

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PALEONTOLOGIA

RADIOLÁRIOS DO CRETÁCEO MÉDIO DAS BACIAS DO
PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS, MARGEM
EQUATORIAL BRASILEIRA

VLADIMIR DE SOUZA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Eduardo A. M. Koutsoukos

CO-ORIENTADORAS: Prof^{as}. Dra. Valesca Brasil Lemos

Prof^{as}. Dra. Valesca Maria Portilla Eilert

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Armando A. Scarparo Cunha (PETROBRAS)

Prof^{as}. Dra. Karen Badaraco Costa(USP)

Prof. Dr. Luiz José Tomazelli (PPGGE/UFRGS)

Tese de Doutorado Apresentada como
Requisito Parcial para Obtenção do
Título de Doutor em Ciências

Volume 1
Porto Alegre - 2006

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista a meus pais Gentil de Souza e Naura Pereira de Souza (in memoriam) pelo incentivo e pela dedicação e por me mostrar que a educação é o bem mais importante na vida. A minha Família que foi a principal base de apoio para a conclusão deste trabalho e ao meu filho Matheus o qual me deu grande incentivo para superar as adversidades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar força, saúde, persistência além de muita coragem para enfrentar os desafios nesta trajetória.

Agradeço ao Dr Eduardo Koutsoukos, pelo crédito de confiança, paciência e a orientação que foram fundamentais para o término do presente trabalho. A profª Sonia Bender Kotzian., pela amizade e principalmente pelo incentivo e apoio e exemplo de vida que foram importantes para a conclusão deste trabalho e para a minha vida acadêmica.

Agradeço a profª Drª Valesca Brasil Lemos, pela paciência e confiança e como coorientadora deste trabalho desempenhou um papel importante para que este fosse concluído. A Drª Valesca Eilert, pela sua paciência e dedicação em me coorientar em um assunto complexo como a sistemática, além das importantes sugestões para a execução do trabalho.

Agradeço ainda a Simone e Gerson Falth, que sempre acreditaram em meu trabalho e deste modo ao apoio e incentivo, ingredientes importantes na execução deste trabalho.

A minha família pelo apoio, incentivo, dedicação e amor constante em todas as horas da minha trajetória.

Ao grande colega e amigo Carlos Eduardo Lucas Vieira, pela importante ajuda e discussões que tanto contribuiram para a realização deste trabalho.

Aos colegas Cristianini Trecastró Bergue e Nuscia Drozinski, Luciane Gravaglia, pelo apoio e incentivo e as grandes discussões, fatores importantes na conclusão do trabalho.

A Flavio Pereira Lopes, pelo excelente trabalho fotográfico que deram um toque de qualidade a este trabalho, e além disso a sua amizade e dedicação.

A Roberto Martins Pereira que com muita dedicação sempre se mostrou prestativo nas suas funções no qual colaboraram no término do presente trabalho, a Zélia da Silva Zaghetto e ao Fernando “Mancha” pela ajuda e amizade, ao Ivo de Oliveira Silva, pela paciência e profissionalismo ao qual muito ajudaram neste trabalho.

Ao auxílio e a amizade que colaboraram de maneira indireta neste trabalho aos professores Dr. João Carlos Coimbra, Drª Margot-Guerra Somer, Vitor Paulo Pereira, Roberto Ianuzi e Paulo Alves de Souza e a Drª Miriam Cazullo Klepzig, pelo exemplo pessoal e a amizade.

Aos amigos, Protásio Paim, Eduardo Idalgo (Chefe), Claudia Pinto Machado, Sara, Denise, Aníbal, Etiene, Luciane (Máster), Cristiane (Cris), Ana Karina pela amizade e a ótima convivência neste período de grande trabalho.

A Bruno Macedo Sampaio e João Quendido Gomes Carvalho da UFRR, que foram fundamentais para a conclusão do trabalho,

Ao grande amigo e companheiro Pedro Alfredo Neis, pela amizade durante estes anos de luta, a Rosângela de Souza, pelo imenso apoio e dedicação, que foram importantes para a conclusão do trabalho.

Agradeço ainda a CAPES pela bolsa concedida e ao Departamento de Geologia da UFRR pela liberação durante os 48 meses que foram imprescindíveis para a elaboração e conclusão do presente trabalho

EPIGRAFE

*Ao encontrar um radiolário, não observo apenas
um microfóssil, eu vejo possibilidades*

RESUMO

A presente tese apresenta um estudo envolvendo depósitos sedimentares marinhos do Cretáceo médio, oriundo de sete poços das Bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas, na Margem Equatorial Brasileira. Nesta pesquisa foram triados e observados mais de 30.000 espécimes de radiolários, demonstrando uma expressiva ocorrência de uma biota silicosa, representados por esqueletos de radiolários e flustúlas de diatomáceas. As evidências micropaleontológicas mostraram um fato comum a todos os poços analisados, estes se caracterizam por possuírem sem distinção um forte pico de abundância de esqueletos de radiolários, em níveis específicos.

A ocorrência desta elevada produtividade orgânica em grande parte dos poços analisados, esta relacionada a um forte ambiente redutor, ligada a uma preservação predominantemente por pirita nestes níveis. A associação de radiolários encontrada nestes níveis sugere que neste intervalo de tempo houve condições paleoceanográficas favoráveis ao desenvolvimento da biota silicosa como massas d'água, com elevado aporte de nutrientes, através de ressurgências, além de níveis de mínimo de oxigênio nas águas de fundo. Outra característica importante oriunda desta ocorrência foi a grande diversidade de organismos silicosos encontrados nestes níveis.

A pesquisa do grupo permitiu estabelecer várias inferências paleoceanográficas e paleoecológicas, além das implicações tafonômicas que influenciaram a deposição e preservação desta expressiva microfauna de radiolários nas bacias estudadas.

O zoneamento diagenético das seções analisadas dos sete poços, relacionados ao intervalo do Cretáceo médio, mostrou uma predominância para a epigenia de pirita e calcita, apresentando ainda um mescla de outras substituições.

A pesquisa taxonômica contou com 680 fotomicrografias resultantes dos microscópios ótico e de varredura. Deste modo através da análise acurada destas fotos foi possível observar diversas características morfológicas que assim permitiu identificar em torno de 268 táxons compreendendo um total de 42 gêneros. Foi registrado ainda um elevado número de gêneros e espécies desconhecidas, mostrando assim um forte endemismo na área da pesquisa.

No estudo bioestratigráfico foi organizada a distribuição dos táxons ao longo dos sete poços, e marcados os intervalos estratigráficos dos Datums locais de Primeira Ocorrência (PO) e Última Ocorrência (UO). A definição destes intervalos de ocorrência dos esqueletos de radiolários permitiu observar ainda um significativo evento de extinção/radiação na bacia.

O Datum proposto para a correlação dos poços analisados foi com base no pico de abundância verificado em todos os sete poços analisados correspondente ao intervalo Cenomaniano o qual sugere-se estar correlacionado ao evento anóxico-disóxico global do Cretáceo médio.

Este fato permitiu que fossem feitas várias inferências paleoecológicas, paleoceanográficas, além dos fatores que influenciaram a deposição e preservação do grupo, como os picos de abundância de radiolários, zona de ocorrência da pirita, presença de diatomáceas, e zonas de extinção/radiação.

Deste modo a pesquisa com base nos resultados obtidos nesta área permite relacionar esta ao evento disóxico-anóxico global EAO2 do intervalo Cenomaniano-Turoniano, registrado em extratos do Oceano Atlântico Norte.

ABSTRACT

This thesis presents a study on Middle Cretaceous marine deposits from seven cores drilled in the Pará-Maranhão and Barreirinhas basins, Brazilian equatorial margin. More than 30,000 radiolarian specimens were picked showing a noticeable occurrence of siliceous biota composed both by radiolarians and diatoms tests. Micropaleontological evidence shows that all the cores have abundance peaks of radiolarians at a specific level.

The high pelagic productivity of the siliceous plankton, observed in most of the cores, was related to a reducing environment commonly and associated to a type of preservation, mainly by pyrite. The radiolarian assemblage found in those levels suggested the existence of paleoceanographic conditions suitable to the siliceous biota development such as silica-saturated water masses, increased nutrient input by upwelling, and the presence of oxygen minimum zones. Another important characteristic was the high diversity of siliceous organisms found at those sections.

This research demonstrates the paleoceanographical, paleoecological and taphonomic inferences related to the influence of the depositional and preservational processes on the radiolarian microfauna in the studied basins. The core fossil-diagenetic zonation related to the middle Cretaceous show a predominance of pyrite and calcite epigeny, and a medley of other replacements.

A taxonomic approach was carried out based on 680 SEM and optic microscopy pictures which allowed the analysis of many morphological characters. Approximately 268 species and 42 genera have been identified, showing diversity changes along the cores and a conspicuous endemism in the studied area. A biostratigraphic distribution range of the recorded taxa was proposed, with the First Occurrence (FO) and Last Occurrence (LO) datums. The definition of those occurrence sections of radiolarian tests showed marked extinction/radiation event in the basin.

The datum proposed to the cores correlation was based on a marked abundance peak and corresponds to the Cenomanian, possibly global anoxic-dysoxic related to the event of the middle Cretaceous. Paleoceanographical, paleoecological and taphonomic inferences based on radiolarian abundance peaks, pyritization occurrence, diatoms, radiation/extinction levels and occurrence of dwarf fauna, suggest an important bioevent in those basins: the global dysoxic-anoxic event EAO2, from the Cenomanian-Turonian, recorded in both the North and South Atlantic.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	24
2 OBJETIVOS.....	27
2.1 Objetivos Gerais.....	27
2.2 Objetivos Específicos.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 Generalidades.....	28
3.2 Material analisado.....	28
3.2.1 Escolha do material amostral.....	28
3.2.2 Coleta das amostras.....	30
3.3 Processamento das amostras.....	38
3.3.1 Generalidades.....	38
3.3.2 Métodos mecânicos.....	38
3.3.3 Métodos químicos.....	38
3.4 Quarteamento do material amostral.....	40
3.5 Triagem do material biotritico.....	40
3.6 Análise colorimétrica dos radiolários.....	41
3.7 Fotomicrografias.....	42
3.7.1 Fotomicrografias no Microscópio óptico.....	42
3.7.2 Fotomicrografias no Microscópio Eletrônico de Varredura-MEV.....	43
3.8 Análise de Espectrometria por Dispersão de Energia –EDS.....	43
3.9 Análise taxonômica.....	44
3.10 Referencial Estratigráfico.....	44
4 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DAS BACIAS DO PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS, MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA.....	45
4.1 Generalidades.....	45
4.2 Bacia de Barreirinhas.....	46
4.2.1 Generalidades.....	46
4.2.2 Localização.....	46
4.2.3 Evolução Tectono-Sedimentar.....	47
4.2.3.1 Estágio Pré-rifte.....	49

4.2.3.2	Estágio Rifte.....	51
4.2.3.3	Estágio Proto-Oceânico.....	53
4.2.3.4	Estágio Oceânico.....	54
4.2.4	Estratigrafia.....	56
4.2.4.1	Grupo Canárias.....	59
4.2.4.1.1	Formação Arpoador.....	59
4.2.4.1.2	Formação Bom Gosto.....	59
4.2.4.1.3	Formação Tutóia.....	60
4.2.4.1.4	Formação Barro Duro.....	60
4.2.4.2	Grupo Caju.....	60
4.2.4.2.1	Formação Preguiças.....	61
4.2.4.2.2	Formação Bonfim.....	62
4.2.4.2.3	Formação Periaá.....	62
4.2.4.3	Grupo Humberto de Campos.....	63
4.2.4.3.1	Formação Areinhas.....	64
4.2.4.3.2	Formação Ilha de Santana.....	64
4.2.4.3.3	Formação Travosas.....	64
4.3	Bacia do Pará-Maranhão.....	66
4.3.1	Generalidades.....	66
4.3.2	Localização.....	67
4.3.3	Evolução Tectono-Sedimentar.....	68
4.3.3.1	Estágio pré-rifte.....	69
4.3.3.2	Estágio-rifte.....	70
4.3.3.3	Estágio Proto-Oceânico.....	70
4.3.3.4	Estágio Oceânico.....	70
4.3.4	Estratigrafia.....	71
4.3.4.1	Grupo Canárias.....	73
4.3.4.2	Grupo Caju.....	73
4.3.4.3	Grupo Humberto de Campos.....	73
4.3.4.3.1	Formação Areinhas.....	74
4.3.4.3.2	Formação Ilha de Santana.....	74
4.3.4.3.3	Formação Travosas.....	74
4.4	Estudos Paleontólogos prévios das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	75
4.4.1	Generalidades.....	75
4.4.2	Estudos paleontólogos prévios da Bacia de Barreirinhas.....	75

4.4.3 Estudos paleontólogos prévios da Bacia do Pará-Maranhão.....	77
--	----

5 ASPECTOS TAFONÔMICOS DOS RADIOLÁRIOS DAS BACIAS DO PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS.....	78
5.1 Generalidades.....	78
5.2 Bioestratinomia.....	79
5.2.1 Morte.....	80
5.2.2 A influência do transporte (sedimentação) na ocorrência de depósitos silicosos na área da pesquisa.....	81
5.2.2.1 Transporte de esqueletos de radiolários por correntes.....	82
5.2.2.1.1 Transporte de esqueletos de radiolários por correntes de superfície.....	83
5.2.2.1.2 Transporte de esqueletos de radiolários por correntes de fundo... ..	84
5.2.2.2 Transporte de esqueletos silicosos por pelotas fecais.....	86
5.2.3 Processos de Dissolução/preservação de esqueletos de radiolários.....	88
5.2.3.1 Dissolução de esqueletos silicosos na coluna d água.....	89
5.2.3.2 Dissolução seletiva de esqueletos silicosos.....	90
5.2.3.3 Dissolução de esqueletos de radiolários nos depósitos sedimentares.....	94
5.2.4 Áreas preferenciais de preservação de radiolários.....	95
5.2.4.1 Ocorrência de radiolários relacionados a áreas de alta produtividade orgânica silicosa.....	95
5.2.4.2 Ocorrência de radiolários em áreas relacionadas a ambientes disóxicos- anóxicos.....	96
5.3 Aspectos Tafonômicos relativos a diagenese de Radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	99
5.3.1 Generalidades.....	99
5.3.2 Fatores que influenciaram o processo relativo a diagênese (fossildiagênese) de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	100
5.3.2.1 Temperatura.....	102
5.3.2.2 Ph.....	102
5.3.2.3 Pressão.....	104
5.3.2.4 Compactação.....	105
5.3.2.5 Ação dos fluidos intersticiais nos processos de fossildiagênese de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	106
5.3.2.6 Solubilidade da sílica no processo de fossildiagênese de radiolários.....	106

5.3.3 Fases de transformação da sílica.....	108
5.3.3.1 Transformação Opala A- Opala A- Opala CT- Quartzo.....	108
5.3.3.2 Precipitação da Opala A (opala biogênica) amorfa hidratada (SiO ₂ .nH ₂ O).....	109
5.3.3.3 Precipitação da Opala A' (inorgânica).....	110
5.3.3.4 Recristalização da Opala A' (inorgânica) – Opala CT.....	110
5.3.3.5 Precipitação e reordenação da Opala CT.....	111
5.3.3.6 Transformação da Opala CT- Quartzo.....	112
5.3.4 Epigenia de radiolários nos poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	116
5.3.4.1 Radiolários substituídos por Calcita (CaCO ₃) nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	118
5.3.4.2 Radiolários substituídos por Calcita ferrosa (FeCO ₃).....	124
5.3.4.3 Radiolários substituídos por Dolomita CaMg(CO ₃) ₂ , Dolomita Ferrosa e Ankerita Ca(MgFeMn)(CO ₃) ₂	126
5.3.4.4 Radiolários substituídos por Zeolita.....	128
5.3.4.5 Radiolários substituídos por Sulfeto de Ferro, Pirita (FeS ₂).....	131

6. EVENTOS PALEOCEANOGRÁFICOS RELACIONADOS COM A OCORRÊNCIA DE RADIOLÁRIOS NAS BACIAS DO PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS.....	149
6.1 Generalidades.....	149
6.2 A abertura do Atlântico Sul e a livre circulação oceânica.....	150
6.3 Fatores oceanográficos que influenciaram a formação de depósitos silicosos nos oceanos.....	151
6.3.1 Fatores físicos e oceânicos e a sua influência na distribuição da biota silicosa nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	152
6.3.1.1 Massas de águas oceânicas.....	153
6.3.1.2 Áreas de divergência e convergência oceânica.....	154
6.3.1.3 Ressurgências.....	155
6.3.1.4 A influência da Circulação Oceânica na distribuição da biota silicosa.....	157
6.3.1.5 Termoclina.....	158
6.3.2 Fatores químicos e a sua influência na distribuição da biota silicosa nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	162
6.3.2.1 Salinidade.....	164
6.3.2.2 Picnoclina/densidade.....	164
6.4 As transgressões oceânicas e sua relação com o desenvolvimento da biota silicosa	

nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	166
6.5 Áreas de expansão de oxigênio mínimo (zonas de disoxia-anoxia) e a sua relação com a ocorrência e preservação de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	167
6.5.1 Generalidades.....	167
6.5.2 Eventos anóxicos oceânicos no Atlântico Sul.....	171
6.5.3 O evento anóxico nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	175

7. EVENTOS PALEOECOLÓGICOS RELACIONADOS À OCORRÊNCIA

DE RADIOLÁRIOS NAS BACIAS DO PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS.....

7.1 Generalidades.....	178
7.2 Ciclos biogeoquímicos relacionados ao registro de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	179
7.2.1 Ciclagem de nutrientes no mar e a sua relação com a ocorrência de radiolários, nas bacias da margem equatorial brasileira.....	180
7.2.2 Ciclo da sílica no oceano e nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	182
7.3 Fatores relacionados a bioprodutividade oceânica e a sua relação com as seções analisadas das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	184
7.3.1 Distribuição e ocorrência de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	187
7.3.1.1 Generalidades.....	187
7.3.1.2 Ocorrência de Radiolários na Bacia do Pará-Maranhão.....	188
7.3.1.2.1 Ocorrência de Radiolários no Poço 1 MAS 12.....	188
7.3.1.2.2 Ocorrência de Radiolários no Poço 1 MAS 16.....	189
7.3.1.3 Ocorrência de Radiolários na Bacia de Barreirinhas.....	190
7.3.1.3.1 Ocorrência de Radiolários no Poço 1 MAS 3A.....	190
7.3.1.3.2 Ocorrência de Radiolários no Poço 1 MAS 4A.....	191
7.3.1.3.3 Ocorrência de Radiolários no Poço 1 MAS 15.....	192
7.3.1.3.4 Ocorrência de Radiolários no Poço 1 MAS 1.....	193
7.3.1.3.5 Ocorrência de Radiolários no Poço 1 MAS 14.....	194
7.3.2 O “Evento radiolário” nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	195
7.3.3 Nutrientes essenciais para a bioprodutividade silicosa e sua relação com o registro de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	198
7.3.4 Fonte de nutrientes para a biota silicosa, nas águas oceânicas da Margem Equatorial brasileira.....	199

7.3.5 Nutrientes como fatores limitantes para o desenvolvimento da biota silicosa na área da pesquisa.....	201
7.3.6 Radiolários e sua relação com os nutrientes da água do mar.....	203
7.3.7 Radiolários como indicadores de processos eutróficos nas bacias do Pará- Maranhão e Barreirinhas.....	204
7.4 Radiolários como indicadores de <i>stress</i> ambiental na área analisada.....	205
7.5 Radiolários relacionados a processos de Pressão seletiva, evolução e sua relação com as ocorrências registradas nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	209
7.6 Eventos de extinção/radiação de radiolários no intervalo Cretáceo médio nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	211
8. TAXONOMIA.....	218
8.1 Generalidades.....	218
8.2 Resumo taxonômico.....	219
8.3 Descrição Taxonômica.....	230
8.3.1 Ordem Spumellaria.....	230
8.3.1.1 Família Parvivaciidae.....	230
8.3.1.2 Família Cavaspongiidae.....	235
8.3.1.3 Família Actinommididae.....	239
8.3.1.4 Família Conocaryommidae.....	241
8.3.1.5 Família Hagiastriidae.....	242
8.3.1.6 Família Angulobracciidae.....	258
8.3.1.7 Família Patulibracchiidae.....	260
8.3.1.8 Família Pseudoaulophacidae.....	264
8.3.1.9 Família Larnacillidae.....	273
8.3.1.10 Família Spongodiscidae.....	280
8.3.1.11 Família Archaeospongoprunidae.....	288
8.3.1.12 Família Litheliidae.....	290
8.3.1.13 Família Pyramispongiidae.....	291
8.3.1.14 Família Porodiscidae.....	293
8.3.1.15 Família Sponguridae.....	296
8.3.2 Ordem Nassellaria.....	297
8.3.2.1 Família Cannobotryidae.....	297
8.3.2.2 Família Williriedellidae.....	299

8.3.2.3 Família Artostrobiidae.....	304
8.3.2.4 Família Carpocaniidae.....	308
8.3.2.5 Família Archaeodictyomitridae.....	309
8.3.2.6 Família Amphipyndacidae.....	323
8.3.2.7 Família Spongocapsulidae.....	332
8.3.2.8 Família Pseudodictyomitridae.....	333
8.3.2.9 Família Xitidae.....	335
8.3.2.10 Família Eucyrtidiidae.....	341
8.3.3 ORDEM ENTACTINARIA.....	346
8.3.3.1 Família Hexastyllidae.....	346
8.3.4 TÁXONS NÃO DETERMINADOS.....	347
8.3.4.1 Gêneros e espécies indeterminados.....	347
8.3.4.2 Gêneros e espécies indeterminados- GRUPOS.....	360
8.3.4.2.1 Gen. Esp. Indet. Grupo 1.....	360
8.3.4.2.2 Gen. Esp. Indet. Grupo 2.....	364
8.3.4.2.3 Gen. Esp. Indet. Grupo 3.....	367
8.3.4.2.4 Gen. Esp. Indet. Grupo 4.....	368
8.3.4.2.5 Gen. Esp. Indet. Grupo 5.....	369
8.3.4.2.6 Gen. Esp. Indet. Grupo 6.....	371
8.3.4.3 Famílias indeterminadas.....	372
9 BIOESTRATIGRAFIA.....	381
9.1 Generalidades.....	381
9.2 Análise Bioestratigráfica com base em radiolários, breve histórico.....	381
9.3 Metodologia aplicada na pesquisa bioestratigráfica de radiolários das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	382
9.4 Análise bioestratigráfica dos radiolários da Bacia do Pará-Maranhão.....	383
9.4.1 Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 12.....	383
9.4.2 Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 16.....	384
9.5 Análise bioestratigráfica dos radiolários da Bacia de Barreirinhas.....	386
9.5.1 Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 3A.....	386
9.5.2 Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 4A.....	387

9.5.3	Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 15.....	387
9.5.4	Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 1.....	388
9.5.5	Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 14.....	388
9.6	Correlação Bioestratigráfica dos radiolários das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas..	389
9.6.1	Generalidades.....	389
9.6.2	Metodologia aplicada na correlação bioestratigráfica dos radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	389
9.6.3	Biozona <i>Obesacapsula somphedia</i>	390
9.6.4	Biozona <i>Solenotryma dacryoides</i>	391
9.6.5	Biozona <i>Dictyomitra multicostata</i>	391
9.7	Correlação Bioestratigráfica de radiolários a nível mundial.....	391
10	CONSIDERAÇÕES PALEOBIOGEOGRÁFICAS DAS BACIAS DO PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS RELACIONADAS COM A OCORRÊNCIA DE RADIOLÁRIOS NO CRETÁCEO MÉDIO.....	394
10.1	Generalidades	394
10.2	A Paleobiogeografia do Cretáceo médio.....	394
10.3	Inferências paleobiogeográficas no Atlântico Sul, no Cretáceo médio.....	395
10.4	A importância da pesquisa de radiolários para o entendimento da Paleobiogeografia dos antigos oceanos.....	397
10.5	Hipóteses sobre a Paleobiogeografia de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas no Cretáceo médio.....	400
11-	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	402
12-	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	406
13-	APÊNDICES.....	515

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de localização geral das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	26
Figura 2- Perfis litológicos e cronoestratigráficos dos poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	29
Figura 3- Mapa de localização da Bacia de Barreirinhas.....	47
Figura 4- Figura do Estágio pré rifte da margem equatorial.....	50
Figura 5- Figura do Estágio rifte da margem equatorial.....	52
Figura 6- Figura do Estágio Proto-Oceânico da margem equatorial.....	53
Figura 7- Figura do Estágio oceânico no intervalo Albo-Cenomaniano da margem equatorial....	55
Figura 8 - Figura do Estágio oceânico no intervalo neo-cretácico coniaciano da margem equatorial.....	56
Figura 9- Coluna estratigráfica da Bacia de Barreirinhas.....	58
Figura 10- Mapa de localização da Bacia do Pará-Maranhão.....	68
Figura 11- Coluna estratigráfica da Bacia do Pará-Maranhão.....	72
Figura 12- Esquema representando a influência dos processos tafonômicos na formação dos depósitos silicosos.....	79
Figura 13- Sistema de correntes do Cretáceo médio.....	84
Figura 14- Esqueletos de radiolários e flústulas de diatomáceas no interior de pelotas fecais.....	87
Figura 15- Figura representando processo de dissolução seletiva e preservação diferencial.....	92
Figura 16- Figura mostrando o processo de dissolução seletiva de radiolários.....	93
Figura 17- Bloco diagrama mostrando os efeitos da ressurgência, relacionadas a áreas preferenciais de preservação.....	98
Figura 18- Perfis fossildiagnéticos dos poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	117
Figura 19 - Esquema de formação de pirita sedimentar.....	136
Figura 20- Estágios de substituição de radiolários substituídos por pirita.....	143
Figura 21- Radiolários substituídos pelos três tipos de pirita.....	144
Figura 22- Imagem de radiolários substituídos por pirita framboidal.....	145
Figura 23- Imagem de radiolários substituídos por pirita euédrica.....	146
Figura 24- Imagem de radiolários substituídos por pirita framboidal.....	147
Figura 25- Exemplos de fossildiagnênese em esqueletos de radiolários.....	148
Figura 26- Paleomapa do Atlântico sul no período Cretáceo.....	161
Figura 27- Representação dos elementos químicos essenciais para a biota no oceano.....	163
Figura 28- Figura do Picnoclina e sua relação com zonas anóxicas oceânicas.....	166
Figura 29- Influência do Evento Anóxico na deposição de carbono orgânica no	

intervalo Cenomaniano-Turoniano.....	169
Figura 30- Impacto da anoxia na biota marinha.....	171
Figura 31- Esquema mostrando o evento anóxico no Atlântico Sul.....	172
Figura 32- Ciclo da sílica no oceano.....	183
Figura 33- Interação entre a paleoceanografia e a bioprodutividade marinha.....	185
Figura 34 - Esquema demonstrando a alta produtividade orgânica e o processo de deposição.....	186
Figura 35 -Picos de abundância de radiolários nos poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	197
Figura 36- Pressão Seletiva.....	210
Figura 37- Correlação bioestratigráfica dos poços das bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	392
Figura 38- Correlação bioestratigráfica a nível mundial.....	393
Figura 39- Paleocorrentes superficiais no intervalo Neoptiano ao Eoalbiano.....	396
Figura 40- Paleocorrentes superficiais do intervalo Santoniano.....	397

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tabela de amostragem, quarteramento e triagem do poço 1 MAS 3A.....	31
Tabela 2- Tabela de amostragem, quarteramento e triagem do poço 1 MAS 4A.....	32
Tabela 3- Tabela de amostragem, quarteramento e triagem do poço 1 MAS 15.....	33
Tabela 4- Tabela de amostragem, quarteramento e triagem do poço 1 MAS 1.....	34
Tabela 5- Tabela de amostragem, quarteramento e triagem do poço 1 MAS 14.....	35
Tabela 6- Tabela de amostragem, quarteramento e triagem do poço 1 MAS 12.....	36
Tabela 7- Tabela de amostragem, quarteramento e triagem do poço 1 MAS 16.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro.1- Quadro de classificação das Bacias sedimentares brasileiras.....	66
Quadro.2- Esquema representando os EAOs.....	174
Quadro.3- Distribuição paleobiogeográfica dos radiolários.....	399

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Gráficos de 32 a 36 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 12.....	517
Apêndice B - Gráficos de 37 a 41 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 16.....	519
Apêndice C - Gráficos de 42 a 46 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 3 A...	521
Apêndice D - Gráficos de 47 a 51 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 4 A...	523
Apêndice E - Gráficos de 52 a 56 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 15.....	525
Apêndice F - Gráficos de 57 a 61 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 1.....	527
Apêndice G - Gráficos de 62 a 66 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 14.....	529
Apêndice H - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 12.....	531
Apêndice I - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 12.....	533
Apêndice J - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 16.....	535
Apêndice K - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 16.....	537
Apêndice L - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 3 A.....	539
Apêndice M - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 3A.....	541
Apêndice N - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 4 A.....	543
Apêndice O - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 4 A.....	545
Apêndice P - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 15.....	547
Apêndice Q - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 15.....	549
Apêndice R - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 1.....	551
Apêndice S - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 1.....	553
Apêndice T - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 14.....	555
Apêndice U - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 14.....	557

LISTA DE ESTAMPAS

Estampa 1- Familia Acaeniotylinae; Familia Cavaspongiidae.....	438
Estampa 2- Familia Cavaspongiidae; Familia Actinommidiae; Familia Conocaryommidae; Familia Hagiastriidae.....	441
Estampa 3- Familia Hagiastriidae.....	444
Estampa 4- Familia Hagiastriidae.....	447
Estampa 5- Familia Hagiastriidae; Familia Angullobraccidae; Familia Patulibracchiidae.....	450
Estampa 6- Familia Patulibracchiidae; Familia Pseudoaulophacidae.....	453
Estampa 7- Familia Pseudoaulophacidae.....	456
Estampa 8- Familia Pseudoaulophacidae; Familia Larnacillidae.....	459
Estampa 9- Familia Larnacillidae; Familia Spongodiscidae.....	462
Estampa 10- Familia Spongodiscidae.....	465
Estampa 11- Familia Spongodiscidae; Familia Archaeospongoprunidae; Familia Litheliidae; Familia Pyramispongiidae.....	468
Estampa 12- Familia Pyramispongiidae; Familia Porodiscidae; Familia Sponguridae.....	471
Estampa 13- Ordem Nassellaria, Familia Cannobotrydae; Familia Williriedellidae.....	474
Estampa 14- Familia Williriedellidae; Familia Artostrobiidae.....	477
Estampa 15- Familia Artostrobiidae; Familia Carpocaniidae; Familia Archaeodictyomitridae.....	480
Estampa 16- Familia Archaeodictyomitridae.....	483
Estampa 17- Familia Archaeodictyomitridae.....	486
Estampa 18- Familia Archaeodictyomitridae; Familia Amphipyndacidae.....	489
Estampa 19- Familia Amphipyndacidae; Familia Spongocapsulidae.....	492
Estampa 20- Familia Pseudodictyomitridae; Familia Xitidae.....	495
Estampa 21- Familia Xitidae; Familia Eucyrtidiidae.....	498
Estampa 22- Familia Eucyrtidiidae; Ordem Entactinaria, Familia Hexastyllidae; Gen. Esp.indet.....	501
Estampa 23- Gen. Esp.indet.; Gen. Esp.indet. Grupo1; Gen. Esp.indet.Grupo2.....	504
Estampa 24- Gen. Esp.indet. Grupo 2; Gen. Esp.indet. Grupo 3; Gen. Esp.indet. Grupo 4; Gen. Esp.indet. Grupo 5; Gen. Esp.indet. Grupo 6.....	507
Estampa 25- Gen. Esp.indet. Grupo 6; Gen. Esp.indet.....	510
Estampa 26- Gen. Esp.indet.; Familia indet.....	513

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por Opala CT.....	113
Gráfico 02- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por Opala CT.....	113
Gráfico 03- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por Opala CT.....	114
Gráfico 04- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por Opala CT.....	114
Gráfico 05- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por Opala CT.....	115
Gráfico 06- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por Opala CT.....	115
Gráfico 07- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por calcita.....	119
Gráfico 08- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por calcita.....	119
Gráfico 09- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por calcita.....	120
Gráfico 10- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por calcita.....	120
Gráfico 11- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por calcita.....	121
Gráfico 12- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por calcita.....	121
Gráfico 13- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por calcita.....	122
Gráfico 14- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por calcita.....	122
Gráfico 15- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por calcita.....	123
Gráfico 16- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por calcita ferrosa.....	126
Gráfico 17- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por calcita ferrosa.....	126
Gráfico 18- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por dolomita.....	127
Gráfico 19- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por dolomita.....	128
Gráfico 20- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por Zeolita.....	129
Gráfico 21- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por Zeolita.....	130
Gráfico 22- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por Zeolita.....	130
Gráfico 23- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por Zeolita.....	131
Gráfico 24- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por pirita.....	139
Gráfico 25- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por pirita.....	139
Gráfico 26- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por pirita.....	140
Gráfico 27- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por pirita.....	140
Gráfico 28- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por pirita.....	141
Gráfico 29- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por pirita.....	141
Gráfico 30- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por pirita.....	142
Gráfico 31- Análise de EDS mostrando radiolários substituídos por pirita.....	142

INTRODUÇÃO

Os radiolários são protistas microscópicos holoplanctônicos e exclusivamente marinhos. Estes organismos possuem um endoesqueleto constituído por sílica amorfa hidratada-opala ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), com dimensões variáveis entre 0,05 a 0,25 μm . Podem ser encontrados em todas as latitudes em equilíbrio com padrões específicos de temperatura, densidade, salinidade e nutrientes das massas d'água oceânicas.

Deste modo estes microrganismos silicosos estão diretamente associados a elevados níveis de nutrientes e de sílica dissolvida e a outros elementos diretamente relacionados à elevada produtividade primária. O grupo possui entre os microfósseis, uma das maiores distribuições estratigráficas, que vai do Cambriano Médio ao Recente, sendo considerados importantes fósseis guia para diversos períodos geológicos, onde condições ambientais específicas propiciaram a proliferação e preservação de abundantes e diversificadas associações de radiolários.

A pesquisa do grupo tem início com os trabalhos de Ehrenberg (1854) que se deteve em amostras de radiolários do Cenozóico. No Mesozóico a pesquisa se inicia com os trabalhos de Zittel (1876), com a pesquisa de radiolários do Cretáceo do Norte da Alemanha. Cabe salientar que somente em 1881 o grupo tem seu sistema taxonômico proposto por Haeckel (1881,1887). Rust (1885) descreve formas com base em assembléias pobremente preservadas. No entanto estes estudos se concentraram em amostras continentais. Somente nas décadas de 70 e 80 com o advento das pesquisas do Deep Sea Drilling Project, tem-se início um grande impulso na pesquisa de amostras de fundo oceânico, com os trabalhos de Moore (1973), Renz (1974), Riedel & Sanfilippo (1970,1974), Foreman (1971,1973 a, 1973 b, 1975,1977) e Schaaf (1981).

A pesquisa de radiolários no Atlântico Sul é, no entanto escassa, destacando-se os trabalhos de Kotzian & Eilert (1985,1987), Kotzian *et al.* (1987), Eilert (1985,1988), Koutsoukos & Hart (1990), Baecker (1994), Souza (1995) e Baecker-Fauth & Koutsoukos (2002).

De um modo geral as citações de ocorrência de radiolários nas bacias da margem brasileira estão associadas a estudos de outros microfósseis como foraminíferos e calcisferulídeos, como em Pamplona (1969), Koutsoukos (1984), Dias Brito (1994,1995), Rodrigues *et al.* (1969 *apud* Eilert 2001) e Rodrigues (1996). No Atlântico Sul podemos ainda

destacar os trabalhos de Foreman (1978 a ,b) e Riedel & Sanfilippo (1974) estes em depósitos do Albiano e Turoniano em seções do Deep Sea Drilling Project.

Cabe salientar que pesquisas envolvendo radiolários mesozóicos a nível mundial não são numerosas. Outro fato importante reside que o material do Cretáceo, principalmente aqueles oriundos das bacias sedimentares costeiras brasileiras, que dada as suas características tectônicas e de sedimentação, estão profundamente alterados em termos diagenéticos, dificultando a pesquisa Paleontológica nestas seções.

O estudo do Cretáceo nas bacias brasileiras permite caracterizar o registro estratigráfico de importantes bioeventos relacionados localmente à ocorrência de radiolários. Características particulares do registro estratigráfico mostram em muitos casos que a deposição e preservação de sedimentos ricos em matéria orgânica podem estar diretamente relacionados ao desenvolvimento da biota silicosa. Como exemplo podemos citar as pesquisas de Thurow & Kunth (1986), Murchey & Madrid (1987), Erbacher & Thurow (1997,1998) e Erbacher *et al.* Erbacher (1998), os quais relacionam a ocorrência de depósitos de radiolários a áreas de alta bioprodutividade, associadas a complexos fatores paleoceanográficos e paleoecológicos como condições disóxicas-anóxicas associadas a eventos de expansão de zonas de mínimo de oxigênio sobre a plataforma continental, áreas de ressurgências oceânicas, e a eventos de extinção/radiação e stress ambiental.

Desta forma, a análise desta ocorrência de radiolários na área levou a importantes interpretações acerca das condições paleoceanográficas e paleoecológicas predominantes ao longo do mesocretáceo nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, e de seu contexto geológico na evolução da margem equatorial brasileira.

Mapa de Localização das Bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas

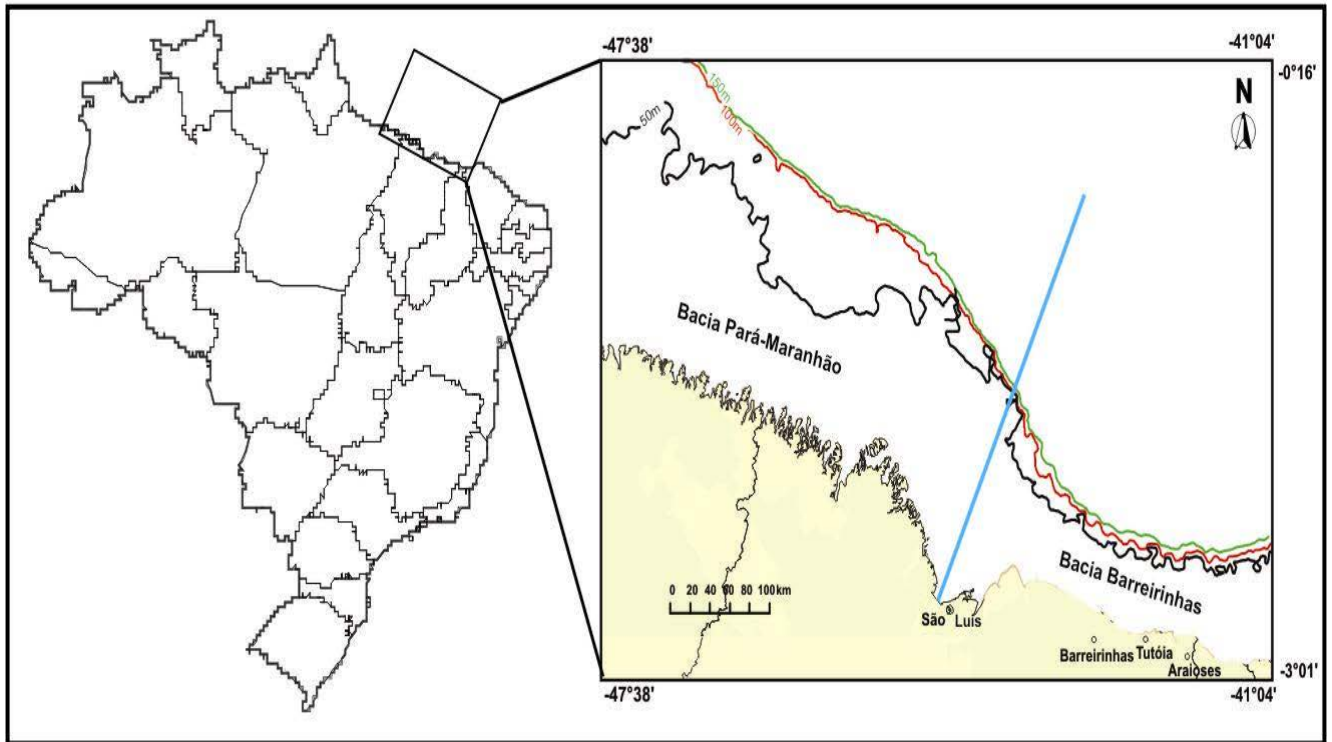


Figura. 1: Mapa de localização das Bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas. (Modificado de ANP, 2004; www.anp.gov.br)

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Identificar a ocorrência de eventos paleoceanográficos e paleoecológicos bem como estabelecer novos parâmetros de correlação bioestratigráfica do Cretáceo médio das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, com base em radiolários.

2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar a ocorrência de radiolários no Cretáceo médio das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, realizando a sua determinação taxonômica, registro da distribuição estratigráfica e análise da diversidade das espécies e picos de abundância, visando interpretações paleoecológicas, bioestratigráficas e paleoceanográficas.
- Propor um arcabouço bioestratigráfico para as áreas pesquisadas com base em radiolários.
- Analisar os processos tafonômicos atuantes sobre as associações de radiolários.
- Analisar se as características do registro estratigráfico regional das associações de radiolários podem ser correlacionadas a possíveis bioeventos que ocorreram no mesocretáceo a nível global.
- Integrar as informações estratigráficas das associações de radiolários às de outros microfósseis silicosos (diatomáceas) de forma a estabelecer possíveis inferências paleoceanográficas e paleoecológicas nas áreas estudadas
- Correlacionar as ocorrências de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas a outras bacias a nível global, e deste modo inferir possíveis afinidades e características paleobiogeográficas..

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Generalidades

A pesquisa micropaleontológica tem se concentrando no estudo de microfósseis silicosos, tem como ponto de partida o desenvolvimento de uma minuciosa seqüência metodológica de processamento, análise, integração e interpretação de dados.

No presente estudo a obtenção de novas informações a respeito do Cretáceo médio das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, está diretamente relacionada ao material biodetrítico estudado. Como estratégia de trabalho os dados referentes ao material a ser analisado, como peso, distribuição estratigráfica, litologia, estado de preservação, foram colocados em tabelas, facilitando assim o registro, acesso e visualização destas importantes informações.

A metodologia empregada na limpeza e desagregação do material, foi escolhida levando-se em conta principalmente o tipo de rocha e os objetivos a que o presente trabalho se propõe. Tendo em vista estes fatos apresentar-se-á neste capítulo a metodologia aplicada para a análise dos microfósseis silicosos (radiolários).

3.2 Material analisado

3.2.1 Escolha do material amostral

A escolha das seções para a execução da pesquisa envolveu amostras de sete poços das referidas bacias assim distribuídos, cinco poços da Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A, 1 MAS 4A, 1 MAS 15, 1 MAS 1, 1 MAS 14 e dois poços da Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 e 1 MAS 16 (Fig. 2). Para a seleção destes poços foram levados em conta dois pontos importantes: primeiro o posicionamento cronoestratigráfico das seções escolhidas, com níveis correspondentes ao Cretáceo médio (preferencialmente ao longo do intervalo Cenomaniano-Turoniano); em segundo o controle litológico, este representado pelos perfis estratigráficos com a respectiva identificação da litologia (Fig.2), tendo-se selecionado como preferência amostras de folhelhos negros e calcilutitos, litologias favoráveis à preservação de biota silicosa. A seleção do material mostrou excelentes resultados, fato que foram extraídos radiolários em todos os poços com grande variação de diversidade e abundância, como será discutido em capítulo à parte.

3.2.2 Coleta das amostras

Esta etapa da pesquisa não envolveu diretamente coleta de campo, se concentrando principalmente no processo de amostragem do material.

O material estudado consiste principalmente de amostras de calha coletadas em intervalos de 15 ou 18m. O material amostrado teve um peso médio total que variou de 50 a 170g (Tabelas 1 a 7). O material amostral perfaz um total de 214 amostras do Cretáceo médio de sete poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas,

1 MAS 3A

Intervalos (m)	Amostra	Peso Total	Fração Análisis.	Fração Quart.	Total de Espécimens	N de Espécimes		Diatomáceas	
						0,063	0,044	0,063	0,044
2010-2025	1	61,99	20,01	1/4	289	10	90		x
2025-2040	2	111,74	20,02	1/4	300	35	65		x
2040-2055	3	16,13	10,04	1/4	5	100	0		
2055-2070	4	82,94	20,06	1/4	9	50	50		x
2070-2085	5	75,88	20	1/4	63	5	95		x
2085-2100	6	62,16	20	1/4	193	40	60		x
2100-2115	7	64,4	20,06	1/4	184	20	80		x
2115-2130	8	62,78	20,05	1/8	300	20	80		x
2130-2145	9	24,7	10,12	1/8	300	15	85		x
2145-2160	10	62,05	20,01	1/8	300	20	80		x
2160-2175	11	62,77	20,08	1/8	300	3	97		x
2175-2190	12	101,55	20,03	1/4	300	15	85		x
2190-2205	13	68,32	20,19	1/8	300	10	90		x
2205-2220	14	66,46	20	1/4	153	60	40	x	
2235-2250	15	63,04	20,86	1/8	300	0	100		x
2250-2265	16	67,69	20,11	1/8	300	5	95		x
2265-2280	17	63,44	20,04	1/4	300	5	95		x
2280-2295	18	60,48	20	1/4	211	10	90		x
2295-2310	19	68,23	20,07	1/4	214	30	70		x
2310-2325	20	67,56	20,01	1/4	300	1	99		x
2325-2340	21	58,96	20	1/8	300	5	95		x
2340-2355	22	66,24	20,01	1/8	300	65	35		x
2355-2370	23	112,71	20,03	1/64	300	95	5		
2370-2385	24	52,16	20,01	1/8	300	90	10		
2385-2400	25	111,7	20,11	1/8	300	98	2	x	
2415-2430	26	91,16	20	1/4	245	40	60		x
2430-2445	27	98,83	20,05	1/4	300	40	60		x
2445-2460	28	103,69	20,02	1/4	300	45	55		x
2460-2475	29	65,78	20	1/4	300	50	50		x
2475-2490	30	106,05	20,01	1/4	300	45	55		x
2505-2520	31	171,53	20	1/4	300	50	50		

Tabela1: Tabela mostrando o processo de amostragem, quarteamto e triagem do material do poço 1 MAS 3A

1 MAS 4A

Intervalos (m)	Amostra	Peso Total	Fração Anális.	Fração Quart.	Especimes	N de Espécimes		Diatomáceas	
						Peneiras	Peneiras	Peneiras	Peneiras
						0,063	0,044	0,063	0,044
1095-1110	1	76,61	20	1/4	esteril	0	0		
1110-1125	2	24,89	20,07	1/4	esteril	0	0		
1125-1140	3	39,22	20,05	1/4	esteril	0	0		
1140-1155	4	84,23	20	1/4	esteril	0	0		
1155-1170	5	77,99	20,03	1/4	esteril	0	0		
1170-1185	6	43,6	20,06	1/4	esteril	0	0		
1185-1200	7	56,19	20,01	1/4	esteril	0	0		
1200-1215	8	84,09	20,07	1/4	esteril	0	0		
1215-1230	9	98,99	20,09	1/8	300	85	15		
1230-1245	10	51,48	20,02	1/4	140	85	15		
1245-1260	11	67,39	20,05	1/4	esteril	0	0		
1260-1275	12	69,71	20	1/4	300	100	0		
1275-1290	13	68,67	20,01	1/4	68	0	100		
1290-1305	14	16,15	10,07	1/4	16	100	0		
1305-1320	15	48,02	20,07	1/8	300	98	0		
1320-1335	16	62,14	20,06	1/32	300	98	0		
1335-1350	17	81,39	20,03	1/4	93	95	5		
1350-1365	18	18,87	10	1/4	65	98	2		
1365-1380	19	78,97	20,04	1/4	62	100	0		
1380-1395	20	60,97	20,05	1/4	259	30	70		
1395-1410	21	72,58	20,05	1/4	128	80	20		
1410-1425	22	33,84	20	1/4	19	100	0		
1425-1440	23	67,94	20,08	1/4	39	100	0		
1440-1455	24	49,95	20,01	1/8	300	35	65		
1455-1470	25	72,73	20,08	1/4	205	85	15		

Tabela.2: Tabela mostrando o processo de amostragem, quarteamto e triagem do material do poço 1 MAS 4A.

1 MAS 15

Intervalos (m)	Amostra	Peso Total	Fração Analisada.	Fração Quart.	Total de espécimens	N de Espécimens		Diatomáceas	
						0,063	0,044	0,063	0,044
2700-2715	1	97,49	20,07	1/4	6	100	0		
2715-2730	2	86,56	20	1/4	3	100	0		
2730-2748	3	86,71	20,04	1/4	6	100	0		
2748-2766	4	94,62	20	1/4	98	100	0		
2766-2784	5	112,74	20,29	1/4	101	100	0		
2784-2802	6	119,44	20,19	1/4	42	50	50		
2802-2817	7	116,51	20,04	1/4	215	30	70		
2817-2835	8	154,22	20,01	1/4	299	30	70		
2835-2853	9	114,2	20,14	1/16	300	40	60		
2853-2871	10	163,36	20,05	1/16	300	30	70		
2871-2889	11	126,66	20	1/16	300	15	85		
2889-2901	12	107,87	20,36	1/32	300	30	70		

Tabela.3: Tabela mostrando o processo de amostragem, quartejamento e triagem do material do poço **1 MAS 15**

1 MAS 1

Intervalos (m)	Amostra	Peso Total	Fração Analis.	Fração Quart.	Especimens	N° de espécimes		Diatomáceas	
						0,063	0,044	0,063	0,044
906-924	1	92,92	20	1/4	esteril	0	0		
924-942	2	86,31	20	1/4	esteril	0	0		
942-960	3	80,97	20,03	1/4	esteril	0	0		
960-978	4	86,3	20,08	1/4	esteril	0	0		
978-996	5	76,93	20	1/4	esteril	0	0		
996-1014	6	79,6	20	1/4	esteril	0	0		
1014-1032	7	92,32	20,01	1/4	esteril	0	0		
1032-1050	8	60,04	20,04	1/4	esteril	0	0		
1050-1068	9	80,04	20,11	1/4	esteril	0	0		
1068-1085	10	84,99	20	1/4	esteril	0	0		
1085-1104	11	87,16	20	1/4	esteril	0	0		
1104-1122	12	86,36	20,09	1/4	esteril	0	0		
1122-1140	13	96,22	20,01	1/4	esteril	0	0		
1140-1158	14	99,06	20	1/4	esteril	0	0		
1158-1176	15	108,07	20	1/4	esteril	0	0		
1176-1194	16	106,39	20	1/4	25	100	0		
1194-1212	17	130,96	20,01	1/4	103	100	0		
1212-1230	18	116,55	20,07	1/4	41	100	0		
1230-1248	19	119,62	20,01	1/4	17	100	0		
1248-1266	20	119,49	20,04	1/4	106	95	5		
1266-1284	21	128,47	20,14	1/4	110	97	3		
1284-1302	22	112,06	20,06	1/4	157	100	0		
1302-1320	23	119,42	20,08	1/4	23	100	0		
1320-1338	24	123,02	20,08	1/4	12	100	0		
1338-1356	25	135,48	20,03	1/4	18	100	0		
1356-1374	26	172,28	20	1/4	120	100	0		
1374-1392	27	121,12	20,05	1/4	261	95	5	x	
1392-1410	28	124,01	20	1/4	212	98	2	x	
1410-1428	29	90,48	20,03	1/4	114	100	0		
1428-1446	30	110,92	20	1/4	4	100	0		
1446-1464	31	77,98	20,08	1/4	56	50	50		
1464-1482	32	114,15	20	1/4	132	40	60		
1482-1500	33	125,31	20,02	1/4	35	95	5		x

Tabela.4: Tabela mostrando o processo de amostragem, quarteamto e triagem do material do poço 1 MAS 1.

1 MAS 14

Intervalos (m)	Amostra	Peso Total	Fração Analis.	Fração Quart.	Total de Espécimes	N de Espécimes		Diatomáceas	
						Peneiras		Peneiras	
						0,063	0,044	0,063	0,044
972-990	1	59,02	20,08	1/4	esteril	0	0		
990-1008	2	62,37	20,08	1/4	esteril	0	0		
1008-1026	3	61,21	20,01	1/4	esteril	0	0		
1026-1044	4	62,23	20	1/4	4	0	100		
1044-1062	5	62,34	20,02	1/4	esteril	0	0		
1062-1080	6	62,59	20,04	1/4	esteril	0	0		
1080-1098	7	63,17	20	1/4	esteril	0	0		
1098-1116	8	59,32	20,06	1/4	esteril	0	0		
1116-1134	9	61,94	20,02	1/4	esteril	0	0		
1134-1152	10	63,47	20,03	1/4	esteril	0	0		
1152-1170	11	55,26	20,01	1/4	esteril	0	0		
1170-1188	12	62,06	20,05	1/4	esteril	0	0		
1188-1206	13	62,73	20,04	1/4	esteril	0	0		
1206-1224	14	62,19	20,02	1/4	esteril	0	0		
1224-1242	15	60,06	20	1/4	esteril	0	0		
1242-1260	16	60,04	20,05	1/4	esteril	0	0		
1260-1278	17	61,71	20,03	1/4	esteril	0	0		
1278-1296	18	60,18	20,06	1/4	esteril	0	0		
1296-1314	19	50,58	20,05	1/4	esteril	0	0		
1314-1332	20	63,31	20,04	1/4	esteril	0	0		
1332-1350	21	43,37	20,06	1/4	21	100	0		
1350-1368	22	49,9	20,07	1/4	8	100	0		
1368-1386	23	50,22	20,02	1/4	esteril	0	0		
1386-1404	24	48,13	20	1/4	esteril	0	0		
1404-1422	25	51,94	20	1/4	esteril	0	0		
1422-1440	26	50,25	20,08	1/4	esteril	0	0		
1440-1458	27	52,89	20,01	1/4	esteril	0	0		
1458-1476	28	51,55	20,08	1/4	17	60	40		
1476-1494	29	52,74	20,06	1/4	esteril	0	0		
1494-1512	30	54,41	20,02	1/4	37	0	100		
1512-1530	31	52,92	20,06	1/4	29	0	100		
1530-1548	32	59	20,08	1/4	esteril	0	0		
1548-1566	33	56,89	20,04	1/4	72	100	0		
1566-1584	34	57,87	20,32	1/4	esteril	0	0		
1584-1602	35	63,04	20,33	1/4	esteril	0	0		
1602-1620	36	35,58	20,26	1/4	esteril	0	0		
1620-1638	37	60,97	20,01	1/4	38	100	0		
1638-1656	38	58,73	20,05	1/4	208	100	0		
1656-1674	39	49,51	20,03	1/4	300	100	0		
1674-1692	40	59,83	20,04	1/4	10	100	0		
1692-1710	41	61,7	20,1	1/4	esteril	0	0		

Tabela.5: Tabela mostrando o processo de amostragem, quartejamento e triagem do material do poço 1 MAS 14

1 MAS 12									
Intervalos (m)	Amostra	Peso Total	Fração Analis.	Fração Quart.	Total de espécimes	N de Espécimes		Diatomáceas	
						0,063	0,044	0,063	0,044
2145-2160	1	31,52	10,02	1/4	esteril	0	0		
2160-2175	2	103,27	20	1/16	300	70	30		
2175-2190	3	122,43	20,06	1/4	32	45	55		
2190-2205	4	111,92	20,01	1/4	8	50	50		
2205-2220	5	86,91	20	1/4	5	50	50		
2235-2250	6	92,06	20,01	1/4	esteril	0	0		
2250-2265	7	103,23	20	1/4	esteril	0	0		
2265-2280	8	57,42	20,01	1/4	esteril	0	0		
2280-2295	9	103,47	20,01	1/4	73	0	0		
2295-2350	10	87,96	20,02	1/32	300	100	0		
2350-2325	11	118,48	20	1/64	300	50	50		
2325-2340	12	50,78	20	1/32	300	60	40		
2340-2355	13	121,95	20,07	1/32	300	60	40		
2355-2370	14	77,99	20,06	1/32	300	60	40		
2370-2385	15	123,35	20,02	1/64	300	60	40		
2385-2400	16	17,15	10	1/4	136	50	50		
2400-2415	17	113,67	20	1/16	300	10	90		
2415-2430	18	66,33	20,05	1/8	300	10	90		
2430-2445	19	78,92	20	1/16	300	2	98		
2445-2460	20	17,16	10,06	1/4	231	5	95		
2460-2475	21	76,33	20	1/4	esteril	0	0		
2475-2490	22	89,66	20	1/4	esteril	0	0		
2490-2505	23	98,71	20,1	1/4	esteril	0	0		
2505-2520	24	51,45	20	1/4	esteril	0	0		
2520-2535	25	56,36	20	1/4	12	0	100		
2535-2550	26	41,88	20,02	1/4	59	0	100		
2550-2565	27	77,58	20,02	1/4	73	0	100		
2565-2580	28	26,85	10,03	1/4	107	0	100		
2580-2595	29	104,08	20	1/4	6	0	100		
2595-2610	30	77,16	20	1/4	esteril	0	0		
2610-2625	31	81,51	20,01	1/4	16	0	100		
2625-2640	32a	22,7	10,03	1/4	esteril	0	0		
2640-2655	32b	87,36	20,07	1/8	300	15	85		
2640-2655	33	107,86	20,04	1/64	300	30	70		
2655-2670	34	33,87	10,02		esteril	0	0		
2670-2685	35	106,87	20,08	1/4	125	2	98		

Tabela.6: Tabela mostrando o processo de amostragem, quartejamento e triagem do material do poço 1 MAS 12

1MAS 16

Intervalos (m)	Amostra	Peso Total	Fração Análisis	Fração Quart.	Especimes	N de Espécime		Diatomáceas	
						peneiras		peneiras	
						0,063	0,044	0,063	0,044
3552-3570	1	62,34	20,02	1/8	300	98	2		
3570-3588	2	18,62	10,05	1/4	26	90	10		
3588-3606	3	53,87	20,03	1/4	12	80	20		
3606-3624	4	32,78	20,07	1/4	6	0	100		
3624-3642	5	61,86	20,07	1/32	300	42	58		
3642-3660	6	55,21	20,01	1/4	65	20	80		
3660-3678	7	53,13	20,02	1/4	22	0	100		
3678-3696	8	54,16	20	1/4	esteril	0	0		
3714-3732	9	55,19	20,03	1/4	esteril	0	0		
3732-3750	10	54,32	20,02	1/4	esteril	0	0		
3750-3678	11	63	20,08	1/4	7	0	100		
3678-3786	12	56,7	20,01	1/4	esteril	0	0		
3786-3804	13	62,84	20,02	1/4	18	0	100		
3804-3822	14	62,62	20,01	1/4	8	0	100		
3822-3840	15	33,85	20,03	1/4	41	0	50		
3840-3858	16	14,47	10,04	1/4	esteril	0	0		
3858-3876	17	36,2	20,03	1/4	esteril	0	0		
3876-3894	18	48,57	20,05	1/4	esteril	0	0		
3894-3912	19	36,5	20,08	1/4	esteril	0	0		
3912-3930	20	18,64	10,04	1/4	esteril	0	0		
3930-3948	21	55,1	20	1/4	esteril	0	0		
3948-3966	22	53,93	20,01	1/4	esteril	0	0		
3966-3984	23	53,07	20,01	1/4	93	0	100		
3984-4002	24	42,55	20,04	1/4	esteril	0	0		
4002-4020	25	60,85	20,04	1/4	esteril	0	0		
4020-4038	26	59	20,04	1/4	esteril	0	0		
4056-4074	27	53,51	20,08	1/4	esteril	0	0		
4092-4110	28	43,88	20,08	1/4	esteril	0	0		
4110-4128	29	52,86	20,03	1/4	300	5	95		
4128-4146	30	53,14	20,02	1/4	8		100		
4146-4164	31	54,82	20,04	1/4	11	2	98		
4164-4182	32	62,23	20,02	1/4	5	0	100		
4182-4200	33	19,71	10,01	1/4	17	0	100		
4200-4218	34	52,87	20,01	1/4	8	0	100		
4236-4254	35	54,96	20,01	1/4	15	0	100		
4272-4290	36	56,77	20,08	1/4	esteril	0	0		

Tabela.7: Tabela mostrando o processo de amostragem, quartejamento e triagem do material do poço 1 MAS 16.

3.3 Processamento das amostras

3.3.1 Generalidades

As amostras constituem material básico para a pesquisa paleontológica, assim seu adequado manuseio e processamento reflete de modo direto à qualidade e quantidade dos fósseis resgatados nos depósitos analisados.

Deste modo para o sucesso da pesquisa foram tomadas medidas importantes visando à boa qualidade da fração biogênica extraída. Assim a metodologia aplicada no processamento das amostras constituiu-se em duas fases bem distintas, uma mecânica e outra química.

3.3.2 Métodos mecânicos

Nesta fase do processamento não foram utilizadas substâncias químicas para a análise do material. Este processo envolveu basicamente a secagem, pesagem e quarteamento das amostras, ou seja, a homogeneização do material amostral.

Assim as amostras dos poços 1 MAS 12, 1 MAS 16 da Bacia do Pará-Maranhão, e 1 MAS 3A, 1 MAS 4A, 1 MAS 15, 1 MAS 1 e 1 MAS 14 da Bacia de Barreirinhas foram primeiramente aquecidas em estufa a uma temperatura de 70°C para desumificação. Após a pesagem em balança de precisão o material foi quarteado e apenas uma pequena fração foi utilizada na análise. O restante do material foi armazenado em arquivo. Em seguida, a fração quarteada para análise foi homogeneizada, com peso em torno de 20g. (Tabelas de 1 a 7).

Este processo foi utilizado para todas as amostras. No entanto alguns níveis apresentaram peso abaixo de 20g. Assim nestas o peso da fração foi homogeneizado em torno de 10g. A finalidade da padronização do peso das amostras se deve para fins de análise quantitativa e estatística do material, importante para a utilização de parâmetros ecológicos, como distribuição, abundância e riqueza.

3.3.3 Métodos químicos

Em prosseguimento da análise do material a fração quarteada foi submetida ao processamento químico. Esta é uma fase importante da metodologia, devido ser nesta que se irá efetuar a desagregação do material sedimentar e a extração e limpeza da fração biodetrítica. Tendo em vista que os microfósseis silicosos estarem inseridos no interior da

matriz sedimentar, (Fig. 25) este processo tem que se mostrar eficiente para que o resultado final seja o melhor possível.

Hodekinson (1991) mostra que o processamento químico das amostras sedimentares pode ser dividido em dois grandes grupos:

- Um processo que extrai microfósseis de rochas sedimentares bem litificadas dissolvendo a matriz (por ação química dos reagentes).
- Um processo que separa partículas por dispersão física (desagregantes); método muito utilizado na preparação das amostras dos poços abordados no presente trabalho.

Deste modo nesta fase as amostras foram colocadas em copos de Becker de 500ml, com uma solução a 10% de H_2O_2 30V. Pesquisas como os de Burma (1964) recomendam o tratamento de H_2O_2 a um volume de 30% para oxidar a matéria orgânica presente nas amostras. No entanto no caso da presente pesquisa onde há grande quantidade de microfósseis piritizados esta não é recomendável, devido que pode provocar sérios danos a estes microfósseis. Assim explica-se o uso da solução a 10%, já que o uso de concentrações elevadas é recomendado apenas para amostras reconhecidamente pobres em microfósseis silicosos, substituídos por pirita.

A seguir, as amostras foram lavadas em água corrente evitando-se, no entanto jatos fortes para não danificar o material biodetrítico. Neste procedimento foi utilizada uma peneira de malha de 0,044mm para recuperação da fração biodetrítica. Após esta lavagem o material é colocado no interior dos copos de Becker com 200ml de água e adicionada uma colher de chá do defloculante hexametáfosfato de cálcio.

A amostra foi novamente aquecida em chapa elétrica até a solução ferver, sendo em seguida lavada em água corrente com uma peneira de 0,044mm. Após nesta fração é adicionada 200ml de água e colocada no aparelho de ultra-som, por 30 segundos para o desprendimento de impurezas do material.

Finalmente o material foi lavado em jogo de peneiras com malhas de 0,125, 0,063 e 0,044mm. Após o processo de lavagem foram realizadas a confecção de lâminas permanentes. Deste procedimento resultou um total de 214 lâminas que poderão ser observadas em microscópio óptico. Após a confecção das lâminas permanentes as amostras foram colocadas em cadinhos de porcelana e levadas a estufa para secagem a uma temperatura constante de 70°C.

O resultado final deste processo foi à obtenção de 642 amostras, estando estas divididas em 3 frações como citadas anteriormente. No entanto apenas as amostras referentes às frações 0,063 e 0,044mm perfazendo um total de 428 amostras foram quarteadas e triadas para a análise micropaleontológica.

3.4 Quarteamento do material amostral

A pesquisa micropaleontológica envolve a triagem de inúmeros espécimes de microfósseis. Assim por vezes a tarefa de triar amostras muito ricas em espécimes se torna uma tarefa extremamente penosa. Nesta pesquisa foi adotado o processo de quarteamento sucessivo das amostras até obter-se uma fração representativa. Deste modo quanto mais abundante for a fração biodetrítica presente nas amostras, mais vezes esta é quarteada, enquanto que se a amostra se mostrar pobre em microfósseis esta é quarteada uma única vez.

Assim se uma amostra se mostra abundante esta é quarteada sucessivamente a frações como 1/4, 1/8, 1/16 e 1/32 até chegar à fração na qual a amostra se torne representativa, (Tabelas 1 a 7). Na presente pesquisa em alguns níveis foi possível quartear as amostras até à fração 1/64, como alguns níveis dos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 12, (Tabelas 1, 2, e 3). O quarteamento do material é uma ferramenta importante, pois dá uma idéia da abundância de exemplares presentes em alguns níveis dos poços analisados.

3.5 Triagem do material biodetrítico

O processo de triagem em micropaleontologia é lento e minucioso e requer um bom treinamento do examinador. Neste os radiolários foram retirados da placa de metal com o uso do pincel fino sendo colocados em celas de papelão apropriadas para o uso micropaleontológico. Além da triagem dos radiolários foi identificada a presença de outros microfósseis como foraminíferos, espículas silicosas e ostracodes. Estes elementos poderão ser utilizados em pesquisas futuras. As diatomáceas tiveram sua ocorrência assinalada, sendo que foram triados os exemplares com melhor estado de preservação (Tabelas 1 a 7).

Os exemplares selecionados, foram submetidos à microscopia óptica e eletrônica. Nesta pesquisa não foram utilizados lâminas delgadas, devido ao fato de radiolários

cretáceos das bacias brasileiras se apresentarem normalmente substituídos ou recristalizados, dificultando o seu reconhecimento neste tipo de amostragem.

Neste processo de triagem foi utilizado o material retirado das peneiras de malha 0,063 e 0,044mm. Sendo triadas um total de 428 amostras que mostraram resultados surpreendentes, como por exemplo, no poço 1 MAS 14 em que mais de 95% da microfauna silicosa foi resgatada da peneira de malha 0,044mm. Este fato demonstra a importância do uso de peneiras com diferentes número de malhas para a pesquisa microfósseis silicosos.

No presente estudo a não utilização da peneira 0,044mm acarretaria uma perda significativa da representatividade dos microfósseis silicosos (radiolários). Tendo como resultado direto, que muitos níveis se mostrariam estéreis, afetando a interpretação micropaleontológica dos diversos níveis da bacia, alterando profundamente o resultado da pesquisa.

3.6. Análise colorimétrica dos radiolários

Nas amostras dos poços 1 MAS 3A a 1 MAS 16, foram observados que os esqueletos de radiolários apresentam-se por vezes substituídos por minerais carbonáticos.

No caso dos radiolários substituídos por calcita estes podem ser enriquecidos em ferro dependendo do ambiente diagenético e da sua composição química. Comumente os microfósseis calcitizados se apresentam sob a forma de calcita, calcita ferrosa, além de dolomita.

Para se definir a mineralogia dos esqueletos de radiolários encontrados nos poços analisados das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, foi realizado a análise colorimétrica Este método foi descrito por Friedman (1971) e Swanson (1981), com a utilização do corante orgânico Vermelho de Alizarina e Ferricianeto de Potássio. Esta solução após a sua reação química com o mineral carbonático se obtém as seguintes colorações:

MINERAL	COR RESULTANTE DA REAÇÃO
CALCITA	→ VERMELHA
CALCITA POBRE EM FERRO	→ VIOLETA
CALCITA RICA EM FERRO	→ ROXO
DOLOMITA SEM FERRO	→ NÃO REAGE

DOLOMITA FERROSA	→	AZUL FRACO
ANKERITA	→	AZUL FORTE

Para a análise colorimétrica do material, foram selecionados em torno de 10 a 15 % dos espécimes de cada nível com exceção dos radiolários piritizados. Estes depois de colocados em vidro de relógio e imersos no corante orgânico, mostraram distintas colorações, estabelecendo assim a composição química aproximada destes esqueletos. As variações mineralógicas registradas nos esqueletos analisados foram: calcita ferrosa, calcita e dolomita.

A análise colorimétrica nesta pesquisa mostrou-se como uma importante ferramenta na interpretação dos processos diagenéticos que atuaram na preservação destes esqueletos. A mineralogia presente nas amostras esta representada nos perfis diagenéticos (Fig. 16).

3.7 Fotomicrografias

Para o êxito do procedimento taxonômico a qualidade do material fotográfico utilizado nesta comparação é essencial. Assim a seleção e montagem dos exemplares nos stubs, constituíram o passo inicial para a análise fotográfica do material. Os exemplares escolhidos foram representativos dos seus níveis de ocorrência. Nas fotomicrografias foi possível observar o nível de preservação, além das pequenas estruturas e da morfologia do microfóssil.

As fotomicrografias obtidas neste processo se constituíram em um fator decisivo para a interpretação, tanto do ponto de vista taxonômico, como do grau de preservação e epigenia. Neste procedimento foram realizados três tipos de análises, fotomicrografias no microscópio óptico, fotomicrografia no MEV e análise de EDS.

3.7.1. Fotomicrografias no microscópio óptico

Na análise taxonômica dos radiolários, por vezes se torna imprescindível o estudo dos exemplares ao microscópio óptico. Para uma melhor observação das estruturas internas, foram utilizadas lâminas de vidro escavadas. As lâminas foram então preenchidas com glicerina sendo introduzidos nestas os esqueletos de radiolários para observação e obtenção de fotomicrografias. Como resultado desta fase da pesquisa, foi a obtenção em torno de 450 fotomicrografias, representativas dos níveis pesquisados.

O resultado prático deste procedimento é que foi possível observar importantes estruturas internas dos esqueletos de radiolários. Sendo este um importante fator na interpretação dos processos tafonômicos e análise taxonômica dos radiolários. É importante ressaltar que para alguns exemplares com avançado estado diagenético, só foi possível à sua identificação através das análises do microscópio óptico. Para alguns exemplares foi realizada a comparação entre as fotomicrografias do óptico e do MEV, como pode ser observado nas plates do material.

3.7.2 Fotomicrografias no microscópio eletrônico de varredura-MEV

Após a triagem e montagem das lâminas associativas, foram escolhidos os mais representativos exemplares de radiolários de cada nível. Estes foram colados em "stubs" e após a sua metalização levados ao MEV. Nesta etapa da pesquisa, foram obtidas em torno de 1400 micrografias.

As inúmeras fotos de detalhe retiradas mostraram estruturas que foram importantes para a interpretação taxonômica. Cabe salientar que estas foram igualmente importantes nos estudos tafonômicos da fauna silicosa (radiolários). De posse desta grande quantidade de material foi organizado um acervo fotográfico detalhado. Este acervo no procedimento taxonômico, foi utilizado comparando-o com as fotos disponíveis na literatura especializada internacional.

3.8 Análise por Espectrometria por Dispersão de Energia –EDS

Após o processo de tomada de fotomicrografias e análise colorimétrica, os resultados mostraram uma elevada diversidade mineralógica dos esqueletos. Exemplares representativos foram escolhidos e submetidos à análise de EDS.

De posse destas análises semiquantitativas, foi possível identificar a intenso processo de fossilização a que foram submetidos os esqueletos de radiolários nos diversos níveis. Os resultados mostraram, alguns tipos de fossilização até então ignoradas para os esqueletos de radiolários encontrados nas bacias da margem continental brasileira, como radiolários substituídos por Zeolita (Clinoptnolita).

3.9 Análise taxonômica

Para o presente estudo taxonômico utilizou-se a revisão sistemática proposta por De Wever *et al.* (2001). Esta publicação se torna importante na definição taxonômica pois apresenta um estudo detalhado sobre a sistemática do grupo.

As análises taxonômicas realizadas nesta pesquisa envolvem a comparação de fotomicrografias retiradas dos microscópios óptico e eletrônico com aquelas relacionadas à bibliografia especializada. Assim mais de 1400 fotomicrografias do MEV e 480 do microscópio óptico foram comparadas com a literatura especializada. Os espécimes identificados se encontram descritos no capítulo taxonômia.

3.10 Referencial estratigráfico

A distribuição vertical dos táxons identificados foi estabelecida com base nos dados disponíveis nas cartas cronoestratigráficas das referidas bacias. Cabe comentar que a bioestratigrafia atualmente reconhecida para as bacias tem como base a pesquisa de foraminíferos, palinomórfos e ostracodes. Estes estão baseados principalmente nos trabalhos de Noguti & Santos (1973), Regali *et al.* (1974) e Regali *et al.* (1985).

4 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DAS BACIAS DO PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS, MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA

4.1 Generalidades

Na porção equatorial da Margem Atlântica Brasileira, se inserem as bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, pouco conhecidas, de uma maneira geral. Apesar de seus aspectos geológicos terem sido estudados principalmente nas décadas de 60, 70 e início dos anos 80, falta muita pesquisa, para realmente termos um claro quadro de sua evolução e relação com a origem do Atlântico sul.

Para a presente pesquisa, a análise dos dados geológicos das bacias mencionadas foi realizada de maneira distinta para cada bacia, apesar de suas seqüências sedimentares e processos de deposição terem sido similares.

Deste modo, a análise geológica e a evolução tectono-sedimentar das referidas bacias serão realizadas de uma maneira geral individualizadas. Este fato permitirá evidenciar tanto os pontos em comum entre estas e àqueles que apresentam determinadas distinções, além de avaliar a gênese de ambas as bacias, inseridas em um quadro evolutivo do Atlântico Sul.

No âmbito da micropaleontologia, serão analisados os trabalhos pioneiros realizados na área da pesquisa. Estes de uma maneira geral tentavam traçar um perfil bioestratigráfico para estas bacias, bem como correlacionar as suas seqüências sedimentares.

Em termos gerais observa-se que estas bacias são praticamente desconhecidas quanto ao seu conteúdo micropaleontológico, principalmente no que diz respeito a microfósseis silicosos (radiolários). Assim a obtenção de novas informações em relação a fatores paleoceanográficos e paleoecológicos, pode auxiliar no entendimento da gênese destas bacias bem como no processo de evolução do Atlântico Sul.

4.2 BACIA DE BARREIRINHAS

4.2.1 Generalidades

A Bacia de Barreirinhas foi descoberta em 1959, de acordo com Pamplona (1969), quando trabalhos de gravimetria mostraram grandes anomalias que indicaram um pacote sedimentar alongado no sentido Leste-Oeste. A partir de então, perfurações realizadas nas décadas de 60 e 70 até meados dos anos 80 proporcionaram um grande impulso às pesquisas, nesta bacia.

Segundo Queiroz (1965), as pesquisas desenvolvidas na bacia neste período se concentraram principalmente na porção emersa da mesma. Assim com os dados então disponíveis, colocou-se em destaque sua grande potencialidade para a acumulação de hidrocarbonetos. Com estas informações a área foi definida, já neste período, como uma bacia Cretácea, com espesso pacote sedimentar, contendo rochas reservatórios e geradoras.

Tendo como base às pesquisas realizadas na porção emersa da bacia, Rezende & Araújo (1970) mencionam que o reconhecimento de sua extensão submarina se definiu através da sísmica de reflexão. Quanto à idade destes sedimentos, Pamplona (1969) comenta que são, em sua grande maioria, de idade cretácea (Albiano-Campaniano), podendo seu pacote sedimentar chegar a uma espessura máxima de 7.000m.

As pesquisas da seção marinha da bacia, segundo Amaral *et al.* (1972), começaram a ter um grande avanço com as perfurações submarinas e de fundo, iniciadas pela PETROBRAS em 1968 em águas rasas (em torno de 50m), posteriormente, de acordo com os autores, com a perfuração de poços com até 200m de lâmina d'água, sendo que os poços na plataforma Pará-Maranhão resultaram secos, ao passo que os poços da Bacia de Barreirinhas se revelaram subcomerciais.

4.2.2 Localização

A Bacia de Barreirinhas situa-se no litoral do Estado do Maranhão, entre os meridianos 41° 40 e 44° 00 Oeste. Com os limites estabelecidos, avaliou-se que a área total da bacia está em torno de 85.000 km², dos quais 72.000 km² corresponderia à parte submersa e em torno de 13.000 km² à porção terrestre, a qual abrange toda a planície costeira do Estado do Maranhão (Figs.2;3). Esta limitada a Leste pela cidade de São Luiz, medindo

aproximadamente 250 km de comprimento e 60 km de largura. A porção marinha compreende praticamente toda a plataforma marítima deste estado.

