalia menardii* e *Globorotalia truncatulinoides*

Fig. 9 mostra o comportamento das espécies *Globorotalia menardii* e *Globorotalia truncatulinoides*. Há uma correlação direta entre as freqüências dessas espécies da base até 133 cm de profundidade, ao passo que, a partir dessa profundidade, rumo ao topo do testemunho, passa a ser observada uma correlação inversa entre elas. De 133 cm até 93 cm

de profundidade ocorre um predomínio da espécie *Globorotalia menardii*, indicando a predominância de climas mais quentes; de 88 cm até 18 cm de profundidade há um predomínio da espécie *Globorotalia truncatulinoides*, indicando climas mais frios e; de 13 cm de profundidade rumo ao topo da seção, a espécie *Globorotalia menardii* volta a ser mais abundante, o que é sugestivo de um novo aquecimento do clima na região.

8.8 - Razão isotópica $^{18}O/^{16}O$ em Globigerinoides sacculifer

Os resultados das análises isotópicas $\delta^{18}O$ (PDB) em carapaças de foraminíferos da espécie *Globigerinoides sacculifer* encontram-se na Tabela 2. A tendência geral dos valores obtidos em carapaças de foraminíferos da espécie *Globigerinoides sacculifer* mostra uma queda rumo ao topo da seção, partindo de valores próximos a 0,18‰ (PDB) a 148 cm até valores -0,2‰ (PDB) a 3 cm de profundidade (Fig. 10a). Essa queda indica a existência de climas mais quentes rumo ao topo do testemunho estudado.

Observa-se também que existem três tendências distintas ao longo de todo o testemunho. Da base (148 cm) até 73 cm de profundidade nota-se uma elevação na tendência da razão isotópica (Fig. 10d). No intervalo entre 73 cm e 58 cm de profundidade, a tendência desses valores apresenta uma menor variação, porém nota-se um suave decréscimo nos valores das amostras situadas em posições estratigraficamente superiores (Fig. 10c). A análise do intervalo de 48 cm a 3 cm de profundidade revela uma tendência a valores muito baixos rumo ao topo do testemunho (Fig. 10b), refletindo o predomínio de climas mais quentes durante a deposição desses sedimentos.

9 - DISCUSSÃO

Os dados obtidos durante a realização desse estudo, aliados aos dados da bibliografia especializada, e com os resultados do Projeto FAPESP Processo 96/05302-8 ("Variações ambientais no Holoceno, a partir de associações de foraminíferos, na região de Abrolhos, BA"), Iniciação Científica realizada de agosto de 1996 a agosto de 1998, constituem a base da seguinte discussão.

Até receber os resultados das análises atualmente em progresso no exterior, pode-se admitir como hipótese de trabalho que as idades obtidas a 10 cm e a 35 cm de profundidade no *box core* disponível para a estação oceanográfica 3229 também são aplicáveis ao testemunho obtido por *gravity* corer no mesmo lugar, que foi estudado no presente trabalho. Dessa forma, os valores de aproximadamente 4.000 anos AP e 11.000 anos AP a 10 cm e 35 cm de profundidade serão considerados válidos na discussão que se segue.

As oscilações detectadas na curva de variação do total de foraminíferos planctônicos (Figs. 5 e 6) indicam marcantes mudanças nas condições ambientais dominantes durante a deposição do material analisado, as quais são também reforçadas pelas análises isotópicas em *Globigerinoides sacculifer* e demais dados bióticos. Da base do testemunho até 88 cm de profundidade ocorre um incremento na freqüência de foraminíferos planctônicos, que parece refletir uma época de condições francamente marinhas na região. De 88 cm até 28 cm de profundidade, o decréscimo geral na freqüência de foraminíferos planctônicos e, a partir desta profundidade até o topo do testemunho, nota-se que a freqüência de foraminíferos planctônicos volta a crescer, atingindo 84% a 3 cm de profundidade valor este mais elevado do que na sua base (68,4% a 148 cm de profundidade).

O incremento na freqüência de *Globigerina bulloides* no intervalo de 43 cm a 33 cm de profundidade acompanhado de um decréscimo na freqüência das espécies *Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides sacculifer* reflete uma provável influência de massa d'água fria na região durante a deposição desses sedimentos. Tal influência pode significar ressurgência local, na porção sul do Banco de Abrolhos, possivelmente desencadeada pela regressão associada ao máxima glacial, que culminou há aproximadamente 11.000 anos, durante o evento conhecido como "Younger Dryas" (Jansen, 1994). Com efeito, a conjunção de fatores climáticos e fisiográficos da porção sul do Banco de Abrolhos reforça esta hipótese, pois com o abaixamento de 100 m no nível do mar, a linha costa passaria de N-S para E-W, que, dada a direção E-NE predominante e maior intensidade dos ventos durante a fase glacial, favoreceria ressurgência local (Fig. 11).

O fim da ressurgência possivelmente foi provocado pela elevação do nível do mar, há aproximadamente 8.000 anos AP, com o degelo ocasionado pelo fim das glaciações. Com a interrupção no processo de ressurgência, ocorreu a redução de nutrientes nas águas superficiais, o que está refletido no decréscimo da porcentagem de foraminíferos planctônicos observado de 28 cm a 23 cm de profundidade.

Podem ter ocorrido outros períodos de ressurgência anteriormente na porção sul do Banco de Abrolhos. Suas evidências são as mesmas, elevação na freqüência de *Globigerina bulloides* (Fig. 6 e 8), acompanhada por um decréscimo na porcentagem de foraminíferos planctônicos (Fig. 5) e incremento na razão isotópica $\delta^{18}O$ (PDB) em *Globigerinoides sacculifer* (Figs. 10). Tais processos são observados da base do testemunho (148 cm) até 133 cm e novamente de 58 cm a 53 cm de profundidade.

Variações climáticas são inferidas pelas modificações observadas na curva de variação das espécies *Globorotalia menardii* x *Globorotalia truncatulinoides* (Fig. 9). Da base do testemunho até 83 cm de profundidade, ocorre um predomínio da espécie *Globorotalia menardii*, que volta a ser observado de 18 cm até o topo do testemunho e é indicador de clima quente, ao passo que o intervalo com predomínio de *G. truncatulinoides* (78 cm a 23 cm de profundidade), teria se depositado debaixo de clima mais frio que o atual. Com base no estudo de Vicalvi & Palma (1980) no talude e sopé, entre a Foz do rio Gurupi (MA) e Fortaleza (CE), que demonstrou o predomínio da espécie *Globorotalia menardii* em fases climáticas mais quentes e de *Globorotalia truncatulinoides* em fases climáticas mais frias, conclui-se que o predomínio de *G menardii* nos intervalos de 148 cm a 83 cm de profundidade e, de novo, de 18 cm até o topo do testemunho é indicativo de climas quentes.

Essa hipótese ganha apoio na análise isotópica $\delta^{18}O$ (PDB) em *Globigerinoides sacculifer.* Os dados da razão isotópica apresentam uma tendência a valores positivos rumo à base do testemunho (Fig. 10a), o que seria indicativo de climas mais frios (Ivanova, 1985 e Lin *et al.,* 1997). Esses climas mais frios seriam, provavelmente, reflexo das glaciações ocorridas em latitudes mais elevadas durante o Pleistoceno (Ericson & Wollin, 1968). Tal hipótese é sustentada pelas idades radiométricas obtidas para o testemunho coletado com *box corer*, na estação 3229, de 11.350 ± 80 anos

AP a 35 cm de profundidade (Processo FAPESP 96/05302-8), correspondente, provavelmente a época do Younger Dryas (Jansen, 1994).

A ocorrência de climas mais quentes durante a deposição dos sedimentos basais é apoiada também pelo domínio das espécies *Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides sacculifer* sobre a espécie *Globigerina bulloides* (Fig. 8). No intervalo entre 98 cm e 58 cm o decréscimo de total de *Globigerinoides ruber* que não é acompanhado pela espécie *Globigerinoides sacculifer*. O incremento na freqüência de *Globigerinoides ruber* e *Globigerinoides sacculifer*, a partir de 33 cm de profundidade rumo ao topo do testemunho, parece revelar a presença de massa d'água quente. Por outro lado, o aumento relativo na freqüência das espécies *Angulogerina angulosa* e *Globigerina bulloides*, indicadoras de massa d'água fria abaixo de 33 cm de profundidade, parece revelar a influência de massa d'água fria durante a deposição do trecho compreendido entre 78 cm e 33 cm de profundidade.

14506

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP
— BIBLIOTECA —

10 - CONCLUSÕES

Os dados obtidos no presente estudo demonstram que no testemunho amostrado no talude da porção sul do Banco de Abrolhos:

1) Os foraminíferos respondem muito claramente às variações ambientais ocorridas, estando as diferentes associações de foraminíferos encontradas relacionadas com as diferentes fases climáticas ocorridas na região;

2) A porção sul do Banco de Abrolhos esteve sujeita a períodos de ressurgência localizada, provocadas pela associação de fatores climáticos e fisiográficos dessa região;

3) Esta região esteve sujeita a uma maior influência de massa d'água fria durante a deposição dos seguintes intervalos: 123 cm a 113 cm; 63 cm a 53 cm e 38 a 33 cm de profundidade;

4) Climas frios foram dominantes durante a deposição do intervalo de 108 cm a 43 cm de profundidade ($\delta^{18}O$);

5) Os sedimentos que constituem o testemunho estudado refletem um ambiente deposicional calmo, com baixa taxa de sedimentação;

6) Os resultados das análises isotópicas e datações radiométricas proporcionarão um melhor posicionamento temporal dos eventos registrados nesse testemunho e também melhor controle sobre as variações de temperatura das águas na região.

11 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arz, H.W.; Pätzold, J.; Wefer, G. 1997 High resolution paleo-oceanographic records in sediments from the upper continental slope of NE Brazil. Joint Oceanographic Projects, JOPS-II. Workshop, Recife, p.41.

Baohua, L.; Zhimin, J.; Pipxian, W. 1997 *Pulleniatina obliquiloculata* as a paleoceanographic indicator in the southern Okinawa Trough during the last 20,000 years. Marine Geology, 32, 59-69.

Berger, W.H. 1981 Oxygen and carbon isotopes in foraminifera: an introduction. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 33 (1981): 3-7.

Boltovskoy, E. 1959 Foraminifera as biological indicators in the study of ocean currents. Micropaleontology, vol. 5, n° 4, p. 473-481.

Boltovskoy, E.; Guissani, G.; Watanabe, S.; Wright, R. 1980 Atlas of benthic shelf foraminifera of the southwest Atlantic. Dr W. Junk bv Publishers. The Hague. 147p.

Boltovskoy, E. & Totah, V. I. - 1987 - Relación entre masas de água y foraminíferos en el Pacífico Sudoriental. Physis (Buenos Aires), Secc. A., 45 (109): 37-46, 1987.

Boltovskoy, E.; Scott, D.B. e Medioli, F.S. - 1991 - Morphological variations of benthic foraminiferal tests in response to changes in ecological parameters: a review. Journal of Paleontology, vol. 65, n° 2, p. 175-185.

Correa, I.C.S. - 1977 - Fisiografia e morfologia das cadeias Vitória-Trindade e Abrolhos. Pesquisas, Porto Alegre, 7:11-21, Fevereiro, 1977.

Cushman, J. A. 1937 A monograph of the subfamily Virgulininae. Cushman Laboratory for Foraminiferal Research Special Publication, n° 9. 228p.

Debenay, J-P & Redois, F - 1997a - Recent foraminifera of the northern continental shelf of Senegal. Revue de Micropaléontologie, vol.40, n° 1, p.15-38.

Debenay, J-P & Redois, F - 1997b - Distribution of the twenty seven dominant species of shelf benthic foraminifers on the continental shelf, north of Dakar (Senegal). Marine Micropaleontology, vol. 29 (1997) p. 237-255.

Emiliani, C. 1955 Pleistocene Temperatures. J. Geol., 63 (1955): 538-578.

Ericson, D.B. & Wollin, G. 1968 Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. Science, vol. 162, n° 3859, p.1227-1234.

Fainsteins, R. & Summerhayes, C.P. - 1982 - Structure and origin of marginal banks off eastern Brazil. Marine Geology, 46 (1982) p. 199-215.

França, A.M.C. - 1979 - Geomorfologia da margem continental leste brasileira e da bacia oceânica adjacente. Série Projeto REMAC, n° 7. Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. p.89-127.

Ivanova, E.V. 1985 Late Quaternary biostratigraphy and paleotemperatures of the Red Sea and the Gulf of Aden based on planktonic foraminifera and pteropods. Micropaleontology, 9: 335-364.

Jansen, J.H.F. 1994 The Younger Dryas in equatorial and souther Africa and the southeast Atlantic Ocean. Younger Dryas Workshop. Amsterdam, april 1994.

Kim, J-K; Kennett, J.P. 1998 Paleoenvironmental changes associated with the Holocene marine transgression, Yellow Sea (Hwanghae). Marine Micropaleontology 34 (1998): 71-89.

Kennett, J.P. & Srinivasan, M.S. 1983 Neogene planktonic foraminifera: a philogenetic atlas. 265p. Hutchinson Ross Publishing Company. 265p.

Kowsmann, R.O. & Costa, M.P.A. - 1979 - Sedimentação Quaternária da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. Série Projeto REMAC.

Leão, Z.M.A.N. 1982 Morphology, geology and developmental history of the southernmost coral reefs of western atlantic, Abrolhos Bank, Brazil. Tese de doutoramento. University of Miami. p.216.

Leão, Z.M.A.N.; Bittencourt, A.C.S.P.; Domingues, J.M.L.; Nolasko, M.C. & Martin, L. 1985 The effects of holocene sea-level fluctuations on the morphology of Brazilian coral reefs. Revista Brasileira de Geociências, vol. 15 (2): 154-157, junho de 1985.

Lin, H.L.; Peterson, L.C.; Overpeck, J.T.; Trumbore, S.E. e Murray, D.W. 1997 Late Quaternary climate change from $\delta\ ^{18}O$ records of multiple species of planktonic foraminifera: High-resolution records from the anoxic Cariaco Basin, Venezuela. Paleoceanography, vol. 12, n° 3, p. 415-427.

Linsley, B.K., Thunell, R.C.; Morgan, C. e Willians, D.F. - 1985 - Oxygen minimum expansion in the Sulu sea, western Equatorial Pacific during the last glacial low stand of sea level. Marine Micropaleontology, 9 (1985): 395-418.

Loeblich, A.R. & Tappan, H. 1988 Foraminiferal genera and their classification - PLATES. Van Nostrand Reinhold, New York. 2 vol. 970p.

Lohmann, G.P. - 1978 - Abyssal benthonic foraminifera as hidrographic indicators in the western South Atlantic Ocean. Journal of Foraminiferal Research, v. 8, n°1, p. 6-34.

Mackensen, A.; Schmiedl, G.; Harloff, J. & Giese, M. 1995 Deep-sea foraminifera in the South Atlantic Ocean: Ecology and assemblage generation. Micropaleontology, v. 41 (4):342-358.

Matsuura, Y. - 1986 - Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica do região sudeste, entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). Ciência e Cultura, 38(8), agosto 1986, p.1439-1459.

Melo, U.; Summerhayes, C.P. e Ellis, J.P. - 1975 - Salvador to Vitoria, Southeastern, Brazil. Série Projeto REMAC.

Mulitza, S.; Wolf, T.; Pätzold, J.; Hale, W. & Wefer, Globigerina. 1998 Temperature sensitivity of planktic foraminifera and its influence on the oxygem isotope record. Marine Micropaleontology, 33 (1998): 223-240.

Nolet, G.J. & Corliss, B.H. 1990 Benthic foraminiferal evidence for reduced deep-water circulation during sapropel deposition in the eastern Mediterranean. Marine Geology, 94 (1990): 109-130.

Oppo, D.W. & Fairbanks, R.G. - 1990 - Atlantic ocean thermohaline circulation of the last 150.000 years relationship to climate and atmospheric CO_2. Paleoceanography, vol. 5, n° 3, p. 277-288.

Ottens, J.J. - 1991 - Planktic foraminifera as North Atlantic water mass indicators. Oceanologica Acta, vol.14, n° 2, p. 123-140.

Pätzold, J.; Arz H.W.; Absher, T.M.; Barreto, A.V.; Bertilao da Silva, L.F.; Draschba, S.; Figueiredo, A.; Freire, G.S.S.; Gomez, A.S.; Moraes J.O.; Roscher, M.A.; Rosemboom, W.; Ruhlemann, C.; Sousa, S.H.M.; Tintelnot, M. 1996 Report and Preliminary Results of RV Victor Hensen Cruise JOPS II, Leg 6 Fortaleza - Recife, 13.03. - 26.03.95 and Leg 8 Vitória - Vitória, 10.04. - 23.04.95. Berichte, Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen, Nr. 76, 87 S.

Petri, S. & Vieira, E.M. 1979 Assembléias de foraminíferos e os paleoambientes cenozóicos de Caravelas, Bahia, Brasil. Boletim IG-USP, vol. 10: 31-56, 1979.

Postuma, J. A. 1971 Manual of Planktonic Foraminifera. Elsevier Publ. Co., Amsterdam, London, New York, 420p.

Schnitker, D. - 1974 - West Atlantic abyssal circulation during the past 120000 years. Nature, vol 248 (1974), p.385-387.

Schnitker, D. - 1980 - Quaternary deep-sea benthic foraminifers and bottom water masses. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., 1980. 8:343-70.

Schröder, C.J.; Scott, D.B. & Medioli, F.S. 1987 Can smaller benthic foraminifera be ignored in paleoenvironmental analyses? Journal of Foraminifera Research, v. 17, n° 2, p.101-105.

Signorini, S.R. - 1978 - On the circulation and the volume transport of the Brazil Current between the Cape of São Tomé and Guanabara Bay. Deep-sea Research, vol. 25, n° 5, may, 1978. p. 481-491.

Sousa, S.H.M.; Mahiques, M.M.; Passos, R.F.; Pätzold, J.; Duleba, W.; Figueiredo, A. 1997a Environmental changes during the Quaternary in the slope off Abrolhos Bank, eastern region of Brazil. Joint Oceanographic Projects, JOPS-II. Workshop, Recife, p. 28.

Sousa, S.H.M.; Mahiques, M.M.; Passos, R.F.; Pätzold, J.; Duleba, W.; Figueiredo, A. 1997b Environmental changes during the Quaternary in the slope off Abrolhos Bank, Brazil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 15, Águas de São Pedro, SP. *Boletim de Resumos,* p. 22.

Stramma, L. - 1989 - The Brazil Current transport south of 23° S. Deep-Sea Research, 36, p.639-646.

Suguio, K.; Absy, M.L.; Flexor, J.M.; Ledru, M.P.; Martin, L.; Sifeddine, A.; Soubiés, F.; Turcq, B.; Ybert, J-P. - 1993 - The evolution of the continental and coastal enviroments during the last climatic cycle in Brazil (120 Ky. B.P. to Present). Bol. IG-USP, Série Científica, vol. 24, 1993. p.27-42.

van Morkhoven, F.P.C.M.; Berggren, W.A.; Edwards, A.S. 1986 Cenozoic cosmopolitan deep-water benthic foraminifera. Elf Aquitaine. 421p.

Vicalvi, M.A.; Costa, M.P.A., Kowsmann, R.O. 1978 Depressão de Abrolhos: uma paleolaguna holocênica na plataforma continental brasileira. Bol. Téc. PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 21 (4):279-286.

Vicalvi, M. A. & Palma, J.J.C. 1980 Bioestratigrafia e Taxas de Acumulação dos Sedimentos Quaternários do Talude e Sopé Continental entre a Foz do Rio Gurupi (MA) e Fortaleza (CE). Bol. Tec. PETROBRÁS. Rio de Janeiro, 23 (1): 3-11.

Zembruscki, S.G. & França, A.M.C. - 1976 - Trabalho de atualização de mapas batimétricos da Margem Continental Brasileira, reunindo diversas fontes (cartas náuticas, mapas e cruzeiros de pesquisa) nacionais e estrangeiras, como base para a realização de outros estudos de geologia e geofísica marinhas. Bol. Téc. PETROBRÁS, vol. 19, nº 3, p. 157-162

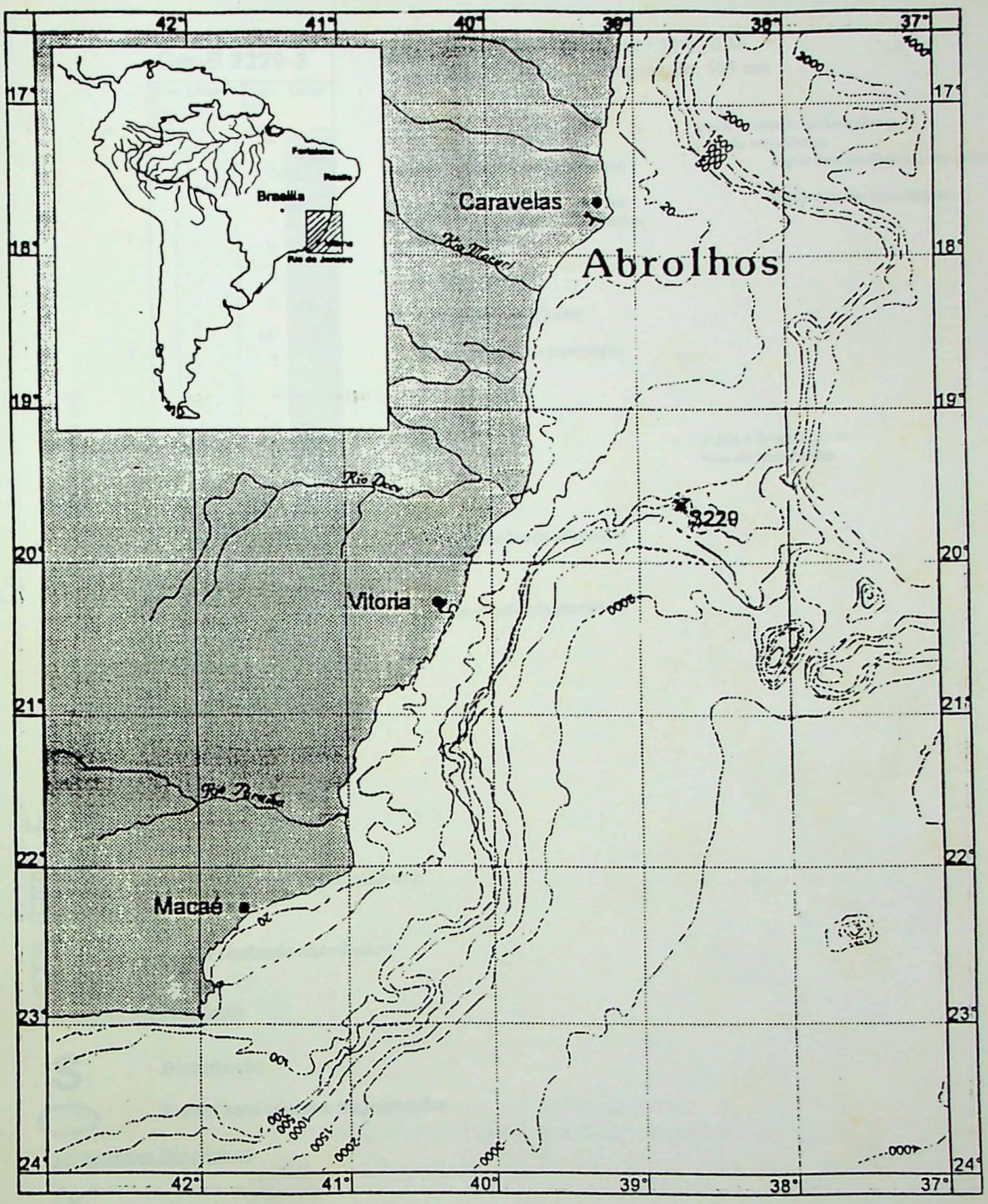
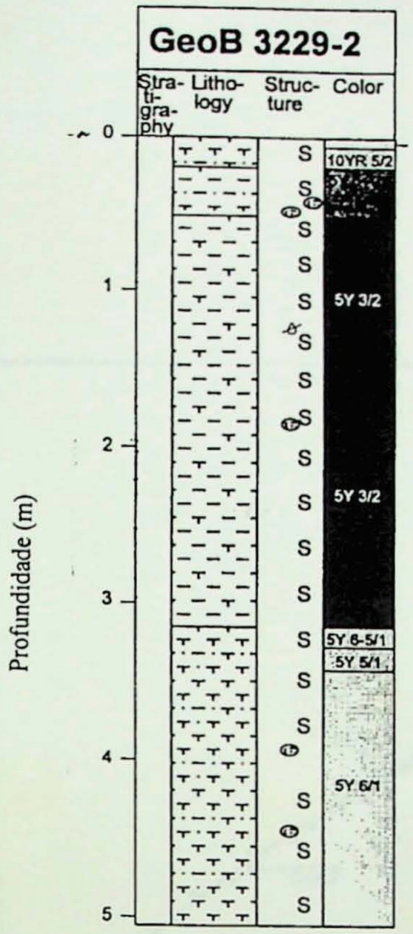