Por sua vez, Feijó (1994) menciona que a bacia situa-se na Margem Equatorial Brasileira, entre os meridianos 42° e 44° Oeste, possuindo seu limite leste no Alto de Tutóia, como a Bacia do Ceará, e prolonga-se para oeste na Bacia do Pará-Maranhão e os paralelos 2° e 3° Sul.

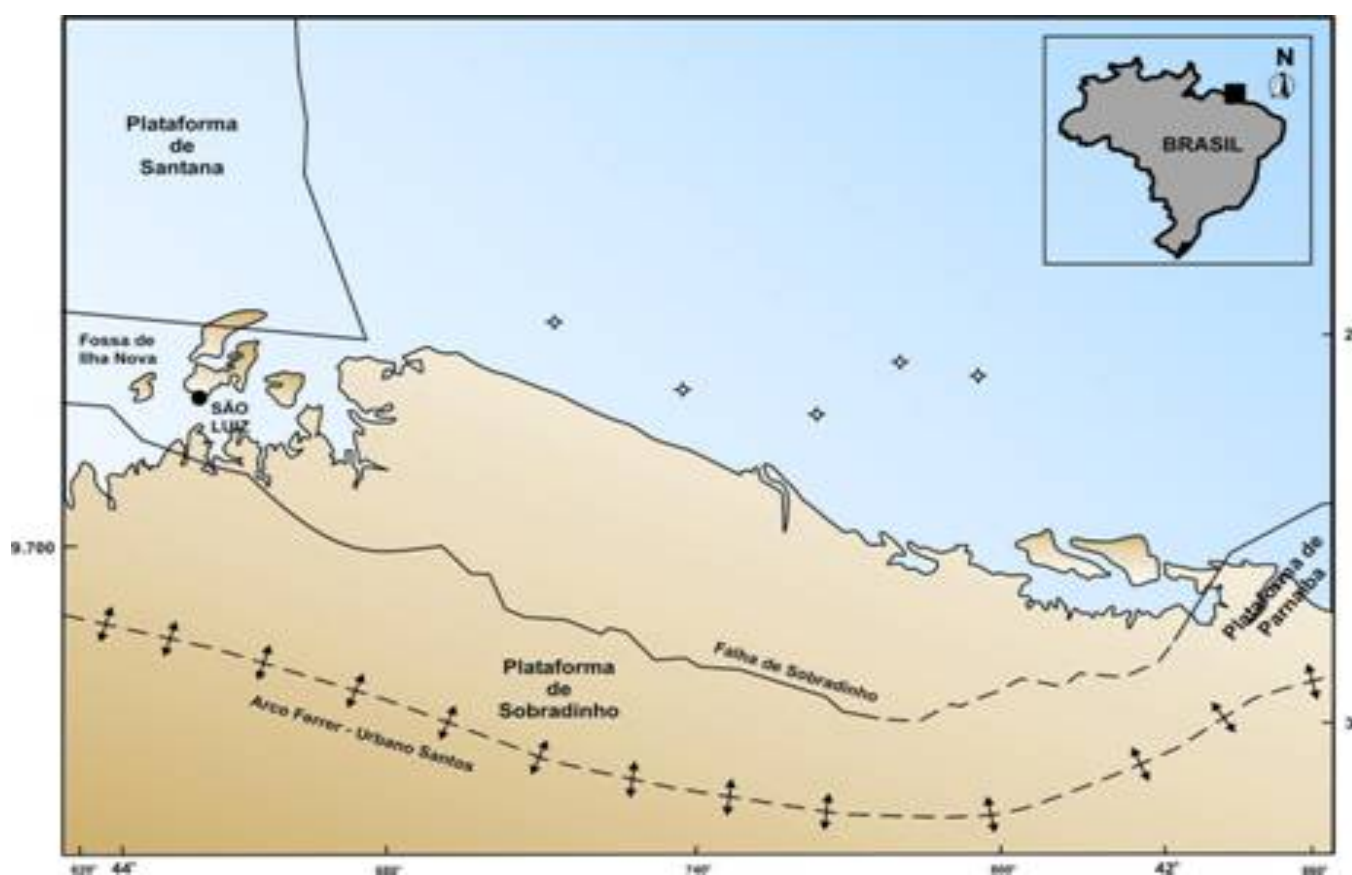


Figura 3: Mapa de localização da Bacia de Barreirinhas, as estrelas representam os poços analisados. (Modificado de Regali *et al.* 1985)

4.2.3 Evolução Tectono-Sedimentar

As informações a respeito da Bacia de Barreirinhas advêm essencialmente de dados de subsuperfície, permanecendo em vigor os conceitos estratigráficos emitidos por Pamplona (1969), com as modificações propostas por Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Feijó 1994), com

dados obtidos na faixa submersa da bacia. A gênese da Bacia de Barreirinhas, em se incluindo a sua história tectônica, tem relação direta com os processos deposicionais, os quais foram influenciados decisivamente pelo tectonismo da bacia como mostramos mapas (Figs. de 4 a 8).

Deste modo a origem da Bacia de Barreirinhas está diretamente associada à separação dos continentes Sul-americano e Sul-africano cujos mecanismos e evolução acham-se ligados aos conceitos de deriva continental e crescimento do assoalho oceânico. Segundo pesquisas de Asmus & Porto (1972), Szatmari *et al.* (1987) e Françolin & Szatmari (1987), esta teve a sua sedimentação iniciada no Eocretáceo, possivelmente durante o tempo Alagoas, sobre depósitos paleozóicos e trio-jurássicos remanescentes da Bacia do Parnaíba e Maranhão.

Estes fatos podem ser relacionados à separação da América do Sul e África como peça fundamental para o desenvolvimento da moderna tectônica de placas. De acordo com os autores, é observada a presença de estruturas compressionais na bacia, formadas durante o Cretáceo, no intervalo Aptiano superior ao Santoniano, com uma sedimentação predominantemente marinha, depositados discordantemente sobre rochas do Pré-Cambriano.

Assim, ao se referirem sobre a classificação tectônica da bacia, Asmus & Porto (1972) classificam-na como do tipo rifte e *pull-apart*. Por sua vez, Szatmari & Porto (1982 *apud* Figueiredo & Gabaglia, 1986) classificam-na como um rifte evoluindo para um sistema *pull-apart*. Aplicando o sistema de classificação de bacias, estes comentam que a Bacia de Barreirinhas, na sua evolução tectono-sedimentar difere fundamentalmente das demais bacias da costa leste e nordeste. Esta se refere principalmente a esforços transcorrentes gerados pelo deslizamento lateral das placas litosféricas.

As informações mostram que o desenvolvimento do arcabouço estrutural e estratigráfico da bacia foi basicamente controlado pelos eventos associados às fases de pré-fraturamento do continente Gondwana, associadas à evolução das placas Sul-americana e Sul-africana, entre o eocretáceo e o recente. Esta representada por sedimentos basais continentais aptianos, indicando que somente neste período iniciou-se a ruptura da faixa norte do continente sul-americano. Segundo esses autores, as feições estruturais mais importantes seriam as falhas do sistema equatorial de Saint Paul, Romanche e Chaim, ambas localizadas no limite norte da bacia.

Deste modo, no Aptiano, na porção do Oceano Atlântico Equatorial, iniciava-se a separação da África e América do Sul. Na área da bacia, os efeitos dessa ruptura

determinaram um levantamento regional da crosta, dando origem ao Arco Ferrer-Urbano Santos, seguido da tafrogenia que originou os “*grábens*” ou fossas de São Luiz. Esse fator levou Noguti (1967) a argumentar que a bacia apresenta tectonismo do tipo *gráben*.

As áreas entre as fossas e o Arco Ferrer-Urbano Santos, as plataformas de Sobradinho e Ilha de Santana, o Sinclinal menor e o complexo estrutural de Tutóia constituíram as plataformas estáveis onde se iniciou a deposição do Grupo Canárias, como foi observado em trabalhos de Rezende & Araújo (1970), Miura & Barbosa (1972) e Ojeda (1983). Outra importante característica geológica na área é o Arco Ferrer-Urbano Santos considerado fator limitante entre a bacia Cretácea de Barreirinhas e a bacia paleozóica do Parnaíba. Este arco corresponderia à fase “rifte” da costa norte brasileira, que controlou a primeira sedimentação na área.

No eocretáceo, ocorre uma acentuada atividade tectônica com intenso falhamento e sedimentação concomitantes, associada à fase de fraturamento do continente Gondwana. É relacionado a este período à deposição de mais de 6.000m de sedimentos clásticos e à formação do Grupo Canárias. À posterior erosão e subsequente transgressão marinha têm como resultado a deposição de espessa seqüência carbonática de plataforma e talude das formações Preguiças e Bonfim no Neocretáceo.

Com o soergimento e concomitante erosão regional, conseqüentemente ocorre à transgressão marinha no neocretáceo que cobriu toda a Bacia de Barreirinhas até o Terciário. Finalizando este processo temos o levantamento, erosão e subsequente deposição dos sedimentos neoterciários e quaternários na atual área emersa da bacia.

Desta maneira, com base em seus dados estruturais e estratigráficos, a Bacia de Barreirinhas pode ser dividida em vários estágios como pré-rifte, rifte, proto-oceânico e, oceânico, como veremos a seguir.

4.2.3.1 Estágio Pré-rifte

Asmus (1975,1981) propõe o estágio pré-rifte em seu modelo tectono-sedimentar para as bacias brasileiras, nestas incluídas as bacias de Barreirinhas e Pará-Maranhão. Estas informações estruturais e estratigráficas do Triássico-Jurássico, permitiram a reconstituição paleogeográfica de áreas primitivas nos sítios hoje ocupados por algumas bacias, entre elas a de Barreirinhas, (Fig.4). Asmus (1975) comenta que a seqüência pré-rifte, com o conhecimento da época, não estava perfeitamente reconhecida para a área da bacia.

No entanto, o autor reconhece a existência de elementos tectônicos nas fases iniciais de formação da bacia. Feijó (1994), adotando o conceito de estratigrafia de seqüências, reúne dois grupos de seqüências, as quais poderiam ser associadas ao estágio pré-rifte proposto por Asmus (1975,1981). Estas relacionadas à seqüência Pré-aptiana, com sedimentos paleozóicos até a seqüência Jurássica, definida pelo autor de clásticos grossos e finos flúvio-deltaicos do Grupo Mearim.

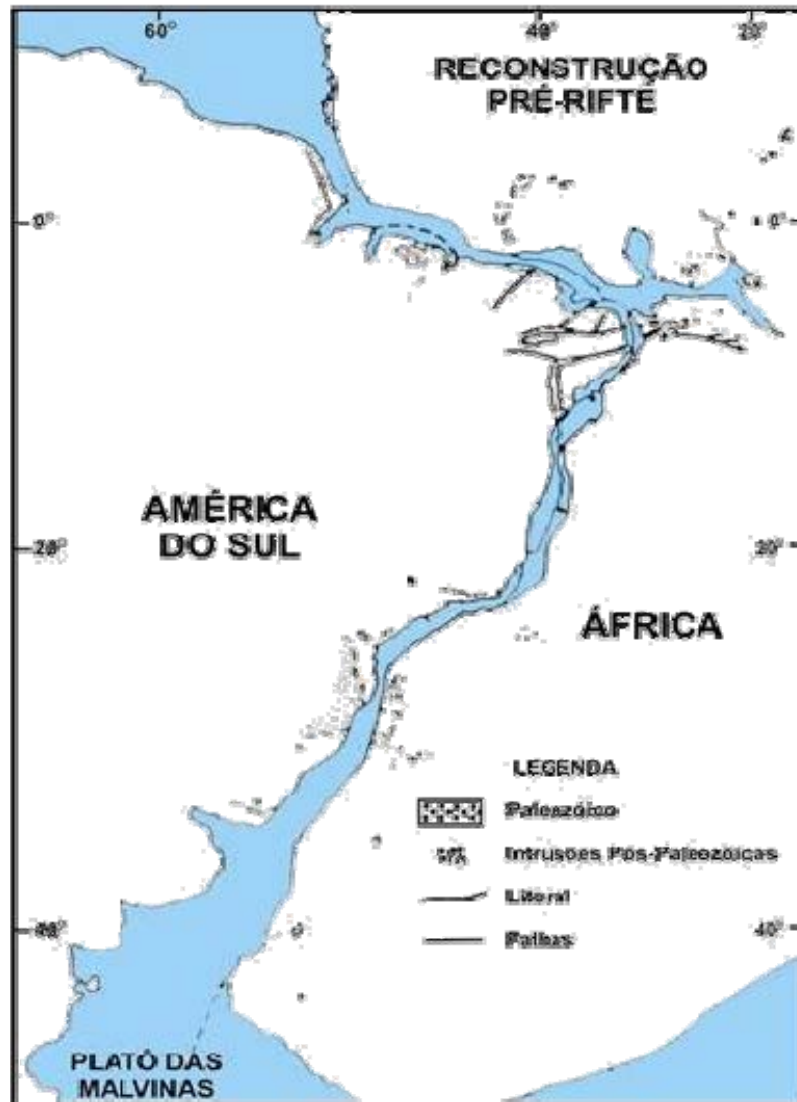


Figura 4: Mapa mostrando o contorno dos continentes sul-americano e africano, durante o Estágio pré-rifte. (Modificado de Françolin e Sztamari 1987).

4.2.3.2 Estágio Rifte

Estrella (1972), ao propor a divisão do Atlântico Sul em porção norte, centro e sul, inclui as bacias de Barreirinhas e Pará-Maranhão no tipo “*rift valley*”, localizando-as na porção norte, sugerindo que esse rifte estaria associado à expansão do assoalho oceânico. Da mesma forma, Figueiredo *et al.* (1983) comentam que a bacia Barreirinhas evolui de uma fase rifte inicial para uma fase transformante dominada por forças tectônicas (Fig 5).

Asmus (1981) caracteriza esta fase por intenso fraturamento com abatimento da crosta e por vulcanismo local. Regali *et al.* (1985) com as datações realizadas com base em palinomórfos, determinam esta fase como do intervalo Eoalbio. Os falhamentos paralelos ao eixo principal do soerguimento são encontrados blocos falhados escalonados do arco Ferrer, correspondentes à fase “*rift*” da bacia que controlou a sua primeira fase de sedimentação. Nesse sentido, a Bacia de Barreirinhas é citada como um exemplo de fase de fraturamento alongado do tipo rifte. Esta seguida de uma fase de transição caracterizada por extensos depósitos sedimentares transicionais (evaporitos, depósitos sedimentares clásticos e carbonatos) e, por fim, uma fase de migração caracterizada pelo basculamento generalizado para a bacia.

Esses depósitos sedimentares de idade Alagoas depositaram-se em ambiente continental parálico e marinho no sentido Oeste-Leste. O estágio rifte também é apontado por Cainelli (1985), observando que as bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, houve uma fase distensiva ou rift relacionada ao mosaico de falhas normais. Feijó (1994) relaciona a fase rifte à fase de margem passiva da bacia ou seqüência rifte correspondente à deposição flúvio-deltaica do Grupo Canárias.

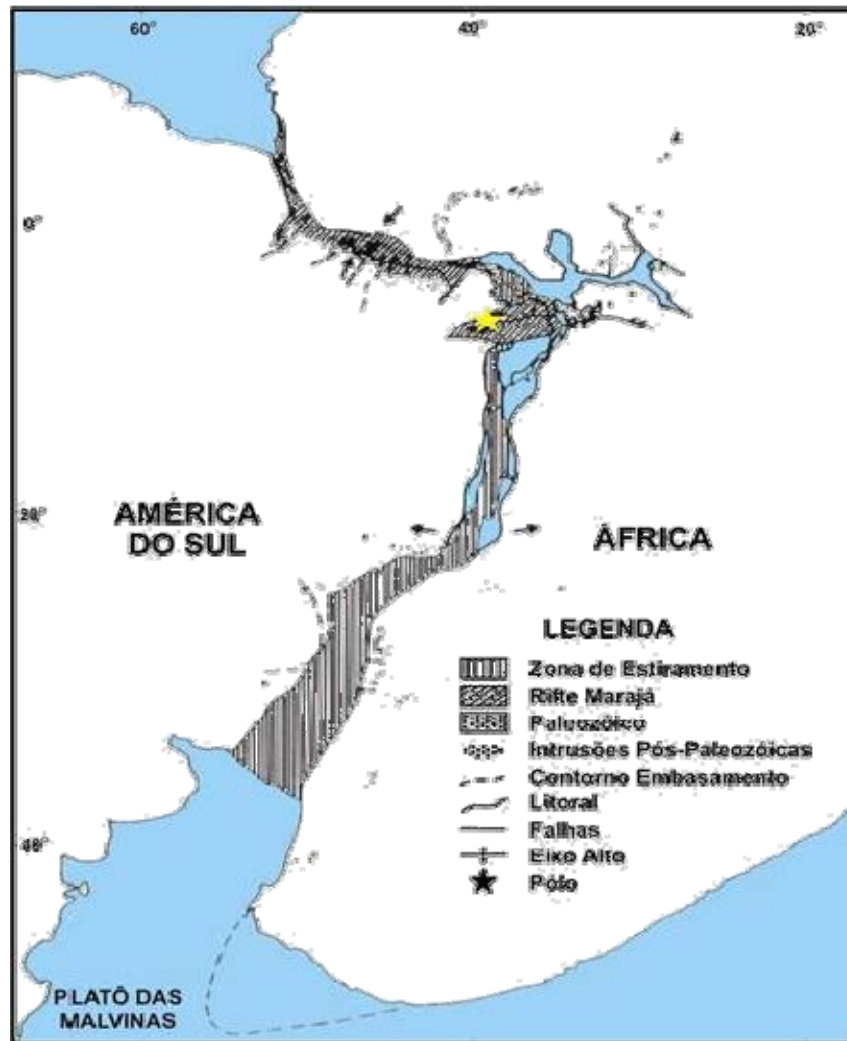


Figura 5: Mapa mostrando o contorno dos continentes sul-americano e africano, durante o Estágio rifte (Cretáceo Inferior). A área hachuriada mostra os esforços tectônicos que determinaram a formação da porção equatorial do Atlântico sul. (Modificado de Françolin e Sztamari 1987).

4.2.3.3 Estágio Proto-Oceânico

Este registro paleogeográfico para as bacias da margem equatorial, foi observado por Asmus (1981), mostrando uma condição flúvio-lacustrina do estágio “rifte”. Nesta fase ocorreram as primeiras ingressões marinhas na área, no Aptiano. Estas tomaram a forma de golfo que, em muitos locais, é caracterizada por depósitos evaporíticos. No entanto, estas características não são marcantes na bacia de Barreirinhas, (Fig.6). Regali *et al.* (1985) e Cainelli (1985) comentam que esse estágio é assinalado por uma discordância erosiva do Alagoas. Em que este é relacionado a processos transgressivos, caracterizando um ambiente marinho raso.

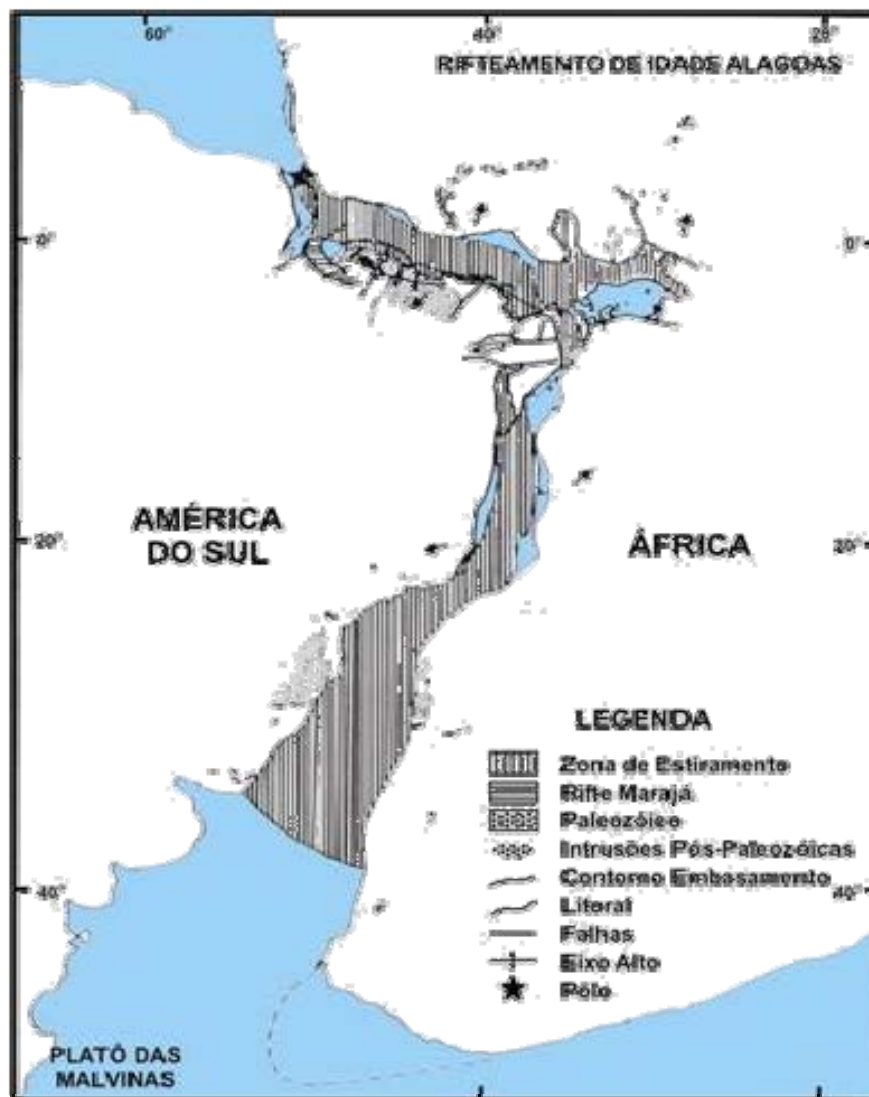


Figura 6: Mapa mostrando o Estágio proto-oceânico, relacionado à idade Alagoas (Cretáceo Inferior) à porção equatorial do Atlântico sul. (Modificado de França e Sztatmari 1987).

4.2.3.4 Estágio Oceânico

Esse estágio é apontado primeiramente por Pamplona (1969). Este relaciona o Grupo Caju a uma fase marinha para a bacia. Esta posição é reforçada posteriormente com as modificações propostas por Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Feijó 1994). Pamplona *et al.* (1972) caracterizam essa fase como do início do Cenomaniano, associado-a a uma grande transgressão marinha na bacia. Nogutti (1967), Asmus (1981) e Ojeda (1981) associam este período a instalação definitiva de condições oceânicas abertas nas bacias da Margem Equatorial, em especial na Bacia de Barreirinhas, (Figs.7,8).

Figueiredo & Gabaglia (1986) e Feijó (1994) relacionam este período da deposição de clásticos e carbonatos albo-cenomanianos do Grupo Caju, com o início da sedimentação marinha da bacia. Sugere-se que esse estágio prosseguiu até a deposição dos depósitos sedimentares do Grupo Humberto de Campos. Regali *et al.* (1985) datam a área da bacia como de idade neoalbiana e Cenomaniana (Figs.7,8), em que depósitos sedimentares albo-cenomanianos inferem claros indícios de transgressões para a área. Ojeda (1981) analisa que, no período Albiano-Cenomaniano, iniciou-se a migração continental com o crescimento da crosta oceânica. Nesta fase, configura-se definitivamente, as condições oceânicas na margem equatorial .

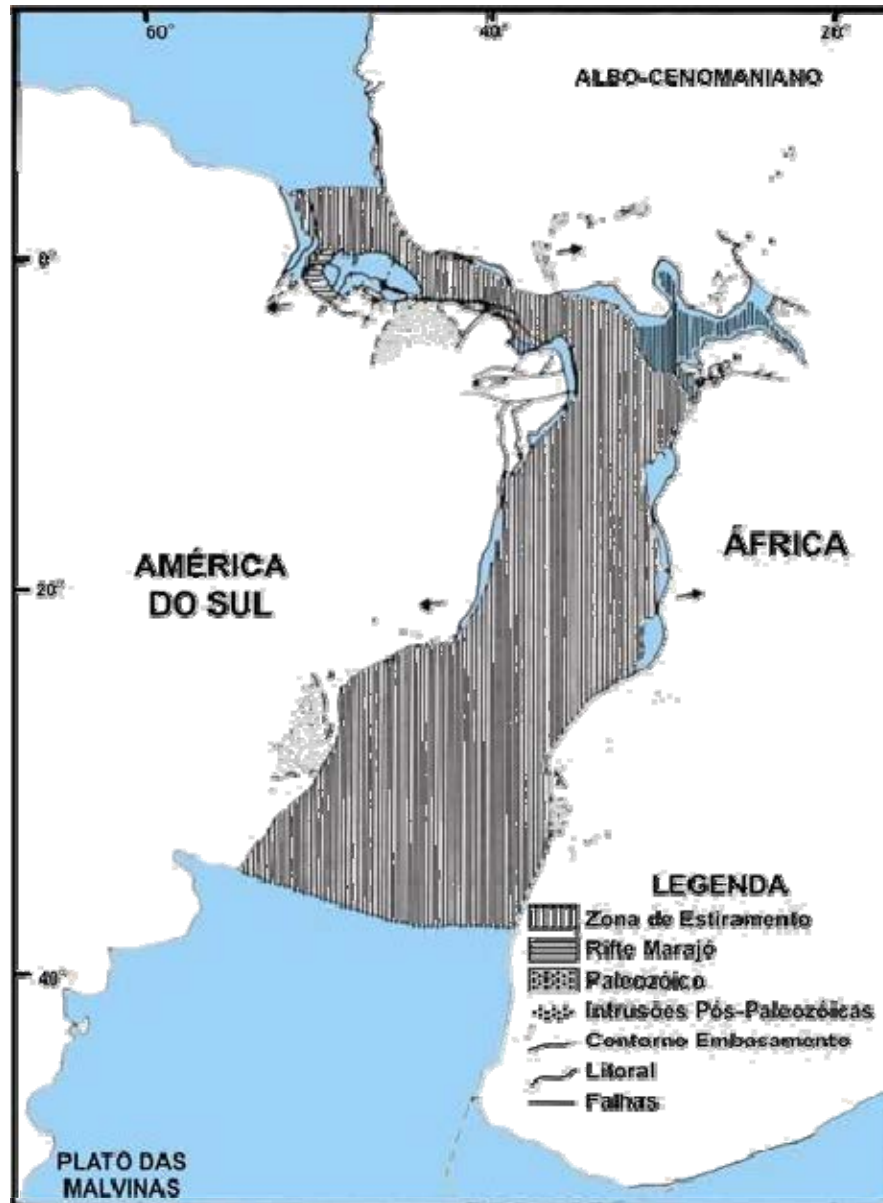


Figura 7: Mapa mostrando o Estágio Oceânico à área hachuriada mostra a porção equatorial do Atlântico Sul no intervalo Albo-Cenomaniano (Cretáceo médio). (Modificado de Françolin e Sztamari 1987).

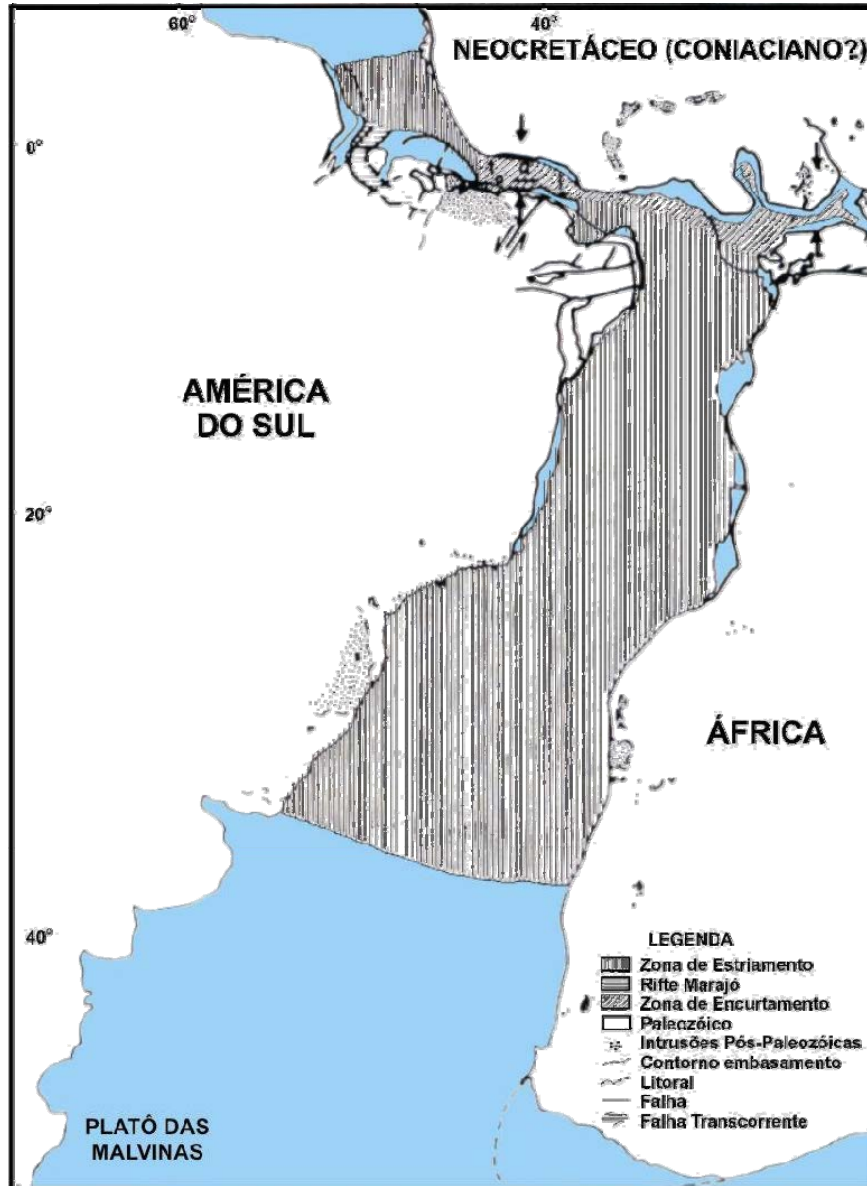


Figura. 8: Mapa mostrando o Estágio Oceânico à área hachuriada mostra a porção equatorial no intervalo Coniciano, mostrando a evolução do Atlântico Sul (Cretáceo Superior). (Modificado de Françolin e Szatmari 1987).

4.2.4 Estratigrafia

No final da década de 60, com base em pesquisas anteriores e de posse de novos dados estratigráficos da bacia, Pamplona (1969) estabeleceu a estratigrafia da Bacia de Barreirinhas. A bacia foi descoberta na década anterior através de trabalhos de gravimetria que evidenciaram a presença de grandes pacotes sedimentares no sentido leste-oeste na área.

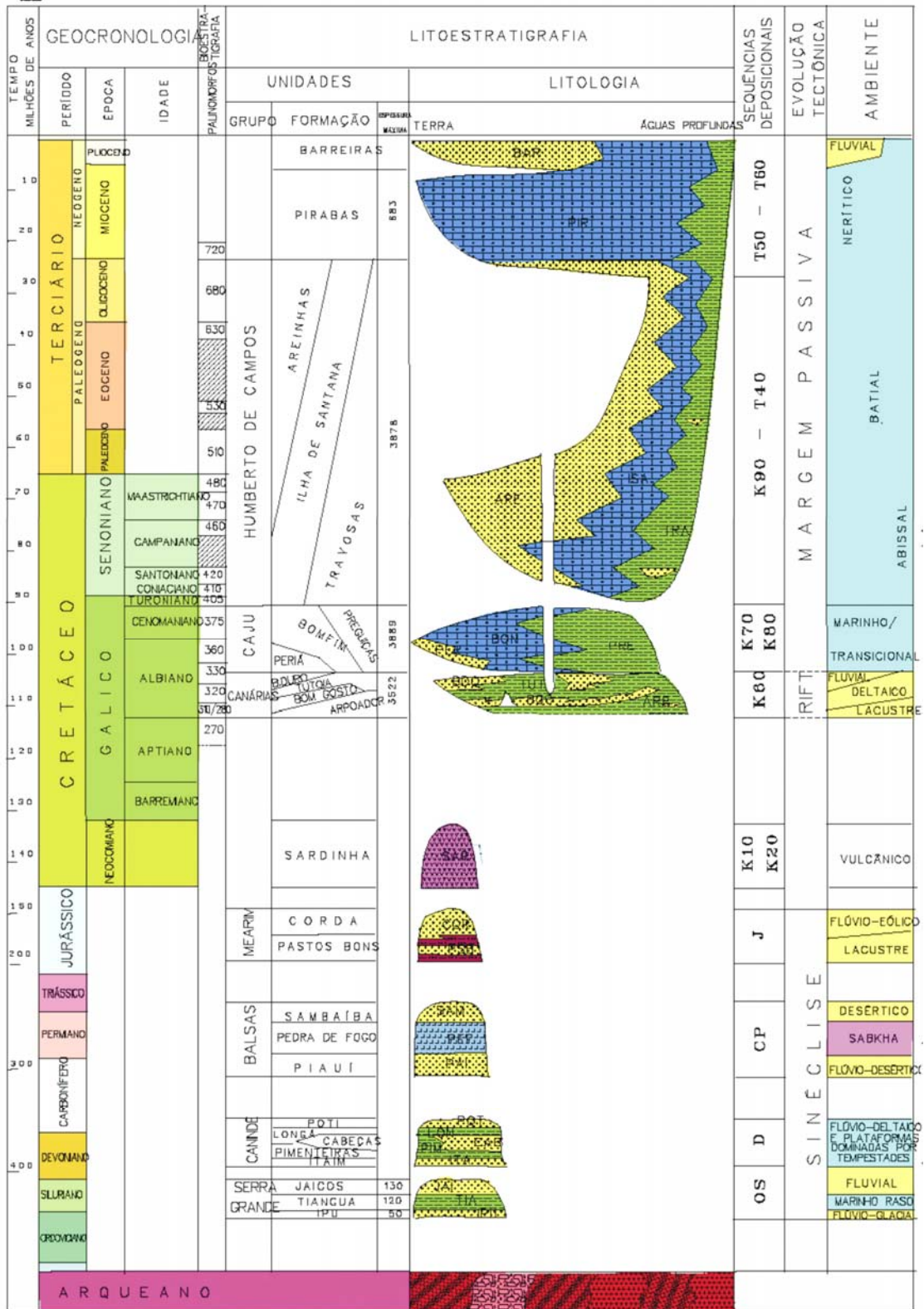
A partir de sua descoberta, e à medida que as perfurações prosseguiram, várias pesquisas foram realizadas na tentativa de se definir uma estratigrafia para a bacia. Os primeiros passos nesse sentido foram dados por Mesner & Woldridge (1964,a,b), que realizaram trabalhos sobre as bacias paleozóicas e cretáceas do Maranhão.

Pamplona *et al.* (1972) afirma que a origem da Bacia de Barreirinhas está diretamente associada à separação dos continentes americano e africano cujos mecanismos e evolução estariam ligados aos conceitos da deriva continental e crescimento do assoalho oceânico. Posteriormente, Noguti (1964 *apud* Queiroz, 1965) estabelece que a Bacia de Barreirinhas apresenta dois ciclos principais de sedimentação. Um deles caracterizado por sedimentação terrigena (Grupo Canárias) e outro por sedimentação carbonática (Grupo Caju), o que ficou fortemente evidenciado nas pesquisas de Noguti (1967).

Ludwig (1964 *apud* Queiroz,1965), apoiado em pesquisas anteriores e na análise da sedimentologia obtida, infere uma estrutura estratigráfica regional para a bacia. Com o avanço das pesquisas no local, foi possível traçar seu quadro estratigráfico. Este estudo focalizando tanto os seus principais grupos e as suas formações, bem como a sua evolução. No presente trabalho a análise estratigráfica se aterá apenas aos Grupos Canárias, Caju e Humberto de Campos.

Assim seguindo os objetivos iniciais propostos, a presente pesquisa também concentrará esforços no sentido de aprofundar a compreensão dos referidos grupos. Será abordado de modo superficial os grupos de posição estratigráfica mais antigas da bacia, tais como Serra Grande, Canindé, Balsas e Mearim. Da mesma forma como foram abordados nos tópicos anteriores os aspectos de sua origem, e o arcabouço estratigráfico da área de estudo serão analisados detalhadamente.

Carta Estratigráfica da Bacia de Barreirinhas



A.M.F.FIGUEIREDO et al., 1983

Figura. 9: Coluna Estratigráfica da Bacia de Barreirinhas (Modificado de ANP, 2004; www.anp.gov.br)

4.2.4.1. Grupo Canárias

O nome do grupo provém da ilha de mesmo nome situada no litoral do estado do Maranhão. Os estudos sedimentológicos visando à determinação dos ambientes deposicionais da seção de clásticos terrigenos foram iniciados por Ludwig (1964 *apud* Queiroz, 1965). Esse mesmo grupo fora proposto por Noguti (1964 *apud* Queiroz, 1965) que, mais tarde (Noguti, 1967), o descreve como constituído por sedimentação terrigena, composto por arenitos e folhelhos depositados sob depósitos sedimentares jurássicos.

Todavia, a determinação das zonas bioestratigráficas foi estabelecida por Lima (1971) e, posteriormente, Pamplona (1969) relaciona esta a um ciclo terrigeno. Pamplona *et al.* (1972) inferem para o Grupo Canárias a idade albo-aptiana. Figueiredo *et al.* (1983) comentam que o grupo foi formado por clásticos representando condições flúvio-deltaicas.

Cabe salientar que o Grupo Canárias compreende as Formações Arpoador, Bom Gosto, Tutóia e Barro Duro, estando também incluídos os membros Sobradinho e Caeté, (Fig. 9). A seguir são analisadas as formações deste grupo da Bacia de Barreirinhas.

4.2.4.1.1 Formação Arpoador

A Formação Arpoador é a unidade basal do Grupo Canárias, (Fig.9) que se assentou discordantemente sobre depósitos sedimentares pré-cretáceos e rochas do embasamento.

A formação é caracterizada, na sua base, principalmente junto às escarpas de falhas, por conglomerados, seguindo-se uma seqüência monótona de folhelhos cinza-escuros e pretos. Pamplona *et al.* (1972) mencionam ainda a presença de arenitos cinza-claros finos e silicificados, enquanto Feijó (1994), a define como principal característica do grupo os folhelhos escuros.

4.2.4.1.2 Formação Bom Gosto

O termo Bom Gosto provém da vila de mesmo nome situada à margem esquerda do Rio Bom Gosto, Estado do Maranhão. Essa formação é caracterizada por arenitos brancos a cinza-claros, médios a grosseiros, conglomeráticos e imaturos, intercalados com espessas seções de folhelhos. Pamplona (1969) relaciona estes a depósitos sedimentares de idade albiana.

Segundo Pamplona *et al.* (1972), as características destes depósitos sedimentares indicam que a unidade seria depositada por correntes de turbidez; sendo sotopostos aos folhelhos da Formação Tutóia.

4.2.4.1.3 Formação Tutóia

O nome Tutóia se deve ao poço estratigráfico perfurado na cidade de Tutóia, no litoral maranhense. Essa formação se caracteriza por uma seção maciça de folhelhos cinza-escuros a pretos, com a ocorrência esporádica de níveis de arenitos brancos finos, argilosos. De Bôer (1964 *apud* Queiroz, 1965) relacionou essa formação a depósitos sedimentares profundos, cuja presença indicaria uma fase marinha transgressiva na bacia.

Pamplona (1969) igualmente relacionou essa formação a uma idade albiana superior. A distribuição dos folhelhos Tutóia se relaciona as áreas relativamente baixas da bacia.

4.2.4.1.4 Formação Barro Duro

Essa formação tem seu nome relacionado à Vila de Barro Duro, na cidade de Tutóia, no litoral do Estado do Maranhão. Esta se caracteriza por uma heterogeneidade textural dos arenitos finos, grosseiros e conglomeráticos que se intercalam entre si. Esses arenitos constituem os depósitos sedimentares predominantes. Queiroz (1965) associa esses a depósitos sedimentares mais rasos da bacia, os quais a caracterizavam como arenitos arcoseanos de granulação fina a grosseira, intercalados com folhelhos cinza-esverdeados.

Pamplona (1969) define nesta formação dois membros, Caeté e Sobradinho. O primeiro caracterizado por intercalações e interlaminacões de folhelhos nos arenitos finos e o segundo, por pacotes espessos de arenitos. Esta formação finda o ciclo de sedimentação terrigena na bacia se iniciando após a influência marinha com a sedimentação carbonática.

4.2.4.2 Grupo Cajú

A denominação Caju provém da ilha de mesmo nome situada no litoral do Estado do Maranhão. Noguti (1964 *apud* Queiroz 1965) apresenta uma pesquisa em que se estabeleceram os Grupos Canárias e Caju; posteriormente, os trabalhos de Ludwig (1964 *apud* Queiroz, 1965) e De Bôer (1964 *apud* Queiroz, 1965) redefiniram a estratigrafia da Bacia de Barreirinhas, posicionando estratigraficamente o Grupo Caju .

Noguti (1967) posteriormente definiu o Grupo Caju como um grupo de sedimentação carbonática pelítica, cuja deposição teria se iniciado no intervalo Cenomaniano findando no Santoniano. Cabe salientar que o autor definiu o grupo com base em pesquisas realizadas na porção terrestre da bacia, na faixa costeira do Estado do Maranhão.

Pamplona (1969) formalizou o termo Caju, quando definiu a estratigrafia da bacia, para designar os depósitos sedimentares supracitados. Miurá & Barbosa (1972) relacionam o Grupo Caju à seção cretácea superior, predominantemente carbonática, a qual passa de calcarenitos a micritos em direção ao mar.

Beurlen (1982), em seu modelo paleobatimétrico, comenta que a seqüência carbonática da bacia foi depositada em ambiente de água rasa de plataforma superior a média. Os calcários, como também a sua ocorrência, são determinantes para indicar a sedimentação de águas rasas, o que pode ser correlacionado ao Grupo Caju. Assim, Beurlen (1982), relaciona a evolução paleoambiental do grupo, a um ciclo de sedimentação no intervalo Albiano em ambiente de águas rasas.

Regali *et al.* (1985), com base em datações por palinomórfos e foraminíferos planctônicos, situam o grupo em uma idade neoalbiana. Figueiredo *et al.* (1983), por seu turno, relacionam o Grupo Caju ao afogamento da área por águas oceânicas possivelmente provenientes do Atlântico Norte durante o Albiano. Como resultado deste processo tem-se a instalação de uma espessa plataforma carbonática.

O Grupo Caju compreende as formações Bonfim, Preguiças e Peria. Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Feijó 1994) relacionam o Grupo Caju a uma idade Albo-cenomaniana caracterizando-a como um ambiente marinho transicional.

4.2.4.2.1 Formação Preguiças

A denominação preguiças é oriunda do rio que banha a cidade de Barreirinhas. De Bôer (1964 *apud* Queiroz, 1965), com base em estudos de poços perfurados na porção terrestre da bacia dividiu a seção de calcários com margas intercaladas, em Formações Preguiças Inferior e Superior. Queiroz (1965) manteve a mesma definição dada por De Bôer (1964 *apud* Queiroz, 1965), indicando a presença da Formação Preguiças Inferior. Pamplona (1969) propôs apenas a denominação de Formação Preguiças, unificando as formações.

A principal característica desta unidade estratigráfica é que a mesma é representada por intercalações de gradações de camadas de calcilutitos, margas e folhelhos, também

relacionadas aos membros Paulino Neves, Mandacaru e Peria. Este último elevado à condição de formação.

Nesta formação foi encontrada uma fauna planctônica bem desenvolvida, representada principalmente por foraminíferos, calcisferulídeos e radiolários. Com base nesta biocenose, os depósitos sedimentares da Formação Preguiças são datados como sendo do Albiano Superior a Albo-Cenomaniano. Regali *et al.* (1985), tomando como base à datação por palinomorfos, inferem uma idade mesoalbiana para a formação.

O seu conteúdo superior com a Formação Bonfim é gradacional, tanto como o contato inferior sobreposta à Formação Barro Duro.

4.2.4.2.2 Formação Bonfim

A denominação Bonfim foi tomada do poço de mesmo nome situado à margem direita do Rio Carrapato, no litoral do Estado do Maranhão. No entanto no início da pesquisa estratigráfica da bacia, esta possuía outra denominação. Mesner & Woldridge (1964 a,b) designaram a seção carbonática da Bacia de Barreirinhas de Formação Barreirinhas, denominação mantida por Queiroz (1965). No entanto, o termo já era usado na nomenclatura estratigráfica da Bacia Amazônica.

Assim, Pamplona (1969) propôs a formalização de Formação Bonfim para nomear esta seção sedimentar, onde há uma predominância de sedimentação terrígena sobre a química, com gradações de calcarenitos e calcilutitos e margas e arenitos. O autor observou que estes depósitos sedimentares são ricos em formas planctônicas. No entanto ocorrem comumente foraminíferos bentônicos que permitiram a associação desta seção ao Cenomaniano.

A unidade adelgaça-se para o sul e para o leste, sendo truncada pela erosão pré-Humberto de Campos. A formação possui os membros Rio Novo, Anincas, Ilha Nova e São João, que não serão analisadas na presente pesquisa. Pamplona *et al.* (1972) relacionam uma grande transgressão marinha na bacia neste período. Posteriormente Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Feijó 1994) relacionaram esta a um ambiente marinho.

4.2.4.2.3 Formação Peria

O termo Peria provém do rio de mesmo nome, que banha a cidade de Humberto de Campos, no flanco ocidental da bacia. De Bôer (1964 *apud* Pamplona, 1969) relacionou a

Formação Peria à seção argilo-carbonática que se desenvolveu nas plataformas rasas da bacia, estratigraficamente sotopostas aos carbonatos do Grupo Caju e sobrepostas aos clásticos do Grupo Canárias.

Pamplona (1969) propôs a formalização dessa unidade na categoria de membro da Formação Preguiças. Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Feijó1994) mostram que esta foi redefinida, sendo retirada do Grupo Canárias e colocada no Grupo Caju como Formação Peria.

A característica principal da formação reside no fato de ser constituída principalmente por folhelhos cinzentos com calcarenitos. As poucas datações biostratigráficas disponíveis nesta seção levaram Regali *et al.* (1985) a apontar uma idade neoalbiana. Queiroz (1965) e Feijó (1994) associam a deposição desses depósitos sedimentares a um ambiente marinho raso. É nessa formação que se inicia a deposição sedimentar homogenia global por toda a bacia, que proporcionará a constituição das Formações Bonfim e do Grupo Humberto de Campos.

4.2.4.3 Grupo Humberto de Campos

A denominação Humberto de Campos provém da vila de mesmo nome, situada à margem esquerda do Rio Peria, no litoral do Estado do Maranhão. Queiroz (1965) comenta que esse grupo repousa discordantemente sobre a Formação Barreirinhas (Bonfim), considerado por ele como o último pacote cretáceo da Bacia de Barreirinhas, vinculando sua deposição ao tectonismo ocorrido após a deposição da Formação Bonfim.

Pamplona (1969) propôs a formalização dessa denominação ao pacote sedimentar constituído por camadas de calcarenitos bioclásticos, calcilutitos, arenitos de cor creme-clara a creme-escura, margas e folhelhos com material orgânico, carbonizado, piritoso. Quanto à paleontologia esta apresenta a predominância de formas planctônicas sobre as bentônicas.

Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Feijó, 1994) mencionam que o Grupo Humberto de Campos foi destacado do Grupo Caju onde tinha sido incluído como formação por Pamplona (1969). Foram identificados os membros Areinhas, relacionado aos depósitos sedimentares clásticos mais grossos e o membro Ilha de Santana identificando os carbonatos de alta energia. No entanto, Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Feijó, 1994) comentam que esses membros foram promovidos à formação, sendo ainda definida a formação Travosas.

Essa formação é formada por folhelhos escuros e arenitos finos intercalados, sotopostos e lateralmente situados aos carbonatos da Formação Ilha de Santana. A formação foi depositada em ambiente marinho profundo de ambiente batial a abissal. Regali *et al.* (1985) indicam uma idade do Turoniano ao Oligoceno a esse grupo com base em palinomorfos.

4.2.4.3.1 Formação Areinhas

A designação dessa formação está relacionada ao poço perfurado na vila de mesmo nome, no município de Primeira Cruz, Estado do Maranhão. Essa formação está representando a seção basal do Grupo Humberto de Campos. O seu reconhecimento se dá pela presença de pacotes maciços de arenitos finos e intercalações de folhelhos, siltitos e calcilitos. Seu caráter litológico permitiu a Pamplona (1969) propor sua inclusão como membro, relacionando uma idade do Turoniano ao Santoniano com base em estudo de palinomorfos para esta formação.

Após a revisão estratigráfica da bacia, Figueiredo *et al.* (1982 apud Feijó 1994) observaram uma idade do Campaniano superior ao mioceno para estes sedimentos, e inferindo que seu contato inferior é discordante com a Formação Bonfim (Fig.9). O contato Superior com a Formação Ilha de Santana é concordante e gradacional, de acordo com Pamplona (1969).

4.2.4.3.2 Formação Ilha de Santana

O nome Ilha de Santana foi dado devido ao poço perfurado na ilha de mesmo nome, situada no litoral do Estado do Maranhão. A litologia desta formação é caracterizada pelas intercalações de folhelhos, margas, calcarenitos e calcilitos, sendo que esses depósitos sedimentares desenvolveram-se nos flancos Leste e Oeste da bacia. Pamplona (1969) relaciona uma idade do Turoniano ao Santoniano com base em pesquisas palinológicas, para essa formação. Figueiredo *et al.* (1982 apud Feijó 1994) em sua revisão estratigráfica mostram uma distribuição do Turoniano ao Mioceno, (Fig. 9).

4.2.4.3.3. Formação Travosas

Essa formação foi definida com base nas modificações propostas por Figueiredo *et al.* (1982 apud Feijó, 1994), os quais identificaram folhelhos escuros e arenitos finos intercalados

e lateralmente situados aos carbonatos da Formação Ilha de Santana. Segundo os autores, essa formação se encontra localizada nas porções mais distais da bacia, relacionando-a a ambientes marinhos profundos batiais e abissais.

Regali *et al.* (1985), com base em estudos de palinomorfos, dataram essa formação como de idade do Turoniano ao Oligoceno. Nesse sentido, cabe salientar que os estudos nessa bacia ainda são escassos e que várias áreas ainda carecem de mais pesquisa.

BACIA DO PARÁ-MARANHÃO

4.3.1 Generalidades

A Bacia do Pará-Maranhão, ao contrário da Bacia de Barreirinhas é composta por depósitos sedimentares inteiramente submersos. Nesse caso, só se pode contar com dados de subsuperfície. Com base no sistema classificatório de bacias de Kleme (1971 *apud* Asmus & Porto, 1972), a Bacia do Pará-Maranhão é classificada como uma bacia do tipo rifte e *pull-apart*, posteriormente, Szatmari & Porto (1982) a situaram como um rifte evoluindo para um sistema *pull-apart*, (Quadro 1).

IDADE	BACIA	CLASSIFICAÇÃO E ESTILO TECTÔNICO	
		ASMUS & PORTO (1972) - (Termos do Klemme, 1971)	SZATMARI & PORTO (1982)
CENO-ZÓICO	Pantanal Bananal	—	Intracratônico de interior remoto
	Paraíba	—	Rifte
MESOZÓICO	Acre	II	Intracontinental cratônica da antefossa andina
	Tacutu Marajó Recon./Tucano	III	
	Barreirinhas Potiguar Sergipe/Alagoas Bahia Sul Espírito Santo Campos Santos Pelotas	III - IV	Rifte evoluído para <i>pull apart</i>
PALEOZÓICO	Paraná Maranhão Médio e baixo Amazonas	I	
	Alto Amazonas	I	Intracratônica de interior próximo - efeitos orogênicos hercínianos
PROTERO-ZÓICO	Bambuí (São Francisco)	—	Intracontinental cratônica da antefossa brasileira

Quadro 1. Classificação propostas para as bacias brasileiras (Modificado de Szatmari & Porto 1982).

Amaral *et al.* (1972) comentam que as perfurações de fundo na margem continental brasileira se iniciaram em 1968, em águas rasas. Os poços perfurados na plataforma do Pará-Maranhão resultaram, até aquele momento, secos, o que de certo modo freou o avanço da pesquisa petrolífera nessa bacia. Brandão & Feijó (1994) esclarecem que, pelo fato de ser inteiramente submersa, somente os dados de subsuperfície forneceram subsídios para as pesquisas.

Ao todo foram perfurados 29 poços nesta bacia. Estes juntamente com 45.500 km de seções sísmicas forneceram importantes dados para as pesquisas. Foi evidenciado o reconhecimento de três grupos que, pela similaridade litológica e estratigráfica, receberam as mesmas denominações da vizinha Bacia de Barreirinhas. Assim, a coluna estratigráfica adotada foi àquela definida por Pamplona (1969). Posteriormente, Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Brandão & Feijó, 1994), introduzem modificações na coluna, bem como com as revisões posteriores de Cainelli *et al.* (1986) e Brandão (1990 *apud* Brandão & Feijó, 1994). Segundo Zanotto & Szatmari (1987), os primeiros registros mostram que os depósitos sedimentares da bacia datam do Eocretáceo (Andar Alagoas superior datado por Regali *et al.* (1985) com base em palinomorfos). Outro fato importante foi mencionado por Zembruski & Kiang (1989), que caracterizam a Bacia do Pará-Maranhão como possuindo um baixo valor de gradiente geotérmico.

Koutsoukos & Brito (1987) relatam que a Plataforma do Pará-Maranhão é caracterizada, com base em foraminíferos *Globigerinelloides spp*, como de idade Eo-Mesoalbian, relacionando-a a um ambiente nerítico raso médio.

4.3.2 Localização

A Bacia do Pará-Maranhão localiza-se na margem Equatorial Brasileira, entre os meridianos 47^o e 44^o Oeste, perfazendo um total de 48.000km², estando inteiramente submersa (Fig.10). Nesse ponto, quanto à área total da bacia há algumas divergências. Zanotto & Szatmari (1987) comentam que a bacia é limitada a NE pela cota batimétrica de 200m e a SE pela Bacia de Barreirinhas, a NW pela Bacia da Foz do Amazonas e a SW pelo embasamento raso da plataforma do Pará-Maranhão, cobrindo um total de 25.000 km² em área totalmente submersa.

Cainelli (1985), por sua vez, argumenta que a Bacia do Pará-Maranhão abrangeria uma área total de 80.000km², sendo 54.000km² de plataforma de embasamento raso e

26.000km² de área prospectável. Assim esta área seria em torno de 80.000km², se incluída a porção do embasamento raso. Já Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Brandão & Feijó, 1994), indicam uma área de 48.000km².

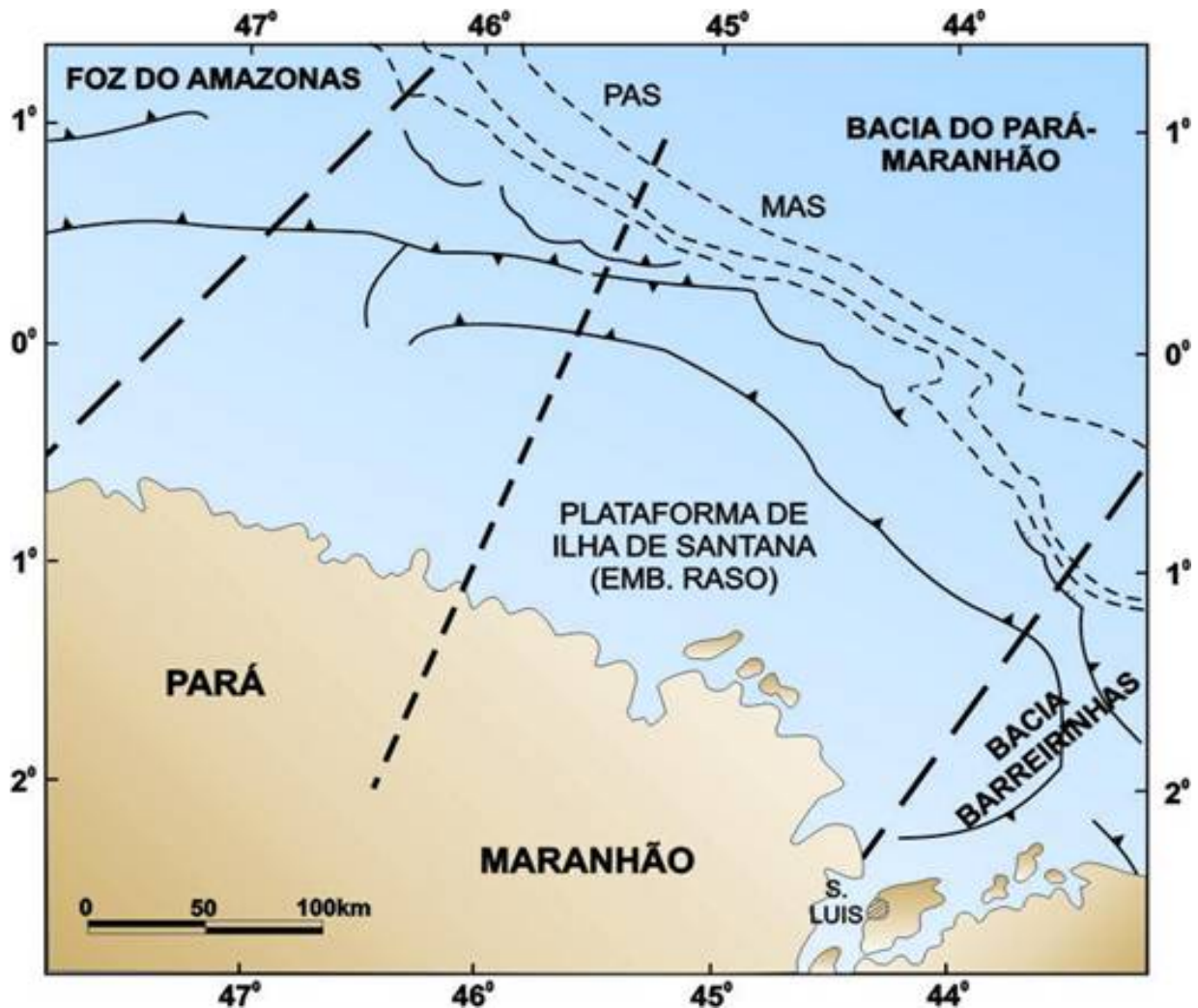


Figura 10: Mapa de localização da Bacia do Pará-Maranhão (Modificado de Regali *et al.* 1985)

4.3.3 Evolução Tectono-Sedimentar

Para Figueiredo & Gabaglia (1986), a evolução tectono-sedimentar das bacias da Margem Equatorial no qual se incluem as Bacias de Barreirinhas e do Pará-Maranhão (Figs. 4,8), diferem daquelas da costa leste e nordeste (até a sub-bacia de Mundaú). No que diz respeito a sua tectônica, formada no Eocretáceo Tardio (Aptiano). Asmus (1981) relacionou o surgimento da Bacia do Pará-Maranhão aos esforços distensivos ocorridos no período

Jurássico. Os esforços compressoriais que ocorreram no Cretáceo inferior (neocomianiano) provocaram como resultando o Arco Guama-Ferrer-Urbano Santos.

Neste período os esforços extensionais são relacionados à abertura do Atlântico Sul, em que teriam ocorrido os primeiros registros sedimentares da bacia, com a rápida deposição de clásticos terrígenos. Sendo estes depósitos, observados no preenchimento de grábens e semigrábens.

No albcenomaniano, prossegue a separação dos continentes num sistema *pull-apart*. Como consequência há a deposição de carbonatos de plataforma. Assim no intervalo compreendido entre o Cretáceo Superior ao Terciário, ocorre a separação total dos continentes. As informações estruturais e estratigráficas da Bacia do Pará-Maranhão fornecem dados que podem relacioná-la às fases que culminaram com a separação dos continentes Africano e Sul-americano. Segundo Françolin & Szatmari (1987), Zanoto & Szatmari (1987) e Szatmari *et al.* (1987), o surgimento das bacias da margem equatorial brasileira, inicia-se pela separação dos continentes Sul-americano e Africano.

Asmus (1981) relacionou vários estágios para explicar a evolução tectono-sedimentar das bacias da Margem Atlântica Brasileira, nos quais pode ser inserida a Bacia do Pará-Maranhão.

4.3.3.1 Estágio Pré-rifte

Asmus (1975,1981) esclarece que a separação dos continentes Africano e Sul-americano compreende importantes fases tectônicas. Esse estágio está relacionado à reconstituição geográfica de áreas primitivas ocupadas atualmente por diversas bacias como a do Pará-Maranhão. Asmus (1981), observa que, no Jurássico, a área era contígua com as grandes bacias do paleozóico do Parnaíba e do Amazonas e adentrava parcialmente no continente Africano.

Zanotto & Szatmari (1987) argumentam que esse primeiro estágio não é nitidamente reconhecido para as Bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, cujos depósitos sedimentares teriam sido depositados entre os andares Alagoas e Albiano. No entanto, os autores relatam que os primeiros registros sedimentares dessa bacia datam, segundo Regali *et al.* (1985), da zona palinológica conhecida como P.270, relacionada ao andar Alagoas.

4.3.3.2 Estágio Rifte

Asmus (1975,1981) caracteriza esse estágio por abatimento da crosta e localmente por eventos de vulcanismo. Ojeda (1981) associa essa fase a um período lacustrino, controlado por estruturas do tipo gráben. O registro sedimentar, consiste principalmente em clásticos finos a grosseiros de origem flúvio-deltaica a lacustrina, que podem ser relacionados à fase de sedimentação do Grupo Canárias. Cainelli (1985) relaciona essa fase na Bacia do Pará-Maranhão à fase distensiva da bacia, relacionada ao afinamento crustal, com intenso processo de falhamentos e a formação de grábens.

Zanotto & Szatmari (1987) relacionam essa fase a uma intensa sedimentação de clásticos flúvio-deltaicos. Esta é caracterizada na vizinha bacia de Barreirinhas por um poço pertencente ao Grupo Canárias, de acordo com proposta formulada por Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Zanotto & Szatmari, 1987). Brandão & Feijó (1994) relacionam este estágio à seqüência k-60, correspondente aos clásticos continentais e neríticos eoalbianos do Grupo Canárias que, conforme os autores, foram depositados no rifte precursor do Oceano Atlântico.

4.3.3.3 Estágio Proto-Oceânico

Essa fase, por vezes, é indicada por Asmus (1981) como um estágio caracterizado pela sedimentação flúvio-lacustrina, considerada entre pós-rifte e as primeiras ingressões de um oceano ainda incipiente. Ojeda (1981) situa esse estágio como uma fase de migração, que considera como do Albiano ao Recente, sendo caracterizada, em parte, por condições oceânicas abertas na margem equatorial.

Cainelli (1985) relaciona esse à subsidência térmica causada pelo resfriamento das placas, representada por uma sedimentação clástico-carbonática. Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Brandão & Feijó 1994) mostram uma fase transicional representando o Grupo Caju, caracterizado por um ambiente nerítico restrito de idade albo-cenomaniana.

4.3.3.4 Estágio Oceânico

Asmus (1981) associa esse estágio às condições oceânicas francas da qual evoluíram durante a geração do piso oceânico. Este pode ser relacionado ao período em que ocorre principalmente a deposição carbonática da bacia. Esse estágio igualmente pode ser relacionado à fase de migração na qual, segundo Ojeda (1981), se instalam finalmente as condições oceânicas na margem equatorial.

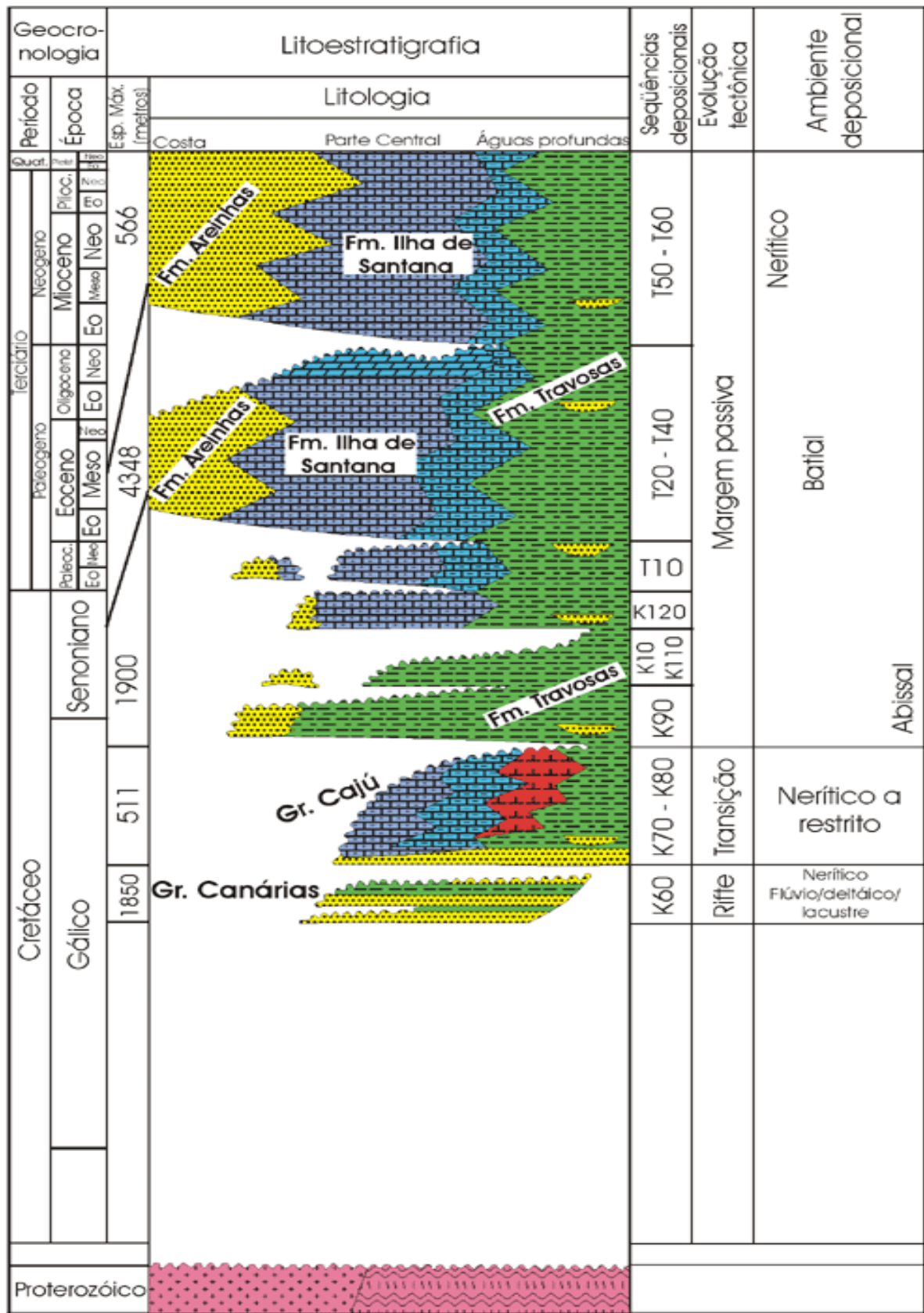
Cainelli (1985) relaciona essa mega-seqüência pós-rifte do Albiano ao Recente. O autor caracteriza o período compreendido pelos intervalos Turoniano-Santoniano, como francamente marinho. Assim como a passagem do Campaniano-Maestrichtiano, marcada por uma sedimentação tipicamente marinha. Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Brandão & Feijó 1994), relacionam que na fase de margem passiva, há condições francamente oceânicas na bacia, estas relacionadas ao Grupo Humberto de Campos, de idade Cenomaniana ao Recente.

4.3.4 Estratigrafia

A Bacia do Pará-Maranhão, segundo Brandão & Feijó (1994), possui grande similaridade litológica e estratigráfica com a vizinha bacia de Barreirinhas, como enfatizado anteriormente. Desse modo, esses dados são aplicados à coluna estratigráfica definida por Pamplona (1969), com as modificações introduzidas por Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Brandão & Feijó, 1994). Da mesma forma, Brandão (1990 *apud* Brandão & Feijó, 1994) sintetiza o conteúdo de cada grupo estratigráfico, através de uma completa análise integrada com a vizinha Bacia da Foz do Amazonas.

No entanto, em se comparando as respectivas cartas estratigráficas das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, nota-se que as unidades litoestratigráficas mais antigas, como as Formações Sardinha, Corda, Pastos Bons, estão ausentes na carta estratigráfica da Bacia do Pará-Maranhão, (Fig. 11).

Assim também como as formações integrantes dos Grupos Canárias e Caju estão ausentes na carta estratigráfica da bacia. Apenas no Grupo Humberto de Campos as formações são correspondentes entre as duas bacias. Observa-se, ainda, que as formações de idade terciária, como Pirabas e Barreiras, estão ausentes na carta estratigráfica da referida bacia, sendo ocupadas pelas formações cretáceas do Grupo Humberto de Campos. Nesse sentido, passa-se a analisar cada um desses grupos.



Modificado de Boletim de Geociências da Petrobras, no. 1, vol. 8, 1994.

Figura. 11: Coluna estratigráfica da Bacia do Pará-Maranhão. (Modificado de ANP, 2004; www.anp.gov.br)

4.3.4.1. Grupo Canárias

O Grupo Canárias é caracterizado por um arenito cinza-claro, fino a grosso, síltico cinza a castanho-avermelhado e folhelho cinza-médio a esverdeado. O grupo pode ser relacionado à fase de fraturamento denominada por Ojeda (1981), tanto para a Bacia de Barreirinhas como para a do Pará-Maranhão. Este enfatiza que o registro sedimentar consiste principalmente em clásticos finos a grosseiros de origem flúvio-deltaico-lacustrina.

Cainelli (1985) caracteriza este grupo na bacia como uma mega-seqüência caracterizada por clásticos grosseiros de leques aluviais de um sistema deltaico. Segundo o autor este mostra influência marinha na sua porção superior. O Grupo na Bacia do Pará-Maranhão se encontra indiviso, não possuindo formações, conforme carta estratigráfica (Fig.11). Igualmente Brandão & Feijó (1994) relacionam a deposição desse grupo a leques deltaicos em ambiente marinho.

4.3.4.2 Grupo Caju

O Grupo Caju, assim como o Grupo Canárias se apresenta indiviso na bacia sem a presença de formações ou membros. Isto talvez possa representar a incipiente pesquisa realizada nesta bacia, devido aos poucos poços nesta perfurados. Este grupo pode ser associado à fase de migração descrita por Ojeda (1981), onde há claras condições oceânicas na bacia. O autor salienta ainda a formação de uma grande plataforma rasa, principalmente no período do Albiano-Cenomaniano. Brandão & Feijó (1994), baseados nos trabalhos de Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Brandão & Feijó 1994), mencionam que esta é formada por arenitos quartzosos médios a grossos, com a presença de folhelhos escuros, e localmente calcarenitos biocásticos, e oncolíticos em ambiente nerítico de alta e baixa energia.

Regali *et al.* (1985) com base em palinologia e foraminíferos planctônicos coloca este grupo como de idade neoalbiana. Cainelli (1985) relaciona este a uma megaseqüência pós-rifte, com fortes características transgressivas.

4.3.4.3 Grupo Humberto de Campos

Este grupo é representado na Bacia do Pará-Maranhão por depósitos sedimentares de idade cenomaniana até o recente. Constitui-se nas porções proximais de arenitos quartzosos. Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Brandão & Feijó 1994) mostram que este é relacionado à margem passiva. O Grupo Humberto de Campos por ter a mesma denominação da bacia

vizinha (Barreirinhas) possui a mesma história estratigráfica, com as Formações Areinhas, Ilha de Santana e Travosas.

4.3.4.3.1 Formação Areinhas

Segundo Brandão & Feijó (1994), esta formação possui uma composição litológica similar à descrita para a Bacia de Barreirinhas, composta por camadas de arenitos quartzosos brancos grossos. Esta unidade pode ser ainda relacionada a uma seqüência francamente marinha caracterizada por uma espessa seção pelítica, possuindo características transgressivas (Cainelli 1985).

A sua distribuição estratigráfica ocorre praticamente em todo o Grupo Humberto de Campos, ou seja, do Cenomaniano ao Recente. Na Bacia de Barreirinhas, esta formação é representada por depósitos sedimentares distribuídos do Campaniano superior ao Oligoceno. Brandão & Feijó (1994) incluem esta formação no conceito de estratigrafia de seqüências, como uma seqüência de margem passiva.

4.3.4.3.2 Formação Ilha de Santana

Em área de plataforma rasa foi depositada uma grande variedade de biocalcarenitos e biocalcirruditos. No entanto na porção mais externa da bacia foram depositados calcarenitos finos e calcilutitos. No ambiente de talude ocorrem margas, folhelhos e lamitos e concomitantemente turbiditos. Apesar da mesma denominação da bacia vizinha de Barreirinhas, esta é relacionada a uma seqüência de margem passiva.

Embora mantenha a mesma continuidade litológica e estratigráfica com a Formação homônima, da Bacia de Barreirinhas, esta possui uma distinção quanto à distribuição estratigráfica. Enquanto que na Bacia do Pará-Maranhão esta tem sua distribuição estratigráfica do Maastrichtiano ao recente, (Fig. 11). A porção correspondente na Bacia de Barreirinhas possui uma distribuição do Turoniano ao Oligoceno.

4.3.4.3.3 Formação Travosas

A Formação Travosas segundo Figueiredo *et al.* (1982 *apud* Brandão & Feijó 1994), representa um sistema costeiro-plataforma-talude. Na bacia esta é representada por

deposições de folhelhos cinzentos e siltitos. Estes depósitos possuem eventuais intercalações de arenitos quartzosos finos.

Como as demais formações do Grupo Humberto de Campos da Bacia do Pará-Maranhão, esta não possui a mesma distribuição estratigráfica que a formação homônima da Bacia de Barreirinhas. Esta formação se distribuiu do Cenomaniano Superior ao Mioceno Médio enquanto que na Bacia de Barreirinhas possui uma distribuição do Turoniano ao Oligoceno. A formação está inserida nos conceitos da estratigrafia de seqüências, como uma seqüência de margem passiva, representando um ambiente de batial a abissal.

As unidades bioestratigráficas destas três formações estão baseadas em estudos de foraminíferos, nanomorfos, palinomorfos e ostracodes. Contrariamente a Bacia de Barreirinhas que possui sua bioestratigrafia baseada unicamente em palinomorfos.

4.4 Estudos paleontológicos prévios das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

4.4.1 Generalidades

A análise do conteúdo fóssilífero nesta pesquisa, foi realizada separadamente para cada bacia. Cabe ressaltar que a ocorrência dos microfósseis silicosos foi abordada em um item à parte. Assim a pesquisa relacionará, desde os trabalhos pioneiros até os mais recentes, bem como as unidades bioestratigráficas propostas para as mesmas.

4.4.2 Estudos paleontológicos prévios da Bacia de Barreirinhas

A Bacia de Barreirinhas como citado anteriormente foi descoberta através de análises gravimétricas em 1959. Sendo esta objeto de poucos trabalhos tanto no cunho paleontológico, como bioestratigráfico. As pesquisas estratigráficas, tem sido exclusivamente no âmbito da PETROBRÁS. Os estudos foram realizados principalmente entre as décadas de 60 e 70 e no final dos anos 80, destes podemos destacar os trabalhos de Pamplona (1969) e Pamplona *et al.* (1972).

A utilização de fósseis em estudos bioestratigráficos se resumem aos trabalhos de Lima (1972), Regali *et al.* (1974) e Regali *et al.* (1985). No entanto as tentativas para se estabelecer um estudo micropaleontológico mais preciso na bacia, tem início com os trabalhos de Muller (1962 *apud* Lima 1972). Este propõe um zoneamento bioestratigráfico da bacia em bases quantitativas, mas o modelo se mostrou deficiente para correlações a

grandes distâncias. Posteriormente com os trabalhos de Troelsen (1964 *apud* Pamplona 1969), Noguti (1967 *apud* Pamplona 1969) e Noguti (1964 *apud* Lima 1972) seguem as tentativas de um zoneamento bioestratigráfico baseados principalmente em estudos de foraminíferos.

Assim Noguti (1967) analisando as fácies carbonáticas reconhece uma considerável fauna depositada no intervalo Cenomaniano-Santoniano. O intervalo é constituído principalmente por foraminíferos, pelecípodos e ostracodes. Este autor relata que o Grupo Canárias possui como fósseis índice, os foraminíferos *Hedbergella planispira* do Albiano-Cenomaniano e os cefalópodes *Elasbicerias* sp do Albiano Superior e *Oxitropidoceras* sp do Albiano Inferior.