Fig. 1 - Área de estudo e localização da estação oceanográfica estudada

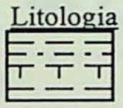


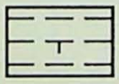
Data:19.04.95 Pos.:19°38,5'S / 38°43,0'W
Profundidade: 780 m Recuperação: 505 cm

10 YR 5/4 marrom amarelado	argila contendo foraminíferos
marrom acinzentado	vasa de nanofósseis
cinza oliva com manchas marrons	argila de nanofósseis com foraminífer
lentes com conchas de pterópodes	argila rica em nanofósseis
52-64 cm : alto conteúdo de nódulos pretos (< 1 mm)	
cinza oliva escuro	
135 cm: gastrópode (2 cm)	
lente com conchas de pterópodes	
cinza oliva escuro	
cinza claro	argila e foraminíferos
cinza	vasa de nanofósseis
lente com conchas de pterópodes	
cinza claro	
lente com conchas de pterópodes	

LEGENDA

Litologia


Argila contendo foraminíferos e nanofósseis


Argila contendo nanofósseis

Estruturas Sedimentares

S Bioturbação

Lentes com conchas fragmentadas

Constituintes Biogênicos

Gastrópode

Fig. 2 - Descrição do testemunho 3229

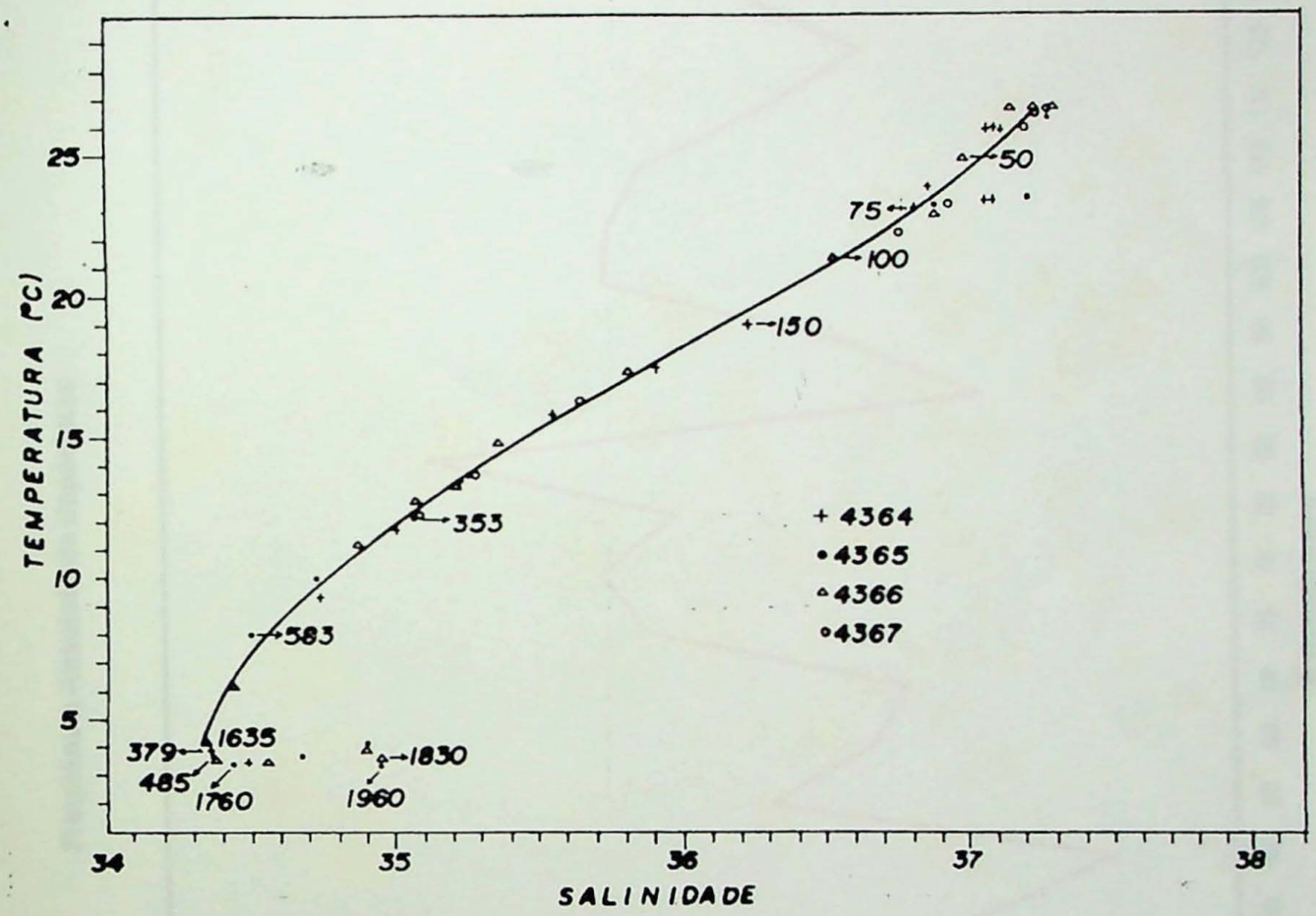


Fig. 3 - Diagrama T-S espalhado, para a região de Abrolhos. A curva T-S indicada por traço contínuo representa graficamente o resultado do ajuste polinomial.

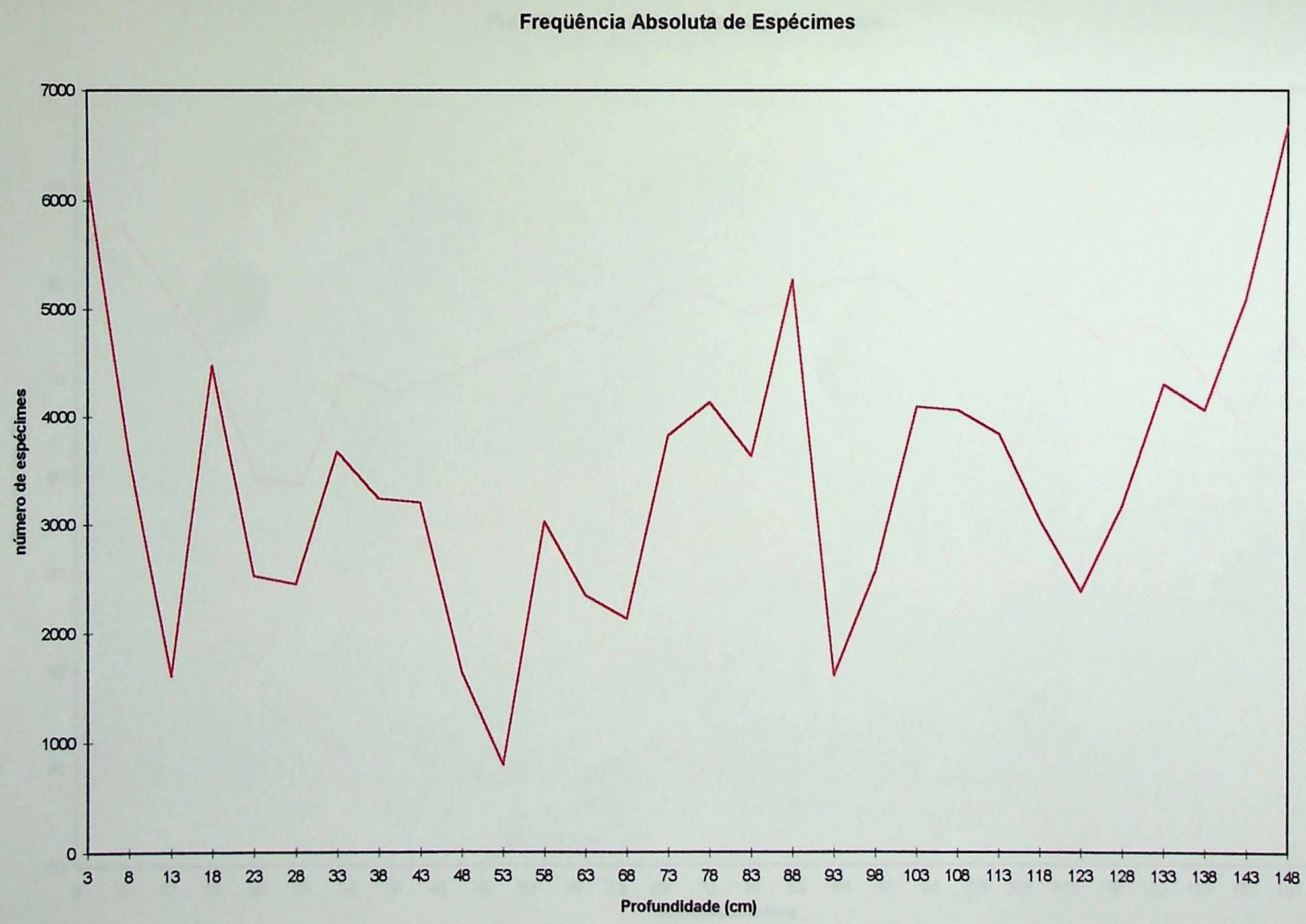


Fig. 4 - Freqüência absoluta de foraminíferos em 10 cm3

Fig. 5 - Variação na porcentagem de foraminíferos planctônicos

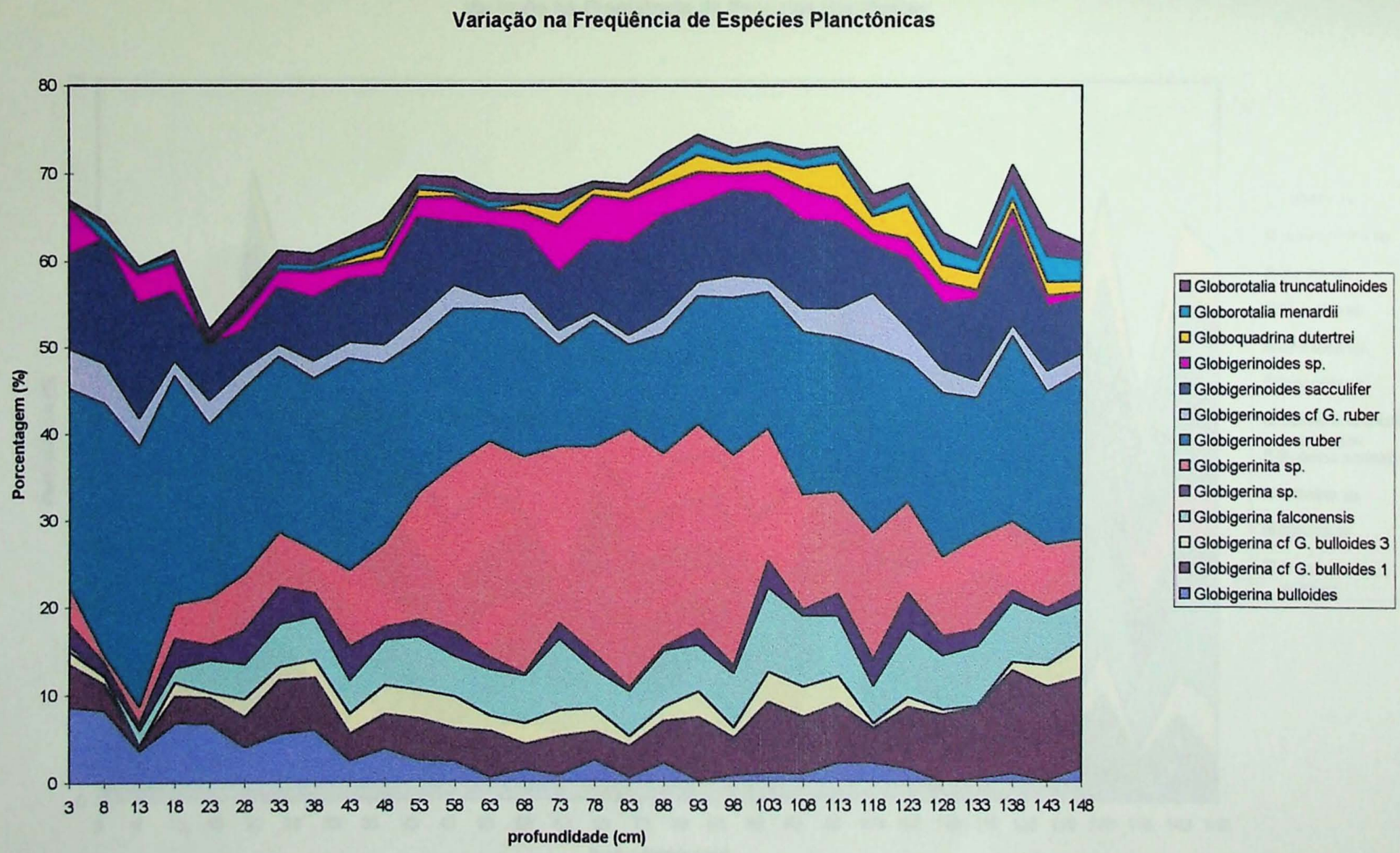


Fig. 6 - Comportamento das espécies planctônicas ao longo do testemunho 3229

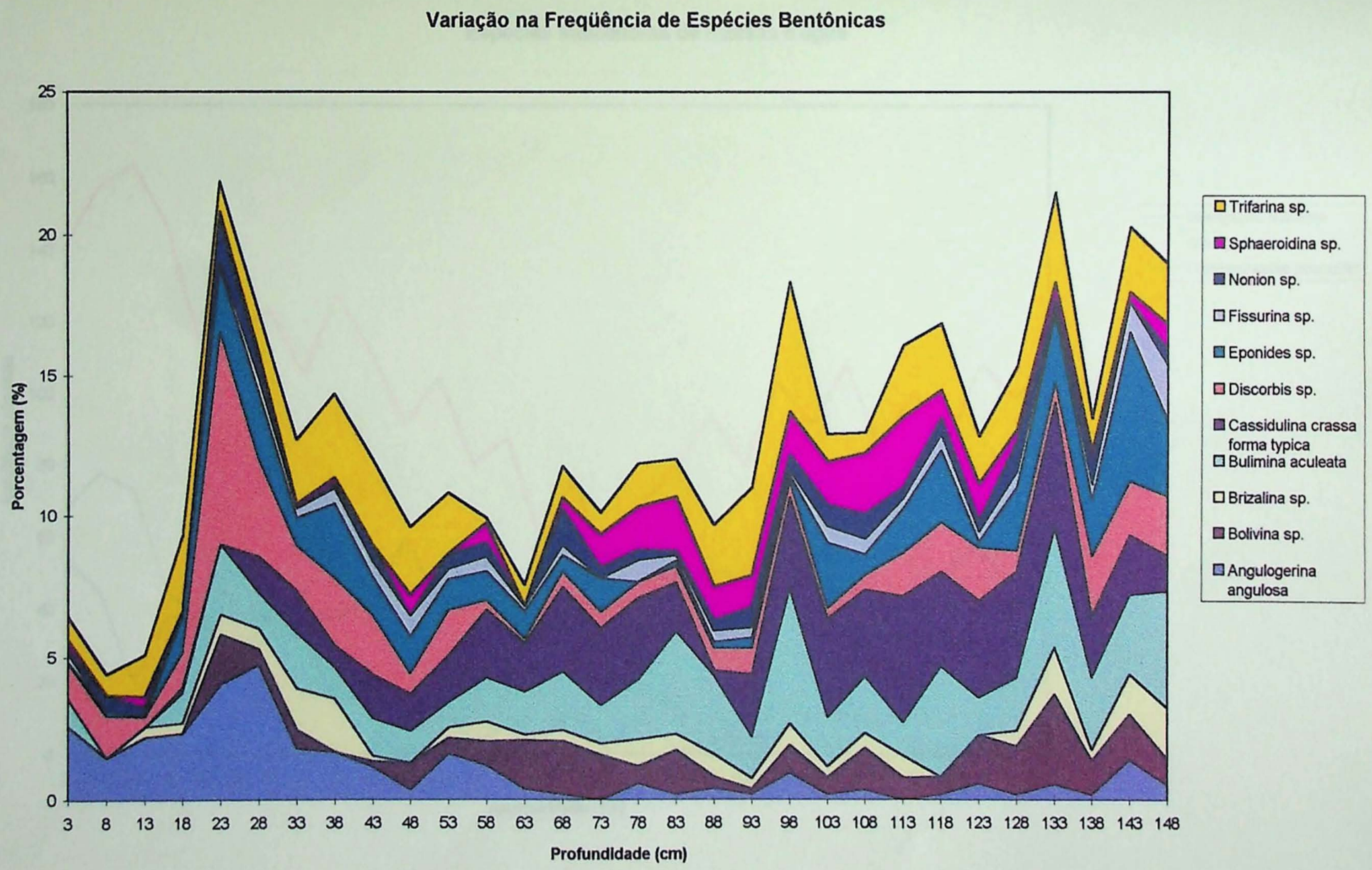


Fig. 7 - Comportamento das espécies bentônicas ao longo do testemunho 3229

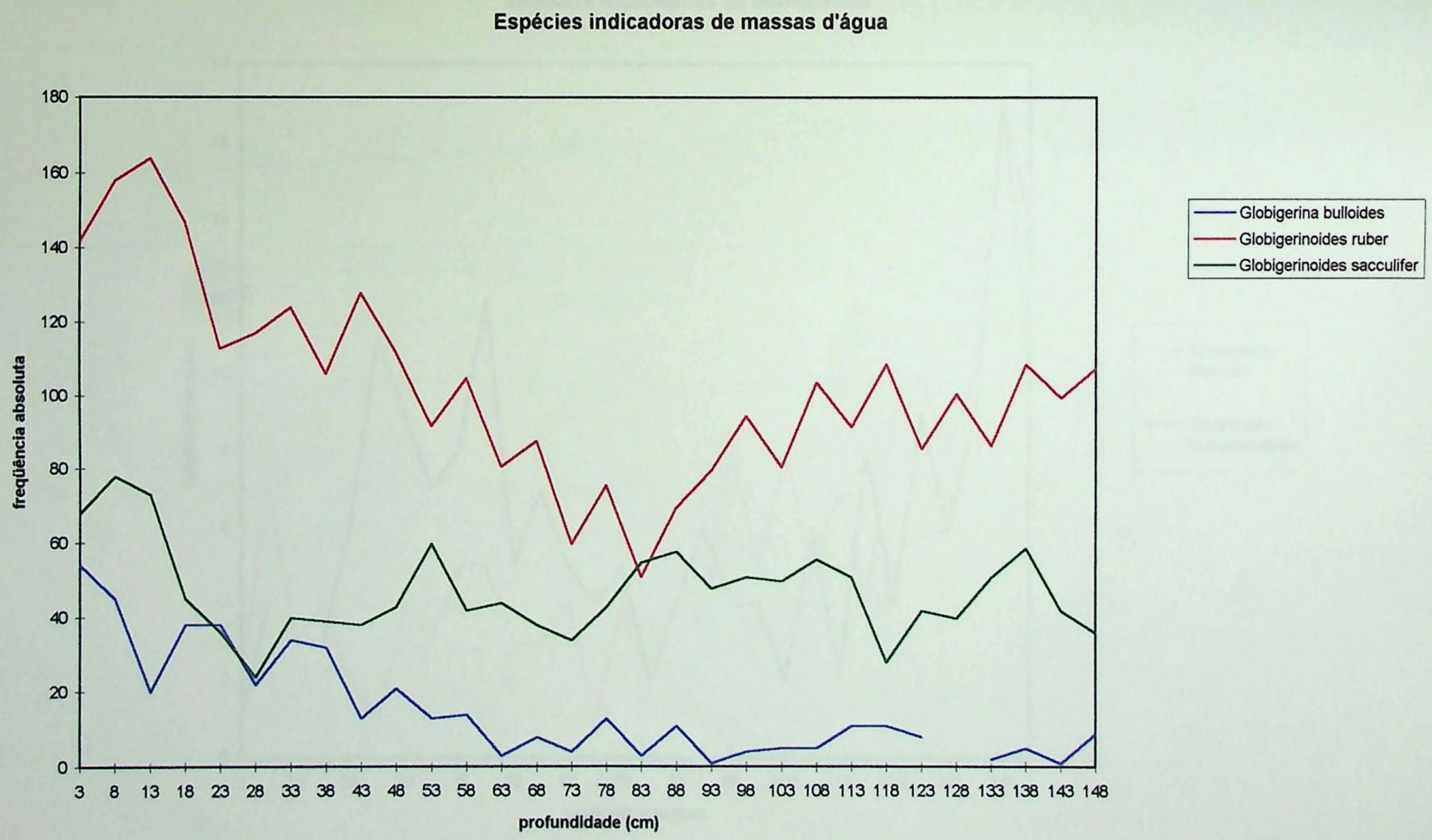


Fig. 8 - Comportamento das espécies bioindicadoras de massas d'água

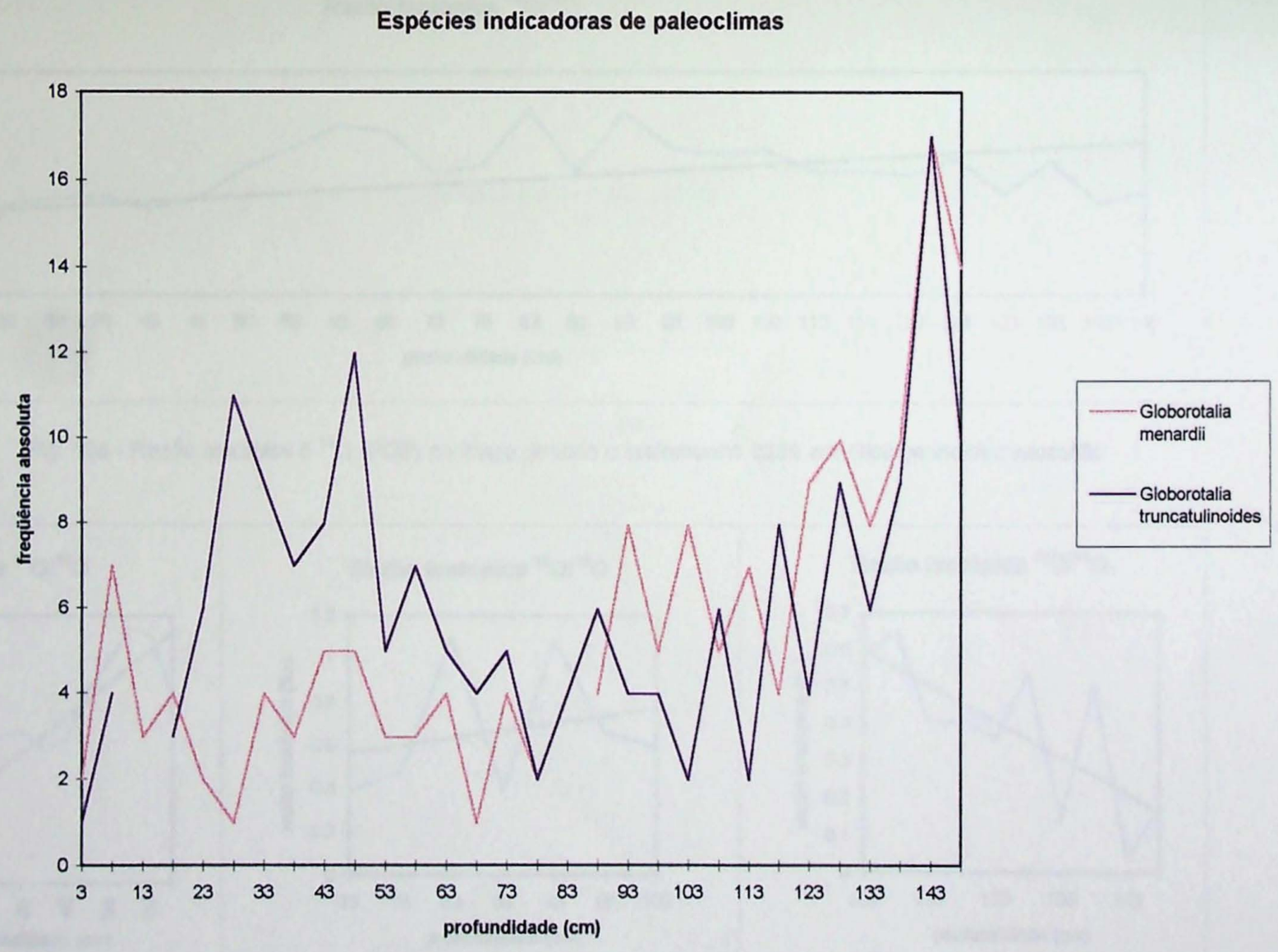


Fig. 9 - Comportamento das espécies bioindicadoras de condições climáticas