Já o Grupo Caju com início de sua deposição no período Cenomaniano-Santoniano possui como principais constituintes os esqueletos de algas calcárias, corais, pelecípodos, ostracodes além de foraminíferos. São apontados como fósseis índices deste grupo os foraminíferos *Hedberguella deleioensis* do Cenomaniano-Turoniano, *Hedbergella Washintensis* e *Hedbergella planispira* do intervalo Albiano-Cenomaniano. Noguti (1967) realizou uma tentativa no sentido de estabelecer a paleoecologia dos depósitos sedimentares de idade albiana da bacia.

Após Pamplona (1969) relata a ocorrência de radiolários, ostracodes, pelecípodos, amonites e foraminíferos. Estes são representados pelos foraminíferos do gênero *Hedbergella* sp e alguns foraminíferos planctônicos, além de pólenes. São encontradas ainda espículas de esponja no Cenomaniano inferior. As espículas são denominadas pelo autor de “wackestones a espículas de esponjas”, e identificadas como monoaxiais e pluriaxiais. Lima *et al.* (1969 *apud* Lima 1972) baseados no estudo de palinórfos ensaiaram uma revisão bioestratigráfica da Bacia de Barreirinhas.

O zoneamento qualitativo preliminar da bacia, foi proposto por Lima & Daemon (1968 *apud* Pamplona 1969). Posteriormente Lima (1971 *apud* Regali *et al.* 1974), levam a efeito um trabalho bioestratigráfico em que definem um zoneamento para a Bacia de Barreirinhas.

Dias-Brito (1994,1995) relaciona que os carbonatos pelágicos na Formação Preguiças e Formação Bonfim, mostram a presença de vários organismos planctônicos. Estes são representados por: foraminíferos herbergelideos, pitoneloideos, e radiolários calcitizados.

Feijó (1994) apresenta um quadro geral da bacia com algumas mudanças na sua definição estratigráfica. Os resultados apresentados são oriundos principalmente de estudos de relatórios internos da PETROBRAS. Cabe ressaltar que o zoneamento bioestratigráfico da bacia foi estabelecido com base no estudo palinológico de Regali *et al.* (1974) e Regali *et al.* (1985).

4.4.3 Estudos paleontológicos prévios da Bacia do Pará-Maranhão

Os trabalhos paleontológicos na Bacia do Pará-Maranhão são escassos e raros, estando poucos disponíveis para pesquisa. Deste modo grande parte da pesquisa paleontológica esta em relatórios internos. Isto torna em boa parte, o conteúdo paleontológico da bacia desconhecido.

No entanto é possível encontrar alguns registros sobre o conteúdo fossilífero da bacia. Beurlen & Regali (1987) estabelecem o seu arcabouço bioestratigráfico, estabelecendo um zoneamento de caráter local. Este zoneamento bioestratigráfico é baseado em zonas de foraminíferos planctônicos e palinomorfos.

A análise destas associações gerou uma bioestratigrafia integrada e bem refinada para a área levando a um melhor conhecimento de sua evolução paleoambiental. Koutsoukos & Dias-Brito (1987) e Viviers & Beurlen (1987) mencionam a presença de foraminíferos planctônicos em que despontam os gêneros *Hedbergella* spp e *Heterohelix* spp. Estes gêneros são associados a situações fisiográficas especiais. É observado ainda que em determinados pontos da bacia há uma elevação da fauna planctônica, com uma ausência ou acentuada redução de associações bentônicas. Zanoto & Szatmari (1987) observam juntamente com a ocorrência de folhelhos carbonosos a presença de calcíferas. Os primeiros registros sedimentares da bacia foram reconhecidos através de estudos palinológicos e pelas zonas propostas por Regali *et al.* (1985).

Brandão & Feijó (1994) relacionam em sua carta estratigráfica que as unidades bioestratigráficas da bacia tem como base foraminíferos, nanofósseis e palinomorfos. No entanto a Bacia de Barreirinhas este estudo foi realizado unicamente com base em palinomorfos.

5 ASPECTOS TAFONOMICOS DOS RADIOLÁRIOS DAS BACIAS PARÁ-MARANHAO E BARREIRINHAS

5.1 Generalidades

Os aspectos tafonômicos dos radiolários encontrados nas Bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas foram analisados sob dois aspectos distintos, (Fig.12): (1) bioestratinomia, constituída dos processos que atuam nos organismos logo após a sua morte, tais como transporte, deposição e soterramento e (2) fossildiagênese, sendo o conjunto de processos físicos e químicos que ocorreram nos esqueletos dos organismos silicosos após a sua deposição e soterramento.

Desse modo, quando se observa um microfóssil silicoso (radiolário) no material analisado, deve-se levar em conta as complexas relações que levaram à preservação destes organismos em determinados sedimentos. No entanto, devem ser considerados os vários fatores impostos nas etapas da pesquisa tafonômica e que podem levar a interpretações equivocadas deste registro fóssil. Assim, muitas vezes, o registro fóssil de radiolários é descartado por apresentar má qualidade de preservação devido ao intenso processo de diagênese dos exemplares, fato comum nos radiolários encontrados na presente pesquisa.

Todavia, estes podem mostrar uma riqueza incontável de informações, já que processos tafonômicos específicos permitem o acúmulo e preservação de depósitos silicosos. Estes podem ser associados a áreas de mínimo de oxigênio, cuja formação envolve fatores paleoceanográficos e paleoecológicos complexos. Com os radiolários analisados nos poços das Bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas foi possível interpretar diversos processos tafonômicos que deram importantes subsídios para esta pesquisa.

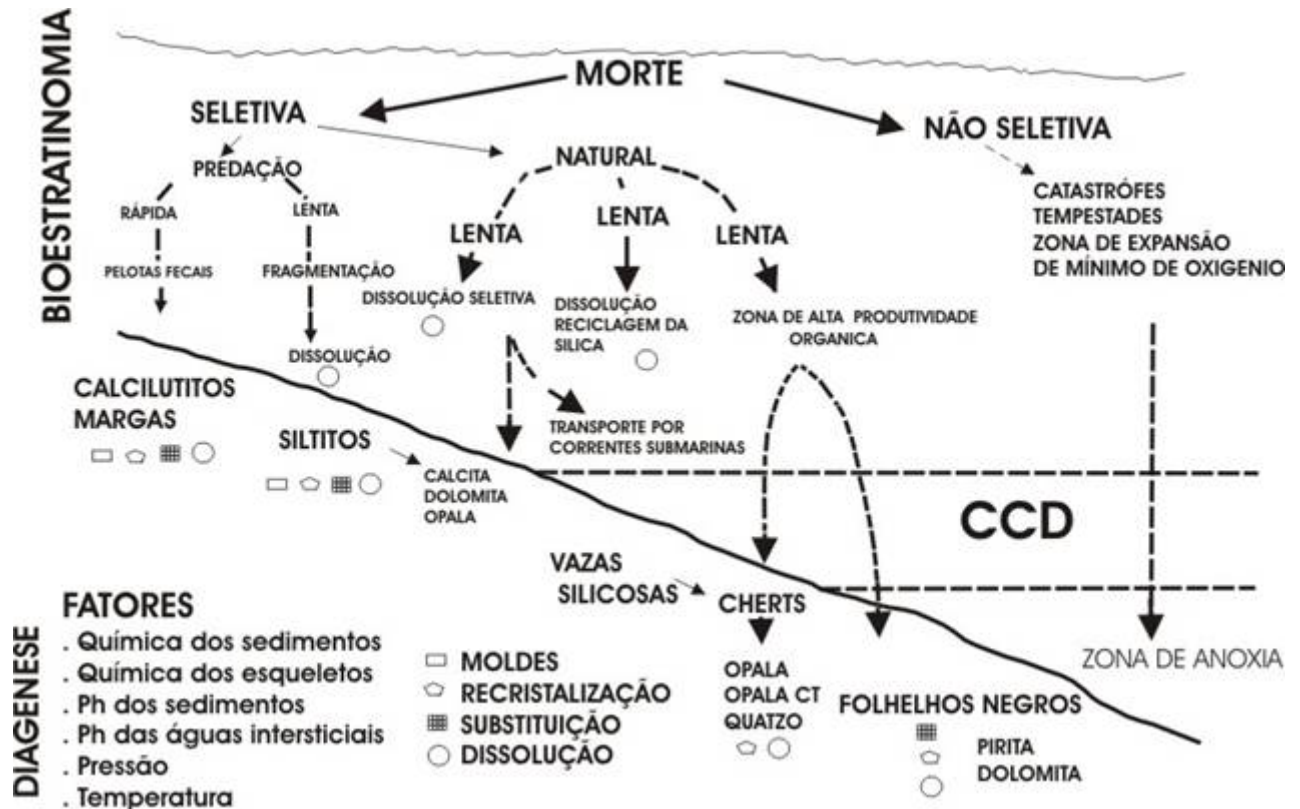


Figura 12: Esquema mostrando a influência dos processos tafonômicos na formação de depósitos silicosos.

5.2 Bioestratinomia

No processo de sedimentação e preservação dos radiolários atuam vários agentes mecânicos e bióticos nos quais podem ser destacados: a hidrosfera que por suas características intrínsecas tais como pH, Eh, composição química, temperatura, pressão e densidade, (Fig. 12) representam um meio importante e decisivo onde atua um conjunto de processos que influenciarão o registro fóssil de radiolários na área da pesquisa.

Deste modo, observa-se que o processo bioestratinômico dos radiolários está mais especificamente relacionado com a morte e transporte do esqueleto desses organismos através da coluna d'água até a sua deposição nos sedimentos de fundo oceânico.

Durante esse processo, podem ocorrer fatores tais como fragmentação, dissolução e dissolução seletiva. Além desses, outros processos tafonômicos ainda podem influenciar a formação de depósitos silicosos, tais como, zonas preferenciais de preservação, devido ao fato de a água do mar ser normalmente subsaturada em sílica dissolvida, o que não favorece a preservação dos esqueletos silicosos. Assim a sua ocorrência necessita de fatores especiais, como as áreas de alta produtividade orgânica relacionada a ambientes disóxicos-

anóxicos, que mostra o registro fóssil silicoso em vários níveis dos sete poços analisados das Bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas.

Estes se caracterizam por níveis piritosos, ambiente redutor que favorece a preservação de grande parte da biota silicosa, alterando o seu registro fóssil. Este fato pode ser observado em diversos níveis onde ocorre forte substituição de radiolários por pirita, como nos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A. Nestes os esqueletos de radiolários não mostram aparentemente indícios de fragmentação ou dissolução ao contrário de outros níveis

5.2.1. Morte

A morte dos organismos silicosos (radiolários Polycystina) pode ocorrer de forma seletiva (morte natural) ou não-seletiva (catastrófica), sendo que a primeira está diretamente relacionada ao ciclo de vida dos organismos, (Fig. 12), que se postula ser em torno de três a quatro semanas (Takahashi & Honjo, 1981). Além desta, estes sofrem igualmente, a ação de predação por serem integrantes do zooplâncton marinho e da cadeia alimentar.

Esse fator está estreitamente ligado à deposição de pelotas fecais. Análises de EDS de alguns níveis do poço 1 MAS 3A da Bacia de Barreirinhas, mostraram altos níveis de P nos esqueletos silicosos, (Graf. 20) sugerindo deposição por pelotas fecais. Estes ainda estão sujeitos às alterações físico-químicas que ocorrem na coluna d'água, tais como salinidade, temperatura e pH.

Por sua vez, a morte não-seletiva dos radiolários pode estar diretamente relacionada a mudanças drásticas nas águas superficiais do oceano, como fortes chuvas ou tempestades, que afetam as condições físico-químicas da água, ou em profundidade com a expansão da zona de mínimo de oxigênio que pode atingir populações inteiras. Cabe salientar que a morte não seletiva favorece a preservação do registro fóssil silicoso.

Assim, a natureza da morte dos organismos silicosos tem um papel importante na formação dos depósitos silicosos no oceano. O balanço dissolução/preservação normalmente exige que um grande número de esqueletos caia na coluna d'água para a formação desses depósitos, sendo estes normalmente relacionados a áreas especiais de preservação.

5.2.2 A influência do transporte (Sedimentação) na ocorrência de depósitos silicosos na área da pesquisa

A grande disparidade do número de esqueletos de radiolários encontrados nos diversos níveis analisados, que variaram de milhares a até a ausência destes, mostram que diversos fatores bioestratinômicos foram decisivos neste processo, no qual pode ser incluído o transporte.

Após a morte da biota silicosa o seu esqueleto se comporta como um bioclasto em sua queda na coluna d'água, estando sujeito, assim, às leis que regem os processos de sedimentação no oceano, como transporte e deposição.

Estima-se que o tempo de transporte dos esqueletos das zonas de produtividade biológica (200m da coluna d'água superficial) até o fundo oceânico seja de duas semanas a até 14 meses, em profundidades de até 5.000m (Takahashi & Honjo, 1981). Durante esse processo, vários agentes tafonômicos podem atuar, eliminando, por vezes, os esqueletos da coluna d'água, já que com a perda do material citoplasmático, estes perdem a sua proteção contra as águas corrosivas subsaturadas em sílica, principalmente nas águas do Atlântico Sul.

Outros fatores, como mecanismos de transporte vertical, horizontal, advecção lateral, dissolução seletiva, pastagem seletiva destrutiva e não-destrutiva de partículas biogênicas através da coluna d'água, podem atuar no processo de transporte. Takahashi (1983), Gersond & Wefer (1987) e Boltovskoy *et al.* (1993) entendem que o conhecimento a respeito desses processos ainda é pequeno e não está totalmente entendido, carecendo de discussão e estudos mais acurados.

A velocidade de transporte vertical e horizontal dos organismos silicosos na coluna d'água é determinada por algumas variáveis tais como: diâmetro, tamanho e peso dos esqueletos. Nota-se que em alguns níveis o tamanho diminuto dos radiolários (fauna anã) mostra que a sua queda ao fundo seria muito lenta o que não favorecia a sua boa preservação, no entanto estes mostram excelente estado de preservação, dos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A. Além disso, a velocidade das correntes e sua variação em diferentes profundidades e a viscosidade d'água exercem forte influência na descida dessas partículas biogênicas para o fundo oceânico.

Segundo a Lei de Stokes, a velocidade de queda de uma partícula está relacionada, antes de tudo, à sua densidade. No entanto, alguns autores, como Margaleff (1995), comentam que a velocidade de sedimentação é variável e que a expressão da Lei de Stokes

não pode ser totalmente aplicada, pois a estrutura das camadas de água junto aos organismos não é laminar.

Assim, observa-se a enorme variação no processo de sedimentação de esqueletos de radiolários. A coluna d'água é intensamente estratificada, existindo gradientes relativamente bruscos como os picnoclinos e termoclinas. Estes promovem acelerações e desacelerações no processo de sedimentação de esqueletos. Isso pode dar lugar a uma concentração de partículas em determinados níveis da coluna d'água.

Ainda durante o processo de transporte, restos de radiolários podem sofrer quebra mecânica por predadores, o que fragmenta seus esqueletos em partículas menores elevando, deste modo, os índices de dissolução do material esquelético na coluna d'água. Este processo possivelmente não ocorre nos níveis disóxicos-anóxicos das bacias aqui pesquisadas, mas nos poços 1 MAS 1, 1 MAS 14 e 1 MAS 16, é muito comum.

Em determinados níveis principalmente naquelas representados por picos de abundância como os registrados nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 12 são encontrados radiolários com as mais delicadas estruturas preservadas. Este fato mostra que o transporte dos mesmos foi efetivamente muito rápido e pode estar relacionado a pelotas fecais em áreas de alta produtividade orgânica. O conhecimento dos parâmetros que envolvem os diversos tipos de transporte de esqueletos de radiolários até o fundo oceânico é essencial para a avaliação de como estes atuam no registro fóssil de microfósseis silicosos, bem como as condições ambientais ocorrentes no passado.

5.2.2.1. Transporte de esqueletos de radiolários por correntes

Na análise do presente registro fóssil deve-se levar em conta o transporte de organismos silicosos (radiolários *Polycystina*) por correntes. Assim foram realizadas experiências para determinar fluxos biogênicos na coluna d'água. Dentre tais estudos podem ser citados os realizados por Takahashi & Honjo (1981), Takahashi *et al.* (1983) Popova (1986), Gowing & Coale (1989), Bernstein *et al.* (1990) e Boltovskoy (1998), que demonstraram a importância do transporte por correntes. Esta reside no fato de haver grande possibilidade de deslocamento horizontal da tanatocenose de radiolários, uma vez que, após a morte do organismo, o esqueleto comporta-se como uma partícula sedimentar.

Cálculos matemáticos atestam que, após a morte dos organismos, os esqueletos podem ser transportados a distâncias de até 2.500km (Popova, 1986). Desse modo, observa-

se que, na sua queda em direção ao fundo oceânico, as partículas bióticas silicosas sofrem influência tanto das correntes de superfície, que distribuem as associações de radiolários, como das correntes de fundo que podem efetivamente retrabalhar determinados sedimentos. Na análise do registro fóssil de radiolários das Bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas é muito difícil inferir o efeito deste transporte na sedimentação da biota silicosa. No entanto pode-se sugerir que estes possivelmente devem ter influenciado a sedimentação dos esqueletos silicosos na área.

Esta dificuldade se deve ao pequeno conhecimento sobre os sistemas de correntes atuantes na área no Cretáceo Médio.

5.2.2.1.1. Transporte de esqueletos silicosos por correntes de superfície

O oceano é um corpo de água altamente turbulento onde circulação e mistura envolvem processos advectivos e difusivos, sendo que nestas águas superficiais do oceano vivem organismos planctônicos como os radiolários que, ao morrerem, têm os seus esqueletos distribuídos pelas correntes de superfície. Como organismos planctônicos os radiolários e diatomáceas são afetadas diretamente por este tipo de transporte.

Essas correntes de superfície do oceano são principalmente dirigidas por padrões de circulação atmosférica, como mostram as pesquisas de Gordon (1973), Drewry *et al.* (1974), Seibold (1978), Parrish & Curtis (1982), Kennish (1994) e Van Andel (1994).

Tais correntes formam os bem conhecidos giros gigantes dos oceanos que controlam os sistemas de ventos próximos à superfície, determinando a circulação em águas rasas e em camadas superficiais, bem como o movimento de grandes quantidades de água. Nessas camadas superficiais vive grande parte dos organismos planctônicos, entre os quais se incluem os radiolários e diatomáceas. Estas correntes ainda são responsáveis pela distribuição da biota silicosa nos oceanos tendo em vista serem organismos planctônicos.

Desse modo, as correntes de águas superficiais podem causar transporte lateral de restos planctônicos, sempre que esta for contínua, demonstrando a influência dos referidos processos na tanatocenose de radiolários. Padrões de correntes superficiais no período do Cretáceo médio (Fig 13), podem ter exercido forte influência no desenvolvimento da biota silicosa, tendo fortes reflexos na sua Paleobiogeografia.

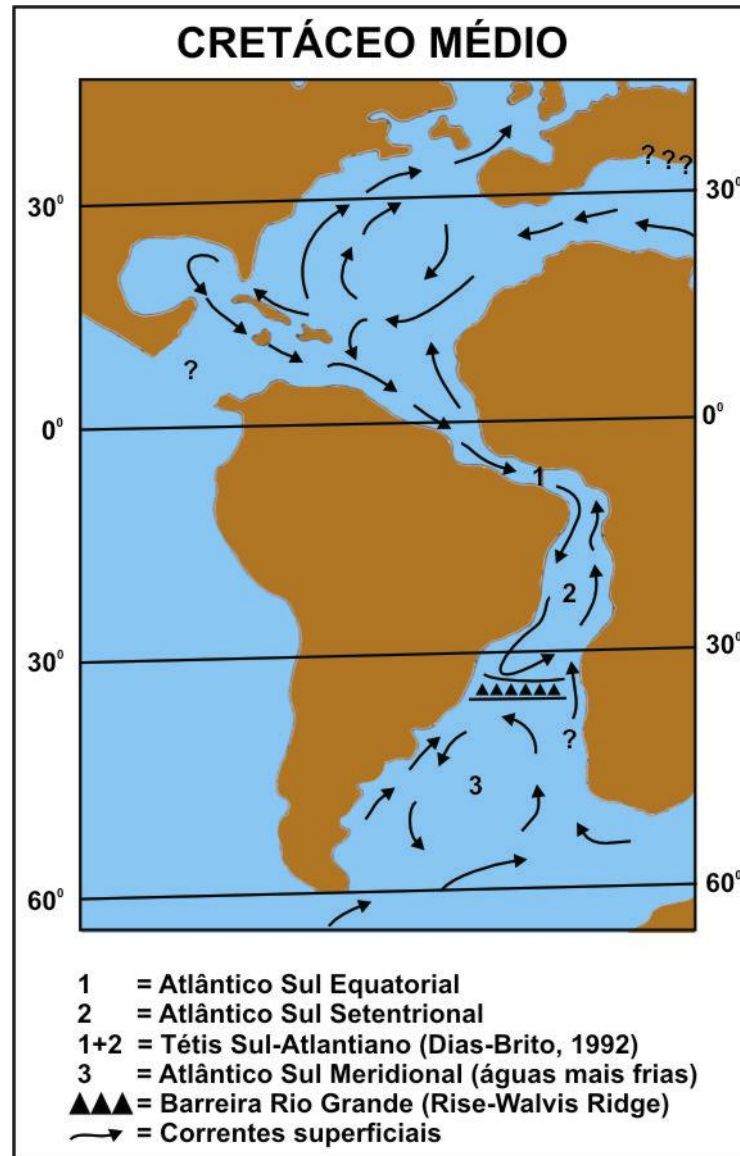


Figura 13: Esquema mostrando as correntes superficiais no Atlântico Sul no Cretáceo médio (Modificado de Dias-Brito 1994).

5.2.2.1.2. Transporte de esqueletos de radiolários por correntes de fundo

As correntes de profundidade se originam nos oceanos Antártico e Ártico e se deslocam até o Equador, passando de um hemisfério a outro através do fundo oceânico. Ao contrário das correntes de superfície que são dirigidas pelos sistemas planetários de vento. Feijó (1996) observa que no intervalo Cenomaniano-Turoniano com a abertura e desenvolvimento do Atlântico Sul, há uma livre circulação de águas oceânicas. Este fato favoreceu os processos de correntes de fundo, que podem ter exercido influência no transporte da biota silicosa.

As correntes de fundo dependem das diferenças de densidade, fortemente determinadas por fatores como temperatura e salinidade. Por esse motivo, a circulação de fundo oceânico é chamada de circulação termohalina. As águas de fundo são fortemente estratificadas e se movem mais lentamente através das bacias oceânicas, as quais estão isoladas das correntes de ventos dirigidos da superfície oceânica pelo pycnoclina.

As correntes de fundo que atuam na tafonomia de microfósseis silicosos estão relacionadas com o retrabalhamento dos esqueletos de radiolários. Após sua deposição, as correntes de fundo podem transportar os esqueletos, em alguns casos, por até centenas de quilômetros. Por vezes, esse fato acaba expatriando taxas de diferentes preferências termais, o que pode ocasionar distorções em estudos de paleoecologia (Boltovskoy, 1998). Segundo Takahashi *et al.* (1983), os processos de acumulação de tanatocenose de radiolários no assoalho oceânico podem ser afetados por correntes de fundo, no entanto estes ainda não são bem entendidos.

O mesmo pode ser dito sobre a área da pesquisa, onde o conhecimento sobre correntes de fundo são inexistentes, no entanto alguns hiatos ou contatos erosivos podem determinar a existência destas correntes.

5.2.2.2 Transporte de esqueletos silicosos por pelotas fecais

Os radiolários, como parte integrante do zooplâncton e da cadeia alimentar, sofrem predação que pode ser: (1) destrutiva ou (2) não-destrutiva. Enquanto a primeira provoca a fragmentação do esqueleto dos microorganismos, a segunda mantém sua integridade, uma vez que os mesmos são ingeridos por inteiro e expelidos no interior de pelotas fecais, (Fig. 14). As pelotas fecais representam um importante meio de exportação de matéria orgânica da área superficial do oceano para o fundo. Assim a matéria orgânica dissolvida (MOD) é convertida em matéria orgânica particulada (MOP).

Essas pelotas fecais podem ser consideradas como microambientes redutores, o que permite, uma melhor preservação dos esqueletos silicosos. No entanto, a preservabilidade das pelotas fecais e de organismos planctônicos é variável sob diferentes condições. Nesse sentido, a resistência à degradação depende do tempo de residência dessas partículas na coluna d'água. As partículas orgânicas podem ser reingeridas durante o seu percurso até o fundo oceânico (Cuomo & Bartholomeu, 1991).

O transporte de partículas biogênicas silicosas (radiolários) para o fundo oceânico ocorre de forma mais efetiva através de pelotas fecais. Nakaseko *et al.* (1985) observam que esse tipo de transporte reduz o tempo de permanência dos esqueletos de radiolários na coluna d'água. Deste modo, retardando sua corrosão por águas oceânicas mais agressivas (subsaturadas em sílica), fazendo, portanto, que apresentem excelente estado de preservação. Schrader (1971), MacMillen (1977) e Honjo (1978) observam que parte da chuva de detritos que ocorre na coluna d'água para o fundo oceânico é na forma de pelotas fecais. Processo comum, principalmente em áreas de alta produtividade orgânica, o que pode ser correlacionado para diversos poços analisados na pesquisa.

A ocorrência de níveis de radiolários piritizados na bacia de Barreirinhas e do Pará-Maranhão, nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A, 1 MAS 15 e 1 MAS 12 pode estar relacionada a transporte por pelotas fecais.

Este tipo de preservação de esqueletos de radiolários é relacionado a áreas de alta produtividade orgânica e com elevados índices de deposição de pelotas fecais. Acredita-se que grande parte dos microfósseis silicosos aqui estudados, possam ter sido depositados através de pelotas fecais.

Análises de EDS em esqueletos de radiolários mostraram picos expressivos de P que sugerem deposição por pelotas fecais (Graf. 26). Este fato igualmente serve para explicar a

deposição de elementos silicosos extremamente frágeis e que em condições normais não seriam preservados. Outro ponto importante é a ocorrência de diatomáceas que possivelmente devam ter sido transportados das camadas superiores do oceano através de pelotas fecais.

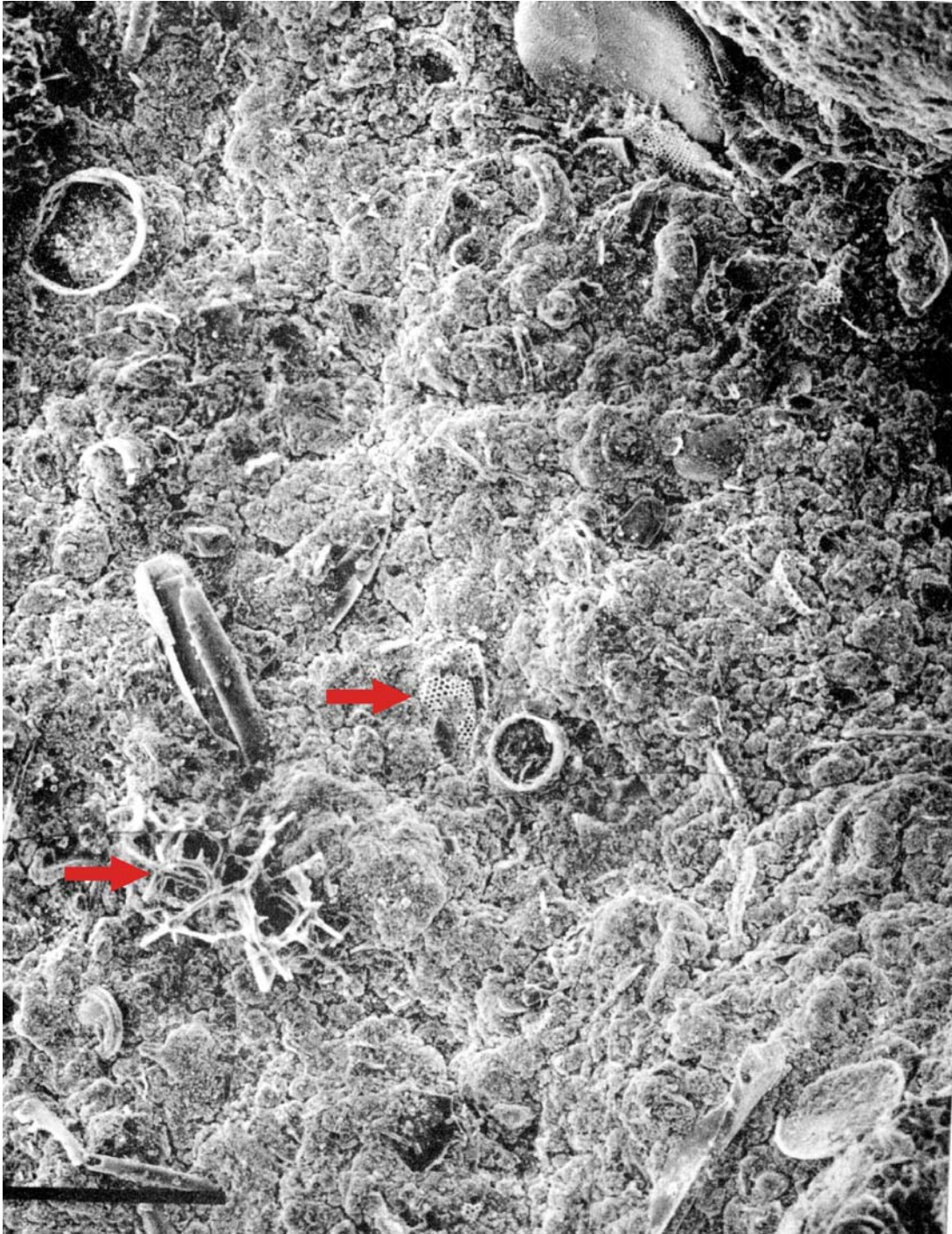


Figura 14: A foto mostra o conteúdo no interior de uma pelota fecal no qual podem ser observados esqueletos de radiolários e flustúlas de diatomáceas. (Modificado de Nakaseko *et al.* 1985).

5.2.3 Processos de Dissolução/preservação de esqueletos de radiolários

O oceano Atlântico Sul é conhecido por ser subsaturado em relação à sílica dissolvida. Por esse motivo, após a morte dos organismos planctônicos silicosos (radiolários Polycystina), nas camadas superficiais do oceano, inicia-se rapidamente a decomposição dos tecidos moles. Este processo, libera o esqueleto de sílica amorfa hidratada na coluna d'água, normalmente corrosiva à sílica orgânica, a partir desse momento, o esqueleto silicoso fica sujeito aos processos de dissolução.

Deste modo, seriam esperadas raras ocorrências de radiolários nos sedimentos do Atlântico Sul. No entanto, com relação aos poços analisados, foi possível identificar grandes picos de abundância em poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas. A suscetibilidade dos esqueletos de radiolários à dissolução está diretamente relacionada a vários fatores. Entre estes; tamanho das partículas, temperatura, pressão, conteúdo orgânico e grau de ordem cristalográfica do mineral constituinte do esqueleto.

A dissolução da sílica biogênica tem sido assunto de diversas pesquisas. Berger (1968,1970), Casey (1971), Casey & McMillen (1971), Lisitzin (1971), Burton & Liss (1973), Johnson (1974), Goll & Bjorklund (1974), Renz (1976), Calvert (1983) e Hurd & Birdwhistell (1983) observam que partículas biogênicas silicosas (radiolários Polycystina) sofrem dissolução em todas as profundidades do oceano. A ocorrência de grandes depósitos silicosos está relacionada a áreas onde as taxas de produção de sílica biogênica, excedem as taxas de dissolução. Este fato pode ser relacionado principalmente a grande ocorrência de esqueletos de radiolários bem preservados nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A, 1 MAS 15 e 1 MAS 12.

As maiores taxas de dissolução de radiolários ocorrem nas camadas superiores do oceano e diminuem relativamente com o aumento da profundidade. Segundo Erez *et al.* (1982), as taxas de dissolução nas águas superficiais do oceano são maiores que aquelas abaixo do termoclina principal. Dentre os principais fatores que controlariam as mudanças nas taxas de dissolução de esqueletos silicosos estaria a profundidade associada à temperatura. Muitos gases nutrientes como o CO₂, possuem um grau de solubilidade maior do que o O₂. Com a maior dissolução do CO₂, este torna as águas mais ácidas, menos favoráveis à preservação de carbonatos, nitratos e fosfatos, aumentando o índice de solubilidade destes componentes. Estes processos vêm a favorecer a preservação dos radiolários em relação aos microfósseis carbonáticos.

No entanto, é preciso salientar que o processo de dissolução de radiolários não ocorre somente durante a sua queda na coluna d'água, mas igualmente, e até com maior intensidade, nos sedimentos de fundo. Fato este que deve ter ocorrido principalmente nos níveis dos poços 1 MAS 12 e 1 MAS 16, 1 MAS 1 e 1 MAS 14, em que ocorrem fósseis com as superfícies bem marcadas por dissolução. Observa-se, ainda, que os radiolários possuem níveis diferenciados de dissolução. Estes processos são denominados de dissolução seletiva, sendo este um importante processo tafonômico na pesquisa do registro fóssil de radiolários. Este fato levou a importantes interpretações paleoambientais na área da pesquisa.

5.2.3.1 Dissolução de esqueletos silicosos na coluna d'água

Os sedimentos não fornecem um registro perfeito de como viveram os radiolários nos níveis superiores do oceano. Este pode ser o exemplo dos depósitos da área da pesquisa, que podem fornecer uma vaga idéia de como seriam as ocorrências dos radiolários nas camadas superficiais do oceano.

Muitos processos, dentre os quais a predação destrutiva (fragmentação e dissolução), alteram a abundância de espécies silicosas durante o seu transporte até o fundo oceânico. Assim, somente em torno de 1 % da sílica presente nas camadas superficiais será depositado no fundo oceânico.

Os processos de dissolução da opala biogênica na coluna d'água do mar têm merecido a atenção de vários pesquisadores, entre os quais Kling (1977), Caulet (1977,1978), Hurd & Takahashi (1983) e Swanberg & Bjorklund (1992). Esses pesquisadores relacionam as taxas de dissolução máxima de sílica biogênica em função das variações de profundidade, temperatura, pH e concentração de sílica dissolvida na coluna d'água do mar. Essa dissolução nos extratos superiores do oceano pode ser associada, à intensa competição por sílica dissolvida. Esta competição envolve principalmente as algas silicosas (diatomáceas) que habitam preferencialmente a zona fótica do oceano, tornando pouco disponível esse elemento para a biota silicosa.

No entanto a presença de grande quantidade de diatomáceas no poço 1 MAS 3A denota que outro fator não apenas a sílica propiciou a preservação destes esqueletos, já que estes possuem estruturas extremamente frágeis, assim como vários esqueletos de radiolários encontrados nos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A.

Outro fator importante é que por possuírem seu esqueleto composto por sílica, os radiolários têm características que os diferem dos demais grupos planctônicos no ambiente marinho. Nesse sentido, apresentam uma maior taxa de dissolução em águas superficiais oceânicas, em torno de até 200m superiores da coluna d'água. Ao contrário os microfósseis carbonáticos dissolvem-se mais efetivamente em águas mais profundas relacionadas à queda de temperatura e a CCD, Compensação do Carbonato de Cálcio. Este fato é observado nos níveis com maiores índices de abundâncias de radiolários nos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A e 1 MAS 12, onde é registrada há uma queda acentuada de microfósseis carbonáticos.

Assim, é apontada uma relação entre taxa de dissolução e profundidade. A taxa de dissolução de radiolários diminui à medida que aumenta a profundidade, não existindo profundidade de compensação de sílica. Berger (1968) observa que radiolários do Pacífico Central são dissolvidos a taxas apreciáveis a profundidades menores que 200m.

Este fato pode ser demonstrado porque nas porções mais rasas dos poços analisados o número de radiolários diminui drasticamente ou até desaparece. No entanto ocorrem quantidades apreciáveis de microfósseis carbonáticos nas referidas seções analisadas.

5.2.3.2 Dissolução Seletiva de esqueletos silicosos

A dissolução de microfósseis silicosos não ocorre de maneira uniforme em todos os esqueletos. É observado, ainda, que entre os organismos silicosos existe uma ordem relativa de suscetibilidade à dissolução. A esse respeito, Hein & Parrish (1987) comentam que existem variações entre espécies dentro de cada grupo biológico. Entre os organismos silicosos, as espículas de esponja são as mais resistentes, seguidas pelos radiolários, silicoflagelados, findando com as diatomáceas cujas espécies são as mais frágeis e com maior suscetibilidade à dissolução, (Fig.15). Assim, a diversidade e abundância de radiolários normalmente diminuem com a profundidade da coluna d'água, a menos que fatores especiais favoreçam sua preservação nos sedimentos, como pode ser observado nos sete poços analisados das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

Observou-se igualmente que os radiolários de diferentes *taxa* se comportam distintamente quanto à dissolução durante o transporte até o fundo oceânico, (Fig. 16). No entanto este fato não é observado nos níveis mais abundantes dos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A, da Bacia de Barreirinhas. A dissolução dos esqueletos na coluna d'água dá-se

através de um processo de dissolução seletiva, afetada por vários fatores tais, como espessura, dimensão dos esqueletos e ornamentação das paredes, (Fig.16).

Verifica-se, portanto, que esqueletos mais espessos e esponjosos têm uma maior resistência à dissolução na coluna d'água do que outros mais delgados e fragmentados. Este fato é bem documentado nos vários poços com grande representatividade de esqueletos esponjosos, assim esqueletos que apresentam poros mais abertos e paredes mais finas, se dissolvem mais rapidamente durante sua queda na coluna d'água. Algumas partes, em geral espinhos e estruturas mais frágeis, são relativamente mais suscetíveis à dissolução.

Nesse sentido, a dissolução passa a ser um efeito seletivo das espécies de radiolários, resultando em graus diferenciados de preservação, como sugerem Petruschevskaya (1971 a;b), Renz (1976), Kling (1977), Takahashi (1983) e De Wever *et al.* (1994). A pouca similaridade entre assembléias do plâncton e aquelas encontradas nos sedimentos podem refletir diferenças interespecíficas de dissolução seletiva, como analisam Riedel (1959), Macmillen & Casey (1978), Petruschevskaya (1971) e Swanberg & Bjorklund (1992). O que explica a ausência de alguns grupos mais delicados e frágeis de radiolários no registro fóssil, como os Phaeodaria (esqueletos constituídos de sílica opala associada com matéria orgânica).

Este fato é destacado por Erez *et al.*(1982), Takahashi *et al.*(1983) e Gowing & Coale (1989), que observam que o registro fóssil nos sedimentos oceânicos é pobre em esqueletos de radiolários Phaedaria. Assim a ocorrência deste grupo de radiolários nos sedimentos, se deve a condições excepcionais de preservação.

Johnson (1974), demonstra claramente através de experimentos de laboratório, a dissolução seletiva com respeito a vários grupos taxonômicos de radiolários. Em que delgados esqueletos de radiolários dissolvem-se mais rapidamente que aqueles esqueletos mais espessos. No entanto, Boltovskoy (1998) analisa que há grande semelhança entre aquelas espécies presentes no plâncton com as encontradas em sedimentos no Atlântico Sul. O autor afirma que há apenas distinção quanto à proporcionalidade, entre as distintas assembléias.

Assim, era de esperar que somente formas esponjosas mais densas fossem encontradas nos depósitos analisados. Este resultado se configura em muitos níveis, dos poços 1 MAS 15, 1 MAS 1, 1 MAS 14 e 1 MAS 16 principalmente naqueles onde a preservação típica é de radiolários calcitizados ou dolomitizados. Estes níveis são

DISSOLUÇÃO SELETIVA

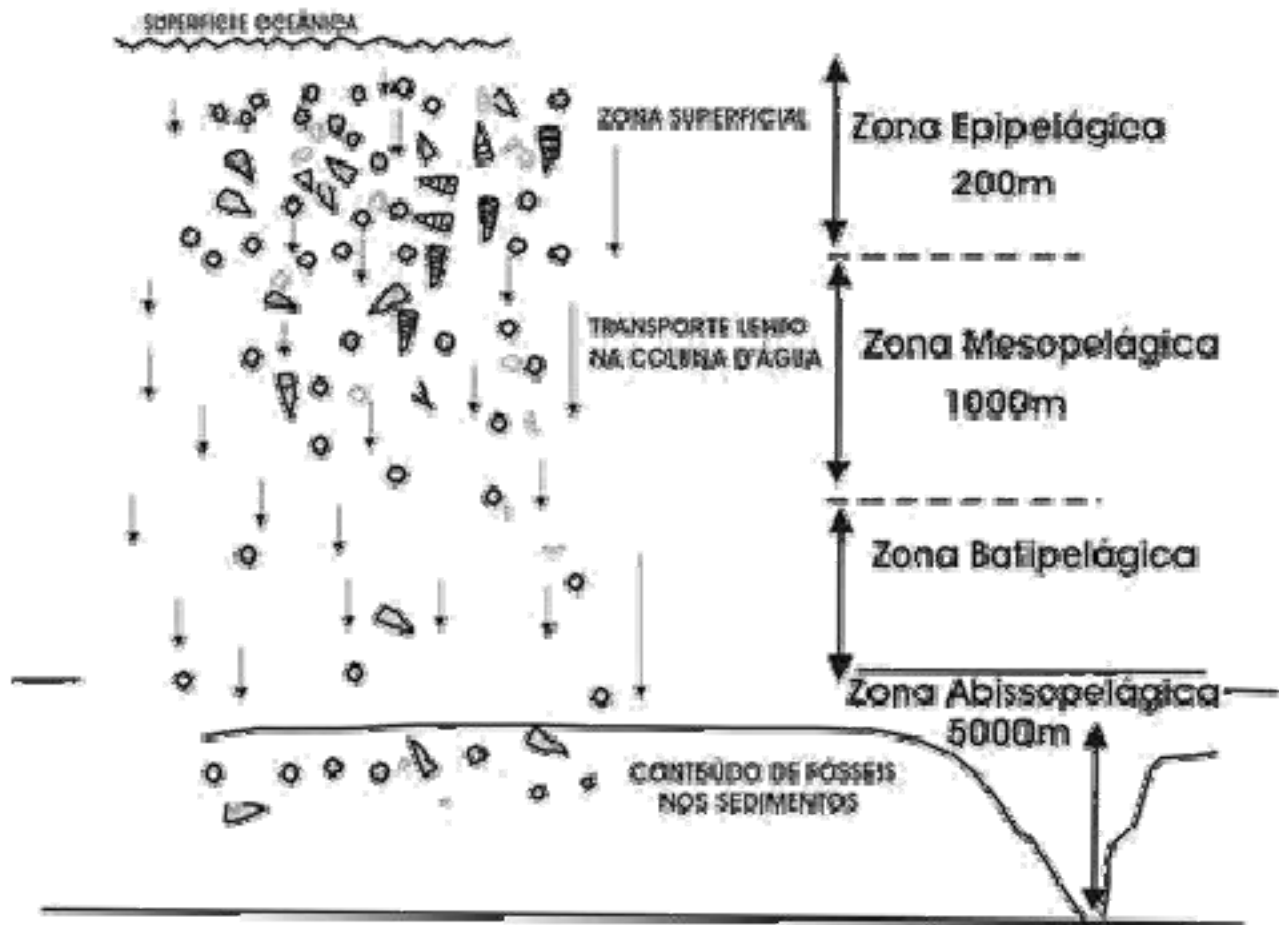


Figura 16: Representação esquemática da dissolução seletiva de radiolários nos sedimentos, assim nota-se que aqueles menores e de paredes mais finas são dissolvidos nos níveis superiores do oceano.

5.2.3.3 Dissolução de esqueletos de radiolários nos sedimentos

Ao ser iniciado na coluna d'água, o processo de dissolução dos esqueletos de radiolários, não cessa quando estes são depositados nos sedimentos de fundo oceânico. O processo de dissolução ocorre primeiramente na interface água/sedimento e, posteriormente, no interior dos sedimentos, levando, em alguns casos, a uma total dissolução dos esqueletos. Essa intensa dissolução dos esqueletos de radiolários nos sedimentos oceânicos enriquece relativamente as águas intersticiais com sílica dissolvida. Estudos indicam que a zona de rápida dissolução de sílica ocorre no topo da coluna dos sedimentos marinhos, em torno de 2 – 20cm.

Outro fator importante na preservação de esqueletos silicosos esta diretamente correlacionado com sua abundância nos sedimentos. Existe, desse modo, uma relação direta entre abundância e preservação. Assim, a quantidade de sílica orgânica dissolvida presente a poucos metros acima da interface água/sedimento é controlada por complexas condições locais. Lewin (1961) demonstra que certos íons metálicos, particularmente Al^{3+} , tende a se combinar com a sílica das paredes dos esqueletos reduzindo, assim, a sua taxa de solução.

Em alguns níveis foi registrada a ocorrência de radiolários substituídos por zeolita, nos poços 1 MAS 12 , 1 MAS 16, 1 MAS 15, 1 MAS 1 e 1 MAS 14 mostrando a influência deste elemento na preservação dos esqueletos silicosos, enquanto outros íons, como Ca^{2+} e Fe^{3+} , podem acelerar o processo de dissolução da sílica.

As propriedades químicas dos sedimentos, nesse caso, têm um papel fundamental no processo de preservação de esqueletos de radiolários, o pH e Eh são fatores importantes que podem favorecer a dissolução destes nos sedimentos. Os fósseis de radiolários geralmente são encontrados na forma de contramoldes em sedimentos carbonáticos. Este tipo de ocorrência é comum nos níveis estudados dos poços 1 MAS 12, 1 MAS 16, 1 MAS 15, 1 MAS 1 e 1 MAS 14 onde há predominância de microfósseis calcitizados. Os exemplares mais preservados são encontrados em folhelhos negros e siltitos, o que pode ser demonstrado nos níveis piritizados principalmente nos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A.

A dissolução da sílica em relação a áreas de grande produtividade orgânica é contrabalançada devido a maior produção de esqueletos, o que propicia a preservação destes. Em casos especiais, esta elevada bioprodutividade leva à formação de depósitos biogênicos de sílica, sendo essas denominadas como áreas preferenciais de preservação de radiolários.

5.2.4 Áreas preferenciais de preservação de radiolários

Os depósitos silicosos são relativamente abundantes nos centros de grande produtividade das altas latitudes e nas áreas centrais das bacias oceânicas, onde a grandes profundidades existe a zona de compensação do carbonato de cálcio. Lisitzin (1985), comparando a distribuição quantitativa e absoluta da massa de sílica amorfa nos sedimentos superficiais, identifica, a existência de três áreas de máxima acumulação de sílica biogênica: Boreal, Equatorial e Antártica.

A área do Atlântico Sul a Margem Equatorial Brasileira, onde estão inseridas as bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, não está relacionada às áreas de preservação preferencial, mencionadas na literatura internacional, por esta distribuição ser ligada a condições oceânicas atuais. Para o Cretáceo médio falta uma definição para as áreas preferenciais de preservação. As áreas Boreal e Antártica são formadas preferencialmente de diatomáceas, ao passo que a do Cinturão Equatorial, é formada, primariamente, por radiolários, no qual as ocorrências se devem principalmente a depósitos na área do Oceano Pacífico.

Outros exemplos de grande acúmulo e preservação de esqueletos de radiolários nos sedimentos de fundo são relacionados às áreas de divergência oceânica e de alta produtividade orgânica. Salienta-se que as áreas caracterizadas por ambientes disóxicos-anóxicos favorecem sua preservação. A grande ocorrência de radiolários na área da pesquisa principalmente nos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A pode estar relacionada a ambientes disóxicos-anóxicos.

Por outro lado, ambientes neríticos não favorecem a preservação dos esqueletos de radiolários nas suas camadas superficiais porque são subsaturadas em sílica dissolvida, fato verificado pela escassez de depósitos biogênicos silicosos, nas chamadas condições oceânicas normais. A ocorrência de depósitos biogênicos silicosos pode ser atribuída a fatores especiais de preservação como os radiolários nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A, 1 MAS 15 e 1 MAS 12.

5.2.4.1 Ocorrência de radiolários relacionados a áreas de alta produtividade orgânica silicosa

Os grandes picos de abundância de radiolários, nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 15 e 1 MAS 12, mostram esqueletos preservados preferencialmente na forma de

sulfeto de ferro (pirita). Estas ocorrências podem ser associadas a áreas de alta produtividade orgânica. Nesse sentido, Drewry *et al.* (1974), De Master (1981), Parrish & Curtis (1982), Dean *et al.* (1984 a;b), Thurow & Kunth (1986), Parrisch (1987) e Murchey & Madrid (1987) relacionam depósitos silicosos a áreas de grande bioprodutividade.

A relação existente entre áreas de alta produtividade orgânica e grandes depósitos biogênicos silicosos. Esta reside no fato de que grande quantidade de organismos silicosos dissolvidos na coluna d'água enriquecem a água em sílica, tornando-a menos agressiva aos esqueletos que estão sendo depositados. O fato leva a sugerir que, uma parte dos esqueletos que se dissolvem permite que outra se conserve.

Pode-se observar que, dessa maneira, para a formação de grandes depósitos de sílica biogênica, é necessária grande quantidade de esqueletos silicosos para que a relação dissolução/preservação seja favorável à preservação, portanto, regiões relacionadas diretamente a importantes fatores oceanográficos e alta produção orgânica. Brzezinski & Nelson (1989) relacionam estas a regiões de fortes ressurgências oceânicas, relativamente ricas em nutrientes, como a Corrente Circumpolar Antártica, diretamente interligada a diversos ciclos biogeoquímicos, como os do nitrogênio e fósforo.

Assim essa produção orgânica elevada só seria possível pelo grande aporte de nutrientes carregados pelas correntes de fundo com uma alta disponibilidade de sílica dissolvida e uma concentração de fósforo acima de 1,0 micrograma por litro. Deste modo, propiciando uma grande explosão planctônica, em se incluindo os organismos silicosos.

Este fato fica evidenciado principalmente pelos picos de abundância, registrados em praticamente todos os poços analisados na pesquisa. Cabe salientar ainda a presença de P, mostradas por análises de EDS, (Graf. 20;25) reforçadas pela presença de diatomáceas. Tais fatos demonstram que os poços analisados na presente pesquisa podem sugerir áreas de alta produtividade biológica relacionadas a fatores paleoceanográficos e paleoecológicos, como será discutido a seguir.

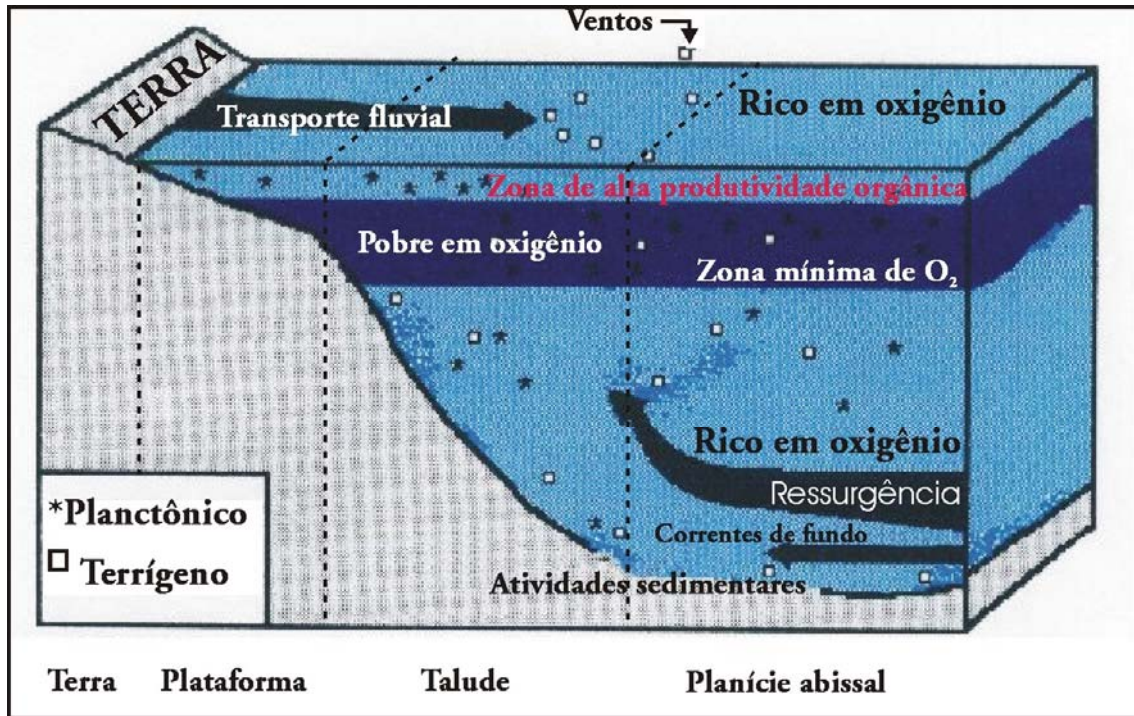
5.2.4.2 Ocorrências de radiolários em áreas relacionadas a ambientes disóxicos-anóxicos

A ocorrência de associações de radiolários, em ótimo estado de preservação, não é um fato comum em rochas sedimentares do Mesozóico. Principalmente em sedimentos do Período Cretáceo nas bacias brasileiras. A ocorrência de esqueletos bem preservados neste

período, em geral está diretamente associada a ambientes pobres na concentração de oxigênio dissolvido, (Fig. 17), fato que é comprovado nos principais picos de abundância de radiolários encontrados nos poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, (Fig. 35).

Estes níveis sugerem relação a áreas de alta produtividade orgânica cujas águas, em condições redutoras, favoreceriam a epigenia dos esqueletos de sílica por sulfeto de ferro (pirita), que é um dos melhores tipos de preservação. Esta produtividade orgânica na área do poço 1 MAS 3A Bacia de Barreirinhas, pode ser comprovada pela forte ocorrência de diatomáceas, que em condições normais dificilmente se preservariam nestes sedimentos.

Bjorklund & De Ruyter (1987), Schalanger *et al.* (1987) e Erbacher & Thurow (1997,1998) relacionam a ocorrência de radiolários em ótimo estado de preservação a ambientes pobres em oxigênio dissolvido (ambientes disóxicos-anóxicos). Este fato pode ser confirmado nesta pesquisa pelos picos de abundância de radiolários. Estes ambientes nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas favoreceram a preservação de algumas estruturas extremamente frágeis de esqueletos silicosos, tais como poros e ornamentações, (Figs. 20,22). Esqueletos mais delgados e delicados bem como aqueles de pequenas dimensões (fauna anã), estão bem representados em todos os níveis dos poços 1 MAS 3A e em alguns níveis dos poços 1 MAS 4A e 1 MAS 15 da Bacia de Barreirinhas, bem como em alguns níveis do poço 1 MAS 12 da Bacia Pará-Maranhão que, em condições normais, não seriam preservados. Isso demonstra que estes ambientes deposicionais foram excepcionais para a preservação de radiolários.



Bloco diagrama mostrando o efeito da ressurgência na atividade planctônica levando a uma alta bioprodutividade e a formação de níveis de baixo oxigênio (zonas de anoxia)

Figura 17: Bloco diagrama mostrando a relação entre as zonas de anoxia e alta produtividade orgânica, na pesquisa relacionada aos microfósseis silicosos. (Modificado de Brooks et al. 1987).

5.3 ASPECTOS TAFONÔMICOS RELATIVOS A DIAGÊNESE DE RADIOLÁRIOS NAS BACIAS DO PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS

5.3.1 Generalidades

A análise dos esqueletos de radiolários das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas mostra que os processos de diagênese sobre os mesmos foram intensos, resultando em grande diversidade de composição mineralógica dos esqueletos destes microfósseis. Este se deve pelo fato de que a passagem de esqueletos silicosos para o estado fóssil compreende um contínuo processo determinado pelas condições geológicas.

Processo este conhecido como diagênese, cuja definição é ampla, Krumbein (1942), Strakhov (1953 *apud*, Schillingarian & Wolf, 1988) e Larsen & Chilingar (1979) que o definem como resultado de mudanças físico-químicas, bioquímicas e físico-mecânicas. Estes ocorrem modificando depósitos sedimentares após a sua acumulação inicial até o estágio de litificação. Outras definições mais restritas consideram a diagênese como um processo que finda quando os sedimentos tornam-se uma rocha sedimentar.

A diagênese pode ser dividida em três estágios: eodiagênese, mesodiagênese e telodiagênese, todos correlacionados principalmente a fatores como temperatura e pressão. A eodiagênese ocorre logo após a deposição dos sedimentos, atuando em níveis pouco profundos, com forte influência do ambiente deposicional e sob condições de temperatura e pressão normais à superfície. A mesodiagênese ocorre com o aumento das camadas de soterramento e conseqüente elevação de temperatura e pressão, iniciando-se, assim, mudanças nos sedimentos, como dissolução e formação de novos minerais. Por sua vez, a telodiagênese é a reexposição das rochas sedimentares na superfície para que sofram novamente os processos de intemperismo e deposição.

Radiolários, em depósitos oceânicos, estão concentrados em diversos tipos de rochas sedimentares, como cherts, carbonatos, folhelhos, margas e calcilutitos. Como resultado tem-se diversos tipos de recristalização e epigenia em seus esqueletos. Na área analisada, excetuando-se os cherts, as demais rochas sedimentares estão representadas como mostram os perfis litológicos dos poços, (Fig. 1). Portanto, pode-se observar que a ação da diagênese nos radiolários inicia-se pelas modificações físicas e químicas sofridas pelos esqueletos logo após a deposição e soterramento nos sedimentos de fundo oceânico, onde passam a

atuar fatores tais como: pressão, compactação, temperatura e fluidos intersticiais que podem levar estes à dissolução, cimentação, recristalização e substituição.

Tais processos pós-deposicionais, mencionados por Hein & Parrish (1987) e De Wever *et al.* (2001), mostram que estes tendem a alterar total ou parcialmente a composição química e mineralógica dos esqueletos, por vezes modificando morfológicamente suas estruturas externas e internas, como será visto a seguir. Esta intensa alteração diagenética no caso dos radiolários é muito comum principalmente nos níveis dos poços 1 MAS 12, 1 MAS 16, 1 MAS 1 e 1 MAS 14. Em alguns casos é difícil distinguir o que é fóssil ou um clasto sedimentar, recorrendo-se por vezes a microscopia óptica, para observação das estruturas internas dos radiolários.

5.3.2 Fatores que influenciaram o processo relativo a diagênese (fossildiagênese) de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

É de conhecimento geral que durante a diagênese, a sílica dos esqueletos dos radiolários pode ser recristalizada ou sofrer o processo de epigenia, sendo comum confundir-se radiolários recristalizados com substituídos. É comum, por exemplo, confundir-se radiolários substituídos por zeolita com aqueles recristalizadas para opala CT, sendo que apenas análises mineralógicas mais acuradas podem diferenciar a sua composição química. No entanto, há uma grande diferença nesses dois processos diagenéticos.

A recristalização mantém a composição química original do esqueleto, ocorrendo apenas a ordenação do seu retículo cristalino. No entanto epigenia, trata-se de uma substituição na qual a composição química original da sílica biogênica é normalmente substituída por calcita, pirita, dolomita, zeolita, rodocrosita e clinoptinolita, como se pode observar nas análises de EDS, (Grafs. 1 a 31).

No processo de fossildiagenese a substituição está diretamente relacionada ao ambiente de deposição do esqueleto e da rocha hospedeira. Corrêa & Truckenbrodt (1988), observam que nos arenitos da Formação Bom Gosto, Bacia de Barreirinhas ocorre uma complexa seqüência de processos diagenéticos como cimentações, substituições e dissoluções. Os autores comentam que muitos minerais são formados durante estes processos como quartzo, calcita ferrosa e não ferrosa dolomita ferrosa, pirita além de outros.

Muitos destes minerais se refletem na fossildiagênese dos radiolários relacionados diretamente a sua rocha hospedeira. Os processos diagenéticos ocorrem pelo fato de o

esqueleto formado por sílica amorfa, ser instável sob certas condições ambientais, o que leva a ser substituído por outro mineral com maior estabilidade química.

No entanto, esses processos de epigenia nem sempre são favoráveis a uma boa preservação dos esqueletos silicosos. Um exemplo é a substituição da sílica por calcita ou dolomita, fato comum na Bacia do Pará-Maranhão e em alguns níveis dos poços da Bacia de Barreirinhas. Nesse caso, não se preservaram os delicados detalhes morfológicos dos esqueletos. Por essa razão são considerados fósseis de baixa qualidade de preservação, ao contrário daqueles substituídos por sulfeto de ferro (pirita), que preservam, na maioria das vezes, finos detalhes, das suas estruturas morfológicas.

Nos processos de fossilização dos radiolários analisados nesta pesquisa ocorreram algumas variações, na morfologia externa e interna que pode ser parcial ou totalmente modificada. Deste modo, com base no grau de diagenese dos mesmos foi possível propor alguns modelos, como é demonstrado abaixo:

Preservação do esqueleto, através da epigenia, com alteração da composição química e mineralógica com pequena variação das estruturas do esqueleto. Exemplo: radiolários piritizados, muito comum nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 15 na Bacia de Barreirinhas e 1 MAS 12 da Bacia do Pará-Maranhão.

Preservação, através da epigenia, com alteração da composição química e mineralógica e grande variação da textura do esqueleto. Exemplo: radiolários calcitizados que ocorrem na maioria das vezes como moldes, que ocorrem preferencialmente nos poços 1 MAS 1 e 1 MAS 14 da Bacia de Barreirinhas e 1 MAS 16, da Bacia do Pará-Maranhão.

Preservação do esqueleto, através da recristalização, que geralmente não implica na alteração da composição química, mas na mudança mineralógica, através do ordenamento do retículo cristalino, com pequena ou grande variação da textura do esqueleto. Exemplo: radiolários preservados como opala A, opala CT ou quartzo. Nas análises de EDS foram encontrados em alguns poços, radiolários recristalizados possivelmente para opala CT.

No processo diagenético os esqueletos de radiolários logo após a sua deposição e soterramento começam a sofrer a ação de fatores importantes como a Temperatura, Pressão, pH, Compactação, Ação de fluídos intersticiais e Solubilidade da sílica.

5.3.2.1 Temperatura

Corrêa & Truckenbrodt (1988), comentam que o crescente soterramento na Formação Bom Gosto, Bacia de Barreirinhas, teve como consequência imediata o aumento de temperatura e pressão. A temperatura é um fator importante nos processos diagenéticos dos radiolários, pois condiciona a solubilidade de muitos compostos minerais como a sílica. A temperatura possui papel relevante na precipitação química desses elementos. Como exemplo, tem-se que em águas frias, a solubilidade do CO_2 é mais elevada, baixando o pH da água e impedindo a precipitação de muitos sais, tais como nitratos e fosfatos, além de carbonatos. Estes ao enriquecer as águas de fundo em nutrientes e favorecem, a preservação da sílica. Em águas quentes, a baixa dissolução do CO_2 eleva o pH, que por sua vez precipita o CaCO_3 e outros sais. A sílica é igualmente influenciada por gradientes de temperatura, pois à medida que esta se eleva, seu índice de solubilidade igualmente aumenta. Perelman (1967 *apud* Schillingarian & Wolf, 1988) relaciona a elevação da solubilidade da sílica à temperatura, com o aumento do soterramento dos esqueletos silicosos. É fato que a elevação da temperatura, igualmente eleva a solubilidade da sílica, condicionando a natureza dos fluídos intersticiais, como veremos a seguir.

Dapples (1959) e Ewers (1967) discutem, em termos gerais, que as forças que direcionam a recristalização dos minerais são influenciadas por gradientes de temperatura. Disler (1984 *apud* Schillingarian & Wolf, 1988) e Willians *et al.* (1985) mostram que a temperatura exerce uma grande influência na termodinâmica da sílica, favorecendo, desse modo, as suas fases de transformação de opala a quartzo.

No entanto, pouco se sabe da ação da temperatura nos poços pesquisadas, devido à escassez de informações sobre esta área da pesquisa, faz-se necessário considerar a grande diversidade de graus de fossilização e a evolução tectono-sedimentar das referidas bacias, sendo evidente a relação da temperatura neste processo de preservação dos microfósseis silicosos.

5.3.2.2 pH

A ocorrência de níveis de radiolários piritizados, assim como calcitizados ou dolomitizados nos poços analisados demonstram a influência dos fatores da fossilização neste processo. Isto fica evidenciado pela ocorrência de diversos minerais diagenéticos na bacia como observam Corrêa & Truckenbrodt (1988), para as litologias da Formação Bom

Gosto. Um fator importante para a fossilização de radiolários é o pH, tanto na água como nos fluídos intersticiais da rocha hospedeira.

Mas como seria esta relação do pH com os esqueletos de radiolários na área da pesquisa? A explicação estaria na concentração dos íons hidrogênio na água do mar expressa por um logaritmo inverso da sua concentração e o produto das concentrações iônicas variando segundo a temperatura.

O oceano é um sistema fortemente tamponado, daí a baixa variação do seu pH, que oscila normalmente entre 8 e 8,3, em águas mais profundas; onde há forte consumo de O₂ e produção de CO₂, se alcançam valores mínimos de pH entre 7,6 a 7,9.

A temperatura influencia diretamente os índices de pH no oceano e se caracteriza por ser um dos fatores físico-químicos mais importantes. Ela tem reflexos diretos na biota marinha, condicionando sua distribuição ecológica, além de atuar nos processos químicos de solubilidade, distribuição de nutrientes e nos processos diagenéticos que se sugere terem ocorrido com grande intensidade na área analisada. Assim, existe uma relação direta entre os fatores físico-químicos, pH e temperatura.

O pH não atua isoladamente durante os processos diagenéticos, no entanto, é uma das mais importantes variáveis na transformação dos sedimentos, como atestam Spencer *et al.* (1968 *apud* Schillingarian & Wolf, 1988) e Birbaum & Wireman (1984 *apud* Schillingarian & Wolf, 1988). O pH ainda possui relação direta com a solubilidade da sílica que aumenta com a elevação da temperatura. No entanto, o pH não varia fortemente nos oceanos para influenciar marcadamente na dissolução dos esqueletos silicosos.

Um exemplo disso é que em águas oceânicas ricas em sílica não há praticamente variação do pH, sendo essas águas menos agressivas aos esqueletos silicosos, ocasionando, assim, um grande decréscimo nos processos de dissolução. Esses processos dissolutivos estão, portanto, mais relacionados com a profundidade e com a concentração de sílica do que com o pH. A forte variação desse fator no interior dos sedimentos, através dos fluídos intersticiais, pode influenciar na dissolução de esqueletos de radiolários.

Esta dissolução no qual o pH mais elevado ocasiona este processo nos esqueletos de radiolários em rochas hospedeiras de composição carbonática pode ser evidenciado em alguns níveis do poço 1 MAS 12, 1 MAS 16 da Bacia do Pará-Maranhão. Este fato também ocorre nos poços 1 MAS 15, 1 MAS 1 e 1 MAS 14 da Bacia de Barreirinhas onde os esqueletos foram totalmente ou parcialmente dissolvidos.

Em contraposição a este processo que ocorre nas rochas carbonáticas nos depósitos anóxicos e na coluna d'água de ambientes redutores, o pH tem um papel fundamental na preservação de microfósseis silicosos, uma vez que seus baixos valores favorecem a preservação da sílica. Neste ambiente o pH representa ainda um papel inverso na preservação de microfósseis carbonáticos. Este tipo de preservação relacionando diretamente com o pH é sugerido para os níveis do poço 1 MAS 3A da Bacia de Barreirinhas, em contraposição a este fato, há um decréscimo da população de foraminíferos planctônicos e um aumento da população de radiolários e de diatomáceas.

5.3.2.3 Pressão

As bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas apresentam características morfológicas e estruturas as quais podem ser relacionados a bacias com sistemas deposicionais típicos de bacias “*pull-apart*”. As características principais destas bacias são as grandes espessuras dos seus pacotes sedimentares. Estas representam elevadas taxas de sedimentação, acentuando a influência de fatores como pressão e compactação no processo de fossilização nos esqueletos de radiolários.

Assim explica-se que a pressão não age isoladamente, mas está diretamente interligada a outros fatores físico-químicos como temperatura e pH do meio. Para Disler (1984 *apud* Schillingarian & Wolf, 1988) e Willians *et al.* (1985) a pressão tem um papel importante no processo de litificação como resultado da evolução da compactação dos sedimentos no fundo oceânico.

O aumento da pressão resulta na elevação dos índices de solubilidade da sílica. Porém a variação destes índices é pequena se comparada com a temperatura. Contudo, elevados níveis de pressão podem aumentar a solubilidade da sílica nos sedimentos, além de ter uma influência na taxa de difusão de fluídos intersticiais nos sedimentos hospedeiros, levando a processos de recristalização e substituição de esqueletos de radiolários.

Isto é evidenciado por Corrêa & Truckenbrodt (1988), que relacionam a evolução tectono-sedimentar da Bacia de Barreirinhas a rápida sedimentação. A consequência direta a este processo é a elevação dos fatores físico-químicos como pH, Temperatura e Pressão.

5.3.2.4 Compactação

A evolução tectono-sedimentar das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas da Margem Equatorial Brasileira foi condicionada por processos de sedimentação das mesmas. Este processo levou a formação de grandes pacotes sedimentares com elevada compactação. Corrêa & Truckenbrodt (1988), especulam que estes podem ter sido formados através de elevadas taxas de sedimentação na bacia.

Entende-se por compactação o decréscimo do volume total de um sedimento por efeito do aumento progressivo do peso da cobertura sedimentar, o qual força a expulsão dos fluídos intersticiais e, concomitantemente, a redução da porosidade, levando à ocorrência de transformações minerais no interior do sedimento, no qual os esqueletos estão inseridos. O processo de compactação pode iniciar-se logo após a deposição dos sedimentos e prolongar-se por um longo período.

Cabe comentar que este processo se estendeu por grandes períodos relacionado à atividade tectônica, durante a evolução do Oceano Atlântico Sul.

A magnitude do efeito da compactação nos sedimentos é dada pela porosidade e pelo conteúdo de água do sedimento original, bem como pelo tamanho e forma das partículas. Outros fatores importantes nesse processo são, a taxa de deposição, a espessura do pacote sedimentar e principalmente o fator tempo.

Sendo assim, essas modificações que ocorrem durante o processo de litificação promovem o avanço da diagênese, que degenera e destrói as microestruturas dos microfósseis silicosos, obliterando muitas estruturas originais, como ocorrem nos radiolários calcitizados. Isto é evidenciado nos poços 1 MAS 12, 1 MAS 16 e 1 MAS 14 resultando, assim, em microfósseis de baixo grau de preservação, sendo possível por vezes distinguir as suas estruturas internas através do microscópio.

Dessa forma, as transformações das fases silicatadas são acompanhadas de uma redução da porosidade dos sedimentos. Keene (1976) aponta uma redução da porosidade de mais de 90 % nos cherts. É importante frisar que este tipo de rocha não foi encontrada na área analisada, relacionada ao sedimento original. Isaacs (1981) propõe que, para os sedimentos silicosos, existe uma relação na porosidade em comparação aos sedimentos iniciais em torno de 55-70% para os sedimentos compostos de opala A, de 25-40% para as rochas compostas de opala CT e de 10-20% para as rochas de quartzo.

Como a análise litológica da bacia aponta para depósitos, predominantemente carbonáticos com intercalações de folhelhos e siltitos. É de se esperar que as taxas de compactação sejam elevadas nas referidas bacias, no entanto não é possível apontar com precisão os graus de compactação das mesmas.

5.3.2.5 Ação dos fluídos intersticiais nos processos de fossilização de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

Os fluídos intersticiais tem papel fundamental nos processos diagenéticos dos esqueletos de radiolários. Uma vez que estes, ao serem depositados, se comportam como partículas nos sedimentos. Assim estes esqueletos ficam sujeitos a processos de dissolução e remobilização de seus componentes minerais.

O crescente soterramento e conseqüente aumento na pressão e temperatura alteraram significativamente os sedimentos depositados nas referidas bacias analisadas. Este fato tem reflexo direto na natureza dos fluidos intersticiais que podem ter influenciado diretamente o processo de fossilização dos esqueletos de radiolários ali depositados.

Corrêa & Truckenbrodt (1988) mencionam que em depósitos da Formação Bom Gosto na Bacia de Barreirinhas, estas reações favoreceram a precipitação de cimento carbonático. Este cimento pode ter exercido ação dissolvente sobre os minerais constituintes dos sedimentos (incluindo a sílica), o qual podem ter dissolvido diversos esqueletos de radiolários compostos originalmente por sílica, sendo estes posteriormente substituídos por cimento calcítico.

Tais componentes químicos podem ser remobilizados preenchendo cavidades vazias, formando moldes ou contramoldes que são comuns em muitos níveis. Os processos de calcitização são comuns nos radiolários que ocorrem nos níveis dos poços 1 MAS 15, 1 MAS 1 e 1 MAS 14 da Bacia de Barreirinhas e 1 MAS 12 e 1 MAS 16 da Bacia do Pará-Maranhão, bem como a formação da calcita ferrosa e da dolomitização. Estes processos serão explicados detalhadamente a seguir no item epigenia de radiolários.

5.3.2.6 Solubilidade da sílica no processo de fossilização de radiolários

A sílica amorfa hidratada tem uma apreciável solubilidade na água do mar. Dapples (1959), Krauskopf (1959), Siever (1962), Ewers (1967), Crerar & Barnes (1974), e Finlow-Bates (1980) atestam que a solubilidade da sílica, em termos gerais, depende da temperatura

e do pH, além de sua disponibilidade na água do mar. Em um intervalo de pH 2 a 9, a solubilidade da sílica é baixa; no entanto, quando os valores de pH são superiores a 9, a sua solubilidade se eleva rapidamente (Borchert, 1965).

Os baixos valores de sílica dissolvida na água do mar podem ser relacionados diretamente à extração biológica por organismos silicosos (Siever, 1957). De maneira que a sílica, ao ser extraída, é fixada na estrutura dos esqueletos. Desse modo, a sílica não retorna rapidamente para a água do mar como um elemento dissolvido, conforme demonstrado por radiolários e outros organismos silicosos bem preservados.

Este processo leva a redução da disponibilidade de sílica dissolvida, na coluna d'água. No entanto, esta baixa reposição de sílica dissolvida pode ter um efeito contrário, pois, ao se reduzir à disponibilidade da sílica dissolvida na água, esta se torna subsaturada, Isto faz com que esqueletos silicosos se dissolvam mais rapidamente elevando, a solubilidade desse elemento como parte de um contínuo processo de ciclagem de sílica no oceano.

Percebe-se, ainda, que a solubilidade da sílica diminui conforme a seqüência diagenética desse mineral, através de seu progressivo ordenamento cristalográfico. Assim, a uma temperatura de 25°C, a solubilidade segue a seguinte seqüência: sílica amorfa 60-130 ppm, cristobalita 20-30 ppm e quartzo de 6-10 ppm, mostrando que essa última é a forma mais estável da sílica.

Irregularidades superficiais, tais como; ornamentação (espinhos, tubos, etc) dos microfósseis, além de esqueletos mais porosos e com grandes aberturas, são preferencialmente atacadas por processos de dissolução. Estes processos podem ser evidenciados em alguns exemplares de radiolários encontrados nos poços 1 MAS 15, 1 MAS 1 e 1 MAS 14 da Bacia de Barreirinhas 1 MAS 12 e 1 MAS 16 da Bacia do Pará-Maranhão. À medida que o processo diagenético evolui, a sílica pode ser substituída ou recristalizada.

No caso dos radiolários que ocorrem nos depósitos analisados, ocorre a substituição da sílica por outros minerais mais estáveis como calcita, pirita e dolomita, (Fig. 18).

Dessa maneira, mostra-se que a solubilidade das fases silicosas oscila conforme algumas variáveis, como temperatura, pressão e pH, além da disponibilidade de sílica dissolvida nas águas oceânicas.

5.3.3 Fases de transformação da sílica

Os esqueletos de radiolários enquanto organismos vivos bem como, logo após sua morte e até o momento de sua deposição, são constituídos normalmente por sílica amorfa hidratada (opala A).

No entanto, a sílica amorfa é instável no ambiente geológico. Tada & Ijima (1983) mencionam que estas passam por várias fases diagenéticas. Este processo está bem caracterizado nos poços analisados. Neste item, é mostrado o processo de recristalização que provoca mudanças na textura dos esqueletos, devido ao reordenamento do seu retículo cristalino, mantendo inalterada a sua composição química. A recristalização está intimamente ligada a fatores físico-químicos, como pressão, temperatura e pH, além da atuação dos fluidos intersticiais.

A profundidade de soterramento é outro fator importante, visto que a solubilidade do grão é elevada com o acréscimo da pressão e temperatura. Entretanto, a recristalização pode ocorrer simultaneamente à deposição, na qual a sílica passa de uma fase instável, opala (A orgânica e hidratada) para uma fase opala A' (inorgânica).

Esse processo de recristalização pode chegar a formar o quartzo, que é a fase mais estável de sílica nessas condições físico-químicas, é comum em sedimentos de idade mesozóica. A seguir, serão analisadas as diferentes fases de transformação diagenética da sílica.

Deve ser salientado que possivelmente os radiolários analisados nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas conforme o grau diagenético e idade destes sedimentos, estejam recristalizados na fase de opala CT ou quartzo devido ao intenso processo de fossilização que ocorreram nas bacias da plataforma continental brasileira.