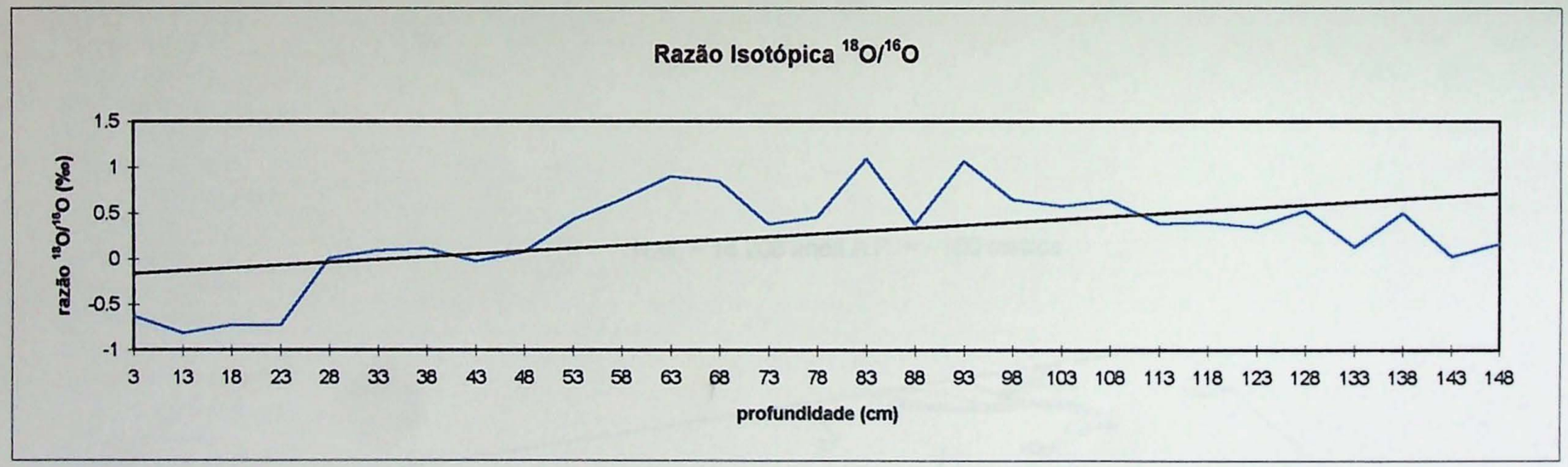


Fig. 10a - Razão Isotópica δ ^{18}O (PDB) ao longo de todo o testemunho 3229 em *Globigerinoides sacculifer*

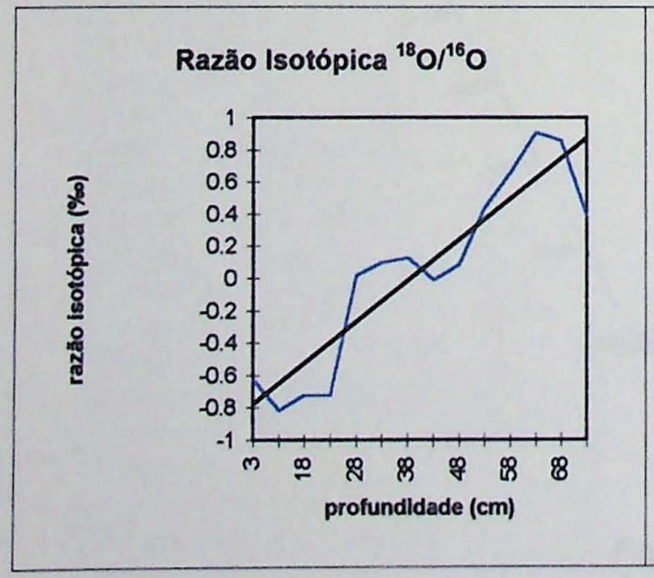


Fig10b - δ ^{18}O no intervalo de 73cm a 3 cm

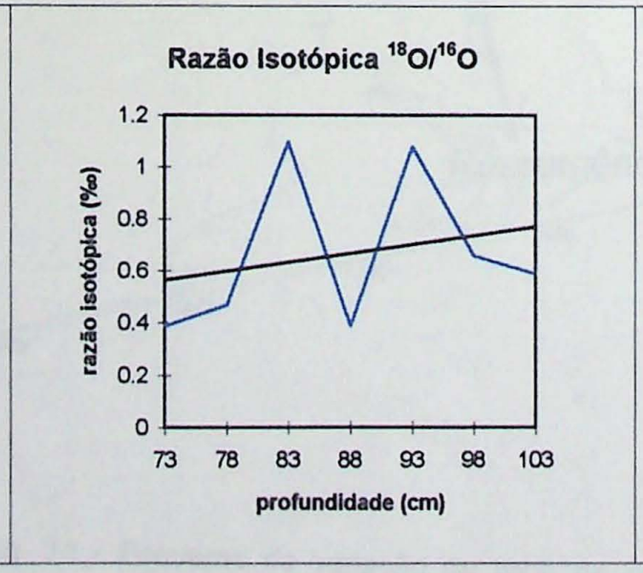


Fig.10c - δ ^{18}O no intervalo de 103 cm a 73 cm

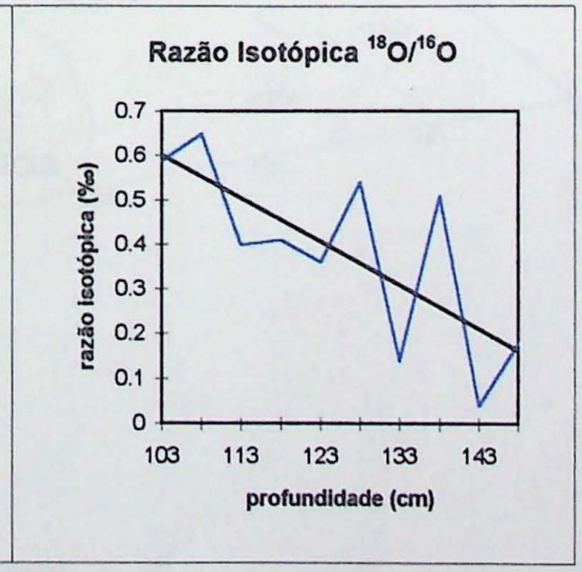


Fig.10d - δ ^{18}O no intervalo de 148 cm a 103 cm

Análise em Globigerinoides sacculifer

N.M. ~ 14.000 anos A.P. = - 100 metros

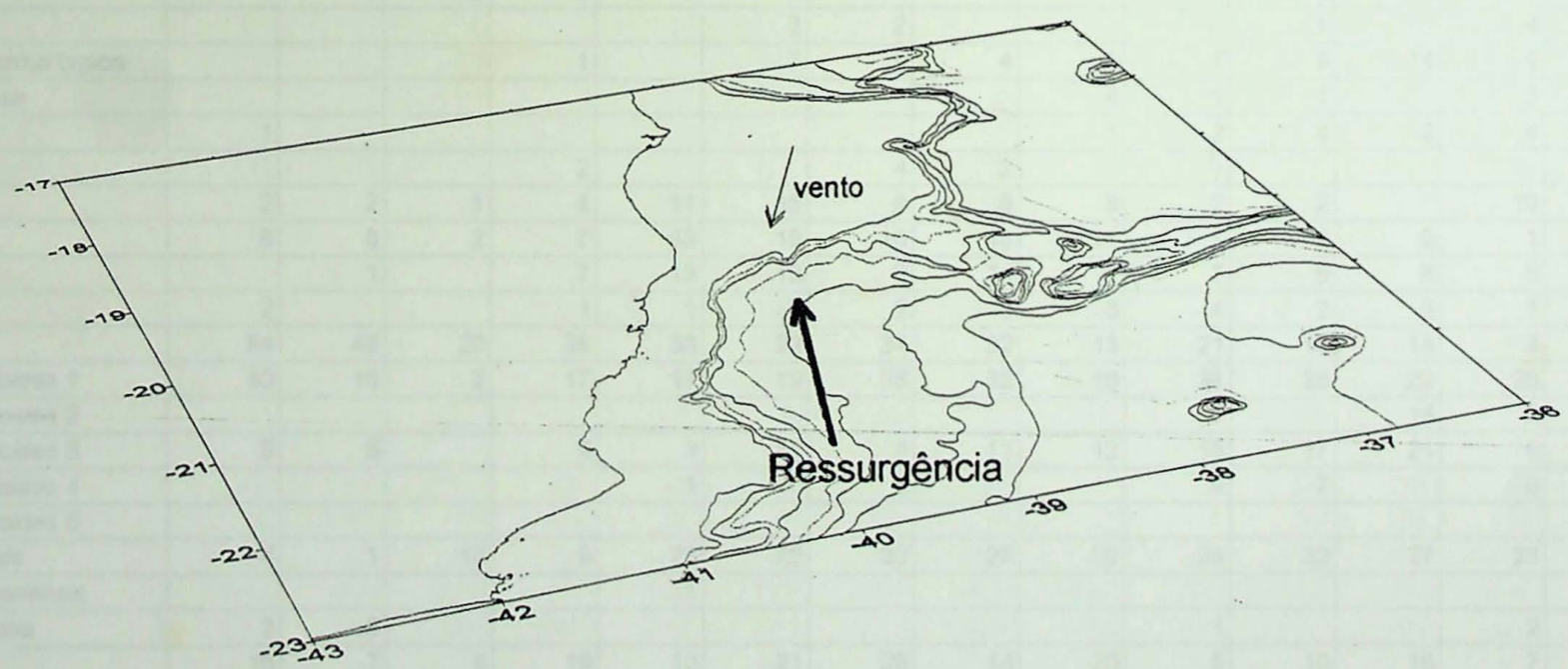


Fig. 11 - Esquema da variação da linha de costa na região de Abrolhos durante o Quaternário

Profundidade (cm)	3	8	13	18	23	28	33	38	43	48	53	58	63	68	73
Fração analisada	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total
% planctônicos	84.4	86.1	79.5	72.1	59.8	59	71	68.76	70.09	72.21	73.8	76.1	74.71	79.36	78.9
% bentônicos	9.4	4.2	10.4	16.3	33.1	27.1	18.1	20.2	19.1	12.8	16.4	13.4	12.3	13.9	14.3
% fragmentos	6.2	9.7	10.1	11.6	7.1	13.6	10.9	11.1	10.8	15	9.8	10.5	13	6.7	6.8
Total em 10 cm3	6210	3640	1611	4480	2529	2453	3678	3246	3210	1641	796	3035	2349	2132	3840
Angulogerina angulosa	16	8	12	13	23	26	11	9	6	2	9	7	2	1	
Bolivina sp.					10	3	4		1	5	3	5	9	10	8
Brizalina sp.			2	2	4	4	9	10	1		2	4	1	2	2
Bulimina aculeata	6			6	14	7	12	6	7	6	5	9	8	11	7
Bulimina marginata	1	3	10	3	7	4				3	1			5	9
Bulimina sp.						3	2				1		4		
Cassidulina crassa forma typica				1		7	9	4	8	7	9	14	9	16	14
Cassidulina subglobosa									4	1	1		3		
Cassidulina sp.	1								1	2	4	2	4		2
Cibicides sp.				2			4	2							
Cibicidoides sp.	2	2	1	4	11	15	8	6	8	2	2		10		1
Discorbis sp.	8	8	2	7	43	19	10	13	11	4	9	2	1	3	3
Eponides sp.		1		7	13	13	6	14	7	7	6	6	5	3	6
Fissurina sp.	2			1	1	3	2	3	3	4	2	3	1	2	
Globigerina bulloides	54	45	20	38	38	22	34	32	13	21	13	14	3	8	4
Globigerina cf G. bulloides 1	30	16	3	17	17	19	38	32	16	21	25	22	28	15	23
Globigerina cf G. bulloides 2												14	7	32	
Globigerina cf G. bulloides 3	9	5		9	3	11	9	11	12	18	17	21	9	13	15
Globigerina cf G. bulloides 4					1		2			4	7		0	6	5
Globigerina cf G. bulloides 5															
Globigerina falconensis	4	1	10	9	21	22	30	27	20	28	32	27	28	29	42
Globigerina cf G. falconensis					1										
Globigerina quinqueloba	2	5								1			2	2	
Globigerina sp.	16	7	4	19	10	21	26	14	20	8	10	16	7	1	9
Globigerinella siphonifera	32	30	31	17	6	4	10	6	1	6	5	2	1		
Globigerinella sp.			1						2						
Globigerinita sp.	26	5	11	22	31	36	39	27	46	52	77	113	132	134	105
Globigerinoides ruber	142	158	164	147	113	117	124	106	128	112	92	105	81	88	60
Globigerinoides cf G. ruber	29	25	18	10	16	13	9	11	10	12	14	16	7	13	9
Globigerinoides sacculifer	68	78	73	45	36	24	40	39	38	43	60	42	44	38	34
Globigerinoides sp.	35		19	19		11	13	16	9	11	12	17	9	12	28
Globoquadrina dutertrei			1		2	2		1	3	6	5	3	1	5	9
Globoquadrina cf G. dutertrei						1									

Tabela 1 - Dados bióticos e análise micropaleontológica do testemunho 3229

Profundidade (cm)	3	8	13	18	23	28	33	38	43	48	53	58	63	68	73
Globoquadrina sp.					7		1		4						
Globorotalia menardii	2	7	3	4	2	1	4	3	5	5	3	3	4	1	4
Globorotalia truncatulinoides	1	4		3	6	11	9	7	8	12	5	7	5	4	5
Globorotalia sp.	3			4	1	3	4	3	5	3		1	2		4
Lagena sp.	3	3	2	1	1				1	1		4	2	2	
Miliolinella sp.		3		7	14			2			6	2		2	2
Neogloboquadrina sp.	24	17	12	3					3		4				2
Nonion sp.	1	3	2		9	4		1	3		3	3		7	2
Oolina borealis							1								
Oolina hexagona			1	1				1			1				1
Oolina sp.					3					1					
Orbulina universalis													1		
Orbulina sp.														5	
Pyrgo sp.													1		1
Pulleniatina obliquiloculata	1				1			1				2		1	2
Quinqueloculina sp.	3	4	8	4	15	8	4	4	3	2	1	1	3	1	
Sphaeroidina sp.	2		2		1	1	1	1		4		4		2	6
Siphonina sp.				2	10	10	1	4	5		1				
Spiroloculina sp.						1			3			1			
Uvigerina peregrina	6		4	2	1	1	1	4			2			1	1
Uvigerina sp.					1				2	3	2	3	2		
Trifarina sp.	5	4	8	15	6	8	14	16	16	13	12	1	4	6	4
Triloculina sp.	1														
fragmentos	57	51	54	65	40	75	71	62	47	82	56	60	69	36	35
não identificado (planc)	29	50	71	49	27	17	50	37	42	27	33	26	18	16	48
Total bentônicos	60	39	54	82	188	140	103	103	95	70	82	72	70	74	73
Total planctônicos	504	453	441	411	338	332	438	370	380	387	417	450	388	423	404
TOTAL	621	543	549	558	566	547	612	535	522	539	546	582	527	533	512
cf. bulloides 1	abertura lateral														
cf. bulloides 2	abertura lateral e divisão diferente no lado não apertural														
cf. bulloides 3	divisão diferente no lado não apertural														
cf. bulloides 4	última câmara pequena														
cf. bulloides 5	última câmara pequena e divisão diferente no lado não apertural														

Tabela 1 (continuação) - Dados bióticos e análise micropaleontológica do testemunho 3229

Profundidade (cm)	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	138	143	148
Fração analisada	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total	total
% planctônicos	76.9	79.1	80.5	81	77.1	80.1	79.4	77.2	73.7	76	71	65.4	75	68.9	68.4
% bentônicos	18.5	14.6	10.7	13.3	19.4	15	16	19.5	22.6	18.5	22	27.2	17.9	25.3	24.2
% fragmentos	4.6	6.3	8.8	5.7	3.5	4.9	4.6	3.3	3.7	5.5	7	7.4	7.1	5.8	7.4
Total em 10 cm3	4152	3647	5282	1617	2580	4112	4080	3855	3048	2385	3192	4312	4072	5094	6684
Angulogerina angulosa	3	1	2	1	5	1	2		1	3	1	3	1	8	3
Bolivina sp.	3	8	2	1	5	3	8	4	3	9	9	17	6	9	5
Brizalina sp.	5	3	4	2	4	2	3	4			3	9	2	8	10
Bulimina aculeata	11	19	14	8	25	9	11	6	20	7	10	23	13	16	23
Bulimina marginata	9	4		1			2	5	8	5	1	3	1	3	
Bulimina sp.			1												
Cassidulina crassa forma typica	15	9	1	12	17	18	17	23	17	18	20	24	11	12	7
Cassidulina subglobosa	5														
Cassidulina sp.	3	1			1		3						1		1
Cibicides sp.	3								1		4	2	1		
Cibicidoides sp.	3	1										1	1	4	2
Discorbis sp.	3	3	4	5	3	2	3	8	9	10	4	4	11	11	12
Eponides sp.		1	1	2	1	12	4	8	13	1	12	13	10	30	15
Fissurina sp.	4	1	2	2	1	3	3	2	3	2	3	1	3	6	11
Globigerina bulloides	13	3	11	1	4	5	5	11	11	8		2	5	1	9
Globigerina cf G. bulloides 1	17	18	24	39	22	42	36	35	20	37	41	44	60	61	58
Globigerina cf G. bulloides 2															
Globigerina cf G. bulloides 3	14	6	8	16	6	18	19	16	3	6	3	1	5	14	22
Globigerina cf G. bulloides 4	3				1		1								
Globigerina cf G. bulloides 5															
Globigerina falconensis	23	27	33	29	33	50	45	36	22	41	33	37	35	32	26
Globigerina cf G. falconensis															
Globigerina quinqueloba		5	1	1	1		2		2	3	5				
Globigerina sp.	9	2	2	10	4	16	4	13	15	22	12	10	7	5	8
Globigerinella siphonifera		2	3	2	2	1									3
Globigerinella sp.										5	4	1	4	2	2
Globigerinita sp.	125	156	113	129	128	80	74	61	75	56	49	58	41	42	33
Globigerinoides ruber	76	51	70	80	95	81	104	92	109	86	101	87	109	100	108
Globigerinoides cf G. ruber	5	6	10	9	13	8	15	17	32	20	15	11	7	14	12
Globigerinoides sacculifer	43	55	58	48	51	50	56	51	28	42	40	51	59	42	36
Globigerinoides sp.	27	26	18	20	10	13	20	14	8	12	13	5	8	7	3
Globoquadrina dutertrei	4	5	7	11	6	7	13	21	9	20	11	11	7	9	7
Globoquadrina cf G. dutertrei															

Tabela 1 (continuação) - Dados bióticos e análise micropaleontológica do testemunho 3229

Profundidade (cm)	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	138	143	148
Globoquadrina sp.													2	4	7
Globorotalia menardii	2		4	8	5	8	5	7	4	9	10	8	10	17	14
Globorotalia truncatulinoides	2	4	6	4	4	2	6	2	8	4	9	6	9	17	10
Globorotalia sp.	2	5	1						3			2	4	7	8
Lagena sp.	2	1	1			3	1				2	1		1	
Miliolinella sp.		1				3	3		8	12	14	18	5	14	17
Neogloboquadrina sp.	3	1		2						3			2		1
Nonion sp.	2	1	2	4	3	4	5	2	3	2	6	2	4		3
Oolina borealis		2							2	1				1	
Oolina hexagona															
Oolina sp.	1			2			1				2	2	1		1
Orbulina universalis															
Orbulina sp.	5		1	1		1	2								
Pyrgosp.	1		2					1		1					1
Pulleniatina obliquiloculata	1	2	1	2	1	2	3		3	3	8	3	1	4	2
Quinqueloculina sp.				3	1	1	3	3	1			1			
Sphaeroidina sp.	8	10	6	6	8	8	12	13	5	7	2	3	2	2	5
Siphonina sp.															
Spiroloculina sp.								1	3				2		1
Uvigerina peregrina	1		1		2	1	2	2	2	4	3	3	1	2	4
Uvigerina sp.	1	1		6		2		5	4	5	9	4	1	3	2
Trifarina sp.	8	7	11	17	24	5	4	13	12	9	12	17	6	13	12
Triloculina sp.															
fragmentos	24	33	44	31	18	25	25	17	19	29	37	39	36	33	41
não identificado (planc)	31	40	35	27	18	30	30	21	22	24	24	12	15	12	12
Total bentônicos	96	76	53	72	100	77	87	99	115	95	117	153	91	143	135
Total planctônicos	400	412	407	439	404	414	440	398	374	402	378	347	382	390	381
TOTAL	520	521	504	542	522	516	552	514	508	526	532	539	509	566	557
cf. bulloides 1															
cf. bulloides 2															
cf. bulloides 3															
cf. bulloides 4															
cf. bulloides 5															

Tabela 1 (continuação) - Dados bióticos e análise micropaleontológica do testemunho 3229

	G. sacculifer
core depth	d18O
cm	‰ vs PDB
3	-0.62
13	-0.81
18	-0.72
23	-0.72
28	0.02
33	0.1
38	0.13
43	-0.01
48	0.09
53	0.44
58	0.66
63	0.91
68	0.86
73	0.39
78	0.47
83	1.1
88	0.39
93	1.08
98	0.66
103	0.59
108	0.65
113	0.4
118	0.41
123	0.36
128	0.54
133	0.14
138	0.51
143	0.04
148	0.18

Tabela 2 - Análise da razão isotópica $^{18}O/^{16}O$ em *Globigerinoides sacculifer*

PRANCHA 1

1 - *Angulogerina angulosa*

2 - *Bolivina* sp.