5.3.3.1 Transformação opala A – opala A' – opala CT – quartzo

Em temperaturas baixas, a sílica precipita inicialmente como opala A orgânica (solução em sílica amorfa hidratada $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Com o avanço do estágio diagenético, esta passa para opala amorfa A' (inorgânica) e, após, para opala CT (Cristobalita-tridimita) até quartzo criptocristalino-quartzo microcristalino. Sendo as últimas fases mais estáveis de transformação da sílica dos esqueletos de radiolários durante o processo da diagênese.

A seqüência diagenética da sílica é examinada em termos de muitos conceitos de cinética química e termodinâmica que envolve as relações entre solubilidade, área

superficial e tamanho da partícula. No entanto, essas não são suficientes para explicar a simples transformação de opala A – opala CT – quartzo, sugerindo que a taxa de temperatura e outros parâmetros físicos, como pressão, não seriam os únicos fatores a atuar no processo (Willians & Crerar, 1985).

A transformação de opala A – opala CT – quartzo é relacionada em diversos trabalhos de cunho diagenético. Dapples (1959), Mizutani (1966), Hurd *et al.* (1981), Kastner & Gieskes (1983) e Jafri *et al.* (1993), comentam que esta é controlada primariamente por temperatura, tempo geológico e área superficial, além da química das águas intersticiais e dos sedimentos hospedeiros, bem como da permeabilidade desses sedimentos.

Em muitos níveis analisados a influência dos sedimentos hospedeiros caracterizados por serem de origem carbonática, não permitiram este tipo de fase diagenética da sílica, estando esta possivelmente relacionada a áreas de sedimentação mais terrigena, com deposição de arenitos e siltitos.

Assim, durante sua progressão diagenética, a sílica biogênica sofre transformação de sílica instável orgânica opala (A sílica amorfa hidratada) biogênica, logo após a morte do organismo e a liberação do esqueleto do material citoplasmático para opala A' (sílica amorfa inorgânica) e, após, para opala CT (Cristobalita-tridimita desordenada) e, por último, para quartzo. As fases de opala CT e quartzo são mais relacionadas a ambientes antigos. Este pode ser relacionados aos depósitos sedimentares analisados nestas bacias.

Segundo Hurd *et al.* (1981), a sílica hidratada é precipitada biologicamente um polimorfo de sílica, metaestável, que eventualmente é transformada em quartzo. Contínuos estudos sugerem que essas transformações estão ocorrendo presentemente em processos usuais de dissolução e reprecipitação com um tipo de transformação sólido – sólido.

5.3.3.2 Precipitação da opala A (opala biogênica) amorfa hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

A água do mar é subsaturada em sílica dissolvida, o que explica a baixa ocorrência de radiolários em alguns níveis, como observam Johson (1976) e Johson *et al.* (1991). Essa é alterada somente pela atividade biológica, da qual os organismos extraem e secretam sílica amorfa bem acima dos níveis de saturação.

Como é bem marcado pelos níveis de alta produtividade orgânica, em que a ocorrência na área da pesquisa é relacionada aos níveis de grandes picos de abundância de

radiolários. Willians *et al.* (1985) sugerem que, durante o processo de extração da sílica pelos organismos silicosos, essa é catalisada enzimaticamente; no entanto, os mecanismos bioquímicos são complexos e pouco entendidos, carecendo de pesquisa neste sentido.

Esta sílica é, portanto, catalisada pelo organismo e perdura até após a sua morte. Após a necrólise do tecido, o esqueleto é exposto às águas corrosivas do oceano. Nessa fase, a sílica, por ser altamente instável, está sujeita a uma rápida dissolução, como parte integrante do ciclo da sílica oceânica. É importante salientar que é praticamente impossível encontrar opala A (biogênica) em rochas de idade cretácea ou em depósitos mais recentes em um estágio diagenético mais forte. Assim é de se supor a inexistência desta fase da sílica nos sedimentos analisados nesta pesquisa.

5.3.3.3 Precipitação da opala A' (inorgânica)

A fase intermediária opala A' foi mencionada por Hein & Parrish (1987) como um processo no qual a opala A (biogênica), após a morte e necrose do tecido mole, dissolve-se e é reprecipitada como opala A' (inorgânica). Ambas amorfas ao raio X. Assim, a opala A' é morfologicamente indistinta da opala A, sendo uma fase transicional na transformação da opala A para opala CT (Hein, 1987).

No registro fóssil, normalmente, a distribuição estratigráfica da opala inorgânica A' está comumente localizado a poucos metros de profundidade, mostrando, assim, uma boa preservação de pequenos e finos detalhes morfológicos dos esqueletos de radiolários. Fato que não é observado nos radiolários preservados como opala A' nesta pesquisa, estes detalhes são apenas observados nos radiolários preservados por sulfeto de ferro (pirita).

5.3.3.4 Recristalização da Opala A' (inorgânica) – Opala CT

Com a evolução das bacias aqui mencionadas e concomitante sedimentação, formando extensos pacotes sedimentares é de se esperar um progressivo aumento da temperatura e pressão. Deste modo às opalas A e A', que são instáveis ao ambiente geológico, são convertidas em opala CT (opala + tridimita + cristobalita), de acordo com pesquisas de Kastner *et al.* (1977) e Thurow (1988).

A transformação de opala A para opala CT resultaria assim de um mecanismo de dissolução-precipitação (Mizutani, 1966), o qual poderia explicar a corrosão comum de esqueletos de radiolários e a precipitação de lepisferas de opala CT. Nessa substituição é

comum se encontrar a estrutura interna original dos radiolários, sendo substituída e preservada por opala CT. No entanto, a superfície do esqueleto que está em contato direto com os sedimentos externos apresentam intensa dissolução. O fato é observado nos radiolários silicificados encontrados nos poços analisados principalmente na zona da sílica (Fig. 18) e (Grafos 26 a 31), das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

É preciso salientar que os sedimentos têm um papel importante nessa transformação diagenética. Uma vez que a composição química e a solução de sedimentos hospedeiros controlam a taxa de transformação de opala A para opala CT e, finalmente, para quartzo. Um exemplo é que a seqüência dessa transformação ocorre mais rapidamente em sedimentos carbonáticos do que em argilitos, fato que pode ser analisado nos radiolários preservados nos níveis carbonáticos.

Nestes níveis normalmente são encontrados radiolários silicificados, provavelmente para opala CT, pois é possível ainda serem observados alguns detalhes da sua morfologia externa, impossível no caso daqueles que já atingiram a fase do quartzo.

5.3.3.5 Precipitação e Reordenamento da Opala CT

Os esqueletos de radiolários recristalizados, na fase de tridimita-cristobalita, se apresentam como formas mais ordenadas de SiO₂, em comparação às opalas A e Á. Essas, no entanto, são criptocristalinas aos raios-X, sendo, portanto, uma fase intermediária no processo diagenético a uma forma mais estável de sílica, que é o quartzo.

Esqueletos silicosos (radiolários), por vezes, são altamente ornamentados (espinhos) e mostram estruturas na escala de 5 a 50mm. Encontramos diversos espécimes coletados nas amostras dos níveis, do poço 1 MAS 3A e 1 MAS 4A da Bacia de Barreirinhas, no entanto este fato não é muito comum nos depósitos devido ao intenso processo diagenético que ocorreu na área, dos poços 1 MAS 12 e 1 MAS 16 da Bacia do Pará- Maranhão, e 1 MAS 15, 1 MAS 1 e 1 MAS 14 da Bacia de Barreirinhas.

Esse processo permite que a parte externa dos esqueletos seja suavizada, com a perda dos ornamentos, enquanto as características, principalmente internas, permanecem preservadas. Fato este registrado em vários exemplares encontrados principalmente nos níveis dos poços 1 MAS 16 da Bacia Pará-Maranhão e 1 MAS 1 e 1 MAS 14, da Bacia de Barreirinhas como pode ser observado nas estruturas morfológicas e igualmente nas análises de EDS, (Grafos. 26 a 31).

Em geral, a opala CT substitui esqueletos de radiolários originais, levando esses a formas fantasmas. Sendo assim, esses fósseis apresentam-se bem distintos de suas formas originais, se observando que as suas microestruturas externas são praticamente destruídas. Como pode ser observado, estes radiolários mostram estruturas internas muito grosseiras. Com o aumento da profundidade, o espaçamento entre as partículas de opala CT decresce progressivamente. Experimentos hidrotermais mostram que a taxa de mudança de espaçamento pode ser dependente do fator temperatura. Assim, o aumento progressivo do ordenamento da cristobalita em relação a tridimita sugere um gradual aumento de tamanho das partículas de opala CT, que pode ser assim relacionado a um mecanismo de dissolução–reprecipitação (Murata & Larson, 1975).

5.3.3.6 Transformação da Opala CT–Quartzo

O quartzo é a fase final da fossilização dos esqueletos silicosos, na qual a sílica chega a sua forma mais estável. Após a deposição de esqueletos de opala CT, há um aumento progressivo da cristalinidade, devido ao crescimento contínuo do cristal. Nesta as camadas de tridimita dissolvem-se e precipitam-se preferencialmente em camadas de cristobalita. Com o tempo, cristais de quartzo crescem sob grandes cristalitos.

Assim, após lenta recristalização, o quartzo passa da forma criptocristalina a microcristalina, atingindo assim o estágio final da seqüência diagenética dos microfósseis silicosos, podendo ser analisada por raio X.

Possivelmente esta fase de transformação dos esqueletos silicosos, não esteja presente nos níveis analisados, das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

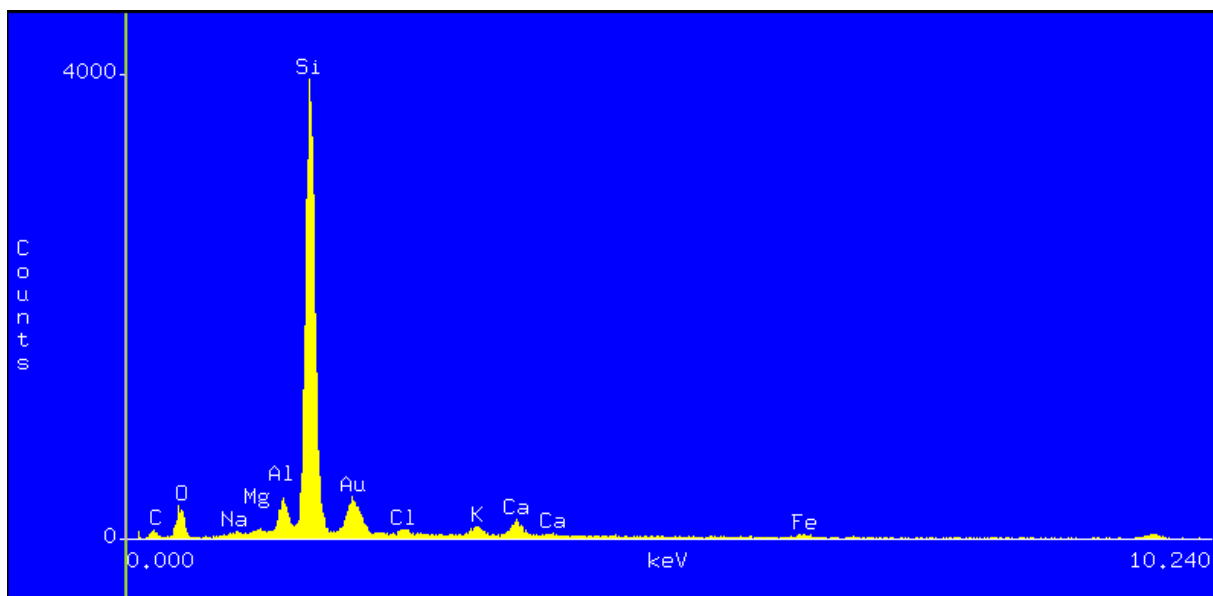


Gráfico. 1: Análise de EDS mostrando ocorrência radiolários, com um elevado conteúdo de sílica, os demais elementos são pontuais, sugerindo um esqueleto de sílica talvez opala CT.

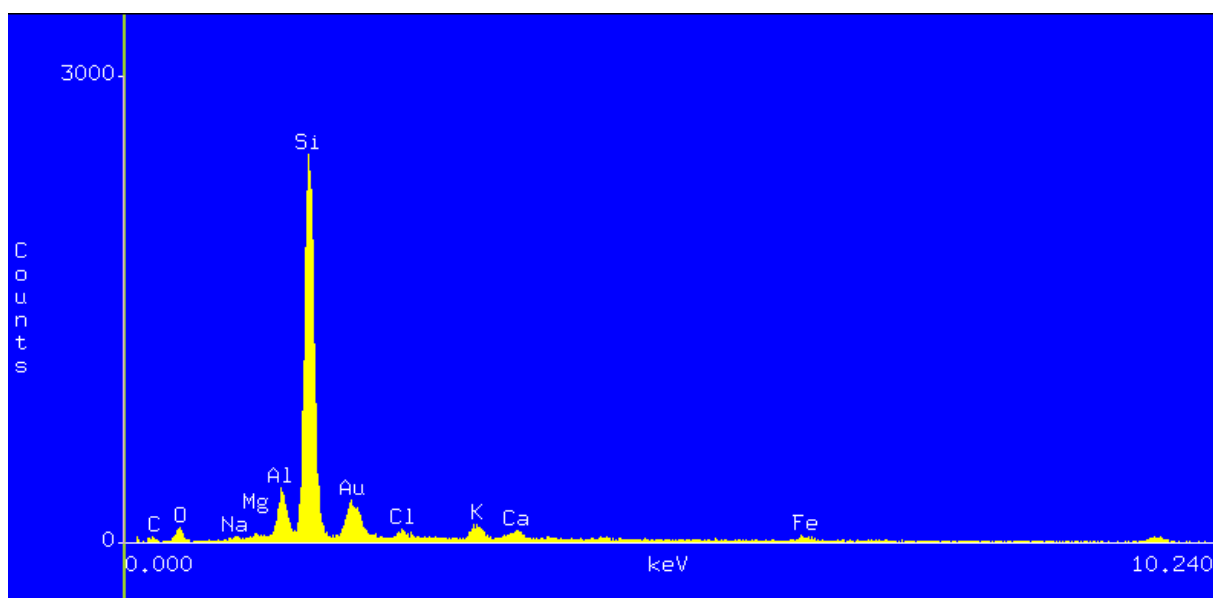


Gráfico 2: Análise de EDS mostrando a epigenia de radiolário, com elevado conteúdo de sílica, baixo conteúdo de ferro e alumínio, cálcio o qual pode sugerir um esqueleto de sílica talvez opala CT.

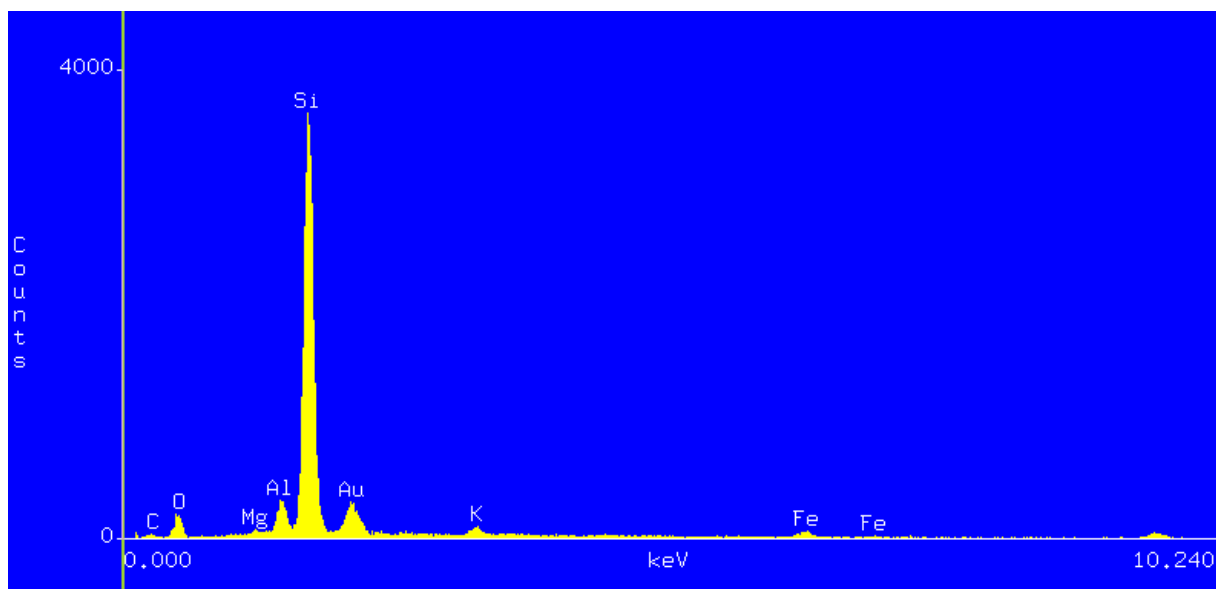


Gráfico 3: Análise de EDS mostrando a epigenia de radiolário, com elevado conteúdo de sílica, baixo conteúdo de ferro e alumínio, cálcio, potássio sugerindo um esqueleto de sílica talvez opala CT.

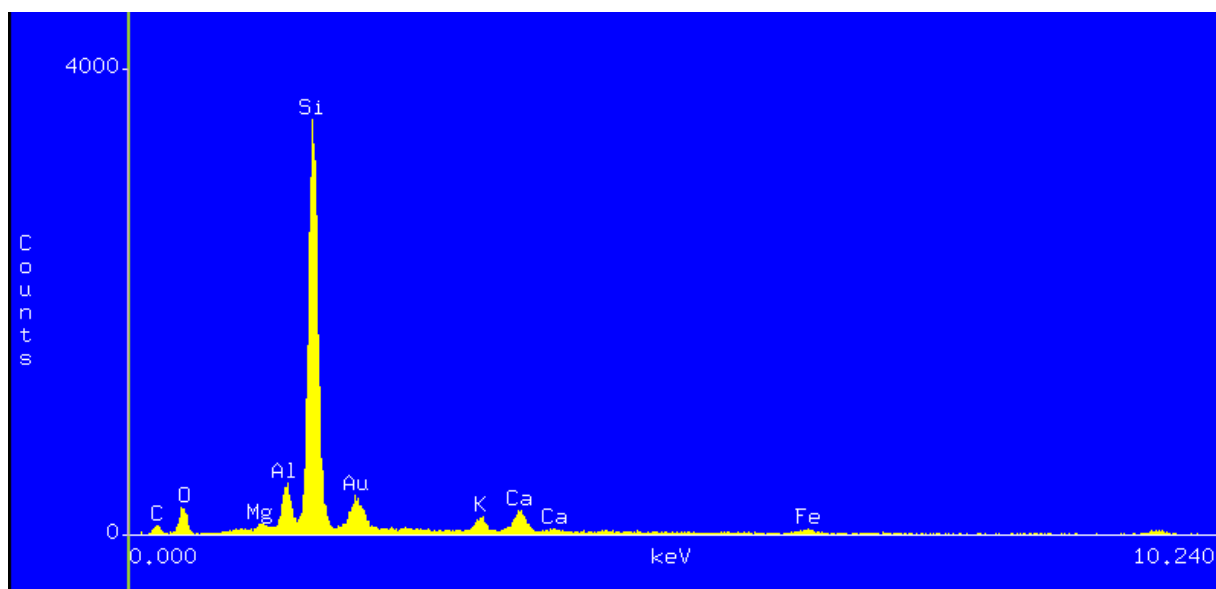


Gráfico 4: Análise de EDS mostrando a epigenia de radiolário, com elevado conteúdo de sílica, e diversos elementos como ferro, alumínio, cálcio, potássio e magnésio mostrando a diversidade química que pode ocorrer na rocha hospedeira.

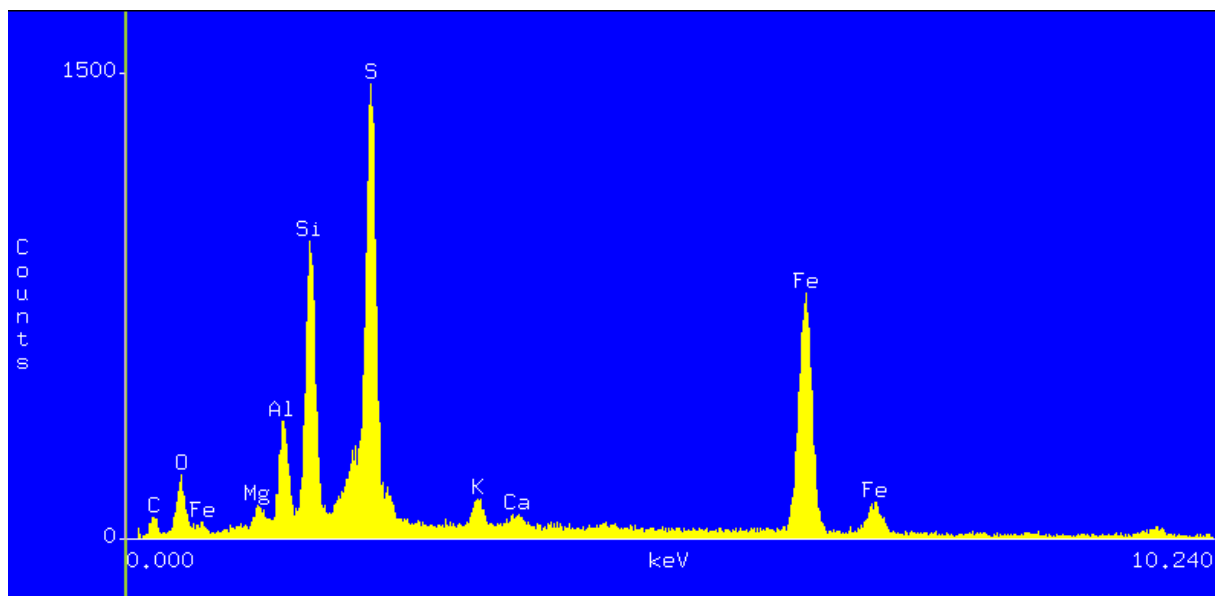


Gráfico. 5: Análise de EDS mostrando ocorrência radiolário, com elevado conteúdo de enxofre, sílica e ferro, além de diversos elementos como, alumínio, havendo variação apenas no teor de cálcio, potássio, magnésio.

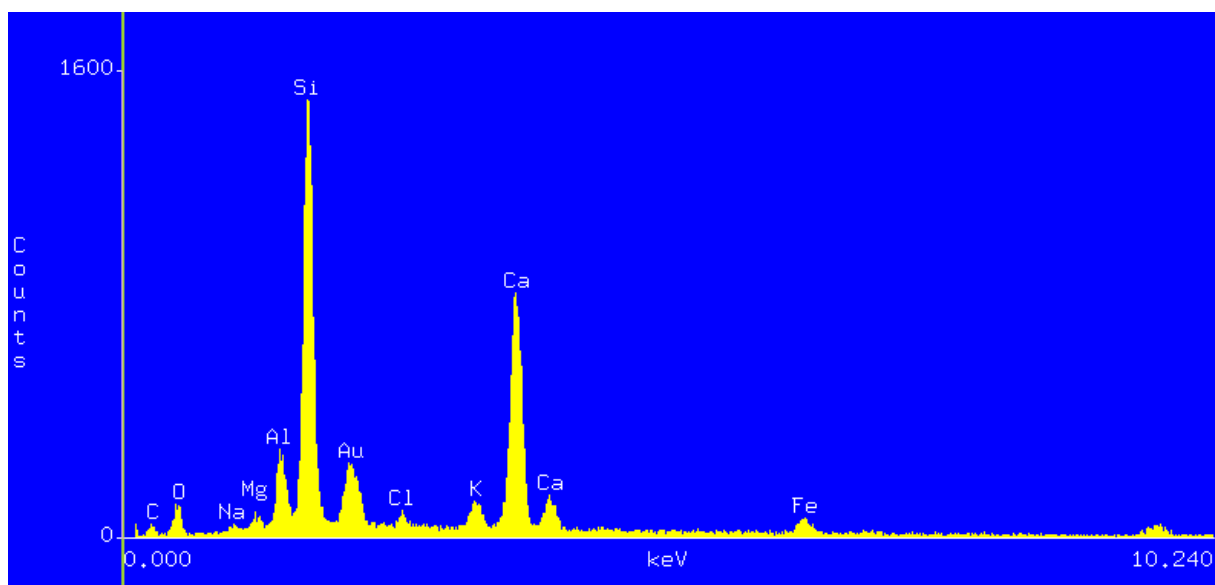


Gráfico. 6: Análise de EDS mostrando a epigenia de radiolário, com elevado conteúdo de sílica e cálcio e diversos elementos como ferro, alumínio, potássio e magnésio e sódio mostrando a diversidade diagenética como no gráfico anterior, observa-se neste um teor mais elevado de cálcio.

5.3.4 Epigenia de radiolários nos poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

O termo epigenia vem do grego *epigenés*, que significa alteração da forma exterior sem que se altere a parte interna. Em se tratando de fósseis, pode ser explicado como a alteração da composição química de um mineral sem que se lhe altere a forma anterior. Em termos gerais, a epigenia nos radiolários é a preservação através da substituição mineralógica da sílica dos esqueletos por outros minerais de maior estabilidade, em seus ambientes de deposição. Tais minerais como: calcita, pirita, dolomita, zeolita, ankerita, rodocrosita e clinoptinolita são diretamente relacionados a fatores físico-químicos como temperatura, pressão e pH.

Estas substituições podem gerar fósseis de composição química diferente e graus diferenciados de preservação. A ocorrência de radiolários substituídos por calcita, dolomita, zeolita e pirita é um fato comum nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas na Margem Equatorial Brasileira. Estes ocupam níveis bem distintos e podem ser relacionados a sua litologia. Deste modo é possível determinar zonas fossildiagnéticas de radiolários nos poços, como mostram os perfis diagenéticos (Fig.18).

Tais zonas podem ser igualmente relacionadas aos graus de preservação dos mesmos, sendo possível obter informações paleoecológicas e paleoceanográficas. O zoneamento diagenético dos radiolários pode então, ser relacionado a fatores paleoceanográficos e paleoecológicos ocorridos nestas bacias, durante seu processo evolutivo.

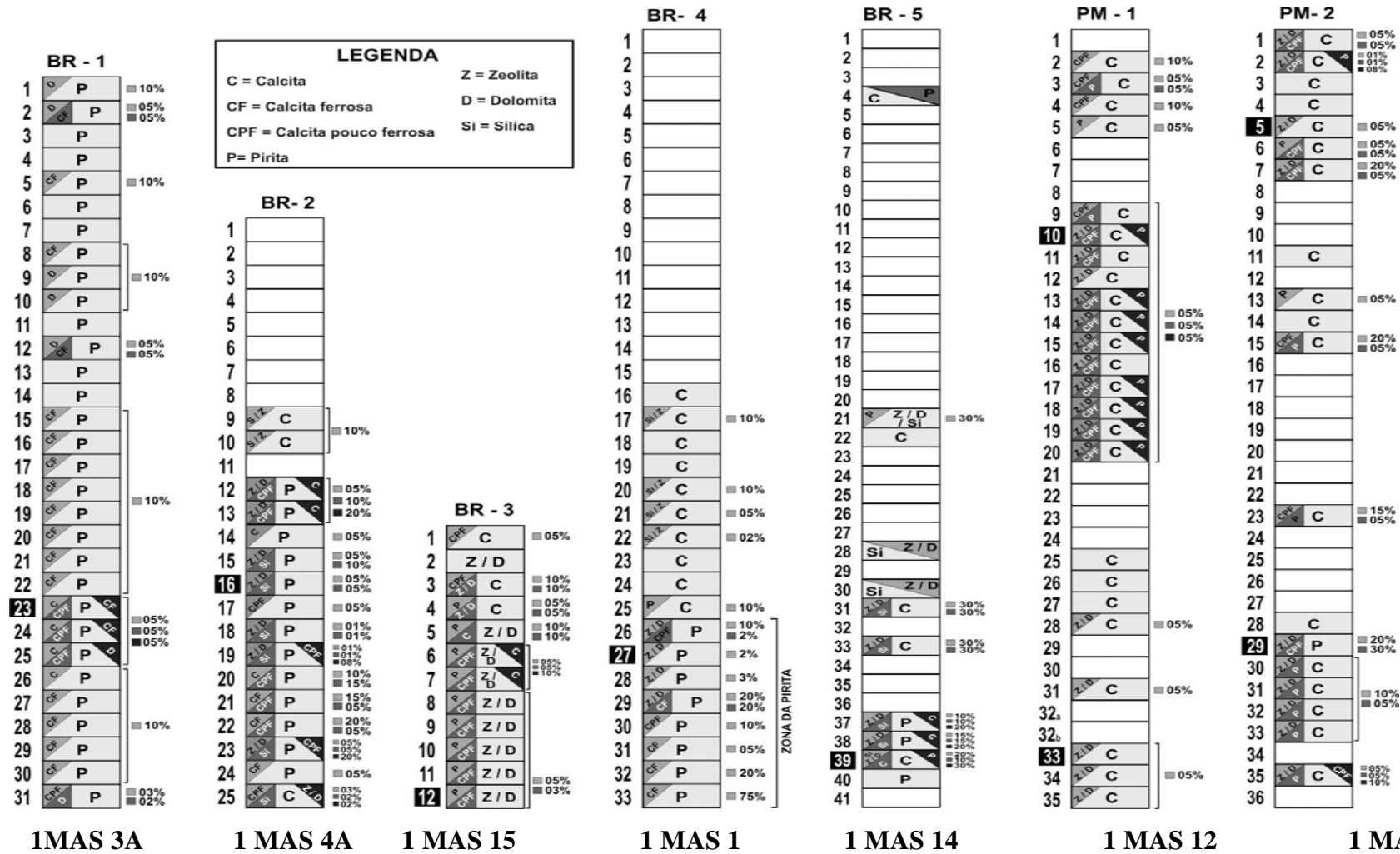


Figura18: Perfis fossildiagenéticos dos poços das Bacias de Barreirinhas e Pará-Maranhão com base em análises de EDS e colorimetria.

5.3.4.1 Radiolários substituídos por calcita (CaCO₃), nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

Radiolários substituídos por calcita (CaCO₃) são citados em estudos de Kwiatowski (1981), Thurow (1988), Kotzian & Eilert (1987), Gursky (1990), Koutsoukos & Hart (1990), Souza (1995) e Strohschoen Jr (1995), sendo esse, via de regra, o processo diagenético mais comum e mais facilmente encontrado nas bacias marginais brasileiras de idade mesozóica, (Graf. 7 a 15). A ocorrência destes nas Bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas na Margem Equatorial Brasileira, se concentra em determinados níveis, principalmente nos poços 1 MAS 12, 1 MAS 16, 1 MAS 3A, 1 MAS 4A, 1 MAS 15, 1 MAS 1 e 1 MAS 14, estes relacionados à química das rochas hospedeiras (Fig. 18).

No entanto, a substituição dos radiolários por calcita e dolomita, em geral, não preserva os finos detalhes estruturais dos esqueletos, sendo considerados fósseis de baixa qualidade de preservação. Como demonstram os diversos exemplares, coletados nestas bacias, muitas vezes foi necessário recorrer-se à metodologia de fotomicrografias no microscópio óptico. Estas revelaram várias estruturas internas, como câmaras ou aberturas e por vezes até espinhos, sendo possível chegar-se à identificação de inúmeros exemplares coletados, como *Orbiculiforma* spp, *Pseudoaulophacus* spp, *Xitus* spp e *Histiastrum* spp entre outros.

Essa substituição ocorre principalmente na forma de moldes ou contramoldes, onde somente a morfologia grosseira dos esqueletos é preservada, sendo destruídos os elementos esqueletais mais delicados, como espinhos ou outros ornamentos. No entanto, alguns esqueletos de radiolários encontrados nos níveis analisados na bacia, mostram detalhes morfológicos bem delicados, o que é excepcional para este tipo de preservação.

Na área de estudo, esse processo de substituição ocorre por dissolução do esqueleto primário, com a subsequente migração da sílica para o interior das áreas sedimentares circundantes e, finalmente, a precipitação de arranjos grosseiros de calcita na cavidade vazia, originada das rochas carbonáticas hospedeiras influenciadoras da fossildiagenese destes radiolários. Este fato ocorre principalmente nos carbonatos do Grupo Caju e Grupo Humberto de Campos, em ambas as bacias.

A substituição da sílica por calcita depende da litologia da rocha hospedeira. Esta envolve processos diagenéticos secundários, como o processo de substituição de calcita

original por calcita férrica, dolomita e ankerita, com a continua entrada de Fe e Mg na composição química do fóssil.

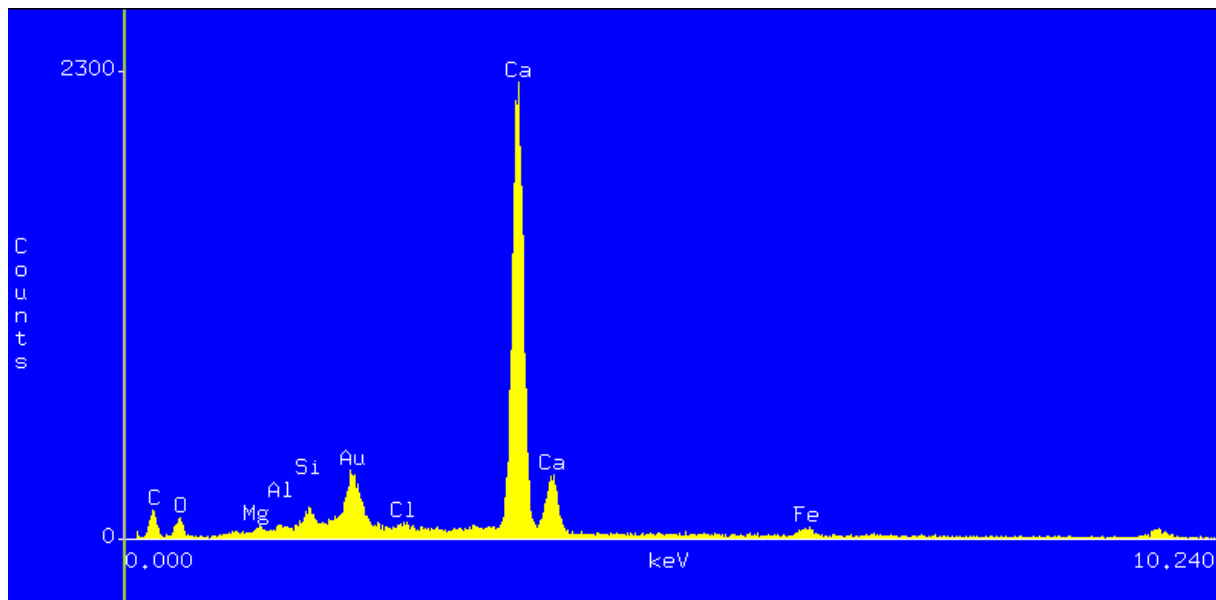


Gráfico 7: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por calcita. São observados alguns resquícios da sílica original, além de Fe.

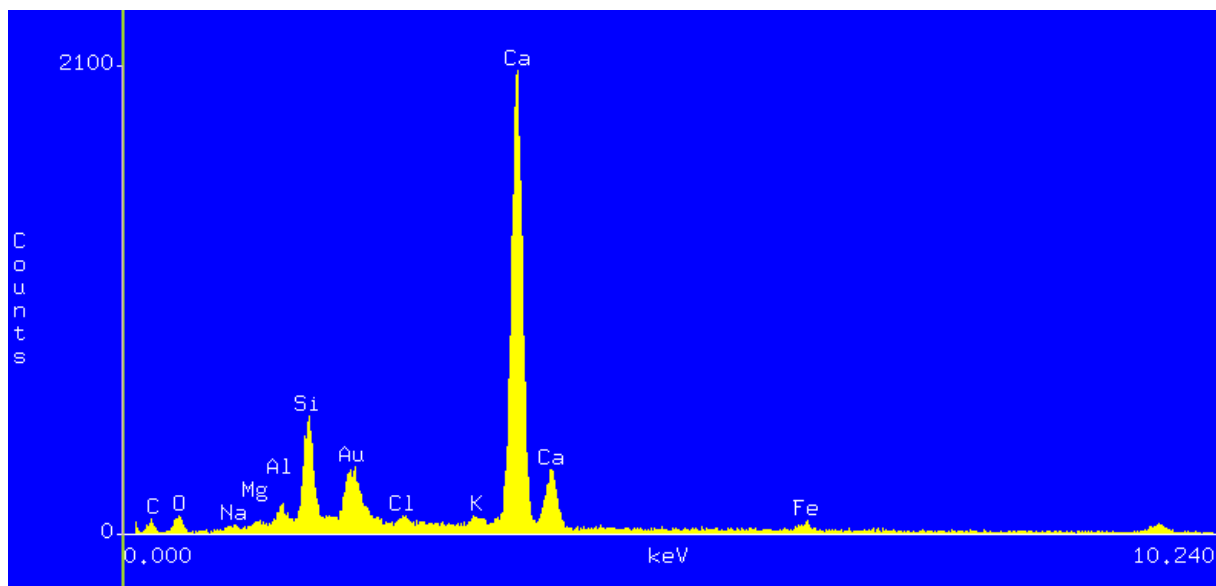


Gráfico. 8: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por calcita. Observar maior conteúdo de sílica que o gráfico 1.

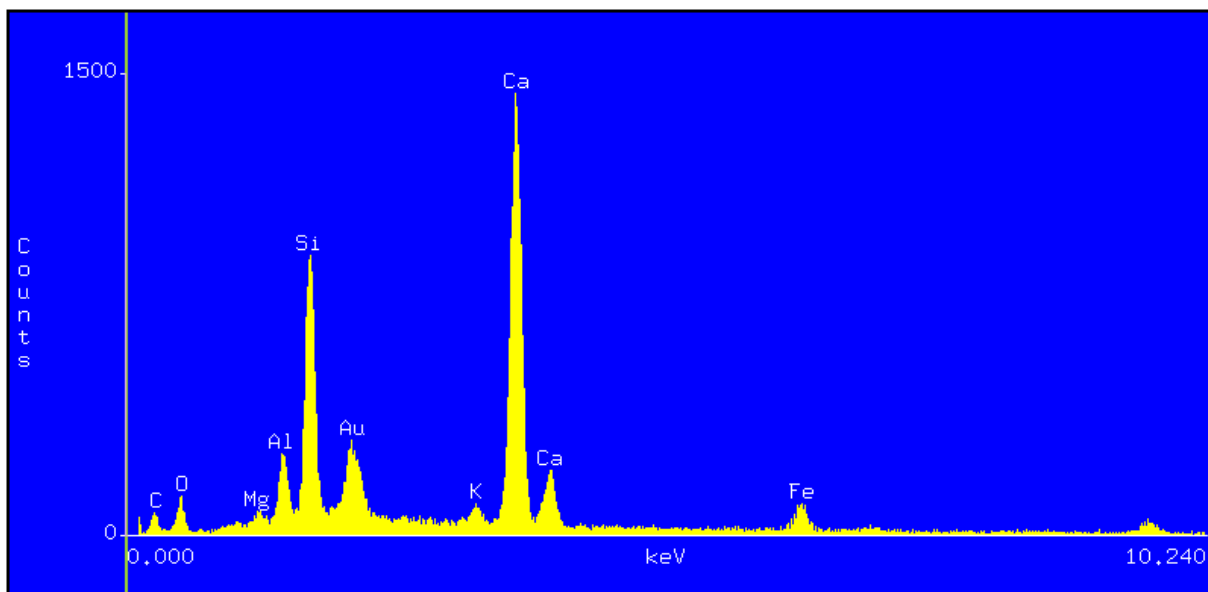


Gráfico 9: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolários por calcita. Menor conteúdo em sílica e ausência de potássio em relação aos gráficos 1 e 2.

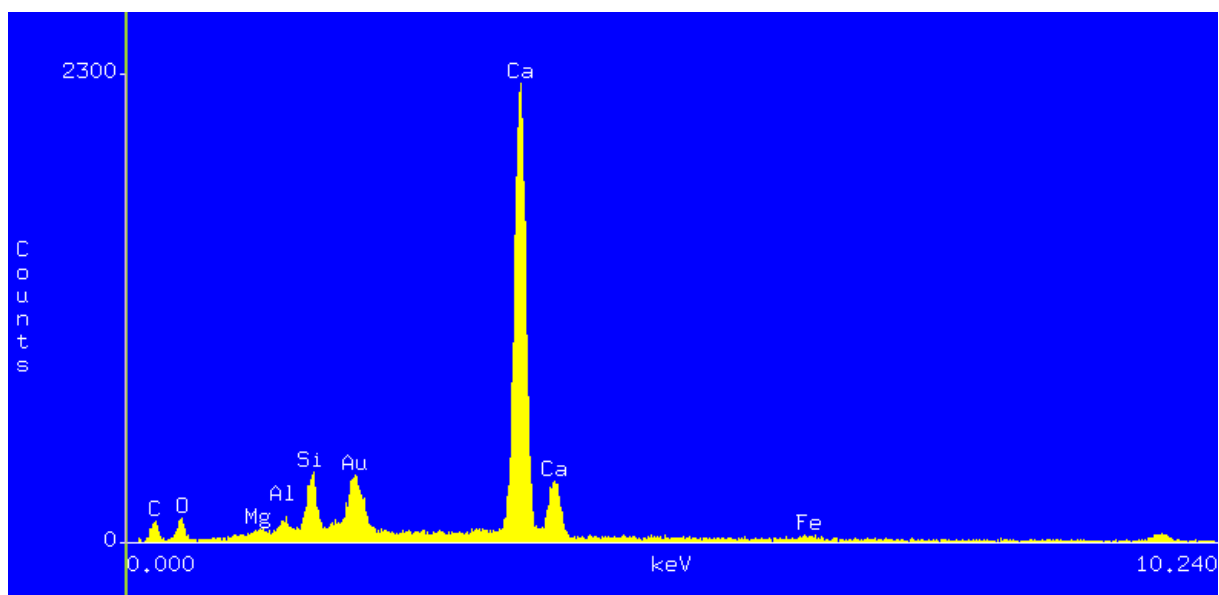


Gráfico 10: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolários por calcita. Conteúdo elevado de alumínio e ausência de potássio em relação aos gráficos 1, 2.

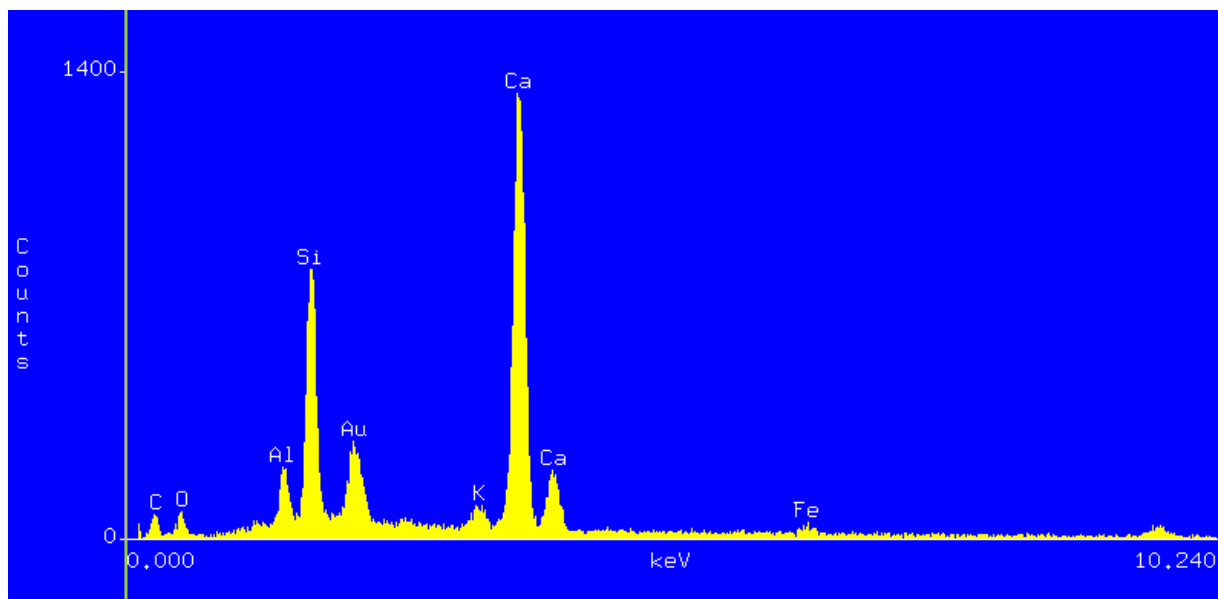


Gráfico 11: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolários por calcita. Conteúdo elevado em sílica e alumínio e presença de potássio e magnésio.

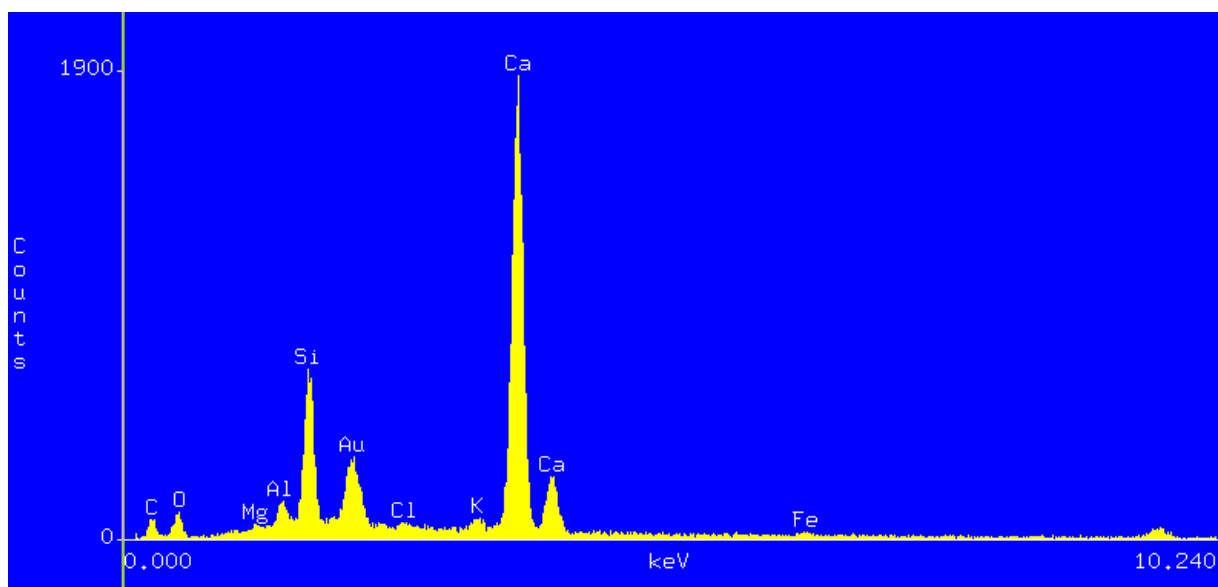


Gráfico 12: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolários por calcita. Conteúdo elevado em sílica e presença de potássio, magnésio e também sódio.

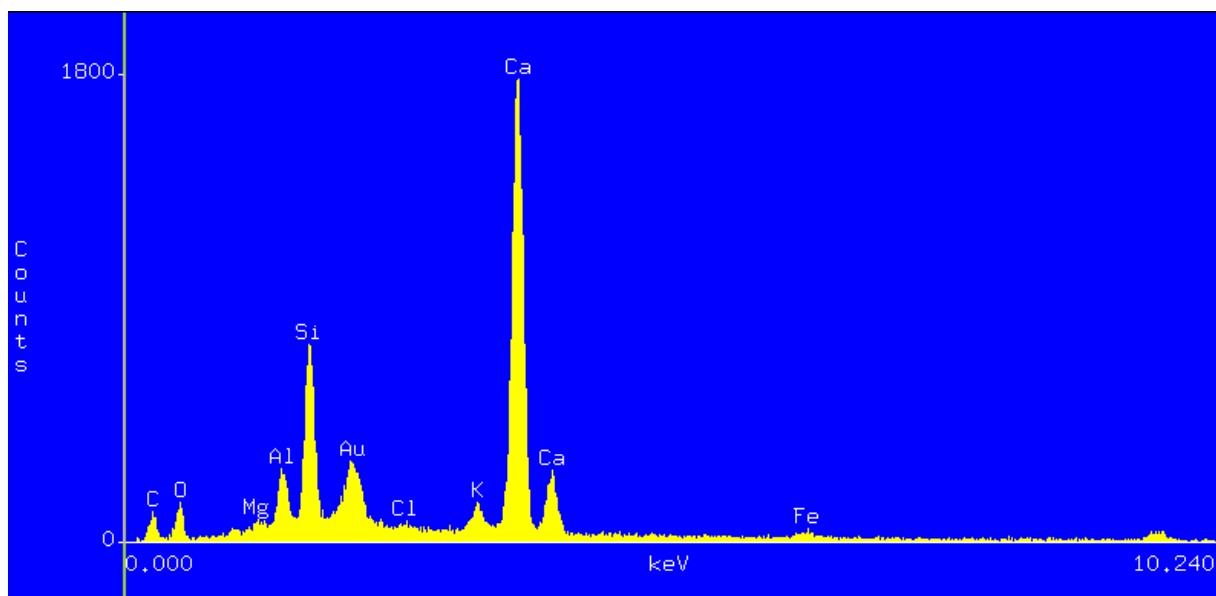


Gráfico 13: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por calcita. Conteúdo elevado em sílica, com a presença de potássio, magnésio e sódio.

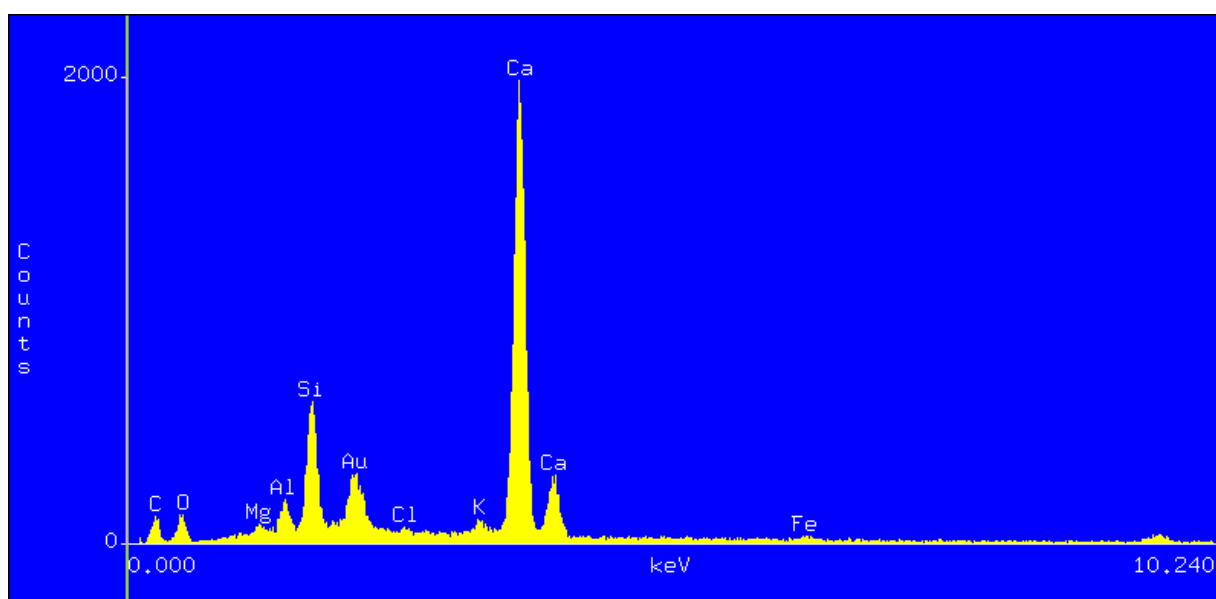


Gráfico 14: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por calcita. Conteúdo elevado em sílica, com a presença de potássio, alumínio e magnésio. Possível processo de zeolitização do esqueleto.

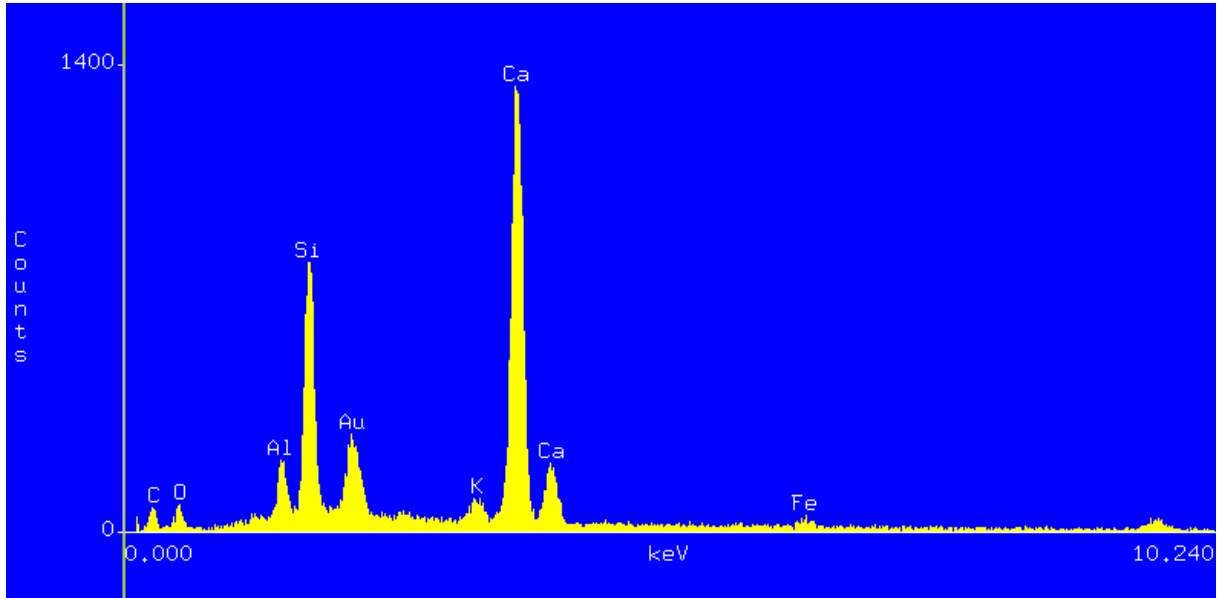


Gráfico 15: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolários por calcita, com elevado conteúdo em sílica, sem a presença expressiva de outros minerais.

5.3.4.2. Radiolários substituídos por calcita ferrosa (FeCO_3)

Estudos realizados por pesquisadores como Richter & Fuchtbauer (1978) mostram que a calcita (CaCO_3) pode ter o Ca substituído por Fe^{2+} , passando para calcita ferrosa (FeCO_3). Se encontrando presente na preservação das estruturas originais de diversos fósseis como ostracodes, alguns foraminíferos e algas vermelhas. Testes de colorimetria e análises de EDS (Graf. 16,17), comprovam a presença de um número expressivo de esqueletos substituídos por calcita ferrosa (Fig. 18).

Corrêa & Truckenbrodt (1988), observam que a presença de calcita ferrosa nos depósitos da Formação Bom Gosto da Bacia de Barreirinhas. Esta se deve a condições mesodiagenéticas mais avançadas, nos quais o Fe^{+2} teria origem ligada à deposição e alteração de argilo minerais com concomitante liberação de grandes quantidades de Fe^{+2} e Mg^2 .

Esse processo de substituição de calcita por calcita ferrosa é um processo diagenético que ocorre normalmente em fósseis compostos, originalmente, por calcita alto magnésio (HMC).

Em contraposição, este processo é improvável em esqueletos de foraminíferos e outros fósseis compostos, originalmente, por calcita baixo magnésio (LMC). Isso se deve ao fato de a calcita alto magnésio ser mais instável que a calcita baixo magnésio no ambiente marinho, o que facilita a entrada de Fe^{+2} em sua composição química. Em alguns níveis é encontrada grande concentração de esqueletos de radiolários substituídos por calcita ferrosa. O mesmo não ocorre com os foraminíferos encontrados no mesmo nível, evidenciando a substituição dos radiolários por calcita alto magnésio.

Essa substituição normalmente está relacionada ao aumento da concentração de Fe^{+2} nos fluidos intersticiais durante a diagênese, caracterizando, assim, ambientes redutores. Este fato pode ser observado nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 15 da Bacia de Barreirinhas e 1 MAS 12 da Bacia do Pará-Maranhão (Fig. 18), em que as zonas de ocorrência da calcita ferrosa, estão próximas as zonas da pirita. Isto mostra a influência do ambiente redutor sobre a fossildiagenese dos radiolários.

Esse processo tem como pré-requisito, baixos valores de Eh, causado por uma atividade bacteriana mantida por um constante aporte de matéria orgânica. Entretanto, esta é conectada a uma redução de SO_4^{2-} a S^{2-} ou H_2S que, em determinado instante, devido à eliminação do SO_4^{2-} , provoca uma mudança no meio, proporcionando o aumento do Fe^{2+} nas

águas intersticiais. Segundo Richter & Fuchtbauer (1978), é possível registrar uma estratificação, na qual observam-se zonas distintas de carbonato ferroso e de pirita.

Este fato pode ser observado nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 15 da Bacia de Barreirinhas (Fig. 18). O zoneamento diagenético demonstra esta estratificação, provando a influência do ambiente redutor no processo de fossilização dos radiolários destas bacias. A substituição de calcita para calcita ferrosa pode ser considerado um processo diagenético secundário para radiolários. O processo de substituição de esqueletos de radiolários das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas para calcita ferrosa pode ser assim explicada. Por estes organismos possuírem, um esqueleto originalmente, composto por sílica amorfa hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Esta sílica é instável em certas condições, por exemplo, em depósitos hospedeiros ricos em Ca, como os carbonatos, do Grupo Caju encontradas na Bacia de Barreirinhas. Assim os microfósseis silicosos depositados nestas rochas hospedeiras foram dissolvidos e os espaços vazios foram preenchidos por calcita (CaCO_3), do tipo HMC. Este tipo de preservação normalmente não preserva suas estruturas originais, levando, em alguns casos, a formar moldes, ou contramoldes. A influência de ambientes redutores é confirmada pelo número expressivo de radiolários piritizados na bacia. O fato evidencia um enriquecimento progressivo de Fe^{2+} nas águas intersticiais, levando deste modo à substituição da calcita original por calcita ferrosa.

Postula-se que a ocorrência de calcita ferrosa nos depósitos dos poços estudados estaria condicionada a ambientes redutores, com carência na matéria orgânica de íons S^{2-} combinados com as bactérias redutoras de sulfato. Outro fato que deve ser destacado é que o Fe^{2+} , necessário para a formação da calcita ferrosa, não pode ser oriundo diretamente da água do mar, devido à sua baixa concentração, estar em torno de 0,02 ppm. Assim, postula-se que uma possível fonte para esse ferro seria os argilominerais. Corrêa & Truckenbrodt (1988) mencionam que o ferro pode ser oriundo de ilitas e smectitas, os quais são parcialmente dissolvidos em condições redutoras.

Esses fatos tornam importante o estudo da epigenia dos esqueletos de radiolários na análise da evolução dos ciclos biogeoquímicos no oceano. Este permitiria conhecer as condições físico-químicas do meio onde os esqueletos se depositaram e analisar os processos diagenéticos posteriores a tal deposição.

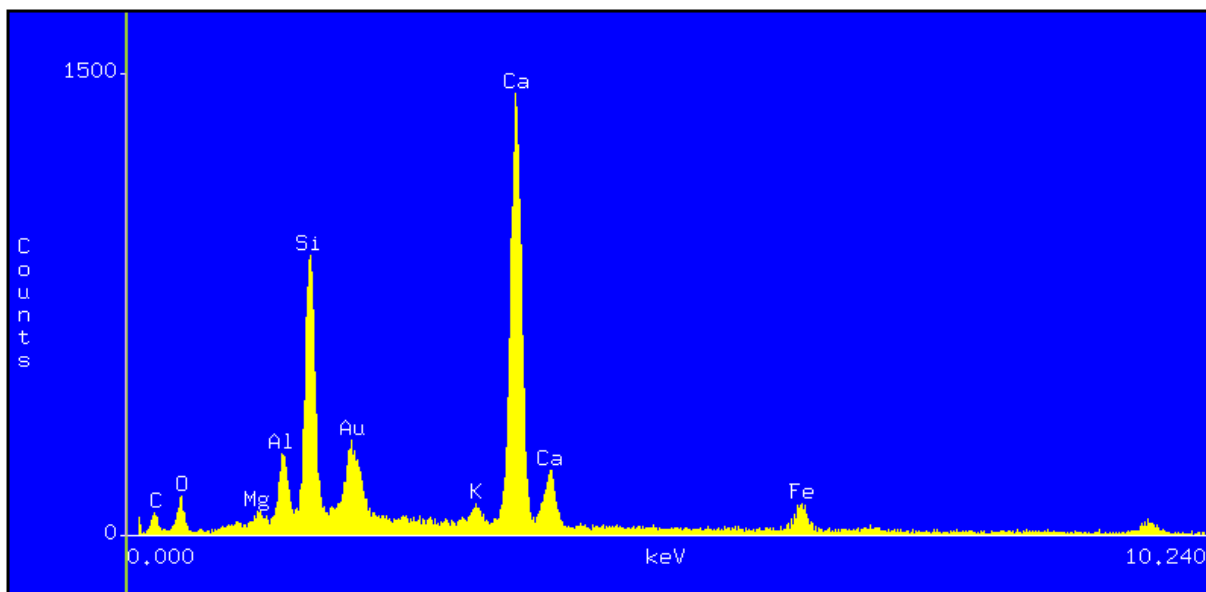


Gráfico 16: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por calcita ferrosa, com elevado conteúdo de Ca e a presença de ferro além de outros minerais como sílica, alumínio e magnésio.

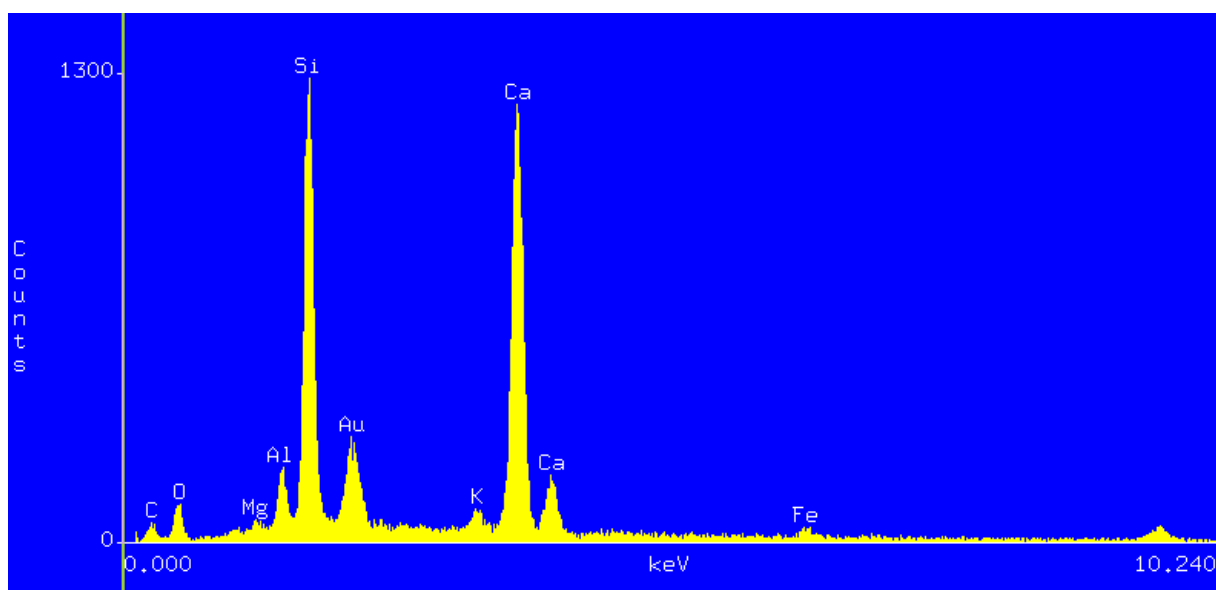


Gráfico 17: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por calcita ferrosa, com um pico elevado de Ca e Si e a presença de ferro além de outros minerais como alumínio e magnésio e potássio.

5.3.4.3 Substituição de radiolários por dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, dolomita ferrosa e ankerita $\text{Ca}(\text{MgFeMn})(\text{CO}_3)_2$

A ocorrência de radiolários substituídos por dolomita e dolomita ferrosa foi registrado através das análises de EDS (Graf. 18,19) e de colorimetria (Fig. 18). A

fossildiagênese de radiolários substituídos por dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, seguindo o exemplo da calcita ferrosa (FeCO_3), pode ser encarada como um processo diagenético secundário. Esta tem a opala SiO_2 substituída originalmente por calcita HMC e secundariamente por dolomita.

A precipitação da dolomita é favorecida preferencialmente por condições anóxicas com a progressiva redução bacteriana do sulfato. Segundo esta paragenese, este processo envolve um contínuo enriquecimento de Fe e Mg, que quanto mais intenso, mais próximo de ambientes redutores.

Sano (1983) relata a presença de radiolários substituídos por dolomita. Matsumoto (1992) observa que outros fósseis silicosos em condições diagenéticas especiais caracterizadas por ambientes redutores, podem ser substituídos por dolomita, tais como as espículas de esponja e diatomáceas. Segundo Brand (1994), o ferro excedente nesses ambientes é incorporado no interior das estruturas dos cristais de dolomita. No entanto as diatomáceas que ocorrem nos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A da Bacia de Barreirinhas, apesar de serem encontradas em depósitos tipicamente redutores nesta bacia, não foram registrados exemplares substituídos por dolomita.

As implicações paleoambientais da dolomita, residem no fato de que sua zona de formação indicar a deposição de depósitos no fundo oceânico. Estes sob condições geralmente redutoras, como mostram a zonação diagenética das bacias pesquisadas.

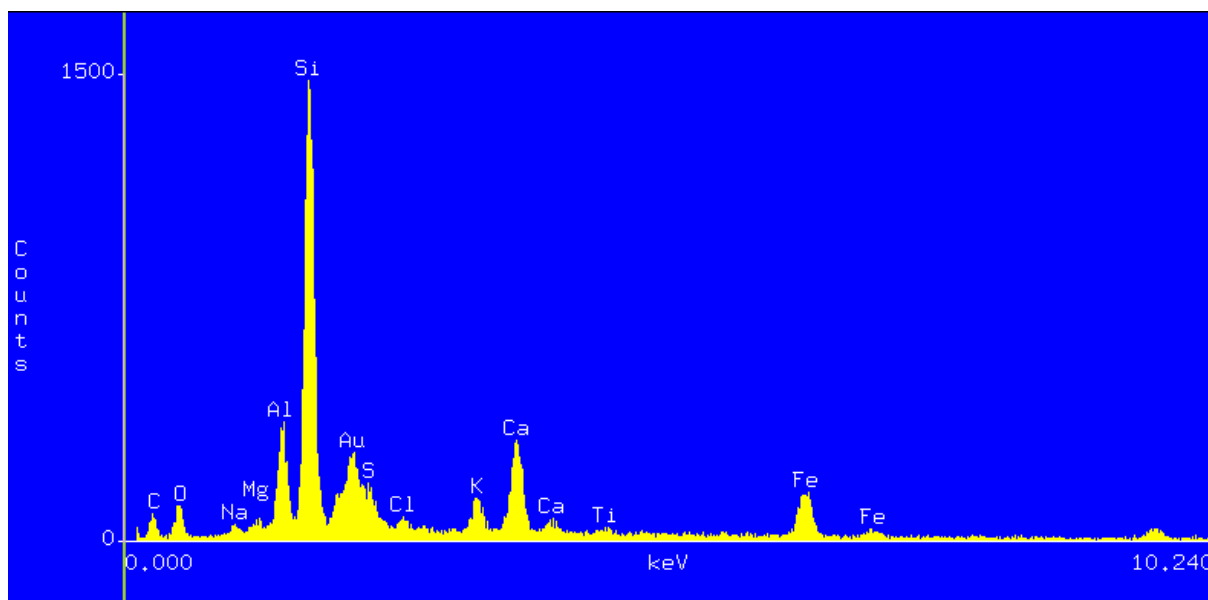


Gráfico 18: Análise de EDS mostrando o processo de epigenia inicial de um radiolário por dolomita, com um conteúdo de cálcio, magnésio, e a presença de ferro e enxofre.

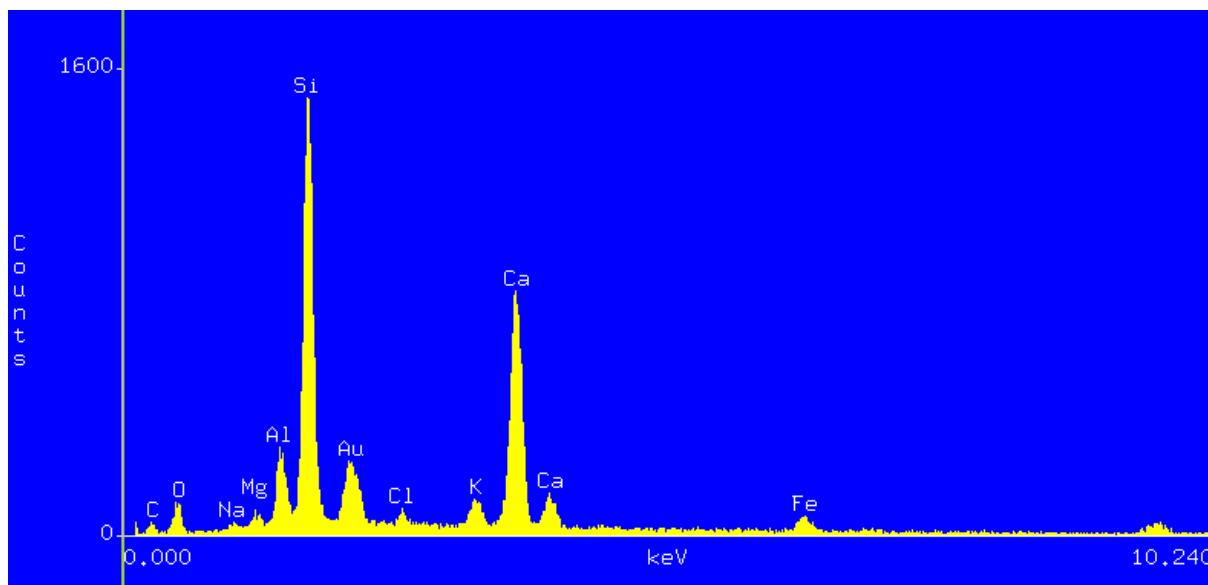


Gráfico 19: Análise de EDS mostrando a epigenia total de um radiolários por dolomita, com um elevado conteúdo de cálcio e magnésio, mostrando a entrada de ferro no sistema evidenciando um possível ambiente redutor.

5.3.4.4 Radiolários substituídos por zeolita.

Nas análises das epigenias de radiolários encontrados nas bacias do Pará–Maranhão e Barreirinhas podemos observar a ocorrência de radiolários substituídos por zeolita. Análises de EDS, em alguns esqueletos de radiolários nos poços 1 MAS 4A, 1 MAS 15 e 1 MAS 1 da Bacia de Barreirinhas e 1 MAS 12 e PM-2 da Bacia do Pará-Maranhão, (Graf. 20 a 23) revelaram elevadas taxas de Al, Ca e Si, caracterizando minerais da serie Zeolita, mais precisamente Clinoptilonita.

Thurow (1988) observa a substituição de radiolários em sedimentos cretácicos no Atlântico Norte por clinoptonolita. O autor relaciona estes minerais a litologia da rocha hospedeira, em que o processo de zeolitização é relacionado à deposição em rochas carbonáticas. Pesquisas apontam que para a formação deste mineral deve haver um conteúdo de Al suficiente nos sedimentos, de acordo com Gottardi & Galli (1985 *apud* Thurow 1988) a clinoptilonita é o mineral mais comum em sedimentos carbonáticos.

O processo de substituição de radiolários por clinoptonolita é bastante comum, segundo Thurow (1988). Kastner & Stonecipher (1978 *apud* Thurow 1988) comentam que a ocorrência deste mineral no fundo oceânico não é um fato raro. Thurow (1988) observa ainda que o processo de formação da clinoptonolita não é muito entendido. Os carbonatos

em que ocorrem estes processos são relacionados a ambientes com altas taxas de sedimentação, o que é comparável ao ambiente sedimentar das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas no Cretáceo médio. Nestes os depósitos carbonáticos são relacionados a altas taxas de sedimentação.

Thurrow (1988), comenta que a sílica necessária para a formação de clinoptilonita viria da sílica dos radiolários. Já estes minerais são formados durante o aumento da concentração da sílica em águas intersticiais, antes da precipitação da opala CT. A ocorrência deste tipo de microfósseis deste modo estaria relacionada à sedimentação carbonática como pode ser observado nos poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

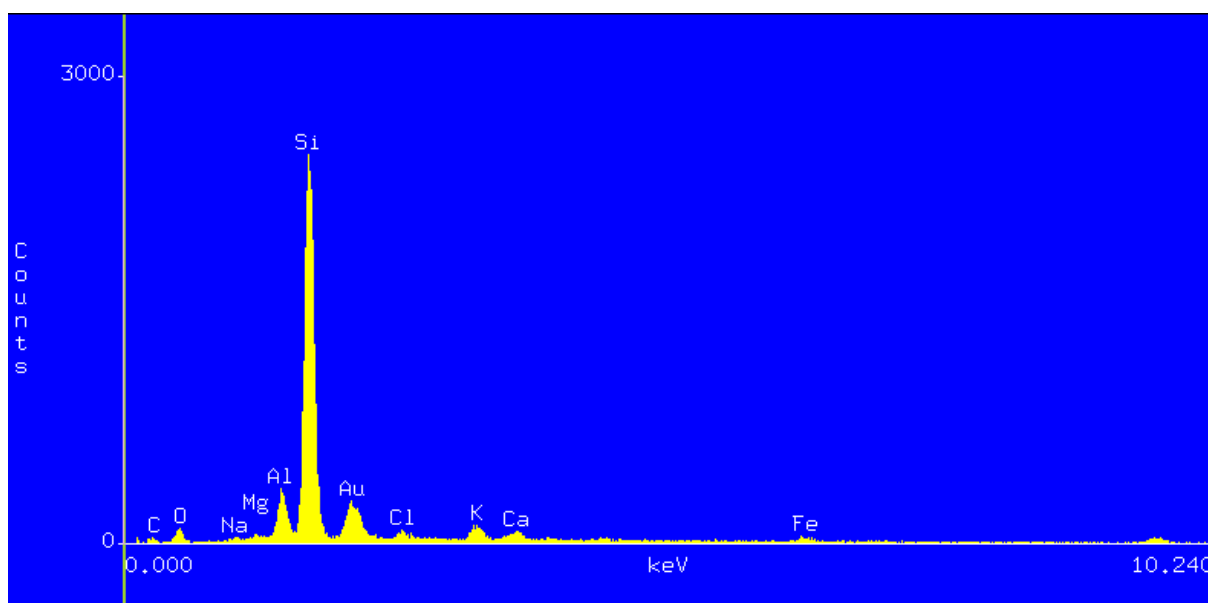


Gráfico 20: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário substituído por Zeolita, com a presença de picos de sílica, cálcio, alumínio magnésio e sódio.

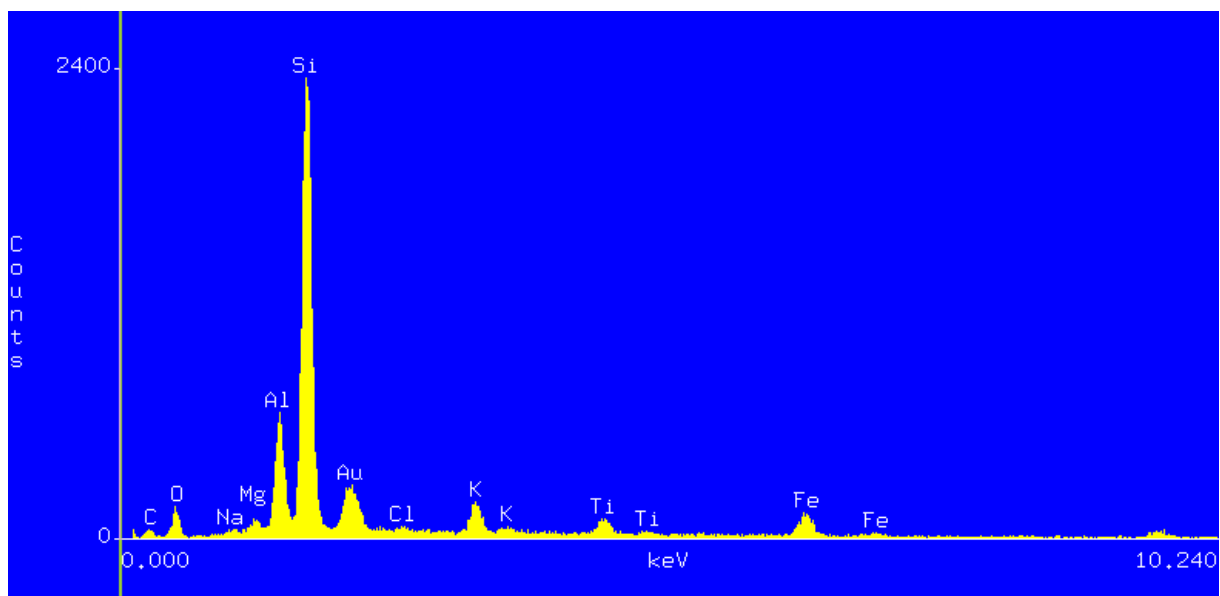


Gráfico 21: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário substituído por Zeolita, com picos de sílica, cálcio, alumínio. Além da pequena de magnésio, potássio, sódio e ferro.

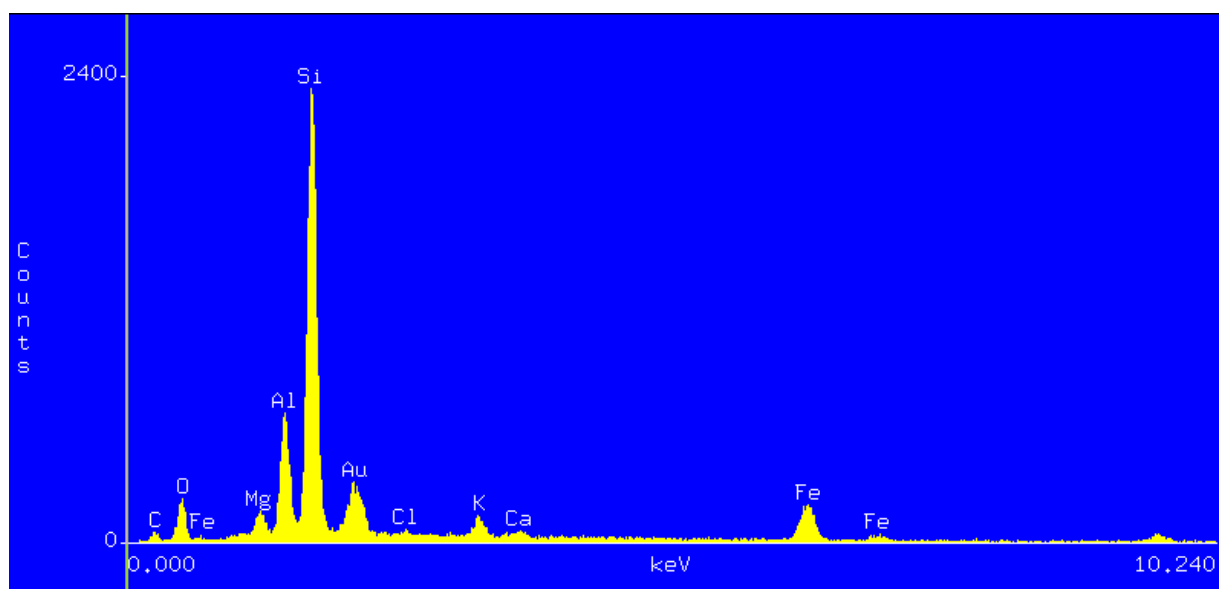


Gráfico 22: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário substituído por Zeolita, em que o conteúdo de sílica é menor que o cálcio, o alumínio, potássio e ferro apresentando pequenas quantidades.

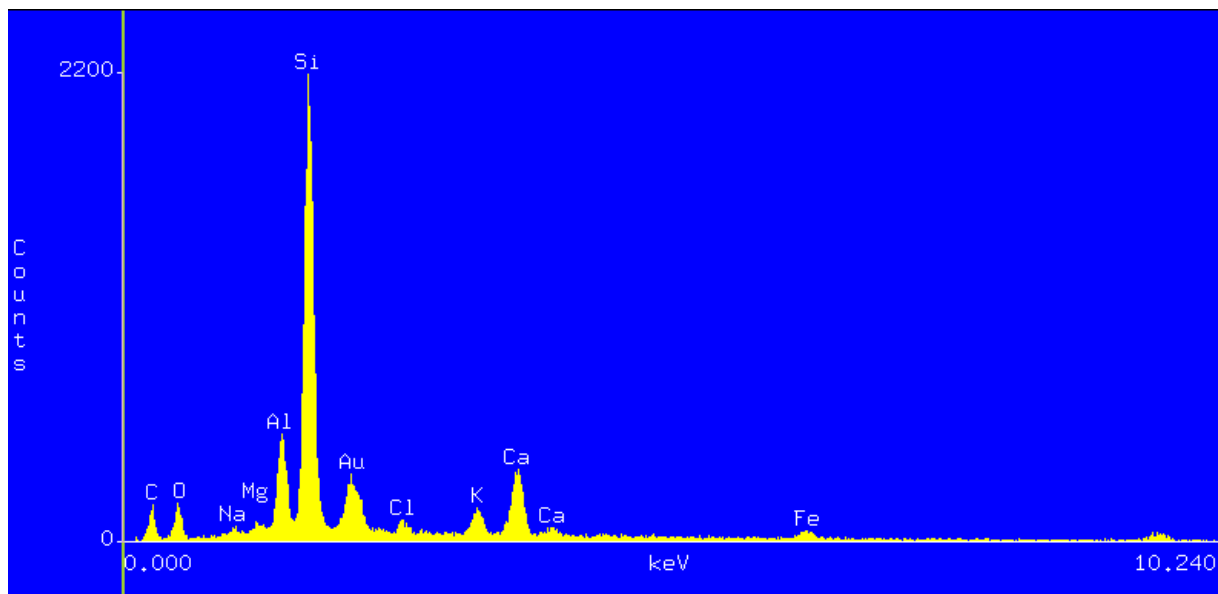


Gráfico 23: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário substituído por Zeolita, apresentando picos de sílica, cálcio, alumínio, mostrando ainda a presença de magnésio e potássio e ferro.

5.3.4.5 Radiolários substituídos por Sulfeto de Ferro Pirita (FeS_2)

A ocorrência de radiolários substituídos por sulfeto de ferro (pirita) é bem marcada na área de pesquisa estando presente na maioria dos poços analisados, (Fig. 18). Na Bacia de Barreirinhas a ocorrência mais intensa de radiolários piritizados se dá no poço 1 MAS 3A onde estes ocorrem em todos os níveis, apresentando graus diferenciados de preservação, refletindo desta maneira os diversos ambientes diagenéticos que ocorrem nos níveis analisados (Graf. 24 a 31).

A substituição de esqueletos de radiolários por sulfeto de ferro (pirita) é, sem dúvida, o melhor tipo de preservação. Assim os menores e mais finos detalhes são preservados, como espinhos e estruturas mais delicadas da parede do esqueleto. No entanto nos poços analisados diversos níveis apresentaram radiolários substituídos por variações de pirita framboidal e euédrica demonstrando graus mais avançados de fossildiagenese, por este mineral. Nestes dois casos a substituição por pirita não preservou os detalhes morfológicos mais delicados por vezes dificultando até o reconhecimento dos microfósseis.

Esse tipo de preservação está relacionado diretamente a manutenção das condições redutoras no ambiente e nos depósitos superficiais. A substituição de microfósseis silicosos por pirita nos poços analisados ocorre principalmente no poço 1 MAS 3A da Bacia de Barreirinhas. A preservação de radiolários piritizados de pequenas dimensões (fauna anã), ocorrem em grande quantidade e diversidade nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 15.

No poço 1 MAS 3A é identificado ainda à presença de grande número de diatomáceas. Cabe ressaltar que estas são consideradas as mais frágeis dentre os microfósseis silicosos e as quais não se preservariam em condições normais, de fossilização.

A epigenia da sílica por pirita é considerada um tipo especial de preservação. Diversos pesquisadores como Raiswell (1982), Bjorklund & De Ruyter (1987), Erbacher *et al.* (1996), Sawlowicz & Bak (1997) e Racki (1999) registram a ocorrência de radiolários piritizados em depósitos formados sob condições disóxicas-anóxicas.

As pesquisas com depósitos caracterizados por folhelhos negros mostram que a pirita (FeS_2) é o mineral sulfídico mais comum, concentrado principalmente em níveis por vezes muito finos. Nos poços analisados nesta pesquisa, observa-se que os folhelhos são pouco expressivos, se concentrando em pequenas camadas por vezes com espessuras de poucos centímetros.

Em geral os radiolários preservados por esse mineral apresentam uma grande riqueza de informações paleobiológicas. Este é o tipo de preservação mais comuns nas amostras analisadas. Estas pela grande importância para a pesquisa de radiolários do Cretáceo, principalmente aquelas relacionadas ao intervalo Cenomaniano-Turoniano, serão analisadas em dois tópicos; formação e modo de ocorrência.

Formação da pirita

Informações sobre radiolários piritizados são relativamente comuns, mas o seu processo de piritização não é totalmente entendido. Sabe-se que todos os processos de formação de pirita ocorrem principalmente em depósitos marinhos anóxicos superficiais. A pirita geralmente é formada no ambiente sedimentar, sob condições diagenéticas precoces, em condições redutoras.

Pesquisadores como Curtis (1980), Hudson (1982), Berner (1981,1984), Brett & Baird (1986), Wilkin *et al.* (1996) e Wilkin & Barnes (1997) comentam que esses processos envolvem reações bioquímicas entre o Fe e o H_2S , além de redução bacteriana do sulfato (SO_4) na presença de matéria orgânica.

Berner (1981) comenta que este processo só pode ocorrer sob condições anóxicas, no qual a redução do sulfato é muito comum em depósitos marinhos. Este se deve a grande quantidade de matéria orgânica e a abundância de sulfatos dissolvidos na água do mar.

O processo pode ser explicado da seguinte forma, em depósitos sulfídicos há a redução bacteriana do sulfato (SO_4) dissolvido na água do mar, sendo produzido H_2S . Os

produtos iniciais neste processo são monossulfetos que com a adição de S e com a profundidade se transformam em pirita. Berner (1984) menciona que esta reação é formada durante o processo de eodiagênese.

A quantidade de pirita formada nos depósitos é limitada por taxas de suprimento de matéria orgânica decomposta, sulfato dissolvido e minerais detritais de ferro igualmente dissolvidos. A matéria orgânica surge como o elemento que exerce o maior controle na formação de pirita em depósitos marinhos terrigenos (Berner, 1984) (Fig. 19).

Em ambientes de alta produtividade orgânica como os relacionados aos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A da Bacia de Barreirinhas e 1 MAS 12 da Bacia do Pará-Maranhão, este processo seria favorecido pela grande quantidade de matéria orgânica e as condições disóxicas-anóxicas da área.

Esses eventos de formação de pirita têm início abaixo da zona de respiração óxica, na qual a taxa de redução do sulfato depende da velocidade com a qual a matéria orgânica é depositada na superfície dos depósitos. Canfield & Raiswell (1991) sugerem que a formação e a quantidade de pirita, em muitos depósitos marinhos, estaria restrita pela viabilidade de minerais de ferro reativo. Assim a formação do sulfeto se deve comumente a processos intempéricos de minerais detriticos que contêm Fe disponível.

Na Bacia de Barreirinhas, este Fe seria oriundo conforme Corrêa & Truckenbrodt (1988) da sua liberação dos argilo minerais ricos em Fe como Illitas e Smectitas. Canfield & Raiswell (1991), postulam que muitas vezes, esses são oriundos de fontes continentais, carregados pelos sistemas de drenagem para o oceano como parte do importante ciclo biogeoquímico do ferro.

Observa-se que os processos de piritização iniciam-se durante a queda dos esqueletos de radiolários na parte superior da coluna d'água disóxica-anóxica. Neste o sulfeto é produzido usando a matéria orgânica dos corpos moles, juntamente com os sulfatos da água do mar. Dessa forma, a matéria orgânica pode funcionar como um fator limitante na geração de pirita (Berner, 1984), uma vez que a redução do sulfato é geralmente inibida em depósitos siliciclásticos devido a baixas concentrações de matéria orgânica, com a persistência de condições óxicas.

Canfield & Raiswell (1991), comentam que a taxa de sedimentação igualmente pode funcionar como um fator limitante na geração da pirita. Taxas normais de sedimentação nos ambientes marinhos facilitam a concentração de matéria orgânica na zona anaeróbica. No

entanto, baixas taxas de sedimentação inibem a formação de pirita, porque a matéria orgânica é oxidada próxima à interface água/sedimento.

A epigenia dos microfósseis silicosos por pirita mostra detalhes da substituição na qual a precipitação do sulfeto de ferro é combinada com a dissolução da sílica. Esse fato é baseado na similaridade entre tamanho de grãos que constroem esqueletos de sílica e a pirita. Assim é sugerido que a substituição da sílica por sulfeto de ferro pode se dar molécula-molécula.

A pirita é raramente formada na coluna d'água euxínica, sendo que a substituição da sílica por pirita ocorre mais comumente nos esqueletos de radiolários no interior de águas disóxicas-anóxicas. Essa substituição que ocorre na coluna d'água é perfeita e "limpa", não sendo observada em esqueletos substituídos durante a sedimentação ou após o soterramento. Além dessas piritas perfeitas e limpas, semelhantes a uma película, Wilkin & Barnes (1997) relacionam a formação de duas outras variedades desse mineral, framboidal e euédrica. A pirita framboidal possui esta denominação por se assemelhar a uma framboesa (Figs. 21,22 e 24).

Esta seria formada nos estágios iniciais da fossilização e ocorre normalmente em depósitos rasos. A pirita framboidal é comum em esqueletos de radiolários piritizados. A ocorrência deste tipo de pirita nos depósitos ocorre principalmente nos grandes picos de abundância dos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A da Bacia de Barreirinhas e 1 MAS 12 da Bacia do Pará-Maranhão. Estes muitas vezes recobrem quase que a totalidade dos seus esqueletos principalmente os poros e a superfície do esqueleto. No entanto, esse mineral dificulta, por vezes, a identificação de finos detalhes, morfológicos não sendo considerado um bom tipo de preservação.

De formação mais lenta, a pirita euédrica é formada através de processos diagenéticos atuantes na pirita framboidal, por precipitação direta, seguindo o processo de compactação dos depósitos. Este exemplo de preservação por pirita euédrica é bem registrado em vários níveis nos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A da Bacia de Barreirinhas e 1 MAS 12 da Bacia do Pará-Maranhão. Alguns esqueletos de radiolários observados apresentaram um avançado processo de substituição por pirita euédrica. Outros mostram ainda um estágio intermediário entre pirita framboidal e pirita euédrica. Assim esta variedade de pirita em alguns casos, forma cristais bem definidos e que, se observados atentamente, mostram verdadeiros mosaicos cristalinos, (Figs. 20,21).

Deste intenso processo diagenético registrado nos níveis da Bacia de Barreirinhas tem como resultado que finos detalhes do esqueleto não são preservados, resultando apenas uma espécie de mosaico constituído pelos cristais de pirita euédrica, (Figs. 20,21 e 23)

A má preservação em radiolários piritizados, pode indicar variações na relação das zonas óxicas/anóxicas (Van Benekon *et al.*1989). A presença de pirita diagenética precoce em folhelhos parece ser um forte indicador de taxas de soterramento em condições geoquímicas próximas da interface água/sedimento. Assim, camadas fósseis e nódulos de pirita, bem como suas variedades, registram episódios de soterramento em ambientes caracterizados por acumulações de depósitos organicamente ricos.

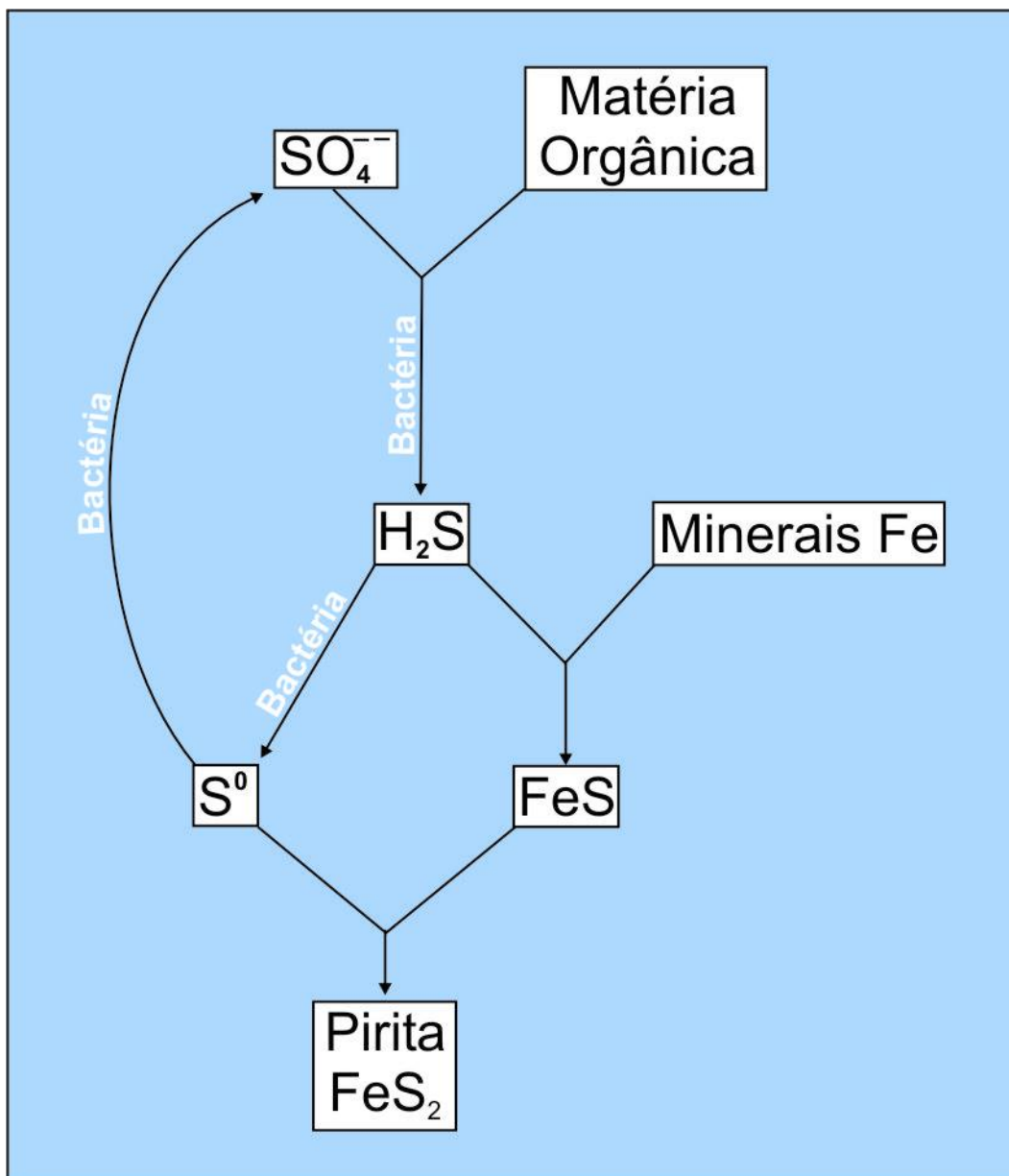


Figura 19: Processo de formação de pirita no ambiente marinho (Modificado de Berner 1984)

Ocorrência de pirita

A ocorrência de esqueletos de radiolários piritizados, bem como de diatomáceas é bem documentado em todos os poços analisados das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas. A ocorrência mais forte é registrada no poço 1 MAS 3A (Fig. 18), em que foram registrados números expressivos de esqueletos de radiolários piritizados. Estes são encontrados em todos os níveis analisados, como mostram os gráficos de abundância, (Fig. 35).

No poço 1 MAS 3A da Bacia de Barreirinhas ocorre os três tipos de substituição por pirita o filme de pirita a pirita framboidal e pirita euédrica, (Figs. 20 a 24). Este poço, mostra assim uma grande diversidade de substituições diagenéticas. Nos poços 1 MAS 12 e 1 MAS 16 da Bacia do Pará-Maranhão a ocorrência de radiolários piritizados sofre grandes variações, às vezes ocorrendo de forma descontínua em poucos níveis. Este fato pode ser observado no zoneamento diagenético (Fig. 18) elaborado para os sete poços pesquisados. Isto demonstra que o processo que atuou para a formação da pirita não ocorreu de maneira contínua na bacia, mas deve ter sido influenciado por fortes fatores oceanográficos, como ressurgências e transgressões.

As análises dos processos de piritização de esqueletos silicosos mostram, geralmente, uma substituição maciça por pirita, preferencialmente uma camada pirítica ou de incrustação. Segundo os pesquisadores, esta substituiria fielmente todos os detalhes dos esqueletos silicosos originais, como as finas características morfológicas (Figs. 20,22) da sua ornamentação.

Este processo de substituição é bem documentado em alguns níveis dos poços analisados. O esqueleto substituído em geral tem o seu interior preenchido por um mineral de outra composição química, formando um contramante dos esqueletos de radiolários, (Fig. 25).

Van Benekon *et al.* (1989) observam que durante o processo de substituição de radiolários, em alguns níveis, somente algumas espécies são piritizadas. Este fato pode ser explicado por taxas de dissolução diferencial. Isto sugere que a piritização ocorre principalmente no interior da coluna d'água onde os esqueletos de opala de determinadas espécies são substituídos por pirita. Esse fator é muito importante e preponderante nas bacias da Margem Equatorial Brasileira, sendo que em alguns níveis, há grande presença de radiolários piritizados com a predominância de formas discoidais e esféricas. No entanto em outros níveis há um maior número de espécies de Nassellarias.

Chen & Tan (1997), comentam que os radiolários vivem em várias profundidades na coluna d'água. Desta forma é de se esperar que em alguns níveis predominam determinadas formas de radiolários. Isto pode representar que muitos espécimens podem ter sido substituídos ainda na coluna d'água em ambientes redutores.

Tais ocorrências incluem espécies de diminutas dimensões, além de outras formas muito delicadas que, em condições normais, não seriam preservadas, como as diatomáceas.

Essa distribuição específica de microfósseis silicosos piritizados pode refletir distintas condições ambientais na coluna d'água no momento da sua substituição e deposição.

Observa-se assim que alguns níveis ocorrem espécimes mais completos com espinhos e ornamentos mais delicados, incluindo finos detalhes. Estes na maioria das vezes em ótimo estado de preservação, permitindo, assim, uma boa identificação taxonômica em nível de espécie. Em outros casos, a substituição por pirita framboidal e euédrica prejudicou a preservação desses microfósseis.

Assim os aspectos tafonômicos atuantes sobre os esqueletos de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas permitiram seu acúmulo. Estes apresentando graus diferenciados de preservação, em diversos níveis. O fato pode ser observado na análise dos sete poços destas bacias.

No entanto estes tipos de preservação não podem ser relacionados unicamente aos processos tafonômicos atuantes nos esqueletos de radiolários. Mas igualmente a ocorrência de outros fatores que ocorreram nas águas do mar neste período. Postula-se que fenômenos oceanográficos e ecológicos, podem ter influenciado a gênese destes microfósseis. Estes podem ser associados a águas oceânicas de alta fertilidade, ligados a áreas de ressurgências. Levando assim a ambientes favoráveis à preservação dos esqueletos de radiolários.

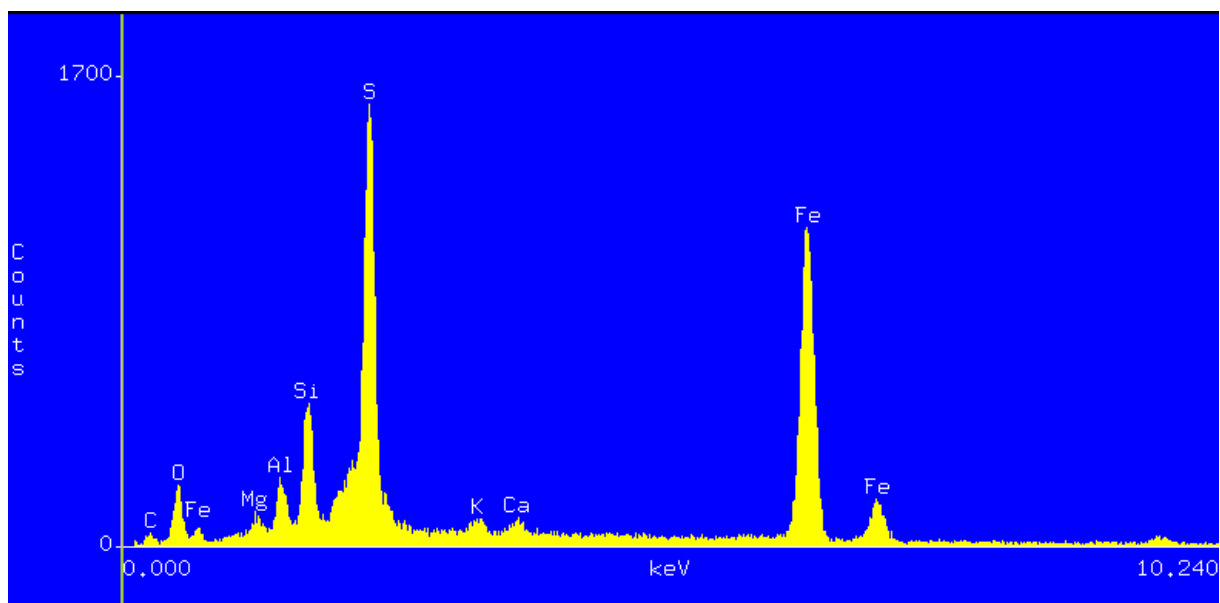


Gráfico 24: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por Pirita, com um elevado conteúdo de ferro, enxofre e sílica, com a menor presença de elementos como alumínio, magnésio e potássio.

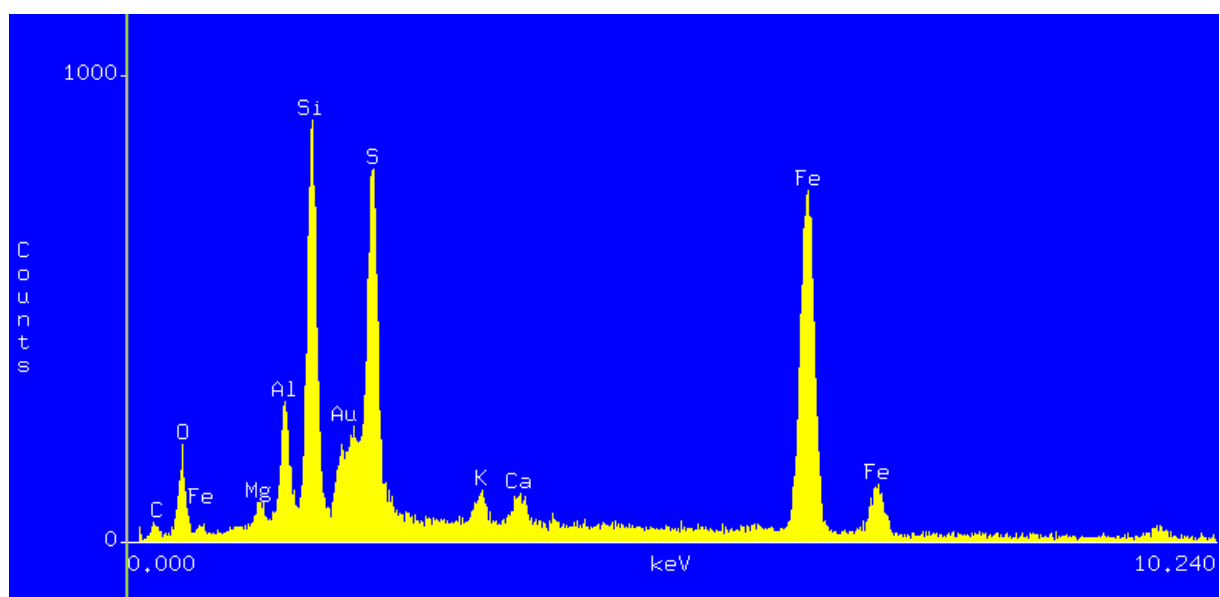


Gráfico 25: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por Pirita, com elevado conteúdo de ferro e sílica, e enxofre bem como a presença de alumínio e magnésio e potássio.

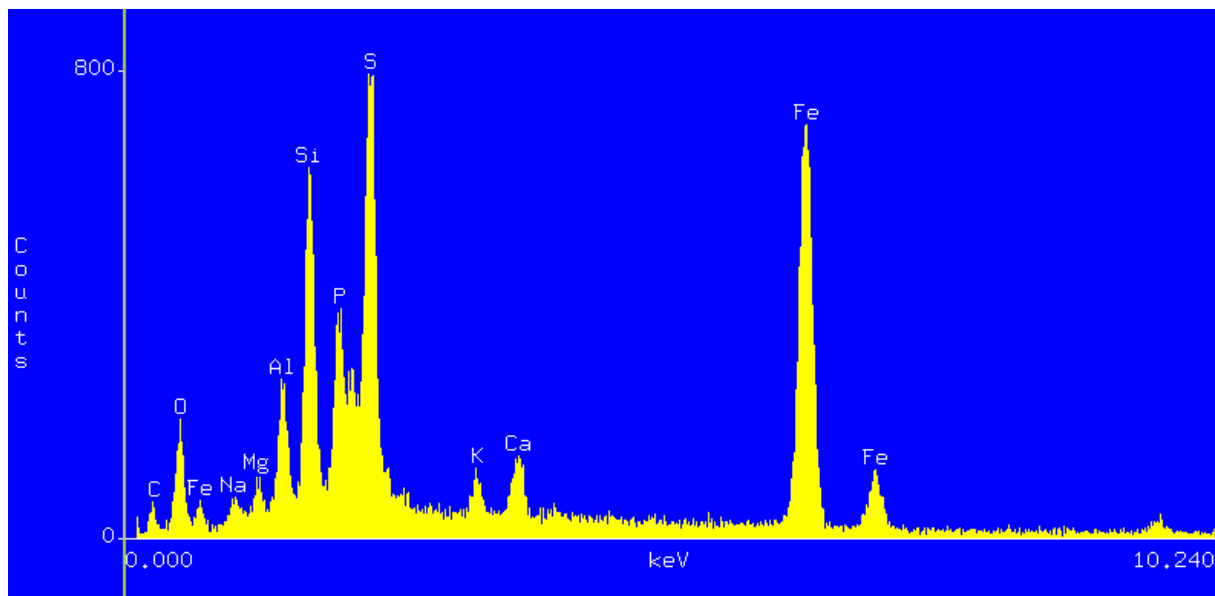


Gráfico 26: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por Pirita, mostrando elevado conteúdo de ferro, enxofre, sílica e a importante presença de fósforo, mostrando indícios de alta produtividade orgânica.

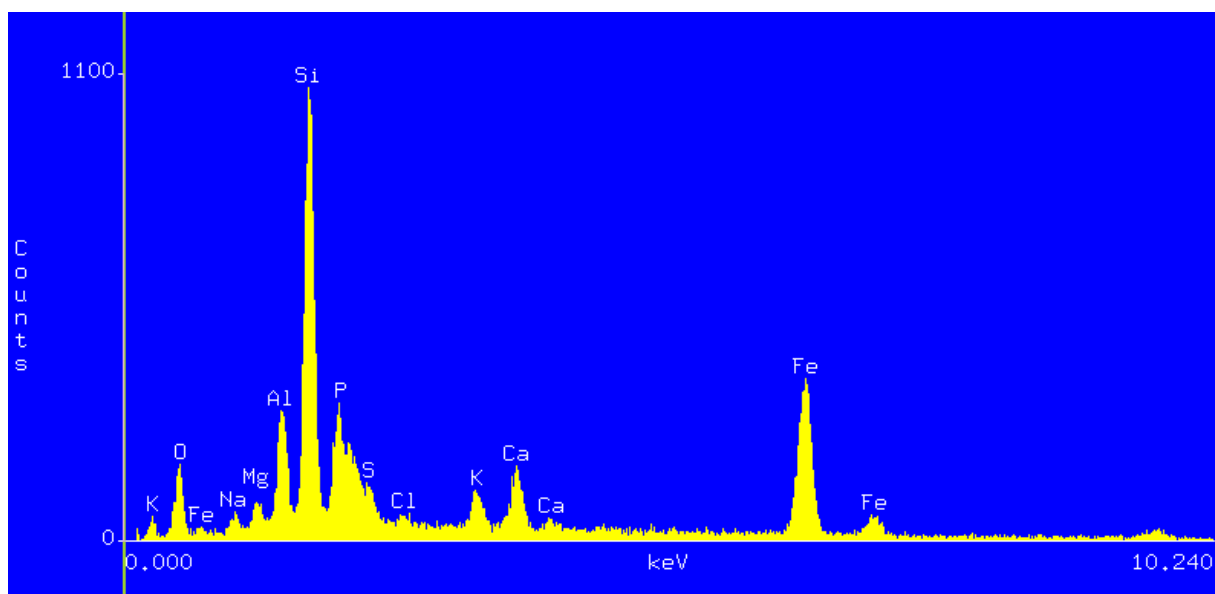


Gráfico 27: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por Pirita, com elevado conteúdo de ferro, enxofre e sílica, no entanto há uma quantidade de alumínio, além de outros elementos.

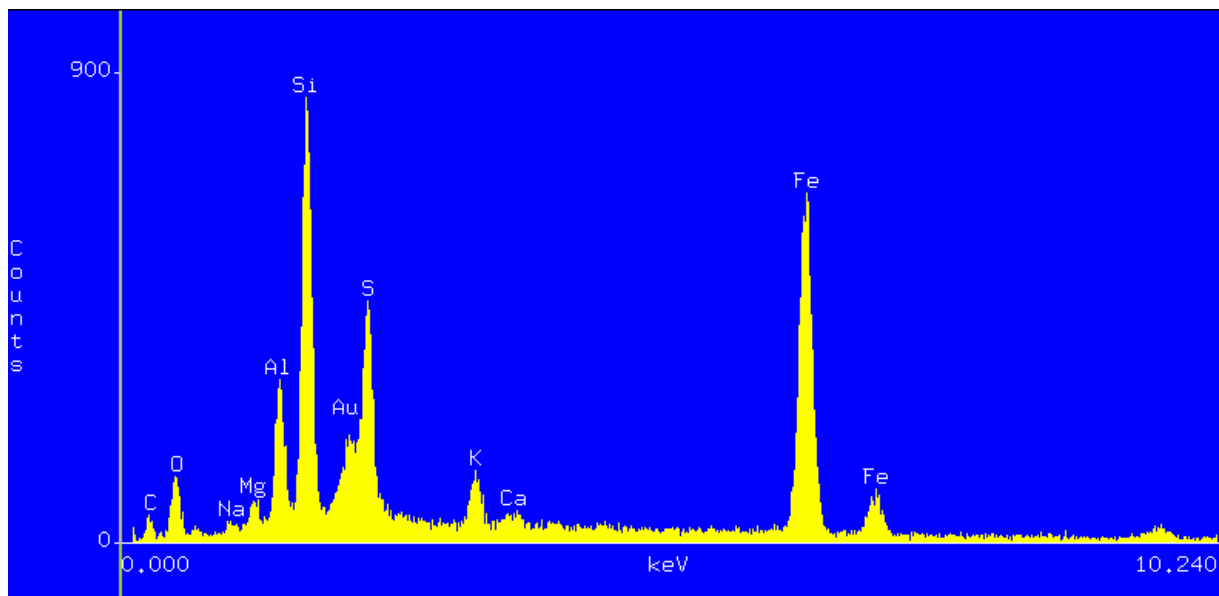


Gráfico 28: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por Pirita, com elevado conteúdo de ferro, enxofre, e sílica, o que pode sugerir uma substituição parcial do esqueleto, ou uma fase inicial de substituição do mesmo.

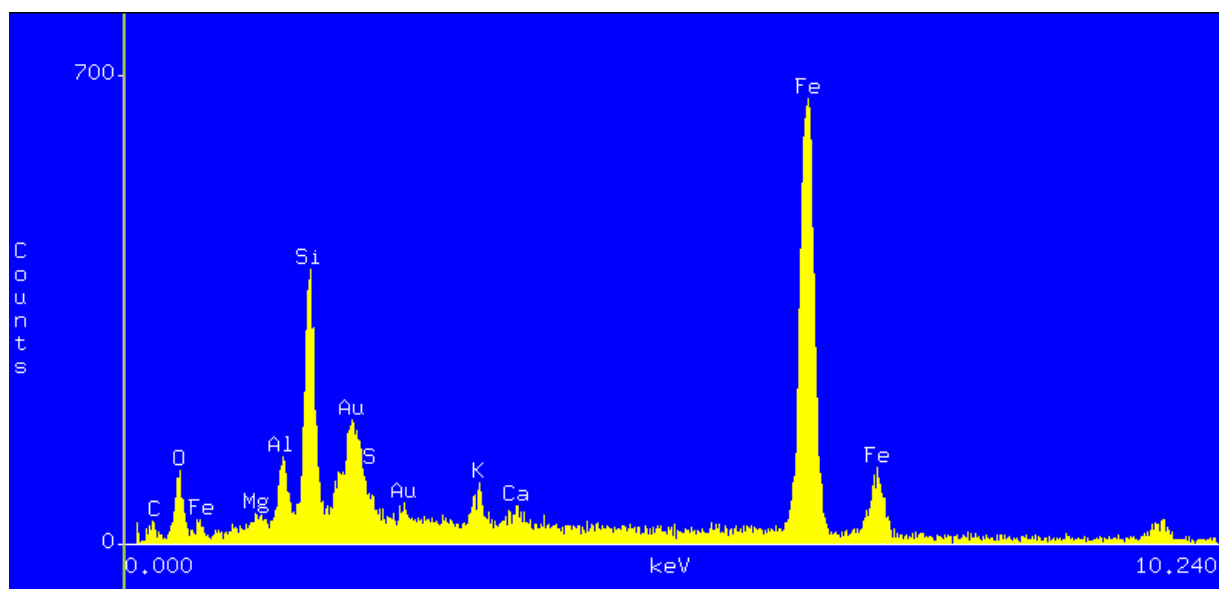


Gráfico. 29: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por Pirita, com elevado conteúdo de ferro e sílica e um menor conteúdo de enxofre, mostrando a diversidade diagenética dos radiolários nos níveis analisados.

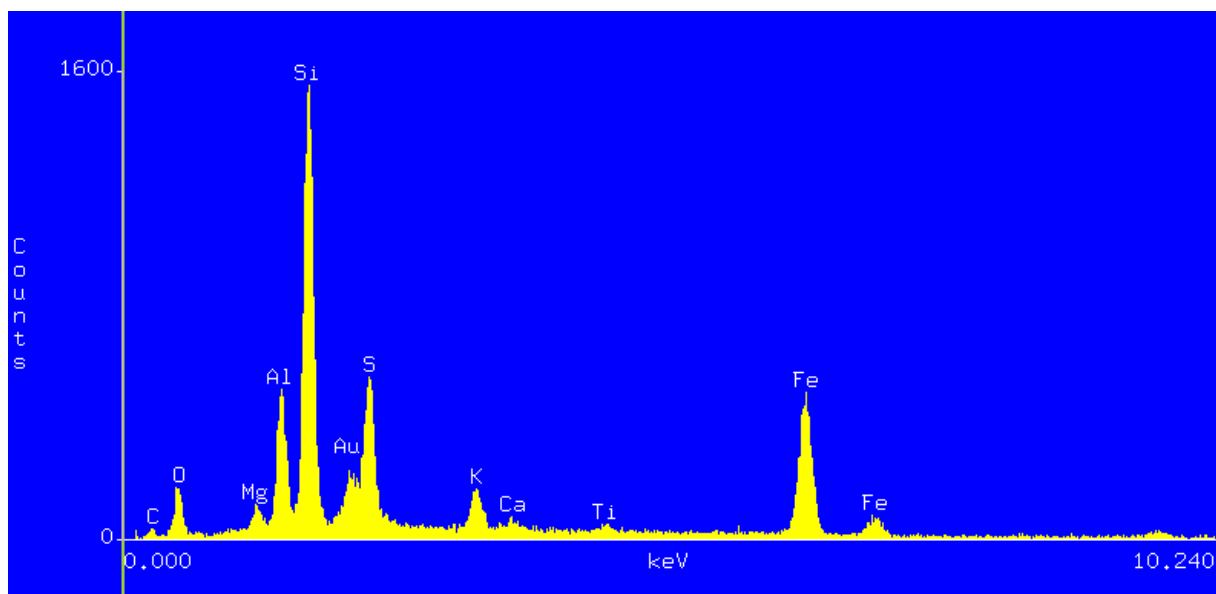


Gráfico 30: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por Pirita, com elevado conteúdo de ferro, enxofre sílica, mostrando um processo de substituição do esqueleto de radiolário.

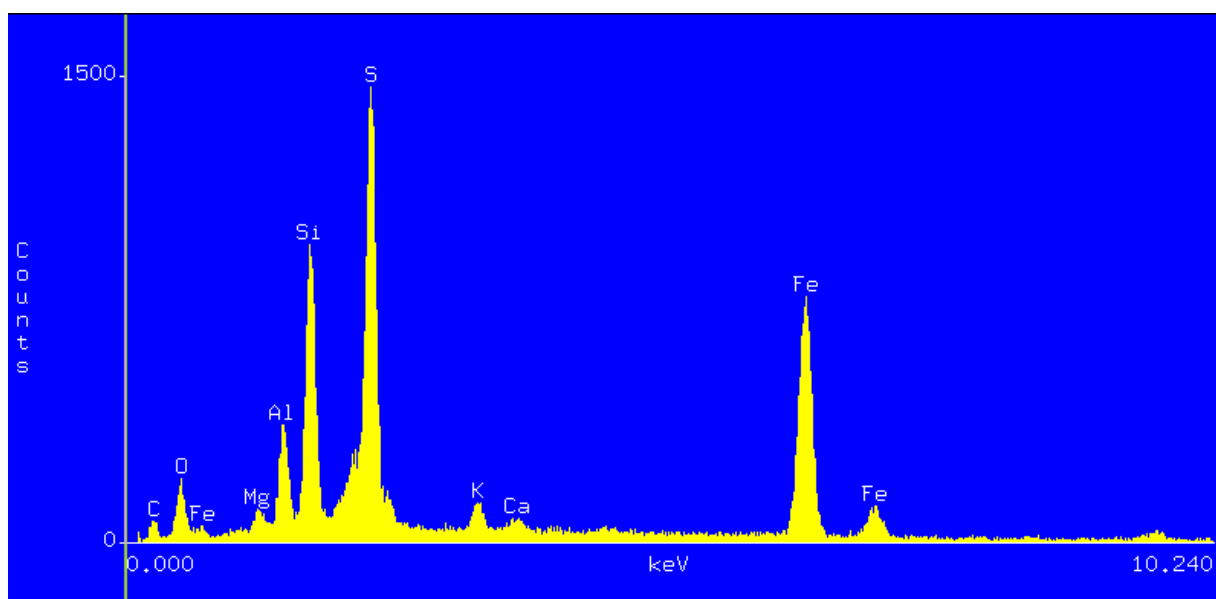


Gráfico 31: Análise de EDS mostrando a epigenia de um radiolário por Pirita, com elevado conteúdo de enxofre e médio conteúdo de Ferro e sílica e baixo conteúdo de outros elementos.

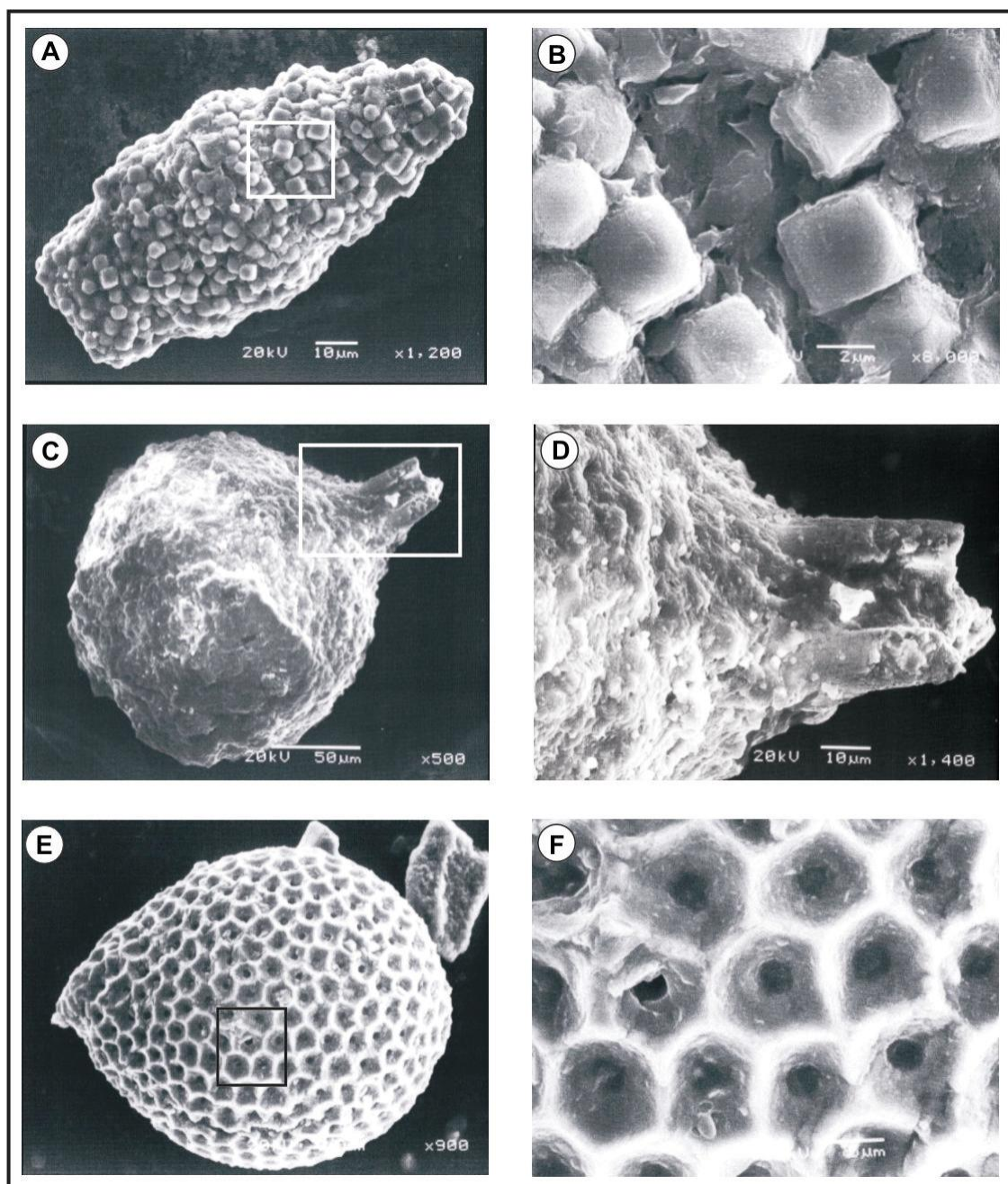


Figura 20: Radiolários substituídos por pirita.

- A- Radiolário com cristais de pirita euédrica-mosaico
- B- Detalhe da foto A mostrando os cristais de pirita euédrica
- C- Esqueleto de radiolário, onde a substituição destrui a sua morfologia externa
- D- Detalhe da foto C
- E- Radiolário substituído por filme de pirita, preservando a sua morfologia externa
- F- Detalhe da foto E, onde se observa as aberturas hexagonais do exemplar

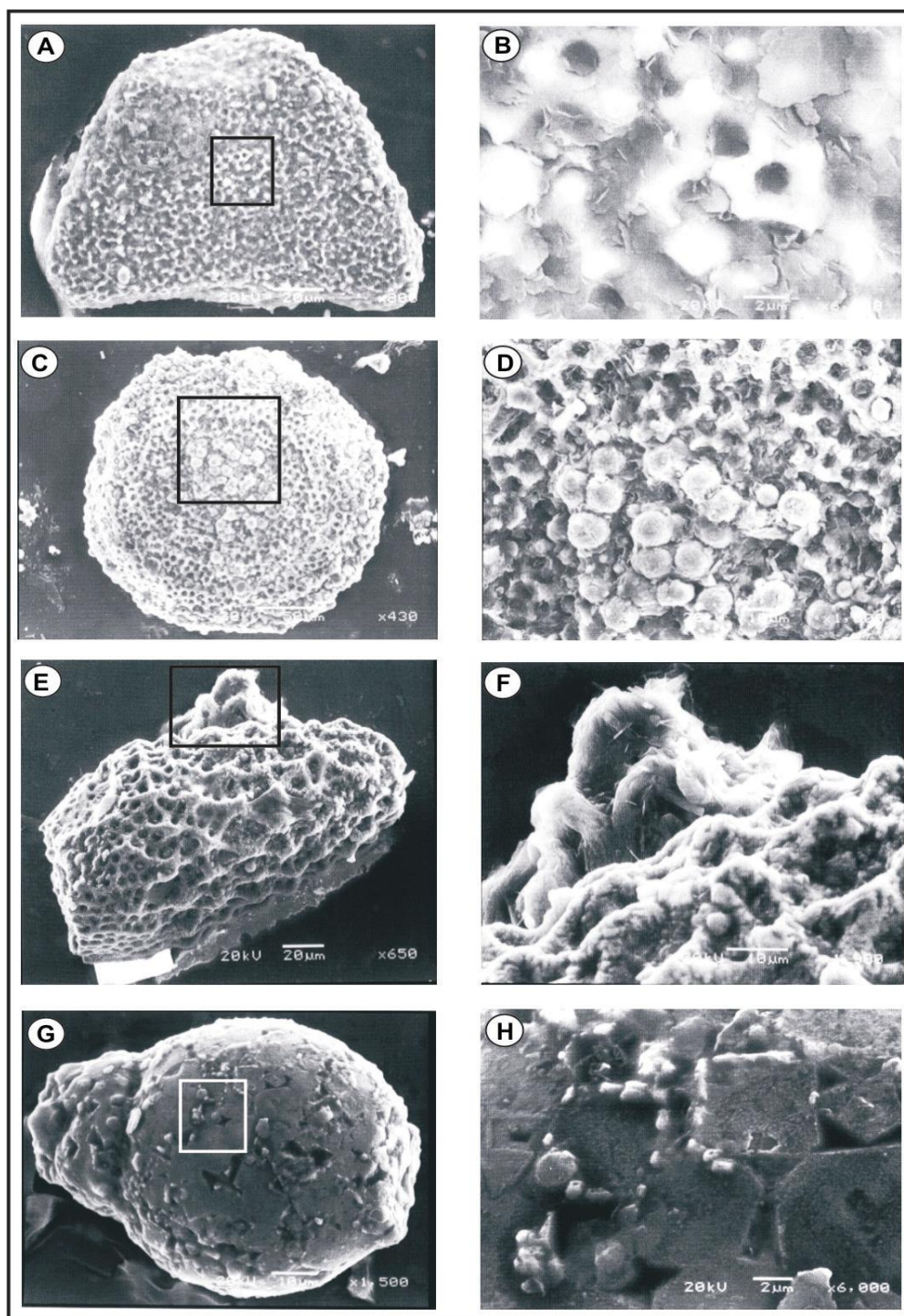


Figura 21: Imagens de vários estágios de substituição de radiolários.

- A- Imagem de radiolários substituído por Calcita
- B- Detalhe da foto A, mostrando o processo de dissolução da superfície do esqueleto
- C- Radiolário substituído por pirita framboidal
- D- Detalhe mostrando o crescimento dos framboides de pirita
- E- Esqueleto piritizado a foto no geral mostra a boa preservação do exemplar
- F- O detalhe da imagem mostra um falso espinho
- G- Radiolário totalmente substituído por pirita euédrica.
- H- Detalhe dos cristais de pirita euédrica substituindo totalmente o esqueleto do radiolário

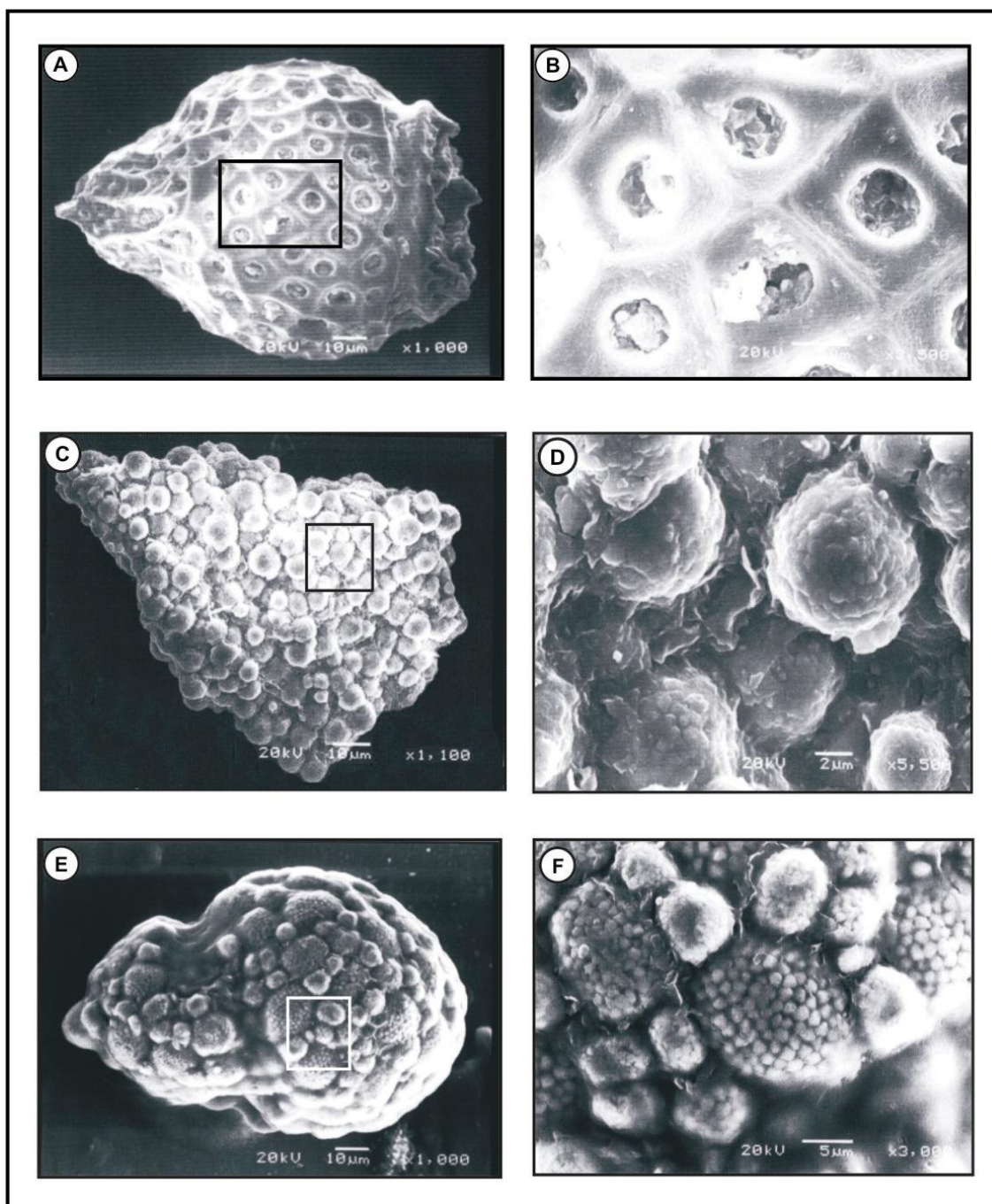


Figura 22: Imagens mostrando esqueletos de radiolários em vários estágios de substituição por pirita.

- A- Radiolários em excelente estado de preservação por pirita maciça
- B- Detalhe das aberturas trigonais e tetragonais com poros circulares
- C- Radiolário totalmente substituído por pirita framboidal
- D- Detalhe dos cristais de pirita framboidal
- E- Radiolário igualmente substituído por pirita framboidal
- F- Foto mostra os detalhes dos framboídes de pirita

PIRITA EUÉDRICA

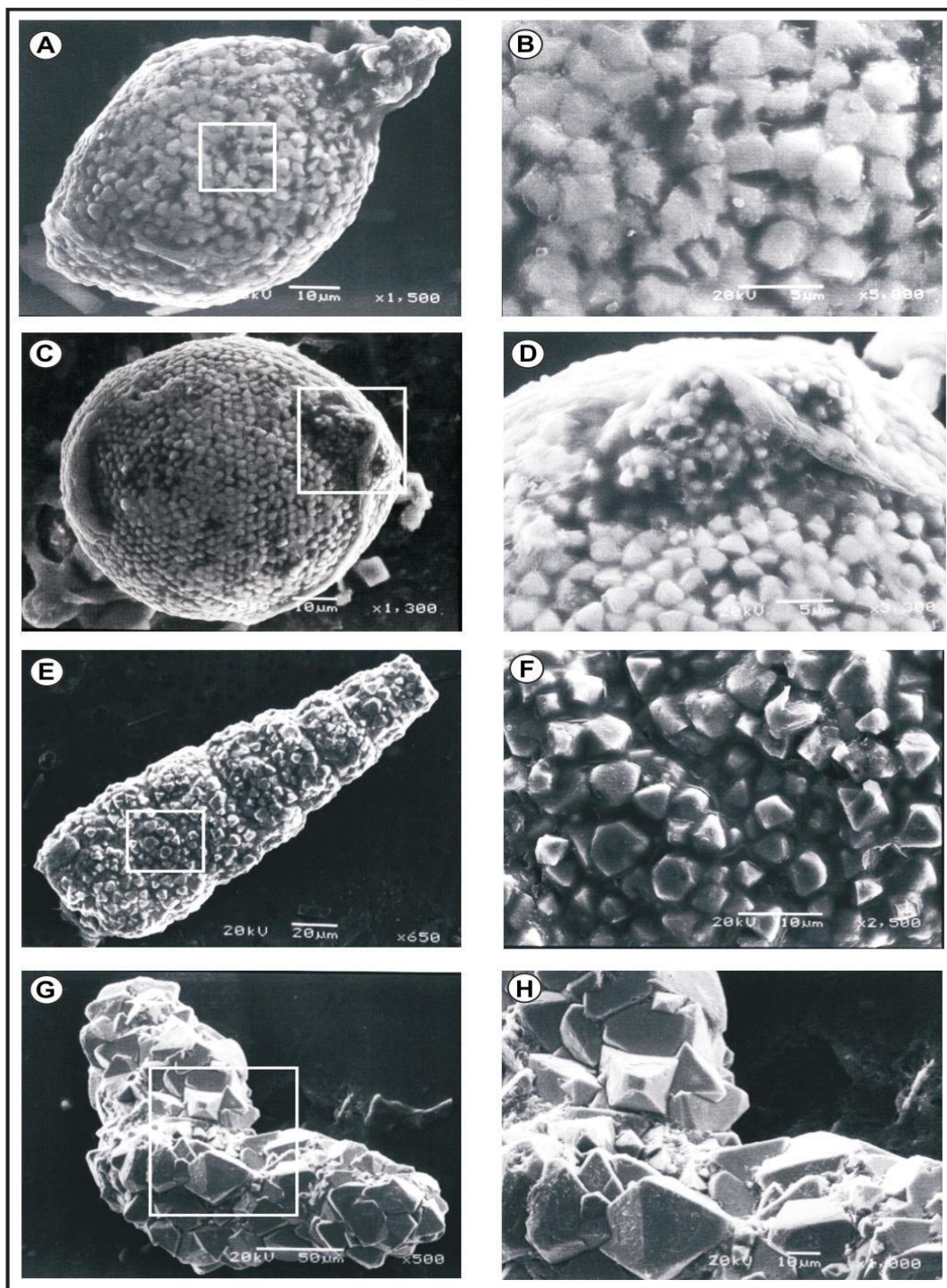


Figura 23: Radiolários substituídos por pirita euédrica.

- A- Radiolário substituído por pirita euédrica
- B- Detalhe dos cristais de pirita euédrica
- C- Imagem geral do esqueleto de radiolário totalmente substituído por pirita euédrica
- D- Detalhe do céfalo rodeado por cristais de pirita
- E- Radiolário nassellaria substituído inteiramente por pirita euédrica
- F- Imagens dos cristais de pirita na superfície do esqueleto
- G- Visão Geral de um esqueleto de radiolário totalmente substituído por pirita euédrica
- H- Detalhe dos perfeitos cristais de pirita no esqueleto de radiolário

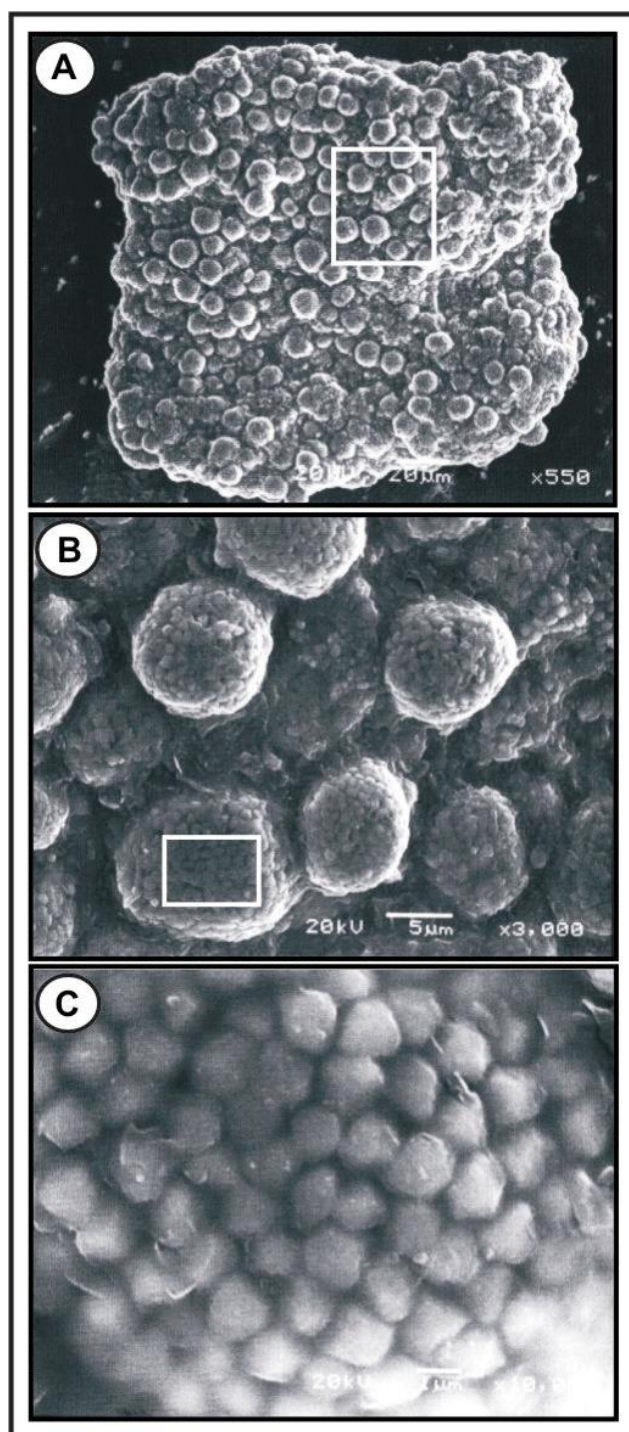


Figura 24: Radiolário substituído por pirita framboidal, a seqüência de fotos mostra um zoom em um esqueleto, o qual se observa a intensa substituição por pirita framboidal

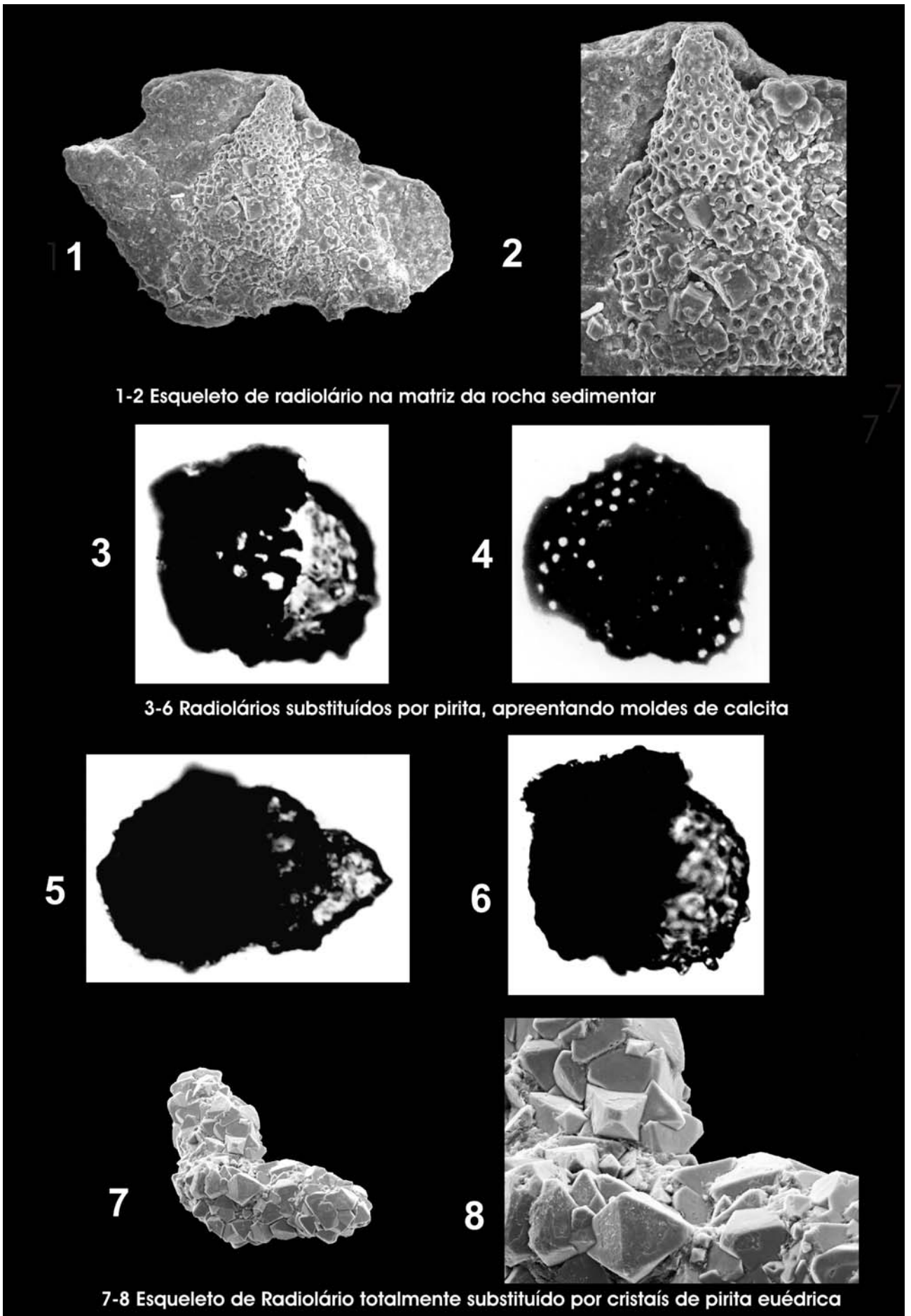


Figura 25: Exemplos de fossilização em esqueletos de radiolários

6 EVENTOS PALEOCEANOGRÁFICOS RELACIONADOS COM A OCORRÊNCIA DE RADIOLÁRIOS NAS BACIAS DO PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS

6.1 Generalidades

A evolução paleocenográfica da Margem Equatorial Brasileira é um capítulo a ser escrito. O surgimento do Atlântico Sul é assunto para estudos, como a de Rabinowitz & Labrecque (1979), Beurlen (1982), Koutsoukos (1982), Regali *et al.* (1985) Viviers (1985,1986), Viviers *et al.* (1986), Viviers & Regali (1987), Koutsoukos & Dias-Brito (1987), Beurlen & Regali (1987), Jannin & Muller (1987), Dias-Brito (1994;1995) e Feijó (1996). As evidências demonstram que o Atlântico Sul passou por diversos eventos durante a sua gênese, desde o início de sua tectônica e o processo de abertura no Juro-Cretáceo até o final durante o Aptiano com a instalação de francas condições oceânicas que persistem até hoje.

Nesses estudos o desenvolvimento da biota planctônica teve um papel importante. Grupos de microfósseis planctônicos como radiolários, evidenciaram condições oceânicas nas áreas em que foi registrada sua ocorrência. As condições oceanográficas que influenciaram a produção primária (fitoplâncton) e a sua distribuição refletem-se diretamente na produção do zooplâncton.

Os depósitos silicosos na área são caracterizados principalmente pela presença de diatomáceas e radiolários. Estes depósitos são resultado da conjunção de vários fatores oceanográficos, como fortes ressurgências oceânicas indicando assim, áreas de alta fertilidade. Igualmente podem ser citadas as zonas de expansão de mínimo de oxigênio (disoxia-anoxia), conforme atestam pesquisas de Berger & Von Rad (1970), Kling (1976), Schallinger & Jenkyns (1976), Molina Cruz (1977), Casey & Mcmillen (1977), GreenSmith (1978), Lisitzin (1971,1985), Morley (1977,1989), Krugliokova (1989), Pedersen & Calvert (1990), Alexandrovich (1992), Brasier (1995 a) e Lambert e DeWever (1996).

Neste sentido, estudos paleoceanográficos têm sido utilizados para analisar grandes mudanças oceanográficas ocorridas durante a evolução geológica e biológica da terra. O oceano tem um importante papel tanto na termoregulação global, como na ciclagem de nutrientes essenciais, sendo neste cenário os radiolários intensamente utilizados na pesquisa. Tal se deve ao fato de ocuparem todas as profundidades nos oceanos e serem resistentes à dissolução a grandes profundidades.

Espécies que ocupam discretamente zonas de maior profundidade podem revelar dados de natureza biogeoquímica de subsuperfície, sendo, portanto, relacionadas a fatores oceanográficos específicos, como massas de água, salinidade, densidade, entre outros. Deste modo podem ser sintetizados os fatores paleoceanográficos que tiveram papel decisivo na geração dos chamados “Bio Eventos Globais”.

Para que se entenda o papel dos radiolários e a sua expressiva ocorrência nestas bacias, é preciso analisar que apesar de relativamente estáveis nos últimos 600 ma quanto ao seu volume e salinidade, os oceanos constituem um sistema físico-químico dinâmico. Deste modo, mudanças nestes parâmetros físico-químicos promoveram profundas mudanças biológicas. Estes estão intrinsecamente relacionados a sua temperatura, padrão de correntes, as massas de água e a química dos seus elementos dissolvidos.

6.2 A abertura do Atlântico Sul e a livre circulação oceânica

O surgimento do Atlântico Sul na sua porção equatorial se deve aos episódios tectônicos Juro-Cretácicos que tiveram início na fase de separação dos continentes Sul-Americano e Africano. Estes processos condicionaram a sedimentação nestas bacias. Analisando o processo de abertura reconhece-se que este está diretamente relacionado à gênese das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, sendo portanto motivo de várias pesquisas, como as de Noguti (1967), Asmus (1975,1981), Ojeda (1981), Figueiredo *et al.* (1983), Cainelli (1985) e Françolin & Szatmari (1987).

Este episódio da abertura do Atlântico Sul com o estabelecimento de condições oceânicas, bem como dos eventos que ocorreram neste período, são motivos de diversos questionamentos. Rabinowitz & Labrecque (1979), com base em estudo da dispersão da biota, afirmam que a franca circulação entre o Atlântico Norte e Sul iniciou-se no Eo-Turoniano. Os estudos pioneiros de Kennedy & Cooper (1975 *apud* Rabinowitz & Labrecque 1979), marcam uma idade Eoalbian para o início desta livre circulação.

Beurlem (1982) mostra um modelo paleoceanográfico para o Atlântico Sul, representado principalmente por uma sedimentação carbonática de plataforma rasa de idade albian. Este é correlacionado nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas ao Grupo Caju. Regali *et al.* (1985) mencionam com base em análises palinológicas, que durante o Cenomaniano instalaram-se áreas marinhas na Bacia de Barreirinhas, sob condições restritivas. No entanto a ocorrência de grandes quantidades de radiolários, verificada nestas

seções, na presente pesquisa não confirma estas possíveis condições restritivas, uma vez que a ocorrência de radiolários representa condições marinhas francas. Estes microfósseis se distribuem por todos os poços analisados evidenciando, claras condições oceânicas.

Koutsoukos & Dias-Brito (1987) relatam que, na margem equatorial, as acumulações sedimentares albianas variaram em sua natureza litológica, oscilando entre sedimentação química e terrígena. Estes autores apontaram um ambiente nerítico-raso a médio para a plataforma do Pará-Maranhão no meso-albiano, caracterizada por foraminíferos do gênero *Hedbergella* spp e *Heterohelix* spp que marcam águas rasas para a fase albiana, na qual postularam um máximo de 200m de profundidade no Eoalbiano.

Feijó (1996) comenta que a possível abertura final do Atlântico Sul foi possivelmente no Neoaptiano, baseado na presença de formas planctônicas tetianas e rochas sedimentares na Bacia do Sergipe. Dias-Brito (1987) menciona que a conexão do Atlântico Sul com o Atlântico Equatorial ocorreu entre o Aptiano e o pós Maastrichtiano possibilitando a boa circulação oceânica entre as duas porções oceânicas.

Dias-Brito (1994,1995) considera que a circulação entre a porção equatorial (bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas) e setentrional do Atlântico Sul com os sistemas de correntes marinhas ocorreu possivelmente no Eoalbiano. Este autor postula que estas correntes tenham sua origem no Golfo do México e Caribe.

No entanto, as associações de radiolários encontrados nos níveis das Bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas, não mostram grande similaridade com a biota silicosa registrada no Golfo do México ou Caribe. Trabalhos de Gorka & Geroch (1985) e Vishnevskaya (1998), mostram que estas possuem maior similaridade taxonômica com as associações do Leste Europeu.

6.3 Fatores oceanográficos que influenciaram a formação de depósitos silicosos nos oceanos

É importante observar que a ocorrência de grandes depósitos silicosos não é fato comum em sedimentos do fundo oceânico. No Atlântico Sul em especial nas bacias da margem costeira brasileira estas ocorrências são igualmente escassas. Isto se dá porque a água do mar é subsaturada em sílica dissolvida, $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Desse modo, grandes ocorrências de depósitos silicosos, devem ser relacionadas a fatores especiais para sua deposição e preservação, o que torna as ocorrências registradas nas referidas seções estudadas um fato

importante a ser analisado. Seibold & Berger (1996) apontam que, em analogia a outros tipos de depósitos biogênicos, a concentração de fósseis silicosos nos sedimentos, pode estar associada à intensa produção de organismos silicosos nas porções superiores da coluna d'água do oceano.

Petruchevskaya (1971a), Kling (1976) e Casey & Mcmillen (1977), relacionam a distribuição de assembleias de radiolários no plâncton a fatores como produção primária, luz e nutrientes, estes interligados a condições hidrológicas como densidade e salinidade. Essas complexas condições hidrológicas movimentam o plâncton dispersando-o e mesclando-o.

O estudo de radiolários pode resultar em informações paleoceanográficas importantes, já que existe uma complexa relação entre as variações físicas e químicas nos níveis de distribuição do plâncton. Isto tem reflexo na deposição desses microorganismos em sedimentos de fundo oceânico. Estes registros ocorrem em todas as seções dos sete poços analisados, relacionados aos grandes picos de radiolários (Fig. 35). Os picos podem ser assim associados diretamente a fatores paleoceanográficos como eventos transgressivos ou zonas de mínimo de oxigênio.

Os depósitos silicosos estão intimamente relacionados a processos oceânicos complexos, interligados a fatores químicos e físicos e que não ocorrem dissociados. Dessa maneira, podem ser destacados as massas de água, as áreas de ressurgência, os efeitos transgressivos e as zonas de mínimo de oxigênio. Os quais estão intimamente relacionados a outros fatores químicos como o pycnoclina e a salinidade.

A análise de tais fatores, é importante para a compreensão dos modelos paleoceanográficos que influenciaram a vida planctônica bem como a origem dos depósitos silicosos. Dentre estes, podem ser citados, principalmente, os eventos disóxicos–anóxicos oceânicos, registrados a nível global no limite Cenomaniano–Turoniano.

6.3.1 Fatores físicos oceânicos e sua influência na distribuição da biota silicosa nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

As propriedades físicas da água do mar são muito diferentes daquelas apresentadas pela água doce. A água do oceano é uma solução de sais que varia de acordo com sua composição. Esta é formada por gases, sais dissolvidos e materiais em suspensão. Além destas podem ser relacionadas, as interações entre atmosfera/oceano que incluem evaporação/precipitação (salinidade). Estas propriedades influenciam, por sua vez, a formação

de diferentes massas d'água. Assim, os fatores físicos como salinidade e temperatura têm impacto direto na biota marinha.

6.3.1.1 Massas de águas oceânicas

Muito do que é conhecido sobre a circulação tridimensional do oceano tem sido inferido do estudo de corpos de água, identificados por suas particulares combinações de propriedades físicas e químicas. As propriedades mais usualmente utilizadas para se referir a corpos de água como massas de água oceânicas são a temperatura e a salinidade. Estes fatores distinguem as massas de água. Por esse motivo, massas de água que se formam em mares semifechados provêm um exemplo particularmente claro de corpos de água com características reconhecidas de temperatura e salinidade. Cabe salientar que no período Cretáceo, mais precisamente no intervalo Cenomaniano-Turoniano, as condições climáticas eram bem distintas das atuais, bem como as características físicas da água.