3 - *Brizalina* sp.

4 - *Fissurina* sp.

5 - *Bulimina marginata*

6 - *Bulimina aculeata*

7 - *Cassidulina crassa* f. typica

8 - *Cibicidoides* sp.

9 - *Cibicidoides* sp.

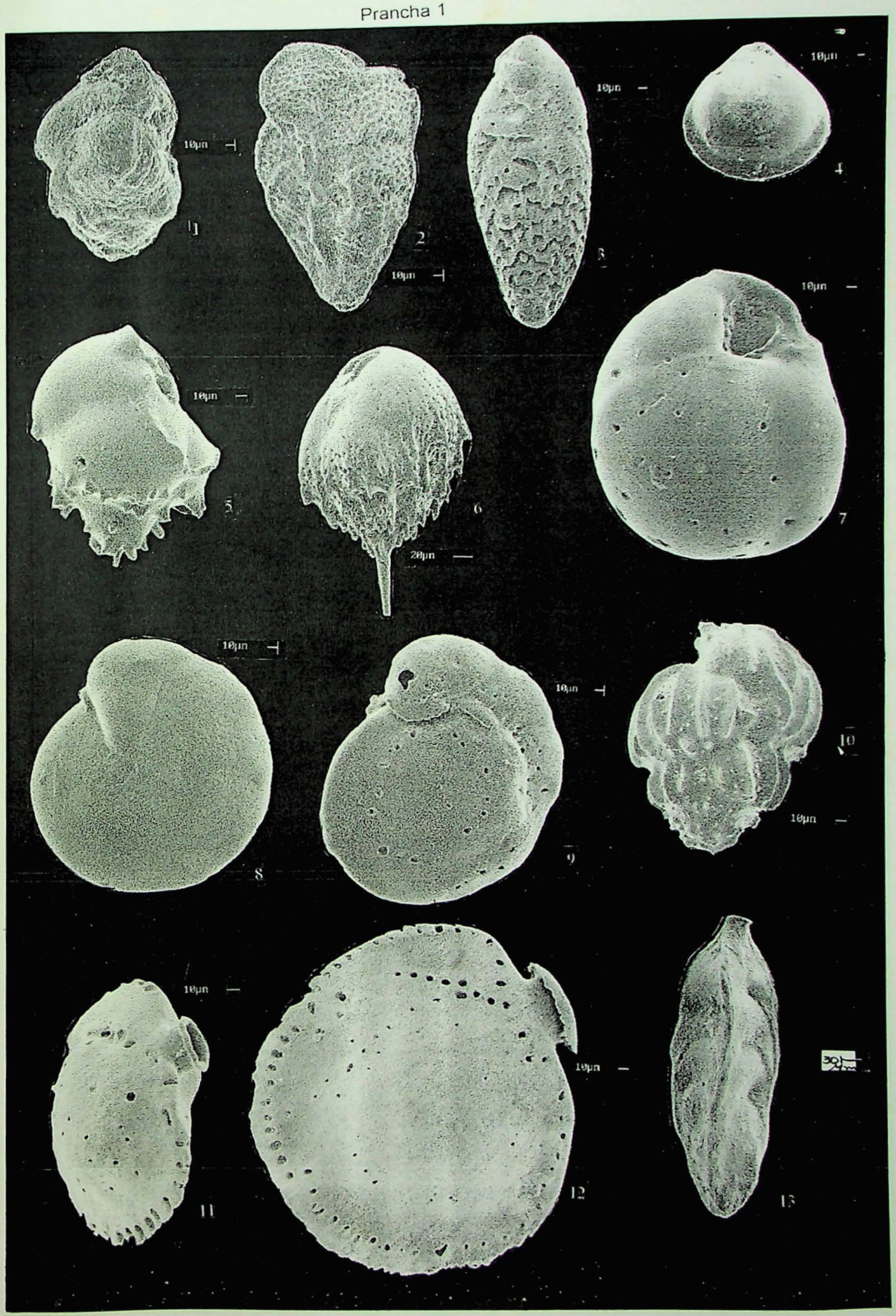
10 - *Uvigerina peregrina*

11 - *Siphonina* sp.

12 - *Siphonina* sp.

13 - *Trifarina* sp.

Prancha 1


10µm
1
2
10µm
3
10µm
10µm
4
10µm
5
6
20µm
10µm
7
10µm
8
10µm
9
10
10µm
10µm
11
12
10µm
13

PRANCHA 2

1 - *Miliolinella* sp.

2 - *Oolina melo*

3 - *Sphaeroidina* sp.

4 - *Globigerinella siphonifera*

5 - *Globigerinella siphonifera*

6 - *Orbulina suturalis*

7 - *Globigerina falconensis*

8 - *Globigerina falconensis*

9 - *Globigerina bulloides*

10 - *Globigerina* sp.

11 - *Globigerina* sp.

12 - *Globigerina quinqueloba*

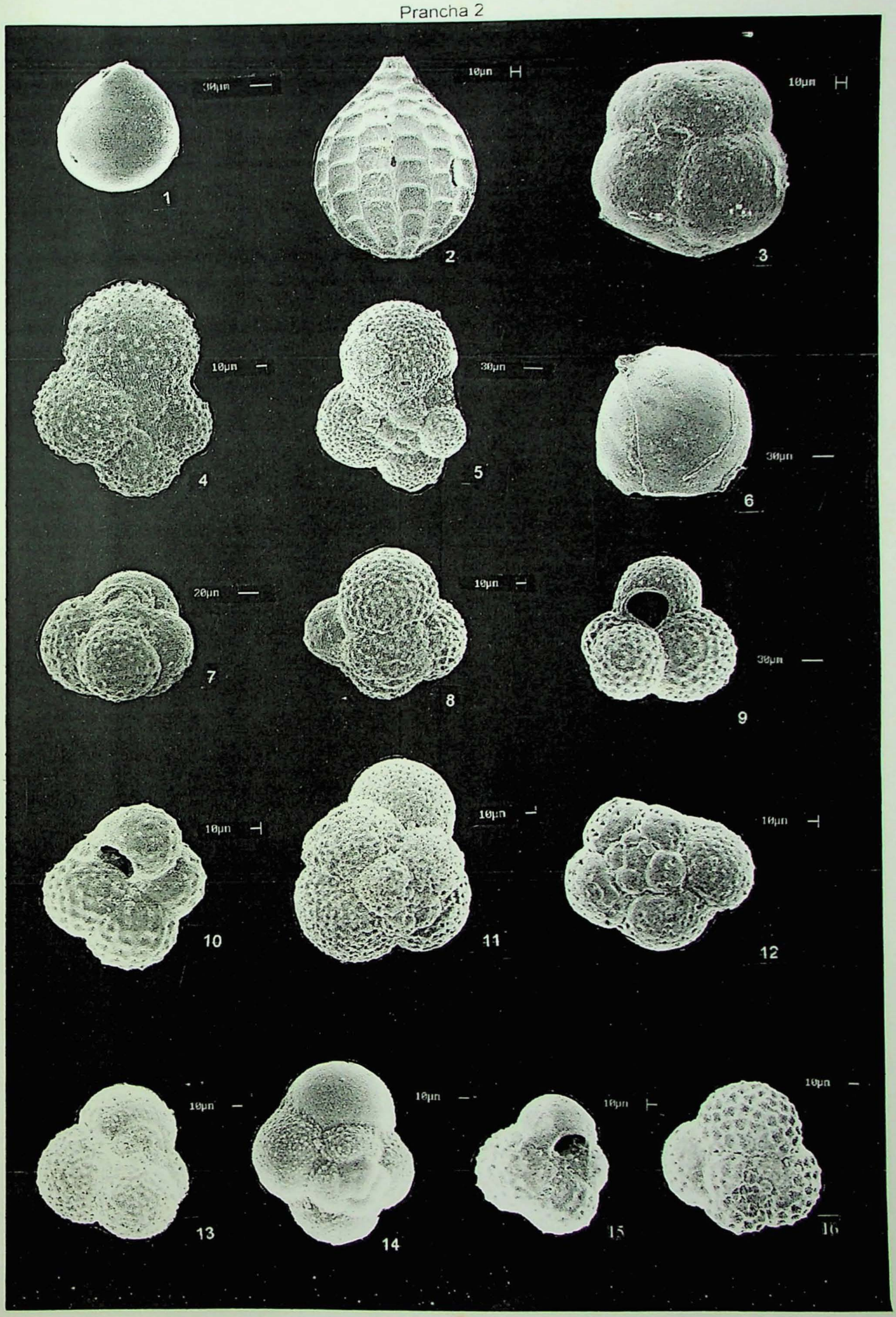
13 - *Globigerina cf G. bulloides,* com divisão diferente

14 - *Globigerina cf G. bulloides,* com divisão diferente

15 - *Globigerina cf G. bulloides,* última câmara muito pequena

16 - *Globigerina cf G. bulloides,* última câmara muito pequena

Prancha 2


30µm
1
10µm
2
10µm
3
10µm
4
30µm
5
30µm
6
20µm
7
10µm
8
30µm
9
10µm
10
10µm
11
10µm
12
10µm
13
10µm
14
10µm
15
10µm
16