Estes fatos podem ter tido um reflexo nas pretéritas massas de água, uma vez que a salinidade marinha no Cretáceo média era bem distinta das atuais. O estudo das diferentes massas de água é, portanto, uma das operações de grande importância para a oceanografia. O conhecimento dessas possibilita entender toda a dinâmica do oceano e proporciona as bases para estabelecer a síntese sobre os movimentos da água do mar.

Nesse sentido, temperatura e salinidade da água do mar guardam entre si uma estreita relação. Estes caracterizam certos volumes de água que, localizadas a diferentes profundidades e em determinados pontos geográficos, se denominam massas d'água.

Em um perfil vertical do oceano, Lemus *et al.* (1997) distinguem cinco tipos principais de massas de água, as quais são denominadas: superficial, superior, intermediária, profunda e de fundo. Ainda que em determinados locais não se encontrem presentes os cinco tipos, essas massas d'água, em geral, recebem nomes particulares segundo a região e oceano onde se localizam. As massas de água são importantes, pois condicionam a biota marinha e, portanto, a formação de depósitos silicosos no oceano. Estas massas d'água devem ter exercido um papel fundamental na dispersão da biota silicosa nas bacias aqui estudadas.

No entanto o seu estudo a nível pretérito é difícil, sendo apenas registradas inferências sobre as mesmas. Os radiolários como organismos planctônicos e que habitam as mais diversas profundidades na coluna d'água se prestam a estas inferências.

As massas de água superficial caracterizam-se, em geral, como uma camada d'água em torno de 150m de espessura, fortemente influenciada por fatores físicos exteriores (meteorológicos) e correntes, dos quais sofrem forte variação conforme a sua localização geográfica. Essas massas de água são movidas por correntes de superfície por até centenas de quilômetros. É nessas massas de água onde se concentra a grande bioprodutividade marinha, incluindo muitas espécies de radiolários.

As massas de água superior estão localizadas entre 150 e 700m de profundidade, separadas da anterior por uma zona bem delimitada de temperatura (a chamada termoclina) e se originam do afundamento das massas de água superficial em movimentos chamados de convergência oceânica.

As massas de água intermediária resultam igualmente do afundamento da água superficial em um movimento de convergência e se localizam entre os 700 e 1500m de profundidade, podendo fluir em níveis apropriados de densidade entre as massas de água densas de fundo e as de menor densidade da zona superficial.

As massas de água profundas estão geralmente entre 1.500 e 3.000m e provêm de altas latitudes por afundamento de massas que se localizam a profundidades menores. Gross (1995) comenta que essas massas de água mais densas se formam nas regiões polares onde as águas de moderada e alta salinidade são intensamente esfriadas nas superfícies oceânicas (esses fatores servem para mostrar águas de baixa temperatura acima do picnoclina)

A formação de massas de águas de fundo ocorre pela submersão da água superficial de alta salinidade cujo picnoclina se eleva pela queda de temperatura e se desloca alcançando o fundo e fluindo ao longo do assoalho oceânico. Desse modo, a distribuição das massas de água do oceano se estabelece por densidade, condicionada, fundamentalmente, por temperatura e salinidade. Sendo assim, essas variações de temperatura e densidade têm uma forte influência em todos os processos físicos, químicos e biológicos, uma vez que quanto maior a temperatura, menos densa a água,

6.3.1.2 Áreas de divergência e convergência oceânicas

O oceano não mostra apenas movimentos horizontais da água, mas igualmente movimentos verticais, estes provocados por forças dos ventos na superfície do mar. Os ventos de superfície afetam diretamente as camadas superiores e, por isso, as massas de água se encontram em constante movimento. Estas provocando em certas partes do oceano, a

submersão de grandes quantidades de água de massa superficial para formar massas de água intermediária. Este fenômeno é denominado de convergência oceânica.

Quando o esforço do vento eleva águas de profundidade, as águas que se deslocam das zonas mais profundas geralmente represam as águas da superfície e, quando isso ocorre, levam a divergências na superfície da água ou à separação dessas duas massas. Ditas áreas de convergência e divergência são importantes para a biota silicosa. Esses movimentos horizontais e verticais propiciam aumento na produtividade e igualmente elevam a taxa de preservação de esqueletos de radiolários, uma vez que o maior número de esqueletos de radiolários na coluna d'água eleva a taxa de preservação dos mesmos.

Por essa razão, é possível relacionar depósitos silicosos a esses sistemas oceânicos. Estes fatos podem ter sido um fator importante para a grande ocorrência de radiolários nas seções analisadas. No entanto as evidências destas áreas de convergência e divergências pretéritas carecem de mais pesquisa, mas o registro da biota silicosa pode sugerir a sua ocorrência na área.

6.3.1.3 Ressurgências

As ressurgências são resultantes de uma combinação de efeitos característicos da circulação atmosférica, os quais são dirigidos pelos sistemas de ventos. Nessa ótica, alguns pesquisadores, entre os quais Drewry *et al.* (1974), De Master (1981), Jenkyns & Winterer (1982), Parrisch & Curtis (1982), Kuhnt *et al.* (1986), Pisias (1986), Macellari & Vries (1987), Murchey & Madrid (1987), Thurow *et al.* (1988), Casey (1989), Krugliokova (1989), Almogi-Laben (1993), Erbacher & Thurow (1998), De Wever *et al.* (2001) e Berger & Wefer (2002) vêm analisando a relação entre as ressurgências nos oceanos e a ocorrência de depósitos biogênicos. Para esses autores, as maiores vasas silicosas são relacionadas com fenômenos de ressurgências oceânicas, as quais coincidem, em muitos casos, com os altos níveis de carbono orgânico total (COT), ou seja, com os denominados fenômenos disóxicos–anóxicos.

A relação entre as ressurgências e depósitos biogênicos silicosos serve para compreender a interação entre fatores oceanográficos e a biota silicosa. O oceano é um corpo fortemente estratificado, devido às diferenças de temperatura, densidade e salinidade. Este tem um papel importante na ciclagem dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento da biota marinha.

Esses nutrientes são oriundos, em sua maior parte, dos continentes através da descarga fluvial, sendo incorporados na água do mar após processos químicos complexos. Desse modo, esses elementos carregados do continente irão se concentrar, em grande parte, nas camadas de água mais densas, profundas e com temperaturas mais baixas.

Os nutrientes concentrados em águas mais profundas, em alguns momentos, retornam às águas superficiais. Esta ascensão é devida a fenômenos de *stress* de vento na superfície oceânica, que causam movimentos verticais de águas de subsuperfície (ricas em nutrientes) para as camadas de superfície. Assim, esses elementos ascendem às águas superficiais, propiciando uma alta produtividade primária e, por consequência, de toda a cadeia trófica. Este processo determina, para estas regiões, uma excepcional produtividade biológica nas águas superficiais, freqüentemente acompanhadas por uma elevada taxa de suprimentos de matéria orgânica para os sedimentos de fundo oceânico.

Estudos biológicos e oceanográficos consideram as ressurgências como um dos fatores de maior importância na distribuição de nutrientes no oceano. Cabe salientar a sua estreita relação com os vários ciclos biogeoquímicos, permitindo, um maior desenvolvimento biológico nestas áreas. No entanto, os locais de ressurgência mostram claramente uma rápida depleção no conteúdo de nutrientes, com a enorme queda da produtividade orgânica a pequenas distâncias desses locais. Berger & Wefer (2002) comentam que um dos aspectos mais importantes da ressurgência nas questões paleoecológicas reside no fato desta prover novos ambientes e habitats, propiciando, dessa maneira, os processos evolutivos de algumas espécies.

Infere-se que as ressurgências contribuem significativamente na distribuição do plâncton e, por conseguinte, na distribuição depósitos ricos em matéria orgânica. No entanto, não podem ser apontadas como a única causa para a ocorrência de todos estes depósitos. Dado que outros fatores como eventos anóxicos e transgressões fazem uma importante regra na sua deposição e preservação. Dias-Brito (1995) relaciona a alta bioprodutividade planctônica na Bacia de Barreirinhas a fortes fluxos de nutrientes, sugerindo que estes tenham sido formados por correntes de ressurgências.

A elevada ocorrência de radiolários é apontada por este, como um dos indicadores de zonas de paleoressurgências para esta bacia. Explosões planctônicas caracterizadas principalmente por grande quantidade de radiolários foram registradas em todos os poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

Um dos fatores apontados para esta explosão planctônica na área seria as correntes de ressurgências, que propiciaram esta alta produtividade orgânica, com grande afluxo de nutrientes para o desenvolvimento desta biota. Uma das evidências mais marcantes, é a ocorrência de radiolários e a forte presença de diatomáceas que evidenciam uma elevada produtividade primária para esta área.

Esta alta bioprodutividade ainda é relacionada a um ambiente fortemente redutor evidenciado pela ocorrência de sulfeto de ferro (pirita) encontrado em todos os poços (Fig. 18). Estas ressurgências na área podem ter propiciado os grandes picos de radiolários registrados em todos os poços estudados. Outro registro importante é a possibilidade de que as ressurgências possam ter influenciado na destruição ou restrição de nichos existentes, assim como na abertura de novos nichos ou expansão de nichos restritos.

Assim, este fator paleoceanográfico teve efeito direto sobre a biota na área da pesquisa, o qual, em determinado momento propiciou a fonte de alimento para esta biota. E em outro, pelo elevado consumo, a restrição desta fonte para a biota. Estes fatos podem ser observados pelo rápido decréscimo dos radiolários evidenciado nas seções analisadas. Isto é demonstrado que após estes picos, ha uma queda acentuada na abundância da fauna planctônica.

6.3.1.4 A influência da Circulação Oceânica na distribuição da biota silicosa

O oceano não é um corpo estático, mas um sistema dinâmico no qual atuam diversas forças físicas, como a gravidade terrestre, pressão e sistema de ventos. Disso decorre uma série de movimentos de massas de água, as quais geram e modificam as denominadas correntes oceânicas, que apresentam grande variação nos seus movimentos com diferentes velocidades e periodicidade.

A circulação oceânica na superfície é dirigida principalmente por *stress* de ventos. Gordon (1973), Drewry *et al.* (1974), Lloyd (1982) e Lemus *et al.* (1997) mostram evidências de que os níveis de circulação oceânica e atmosférica afetam a distribuição do plâncton, bem como de depósitos biogênicos no fundo oceânico, refletindo-se, assim, no registro geológico.

A atmosfera e o oceano formam um tipo de interação, em que níveis de circulação atmosférica influenciam os fluxos oceânicos (Murray *et al.* 1992). A circulação nos oceanos está estritamente ligada ao clima através de mecanismos de retro-alimentação, sendo ambos controlados por insolação e rotação da terra. A maior absorção de calor ocorre em baixas

latitudes sendo perdida nas altas latitudes. Assim, as características térmicas da água do mar influenciam outras propriedades físicas, dentre as quais pode-se destacar a densidade. Devido ao aquecimento diferencial do oceano é registrada variação de temperatura e, em decorrência, diferentes densidades. Essa oscilação térmica afeta diretamente o estabelecimento da distribuição das massas de água do oceano, bem como as variações de salinidade. Estas estão relacionadas aos balanços de evaporação/precipitação de água da superfície oceânica.

Como exemplo, pode-se citar a circulação termohalina que, em linhas gerais, reflete o esforço dos ventos dominantes sobre a superfície do mar. Nesse sentido, a influência do vento é explicada pelas variações de temperatura geradas pelo aquecimento solar que produzem ventos e causam o movimento de águas superficiais dos oceanos. Esses movimentos, ao se somarem aos deslocamentos de massas de água produzidos por troca de densidade, dão origem às correntes oceânicas. As correntes desempenham um papel fundamental na distribuição de calor na superfície de nosso planeta, influenciando fortemente a distribuição do plâncton no oceano, afetando a formação de depósitos biogênicos.

Estas correntes oceânicas em se tratando de biotas planctônicas, tem um papel muito importante, na sua distribuição. Os estudos relacionados as correntes oceânicas na Margem Equatorial Brasileira ainda são escassos. Koutsoukos (1992) sugere um modelo de correntes superficiais para estas bacias no Cretáceo médio. A indicação de correntes oceânicas na área é apontada ainda nos estudos de Kennedy & Cooper (1975 *apud* Rabinowitz & Labrecque 1979), como responsáveis pela dispersão da biota. Esta circulação oceânica ainda é relatada por Feijó (1996) com base na pesquisa de foraminíferos planctônicos na área. Dias-Brito (1995), comenta que um sistema de correntes marinhas superficiais se estabeleceu na área após a abertura do Atlântico Sul. O mesmo sugere que estas correntes têm como ponto de origem possivelmente o Golfo do México-Caribe, no intervalo Aptiano-Albiano.

6.3.1.5 Termoclina

A temperatura é um importante fator no sistema oceânico, uma vez que a energia térmica, é o principal aporte de calor para a água do mar. A mesma está representada pelas radiações solares que chegam à superfície e penetram nas massas d'água. Conforme aumenta a profundidade, a temperatura diminui, gerando uma forte estratificação térmica denominada (termoclina).

Esta zona limítrofe se caracteriza por uma rápida queda de temperatura, ou seja, seria o local onde as temperaturas mudam marcadamente com a profundidade. Com isto observa-se uma separação de águas superficiais aquecidas das águas frias do fundo, gerando movimentação horizontal e vertical.

Nos oceanos abertos Desse modo, ocorre forte estratificação cujas águas de superfície são menos densas e relativamente quentes, com uma temperatura mais uniforme. Essa camada superficial pode estender-se entre uma profundidade de 20 a 200m, variando conforme as condições locais, com pouca variação de salinidade.

Segundo Lemus *et al.* (1997), em alguns casos essas radiações, além da luz, podem penetrar até 1000m de profundidade nas camadas de águas oceânicas, dependendo de fatores como turbidez e quantidade de matéria sólida em suspensão.

Nos oceanos, as termoclinas não são bruscas, nem estão bem diferenciadas como ocorre na água doce. Em águas tropicais, o termoclina pode ocupar uma profundidade entre 100 e 200m e ser relativamente estável durante o ano. Em latitudes médias, localizam-se em profundidades um pouco maiores, sendo um fenômeno estacional que ocorre somente na primavera e verão e desaparece nos mares polares, onde a temperatura da coluna d'água uniformemente é baixa .

Para a biocenose de radiolários, a termoclina tem uma grande importância. Apesar do grupo estar distribuído em todas as profundidades oceânicas. O máximo desenvolvimento desses organismos inicia-se nas porções superiores do oceano, estendendo-se por até aproximadamente os primeiros 1.000m da coluna d'água do mar. No entanto, várias espécies viventes são encontradas em suspensão abaixo da superfície, a profundidades superiores a 5.000m.

Por outro lado, nas regiões polares, esses organismos não são encontrados nas camadas superiores entre 0-25m, sendo comuns a 200-400m de profundidade. O termoclina na margem equatorial dada a sua posição geográfica de idade Cenomaniano-Turoniano (Fig. 26), deve ter sido bem evidenciado devido ao fato que as águas marinhas superficiais tropicais tinham temperaturas significativamente mais elevadas que as atuais.

Estudos como os de Beurlen (1982), Regali *et al.* (1985), e Koutsoukos & Dias Brito (1987) indicaram águas rasas para estas bacias, com o processo de evolução destas há um aprofundamento progressivo das mesmas. Assim o termoclina deve ter variado conforme a história evolutiva da bacia com reflexo na biota. O registro de radiolários é um forte indicio

das condições oceânicas na área o que pode ser relacionado a um aprofundamento da bacia ou a uma grande transgressão no período.

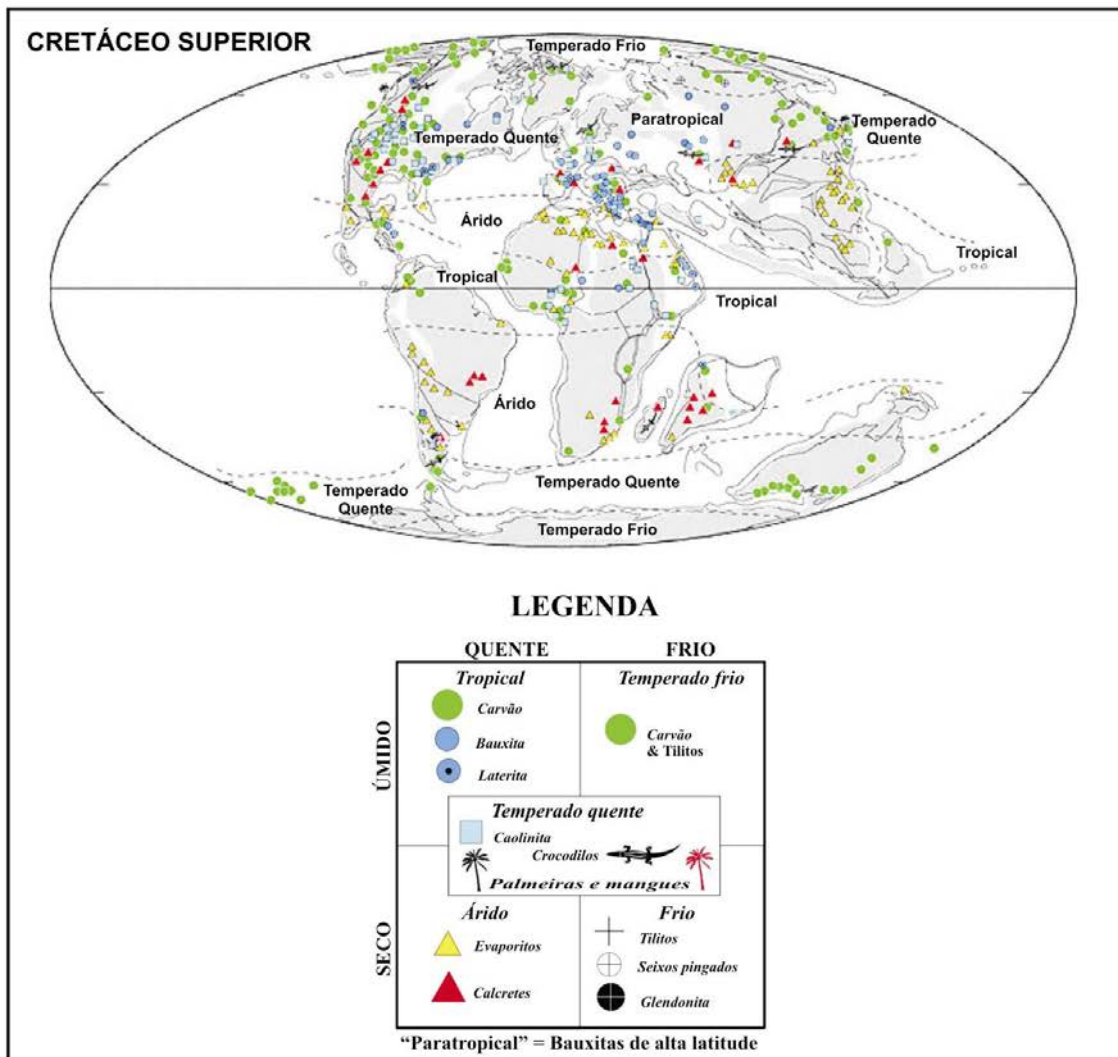
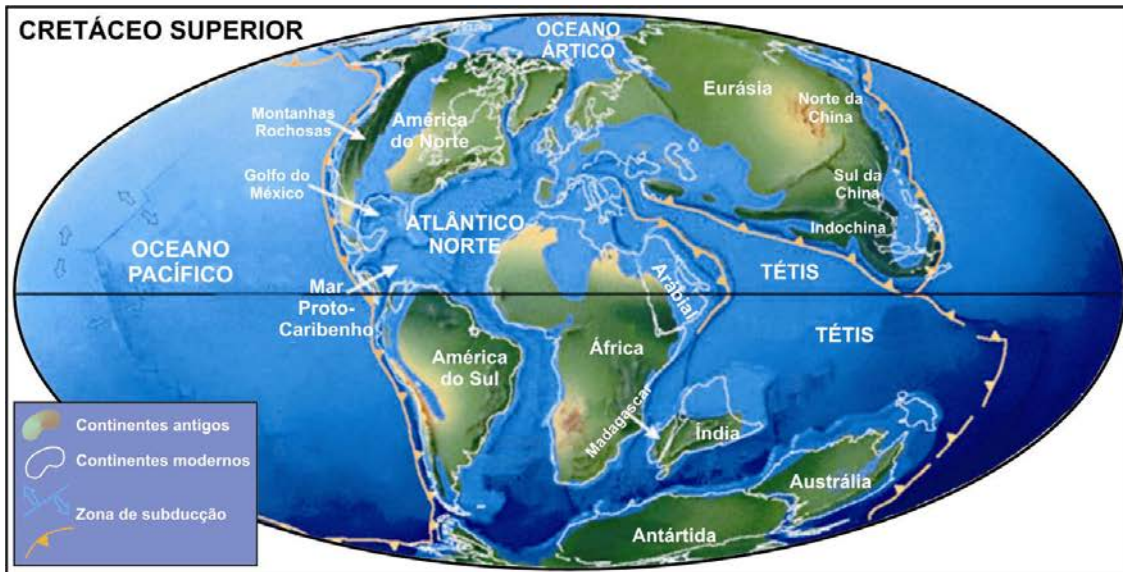


Figura 26: Paleogeografia e temperatura do Cretáceo médio na porção equatorial do Atlântico Sul. (Modificado de Scotese, 2005)

6.3.2 Fatores químicos e a sua influência na distribuição da biota silicosa nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

Os fatores químicos têm um papel fundamental no desenvolvimento da vida biológica dos oceanos, estando diretamente relacionados à composição química do seu conteúdo dissolvido. Estes fatores têm reflexos principalmente no tamponamento de nutrientes químicos, (Fig. 27) como fosfatos, nitratos e nutrientes básicos para o fitoplâncton. Cabe ressaltar que a sílica dissolvida juntamente com o carbonato de cálcio são vitais para a biomineralização dos esqueletos de muitos microfósseis.

Estes nutrientes os quais estão agrupados em três grandes grupos de elementos conservativos, reciclados e detritícos (Fig. 27). Os elementos têm sua concentração em grande parte afetada pela profundidade. A relação dos nutrientes com a biota é que estas podem se posicionar como biolimitantes sendo utilizados tanto na construção do tecido orgânico, como no desenvolvimento do material esquelético. Entretanto, cabe salientar que a produção de matéria orgânica nos oceanos abertos é basicamente controlada por dois fatores: suprimento de nutrientes para a zona eufótica e radiação solar.

Os fatos demonstram que o oceano é um sistema extremamente complexo, possuindo uma forte interação química entre a água do mar, atmosfera e os sedimentos de fundo. Sabe-se que a química do ambiente em que o fóssil é formado tem uma forte influência na sua preservação esquelética. Por essa razão, as propriedades químicas dos fósseis podem registrar as condições pretéritas do ambiente químico do oceano. Em outras palavras, os processos que levam a formação e preservação desses esqueletos são fortemente influenciados pelo ambiente químico do oceano. Um exemplo é o fato de radiolários piritizados, calcitizados e zeolitizados indicarem condições químicas da água do mar, como ambientes redutores, ou oxidantes.

No entanto os fatores químicos no oceano podem ter seu equilíbrio quebrado pelo forte aporte de nutrientes como nitratos e fosfatos ou silicatos, os quais têm reflexo direto no desenvolvimento da biota silicosa.

A análise dos radiolários das bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas evidenciaram condições redutoras com características de alta produtividade pela forte ocorrência de fosfatos e nitratos. A presença de sulfatos na área está evidenciada pela reação química que originou o sulfeto de ferro (pirita) sendo que este é um dos fatores limitantes para a sua ocorrência. Estes fatores químicos deste modo estão relacionados com a composição dos elementos

químicos dissolvidos nos oceanos, bem como a sua interação com a água do mar, a atmosfera e o assoalho oceânico.

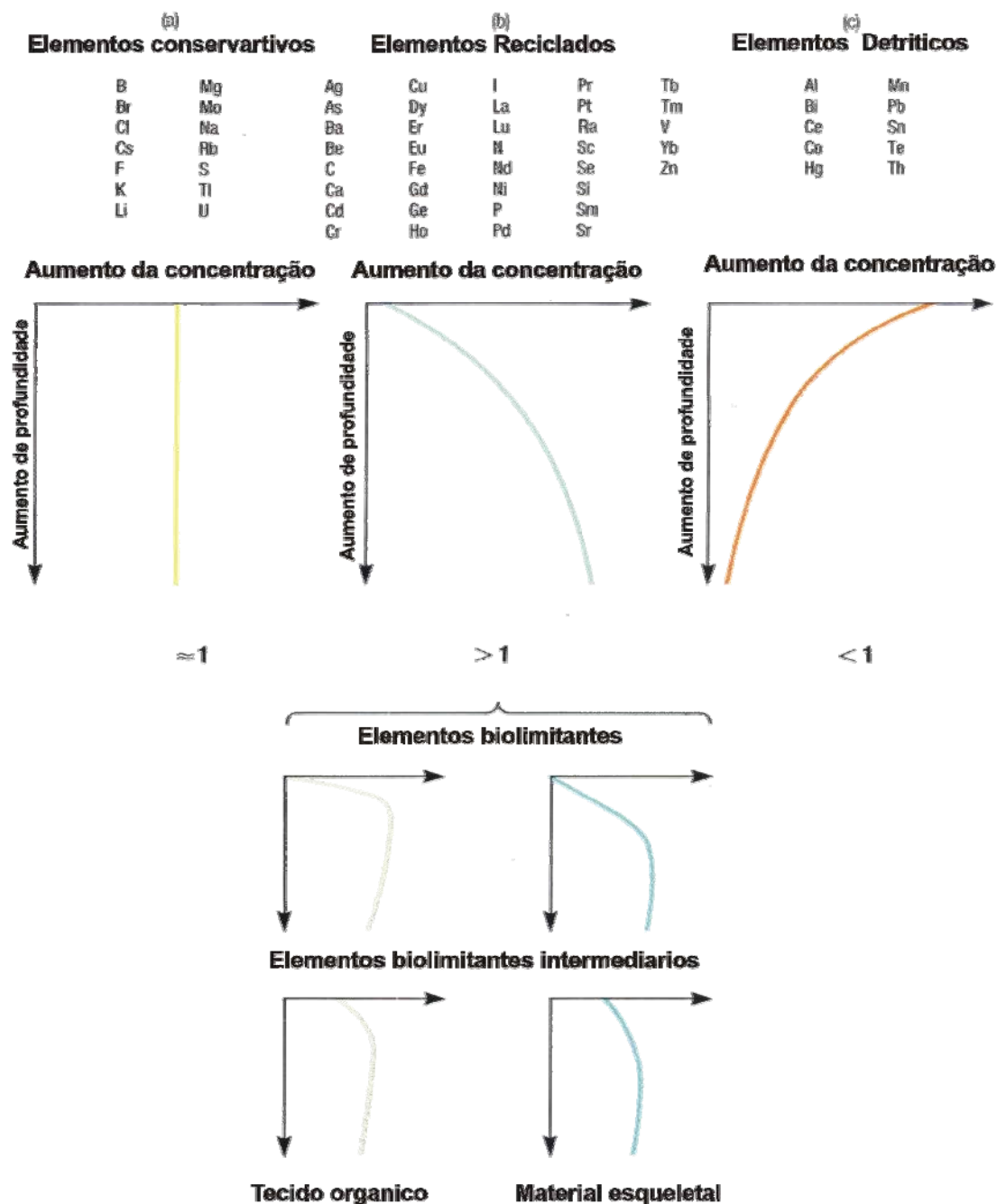


Figura 27: Relação dos elementos químicos com a profundidade e a sua influência na biota marinha (Modificado de Brow 1989).

6.3.2.1 Salinidade

O oceano é constituído essencialmente por sais, gases atmosféricos dissolvidos na água e matéria orgânica dissolvida ou particulada. A principal fonte desses elementos é os rios, os quais são sempre sobrecarregados em sais extraídos de rochas continentais através dos processos de intemperismo químico e, assim, carreados para o oceano.

A salinidade é dada principalmente por cloretos, sulfatos e carbonatos que se encontram dissolvidos na água do mar. No entanto, sua distribuição não é uniforme nem constante, variando tanto horizontalmente como verticalmente. Os fatores fundamentais que determinam tais variações de salinidade são processos de precipitação e evaporação.

Dessa forma, a variação da salinidade nos oceanos abertos é menor que a temperatura. As mudanças primárias de salinidade causadas por evaporação e precipitação são igualmente afetadas pela descarga dos rios.

Acentuadas mudanças de salinidade relacionadas com a profundidade formam a chamada holoclina. Seibold & Berger (1996) comentam que há uma relação entre salinidade e densidade e, por esse fato, alterações nessas condições afetam a densidade da água do mar cujas águas de maior salinidade são mais densas e tendem a se aprofundar na coluna d'água.

Assim, a salinidade afeta mais a densidade do que a temperatura, o que significa que, naquelas partes do oceano onde águas de superfície são divididas por excesso de precipitação, a picnoclina principal e a holoclina quase sempre coincidem. Entretanto, na maior parte do oceano, a salinidade com respeito à densidade, parece ter efeito de importância reduzida, pois a picnoclina é controlada pela termoclina, esta como resultado da enorme variação de temperatura em contraste com a pequena variação da salinidade para a maior parte do oceano.

No entanto a salinidade oceânica nem sempre foi constante. A mesma teve grandes variações no decorrer do tempo geológico. Dias-Brito (1995) comenta que no mesocretáceo a salinidade no oceano pode ter sido bem mais elevada que a atual. Águas oceânicas neste período segundo Hay (1988 *apud* Dias-Brito 1995) apontam uma salinidade média em torno de 41,6‰.

6.3.2.2 Picnoclina/Densidade

A densidade das águas oceânicas varia entre 1,02 a 1,07 g/cm³ e tem um papel importante no ambiente marinho por estar interligada com outros fatores físico-químicos como temperatura, salinidade e pressão, além de sua estreita relação com as correntes

marinhas. Um exemplo é a circulação termohalina que é fortemente dirigida por diferenças de densidade. Cabe salientar que a densidade é inversamente proporcional à temperatura, por isso, quanto menor a temperatura maior a densidade, cuja variação está enormemente vinculada à profundidade.

Dessa maneira, apresenta-se uma separação horizontal das camadas de águas de fundo de diferentes densidades, mostrando porque a coluna d'água oceânica é fortemente estratificada. Com a diminuição da profundidade, a estratificação das águas tende a se tornar mais instável por ser fortemente afetada por fatores como, elevação de temperatura, precipitação, aporte de águas que chegam dos continentes, evaporação e formação de geleiras. Na superfície oceânica é onde se apresentam as trocas de densidade que guiam a circulação vertical que, controla a distribuição de temperatura e salinidade na coluna d'água, afetando fortemente a biota marinha.

A acentuada mudança de densidade é chamada de picnoclina. Estas podem mover-se vertical e horizontalmente. A picnoclina atua ainda, como uma barreira aos movimentos verticais da água, ocasionada por mudanças sazonais de temperatura e salinidade, além de servir como um assoalho à circulação de águas superficiais. O picnoclina ainda pode ser uma barreira bem marcada em áreas de disoxia-anoxia, quase que marcando o limite entre zonas aeróbicas e anaeróbicas, (Fig. 28). Em muitas partes do oceano, termoclina e picnoclina podem coincidir, determinando, assim, que o fator que controla a densidade é a temperatura.

O oceano geralmente está em equilíbrio no que se refere à sua estratificação química e densidade. No entanto, pode sofrer mudanças na sua densidade, provocadas por processos de transmissão de calor por massas de água em movimentos verticais, nos quais águas de fundo são transportadas para o interior da zona fótica, induzindo, desse modo, a uma rápida mudança na química do oceano superior e causando, por conseguinte, um efeito significativo na biota marinha. Este efeito pode ser relacionado à explosão planctônica silicosa, bem marcada nos sete poços analisados na pesquisa (Fig. 35).

Deste modo à interação entre os processos físico-químicos, causa uma forte estratificação nas águas oceânicas ocasionadas pelas diferenças de densidade. A estratificação química no oceano é relativamente constante e uniforme. Assim, grandes mudanças causadas nas biotas como a verificada na biota silicosa, se deve pela transferência de águas de fundo para a zona fótica via ressurgências, quebrando esta estratificação.

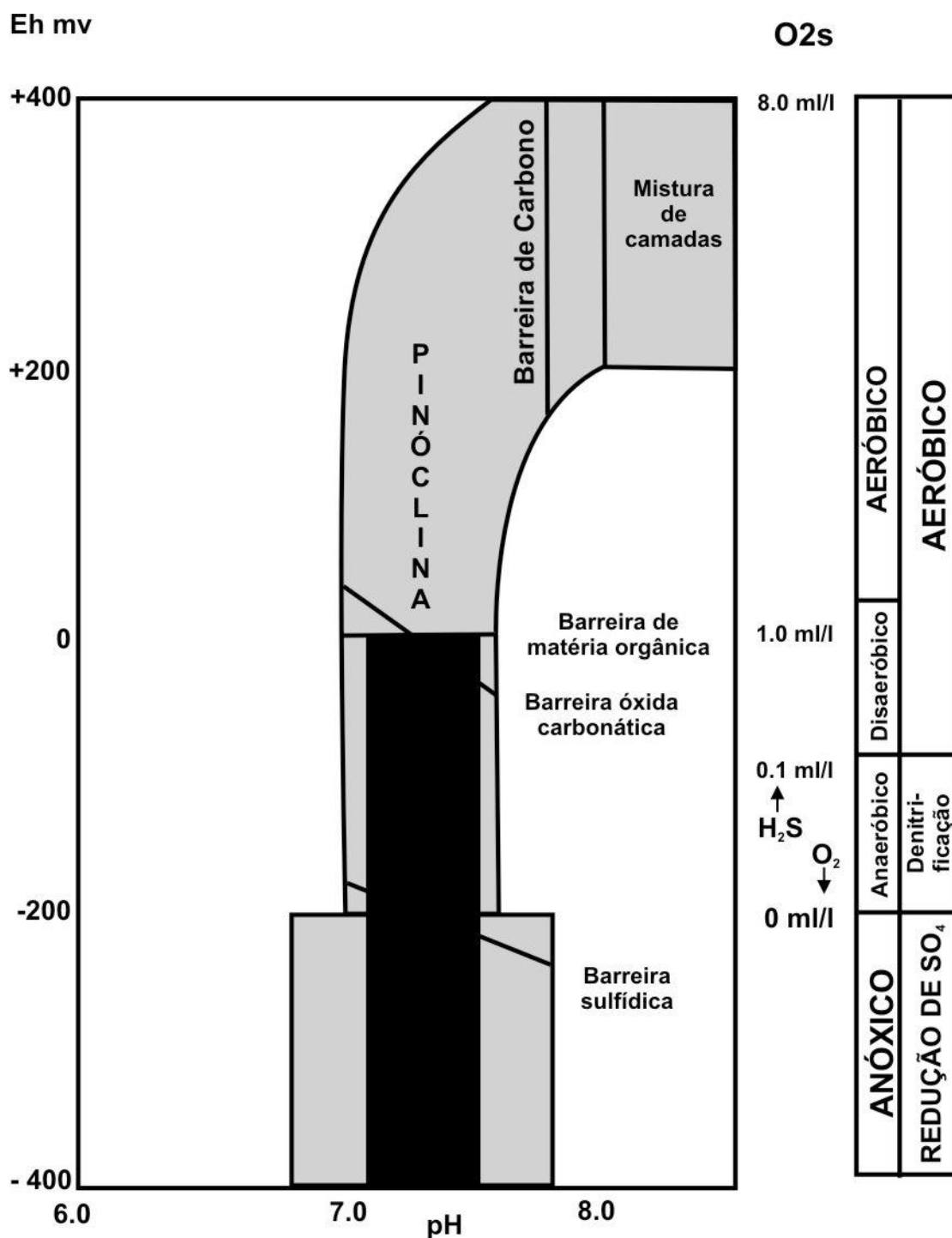


Figura 28: Relação do picnoclina na formação de zonas anóxicas oceânicas. (Modificado de Tyson 1987).

6.4 As transgressões oceânicas e a sua relação com o desenvolvimento da biota silicosa nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

As mudanças relativas do nível do mar afetam diretamente a vida planctônica, conforme relatado nos trabalhos de Vail *et al.* (1977), Schlanger *et al.* (1987), Erbacher *et al.*

(1996), Erbacher & Thurow (1997;1998). Pulsos transgressivos podem estar diretamente relacionados a eventos paleoecológicos e paleoceanográficos, como os eventos anóxicos oceânicos do Albiano–Turoniano. Berger & Von Rad (1970) comentam que a taxa de abundância e acumulação de microfósseis silicosos em sedimentos pelágicos é provavelmente proporcional às taxas de produção, que podem estar relacionadas a possíveis eventos transgressivos.

Assim, grandes depósitos silicosos podem ser seguramente relacionados a períodos de máxima elevação do nível do mar. A transgressão de massas de águas intermediárias aumentou as áreas de plataforma, levando, provavelmente, a uma subida da CCD. Desse modo, proporcionando também, a elevação das taxas de dissolução dos carbonatos.

As transgressões estão relacionadas com o evento paleoceanográfico do limite Cenomaniano–Turoniano. Assim a máxima elevação do nível do mar, coincide com os eventos disóxicos–anóxicos oceânicos. Estes no caso podem ser associados a outros fenômenos como as ressurgências. As transgressões podem levar, igualmente, a um aumento na instabilidade da superfície da água, com uma maior fertilidade e produtividade orgânica, fatores relacionados a grandes picos de abundância de radiolários, (Fig. 36) nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

Dias-Brito (1995) menciona uma possível fase transgressiva para a Bacia de Barreirinhas no Cretáceo médio, relacionando-a a uma alta produtividade planctônica. Análises realizadas nas seções das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas mostram evidências de alta produtividade orgânica. Estas podem ser observadas pelas fortes explosões planctônicas registradas nesta bacia. As áreas de alta produtividade registradas nas seções se mostram, na maioria das vezes, marcadas pela ocorrência de esqueletos piritizados. Isto indica uma relação entre estas ocorrências e áreas de mínimo de oxigênio.

6.5 Áreas de expansão de mínimo de oxigênio (zonas de disoxia-anoxia) e a sua relação com a ocorrência e preservação de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

6.5.1 Generalidades

A atmosfera é a fonte primária de oxigênio para a água do mar. O oxigênio encontra-se dissolvido nas águas oceânicas e as variações de sua concentração no passado podem

potencialmente ter influenciado a diversidade da biota marinha global. Nesse sentido, a anoxia é definida por Tyson (1987) como extratos totalmente depletados em oxigênio (Fig. 28), nos quais a demanda na coluna d'água excede o suprimento. Esta diretamente relacionada à alta atividade biológica nas camadas superficiais do oceano.

As camadas anóxicas podem ser relacionadas com os fenômenos de ressurgências, sendo estas provavelmente responsáveis pelo aumento do suprimento de nutrientes e, concomitantemente, pela alta produtividade biológica na superfície, em algumas regiões do oceano.

O Cretáceo médio foi caracterizado por grande deposição de sedimentos ricos em carbono orgânico em vários locais (Fig. 29). Em vários locais esses depósitos são globalmente desenvolvidos em seqüências sedimentares do Aptiano–Albiano, Cenomaniano-Turoniano e do Coniaciano-Santoniano, constituindo os chamados Eventos Anóxicos Oceânicos (OAEs), de acordo com Schlanger & Jenkyns (1976).

Os fenômenos que levaram a essa expansão do nível de mínimo de oxigênio no período Cretáceo médio ainda são motivo de discussões. Soutar (1971), Schlanger & Jenkyns (1976), Thiede & Van Andel (1977), Arthur & Schlanger (1979), Arthur & Natland (1979), Jenkyns (1980), Tissot *et al.* (1980), Demaison & Moore (1980), Southam *et al.* (1982), Wapples (1983), Stein (1986), Herbin *et al.* (1986 a,b), Schlanger *et al.* (1987),), Arthur *et al.* (1987) Erbacher & Thurow (1998) e Erbacher (1998) relacionam condições anóxicas a vários fatores como ressurgências aliadas a fatores climáticos e geológicos, como o aumento da taxa de expansão do assoalho oceânico e vulcanismo. A origem destas condições seria uma conjunção de fatores como a elevação do nível do mar ligada a pulsos transgressivos e baixa circulação das águas oceânicas. Esses significativos eventos oceanográficos são revelados por anomalias isotópicas de C¹³.

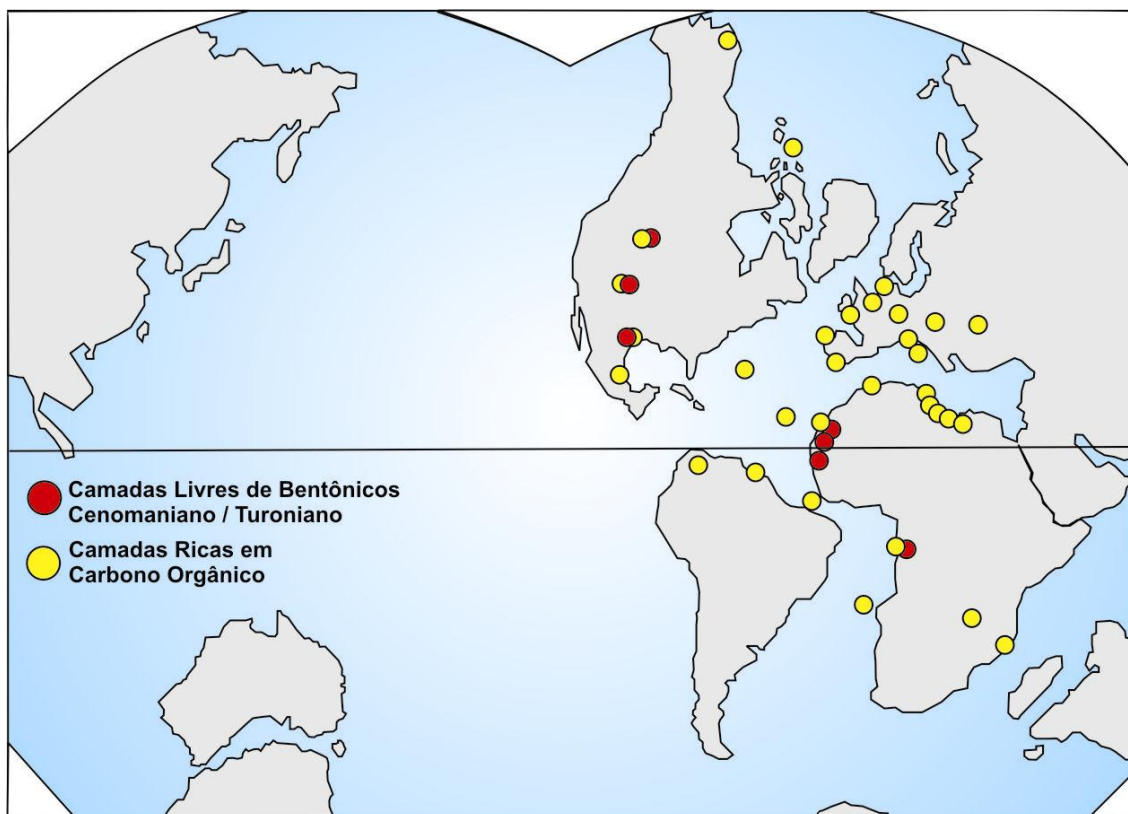


Figura 29: Representação da influência da anoxia, no processo de formação de camadas ricas de carbono orgânico no Intervalo Cenomaniano-Turoniano (Modificado de Southam *et al.* 1982)

Percebe-se que os termos anóxicos e anaeróbicos são sempre usados sinonimamente, no entanto se referem a processos distintos. O sufixo óxico, por exemplo, refere-se a níveis de oxigênio dissolvido e, portanto, a uma descrição de ambiente. O sufixo aeróbico refere-se a processos metabólicos e deve propriamente ser usado para descrever modos de vida ou biofácies. Por isso, a relação mais utilizada entre esses termos e a atividade biótica é a seguinte:

- Aeróbica: relacionada à fauna bêntica normal, sem restrição de oxigênio dissolvido;
- Disaeróbica: fauna bêntica estressada e empobrecida devido a baixos valores de oxigênio dissolvido nas águas de fundo;
- Anaeróbica: sem fauna bêntica presente devido à ausência de oxigênio;
- Exaeróbica: a fauna bêntica especializada está situada entre condições anóxicas e disóxicas,
- Poiquilaeróbica: baixa diversidade; fauna bentônica oportunista, respondendo geralmente à oscilação de baixos valores de concentração de oxigênio.

O oxigênio dissolvido na água do mar é reconhecido como um importante fator na composição biótica e preservação fóssil. O impacto na biota marinha é um dos fatores mais importantes relacionado às áreas de expansão de mínimo de oxigênio (Fig. 30), que resultaram em conseqüências paleoecológicas como eventos de extinção/radiação de radiolários.

Assim, mudanças faunais associadas a áreas de expansão de mínimo oxigênio contendo H_2S têm mostrado que a fauna macrobentônica não é afetada por grandes concentrações de O_2 . Porém, quando essa concentração cai para 2,0ml/l, a atividade bentônica diminui. Abaixo de valores de 0,3ml/l, cessa praticamente a atividade microbiológica e entre 0,1 a 0,01 ml/l é considerado um nível quasi-anóxico.

Recentes estudos de teor de carbono orgânico em estratos do Cretáceo médio sugerem que os depósitos do Aptiano-Albiano contêm abundante material terrestre derivado de plantas. Nos depósitos do Cenomaniano-Turoniano, tais análises mostram que estes foram relativamente ricos em matéria orgânica derivada de plâncton marinho. Fica evidenciado, ainda, que os depósitos compostos por folhelhos negros piritosos dos referidos períodos citados acima, contêm altos teores de fosfato. São detectados ainda nestes níveis elevados conteúdos de sílica. Este fato é devido à abundância de esqueletos de radiolários depositados nesses sedimentos.

A ocorrência de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas está associada a este mesmo padrão de deposição exposto acima, sugerindo um evento anóxico na área.

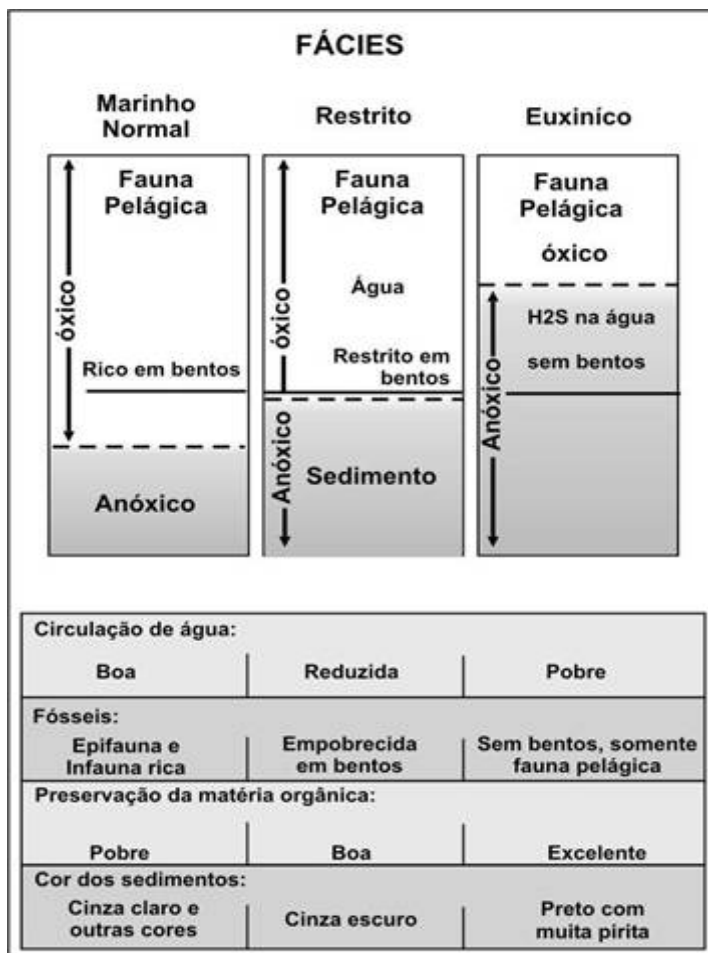


Figura 30: Influência do nível de oxigênio com a distribuição da fauna e preservação da matéria orgânica. (Modificado de Tucker 1993).

6.5.2 Eventos Anóxicos oceânicos no Atlântico Sul

Este importante evento paleoceanográfico de extensão global foi motivo de várias pesquisas no Atlântico Sul, como mostram os trabalhos de Koutsoukos (1982), Viviers (1985,1986), Stow (1987), Herbin *et al.* (1987), Jannin & Muller (1987), Arai (1988), Stein & Faugeres (1989), Mello *et al.* (1989), Koutsoukos *et al.* (1990), Koutsoukos *et al.* (1991) e Dias-Brito (1995). Estes mencionam ocorrências de condições disóxicos-anóxicos para as seqüências sedimentares das bacias da Margem Atlântica Brasileira. Os registros possuem

maior intensidade no intervalo Cenomaniano-Turoniano e podem ser relacionados aos Eventos Anóxicos Oceânicos Globais.

As evidências de seqüências disóxicas-anóxicas no incipiente oceano Atlântico Sul foi primeiramente analisada por Tissot (1980) (Fig. 31). A partir de amostras do "Deep Sea Drilling Project", coletados no Oceano Atlântico em se incluindo perfurações no Oceano Atlântico Sul próximo à costa brasileira e na costa Africana. Este postula que nos intervalos Aptiano-Albiano e Cenomaniano-Turoniano, estas áreas registraram fortes condições anóxicas. Segundo o mesmo este evento foi mais forte nas bacias brasileiras no intervalo Cenomaniano-Turoniano, período que corresponde ao EAO-2.

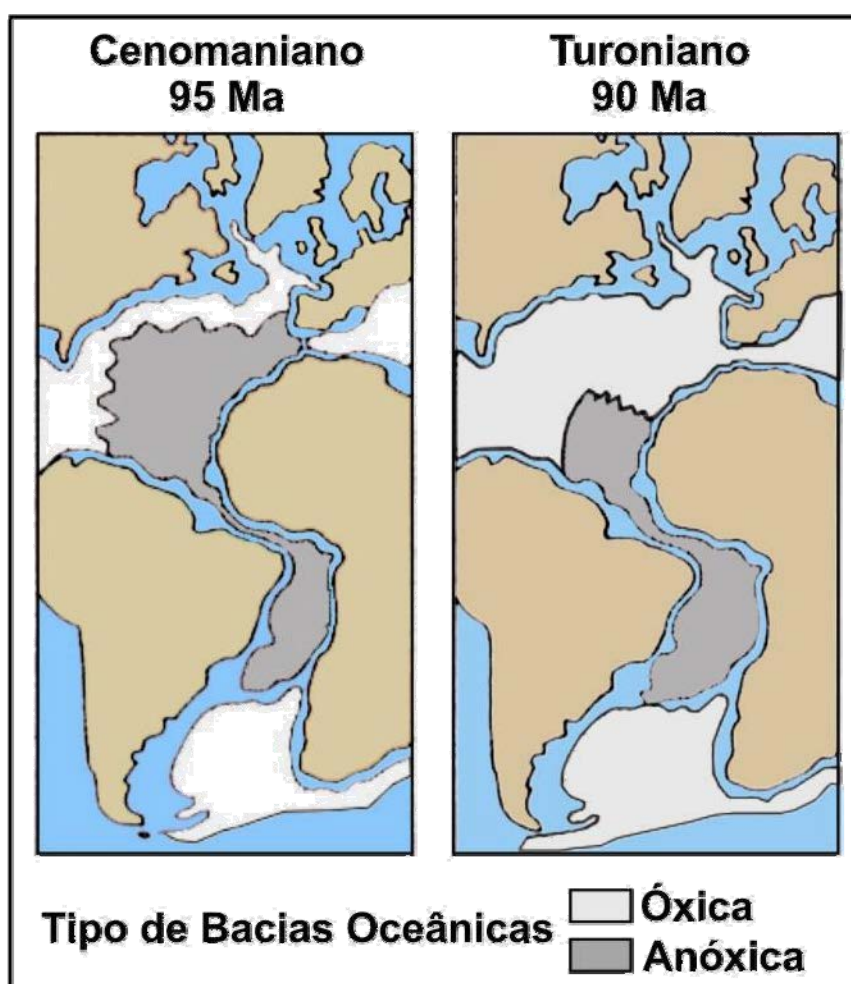


Figura 31: Esquema representando um possível evento anóxico no Atlântico Sul no Cretáceo médio (Modificado de Tissot 1980)

Este evento pode ser apontado para o Atlântico Sul já no Aptiano-Albiano, onde as condições oceânicas ainda não estavam definitivamente estabelecidas. Estas condições

anóxicas foram caracterizados segundo Tissot (1980), por seqüências com elevada quantidade de matéria orgânica, sendo no entanto variável, quanto ao seu conteúdo. As ocorrências de folhelhos negros no Cretáceo-médio no Atlântico Sul, com base em estudos de geoquímica, indicam que a origem bem como os potenciais petrolíferos desta matéria orgânica são altamente variáveis.

Koutsoukos (1982) com base em foraminíferos reconhece a ocorrência de eventos anóxicos no Atlântico Sul com a alternância de condições anóxicas com períodos óxicos. Posteriormente Viviers (1985,1986) registrou uma biota de foraminíferos em intervalos ricos em carbono orgânico, sugerindo assim condições anóxicas nas seqüências Cenomanianas-Turonianas nas bacias brasileiras.

Herbin *et al.* (1987) com base em pesquisas de cunho bioestratigráfico litoestratigráfico e de geoquímica orgânica do DSDP, caracterizou eventos anóxicos no intervalo Cenomaniano-Turoniano, sobretudo ao norte da cadeia de Walvis. Estes autores relacionam este evento a um sistema de ressurgências com alta produtividade primária e a formação de uma zona local de mínimo de oxigênio. A sedimentação destas seções se caracteriza por folhelhos negros com alta produtividade orgânica, associada a transgressões de grande escala. Estes fatos podem ser relacionados às bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

Jannin & Muller (1987) relacionam a ausência de foraminíferos bentônicos nos folhelhos negros, a possíveis eventos anóxicos no Atlântico Sul. Estes associam estas ocorrências aos eventos anóxicos oceânicos globais do intervalo Cenomaniano-Turoniano. Viviers & Beurlen (1987) registram horizontes com evidências de anoxia no Albiano-superior e Cenomaniano superior-Turoniano, nas bacias da Margem Atlântica Brasileira. Estes níveis são caracterizados pela proliferação de microfauna planctônica e ausência ou redução de associações bentônicas, bem como elevadas taxas de matéria orgânica.

Rodrigues (1996) observa o registro de um evento anóxico no intervalo Cenomaniano-Turoniano. Este é caracterizado pelo rápido aumento dos teores de carbono orgânico e da proporção da matéria orgânica rica em hidrogênio marcadas pela anomalia isotópica positiva nos valores de C^{13} . Estes eventos anóxicos normalmente correspondem a períodos de nível de mar relativamente alto combinado com paleotemperaturas relativamente mais elevadas.

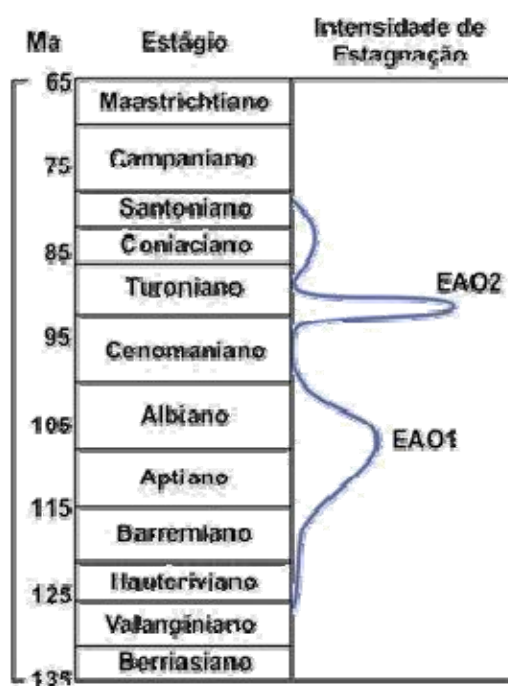
Este ainda relaciona esta passagem do evento disóxico-anóxico do intervalo Cenomaniano-Turoniano para as bacias de Santos, Potiguar e Ceará. O evento é marcado

pela forte presença de radiolários de importância cronoestratigráfica e também por aumento de produtividade orgânica e ocorrência de ressurgências.

Este nível estratigráfico igualmente é caracterizado por um aumento acentuado dos teores de carbono orgânico. Os referidos teores poderiam indicar a ocorrência de condições anóxicas, durante a sua deposição. Rodrigues (1996) relaciona estes níveis com grandes ocorrências de radiolários ao marco verde, que representa o correspondente evento anóxico na Bacia de Campos.

Posteriormente, com base em dados bioestratigráficos, Arai (1998) reconhece um evento anóxico no mesocretáceo na Bacia de Santos, em depósitos sedimentares Cenomaniano-Eoturonianos, representados por depósitos siliciclásticos, ricos em matéria orgânica e relaciona o evento anóxico da Bacia de Santos ao EAO-2, registrado em extratos no Cenomaniano-Turoniano a nível global, (Quadro 2).

O fenômeno disóxico-anóxico no intervalo Aptiano-Albiano (EAO-1), não é claramente registrado ao longo da Margem Continental Brasileira.



Quadro 2 : Esquema representando os EAOs e sua intensidade (Modificado de Arai 1998)

6.5.3 O evento anóxico nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

Os indícios de uma forte zona de expansão de mínimo de oxigênio nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, são similares aos apontados por Rodrigues (1996) para as bacias de Santos, Potiguar e Ceará, sendo este evento relacionado a uma elevação na produtividade orgânica ligada a forte ressurgências e a uma elevada ocorrência de radiolários encontrados nas seções analisadas. A bioprodutividade na área é marcada por forte explosão planctônica em especial a silicosa (radiolários e diatomáceas) representada por fortes picos de abundância (Fig. 35).

Os esqueletos de radiolários em algumas seções são marcados por picos de abundância. Estes, possuem como principal característica uma preservação de sulfeto de ferro (pirita), mineral típico de ambientes redutores. Portanto tais ocorrências podem ser relacionadas a zonas de expansão de mínimo de oxigênio. Estas características abordadas são comuns nos sete poços estudados das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

Evidências de zonas de disoxia-anoxia são mais fortes nos níveis dos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A da Bacia de Barreirinhas e 1 MAS 12 da Bacia do Pará-Maranhão. A característica principal destas seções é a grande abundância e diversidade de radiolários piritizados. A influência dos fenômenos anóxicos nas bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas, podem estar ligados, em termos globais, com os eventos anóxicos globais EAO-2, do intervalo Cenomaniano-Turoniano.

Dias-Brito (1995) relata um expressivo aumento de produtividade orgânica na Bacia de Barreirinhas, provavelmente devido a uma expansão na zona de mínimo de oxigênio. Este autor observa que esta elevada bioprodutividade tem como característica a grande quantidade de organismos pelágicos ou seja radiolários, sem contudo dar uma maior aprofundamento a esta pesquisa.

Os picos de explosão planctônica silicosa, são observados indistintamente nos sete poços analisados nas referidas bacias, (Fig. 35). Picos estes, marcados principalmente pela ocorrência de esqueletos de radiolários piritizados, o que pode sugerir uma relação a ambientes redutores.

Em alguns poços (Fig. 35) é possível se observar até dois picos de abundância de radiolários. No entanto, em grande parte dos poços há um pico de maior intensidade. Uma possível explicação para estes picos planctônicos silicosos são paleoressurgências. Estas

seriam associadas ao grande aporte de nutrientes como consequência de uma forte transgressão, no intervalo Cenomaniano-Turoniano.

A relação faunal com depósitos é discutida por Schlanger *et al.* (1987), que caracterizam estas como zonas livres de fauna bentônica. Outra característica associada a estas seções é a escassa ocorrência de algumas formas bênticas depauperadas..

Schlanger *et al.* (1987), observam nos estratos próximos do limite Cenomaniano-Turoniano, grande abundância local, de faunas de foraminíferos planctônicos e radiolários, “picos” de abundância de radiolários em muitas seqüências. Fato similar ocorre nas seções analisadas das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas. Isto demonstra que estas estão inseridas no modelo paleoceanográfico dos Eventos Anóxicos Oceânicos.

O zoneamento diagenético das seções dos poços destas duas bacias foi elaborado com base na composição mineralógica dos esqueletos de radiolários (Fig. 17). Este zoneamento mostrou que nos níveis onde não há indícios de ambientes redutores o número de esqueletos de radiolários cai drasticamente. No entanto nos níveis em que estes se encontram piritizados, há uma expressiva elevação destes microfósseis silicosos. A explicação para esta ocorrência seria de que os ambientes redutores facilitariam a preservação de esqueletos de radiolários.

Uma das importantes características desta abundante fauna de radiolários é a sua grande diversidade. No poço 1 MAS 3A foi observada também uma quantidade expressiva de diatomáceas, fato importante uma vez que são indicadoras de áreas de alta produtividade orgânica primária. Por este motivo esta ocorrência vem a corroborar a hipótese destes picos de abundância estarem relacionados a áreas de alta produtividade orgânica.

Análises de EDS (Graf 20,25) mostraram a forte presença de fósforo nestes níveis com esqueletos piritizados. A ocorrência de fósforo nestas seções pode estar associada à alta produtividade orgânica e possivelmente ao transporte por pelotas fecais. Estes fatos estão comumente relacionados a áreas de expansão de mínimo de oxigênio

Erbacher (1998) observa que o aporte de nutrientes de áreas inundadas elevaria a ciclagem destes elementos e a produtividade marinha, desta maneira, aumentando a extensão da área de mínimo de oxigênio, o que poderia acarretar implicações paleoecológicas, como eventos de extinção/radiação de radiolários. Fato similar ocorre nos poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, (Anexos 9,11,13,15,17,19,21)

Evidencia-se, diante do exposto, a importância do reconhecimento e entendimento da relação de picos de abundância de radiolários, com a distribuição de ricos sedimentos orgânicos para o modelamento das OAEs, ficando demonstrada a conexão entre os processos oceanográficos, plâncton marinho, eventos tectônicos, nível do mar e circulação oceânica.

7 EVENTOS PALEOECOLÓGICOS RELACIONADOS À OCORRÊNCIA DE RADIOLÁRIOS NAS BACIAS DO PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS

7.1 Generalidades

A interpretação paleoecológica de ambientes muito antigos não é uma das tarefas mais fáceis. Muitas características ambientais das antigas associações viventes nestes locais, foram eliminadas devido aos processos de fossilização.

No entanto, através da análise de vários parâmetros paleoecológicos, é possível reconstituir estes antigos paleoambientes. Na paleoecologia, dois tipos de parâmetros são utilizados integralmente: 1) bióticos (ou biológicos), quando diretamente relacionados aos organismos analisados, quanto aos seus aspectos em número, tamanho, forma, distribuição, relações, classificação taxonômica, entre outros. 2) Abióticos, quando estes parâmetros são características das condições físico-químicas do ambiente, tais como temperatura salinidade, pH, profundidade, turbidez e elementos químicos ligados aos ciclos biogeoquímicos.

A paleoecologia foi definida por Cain (1944 *apud* Odum, 1983) como o estudo da biota passada, numa base de conceitos e métodos ecológicos, até o ponto em que estes possam ser aplicados. Estes, tendo como foco principal à análise de diversos fatores, tais como; modo de vida, alimentação, habitat, clima, seleção estrutural e natural, densidade populacional e a relação entre predadores e competidores. A evolução da biota silicosa de radiolários está interligada a fatores biológicos e geológicos, relacionando, o estudo das interações dos organismos silicosos com o ambiente físico no passado geológico.

Assim, diversos aspectos paleoecológicos podem explicar a sobrevivência seletiva da biota silicosa durante os bioeventos globais, que está relacionada a ocorrências particulares de extinção/radiação, no Frasniano-Fameniano (radiolários e silicoesponjas) e no Cenomaniano-Turoniano (diatomáceas e radiolários). Alder & Boltovskoy (1993), Racki (1999) e Racki & Cordey (2000), integram vários fatores ecológicos às mudanças evolutivas nas biotas silicosas e ao ciclo global da sílica, dentre os quais podem ser destacados os pulsos de eutrofização.

Esse fato, decorrente da alta taxa de aporte de nutrientes, bem como de sílica, para o oceano, pode levar à expansão da área de mínimo de oxigênio. Esta expansão pode provocar perda de nichos de águas de fundo e o conseqüente declínio seletivo de biotas de radiolários oligotróficos mais especializados, além de outras biotas pelágicas. Pode-se observar, portanto,

que vários eventos paleoecológicos estão relacionados à explosão populacional de radiolários, durante o tempo geológico.

No entanto, a análise destes eventos paleoecológicos ligados a radiolários só é possível, se os processos tafonômicos atuantes não alterarem ou destruïrem as informações que este registro fóssil pode fornecer. A análise deste registro fóssil silicoso pode subsidiar interpretações paleoambientais como produção, ciclagem e evolução do grupo.

Na análise das seções do Cretáceo médio das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, alguns parâmetros bióticos e abióticos foram analisados. Entre estes a distribuição, tamanho e preservação dos esqueletos dos radiolários, foram fundamentais para o entendimento dos importantes fatores paleoambientais ocorridos nas seções analisadas.

Cabe salientar que a análise de alguns fatores abióticos como os ciclos biogeoquímicos foram decisivos igualmente nas interpretações paleoambientais da bacia. Sendo que a integração destes parâmetros foi fundamental para a reconstituição paleoambiental destas áreas, assim como o reconhecimento de importantes bioeventos que ocorreram naquele tempo.

7.2 Ciclos biogeoquímicos relacionados aos registros de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

A vida na terra está diretamente associada à utilização e disponibilidade de elementos essenciais para o protoplasma. Tais elementos se encontram em constante movimento no ambiente. Estes circulam na biosfera entre os organismos e o ambiente, em vias mais ou menos circulares denominadas de ciclos biogeoquímicos. Os radiolários estão intimamente ligados a fatores ecológicos, como os ciclos biogênicos, dos quais se destaca o ciclo da sílica. O Atlântico Sul é reconhecidamente subsaturado neste elemento, incluindo-se a área das bacias do Pará- Maranhão e Barreirinhas.

No entanto, esses ciclos biogeoquímicos se apresentam de maneira distinta. Em movimentos lentos, de caráter não-biológico arrolados a seus reservatórios. E na forma lábil ou de ciclagem, de movimentos mais rápidos em ambos os sentidos, entre o meio e os organismos. Segundo Odum (1983), esses elementos não estão, em sua totalidade, à disposição dos organismos.

Como grande parte deles está retida nos reservatórios e como não se podem criar novos nutrientes. A porção disponível desses elementos é diversas vezes reutilizada por

processos de ciclagem, pelos seres vivos. Assim pode-se concluir que o mecanismo de transferência entre estes elementos dissolvidos na água e o mundo biológico é o fitoplâncton. Deste modo estes se revestem de grande importância em qualquer ambiente na transferência e ciclagem destes elementos. Cabe salientar que a ocorrência de um número expressivo de diatomáceas em todos os níveis do poço 1 MAS 3A da Bacia de Barreirinhas, mostra a ocorrência deste eficiente mecanismo de transferência de elementos da fração abiótica para a biótica sendo este um elo importante na cadeia alimentar.

Os ciclos biogeoquímicos, dependendo do seu tipo gasoso ou sedimentar, comportam-se de maneira distinta a perturbações. Observa-se que, enquanto os gasosos são facilmente ajustados, os ciclos sedimentares são mais afetados por perturbações locais. Considere-se, por exemplo, o nitrogênio que é mais facilmente ajustável que o Fe frente a uma perturbação local. O Fe como é observado nas seções na área (Gráfs. 24 a 31), desempenha função ecológica importante no processo de redução do sulfato e formação de sulfeto de ferro (pirita). Este diretamente relacionado a ambientes redutores.

7.2.1 Ciclagem de nutrientes no mar e a sua relação com a ocorrência de radiolários nas bacias da margem equatorial brasileira

Os ciclos biogeoquímicos podem ser gasosos ou sedimentares. Estes últimos com seu reservatório situado na crosta terrestre, enquanto os gasosos, na atmosfera ou hidrosfera (Odum, 1983). Os ciclos de elementos químicos (nutrientes), os quais tem a composição controlada pela atividade biológica, não atuam isoladamente, mas estão interligados entre si. Um exemplo é o ciclo do Fe que está no meio oceânico, estreitamente relacionado ao ciclo do S e a outros ciclos como o C, P e N.

Esta relação foi observada nos sete poços analisados, havendo uma estreita relação do ciclo do Fe com o S além do O e a Si. Tal relação foi inferida na análise diagenética realizada nas seções (Gráfs. 10 a 31). Nestes processos em que há uma eficaz utilização destes elementos químicos, observa-se uma grande movimentação entre esses elementos e a biota marinha. No entanto, a utilização e a eficaz ciclagem diminuem o tempo de reposição desses elementos nos reservatórios, elevando, o período de residência dos nutrientes no sistema biótico.

Porém, grandes mudanças ambientais podem ocorrer se o equilíbrio destes ciclos for alterado por fatores externos, que ocorrem na área analisada, relacionada a processos paleoceanográficos como as ressurgências que alteraram profundamente este equilíbrio,

Nesse sentido, durante as movimentações dos ciclos biogeoquímicos, uma pequena parte do material sai do sistema, sendo incorporado ao seu reservatório. Este processo pode ser explicado pelo S e o Fe que sendo incorporados nos esqueletos de radiolários, após o processo de sedimentação, são incorporados nos sedimentos oceânicos. No caso da Si, um dos principais reservatórios sedimentares são os cherts, o que faz com que esse elemento permaneça indisponível para a biota por longos períodos de tempo. No entanto, não foi registrada a ocorrência de cherts nas seções estudadas. A ação biótica silicosa, através da reciclagem da sílica, fez com que esse material ficasse disponível por mais tempo no ambiente.

Observa-se, dessa forma, que o oceano é essencial para a manutenção da vida na terra. Uma vez que praticamente todos os ciclos biogeoquímicos têm o ambiente oceânico como peça fundamental, incluindo os ciclos de elementos gasosos e sedimentares. A biota marinha desempenha um papel fundamental nos ciclos biogeoquímicos, porque a explosão planctônica pode exaurir o suprimento de nutrientes na coluna d'água em poucos dias. No entanto, nestes intervalos de tempo, há um processo contínuo de reciclagem desses elementos, no qual os esqueletos desprovidos de material citoplasmático, após a morte, são dissolvidos e os elementos constituintes do seu arcabouço esquelético voltam à coluna d'água, para novamente serem utilizadas por outros seres vivos.

Segundo Martin *et al.* (1991), até 90% do carbono orgânico e 80% da sílica biogênica podem ser reciclados por reações ocorridas nos sedimentos superficiais e na coluna d'água. Estes ligados à alta eficiência da reciclagem e a uma maior bioprodutividade. Assim, ciclos biogeoquímicos mostram uma estreita relação entre organismos e o ambiente abiótico. Isto decorre da interação de muitos ciclos de elementos inorgânicos com a biota e vice-versa.

Um exemplo é os organismos silicosos (radiolários), que possuem grande influência no ciclo da sílica. Outros organismos marinhos também influenciam o conteúdo da água do mar, em se destacando as áreas de alta bioprodutividade orgânica com a subsequente deposição de sedimentos biogênicos. Esse fato demonstra que os organismos evoluíram conjuntamente com o ambiente físico, determinando, dessa forma, uma complexa integração entre seres vivos e o ambiente.

7.2.2 Ciclo da sílica no oceano e nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

A sílica é um dos principais elementos biogênicos das águas oceânicas e está estreitamente conectada aos ciclos biogeoquímicos de outros elementos biogênicos, como o P, N, C, S e Fe. Além de ser um elemento importante nos processos de biomineralização no ambiente marinho. O principal modo de ocorrência de sílica nos oceanos é na forma dissolvida.

A sílica é quase que totalmente absorvida pela biota silicosa da superfície das águas dos oceanos abertos. Já que muitos dos organismos que possuem esqueletos silicosos habitam as camadas superficiais dos oceanos (0-200m) e utilizam a sílica para a formação do seu material esquelético. Sendo que nas camadas superficiais estes são representados pelo fitoplâncton silicoso (diatomáceas) e nas profundidades maiores de 200m pelos radiolários.

Praticamente toda a sílica em suspensão é biogênica (radiolários, diatomáceas e silicoflagelados). O equilíbrio entre sílica dissolvida na água do mar e sílica em suspensão demonstra a importância da biota silicosa no ciclo da sílica, como observam Wollast & Mackenzie (1983). Verifica-se em cálculos de concentração de sílica, que o conteúdo de sílica (biogênica) em suspensão é de 5 a 50 vezes menor que a da sílica dissolvida. Somente na Antártica essa diferença é pequena, entre três a quatro vezes.

A concentração de sílica dissolvida tende a aumentar com a profundidade em todas as bacias oceânicas. No entanto a água do mar é altamente subsaturada em sílica. Berger & Von Rad (1970) comentam que pequenas quantidades (0,3% do total) ocorrem em suspensão. Entretanto o principal mecanismo de transformação da sílica na forma dissolvida para suspensa até a sua remoção final ao fundo oceânico, é biogênico.

A sílica ocorre nos rios e águas oceânicas na forma de monômeros de sílica. Muitos geoquímicos são de opinião de que a maior parte da sílica dos rios é removida por coagulação e absorção no limite rio/oceano, e é fixada na massa líquida.

Desse modo, parte da sílica dissolvida não pode entrar na zona oceânica pelágica. O fato explica porque grandes conteúdos de sílica, além de outros nutrientes, se encontram em áreas mais profundas do oceano, estando pouco disponíveis na zona fótica. Esses nutrientes somente retornam à superfície através das ressurgências. Estas apontadas como um dos principais fatores oceanográficos que podem ter ocorrido na área da pesquisa, que carregou grandes quantidades de nutrientes para a zona superficial. Tendo assim relação direta com a alta produtividade orgânica registrada nas seções analisadas.

O ciclo desse elemento (Fig. 32), mostra que a sílica na água do mar se apresenta na forma amorfa hidratada (SiO_2), em uma solução estável de H_4SiO_4 . Esta é removida da água pelo fito e zooplâncton silicoso. Após a morte dos organismos, esses elementos (SiO_2), além de outros nutrientes, retornam às águas superficiais, mostrando, assim, o importante papel dos organismos silicosos na sua reciclagem. Contudo, esse escasso elemento, que sofre consideráveis perdas durante sua queda ao fundo oceânico, em condições especiais, pode formar depósitos biogênicos silicosos.

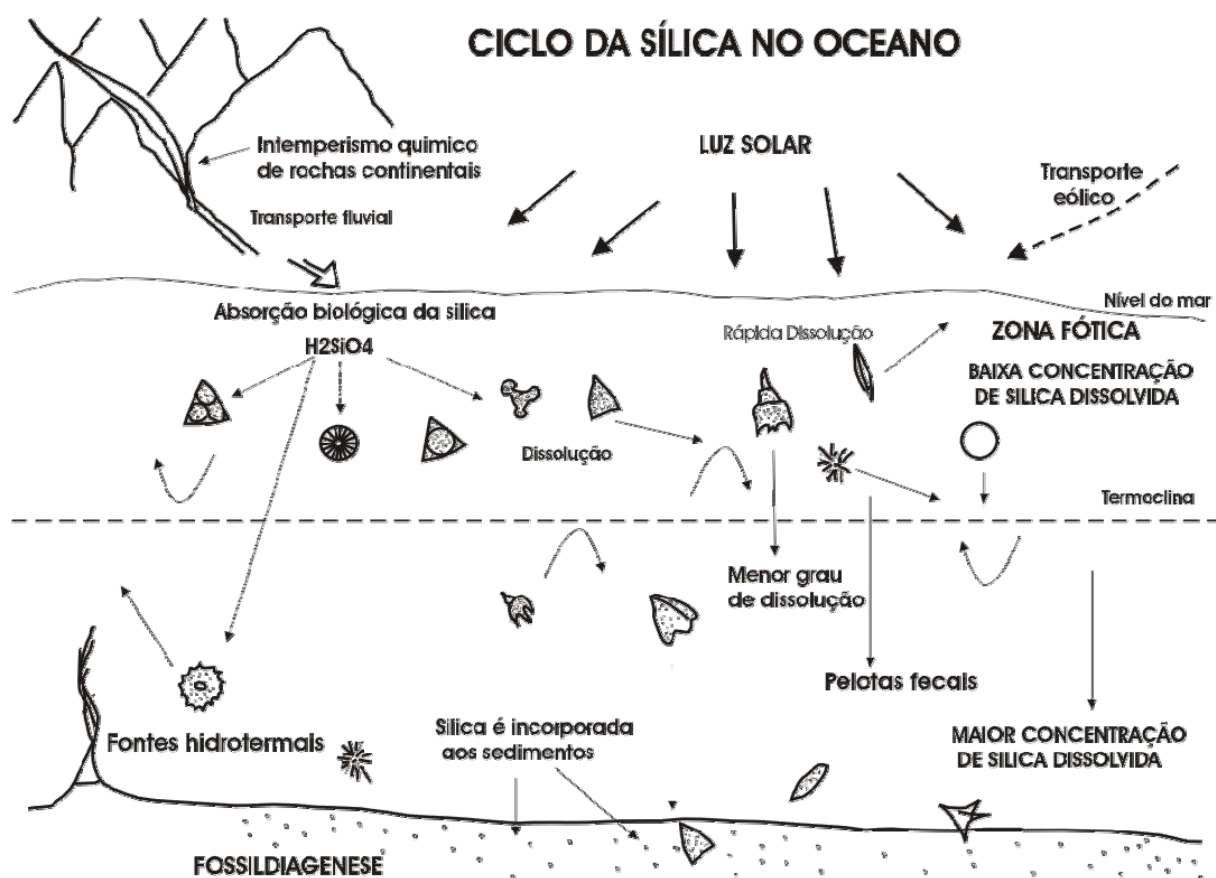


Figura 32: Esquema representando o ciclo da sílica no oceano.