PRANCHA 3

1 - *Globigerinoides ruber*

2 - *Globigerinoides ruber*

3 - *Globigerinoides ruber*

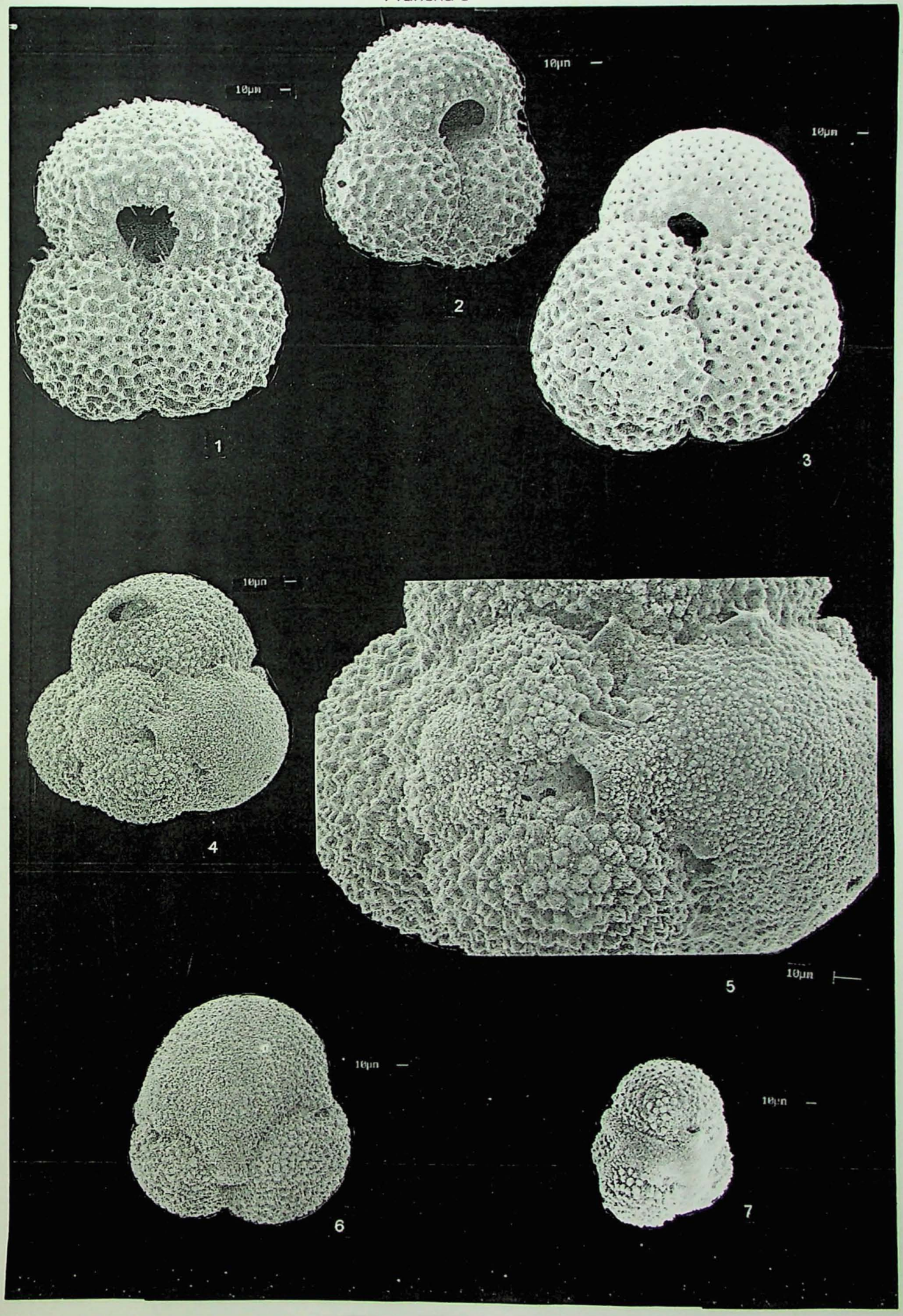
4 - *Globigerinita* sp.

5 - *Globigerinita* sp.

6 - *Globigerinita* sp.

7 - *Globigerinita* sp.

Prancha 3



PRANCHA 4

1 - *Globigerinoides sacculifer*

2 - *Globigerinoides sacculifer*

3 - *Globigerinoides sacculifer*

4 - *Globigerinoides* sp.

5 - *Globigerinoides* sp.

6 - *Globigerinoides* sp.

7 - *Globorotalia truncatulinoides*

8 - *Globorotalia truncatulinoides*

9 - *Globorotalia truncatulinoides*

Prancha 4

PRANCHA 5

1 - *Globorotalia menardii*

2 - *Globorotalia menardii*

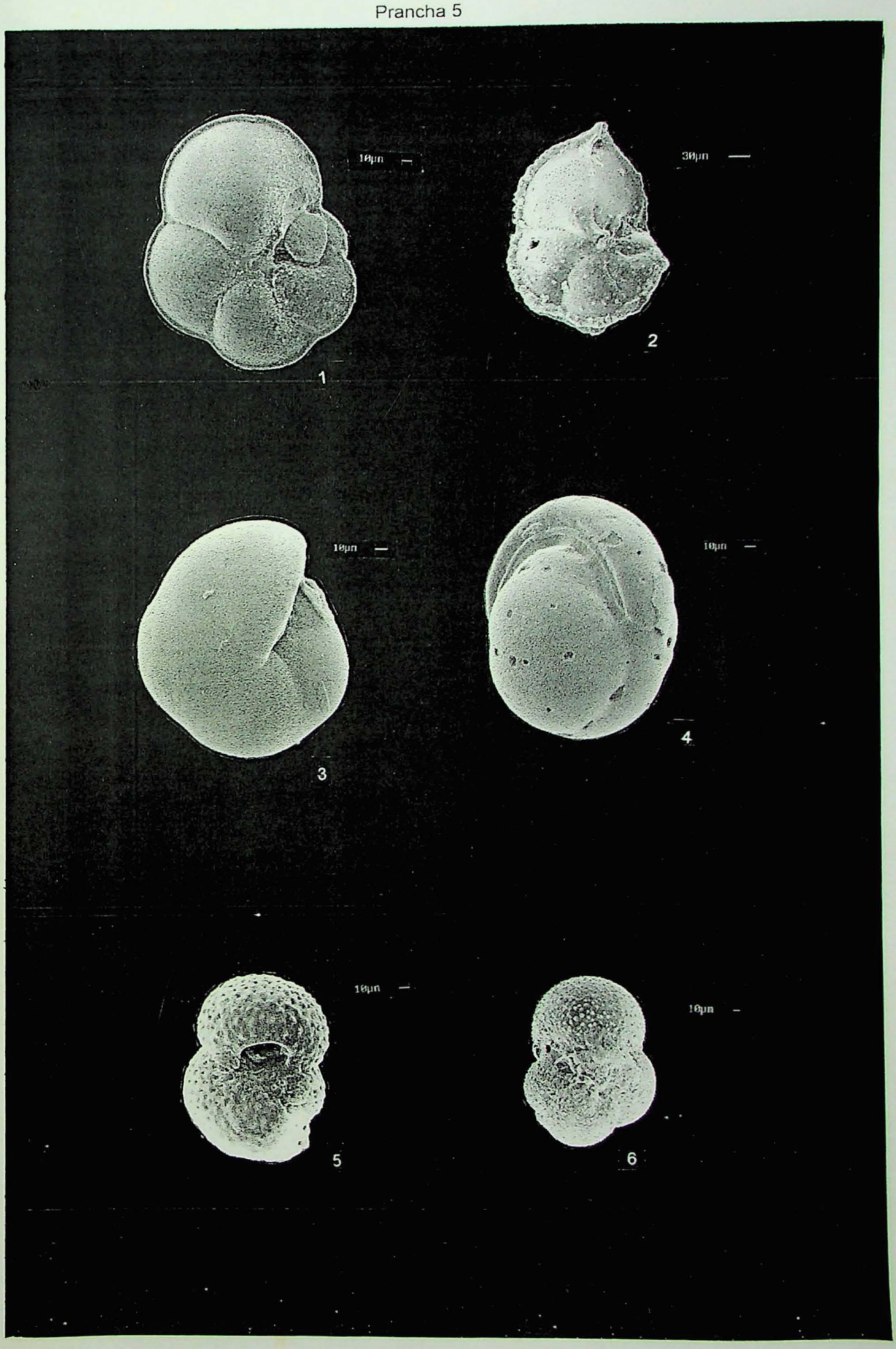
3 - *Pulleniatina obliquiloculata*

4 - *Pulleniatina obliquiloculata*

5 - *Globigerinoides cf G. ruber*

6 - *cf Sphaeroidinella*

Prancha 5



PRANCHA 6

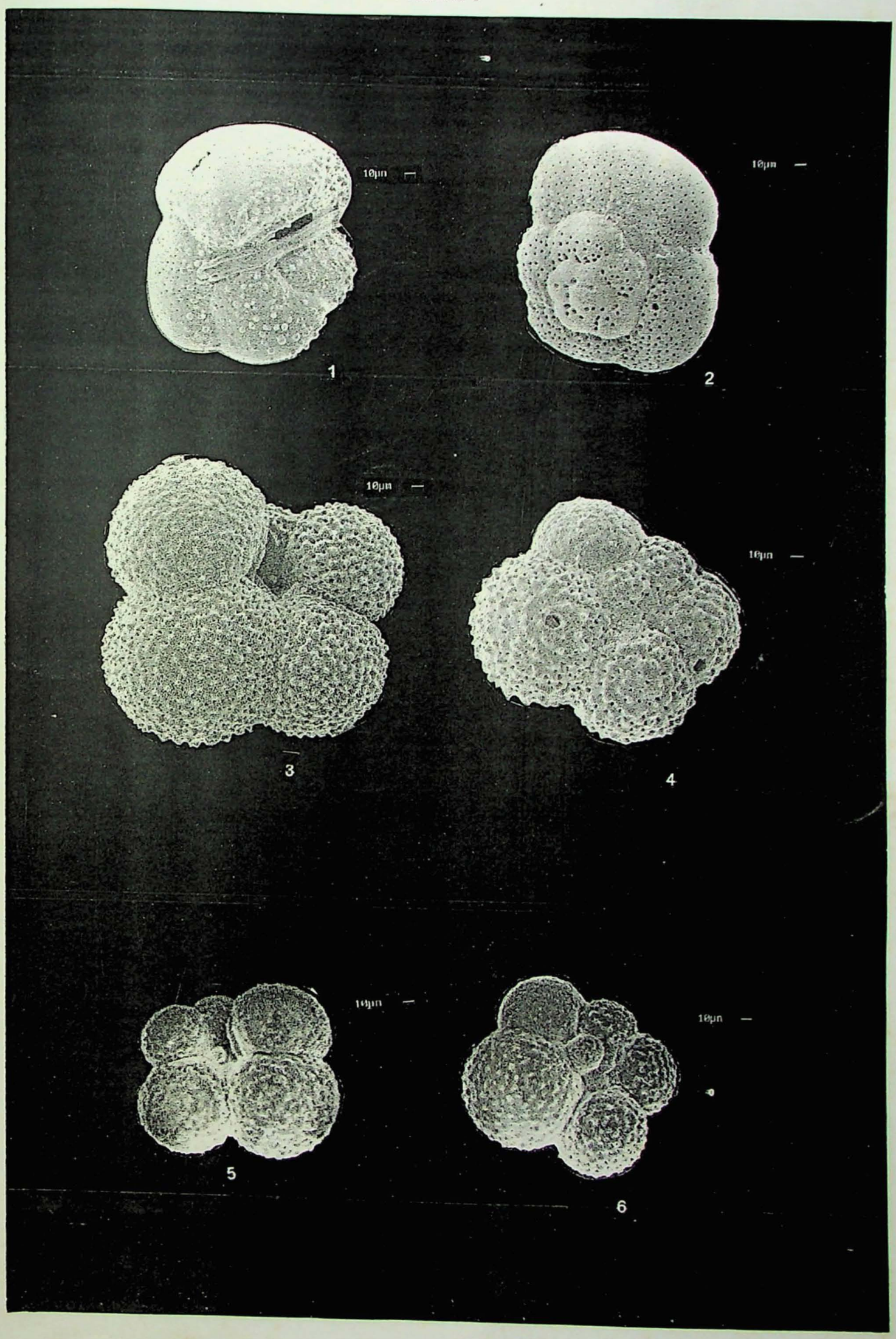
1 - *Globoquadrina dutertrei*

2 - *Globoquadrina dutertrei*

3 - *Neogloboquadrina* sp.

4 - *Neogloboquadrina* sp.

5 - *Neogloboquadrina* sp.

6 - *Neogloboquadrina* sp.

Prancha 6