Assim somente 1% da sílica extraída por organismos nas águas superiores do oceano é sedimentada no fundo. De Master (1981) observa que após a morte da biota silicosa, o material esquelético dissolve-se através da coluna d'água enriquecendo as águas de fundo com sílica dissolvida. Este fato ocorre aparentemente com maior intensidade nas partes superiores da coluna d'água oceânica.

O exposto acima demonstra a importância deste nutriente no meio biótico oceânico. No entanto, como mencionado, o oceano e em especial o Oceano Atlântico Sul é subsaturado em sílica. Assim é feito um questionamento: como explicar picos expressivos de abundância de radiolários nas seções analisadas das bacias da Margem Equatorial Brasileira. Em que em um dos níveis do poço 1 MAS 12 da Bacia do Pará-Maranhão chegou-se a mais de 20.000 radiolários por 3g de sedimento da amostra analisada.

Em outros poços destas bacias estes podem chegar a 16.000 radiolários por 3g de sedimento das amostras. É registrada ainda uma grande quantidade de diatomáceas no poço 1 MAS 3A da Bacia de Barreirinhas. Dessa maneira, radiolários, e diatomáceas bem preservados, no fundo oceânico, são de grande interesse para o estudo do ciclo global da sílica nos oceanos, e sua ocorrência de forma expressiva serve como um indicador de importantes eventos paleoecológicos e paleoceanográficos na área.

7.3 Fatores relacionados a bioprodutividade oceânica e a sua relação com as seções analisadas das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

A formação de depósitos biogênicos silicosos requer condições especiais que envolvem fatores importantes relacionados à biota silicosa. Tais como uma elevada bioprodutividade, estando essa correlacionada principalmente a disponibilidade de nutrientes. Todavia, o ponto de partida para este estudo se localiza nas porções superiores do oceano. Tendo em vista que a produção primária do fitoplâncton no mar depende principalmente de dois fatores: luz e nutrientes (Fig. 33).

Odum (1983) e Van Andel (1994) comentam que, ao contrário do que se imagina, a produtividade orgânica no oceano é extremamente baixa se comparada com as águas costeiras. Desse modo, o mar seria um imenso deserto devido ao seu baixo teor de nutrientes disponíveis na zona fótica. Zeitzschel (1978) observa que existe uma estreita relação entre os fatores meteorológicos e os ciclos biogeoquímicos, mostrando a influência destes na distribuição do fito e zooplâncton no oceano (Fig. 34).

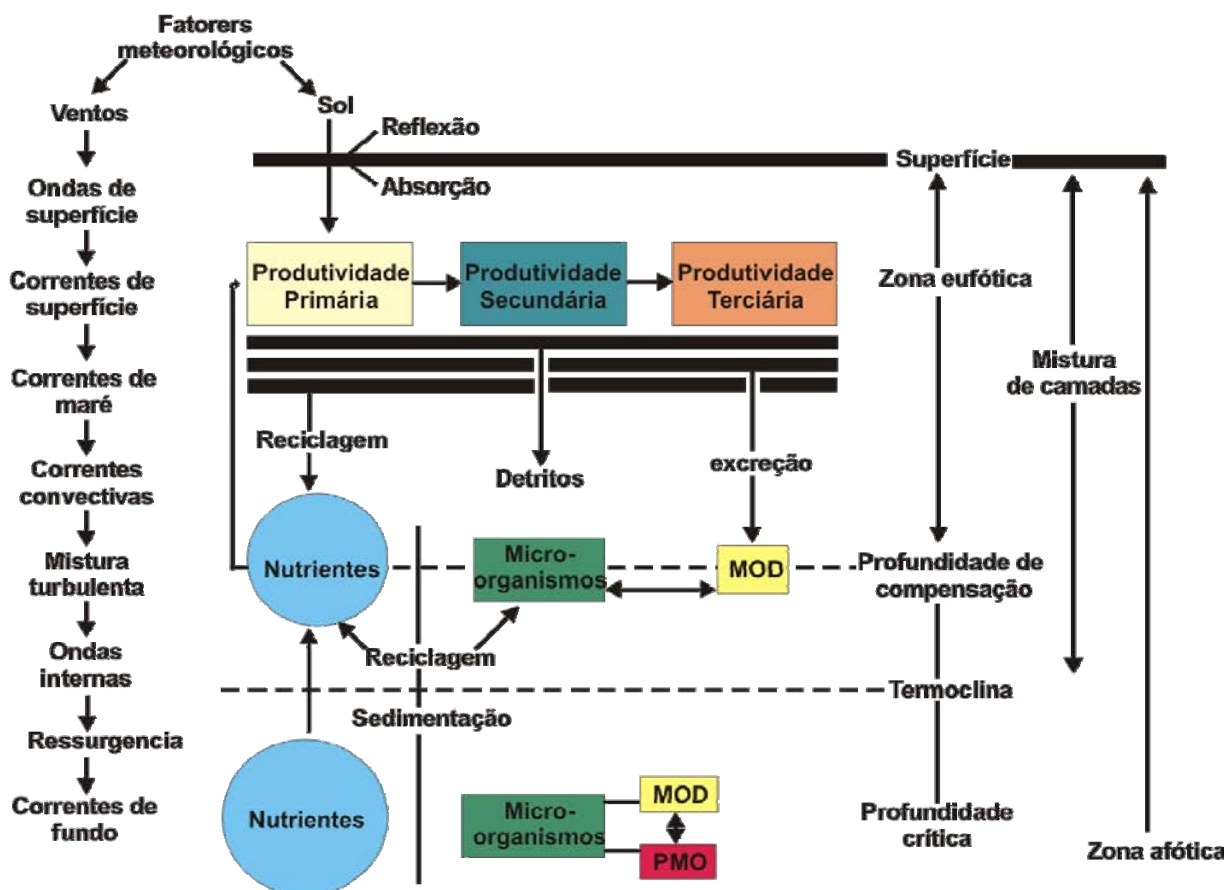


Figura 33: Interação entre os fenômenos paleoceanográficos, ciclos biogeoquímicos e a bioprodutividade marinha (Modificado de Zeitzschel 1978).

Ao ingressarem na água do mar, os nutrientes são dependentes de vários fatores, como T, P, pH e Eh, estando completamente interligados. Por exemplo, a baixa temperatura d'água do mar favorece a dissolução do CO_2 , tornando as águas mais ácidas e favorecendo a dissolução de carbonatos, nitratos e fosfatos. Isto leva ao enriquecimento das águas frias e mais densas do fundo oceânico em nutrientes como N, P, Ca, Mg, elementos essenciais para o desenvolvimento da biota marinha.

No entanto, esses nutrientes ficam momentaneamente indisponíveis para a biota que habita a zona fótica, já que a pycnoclina inibe o rápido movimento de tais nutrientes para níveis superiores da água. Gross (1995) denomina esse fenômeno de bomba biológica oceânica. Em que águas de fundo ricas em nutrientes eventualmente retornam à zona fótica. Este se faz através de movimentos verticais, ressurgências, propiciando, uma rápida produtividade orgânica nas camadas superficiais, com a introdução de P, N, Si, Ca, além de outros elementos traços. Este processo oceanográfico é responsável por grandes mudanças na

biota marinha e em particular na biota silicosa. A introdução destes elementos nas áreas superficiais provoca um aumento considerável de bioprodutividade na região.

Esta alta bioprodutividade orgânica oceânica registrada no intervalo Cenomaniano-Turoniano é mostrada em pesquisas como pode ser observado nos trabalhos de Herbin *et al.* (1987), Viviers & Beurlen (1987), Dias-Brito (1995) e Rodrigues (1996), relacionada a um aumento de nutrientes no meio oceânico. Estes estão associados à grande ocorrência de radiolários nestas seções. A elevada produtividade orgânica na Bacia de Barreirinhas é mencionada por Dias-Brito (1995), relacionando-a a zona de expansão de mínimo de oxigênio, como já discutido anteriormente. As análises realizadas na Bacia Pará-Maranhão e Barreirinhas mostraram igualmente elevada produtividade orgânica tanto primária como secundária (Fig. 35), em todos os poços analisados.

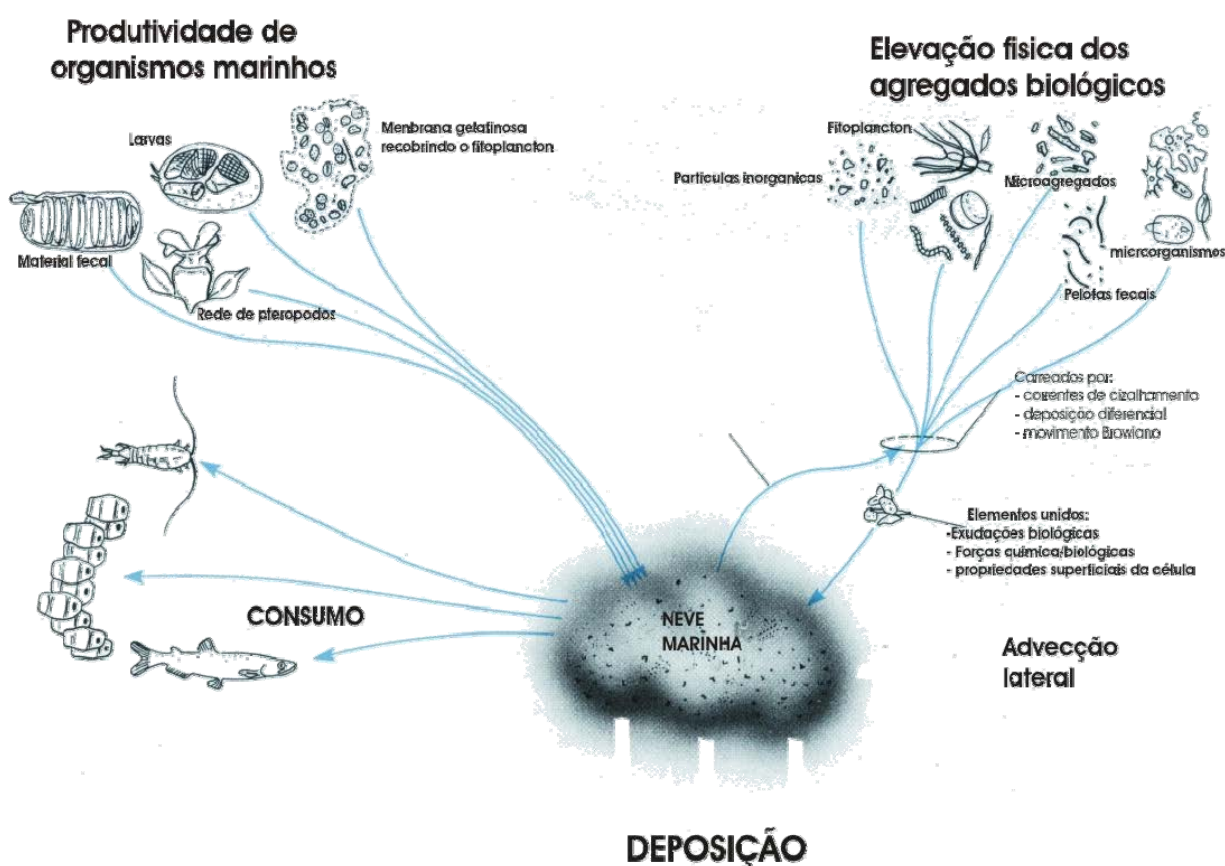


Figura 34: Esquema representando a alta produtividade marinha e a deposição (Modificado de Brow *et al.* 1989)

7.3.1 Distribuição e ocorrência de radiolários nas Bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

7.3.1.1 Generalidades

A bioprodutividade marinha esta diretamente relacionada a um sistema extremamente complexo. Sendo a mesma influenciada pela disponibilidade de nutrientes essenciais na zona fótica, bem como por elementos limitantes. Isto demonstra que esses nutrientes estão interligados a complexos fatores meteorológicos e oceanográficos, como luminosidade, temperatura, ressurgências e pulsos transgressivos.

Esta bioprodutividade marinha se refletiu na biota silicosa, como foi registrado pelos grandes picos de abundância nos poços analisados nesta pesquisa. Estes picos mostraram que para haver este aumento expressivo da biota silicosa foi necessária à ação de vários mecanismos abióticos e bióticos. Assim esta elevada bioprodutividade silicosa, se reveste de uma especial importância, em que estas ocorrências serão analisadas em suas respectivas seções.

Para abordar alguns parâmetros ecológicos como o tamanho e dimensões da biota foi adotada a representação gráfica. As respectivas distribuições nas peneiras, 0,044mm e 0,063, são representadas em porcentagens. No item epigenia foi adotado a seguinte relação:

- 1 – 3 Silica Opala CT
- 4 – 5 Dolomita
- 5 – 6 Calcita
- 6 – 7 Calcita Ferrosa
- 7 – 10 Pirita

No entanto estas representam apenas a epigenia predominante em cada nível, não levando em conta outros tipos de epigenia de menor representatividade. Estes dados podem ser mais bem observados na (Fig. 18).

Para o parâmetro preservação, foi adotada uma escala de 1 a 10 com base na observação da microfauna. Estes parâmetros foram adotados, levando em conta a média das condições de preservação dos radiolários encontrados nas referidas amostras.

- | | | |
|-------------|-----------------|------------------|
| 1 - 3 Pobre | 5 – 7 Boa | 8 – 10 Excelente |
| 3 – 5 Média | 7 – 8 Muito Boa | |

7.3.1.2 Ocorrência de radiolários na Bacia do Pará-Maranhão

A análise dos radiolários foi realizada nas seções dos poços 1 MAS 12 e 1 MAS 16 da Bacia do Pará-Maranhão, compreendidos no Cretáceo médio. Estes relacionados aos Grupos Caju e Humberto de Campos, da referida bacia. As ocorrências da microfauna silicosa encontrada nas referidas seções se encontram relacionadas abaixo:

7.3.1.2.1 Ocorrência de radiolários no Poço 1 MAS 12

A análise micropaleontológica do poço 1 MAS 12 foi realizada com base em 35 amostras, todas contendo em torno de 20g. Seguindo a metodologia aplicada para o estudo de microfósseis silicosos esta foi quarteada (Tab. 1), até se chegar à fração representativa para análise final da amostra (Tab. 6).

As seções analisadas do Poço 1 MAS 12 mostraram três picos expressivos de radiolários (Fig. 35). A análise do gráfico, mostra que a distribuição de radiolários neste poço não é homogênea, sendo registrado diversos níveis estéreis e outros extremamente pobres. Esta distribuição desigual da biota silicosa neste poço, deve-se ao reflexo da oscilação de condições ambientais nestes níveis, que afetaram o desenvolvimento da biota silicosa.

Ao se comparar à representação gráfica de pico de abundância com outros parâmetros como epigenia, dimensão dos esqueletos, preservação, (Apêndice 1). Estes nos dão uma idéia do comportamento desta biota na referida seção. Observa-se, que a porção mais estéril do poço se reveste de uma epigenia composta na sua maior parte por calcita. Este tipo de epigenia é uma evidência de condições não muito favoráveis a preservação de radiolários.

Na análise dos picos de maior abundância dos radiolários, estes mostram evidências de material piritizado. O fato mostra a influência de condições redutoras nestas seções. Estes radiolários piritizados são relacionados aos picos de abundância. Sugere-se a relação destes os eventos de elevada bioprodutividade orgânica na bacia.

Em se analisando as relações da fauna quanto as suas dimensões, observa-se uma grande variação dos esqueletos de radiolários ao longo das seções.

Grande parte dos radiolários foram triados na peneira de malha 0,044mm ou 0,063mm mostrando, que muitos níveis indicam que fatores ecológicos influenciaram nas dimensões da fauna. Estes podem estar relacionados a elevado stress ambiental, o que levou estes microfósseis a um nanismo em suas dimensões.

Quanto à preservação esta em geral oscila de bom a pobre, sendo que na maioria das seções os esqueletos de radiolários não mostraram um bom estado de preservação devido a sua epigenia ser predominantemente calcita.

A análise dos radiolários mostrou que os elementos triados na peneira 0,044mm, possuem melhores índices de preservação do que aqueles registrados na peneira de malha 0,063mm (Apêndice A).

As análises do gráfico referente à peneira 0,063 mm mostram dois picos superiores de abundância. Neste poço foram registrados radiolários com dimensões excepcionais nos níveis 10 e 14, denominados de radiolários gigantes.

Nos dois picos de abundância superiores, as dimensões da biota silicosa neste poço se mantiveram praticamente iguais. No entanto na porção basal o pico de abundância registra uma concentração de radiolários na peneira 0,044mm. A importante observação que pode ser feita a respeito deste poço, se refere ao pico basal. Este relacionado ao *Datum* adotado para esta pesquisa, e que pode ser associado ao possível EAO2. Já os picos superiores podem ser associados ao possível EAO3 (Fig. 35).

7.3.1.2.2 Ocorrência de radiolários no Poço 1 MAS 16

O estudo deste poço foi realizado com base em 36 amostras com peso homogeneizado em torno de 20g. Seguindo a metodologia aplicada no poço anterior as amostras foram quarteadas (Tab. 7). As seções analisadas do poço 1 MAS 16 mostraram um pico expressivo de radiolários no nível 5 (Apêndice B). Igualmente a distribuição da biota destas seções não é homogênea sendo que podemos observar muitos níveis estéreis ao longo do poço.

Quanto aos parâmetros bióticos grande parte da biota silicosa esta concentrada na maioria dos níveis na fração 0,044mm. A exceção ocorre nos níveis 1 e 29 onde há uma maior concentração na peneira 0,063mm. No entanto estes não são representativos da distribuição de radiolários neste poço.

Este fato mostra que eventos paleoecológicos condicionaram a biota silicosa a uma redução das suas dimensões. Em poucos níveis deste poço há uma concentração de esqueletos de radiolários na peneira 0,063mm, (Apêndice B).

Em se analisando os fatores de epigenia e preservação, estes nos dão uma idéia de uma preservação de média a boa para estes microfósseis (Apêndice B). A epigenia predominante nestes níveis é de calcita. Isto pode sugerir condições mais óxicas nas seções de poço o que pode ter influenciado a distribuição e preservação da biota silicosa.

7.3.1.3 Ocorrência de radiolários na Bacia de Barreirinhas

A ocorrência de radiolários na Bacia de Barreirinhas foi realizada nas seções dos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A, 1 MAS 15, 1 MAS 1 e 1 MAS 14, Cretáceo médio estes compreendidos nos intervalos Cenomaniano-Turoniano, representados na Bacia de Barreirinhas pelos Grupos Caju e Humberto de Campos bem como as suas respectivas formações.

7.3.1.3.1 Ocorrência de radiolários no Poço 1 MAS 3A

A análise paleontológica deste poço foi realizada com base em 31 amostras com peso homogeneizado em torno de 20g. Seguindo a metodologia aplicada nos poços anteriores as amostras foram quarteadas (Tab. 1). As seções analisadas do poço 1 MAS 3A mostram um expressivo pico de radiolários no nível 23 (Apêndice C). Observa-se que a distribuição da biota nestas seções é homogênea não sendo observados níveis estéreis.

Os níveis analisados mostraram quantidades expressivas de radiolários e diatomáceas, caracterizando este poço como o de maior número de espécimes e espécies de radiolários. O poço apresenta deste modo grande diversidade, tendo o seu pico de abundância mais acentuado no nível 23. Este é relacionado aos demais picos de abundância dos demais poços desta bacia.

Quanto aos parâmetros bióticos analisados neste poço, estes mostram que a epigenia dominante é por sulfeto de ferro (pirita), (Apêndice C). Através de análises por MEV foi possível observar três tipos de epigenia; por pirita, euédrica, framboidal e filme de pirita.

Quando o item relacionado é a dimensão da biota neste poço observa-se que os radiolários possuem de uma maneira geral dimensões reduzidas, configurando uma fauna anã. Esta fauna de pequenas dimensões se mostra expressiva em todo o poço, predominando em praticamente em todos os níveis (Apêndice C).

Contrariamente a esta tendência em alguns níveis foram identificados esqueletos de radiolários de dimensões acima da média para o grupo. Esta fauna em especial foi denominada de “radiolários gigantes”. No nível que apresenta o pico de abundância ocorre um quadro inverso ao registrado normalmente no poço. Neste praticamente todos os exemplares de radiolários se encontram na peneira 0,063mm. Pode ser sugerido para esta ocorrência um reflexo do paleoambiente como baixa competição por nutrientes ocasionando um aumento das dimensões da fauna.

Em relação a epigenia o poço 1 MAS 3A, mostra uma substituição predominante por pirita, (Apêndice C). O grau de preservação da microfauna silicosa neste poço, pode ser considerada como de média a boa (Apêndice C).

No entanto esta epigenia mostra graus variados de preservação no poço 1 MAS 3A, em geral foram encontradas ocorrências de filme de pirita, pirita euédrica e framboidal. Cabe ressaltar que os dois últimos modos de ocorrência citados não apresentam boa preservação, como pode ser observado nos vários espécimens triados neste poço.

O poço 1 MAS 3A apresenta ainda outros tipos de epigenia, como a ocorrência de radiolários substituídos para calcita ferrosa, dolomita. No entanto estes com uma concentração muito baixa ao longo do poço. Em termos gerais o poço 1 MAS 3A foi o que apresentou a melhor qualidade de preservação, em que alguns exemplares mostraram qualidade de preservação excepcional. A preservação neste caso, estaria diretamente relacionada ao intenso ambiente redutor na área.

Na análise micropaleontológica deste poço, o mesmo mostrou elevados índices de produtividade orgânica. Foi registrada a presença de radiolários em todos os níveis analisados neste poço. Outro fato importante é a marcante presença de diatomáceas de distintas características morfológicas, indicando grande diversidade destes elementos no poço.

A epigenia das diatomáceas é similar a apresentada pelos radiolários. Importantes inferências paleoecológicas podem ser realizadas para estas ocorrências, como a elevada paleofertilidade primária oceânica na área. Esta pode ter sido a base para elevada produtividade planctônica na

7.3.1.3.2 Ocorrência de radiolários no Poço 1 MAS 4A

A análise paleontológica deste poço foi realizada com base em 25 amostras com peso homogeneizado em torno de 20g. De acordo com a metodologia adotada nos poços anteriores o material foi quarteado (Tab 2). As seções analisadas do poço 1 MAS 4A mostram um pico expressivo de radiolários no nível 16, (Apêndice D). A distribuição da biota silicosa nestas seções não é homogeneia, sendo observados níveis estéreis. Estes níveis estéreis estão concentrados nos oito primeiros níveis do referido poço.

Um fato observado nas seções estéreis para radiolários, é que estas apresentaram um número expressivo de foraminíferos. No nível 8, foi observado um número expressivo de foraminíferos, perfazendo quase a totalidade do material biodetrítico contido na amostra.

A epigenia dos esqueletos de radiolários encontrados neste nível é predominantemente representada por pirita, sendo registrada neste poço três tipos; euédrica, framboidal e maciça.

É registrada a presença de calcita, zeolita, calcita ferrosa e dolomita, como mostra o perfil diagenético do poço (Fig. 28).

Especula-se que possíveis processos físico-químicos oceânicos presentes na área como elevado aporte de nutrientes levaram possivelmente a esta explosão planctônica em torno dos níveis 15 e 16 caindo expressivamente nos níveis posteriores. Estes relacionados aos baixos índices de O₂ dissolvido em razão da rápida exploração pela atividade biológica na área, ocasionando deste modo a forte epigenia por sulfeto de ferro. Assim estes dois níveis podem ser definidos como um centro de alta produtividade orgânica.

Quanto às dimensões da microfauna silicosa presente neste poço, esta foi caracterizada por um amplo predomínio de espécimes tríadas da peneira 0,063mm, com exceção do nível 13 onde a totalidade dos exemplares se distribui na peneira 0,044mm, (Apêndice D). Estes fatores mostram que, os radiolários não foram afetados em suas dimensões por efeito de stress ambiental, não caracterizando nas referidas seções o fenômeno de fauna anã. No entanto nos níveis 13,20,24 estes mostram um comportamento distinto dos demais seções, caracterizadas por uma fauna de dimensões reduzidas (Apêndice D).

Um fato que chama a atenção é o registro no nível 16 da ocorrência de esqueletos radiolários com dimensões bem acima dos padrões normais para esta fauna. Estas formas anômalas foram denominadas nesta pesquisa de radiolários gigantes. A razão para este crescimento anômalo, pode estar relacionada a fatores bioquímicos nas águas oceânicas no período.

Entretanto no nível 24, este mostra uma forte diminuição nas dimensões da fauna silicosa, mostrando possivelmente um stress ambiental no nível neste período, estes denominados de fauna anã como será discutido posteriormente.

Quanto à preservação, em grande parte dos níveis analisados, este se mostra entre média e boa, elevando-se a qualidade de preservação nos níveis representados por pirita (Apêndice D). Os níveis de substituição de pirita apresentam os índices mais elevados de abundância. Isto pode mostrar a associação entre abundância de esqueletos de radiolários e preservação. A epigenia predominante no poço é por pirita, mostrando uma forte influência de um ambiente redutor nas seções deste poço (Apêndice D).

7.3.1.3.3 Ocorrência de radiolários no Poço 1 MAS 15

A análise paleontológica do referido poço foi realizada com base em 12 amostras com peso homogeneizado em torno de 20g. Seguindo a metodologia adotada anteriormente para a pesquisa estas foram quarteadas (Tab. 3). As seções analisadas do poço 1 MAS 15

registraram um pico expressivo de radiolários entre os níveis de 9 a 12 com o seu ápice no nível 12 (Apêndice E). Esta elevação na bioprodutividade silicosa pode estar relacionada a condições favoráveis ao desenvolvimento desta biota. A distribuição da biota silicosa nas seções não é homogênea, no entanto não são registrados níveis estéreis neste poço.

O registro de radiolários é muito baixo, nos 8 primeiros níveis deste poço, (Tab. 3). O primeiro pico de abundância de radiolários ocorre no nível 9, (Apêndice E).

Quanto às dimensões, a fauna silicosa mostra fases bem distintas nas seções. É observado que nos primeiros seis níveis os radiolários se concentraram na peneira 0,063mm, (Apêndice E). Nos demais níveis há uma expressiva predominância de espécimes tríados na peneira 0,044mm, (Apêndice E). Esta forte ocorrência de radiolários de pequenas dimensões pode sugerir a influência de condições físico-químicas especiais nas águas oceânicas, como períodos de grande stress ambiental.

A epigenia observada nestes níveis mostram um misto de vários tipos de substituição, sendo os tipos predominantes àqueles representados por zeolita ou dolomita. Os níveis representados por esqueletos substituídos por pirita são poucos. Observa-se que o tipo de epigenia se reflete diretamente na qualidade de preservação, (Apêndice 5). Assim nos níveis de ocorrência da pirita encontram-se esqueletos de radiolários em melhor estado de preservação que nos níveis em que predominam outras epigenias. Isto leva a uma importante observação, que nos níveis de ocorrência de epigenia de pirita, estão associados com aqueles de elevada produtividade orgânica.

7.3.1.3.4 Ocorrência de radiolários no Poço 1 MAS 1

A análise deste poço foi realizada com base em 33 amostras com peso homogeneizado em torno de 20g. O material nesta pesquisa bem como nos poços anteriores foi quarteado (Tab. 4). As seções analisadas do poço 1 MAS 1 não mostram picos expressivos de abundância. Este poço mostra um leve pico de radiolários no nível 28 (Apêndice F).

A distribuição da biota silicosa nas seções não é homogênea, sendo observado muitos níveis estéreis. Estes estão representados pelos 15 primeiros níveis deste poço. Uma importante observação nestes níveis é que estes se se apresentam estéreis tanto para a biota silicosa como para os foraminíferos. A ocorrência de radiolários se mostra relativamente baixa, com níveis de abundância mais expressivos nos níveis 39 e 40.

No que confere as dimensões da biota, estas tem a sua distribuição concentrada na peneira de malha 0,063mm (Apêndice F). A exceção é registrada nos níveis 31 e 32 onde há

uma boa ocorrência na peneira 0,044mm, (Apêndice F). Estes dois níveis são caracterizados por radiolários substituídos por pirita.

Quanto a epigenia neste poço pode-se observar um predomínio de radiolários substituídos por calcita nos níveis 16 a 25, (Apêndice F). No entanto nos níveis 25 a 33 ocorre uma predominantemente substituição por pirita. Assim observa-se uma forte mudança ambiental, no referido poço em que condições óxicas dão lugar a fortes condições redutoras a partir do nível 26, (Apêndice F). As análises do estudo de preservação dos esqueletos, em geral se mostram pobres, apresentando uma sensível melhora no nível 26.

Neste nível são encontrados radiolários com ótimo estado de preservação, associados a epigenia por pirita. Este poço como os demais mostram em algumas seções, elevada produtividade orgânica. Esta é marcada pelo aumento expressivo de radiolários

7.3.1.3.5 Ocorrência de radiolários no Poço 1 MAS 14

A análise paleontológica do poço foi realizada com base em 41 amostras com peso homogeneizado em torno de 20g. Como nos demais poços estes foram quarteados (Tab. 5). As seções analisadas do poço 1 MAS 14 registraram um pico expressivo de radiolários no nível 39 (Apêndice G). A distribuição da biota silicosa nas seções deste poço não é homogênea, sendo registrado muitos níveis estéreis para radiolários. Em alguns níveis a ocorrência de radiolários se mostra muito baixa, com registros mais expressivos apenas nos níveis 39 e 40, (Apêndice G).

Quanto ao registro de foraminíferos, mostra-se que estes são pouco observados. Estes fatos podem sugerir que as condições oceânicas presentes nestas seções no período da sua deposição, não eram favoráveis a uma expansão planctônica na área.

Com referencia as dimensões da microfauna silicosa presentes neste poço é registrado uma predominância de exemplares com dimensões acima de 0,063mm (Apêndice G). Microfósseis de pequenas dimensões são raros nas seções deste poço, evidenciando que estes não sofreram influencia de eventos de stress ambiental que ocorreram fortemente no Cretáceo médio na área da bacia.

Com referência ao grau de epigenia ao longo do poço, observa-se que em quase todos os níveis são encontrados radiolários substituídos por calcita. A exceção esta nos níveis que apresentam maior abundância de radiolários, em que a epigenia predominante é pirita.

Quanto ao nível de preservação neste poço, observa-se que grande parte dos níveis esta é extremamente pobre. Este fato, deve estar relacionado a epigenia predominantemente

calcítica. Os melhores graus de preservação no poço 1 MAS 14 estão situados nos níveis em que os esqueletos de radiolários se encontram substituídos por pirita.

Assim nas seções deste poço, é raro encontrar-se radiolários em bom estado de preservação (Apêndice G).

7.3.2 O “Evento Radiolário” nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

A pesquisa minuciosa da microfauna silicosa dos sete poços das referidas bacias, propiciou inúmeros dados a respeito do desenvolvimento da biota silicosa no período do Cretáceo médio.

Através da triagem e quantificação dos espécimens encontrados nestes poços, foi possível verificar que estes possuíam características comuns a todos. A principal e mais importante é a presença de elevados picos de abundância de radiolários em todos os poços. No poço 1 MAS 12 este apresentou três picos distintos, mas estes picos têm uma razão especial, o qual seja este poço localizado na Bacia do Pará-Maranhão talvez esteja registrando dois importantes eventos paleoceanográficos, de idades distintas na bacia.

O fato importante observado nestes picos de alta produtividade silicosa, é que, este coincide com os níveis de forte epigenia de pirita, mostrando uma forte influência de ambientes redutores nestes poços.

Observa-se assim que, a ocorrência de depósitos biogênicos silicosos se deve a condições favoráveis a sua preservação. Assim sugere-se que em determinados períodos estabeleceram-se condições favoráveis a sua preservação ao longo das seções propiciando a grande deposição de esqueletos de radiolários.

A análise compartimentada das referidas seções é possível dimensionar a extensão deste evento ao longo da área analisada. Estes podem ser relacionados a um evento global bem como outros pequenos que podem ser correlacionados a eventos locais. Para a correlação bioestratigráfica destes poços foi escolhido como “Datum”, o pico de abundância de radiolários, Com este é possível, visualizar-se o grande evento ecológico que ocorreu nas referidas bacias.

Este evento é denominado na presente pesquisa como “evento radiolário”. O Evento possui como característica comum a epigenia de pirita em grande parte dos esqueletos de radiolários. Nestes níveis são verificados fenômenos ecológicos bem distintos como “stress” ambiental, levando ao nanismo da fauna. O fato importante é que este evento se refletiu em todos os poços, (Fig.35).

Outra importante característica é que biocronoestratigráficamente, estes picos se concentram no intervalo Cenomaniano-Turoniano. Este evento está bem marcado ao longo dos poços (Fig. 36). O que permite correlacionar a ocorrência do “evento radiolário” no intervalo Cenomaniano-Turoniano ao evento global EAO-2.

Assim a observação destes picos de abundância de radiolários (Fig. 35) é de grande importância para a área. No poço 1 MAS 16, o pico de abundância mais elevado não é correlacionado com os outros 6 poços. Este é correlacionado a outros picos do poço 1 MAS 12, ambos os poços da Bacia do Pará-Maranhão.

Estes picos ao serem correlacionados com as informações biocronoestratigráficas da bacia mostram uma idade Santoniano-Maastrichtiano. Sugere-se que estes picos possam estar relacionados a um segundo evento de radiolários na margem equatorial brasileira. Este evento pode ser relacionado ao Evento Anóxico Oceânico Global -3.

Deste modo “evento radiolário” é bem marcado pelos picos de abundância da microfauna silicosa (Fig. 35). Estes sugerem a ocorrência de dois importantes “Bio Eventos Globais”, presentes na área o AEO-2 e AEO-3.

Estes eventos são de grande importância, tanto no campo estratigráfico e paleoceanográfico mais principalmente o ecológico. Através da análise acurada realizada nesta pesquisa foi possível detectar a extensão deste evento na microfauna silicosa, registrada pelas alterações nas dimensões da microfauna, como radiolários gigantes e fauna anã, assim como os processos de extinção/radiação. Além destes a grande diversidade observada nestes poços. Este fato vem a tornar importante um estudo taxonômico do grupo, além de dar inferências paleobiogeográficas para a área.

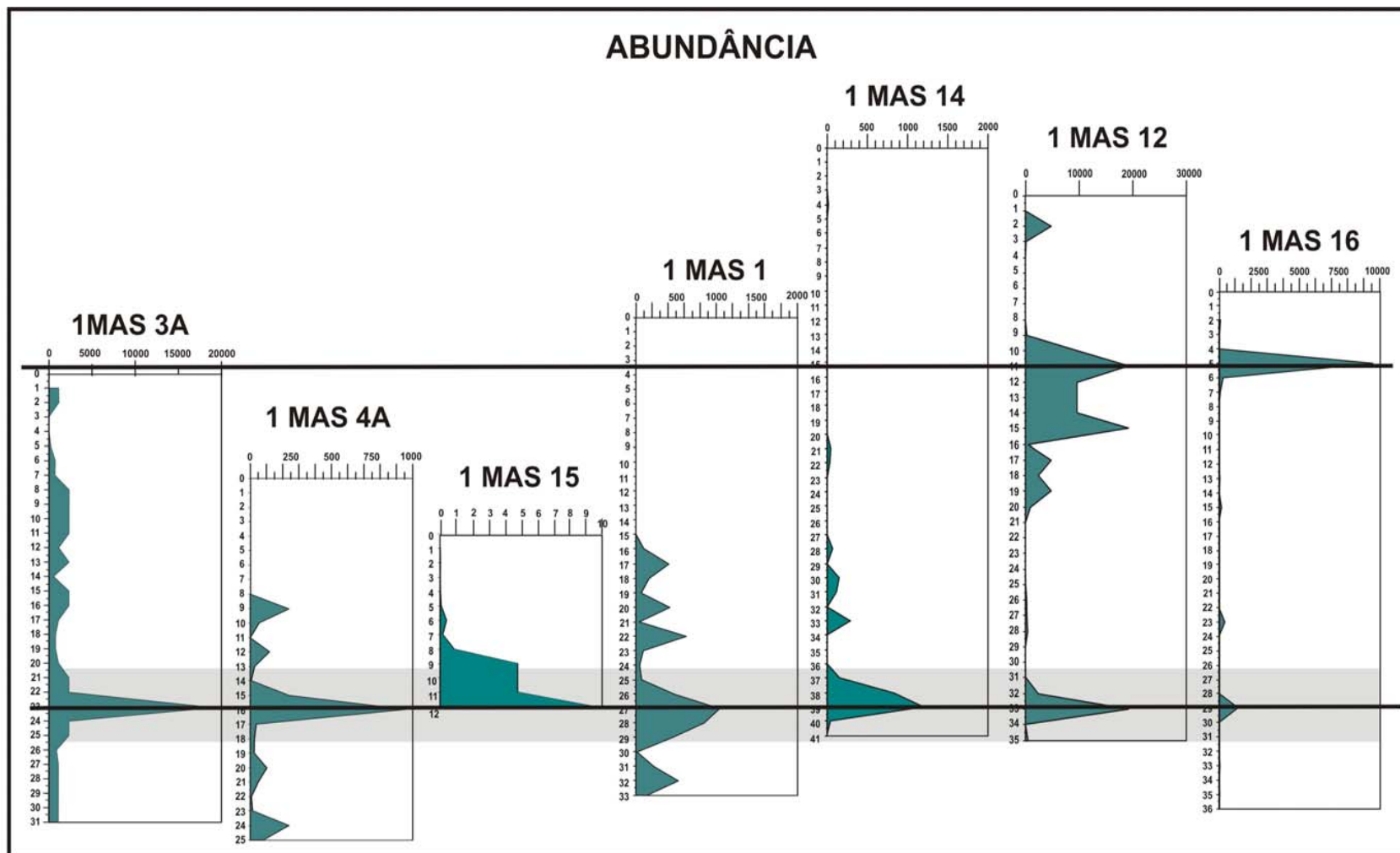


Figura 35: Correlação dos picos de abundância dos radiolários nos poços das bacias de Barreirinhas e do Pará-Maranhão.

7.3.3 Nutrientes essenciais para a bioprodutividade silicosa e sua relação com o registro de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

Os seres vivos utilizam, no seu protoplasma, diversos elementos químicos existentes na natureza, dos quais 30 a 40 elementos da tabela periódica são ativamente utilizados pelos organismos. Dentre esses podemos destacar como essenciais o C, H, O e N, são utilizados em grande escala; outros, como Cu, Mn, Zn e Sr são utilizados em pequenas quantidades. Estes últimos são considerados elementos não-essenciais, possuindo, no entanto, ciclos biogeoquímicos bem definidos relacionados às suas respectivas afinidades químicas.

Cabe salientar que o oceano é um sistema alcalino, fortemente tamponado, com pH em torno de 8,2, mas pobre em nutrientes vitais. Um exemplo é o oxigênio, abundante e disponível no ambiente terrestre, sendo relativamente escasso e muitas vezes extremamente variável na água do mar. A viabilidade do oxigênio para a oxidação da matéria orgânica, em qualquer profundidade na coluna d'água, depende da troca desse elemento entre a atmosfera e a superfície do mar, e o seu subsequente transporte e consumo, através da coluna d'água.

Outros importantes nutrientes são o S e o N, elementos na forma de sulfatos (SO_4), nitratos, nitritos e amônia. Os quais, juntamente com o fosfato, desempenham um papel muito importante e primordial para o desenvolvimento da biota marinha. Os ciclos do S e N, fundamentais no padrão geral da produção e decomposição orgânica.

No ambiente marinho, segundo Kennish (1994), elementos naturais como Na, Mg, cloretos e sulfatos compreendem mais que 95% dos sólidos dissolvidos; outros elementos são C, O, N, P, Fe e Si, esse último, nutriente essencial para o processo de biomineralização da biota silicosa. Entretanto, a distribuição desses elementos no oceano não é homogênea. Enquanto elementos como Ca, Na, K, Mg e sulfatos são abundantes nas águas oceânicas, outros nutrientes como N, P e Si são escassos. Assim, a biota silicosa, além de outros nutrientes, necessita de um grande aporte de Si para o desenvolvimento de seu material esquelético.

A biota silicosa desempenha um papel importante na ciclagem desse elemento no oceano. Por esse motivo, a carência ou abundância de Si pode funcionar como um fator limitante para o desenvolvimento e registro de radiolários. Na presente pesquisa a elevada bioprodutividade silicosa, esta o denominado "Evento Radiolário". O desenvolvimento desta rica biota silicosa requer um grande aporte de nutrientes essenciais. Quantidades expressivas destes nutrientes essenciais foram necessários para impulsionar e sustentar este evento

ecológico na área. Sem a presença destes elementos, com certeza não haveria tamanha explosão planctônica na área. Tendo em vista que a microfauna silicosa dissolvida não depende apenas de sílica para o seu desenvolvimento, mais igualmente de vários nutrientes.

Análises de EDS, mostram que o registro de alguns elementos químicos necessários, para o desenvolvimento da biota silicosa como P e Na além de K. Entretanto sabe-se que o oceano é um ambiente pobre em nutrientes em especial a sílica dissolvida, assim como explicar o registro desta expressiva fauna silicosa nos poços estudados, fato este analisado no item a seguir:

7.3.4 Fonte de Nutrientes para a biota silicosa nas águas oceânicas da Margem Equatorial Brasileira

Na presente pesquisa é verificada uma grande ocorrência de radiolários na área, denominada de “evento radiolário”. Assim analisaremos a possível fonte de nutrientes que propiciou o desenvolvimento desta expressiva biota. Os ciclos de elementos bioativos do oceano são caracterizados por rápidos movimentos entre partículas e formas dissolvidas que entram nos oceanos predominantemente pelos rios. Esses processos afetam a composição dos nutrientes na água do mar e influenciam os processos biológicos através da interação com a cadeia trófica marinha, bem como as modificações do ambiente químico do oceano.

Grande parte dos nutrientes é oriunda, principalmente, de fontes terrestres por descarga fluvial. Os nutrientes em grande parte são o resultado da lixiviação do continente pelos sistemas de drenagem, através da qual as águas doces, ricas em nutrientes, contêm minerais dissolvidos e matéria orgânica terrestre decomposta. Estes são misturadas às águas do mar e movem-se com as correntes oceânicas. No entanto, somente uma parte dos nutrientes é adicionada as camadas da superfície oceânica; os elementos remanescentes são rapidamente misturados e eventualmente distribuídos nas camadas de fundo oceânico.

A Sílica é um elemento importante para o desenvolvimento da biota silicosa. Esta tem como maior fonte para o ambiente marinho, segundo Berger (1968) e Lisitzin (1985) os rios. Estes com uma contribuição acima de 80%, via intemperismo químico de silicatos continentais. Tais processos intempéricos estão estreitamente relacionados ao clima. Em torno de 75% do suprimento de nutrientes carreados pelos rios são derivados da zona equatorial, fato que em parte poderia ter favorecido a ocorrência desta alta produtividade na área pesquisada. Não se possuem dados a respeito das possíveis bacias fluviais a época do evento

na região. Mas levando-se em conta o processo de separação dos continentes Sul-Americano e Africano, possivelmente a região tenha possuído uma grande descarga fluvial. Neste, elementos químicos e material em suspensão oriundos de rios pretéritos teriam influenciado o desenvolvimento desta biota no Atlântico Sul Equatorial.

Essa porção de terra, no entanto, ocupa somente 1/4 (26,1%) dos continentes, observando-se, ainda, que as zonas áridas não suprem os oceanos em qualquer sílica dissolvida. Outras importantes fontes de sílica para o oceano são o vulcanismo submarino e o intemperismo glacial, este último certamente não ocorreu nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

Apesar de haver muita controvérsia sobre o assunto, a fonte de sílica pode estar ainda relacionada a águas intersticiais de sedimentos marinhos. A contagem da concentração de sílica dissolvida nos oceanos é supostamente de 2,13 mg/l, alcançando um máximo de 12-27 mg/l, sendo que o material em suspensão nos rios consiste em 25,5 mg/l de Si. Brzezinsk & Nelson (1989), Erbacher & Thurow (1998) e Racki (1999) indicam a ciclagem de C, N, P, Si como uma importante fonte de nutrientes essenciais para o oceano, mantendo, desse modo, a disponibilidade desses elementos para a utilização da biota marinha.

Outra importante fonte de nutrientes para o oceano pode estar intimamente ligada a fatores oceanográficos, tais como, transgressões regressões e ressurgências. Talvez esta seja possivelmente a principal fonte de nutrientes que propiciou a elevada produtividade orgânica nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, culminando com elevados picos de abundância, da biota silicosa nos níveis analisados. Estes eventos podem Ter ocorrido concomitantemente no decorrer do processo de evolução do oceano Atlântico Sul. Assim é possível relacionar ressurgências a processos transgressivos e regressivos. Segundo Erbacher & Thurow (1998), estes são característicos de eventos associados à explosão planctônica, tendo como organismo predominante os radiolários.

Então, nutrientes dissolvidos são mínimos na zona fótica, configurando-se a ciclagem como uma fonte importante de nutrientes essenciais. Cabe ressaltar que o maior mecanismo de transferência entre o conteúdo de nutrientes da água do mar para o mundo biológico marinho, é o fitoplâncton, que vive principalmente na zona fótica. O poço 1 MAS 3A mostra grande ocorrência de diatomáceas o qual desempenham um papel importantíssimo na ciclagem destes nutrientes oriundo de águas oceânicas mais profundas.

No entanto, Parrisch (1987) analisa que pode haver perda de parte desses elementos para o reservatório oceânico (sedimentar). Este processo está relacionado ao fato que estes elementos são capturados e retirados da água do mar, principalmente por processos de diagênese precoce, principalmente na forma de esqueletos fossilizados.

Observa-se que os fatores que afetam a composição dos nutrientes na água do mar obviamente influenciam os processos biológicos através da interação com a cadeia alimentar marinha. Estes incluem um aporte constante de nutrientes, tendo como fase inicial à introdução de material dissolvido nos oceanos através de várias fontes, como rios, vulcões e diagênese de sedimentos do fundo oceânico, além de modificações do ambiente químico como pH e potencial redox.

Em águas óxicas, após a morte do organismo, processos oxidativos decompõem a matéria orgânica provocando a liberação desses elementos que voltam para a água do mar como partículas orgânicas através da reciclagem.

Os gráficos de distribuição da biota silicosa nos poços estudados nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas podem evidenciar a influência destes elementos para o desenvolvimento dos radiolários. Observa-se que em alguns níveis, (Fig. 35) há uma queda acentuada da fauna silicosa representada principalmente por radiolários. Este fato pode estar relacionado a pouca disponibilidade destes nutrientes, nas águas oceânicas. É observado que à medida que este aporte de nutrientes se elevou nas águas oceânicas da área, ocorre um expressivo aumento da produtividade orgânica silicosa. Na observação dos picos de abundância de radiolários foi possível observar flutuações em sua ocorrência. O que pode estar relacionada aos fatores mencionados acima.

7.3.5 Nutrientes como Fatores limitantes para o desenvolvimento da biota silicosa na área da pesquisa

Alguns elementos químicos são essenciais ao protoplasma. No entanto, em determinadas condições, esses nutrientes podem atuar como fatores limitantes para a presença e sucesso de um organismo no ambiente. Desse modo, paleoecologicamente, diz-se que qualquer condição que se aproxime dos limites de tolerância é uma condição limitante ou fator limitante. Como fator limitante entende-se a insuficiência ou excesso de algum elemento, do qual os organismos apresentam os denominados limites de máximo e mínimo de tolerância ecológica.

Por muito tempo se acreditou que a Si seria um fator limitante para os microfósseis silicosos. No entanto, outros elementos são relacionados como nutrientes biolimitantes, tais como P, N e Fe. A Si, portanto, tem papel importante na paleoecologia da biota silicosa, por estar diretamente relacionada à formação do seu arcabouço esquelético, como já foi discutido no item anterior.

Em antigos ambientes marinhos, em que podem ser incluídas as áreas oceânicas das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, nutrientes biolimitantes podem servir como indicadores de ambientes eutrofizados e estressados. Um exemplo: a redução da viabilidade de O₂ dissolvido na água é responsável por grandes bioeventos (disóxicos-anóxicos) presentes no intervalo Cenomaniano-Turoniano.

Vários fatores físico-químicos igualmente podem ser apontados como fatores limitantes nos oceanos tropicais. Um dos mais importantes a luz, responsável pelos processos de fotossíntese, e que, no entanto, sofre grandes variações na zona eufótica, devido a turbidez, latitude, nuvens, além de outros fatores. Assim os raios luminosos podem penetrar na água do mar em variações de 100–120m de profundidade em oceanos abertos e a poucos metros em regiões de águas túrbidas. Do mesmo modo, nutrientes geralmente presentes em concentrações muito baixas na zona eufótica podem se tornar limitantes, porque são consumidos rapidamente pelo fitoplâncton e zooplâncton, presentes nessas áreas.

Assim, a taxa de produção de partículas orgânicas depende da viabilidade de nutrientes limitantes (que pode ser fosfato) na zona fótica. A queda dessas partículas através da coluna d'água, como por exemplo partículas, de C fazem com que estas sejam expostas à destruição por animais e bactérias. Nesses processos há um forte consumo de oxigênio e liberação de nutrientes para a coluna d'água e ao fundo oceânico. Com a elevação da produtividade, esse processo pode levar ao consumo total desse elemento na coluna d'água.

A sílica, no caso dos radiolários e diatomáceas, pode ser considerada como um importante fator limitante para o seu desenvolvimento, visto que esses organismos competem por esse nutriente. No entanto, é preciso observar que alguns nutrientes podem ser limitantes a algumas espécies e favoráveis a outras. Citem-se, por exemplo, o Fe e o P: em condições de uma maior disponibilidade de P, essencial ao desenvolvimento de diatomáceas, estas seriam favorecidas, ao passo que o mesmo não ocorreria diretamente aos radiolários no seu ambiente. Sendo assim, o P se apresenta como um fator limitante para as diatomáceas.

A forte ocorrência de diatomáceas em todos os níveis do poço 1 MAS 3A estaria relacionada à elevada bioprodutividade primária, nas águas oceânicas da margem equatorial no período do Cretáceo médio. A ocorrência deste importante elemento pode ser comprovada pelos altos níveis de P encontrados nas análises de EDS (Graf. 26 e 27). O registro deste nutriente, mostra a interação deste importante elemento com o desenvolvimento da biota silicosa concentrada na área. Já que sem uma elevada produtividade primária, não haveria o desenvolvimento de uma rica biota silicosa na região.

7.3.6 Radiolários e sua relação com os nutrientes da água do mar

A pesquisa nos permite ainda, inferências a respeito de outros aspectos ecológicos referentes a esta expansão da biota silicosa. Assim pode-se afirmar que a abundância e a qualidade da preservação de microfósseis silicosos (radiolários) estão intimamente ligadas à fertilidade das águas oceânicas superficiais, ou seja, ao seu conteúdo de nutrientes. A relação entre nutrientes e as biotas silicosas são analisadas por Berger (1970), Goll & Bjorklund (1974), Boltovskoy *et al.* (1993), Takahashi & Ling (1993) e Abelmann & Gowing (1997). Elementos como Si, P, N e O são relacionados, em geral, a águas frias ricas em nutrientes, a zonas de ressurgências costeiras ou oceânicas e a áreas de divergências das altas latitudes oceânicas, ou seja áreas de alta produtividade orgânica.

Radiolários são invariavelmente relacionados, quanto aos nutrientes, a grande aporte de sílica dissolvida para as águas oceânicas. Todavia, sob o ponto de vista ecológico, este não pode ser apontado como o único elemento para a alta produtividade biogênica, nas do Pará-Maranhão e Barreirinhas devendo estas ocorrências estar relacionadas a outros fatores ambientais, tais como transgressões e ressurgências. Neste aspecto, Brasier (1995a) observa que o ácido silícico não pode ser considerado como o único nutriente limitante potencial nos ecossistemas pelágicos.

Referentes a este fato, pesquisas mais recentes têm aceitado que Si, juntamente com P, N e Fe fazem parte de um grupo de elementos maiores necessário para a produção primária e crescimento do plâncton silicoso. Assim pode-se ter uma idéia que a elevada produtividade silicosa na área analisada, principalmente nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 12, não se deve apenas ao aporte de Si mais igualmente a um complexo conjunto de fatores. Estes fatores responsáveis pelo grande aporte de nutrientes que foram necessários para o desenvolvimento desta elevada biota silicosa.

Desse modo, os radiolários podem prover um melhor entendimento dos ciclos biogeoquímicos dos nutrientes no meio oceânico, suplementado por registros sedimentares e estudos paleoecológicos independentes. A pesquisa holística da paleofertilidade oceânica tem sido progressivamente desenvolvida nesse sentido (Brasier, 1995a). Esta tem como base o registro da grande bioprodutividade marinhas como as registradas para as bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas e a sua ligação com os vários processos de eutroficação do oceano, os quais podem estar relacionados com os eventos anóxicos oceânicos.

7.3.7 Radiolários como indicadores de processos eutróficos nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

O intervalo Cenomaniano-Turoniano, foi palco da ocorrência de grandes bioeventos como os fenômenos de eutroficação de águas oceânicas. Estes fenômenos marcaram decisivamente a evolução da biota silicosa, com grandes reflexos nas taxas de radiação/extinção de espécies de radiolários. Estes acontecimentos foram bem marcantes nas bacias aqui analisadas. Isto se deve pela expressiva ocorrência de radiolários nas referidas seções. Esse fato ocorre concomitantemente com outro importante evento bioquímico, que é a captura de enormes quantidades de carbono orgânico para o fundo oceânico.

Brasier (1995b) observa deste modo, que a introdução de elementos essenciais, como P e N, na coluna d'água oceânica exerce um forte controle no ciclo do carbono, através da elevada produtividade orgânica, este fato pode ser associado às ocorrências de radiolários nos sete poços analisados.

A eutroficação consiste, fundamentalmente, no enriquecimento das águas oceânicas em nutrientes, em um ritmo tal que não pode ser compensado por sua eliminação definitiva por mineralização total (Margaleff, 1995). Isso faz com que o excesso da matéria orgânica produzida nesse processo não possa ser degradado, tendo como efeito imediato à diminuição da concentração de oxigênio dissolvido em águas de fundo, o que pode, em alguns casos, ser totalmente depletada desse elemento.

Cairns & Lanza (1972) comentam que a introdução em excesso de material orgânico nos ecossistemas aquáticos produz uma ampla gama de efeitos, incluindo, principalmente, o aumento do nível em nutrientes (eutroficação). Estes levando a processos de substituição e reação de substâncias vitais, como por exemplo à depleção de O₂ dissolvido das águas. Esta explicação pode ser atribuída às seções dos poços analisados das bacias do Pará-Maranhão e

Barreirinhas, e que mostraram claramente fortes indícios de um ambiente redutor, principalmente nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 12.

Uma das indicações desses fenômenos de eutrofização nas águas da Margem Equatorial Brasileira é a associação de altas taxas de acumulação de sílica biogênica (radiolários), juntamente com P, diatomáceas e matéria orgânica. Estes elementos, caracterizam zonas de alta produtividade orgânica. Indicando, assim, um aumento na instabilidade química da superfície das águas oceânicas. Fato este indicado pelos picos de abundância de radiolários constatados nos sete poços.

A comprovação da estreita relação entre radiolários e processos eutróficos se explica pelo fato de que a abundância e contínua acumulação desses microfósseis levam à formação de grandes depósitos silicosos, como encontrado nos poços 1 MAS 3A e 1 MAS 4A. Isso faz com que certos fatores físicos químicos como uma maior disponibilidade de nutrientes e temperatura favoreçam essas elevadas taxas de produção destes microfósseis silicosos em sedimentos pelágicos. Fato verificado nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

Desse modo, é possível relacionar taxas máximas de acumulação de microfósseis silicosos a períodos de alta produtividade oceânica. Estas caracterizadas por áreas de alta fertilidade e fortes ressurgências oceânicas, como as presentes nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.

Schlanger *et al.* (1987) relacionam a grande deposição de C orgânico dos Eventos Anóxicos Oceânicos do período Cenomaniano-Turoniano a grandes picos de abundância de radiolários. Estes coincidem com os elevados índices de Carbono Orgânico Total (COT) presentes na matéria orgânica depositada. Fatores similares aos encontrados nos poços analisados e que estão biocronoestratigraficamente correlacionadas (Fig. 35).

7.4 Radiolários como indicadores de *stress* ambiental na área analisada

O “evento radiolário” é assim denominado pela expressiva ocorrência destes microfósseis nas seções pesquisadas. Este evento é uma das diversas conseqüências pelo qual a biota silicosa, foi submetida durante o processo de forte stress ambiental. O stress ambiental se efetua da seguinte maneira, todos os organismos vivos pressupõem-se estarem em equilíbrio com seu ambiente. No entanto, por vezes, em determinados períodos, esse equilíbrio pode ser rompido, devido à introdução em excesso ou retirada de algum elemento no ambiente. Essas mudanças nas condições ambientais causam altos níveis de instabilidade,

sendo esses relacionados a ambientes estressantes que induzem a uma variedade de efeitos diretos e indiretos afetando todos os organismos vivos.

A eutrofização do meio provoca uma série de reações que levam a mudanças no pH e redução do nível de O₂ dissolvido na água do mar. Disso decorre um impacto na biota silicosa levando, em alguns casos, à extinção/radiação de faunas, com o surgimento de espécies oportunistas, estrategistas – r e generalistas, que tendem a ocupar nichos ecológicos vazios. Fato este documentado em todos os poços pesquisados com inúmeros eventos de extinção/radiação.

Essas espécies pródigas e pioneiras são características das primeiras etapas da sucessão evolutiva. Seu êxito consiste na fácil colonização de ambientes vazios, sendo o mais importante a instabilidade da população, geralmente de grande tamanho e relacionado a uma grande produtividade planctônica. Estes eventos podem ser identificados nos níveis de maior abundância de radiolários nas bacias aqui analisadas.

Levinton (1970) relaciona essas espécies a ambientes dominados por *stress* físicos. Assim se pode concluir que espécies oportunistas estão relacionadas a habitats jovens que possuem alta instabilidade ambiental. No entanto, há populações que mostram pequena variação através do tempo e são denominadas de espécies de equilíbrio. Dood & Stanton (1981) comentam que espécies de equilíbrio possuem características que as distinguem das espécies oportunistas.

Enquanto as primeiras possuem como características principais, serem restritas a uma sessão fossilífera definida, onde ocorrem abundantemente e terem morfologias com pequena variação entre as espécies. Nestas sessões predominam espécies especializadas para um certo modo de vida. As espécies oportunistas generalistas são mais abundantes na assembléia, em torno de 85-100%, e ocorrem em uma variedade de fácies.

A distinção entre espécies de equilíbrio e oportunistas serviria para se tecer comparações entre ambientes físicos estáveis e instáveis. No entanto, ambientes fisicamente instáveis necessariamente não incluem 100% de espécies oportunistas e, igualmente, ambientes estáveis não incluem 100% de espécies de equilíbrio.

Observa-se que os radiolários podem ser relacionados a períodos de elevado *stress* ambiental, como os que ocorreram principalmente no mesocretáceo nos limites Cenomaniano-Turoniano, das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas em que a redução das taxas de oxigênio dissolvido na água levou à extinção inúmeras espécies, como pode ser

observado em todos os poços. No entanto este ambiente levou outras a desenvolverem artifícios para sobreviver a estes locais estressantes. Esta pode ser uma das explicações para a grande quantidade de gêneros e espécies novas encontrados nestes níveis relacionados à alta produtividade orgânica e a um forte ambiente redutor. Uma das estratégias utilizadas pela biota silicosa foi à redução do tamanho dos seus esqueletos, resultando em formas anãs. Esta estratégia pode ser identificada em inúmeras seções dos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A, 1 MAS 15 e 1 MAS 12, no qual em alguns níveis grande parte da biota silicosa se concentra na peneira 0,044mm.

A redução das dimensões dos esqueletos de radiolários como resposta biológica a ambientes estressantes é observada por Kuhnt *et al.* (1986), Thurow *et al.* (1988), Jorgensen (1992) Vishnevskaya (1997) e Hori (1997), onde em algumas assembléias planctônicas, juntamente com a redução do tamanho do esqueleto, ocorre o decréscimo na diversidade e um aumento significativo da fauna silicosa em relação à fauna carbonática.

Essa resposta da biota silicosa frente a este *stress* ambiental, no entanto, não é exclusiva dos eventos anóxicos do Cretáceo. A mesma está presente em diversos eventos em outros períodos geológicos, como é inferido por Hori (1997). Este observa um aumento de radiolários de diminutas dimensões associando estas ocorrências a mudanças ambientais marinhas globais no intervalo Toarciano no Japão.

Este evento estaria ligado a eventos anóxicos com influência direta na biota silicosa, sendo que umas das respostas utilizadas pela mesma frente a este *stress* ambiental foi à redução nas dimensões dos esqueletos de radiolários. Hori (1997) argumenta que este evento teve características globais pelo fato de que os radiolários são um dos maiores grupos de organismos planctônicos dos oceanos abertos supostamente sensíveis a mudanças oceânicas globais.

Urbanek (1993 *apud* Racki, 1999) denomina o processo de redução do tamanho dos esqueletos de radiolários de fenômeno “Lilliput”. O mesmo se caracteriza por uma grande predominância de pequenas formas, com ciclos de vida curtos. Fatores estes, indicando elevados níveis de fertilidade oceânica, em intervalos de pós-extinção. Os mesmos são representados principalmente por morfotipos primitivos de espumelários eutróficos de águas rasas e parede espessa. Fatos que sugerem que estes possuíam um alto potencial de sobrevivência em eventos disóxicos-anóxicos oceânicos.

O princípio é bem visível no Eopaleoceno, no qual Hollis & Hutt (1996) notam que pequenos actinómídeos multiespinados e formas discoidais espinhosas, com esqueletos robustos, são encontrados próximos à superfície ou em águas rasas. O fato vem a demonstrar, um generalismo ecológico ou formas “oportunistas”.

A associação de radiolários encontrados em depósitos sedimentares analisados, nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A, 1 MAS 15, 1 MAS 1 e 1 MAS 12 nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, mostram características que sugerem estas serem uma microfauna oportunista. Estas em seções afetadas por alta produtividade orgânica, com a conseqüente redução de oxigênio dissolvido, levando a um ambiente redutor em alguns níveis. As formas predominantes nestes níveis, são de morfologia discoidal, esponjosa, arredondada simples de parede espessa, ou formas achatadas. Neste contexto alguns gêneros predominam como *Pseudoaulophacus* spp e *Orbiculiforma* spp que se caracterizam por possuírem esqueletos espessos e esponjosos e possuírem formas discoidais. Outras espécies pequenas de paredes espessas, igualmente são comuns em determinados intervalos.

Alem da observação da ocorrência de uma microfauna anã de radiolários em várias seções dos poços analisados. Cabe salientar, outro fato importante do ponto de vista ecológico, para o referido material. A ocorrência de esqueletos de radiolários com dimensões bem acima dos padrões considerados normais para o grupo ou seja entre 0,50 e 250 µm. É fato que a microfauna silicosa do Cretáceo possuía esqueletos de dimensões e espessuras, bem maiores que os exemplares atuais. Estes em média possivelmente com dimensões em torno de 300µm. No entanto esqueletos de radiolários encontrados em alguns níveis se mostraram bem acima da média, assim convencionou-se denominar esta fauna de “radiolários gigantes” como mostram os exemplos descritos abaixo:

ESPÉCIE	DIMENSÃO	LOCALIZAÇÃO	
<i>Archaeodictyomitra</i> sp B	510mm	poço 1 MAS 3A	nível 30
<i>Mita gracillis</i>	500mm	poço 1 MAS 3A	nível 21
<i>Dictyomitra</i> sp D	510mm	poço 1 MAS 3A	nível 22
<i>Amphipyndax</i> sp D	490mm	poço 1 MAS 3A	nível 29
<i>Amphipyndax</i> sp G	410mm	poço 1 MAS 12	nível 17
<i>Amphipyndax</i> sp K	380mm	poço 1 MAS 16	nível 11
<i>Xitus</i> sp C	500mm	poço 1 MAS 3A	nível 30
Gen. Esp. Indet.P	400mm	poço 1 MAS 3A	nível 21

Não há uma clara explicação para este evento de gigantismo nos esqueletos de radiolários na área da pesquisa. Observa-se que a maioria dos exemplares encontrados concentram-se em vários níveis do 1 MAS 3A. Este poço possui certas peculiaridades como; é o que apresenta a maior influência de anoxia e da ocorrência da fauna anã de radiolários, além da ocorrência de diatomáceas em todos os níveis.

Especula-se que estas ocorrências de radiolários gigantes possam estar em intervalos em que as condições de stress ambiental foram mais amenas. Assim estas propiciaram melhores condições para o desenvolvimento de espécies não oportunistas como mencionam Dood & Stanton (1981). Já que estes radiolários não podem ser associados com aqueles caracterizados com oportunistas. O que leva a supor-se que em outros períodos de intenso stress ambiental haveria intervalos em que o ambiente seria mais estável, permitindo o surgimento destas espécies ditas de equilíbrio.

7.5 Radiolários relacionados a processos de Pressão seletiva, evolução e sua relação com as ocorrências registradas nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

Muitos processos no meio oceânico, relacionados a comunidades estressadas em termos de nutrientes, mostram que essas experimentam ciclos oligotróficos. Isso demonstra que alguns nutrientes são essenciais para todos os organismos, dentre os quais incluem-se N, P, C, O, H, S, Fe e K, como já comentado anteriormente.

Esse fato leva a uma lógica seleção natural de espécies que competem por esses específicos nutrientes essenciais, tendendo a consumir esses elementos em um nível proporcionalmente maior que outras espécies. Um exemplo é a competição por sílica dissolvida, no mesmo ambiente, entre radiolários e diatomáceas, direcionando esses grupos para taxas limite de crescimento em suas populações. Esse tipo de competição se configura como do tipo uso de recursos, em que cada população afeta a outra na luta por um determinado recurso limitado (Odum 1983). Este é o caso das áreas aqui analisadas, no qual diatomáceas e radiolários travam uma forte competição por sílica dissolvida.

Este fato ecológico foi observado por Moore (1969), Kling (1978) e Casey *et al.* (1983), que notaram consideráveis mudanças na morfologia esquelética de radiolários. Fator evidenciado pelo surgimento de espécies com esqueletos de paredes mais finas como uma resposta evolutiva à intensa competição por sílica dissolvida na zona fótica, com as algas secretoras de sílica (diatomáceas). No poço 1 MAS 3A, foi possível observar uma grande

quantidade de diatomáceas, em todas os níveis e com boa diversidade, além de esqueletos de radiolários com pequenas dimensões denominados de formas anãs. Estas formas como relatado anteriormente, se deve ao stress ambiental aliada a intensa competição com as diatomáceas.

Segundo Racki & Cordey (2000), essa pressão seletiva evolutiva mostra como resultado uma tendência evolutiva. Nesta os radiolários têm registrado um progressivo decréscimo no conteúdo de sílica incorporada em seus esqueletos. Como resultado tem-se esqueletos menores e mais finos em decorrência do uso mais econômico de sílica dissolvida. Esse fato decorre de uma estratégia, por parte dos radiolários, para enfrentar a competição com as diatomáceas, grupo extremamente eficiente na remoção da sílica dissolvida. Uma vez que o conteúdo de nutrientes como a Si, disponível principalmente na zona fótica, existir em baixas concentrações, (Fig. 36).

Essa competição, que ocorre principalmente na zona fótica do oceano, em profundidades em torno de 0-200m, traz como resultado alteração no peso dos esqueletos de radiolários do Mesozóico. Radiolários do Cretáceo médio, possuem esqueletos em torno de duas a quatro vezes maiores que os das espécies atuais. Como é observado a ocorrência dos radiolários gigantes no poço 1 MAS 3A e 1 MAS 12.

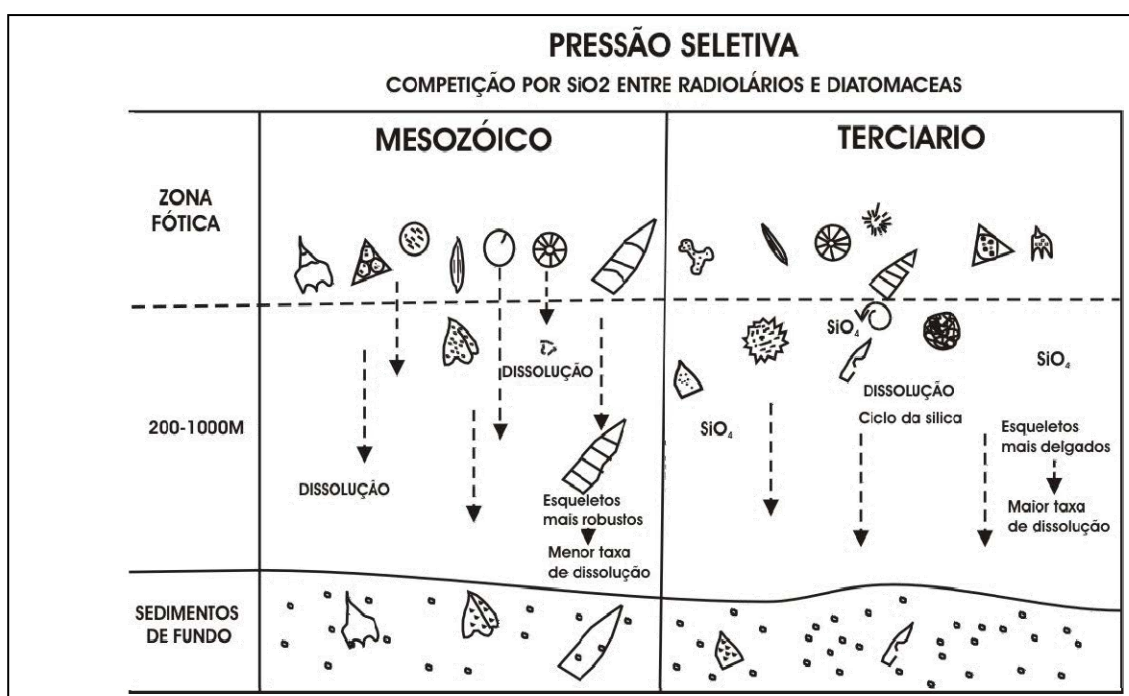


Figura 36: Representação esquemática do processo de pressão seletiva entre radiolários e diatomáceas no Cretáceo.

7.6 Eventos de extinção/radiação de radiolários no intervalo Cretáceo médio nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

Radiolários têm sido associados, por pesquisadores como Kuhnt *et al.* (1986), Thurow (1988), Casey (1993), De Wever *et al.* (1994), Vishnevskaya (1997), Erbacher & Thurow (1997) e Bak *et al.* (2001), a grandes eventos paleoceanográficos e bioeventos através do tempo geológico. Eventos de extinção/radiação de radiolários podem ser relacionados a dois grandes bioeventos no final do Paleozóico, quando aproximadamente 80% das espécies de radiolários foram extintas, incluindo muitos grupos típicos desse mesmo período, tais como albailellídeos, rotasferídeos e paleoactinómídeos. Seguindo essa devastação ecológica, todas morfologias de radiolários paleozóicos desapareceram do registro após o evento do limite Permo-Triássico, exceto espumelários esféricos, com espinhos primários simples, e algumas formas espiculares.

Essas mudanças evolutivas cíclicas têm sido casualmente ligadas a fatores tectônicos, como fortes flutuações do nível do mar. Wilde & Berry (1984;1986) e Erbacher & Thurow (1998) relacionam a inundação de terras baixas durante a relativa elevação do nível do mar e o enriquecimento de nutrientes. Fatores que modificam vários habitats marinhos, influenciando na eliminação de *taxas* que não se adaptam a essas mudanças. Esse fato propicia a invasão desses novos nichos por faunas oportunistas que, conjuntamente com a diminuição do suprimento de nutrientes, levam à radiação da fauna de radiolários.

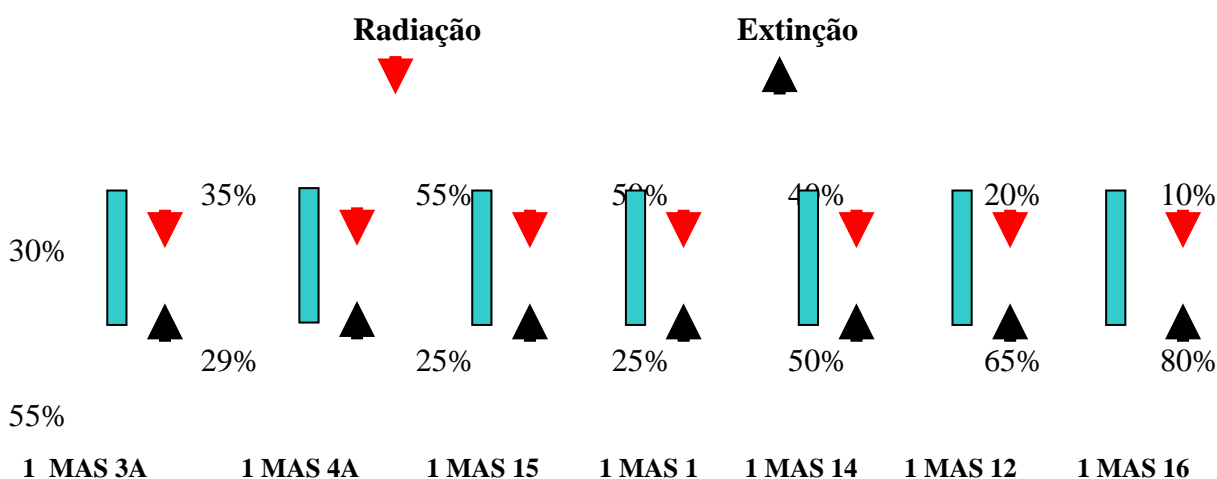
A biota silicosa (radiolários) é marcada por numerosos eventos de extinção/radiação, esses bem correlacionados com os EAOs, onde a proliferação do plâncton silicoso, durante a biocrise do Cenomaniano-Turoniano, é bem reconhecida globalmente e nas seções aqui analisadas.

A referência a estes eventos de extinção/radiação nas seqüências analisadas nesta pesquisa é bem evidenciada em todos os poços. Os poços analisados apresentaram uma correlação de vários níveis, denominada de “evento radiolário”, ou seja um pico acentuado de abundância destes microfósseis.

Assim ao longo destes picos, foi estabelecida uma “zona de abundância” para melhor caracterizar este evento. Na análise destas zonas (Tabls. 1,3,5,7,9,11,13), foi possível estabelecer uma nítida linha de extinção/radiação de radiolários. É nesse período que são encontradas grande diversidade de radiolários, se incluindo inúmeros gêneros e espécies novas.

A constatação que esta zona pode estar associada a um evento de extinção/radiação é a ocorrência de expressivas quantidades de espécies sp e gen. esp. indet. e família indet. Estes fatores concomitantemente relacionados ha uma elevação da produtividade bioossilífera, torna-se, um fato importante nas mudanças evolutivas.

È possível determinar em termos percentuais o efeito deste evento na biota silicosa, como veremos a seguir:



Os números da representação acima mostram taxas expressivas de extinção/radiação nas seções. Nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 15 a taxa de radiação é mais elevada que a extinção. Fato explicado por que nestes poços foram os que apresentaram as influências redutoras mais elevadas. Isto é mostrado pela grande quantidade de esqueletos de radiolários substituídos por pirita.

Nos poços 1 MAS 15, 1 MAS 14 e 1 MAS 16 as taxas de extinção foram bem mais elevadas que as taxas de radiação. Este fenômeno pode estar relacionado a uma queda na intensidade do ambiente redutor nas referidas seções analisadas.

Deste modo observa-se que o Atlântico Sul Equatorial, foi palco de um importante evento ecológico, resultado da conjugação de diversos fatores paleoceanográficos com influência direta na biota silicosa.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PALEONTOLOGIA**

**RADIOLÁRIOS DO CRETÁCEO MÉDIO DAS BACIAS DO PARÁ-
MARANHÃO E BARREIRINHAS, MARGEM EQUATORIAL
BRASILEIRA**

Vladimir de Souza

Orientador: Prof. Dr. Eduardo A. M. Koutsoukos

Coorientadoras: Prof. Dr^a Valesca Brasil Lemos

Prof. Dr^a. Valesca Maria Portilla Eilert

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Demétrio Boltovskoy

Prof. Dr^a. Karen Badaraco Costa

Prof. Dr. Luiz José Tomazelli

**Tese de Doutorado Apresentada como Requisito Parcial para Obtenção do
Título de Doutor em Ciências**

2006

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PALEONTOLOGIA**

VOLUME II

**RADIOLÁRIOS DO CRETÁCEO MÉDIO DAS BACIAS DO PARÁ-
MARANHÃO E BARREIRINHAS, MARGEM EQUATORIAL
BRASILEIRA**

Vladimir de Souza

2006

SUMÁRIO

8. TAXONÔMIA	228
8.1 Generalidades.....	228
8.2 Resumo taxonômico.....	229
8.3 Análise Taxonômica.....	239
8.3.1 ORDEM SPUMELLARIA	240
8.3.1.1 Família Parvivaciidae.....	240
8.3.1.2 Família Cavaspongiidae.....	245
8.3.1.3 Família Actinommidae.....	249
8.3.1.4 Família Conocaryommidae.....	251
8.3.1.5 Família Hagiastriidae.....	252
8.3.1.6 Família Angulobraccidae.....	268
8.3.1.7 Família Patulibracchiidae.....	270
8.3.1.8 Família Pseudoaulophacidae.....	274
8.3.1.9 Família Larnacillidae.....	283
8.3.1.10 Família Spongodiscidae.....	290
8.3.1.11 Família Archaeospongoprunidae.....	298
8.3.1.12 Família Litheliidae.....	300
8.3.1.13 Família Pyramispongiidae.....	301
8.3.1.14 Família Porodiscidae.....	303
8.3.1.15 Família Sponguridae.....	306

8.3.2 ORDEM NASSELLARIA.....	307
8.3.2.1 Família Cannobotryidae.....	307
8.3.2.2 Família Williriedellidae.....	309
8.3.2.3 Família Artostrobiidae.....	314
8.3.2.4 Família Carpocanidae.....	318
8.3.2.5 Família Archaeodictyomitridae.....	319
8.3.2.6 Família Amphipyndacidae.....	333
8.3.2.7 Família Spongocapsulidae.....	342
8.3.2.8 Família Pseudodictyomitridae.....	343
8.3.2.9 Família Xitidae.....	345
8.3.2.10 Família Eucyrtidiidae.....	351
8.3.3 ORDEM ENTACTINARIA.....	356
8.3.3.1 Família Hexastyllidae.....	356
8.3.4 TÁXONS NÃO DETERMINADOS.....	357
8.3.4.1 Gêneros e espécies indeterminados.....	357
8.3.4.2 Gêneros e espécies indeterminados - grupos.....	370
8.3.4.2.1 Gen. Esp. Indet. Grupo 1.....	370
8.3.4.2.2 Gen. Esp. Indet. Grupo 2.....	374
8.3.4.2.3 Gen. Esp. Indet. Grupo 3.....	377
8.3.4.2.4 Gen. Esp. Indet. Grupo 4.....	378
8.3.4.2.5 Gen. Esp. Indet. Grupo 5.....	379
8.3.4.2.6 Gen. Esp. Indet. Grupo 6.....	381
8.3.4.3 Famílias indeterminadas.....	382

8. TAXONOMIA

8.1 Generalidades

8.2 Resumo taxonômico

8.3 Análise Taxonômica

8.3.1 Ordem Spumellaria

8.3.1.1 Família Parvivaciidae

8.3.1.2 Família Cavaspongiidae

8.3.1.3 Família Actinommidae

8.3.1.4 Família Conocaryommidae

8.3.1.5 Família Hagiastriidae

8.3.1.6 Família Angulobraccidae

8.3.1.7 Família Patulibracchiidae

8.3.1.8 Família Pseudoaulophacidae

8.3.1.9 Família Larnacillidae

8.3.1.10 Família Spongodiscidae

8.3.1.11 Família Archaeospongoprunidae

8.3.1.12 Família Litheliidae

8.3.1.13 Família Pyramispongiidae

8.3.1.14 Família Porodiscidae

8.3.1.15 Família Sponguridae

8.3.2 Ordem Nassellaria

8.3.2.1 Família Cannobotryidae

8.3.2.2 Família Williriedellidae

8.3.2.3 Família Artostrobiidae

8.3.2.4 Família Carpocanidae

8.3.2.5 Família Archaeodictyomitridae

8.3.2.6 Família Amphipyndacidae

8.3.2.7 Família Spongocapsulidae

8.3.2.8 Família Pseudodictyomitridae

8.3.2.9 Família Xitidae

8.3.2.10 Família Eucyrtidiidae

8.3.3 ORDEM ENACTINARIA

8.3.3.1 Família Hexastyllidae

8.3.4 TÁXONS NÃO DETERMINADOS

8.3.4.1 Gêneros e espécies indeterminados

8.3.4.2 Gêneros e espécies indeterminados - grupos

8.3.4.2.1 Gen. et sp. indet.Grupo 1

8.3.4.2.2 Gen. et sp. indet.Grupo 2

8.3.4.2.3 Gen. et sp. indet.Grupo 3

8.3.4.2.4 Gen. et sp. indet.Grupo 4

8.3.4.2.5 Gen. et sp. indet.Grupo 5

8.3.4.2.6 Gen. et sp. indet.Grupo 6

8.3.4.3 Famílias indeterminadas

8. TAXONOMIA

8.1 Generalidades.

Na presente pesquisa foi expressiva a ocorrência de microfósseis silicosos, (radiolários e diatomáceas). Os radiolários perfizeram cerca de 60% dos registros. Foram triados em torno de 38.000 esqueletos de radiolários nos depósitos analisados das duas bacias da margem equatorial brasileira.

A literatura internacional utilizada a fim de comparar o material triado abrangeu os trabalhos de vários pesquisadores como Pessagno (1966, 1968, 1969, 1970, 1971a,b, 1973, 1976,1977a,b), Dumitrica (1970,1973,1975,1983), Renz (1974), Empson Morin (1982,1984), DeWever (1981,1983,1989), Gorican (1987), Foreman (1966,1968,1971,1973 a,b,1975,1977,1978 a,b), Fugita (1986), Hollis (1993), Hori (1997), Hori *et al.* (2002), Igo *et al.*(1987), Savini & Passerini (1998), Matsuoka (1992), Ling (1991), Ling & Lazarus (1990), Kishida & Hisada (1986), Kiesling (1995,1996,2002), Baumgartner (1984,1987,1992,1993), Bak (1993,1995,1996,1999), Taketani (1982), Teraoka & Kuirimoto (1986), Thuow (1988), Thurow & Anderson (1986), Vishenskaya (1997,1998), Gorka (1995), Lipman (1952,1960), Kozlova & Gorbovetz (1966), Kozlova (1967), Shaf (1981,1984).

Foram identificadas 26 famílias, 42 gêneros e 217 espécies de radiolários entre estas, 183 espécies indeterminadas. Foram registrados ainda 43 gêneros e espécies indeterminadas e 8 exemplares de Família indeterminada. Assim foram registrados como um todo 268 unidades taxonômicas de radiolários para a área. Destaca-se a diversidade encontrada, além do registro de inúmeros gêneros e espécies potencialmente novas na literatura. Para alguns exemplares não foram encontrados parâmetros morfológicos para a identificação permanecendo 24 gêneros e espécies indeterminados.

Na Bacia de Barreirinhas foi encontrado um grupo de esqueletos de radiolários com características morfológicas peculiares representadas por aberturas retangulares, distribuídos por vezes paralelamente com orientação horizontal e vertical. São radiolários da ordem Nassellaria, cuja característica morfológica, não se encaixa em nenhuma registrada para a descrição de radiolários. Este grupo novo de radiolários é constituído de oito espécimes distintos, sendo a única similaridade morfológica observada as aberturas retangulares. Não foi possível adequa-los

em nenhuma família de radiolários descrita na literatura especializada do grupo, sugerido-se a denominação Família indeterminada.

Na classificação taxonômica foi realizada descrição sistemática detalhada apenas para os espécimes identificados ao nível de espécie, sendo que aquelas identificadas apenas a nível genérico serão alvo de trabalhos posteriores. Deste modo, procedeu-se a identificação dos exemplares coletados adotando a nova revisão sistemática de De Wever *et al.* (2001). Os gêneros e as espécies estão representadas em ordem alfabética dentro de cada família, seguindo as normas de sistemática paleontológica.

Todos os espécimes listados estão representados nas estampas, incluindo sua posição estratigráfica e localização. Algumas espécies foram ilustradas por fotomicrografias no microscópio eletrônico de varredura e por fotomicrografias no microscópio óptico, que permitiu a identificação de estruturas internas.

A boa preservação facilitou o trabalho de identificação. Algumas espécies com variações morfológicas muito fortes, não permitiram uma classificação definitiva a nível específico, sendo incluídas em nomenclatura aberta.

8.2 Resumo taxonômico

Para facilitar o acesso às informações, a listagem taxonômica sucinta do material classificado encontra-se abaixo. Dados pormenorizados da microfauna estão no item descrição taxonômica.

Classe **ACTINOPODA**

Subclasse **RADIOLARIA**

Superordem **POLYCYSTINA**

Ordem **SPUMELLARIA**

Família **Parvivaccidae**

Subfamília **Acaeniotylinae**

Gênero *Acaeniotyle*

Acaeniotyle diaphorogona, págs. 240-241; Est. 1 Figs. 1 a 3

Acaeniotyle umbilicata, págs. 241-242; Est. 1 Fig. 4

Acaeniotyle sp A, págs. 242-243; Est. 1 Fig. 5

Acaeniotyle sp B, pág. 243; Est. 1 Fig. 6

Acaeniotyle sp C, págs. 243-244; Est. 1 Fig. 7

Acaeniotyle sp D, pág. 244; Est. 1 Fig. 8

Acaeniotyle sp E, págs. 244-245; Est. 1 Figs. 9,10

Família **Cavaspongiidae**

Gênero *Cavaspongia*

Cavaspongia antelopensis, pág. 245; Est. 1 Fig. 11

Cavaspongia sp A, pág. 246; Est. 1 Fig. 12

Cavaspongia sp B, pág. 246; Est. 1 Figs. 13,14

Cavaspongia sp C, pág. 247; Est. 1 Fig. 15

Cavaspongia sp D, pág. 247; Est. 1 Fig. 16

Cavaspongia sp E, pág. 248; Est. 1 Figs. 17,18

Cavaspongia sp F, pág. 248; Est. 1 Fig. 19

Gênero *Dumitricaia*

Dumitricaia sp A, págs. 248-249; Est. 2 Fig. 1

Família **Actinommidae**

Gênero *Sphaerostylus*

Sphaerostylus sp A, pág. 249; Est. 2 Figs. 2,3

Sphaerostylus sp B, págs. 249-250; Est. 2 Fig. 4

Sphaerostylus sp C, pág. 250; Est. 2 Fig. 5

Sphaerostylus sp D, pág. 250; Est. 2 Fig. 6

Família **Conocaryommidae**

Gênero *Praeconocaryomma*

Praeconocaryomma universa, pág. 251; Est. 2 Figs. 7,8

Praeconocaryomma sp A, pág. 251; Est. 2 Fig. 9

Família **Hagiastridae**

Gênero *Crucella* Pessagno

Crucella? Cachensis, pág. 252; Est. 2 Fig. 10

Crucella sp A, págs. 252-253; Est. 2 Fig. 11

Crucella sp B, pág. 253; Est. 2 Figs. 12,13

Crucella sp C, págs. 253-254; Est. 2 Fig. 14

Crucella sp D, pág. 254; Est. 2 Fig. 15

Crucella sp E, págs. 254-255; Est. 2 Fig. 16

Crucella sp F, pág. 255; Est. 2 Figs. 17,18

Crucella sp G, págs. 255-256; Est. 2 Figs. 19,20

Gênero *Pseudocrucella*

Pseudocrucella sp A, pág. 256; Est. 3 Fig. 1

Gênero *Orbiculiforma*

Orbiculiforma vacaensis; pág. 256-257; Est. 3 Fig. 2

Orbiculiforma quadrata, pág. 257; Est. 3 Figs. 3 a 6

Orbiculiforma multa, pág. 258; Est. 3 Figs. 7 a10

Orbiculiforma maxima, págs. 258-259; Est. 3 Figs. 11 a 12

Orbiculiforma sp A, págs. 259-260; Est. 3 Fig. 13

Orbiculiforma sp B, pág. 260; Est. 3 Fig. 14

Orbiculiforma sp C, págs. 260-261; Est. 3 Figs. 15,16

Orbiculiforma sp D, pág. 261; Est. 3 Fig. 17

Orbiculiforma sp E, pág. 261; Est. 3 Fig. 18

Orbiculiforma sp F, pág. 262; Est. 4 Fig. 1

Orbiculiforma sp G, pág. 262; Est. 4 Fig. 2

Orbiculiforma sp H, pág. 263; Est. 4 Fig. 3

Orbiculiforma sp I, pág. 263; Est. 4 Fig. 4,5

Orbiculiforma sp J, pág. 264; Est. 4 Fig. 6,7

Orbiculiforma sp K, pág. 264; Est. 4 Fig. 8,9

Orbiculiforma sp L, págs. 264-265; Est. 4 Fig. 10

Orbiculiforma sp M, pág. 265; Est. 4 Fig. 11

Orbiculiforma sp N, págs. 265-266; Est. 4 Fig. 12,13

Orbiculiforma sp O, pág. 266; Est. 4 Fig. 14

Orbiculiforma sp P, pág. 266; Est. 4 Fig. 15

Orbiculiforma sp Q, pág. 266-267; Est. 4 Fig. 16

Orbiculiforma sp R, pág. 267; Est. 4 Figs. 17 a 19

Orbiculiforma sp S, pág. 267; Est. 4 Figs. 20 a 21

Orbiculiforma sp T, pág. 268; Est. 5 Fig. 1,2

Orbiculiforma sp U, pág. 268; Est. 5 Fig. 3

Subsuperfamília **Patulibraechiilae**

Família **Angulobracchiidae**

Gênero *Angulobracchia*

Angulobracchia sp A, págs. 268-269; Est. 5 Figs. 4,5

Angulobracchia sp B, pág. 269; Est. 5 Fig. 6

Angulobracchia sp C, págs. 269-270; Est. 5 Fig. 7

Família **Patulibracchiidae**

Gênero *Amphibrachium*

Amphibrachium sp A, pág. 270; Est. 5 Figs. 8,9

Amphibrachium sp B, págs. 270-271; Est. 5 Figs. 10,11

Amphibrachium sp C, pág. 271; Est. 5 Figs. 12,13

Amphibrachium sp D, págs. 271-272; Est. 5 Figs. 14

Amphibrachium sp E, pág. 272; Est. 5 Fig. 15

Amphibrachium sp F, pág. 272; Est. 5 Figs. 16,17

Amphibrachium sp G, pág. 273; Est. 6 Figs. 1,2

Amphibrachium sp H, pág. 273; Est. 6 Figs. 3,4

Amphibrachium sp I, págs. 273-274; Est. 6 Figs. 5,6

Amphibrachium sp J, pág. 274; Est. 6 Fig. 7

Família **Pseudoaulophacidae**

Gênero *Alievium*

Alievium superbum, págs. 275-276; Est. 6 Figs. 8,9

Alievium sp A, pág. 276; Est. 6 Figs. 10

- Alievium* sp B, pág. 276; Est. 6 Figs. 11
Alievium sp C, pág. 277; Est. 6 Figs. 12,13
Alievium sp D, pág. 277; Est. 6 Figs. 14,15
Alievium sp E, pág. 278; Est. 6 Fig. 16
Alievium sp F, pág. 278; Est. 6 Fig. 17
Alievium sp G, págs. 278-279; Est. 7 Fig. 1

Gênero *Pseudoaulophacus*

- Pseudoaulophacus sulcatus*, *Alievium* sp F, pág. 279; Est. 7 Fig. 2 a 10
Pseudoaulophacus escavatus, *Alievium* sp F, pág. 280; Est. 7 Fig. 11 a 13
Pseudoaulophacus floresensis, pág. 280-281; Est. 7 Figs. 14 a 15
Pseudoaulophacus sp A, pág. 281; Est. 7 Fig. 16
Pseudoaulophacus sp B, pág. 281; Est. 7 Fig. 17
Pseudoaulophacus sp C, pág. 282; Est. 8 Figs. 1,2
Pseudoaulophacus sp D, pág. 282; Est. 8 Figs. 3,4
Pseudoaulophacus sp E, pág. 283; Est. 8 Figs. 5
Pseudoaulophacus sp F, pág. 283; Est. 8 Figs. 6,7

Subsuperfamília **Larnacillilae**

Família **Larnacillidae**

Subfamília **Histiastriinae**

Gênero *Histiastrum*

- Histiastrum latum*, págs. 283-284; Est. 8 Figs. 8,9,10,11,12,17
Histiastrum membraniferum, pág. 284; Est. 8 Figs. 13,14,15
Histiastrum sp A, pág. 285; Est. 8 Fig. 16
Histiastrum sp B, pág. 285; Est. 9 Fig. 1
Histiastrum sp C, pág. 286; Est. 9 Fig. 2
Histiastrum sp D, pág. 286; Est. 9 Fig. 3
Histiastrum sp E, pág. 287; Est. 9 Fig. 4
Histiastrum sp F, pág. 287; Est. 9 Figs. 5 a 6
Histiastrum sp G, págs. 287-288; Est. 9 Fig. 7
Histiastrum sp H, pág. 288; Est. 9 Fig. 8

Histiastrum sp I, págs. 288-289; Est. 9 Fig. 9

Histiastrum sp J, pág. 289; Est. 9 Fig. 10

Histiastrum sp K, págs. 289-290; Est. 9 Figs. 11

Histiastrum sp L, pág. 290; Est. 9 Fig. 12

Superfamília **Spongodiscacea**

Família **Spongodiscidae**

Gênero *Spongodiscus*

Spongodiscus multus, págs. 290-291; Est. 9 Figs. 13

Spongodiscus americanus, págs. 291-292; Est. 9 Figs. 14,15

Spongodiscus sp A, pág. 292; Est. 9 Fig. 16

Gênero *Stylodictya*

Stylodictya sp A, págs. 292-293; Est. 10 Figs. 1,2

Stylodictya sp B, pág. 293; Est. 10 Figs. 3,4

Stylodictya sp C, pág. 293; Est. 10 Figs. 5,6

Stylodictya sp D, pág. 294; Est. 10 Fig. 7

Gênero *Euchitonia*

Euchitonia Santonica, pág. 294; Est. 10 Figs. 8 a 10

Euchitonia triradiata, pág. 295; Est. 10 Figs. 11,12

Euchitonia sp A, pág. 295-296; Est. 10 Figs. 13,14

Euchitonia sp B, pág. 296; Est. 10 Figs. 15,16

Euchitonia sp C, pág. 296; Est. 10 Figs. 17,18

Euchitonia sp D, pág. 297; Est. 11 Fig. 1

Gênero *Tholodiscus*

Tholodiscus sp A, pág. 297; Est. 11 Figs. 2,3

Tholodiscus sp B, pág. 298; Est. 19 Figs. 14,15

Superfamília **Sponguracea**

Família **Archaeospongoprunidae**

Gênero *Archaeospongoprunum*

Archaeospongoprunum nischyamae, págs. 298-299; Est. 11 Figs. 4,5

Archaeospongoprunum sp A, pág. 299; Est. 11 Figs. 6,7

Archaeospongoprunum sp B, pág. 299; Est. 11 Figs. 8,9

Archaeospongoprunum sp C, pág. 300; Est. 11 Figs. 10,11

Família **Litheliidae**

Gênero *Cromyodruppa*

Cromyodruppa concêntrica, págs. 300-301; Est. 11 Figs. 12,13

Família **Pyramispongiidae**

Gênero *Pyramispongia*

Pyramispongia glascocksensis, págs. 301-302; Est. 11 Figs. 14,15

Pyramispongia sp A, pág. 302; Est. 11 Figs. 16,17

Pyramispongia sp B, pág. 302-303; Est. 12 Figs. 1 a 3

Família **Porodiscidae**

Gênero *Hexinastrum*

Hexinastrum cretaceum, pág. 303; Est. 12 Figs. 4 a 6

Hexinastrum sp A, pág. 304; Est. 12 Figs. 7,8

Hexinastrum sp B, pág. 304-305; Est. 12 Figs. 9,10

Hexinastrum sp C, pág. 305; Est. 12 Figs. 11,12

Hexinastrum sp D, pág. 305-306; Est. 12 Fig. 13

Família **Sponguridae**

Gênero *Patellulla*

Patellulla sp A, pág. 306; Est. 12 Figs. 14,15

Gênero *Foremanella*

Foremanella sp A, pág. 306-307; Est. 12 Figs. 16

ORDEM NASSELLARIA

Família **Cannobotryidae**

Gênero *Rhopalosyringium*

Rhopalosyringium sp A, pág. 307; Est. 13 Fig. 1

Rhopalosyringium sp B, pág. 307-308; Est. 13 Figs. 2,3

Rhopalosyringium sp C, pág. 308; Est. 13 Fig. 4

Rhopalosyringium sp D, pág. 308-309; Est. 13 Fig. 5

Família **Williriedellidae**

Gênero *Williriedelum*

Williriedelum sp A, pág. 309; Est. 13 Fig. 6

Williriedelum sp B, págs. 309-310; Est. 13 Figs. 7,8

Gênero *Cryptamphorella*

Cryptamphorella conara, págs. 310-311; Est. 13 Figs. 9 a 15

Cryptamphorella sp A, pág. 311; Est. 13 Figs. 16-17

Cryptamphorella sp B, pág. 312; Est. 14 Figs. 1,2

Cryptamphorella sp C, pág. 312; Est. 14 Figs. 3 a 5

Cryptamphorella sp D, pág. 313; Est. 14 Fig. 6

Gênero *Holocryptocanium*

Holocryptocanium barbui, págs. 313-314; Est. 14 Figs. 7 a 9

Família **Artostrobiidae**

Gênero *Theocampe*

Theocampe sp A, págs. 314-315; Est. 14 Fig. 10

Theocampe sp B, pág. 315; Est. 14 Figs. 11,12

Theocampe sp C, pág. 315; Est. 14 Figs. 13,14

Theocampe sp D, pág. 316; Est. 14 Figs. 15,16

Theocampe sp E, pág. 316; Est. 14 Fig. 17

Theocampe sp F, págs. 316-317; Est. 14 Fig. 18

Theocampe sp G, pág. 317; Est. 15 Fig. 1

Gênero *Botryostrobos*

Botryostrobos sp A, págs. 317-318; Est. 15 Fig. 2

Botryostrobos sp B, pág. 318; Est. 15 Fig. 3

Família **Carpocaniidae**

Gênero *Theocapsomma*

Theocapsomma sp A, págs. 318-319; Est. 15 Figs. 4 a 8

Superfamília **Archaeodictyomitricea**

Família **Archaeodictyomitridae**

Gênero *Archaeodictyomitra*

Archaeodictyomitra pseudocalaris, págs. 319-320; Est. 15 Figs. 9,10

Archaeodictyomitra vulgaris, págs. 320-321; Est. 15 Figs. 11,12

Archaeodictyomitra sp A, pág. 321; Est. 15 Figs. 13,14

Archaeodictyomitra sp B, págs. 321-322; Est. 15 Fig. 15

Archaeodictyomitra sp C, pág. 322; Est. 15 Fig. 17

Gênero *Mita*

Mita gracilis, págs. 322-323; Est. 16 Fig. 1 a 3

Mita sp A, pág. 323; Est. 16 Fig. 4

Mita sp B, pág. 324; Est. 16 Fig. 5

Gênero *Dictyomitra*

Dictyomitra multicostata, págs. 324-325; Est. 16 Figs. 7 a 15

Dictyomitra densicostata, pág. 325; Est. 16 Figs. 16,17

Dictyomitra sp A, pág. 326; Est. 17 Figs. 1 a 2

Dictyomitra sp B, pág. 326; Est. 17 Figs. 3 a 4

Dictyomitra sp C, pág. 327; Est. 17 Figs. 5 a 6

Dictyomitra sp D, pág. 327; Est. 17 Figs. 7 a 8

Dictyomitra sp E, pág. 328; Est. 17 Figs. 9 a 10

Dictyomitra sp F, pág. 328; Est. 17 Figs. 11 a 12

Dictyomitra sp G, pág. 329; Est. 17 Figs. 13 a 14

Dictyomitra sp H, pág. 329; Est. 17 Fig. 15

Dictyomitra sp I, pág. 329-330; Est. 17 Fig. 16

Dictyomitra sp J, pág. 330; Est. 17 Fig. 17

Dictyomitra sp K, pág. 330-331; Est. 17 Fig. 18

Gênero *Thanarla*

Thanarla sp A, pág. 331; Est. 18 Figs. 1 a 3

Thanarla sp B, pág. 331-332; Est. 18 Figs. 4

Thanarla sp C, pág. 332; Est. 18 Fig. 5

Superfamília **Amphipyndacea**

Família **Amphipyndacidae**

Gênero *Amphipyndax*

- Amphipyndax mediocris*, pág. 333; Est. 18 Figs. 6,7
Amphipyndax pseudoconulus, pág. 333-334-335; Est. 18 Fig. 8
Amphipyndax sp A, pág. 335; Est. 18 Fig. 9
Amphipyndax sp B, pág. 335-336; Est. 18 Figs. 10,11
Amphipyndax sp C, pág. 336; Est. 18 Figs. 12,13
Amphipyndax sp D, pág. 336-337; Est. 18 Figs. 14-15
Amphipyndax sp E, pág. 337; Est. 18 Figs. 16-17
Amphipyndax sp F, págs. 337-338; Est. 19 Figs. 1,2
Amphipyndax sp G, pág. 338; Est. 19 Figs. 3,4
Amphipyndax sp H, págs. 338-339; Est. 19 Figs. 5,6
Amphipyndax sp I, pág. 339; Est. 19 Fig. 7
Amphipyndax sp J, págs. 339-340; Est. 19 Fig. 8
Amphipyndax sp K, pág. 340; Est. 19 Fig. 9
Amphipyndax sp L, pág. 340; Est. 19 Figs. 10
Amphipyndax sp M, pág. 341; Est. 19 Fig. 11
Amphipyndax sp N, pág. 341; Est. 19 Fig. 12
Amphipyndax sp O, pág. 341-342; Est. 19 Fig. 13

Família **Spongocapsulidae**

Gênero *Obesacapsula*

- Obesacapsula somphedia*, pág. 342-343; Est. 19 Fig. 16

Superfamília **Eucyrtidiacea**

Família **Pseudodictyomitridae**

Gênero *Pseudodictyomitra*

- Pseudodictyomitra pseudomacrocephala*, págs. 343-344; Est. 20 Figs. 1 a 3
Pseudodictyomitra sp A, págs. 344-345; Est. 20 Figs. 4,5
Pseudodictyomitra sp B, pág. 345; Est. 20 Fig. 6

Família **Xitidae**

Gênero *Xitus*

Xitus spicularis, págs. 345-346; Est. 20 Figs. 7 a 8

Xitus sp A, págs. 346-347; Est. 20 Figs. 9 a 10

Xitus sp B, pág. 347; Est. 20 Figs. 11,12

Xitus sp C, pág. 347; Est. 20 Figs. 13,14

Xitus sp D, pág. 348; Est. 20 Figs. 15,16

Xitus sp E, pág. 348; Est. 20 Fig. 17

Xitus sp F, pág. 349; Est. 20 Fig. 18

Xitus sp G, pág. 349; Est. 21 Fig. 1

Xitus sp H, pág. 350; Est. 21 Fig. 2

Xitus sp I, pág. 350; Est. 21 Fig. 3

Xitus sp J, pág. 350-351; Est. 21 Fig. 4

Família **Eucyrtidiidae**

Gênero *Eucyrtidium*

Eucyrtidium sp A, pág. 351; Est. 21 Fig. 5

Eucyrtidium sp B, págs. 351-352; Est. 21 Fig. 6

Eucyrtidium sp C, pág. 352; Est. 21 Figs. 7,8

Eucyrtidium sp D, págs. 352-353; Est. 21 Fig. 9

Eucyrtidium sp E, pág. 353; Est. 21 Fig. 10

Gênero *Solenotryma*

Solenotryma dacryodes, págs. 353-354; Est. 21 Fig. 11

Gênero *Stichomitra*

Stichomitra sp A, págs. 354-355; Est. 21 Figs. 12,13

Stichomitra sp B, pág. 355; Est. 21 Figs. 14,15

Stichomitra sp C, págs. 355-356; Est. 21 Figs. 16,17

Stichomitra sp D, pág. 356; Est. 22 Fig. 1

ORDEM ENTACTINARIA

Família **Hexastylidae**

Gênero *Hexastylus*

Hexastylus sp A, pág. 356-357; Est. 22 Fig. 2

8.3 Descrição Taxonômica

Os exemplares triados e analisados foram listados, seguindo as regras da sistemática paleontológica. Todos os *táxons* possuem uma descrição geral, além de outras características tais como: dimensões referentes ao diâmetro do esqueleto, espinhos ou barras, localização e quantidade de espécimens, distribuição estratigráfica e preservação. Tais informações têm por objetivo facilitar a análise do material encontrado, possibilitando futuros estudos sistemáticos mais aprofundados.

Classe ACTINOPODA Calkins, 1909

Subclasse RADIOLÁRIA Muller, 1858

Superordem POLYCYSTINA Ehrenberg, 1838 *emend*, Riedel 1967

8.3.1 Ordem SPUMELLARIA Ehrenberg, 1875 *emend*, De Wever et al., 2001

8.3.1.1 Família Parvivaccidae Pessagno & Yang 1989, *emend*, De Wever *et al.* Haeckel 1887

Subfamília **Acaeniotylinae** Yang 1993

Gênero: *Acaeniotyle* Foreman 1973

Acaeniotyle diaphorogona Foreman 1973

(Est. 1 Figs. 1 a 3)

1973 *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman, 1973, p. 258, pl.2. figs. 2-5

1973b *Acaeniotyle* sp. aff. *a. diaphorogona* Foreman, Foreman: pl.2, figs. 6,7, pl.16, fig.16.

1973b *Acaeniotyle tribulosa* Foreman, Foreman: p.258, pl.2, fig.8.

1975 *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman, Foreman: p.607, pl. 2F, figs. 1-5.

1977 *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman, Muzavor: p.34, pl.1, fig.1.

1977 *Acaeniotyle tribulosa* Foreman, Muzavor: p.36, pl.1, fig.2.

1977 *Acaeniotyle* sp. A Pessagno, Pessagno: p.78, pl.6, figs.12, 13.

1979 *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman, Nakaseko *et al.*: p.21, pl.4, fig.9.

1979 *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman, Kozlova in Basov *et al.*: fig. 4.

1981 *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman, Schaaf: p.431, pl. 15. fig.2.

1981 *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman, Mizutani: p.175, pl.6, figs. 1,2.

1981 *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman, Nakaseko & Nishimura: p.141, pl.1, fig. 12.

1981 *Acaeniotyle gedronta* Empson-Morin, Empson-Morin: p.261, pl.3, figs. 6,7.

1985 *Acaeniotyle diaphorogona* Foreman, Sanfilippo & Riedel: p.586-587, figs. 4.1 a,b.

Material: 12 espécimens.

Dimensões: 120µm de diâmetro da concha cortical.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A níveis 21-11.

Descrição: Os exemplares apresentam uma concha cortical subesférica com 3 espinhos. Estes se encontram distribuídos ao longo da superfície do esqueleto. Os espinhos são longos, no entanto no material estes se mostram quebrados. A superfície do esqueleto é pronunciadamente tuberculada com poros abertos subcirculares espaçados.

Preservação: O material se encontra piritizado, apresentando um grau de preservação moderada.

Distribuição Estratigráfica: Segundo Sanfilippo & Riedel (1985) a distribuição estratigráfica da espécie é do Titoniano ao Albiano se estendendo ao Campaniano se incluída a espécie *Acaeniotyle gedronta*.

- Plataforma Russa
- Mediterrâneo

Albiano superior-Poço 1 MAS 4A ao Cenomaniano inferior

Acaeniotyle umbilicata Foreman 1973b

(Est. 1 Fig. 4)

1898 *Xiphosphaera umbilicata* Rust, Rust: p.7, pl.1, fig. 9.

1898 *Xiphostylus moriformis* Rust, Rust: p.7, pl.1, fig. 10.

1903 [?] *Xiphosphaera fossilis* Squinabol, Squinabol: p.110, pl.8, fig. 14.

1927 *Xiphosphaera tuberosa* Tan Sin Hok, Tan Sin Hok: p.35, pl.5, fig. 8.

1969 *Xiphosphaera umbilicata* Rust, Lozynyak: p.32, pl.1, figs. 1-3.

1969 *Spumellariinid Pessagno*, Pessagno: p.610, pl.4, fig. N.

1973a *Xiphosphaera umbilicata* Rust, Dumitrica: p.832, pl.1, fig.1.

1973b *Acaeniotyle umbilicata* (Rust)-Foreman, Foreman: p.258, pl.1, figs. 12-14, 16.

1974 *Xiphosphaera umbilicata* Rust, Renz: p.799, pl.2, figs 9-12, pl.9, fig. 21.

1975 *Acaeniotyle umbilicata* (Rust)-Foreman, Foreman: p. 607, pl. 2E, figs. 14-17, pl. 3, fig. 3.

1977 *Acaeniotyle umbilicata* (Rust)-Foreman, Muzavor: p. 36, pl.1, fig.3.

1978 *Acaeniotyle umbilicata* (Rust)-Foreman, Foreman: p. 840.

- 1979 *Acaeniotyle umbilicata* (Rust)-Foreman, Kozlova in Basov *et al.* : fig.4.
 1980 *Acaeniotyle umbilicata* (Rust)-Foreman, Baumgartner *et al.*: p. 48, pl.2, fig. 8.
 1981 *Acaeniotyle umbilicata* (Rust)-Foreman, Schaaf: p. 431, pl.6, fig.11, pl.15, figs. 3 a,b.
 1981 *Acaeniotyle umbilicata* (Rust)-Foreman, Kocher: p. 51, pl.12, fig.1.
 1981 *Acaeniotyle umbilicata* (Rust)-Foreman, Nakaseko & Nishimura: p.141, pl.1, fig.7, pl.14,
 fig.2.
 1985 *Acaeniotyle umbilicata* (Rust)-Foreman, Sanfilippo & Riedel: p. 587, figs 4, 2 a-d.
 1998 *Acaeniotyle umbilicata* (Rust)-Foreman, Erbacher: p.368, pl.2, fig.19.

Material: Dois espécimes.

Dimensões: 130µm de diâmetro equatorial do esqueleto. Não foi possível medir o comprimento dos espinhos devido o exemplar estar quebrado.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 30.

Descrição: Esqueleto aproximadamente esférico, apresentando uma superfície pronunciadamente tuberculada com poros pequenos circulares e subcirculares espaçados. A concha cortical se apresenta subesférica com dois grandes espinhos aproximadamente facetados e na superfície dos polos. Difere do *Acaeniotyle Diaphorogona* por possuir dois espinhos grandes trifacetados.

Preservação: O material se encontra piritizado, apresentando um grau de preservação de moderada a pobre. No entanto é bem visível seu espinho polar, o mesmo possui índices de pirita framboidal em sua superfície.

Distribuição Estratigráfica: Segundo Sanfilippo & Riedel (1985) definem a Zona *Acaeniotyle umbilicata* do Titoniano ao Albiano Foreman 1973b

- Oceano Indico
- Noroeste e Sudeste do Atlântico
- Noroeste do Pacífico
- Europa meridional
- Japão

Albiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Acaeniotyle sp A

(Est. 1 Fig. 5)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 120µm de comprimento nas porções polares e 80µm de diâmetro na porção equatorial.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 29.

Descrição: O esqueleto apresenta forma subcircular a elipsoidal. A superfície deste, esta muito alterada o que não permite observar suas aberturas. O exemplar possui dois espinhos distribuídos em ambos os polos. Espinhos grandes e trifacetados, no exemplar estes se encontram em parte quebrados. Nota-se que um dos espinhos se apresenta de espessura e comprimento menor. Este espinho menor apresenta uma pequena curvatura.

Preservação: O material se encontra piritizado, apresentando um pobre grau de preservação. No entanto são visíveis seus dois grandes espinhos polares trifacetados. Distribuição Estratigráfica:

Segundo Sanfilippo & Riedel (1985) definem a Zona

Albiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Acaeniotyle sp B

(Est. 1 Fig. 6)

Material: Um espécimen.

Dimensões: O diâmetro do esqueleto esta em torno de 140µm. Não foi possível medir o comprimento dos espinhos pelos mesmos se apresentarem quebrados.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 16.

Descrição: O esqueleto apresenta uma superfície pronunciadamente tuberculada com poros abertos circulares a subcirculares. Difere de *Acaeniotyle diaphorogona* por seus dois espinhos estarem em posição mais proximal que os demais exemplares. Os espinhos apesar de quebrados sugerem uma maior dimensão que os exemplares anteriores.

Preservação: O material se encontra piritizado, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano superior-Poço 1 MAS 4A

Acaeniotyle sp C

(Est. 1 Fig. 7)

Material: Um espécime.

Dimensões: O esqueleto apresenta um diâmetro equatorial em torno 120µm.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: O esqueleto aproximadamente subsférico apresenta uma superfície pronunciadamente tuberculada com poros circulares. O exemplar mostra possíveis três espinhos. Estes espinhos se encontram quebrados dificultando uma melhor identificação do exemplar.

Preservação: O material se encontra piritizado, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Acaeniotyle sp D

(Est. 1 Fig. 8)

Material: Um espécimen.

Dimensões: O esqueleto apresenta um diâmetro equatorial em torno de 100µm.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: O esqueleto subsférico apresentando uma superfície com poros de aberturas irregulares. Este mostra três grandes espinhos trifacetados, distribuídos em distâncias iguais. O Exemplar difere dos demais pelo diâmetro e comprimento dos seus espinhos

Preservação: O material se encontra substituído por pirita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Acaeniotyle sp E

(Est. 1 Figs. 9,10)

Material: Nove espécimens.

Dimensões: O esqueleto apresenta um diâmetro equatorial em torno de 120µm.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto esférico apresentando uma superfície com poros de aberturas irregulares. A Fig 10 Est.1, mostra com detalhe as características das aberturas do exemplar. O esqueleto possui ainda dois grandes espinhos nos polos, que apesar de quebrados sugerem serem estes

protuberantes. Este exemplar difere dos demais pelas características morfológicas discutidas anteriormente.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

8.3.1.2 Família *Cavaspongiidae* Pessagno 1973

Gênero: *Cavaspongia* Pessagno 1973

Cavaspongia antelopensis Pessagno 1973

(Est. 1 Fig.11)

1973 *Cavaspongia antelopensis* Pessagno, Pessagno: p.76-77, pl.18, fig. 46, pl.19, fig.1.

1976 *Cavaspongia antelopensis* Pessagno, Pessagno: p.37, pl.4, fig.4.

1986 *Cavaspongia antelopensis* Pessagno, Schaaf & Thomas: p.,1597, pl.2, fig. F.

1986 *Cavaspongia antelopensis* Pessagno, Thurow & Kuhnt: pl.9, fig.3.

1991 *Cavaspongia antelopensis* Pessagno, Gorka: p.40-42, pl.2, fig. 9.

1995 *Cavaspongia antelopensis* Pessagno, Gorka: p.346-347, pl. III, figs. 1-3, 6-12, pl. IV, fig.14.

Material: Cinco espécimens.

Dimensões: 140µm relacionado ao comprimento dos braços, 110µm de diâmetro equatorial.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A níveis 19-18, 1 MAS 16 nível 2.

Descrição: Esqueleto com braços alongados em diagonal há uma variação na concavidade dos lados.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita framboidal, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Turoniano-Coniaciano Pessagno 1973

- Califórnia
- Região do Tétis
- Polônia, Gorka 1995

Albiano superior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Cavaspongia sp A

(Est. 1 Fig. 12)

Material: Nove espécimens.

Dimensões: 140µm comprimento dos braços e 100µm de diâmetro na porção equatorial do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 19, 1 MAS 15 nível 9.

Descrição: Esqueleto apresentando braços alongados em diagonal, no entanto difere do anterior por sua forma se aproximar de uma estrutura triangular e se apresentam sem concavidade entre os braços.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita framboidal, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano - Poço 1 MAS 15

Cavaspongia sp B

(Est.1 Figs. 13,14)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 120µm de diâmetro equatorial e 80µm de comprimento entre os braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 30.

Descrição: Esqueleto com braços alongados em diagonal. O exemplar apresenta as extremidades arredondadas. Este apresenta uma maior concavidade entre os braços. No entanto um dos lados apresenta-se retilíneo, (Fig. 13. Est. 1). Material semi-esponjoso, com pequenas aberturas, os exemplares se encontram quebrados e substituídos por pirita.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita framboidal, apresentando um grau de preservação moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 3A

Cavaspongia sp C

(Est. 1 Fig. 15)

Material: 36 espécimens.

Dimensões: 120µm de comprimento entre os braços e 100µm de diâmetro na porção equatorial do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A níveis 18-14, 1 MAS 1 nível 27.

Descrição: Esqueleto com braços alongados em diagonal. Os braços se afinam nas extremidades. O exemplar se apresenta quebrado em uma das extremidades.

Preservação: Material esponjoso substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano inferior a médio - Poço 1 MAS 1

Cavaspongia sp D

(Est. 1 Fig. 16)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 120µm entre os braços e 100µm na porção equatorial do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 16 nível 5.

Descrição: Esqueleto com braços alongados em diagonal, com um dos lados apresentando forte concavidade entre os braços. Imagem ao microscópio óptico mostra um material esponjoso calcitizado.

Preservação: Material esponjoso substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano superior - Poço 1 MAS 16

Cavaspongia sp E

(Est.1 Figs. 17,18)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 130µm de comprimento entre os braços e 110µm na porção equatorial do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 34 a 15.

Descrição: Esqueleto com braços alongados em diagonal. No entanto o exemplar apresenta dois braços levemente curvados nas extremidades. A imagem da microscopia óptica revela aberturas subcirculares a circulares na superfície do esqueleto.

Preservação: Material esponjoso possivelmente substituído para calcita ou zeolita, apresentando um grau de preservação de pobre a moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

Cavaspongia sp F

(Est. 1 Fig. 19)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: As mesmas variam entre 110µm e 140µm de comprimento entre os braços e 110µm na porção equatorial do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 1 níveis 30-27.

Descrição: Esqueleto igualmente com braços alongados em diagonal. Este apresenta os braços de tamanhos distintos, alterando a forma geral do esqueleto.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior a médio - Poço 1 MAS 1

Gênero *Dumitricaia* Pessagno 1976

Dumitricaia sp A

(Est. 2 Fig.1)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 130µm na direção do eixo longitudinal em torno do esqueleto e 105µm na porção meridional.

Ocorrência: Poços 1 MAS 1 nível 27.

Descrição: Esqueleto lenticular apresentando forma subtriangular com uma protuberância esférica bem visível em sua superfície. Esqueleto mal preservado o que não permitiu sua classificação a nível específico.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 1

8.3.1.3 Família *Actinommidae* Haeckel 1862

Gênero: *Sphaerostylus* Haeckel 1881

Sphaerostylus sp A

(Est. 2 Figs. 2,3)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 50µm na direção do eixo transversal e 140µm de comprimento no eixo longitudinal.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 25.

Descrição: Esqueleto esférico a elipsoidal, apresentando dois fortes espinhos polares. Um espinho polar usualmente menor que o outro. Apenas um espinho se encontra visível os demais espinhos se encontram quebrados, nota-se que este deveria ter quatro espinhos opostos

Preservação: Esqueleto calcitizado apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Sphaerostylus sp B

(Est. 2 Fig. 4)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 120µm ao longo dos eixos longitudinais e transversais.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto subesférico apresentando quatro espinhos opostos equatorialmente.

Esqueleto apresenta grandes aberturas poligonais

Preservação: Esqueleto se encontra piritizado apresentando um grau de preservação moderado.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A.

Sphaerostylus sp C

(Est. 2 Fig.5)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 110µm ao longo dos eixos longitudinais e transversais.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 15.

Descrição: Esqueleto subesférico apresentando quatro espinhos opostos equatorialmente. Estes se diferenciam do exemplar *Sphaerostylus* sp B por apresentar os espinhos retorcidos em direção as extremidades. Esqueleto com grandes aberturas poligonais, maiores e mais suaves que apresentadas pelo exemplar sp B.

Preservação: Esqueleto se encontra piritizado apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Sphaerostylus sp D

(Est. 2 Fig.6)

Material: Um espécime.

Dimensões: 120µm ao longo dos eixos longitudinais e transversais do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 16.

Descrição: Esqueleto subesférico apresentando quatro espinhos opostos equatorialmente. Os espinhos são longos e não são maciços. Estes se apresentam trifacetados sendo que nas extremidades estes tornam arredondados. O esqueleto apresenta aberturas circulares a subcirculares na superfície.

Preservação: Esqueleto se encontra piritizado apresentando um grau de preservação moderado.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A.

8.3.1.4 Família Conocaryomidae Lipman 1969, emend De Wever et l. 2001

Gênero: *Praeconocaryomma* Pessagno 1976

Praeconocaryomma universa Pessagno 1976

(Est. 2 Figs. 7,8)

1976 *Praeconocaryomma universa* Pessagno, Pessagno: p.42.

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 50µm de diâmetro na porção equatorial do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 14 níveis 38-27.

Descrição: Esqueletos esféricos com numerosas estruturas em forma de tubos lembrando mamas, material mal preservado e fortemente substituído para pirita.

Preservação: Esqueleto se encontra piritizado apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Albiano - Campaniano Pessagno 1976

- Campaniano - Califórnia
- Albiano - Plataforma Russa
- Cenomaniano inferior a médio - Poço 1 MAS 14

Praeconocaryomma sp A

(Est. 2 Fig. 9)

Material: 97 espécimens.

Dimensões: 40µm na de diâmetro na porção equatorial do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A níveis 25-16, 1 MAS 1 níveis 29-26, 1 MAS 12 nível 14.

Descrição: Esqueleto esférico, com tubos apresentando grandes aberturas circulares a subcirculares. Este exemplar se diferencia do *Praeconocaryomma universa* por não possuir tubos em forma de mamas. Outras características importantes são suas grandes e inúmeras aberturas.

Preservação: Esqueleto se encontra piritizado apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Albiano superior - Cenomaniano inferior a médio - poços 1 MAS 4A e 1 MAS 1

- Maastrichtiano inferior - poço 1 MAS 12

8.3.1.5 Família **Hagiastridae** Riedel 1971

Gênero: *Crucella* Pessagno 1971, emend, Baumgartner 1980

Crucella? cachensis Pessagno 1971

(Est. 2 Fig. 10)

1971 *Crucella cachensis* Pessagno, Pessagno: p.53, pl.9, figs. 1-3.

1976 *Crucella cachensis* Pessagno, Pessagno: p.31-32, pl.3, figs. 14,15.

1986 *Crucella cachensis* Pessagno, Thurow & Kunht: p.436, pl.9, figs. 5,6.

1989 *Crucella cachensis* Pessagno, Gorka: p.331, pl. II, figs. 3,4.

1991 *Crucella cachensis* Pessagno, Gorka: p.42, pl.2, figs. 7,8.

1995 *Crucella cachensis* Pessagno, Gorka: P.346, pl. I, figs. 1-11, pl. II, fig.4.

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 140µm na direção diagonal dos braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 15 nível 1.

Descrição: Esqueleto lenticular, com braços alongados em angulo acentuado entre os mesmos. O exemplar se encontra quebrado não se observando os demais braços. Preservação: Esqueleto esponjoso se encontra piritizado apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Turoniano médio Pessagno 1971

- Turoniano médio - Califórnia
- Cenomaniano-Turoniano – Espanha, Marrocos e Itália Thurow & Kunht: 1986
- Campaniano inferior – Polonia Gorka 1995
- Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 15

Crucella sp A

(Est. 2 Fig.11)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 140µm na direção do eixo perpendicular, 180µm ao longo das extremidades dos possíveis braços do esqueleto em sua porção diagonal mais alongada e 130µm ao longo da diagonal menor entre os braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 15-12.

Descrição: Esqueleto lenticular, com aproximadamente quatro braços alongados em diagonal. Estes se encontram quebrados. O exemplar mostra-se com uma estrutura em forma de um paralelepípedo com possíveis espinhos nas extremidades.

Preservação: Esqueleto esponjoso, se encontrando fortemente substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Campaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Crucella sp B

(Est. 2 Figs. 12,13)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 50µm na direção do eixo perpendicular, 210µm ao longo das extremidades na sua porção diagonal mais alongada do esqueleto e 50µm ao longo da diagonal menor entre os braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 22.

Descrição: Esqueleto lenticular, com quatro braços alongados em diagonal, no entanto estes se encontram quebrados. Este se diferencia do *Crucella* sp A por uma característica, que neste material os dois braços se encontram mais alongados. O exemplar apresenta uma certa concavidade entre os braços.

Preservação: Esqueleto esponjoso, se encontrando fortemente substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Crucella sp C

(Est. 2 Fig. 14)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 50µm na direção do eixo perpendicular e 210µm ao longo do comprimento das diagonais dos braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 23.

Descrição: Esqueleto lenticular, com quatro braços em diagonal. No entanto ao contrário do exemplar anterior, o mesmo possui braços com as mesmas dimensões, não havendo deste modo deformação do microfóssil como ocorre nos exemplares *Crucella* sp A e sp B.

Preservação: Esqueleto esponjoso, se encontrando fortemente substituído por pirita framboidal, apresentando um grau de preservação moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Crucella sp D

(Est. 2 Fig. 15)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 110µm na direção do eixo perpendicular, 70µm na direção do eixo menor e 220µm na direção do eixo dos braços mais alongados.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 29: 1 MAS 4A nível 10.

Descrição: Esqueleto lenticular, com possíveis quatro braços alongados, sendo que dois braços mais alongados que os demais. À distância entre os braços apresenta certa concavidade.

Preservação: Esqueleto esponjoso, se encontrando substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Albiano superior-Poço 1 MAS 3A

Crucella sp E

(Est. 2 Fig. 16)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 110µm na direção do eixo perpendicular e 160µm na direção dos eixos perpendiculares dos braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 24.

Descrição: Esqueleto lenticular, com quatro extremidades que podem sugerir braços alongados em diagonal. O exemplar possui entre os braços uma concavidade acentuada o que o diferencia

dos exemplares, *Crucella* sp A a sp D. Uma característica marcante é que este se apresenta sulcado na sua porção meridional.

Preservação: Esqueleto esponjoso, se encontrando substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 4A

Crucella sp F

(Est. 2 Figs. 17,18)

Material: Seis espécimens.

Dimensões: 185µm na direção dos eixos dos braços mais alongados, 100µm na direção do eixo perpendicular do exemplar.

Ocorrência: Poços 1 MAS 1 níveis 27-17, 1 MAS 12 nível 15.

Descrição: Esqueleto lenticular, com quatro braços em diagonal. O esqueleto como um todo tem um formato retangular com possíveis quatro espinhos nas suas extremidades, que se encontram quebrados. A imagem do exemplar no microscópio óptico mostra realmente os contornos côncavos dos possíveis braços.

Preservação: Esqueleto esponjoso, se encontrando substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano médio-superior - Poço 1 MAS 1

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Crucella sp G

(Est. 2 Figs.19, 20)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 200µm em ambas as bases dos braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 15 nível 2.

Descrição: Esqueleto lenticular com possíveis quatro braços em diagonal, apresentando dimensões ângulos de 90°. O exemplar apresenta concavidades acentuadas entre os braços. Estes

se encontram preservados apenas próximos da base já que os espinhos possivelmente não se preservaram. A (Fig. 20 Est.2), mostram as pequenas aberturas apresentadas pelo exemplar.

Preservação: Esqueleto esponjoso, se encontrando substituído por pirita, o material se encontra em geral bem preservado, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano - Poço 1 MAS 15

Gênero *Pseudocrucella* Baumgartner 1980

Pseudocrucella sp A

(Est. 3 Fig.1)

Material: Um espécime.

Dimensões: 300µm na direção do eixo dos braços menores e 370µm na direção do eixo dos braços de maior comprimento.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 23.

Descrição: Esqueleto lenticular com quatro braços alongados, os quais possivelmente possuem finos espinhos em sua extremidade. O esqueleto se assemelhando a uma cruz, sendo que estes apresentam dois braços menores em direção perpendicular aos braços maiores formando um ângulo de 90°.

Preservação: Esqueleto substituído por calcita, apresentando um grau de preservação de pobre a moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Gênero *Orbiculiforma* Pessagno 1973

Orbiculiforma vacaensis Pessagno 1973

(Est.3 Fig. 2)

1973 *Orbiculiforma vacaensis* Pessagno, Pessagno: p.74-75, pl.17, figs. 1-6.

1977 *Orbiculiforma vacaensis* Pessagno, Pessagno: p.37, pl.6, figs. 6,8,9.

1982 *Orbiculiforma vacaensis* Pessagno, Yamauchi: p.394, pl.2, fig.8.

1989 *Orbiculiforma vacaensis* Pessagno, Gorka: p.330, pl.9. figs. 7,10.

1995 *Orbiculiforma vacaensis* Pessagno, Gorka: p.349, pl.V, figs. 1,2.

Material: Nove espécimens.

Dimensões: Em torno de 140µm de diâmetro, o diâmetro na região central em torno de 50µm.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 31-27.

Descrição: Esqueleto de forma discoidal aproximando-se da forma arredondada, material esponjoso mostrando forte depressão na região central. Os exemplares mostram grande variabilidade de dimensões.

Preservação: Esqueleto substituído por calcita, apresentando um grau de preservação de pobre a moderado.

Distribuição Estratigráfica: Turoniano-Coniaciano Pessagno 1973

Coniaciano - Califórnia, Japão Pessagno 1973

Turoniano inferior ao Campaniano- Plataforma Russa- Gorka 1995

Albiano inferior a superior - Poço 1 MAS 3A

Orbiculiforma quadrata Pessagno 1973

(Est. 3 Figs. 3 a 6)

1973 *Orbiculiforma quadrata* Pessagno, Pessagno: p.73.

Material: 13 espécimens.

Dimensões: 70µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 19-12, 1 MAS 12 níveis 15-13.

Descrição: Esqueleto lenticular discoidal com formato subquadrado com possíveis quatro espinhos nas suas extremidades. As espécies mostram alta variabilidade de dimensões com material esponjoso. (Fig. 4 Est.3) do microscópio óptico mostra claramente estes espinhos, os exemplares mostram forte depressão na sua porção central.

Preservação: Os exemplares se acham substituídos por calcita e pirita, apresentando um grau de preservação de pobre a moderado.

Distribuição Estratigráfica: Turoniano-Coniaciano Pessagno 1973

Cenomaniano inferior ao Campaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma multa Kozlova & Gorbovetz 1966

(Est.3 Figs. 7 a10)

1966 *Orbiculiforma multa* Kozlova & Gorbovetz, Kozlova & Gorbovetz: p.89, pl.4. fig. 11.

Material: 17 espécimens.

Dimensões: em média 160µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central.

Ocorrência: Poços 1 MAS 1 nível 21, 1 MAS 14 nível 41.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal com estrutura esponjosa. Disco inflado com anéis concêntricos apresentam uma visível depressão no centro do esqueleto. Exemplos mostram alta variabilidade de dimensões.

Preservação: Os exemplares se acham substituídos por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Turoniano-Campaniano Kozlova & Gorbovetz 1966

- Oeste da Sibéria

- Polônia

- Plataforma Russa

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 14

Orbiculiforma máxima Pessagno 1976

(Est. 3 Figs.11,12)

1976 *Orbiculiforma máxima* Pessagno, Pessagno: p.34-35, pl.1, figs. 14- 16.1987 *Orbiculiforma máxima* Pessagno, Thurow: p.403, pl.5, fig.18.1994 *Orbiculiforma* sp EJ2 Erbacher, Erbacher: p.105.pl.2, figs. 7,8.1994 *Dactylosphaera máxima* (Pessagno) O'Doguerty, O'Doguerty: p. 338-339, pl.63, figs. 5-8.Non 1994 *Orbiculiforma máxima* Pessagno, Erbacher: p.104-105, pl.13, figs. 5,6.1998 *Orbiculiforma máxima* Pessagno, Erbacher: p.370, pl.1, fig. 35.

Material: 45 espécimens.

Dimensões: 160µm de diâmetro e em torno de 60µm de diâmetro na região central.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 22-20, 1 MAS 15 níveis 11-5, 1 MAS 14 nível 40, 1 MAS 16 nível 5

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal. As espécies mostram um esqueleto esponjoso, com forte depressão na região central do esqueleto. A depressão central é bem mais pronunciada que nas demais espécies de *Orbiculiforma*, como mostram as (Figs.11, 12 Est.3). Os esqueletos não são perfeitamente arredondados, estes mostram lados retilíneos, (Fig. 12 Est.3).

Preservação: Os exemplares se acham substituídos por calcita, apresentando um grau de preservação moderado.

Distribuição Estratigráfica: Aptiano-Cenomaniano Pessagno 1976

- Itália Central
- Atlântico Norte
- Califórnia
- Pacífico

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Albiano ao Cenomaniano - Poço 1 MAS 15

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 14

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 16

Orbiculiforma sp A

(Est. 3 Fig. 13)

Material: 50 espécimens.

Dimensões: 190µm de diâmetro e em torno de 60µm de diâmetro na região central.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 30-1, 1 MAS 12 nível 15, 1 MAS 4A níveis 24-16.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal apresentando pequena depressão no centro. As espécies mostram alta variabilidade de dimensões.

Preservação: Material esponjoso, os exemplares se acham substituídos por pirita, apresentando um grau de preservação moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano ao Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Albiano inferior ao Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 4A

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp B

(Est. 3 Fig. 14)

Material: 53 espécimens.

Dimensões: 140µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 31-5, 1 MAS 4A níveis 34-16, 1 MAS 12 níveis 34-15.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal, piritizado em geral mal preservado. O exemplar mostra dimensões distintas daquelas encontradas em outros exemplares do gênero.

Preservação: Material esponjoso, os exemplares se acham substituídos por pirita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano inferior ao Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 4A

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp C

(Est. 3 Figs.15, 16)

Material: 317 espécimens.

Dimensões: 135µm de diâmetro e em torno de 40µm de diâmetro na região central.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 30-12, 1 MAS 4A níveis 20-17, 1 MAS 15 níveis 6-3, 1 MAS 1 níveis 31-25, 1 MAS 14 nível 38, 1 MAS 12 nível 15, 1 MAS 16 nível 38.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal, esponjoso, a depressão central não está muito visível. A diferença dos *Orbiculiforma* sp A, B é que a depressão central não é muito profunda.

Preservação: Material esponjoso, os exemplares se acham substituídos por pirita, apresentando um grau de preservação moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano ao Campaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Albiano superior ao Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano-Poço 1 MAS 15

Cenomaniano inferior a médio - Poço 1 MAS 1

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 14

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Turoniano-Poço 1 MAS 16

Orbiculiforma sp D

(Est. 3 Fig. 17)

Material: 20 espécimens.

Dimensões: 145 μ m de diâmetro e em torno de 40 μ m de diâmetro na região central.

Ocorrência: Poços 1 MAS 12 níveis 18-15.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal apresentando uma leve depressão central.

Os anéis estão visíveis neste exemplar.

Preservação: Material esponjoso, os exemplares se acham substituídos por pirita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp E

(Est.3 Fig. 18)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 135 μ m de diâmetro e em torno de 40 μ m de diâmetro na região central Ocorrência:

Poços 1 MAS 3A nível 19, 1 MAS 15 nível 9.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal. A depressão central não esta visível no exemplar.

Preservação: Material esponjoso, os exemplares se acham substituídos fortemente por pirita framboidal apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano-Poço 1 MAS 15

Orbiculiforma sp F

(Est. 4 Fig.1)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 140µm de diâmetro e em torno de 60µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 22, 1 MAS 12 níveis 18-15.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal, esponjoso fortemente substituído por pirita framboidal, a depressão central apresenta-se visivelmente preenchida por cristais de pirita framboidal. As bordas apresentam um formato irregular.

Preservação: Material esponjoso, os exemplares se acham substituídos fortemente por pirita framboidal apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp G

(Est. 4 Fig.2)

Material: 38 espécimens.

Dimensões: 130µm de diâmetro e em torno de 60µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 30-23, 1 MAS 4A níveis 20-10, 1 MAS 12 níveis 16-12.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal, com forte depressão central preenchido por cristais de pirita.

Preservação: Material esponjoso, os exemplares se acham substituídos fortemente por pirita framboidal apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Albiano superior ao Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp H

(Est. 4 Fig.3)

Material: 12 espécimens.

Dimensões: 125µm de diâmetro e em torno de 35µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 29-24, 1 MAS 12 níveis 17-10.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal, bem preservado é possível observar-se à estrutura do esqueleto. A depressão central se encontra preservada, no entanto é pouco proeminente. O exemplar apresenta aberturas circulares a subcirculares.

Preservação: Material esponjoso, os exemplares se acham substituídos fortemente por pirita apresentando um grau de preservação de bom a moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano inferior a superior - Poço 1 MAS 3A

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp I

(Est.4 Figs.4, 5)

Material: 50 espécimens.

Dimensões: 200µm de diâmetro e em torno de 35µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 30-16, 1 MAS 12 níveis 17-12.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal. O exemplar apresenta inúmeras aberturas circulares a subcirculares.

Preservação: Material esponjoso, bem preservado, os exemplares se acham substituídos fortemente por pirita com pequenos cristais de pirita framboidal na superfície do esqueleto apresentando um grau de preservação de bom a moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano inferior a superior - Poço 1 MAS 3A

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp J

(Est. 4 Figs. 6,7)

Material: 23 espécimens.

Dimensões: 200µm de diâmetro e em torno de 60µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 16-12, 1 MAS 4A níveis 13-11.

Descrição: Esqueleto lenticular discoidal. Esqueleto apresentando as bordas com formato irregular, material silicoso. A (Fig.7 Est. 4) do microscópio óptico evidencia a forte depressão central do exemplar.

Preservação: Material esponjoso, bem preservado, os exemplares se acham substituídos por sílica apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp K

(Est. 4 Figs. 8,9)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 200µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto lenticular discoidal apresentando uma estrutura esponjosa. A imagem do MEV evidencia a depressão central do esqueleto.

Preservação: Material mal preservado silicoso, talvez recristalizado para opala CT, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Orbiculiforma sp L

(Est. 4 Fig.10)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 180µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 16.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal. A imagem do óptico mostra a pequena depressão central.

Preservação: Material substituído para calcita, mal preservado, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4 A

Orbiculiforma sp M

(Est. 4 Fig. 11)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 210µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 12-15.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal composto por material esponjoso silicificado com grande depressão na área central do esqueleto o exemplar de um modo geral se encontra mal preservado.

Preservação: Material silicificado, talvez para opala CT, apresentando um grau de preservação de moderada a pobre.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp N

(Est. 4 Figs. 12,13)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 135µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 16-13.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal. Este apresenta espinhos e forte depressão na área central bem evidenciada na microscopia óptica.

Preservação: Material substituído por zeolita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp O

(Est. 4 Fig. 14)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 150µm de diâmetro e em torno de 60µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 16-13.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal. A imagem do microscópio óptico mostra forte depressão central.

Preservação: Material silicoso, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp P

(Est. 4 Fig. 15)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 140µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 15.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal esponjoso apresentando forte depressão central.

Preservação: Material silicoso, talvez opala CT, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp Q

(Est.4 Fig.16)

Material: 54 espécimens.

Dimensões: 130µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 14 nível 38.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal, esponjoso, mal preservado a depressão central é nítida.

Preservação: Material substituído por dolomita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 14

Orbiculiforma sp R

(Est. 4 Figs.17a 19)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 145µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 15-17.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal. A vista de detalhe mostra bem a estrutura esponjosa do mesmo. A imagem do microscópio óptico mostra a depressão central do esqueleto.

Preservação: Material substituído por dolomita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp S

(Est. 4 Figs. 20,21)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 130µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 12 nível 16.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal, mal preservado, sendo possível a sua identificação somente com a imagem do microscópio óptico onde se evidencia a depressão central do mesmo.

Preservação: Material substituído por dolomita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp T

(Est.5 Figs.1, 2)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 170µm de diâmetro e em torno de 60µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 16.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal, com forte depressão central.

Preservação: Material substituído para opala CT, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Orbiculiforma sp U

(Est. 5 Fig. 3)

Material: 40 espécimens.

Dimensões: 130µm de diâmetro e em torno de 50µm de diâmetro na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 14 níveis 40-38.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato discoidal, com forte depressão central. Material em geral mal preservado, apresentando pequenos espinhos nas bordas, sendo estes substituídos por pirita.

Preservação: Material substituído pirita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 14

Subsuperfamília **Patulibraechiidae** Pessagno 1971, emend, DeWever et al. 2001.**8.3.1.6** Família **Angulobracchiidae** Pessagno 1971, emend, De Wever et al. 2001.Gênero: *Angulobracchia* Baumgartner 1980*Angulobracchia* sp A

(Est. 5 Figs. 4,5)

Material: Dois espécimes.

Dimensões: 210 μ m de comprimento na direção do eixo dos braços menores e 370 μ m na direção do eixo dos braços maiores.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 14.

Descrição: Esqueleto elipsoidal com estrutura esponjosa, apresentando um braço curvo de maior largura em um ângulo de 90°.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Angulobracchia sp B

(Est. 5 Fig. 6)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 185 μ m na direção do eixo às extremidades dos braços mais longos e 65 μ m na direção do eixo perpendicular.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 31 –29.

Descrição: Esqueleto mostra dois braços longos em direções opostas unidos a um terceiro braço curto. O exemplar apresenta uma concavidade entre os braços. As extremidades dos exemplares são arredondadas.

Preservação: Material substituído por pirita framboidal, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior a inferior-Poço 1 MAS 3 A

Angulobracchia sp C

(Est. 5 Fig. 7)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 120 μ m no eixo em direção as extremidades dos braços mais longos e 50 μ m na direção do eixo perpendicular

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 15.

Descrição: Esqueleto mostra dois braços longos em direções opostas unidos a um terceiro braço curto, no entanto os braços são mais finos com os ângulos entre estes braços mais fechados. Exemplar apresentando uma concavidade entre os braços bem acentuada.

Preservação: Material substituído por pirita framboidal, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

8.3.1.7 Família **Patulibracchiidae** Haeckel 1881

Gênero: *Amphibrachium* Haeckel 1881, emend, Baumgartner 1980

Amphibrachium sp A

(Est.5 Figs.8, 9)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 90µm no eixo perpendicular na área central do esqueleto e 260µm ao longo do eixo longitudinal do exemplar.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A níveis 20-6.

Descrição: Esqueleto elipsoidal alongado, apresentando duas estruturas esponjosas arredondadas nas extremidades de tamanho similar. O exemplar apresenta uma constrição acentuada em sua porção central, as bordas são arredondadas e se afinam nas extremidades. Material esponjoso silicificado, o exemplar mostra bem a estrutura delgada na área central.

Preservação: Material silicificado, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior ao Campaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Amphibrachium sp B

(Est.5 Figs.10,11)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 60µm no eixo perpendicular na área central do esqueleto e 200µm ao longo do eixo longitudinal do exemplar.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 25.

Descrição: Esqueleto elipsoidal alongado com formato de charuto, não apresentando constrição na área central como o exemplar *Amphibrachium* sp B. O exemplar igualmente não possui estruturas arredondadas nas suas extremidades.

Preservação: Material calcitizado, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Amphibrachium sp C

(Est. 5 Figs. 12,13)

Material: Sete espécimens.

Dimensões: 160µm ao longo do eixo longitudinal do esqueleto e 40µm ao longo do eixo perpendicular na área central do esqueleto

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 34-9.

Descrição: Esqueleto elipsoidal alongado com formato de charuto. As imagens do microscópio óptico mostram uma constrição na área central do esqueleto. O material apresentando estrutura esponjosa e substituído por calcita.

Preservação: Material calcitizado, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Amphibrachium sp D

(Est.5 Fig.14)

Material: 26 espécimens.

Dimensões: 210µm ao longo do eixo longitudinal do esqueleto e 80µm ao longo do eixo perpendicular na área central do esqueleto

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 34-3.

Descrição: Esqueleto elipsoidal alongado com formato de charuto, com uma leve constrição na área central, os braços do esqueleto se afinam em direção as extremidades, semelhantes a setas.

Esta característica os diferencia dos *Amphibrachium* sp A, B,C.

Preservação: Material calcitizado, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Amphibrachium sp E

(Est.5 Fig.15)

Material: Sete espécimens.

Dimensões: 170µm ao longo do eixo longitudinal do esqueleto e 60µm ao longo do eixo perpendicular na área central do esqueleto

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 16-13.

Descrição: Esqueleto elipsoidal alongado com formato de charuto, calcitizado, nota-se uma pequena constrição na parte central do esqueleto. O exemplar apresenta-se afinado nas extremidades.

Preservação: Material calcitizado, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Amphibrachium sp F

(Est. 5 Figs.16,17)

Material: 19 espécimens.

Dimensões: 170µm ao longo do eixo longitudinal do esqueleto e 55µm ao longo do eixo perpendicular na área central do esqueleto

Ocorrência: Poços 1 MAS 12 nível 9, 1 MAS 16 nível 1.

Descrição: Esqueleto elipsoidal alongado com formato de charuto. A constrição na área central é pouco perceptível, ao contrário dos exemplares *Amphibrachium* sp A,B,C,D e E, este ainda possui as extremidades retilíneas

Preservação: Material calcitizado, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Amphibrachium sp G

(Est. 6 Figs.1, 2)

Material: Cinco espécimens.

Dimensões: 50µm ao longo do eixo perpendicular na área central do esqueleto e 190µm ao longo do eixo longitudinal do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 1 níveis 29-20 1 MAS 12 níveis 17-15.

Descrição: Esqueleto elipsoidal alongado com formato de charuto com um dos braços levemente curvos. As bordas de uma das extremidades lembram uma seta, no entanto a outra é arredondada.

Preservação: O esqueleto se apresenta calcitizado, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 1

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Amphibrachium sp H

(Est. 6 Figs. 3,4)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 40µm ao longo do eixo perpendicular na área central do esqueleto e 195µm ao longo do eixo longitudinal do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 5.

Descrição: Esqueleto elipsoidal alongado com formato de charuto, com os braços apresentando as bordas arredondadas. O exemplar apresenta uma forte constrição na área central do esqueleto.

Preservação: O esqueleto se apresenta calcitizado, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12.

Amphibrachium sp I

(Est. 6 Figs. 5,6)

Material: 106 espécimens.

Dimensões: 70µm ao longo do eixo central do esqueleto e 190µm ao longo do eixo longitudinal do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 34-17.

Descrição: Esqueleto elipsoidal, igualmente alongado, esponjoso, sendo que os braços nas bordas formam uma estrutura que lembra uma seta. O exemplar possui uma constrição de maior comprimento que os exemplares *Amphibrachium* sp F,G,H, I. A porção mais central é levemente afinada.

Preservação: O esqueleto se apresenta calcitizado, apresentando um grau de preservação moderada.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior-Poço 1 MAS 12.

Amphibrachium sp J

(Est. 6 Fig.7)

Material: 21 espécimens.

Dimensões: 80µm ao longo do eixo central e 190µm ao longo do eixo longitudinal.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A níveis 9-2, 1 MAS 15 nível 8, 1 MAS 1 níveis 24-17, 1 MAS 14 níveis 40-30, 1 MAS 12 níveis 33-32.

Descrição: Esqueleto elipsoidal, pouco alongado. O exemplar apresenta as bordas protuberantes, com uma proeminente constrição na área central.

Preservação: O material se encontra substituído por dolomita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A.

Cenomaniano-Poço 1 MAS 15.

Cenomaniano médio a superior-Poço 1 MAS 1.

Cenomaniano médio a inferior-Poço 1 MAS 14.

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12.

8.3.1.8 Família Pseudoaulophacidae Riedel 1967, emend, Dumitrica 1997.

Subfamília **Pseudoaulophacinae** Riedel 1967, emend, De Wever et al. 2001.

Gênero *Alievium* Pessagno 1972

Alievium superbum Squinabol, Dumitrica 1975.

(Est. 6 Figs.8,9)

1914 *Theodiscus superbus* Squinabol, Squinabol: p.271, pl. 20, fig.4.

1971 [?] *Pseudoaulophacus superbus* (Squinabol), Kling: pl.6, figs. 13,14.

1972 [?] *Pseudoaulophacus superbus* (Squinabol), Petrushevskaya & Kozlova: p.527, pl.3, figs. 1-3.

1972 *Alievium superbus* (Squinabol) Pessagno, Pessagno: p.302, pl. 24, figs. 5,6, pl.25, fig.1.

1973 [?] *Pseudoaulophacus superbus* (Squinabol), Dinkelman: p.790, pl.1, fig.9.

1973 [?] *Pseudoaulophacus superbus* (Squinabol), Moore: p.825, pl.12, figs. 4,5.

1974 [?] *Pseudoaulophacus superbus* (Squinabol), Riedel & Sanfilippo: p.780, pl.3, figs.1-3.

1975 *Alievium suberbum* (Squinabol)- Dumitrica, Dumitrica: fig. 2.

1976 *Alievium suberbum* (Squinabol)- Dumitrica, Pessagno: p.27, pl.3, fig. 12.

1977c *Alievium suberbum* (Squinabol)- Dumitrica, Pessagno: pl.6, fig.3.

1977 *Alievium suberbum* (Squinabol)- Dumitrica, Foreman: p.315.

1979 *Alievium* sp Cf. *Alievium suberbum* (Squinabol)- Dumitrica, Nakaseko *et al.*: p.21,pl.5, fig.3.

1980 *Alievium suberbum* (Squinabol)- Dumitrica, Schimidt-Effing: p.245, fig.14.

1981 *Alievium suberbum* (Squinabol)- Dumitrica, Nakaseko & Nishimura: p.142, pl.2, fig. 2.

1982 *Alievium suberbum* (Squinabol)- Dumitrica, Taketani: p.51, pl.10, fig.8.

1985 *Alievium suberbum* (Squinabol)- Dumitrica, Sanfilippo & Riedel: p.594, fig.6.2.

Material: Seis espécimens.

Dimensões: 120µm ao longo dos eixos na direção das bases dos três espinhos.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 28-23, 1 MAS 12 nível 14.

Descrição: Esqueleto subtriangular, com três fortes espinhos nas três extremidades. Estas são marcadas por uma certa convexidade.

Preservação: O material se encontra silicificado, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Segundo Sanfilippo & Riedel (1985) a sua ocorrência é aproximadamente do Turoniano ao Campaniano envolvendo as seguintes áreas

- Pacífico Central
- Oceano Índico
- Califórnia e Sul da Europa
- Região do Caribe

- Japão

Albiano superior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A.

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Alievium sp A

(Est. 6 Fig. 10)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 130µm ao longo dos eixos na direção das bases dos três espinhos.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 22.

Descrição: Esqueleto subtriangular com três fortes espinhos nas extremidades. No entanto o material está mal preservado, mostrando poucas evidências destes espinhos. O exemplar difere do *Alievium superbum* por apresentar os dois lados mais retilíneos entre os espinhos, sendo que apenas um apresenta uma certa convexidade.

Preservação: O material se encontra silicificado, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A.

Alievium sp B

(Est. 6 Fig. 11)

Material: 12 espécimes.

Dimensões: 130µm ao longo dos eixos na direção das bases dos três espinhos.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 22, 1 MAS 1 nível 28.

Descrição: Esqueleto subtriangular com possíveis três espinhos nas extremidades. Estes se mostram mais finos que os do *Alievium* sp A. O exemplar igualmente apresenta dois lados retilíneos e um convexo semelhante ao *Alievium* sp A.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita framboidal, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Alievium sp C

(Est. 6 Figs. 12,13)

Material: Seis espécimens.

Dimensões: 125µm ao longo dos eixos na direção das bases dos três espinhos.

Ocorrência: Poços 1 MAS 1 nível 21, 1 MAS 12 nível 15.

Descrição: Esqueleto subtriangular com três possíveis espinhos nas extremidades. O exemplar diferencia-se dos exemplares, *Alievium* sp A, B por apresentar todos os lados retilíneos.

Preservação: O material se encontra calcitizado, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Alievium sp D

(Est.6 Figs.14,15)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 180µm na direção do eixo longitudinal do esqueleto e 140µm na direção do eixo perpendicular do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 15.

Descrição: Esqueleto subtriangular com possíveis três espinhos nas extremidades. Este apresenta forte convexidade em um dos lados e os dois lados são marcados por uma concavidade acentuada. A imagem do microscópio óptico mostra os espinhos no interior da estrutura esponjosa do esqueleto.

Preservação: O material se encontra calcitizado, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Alievium sp E

(Est. 6 Fig. 16)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 140µm na direção do eixo longitudinal do esqueleto e 140µm do lado oposto a base do espinho maior.

Ocorrência: Poço 1 MAS 15 nível 9.

Descrição: Esqueleto subtriangular com três possíveis espinhos nas extremidades. Observa-se a presença de um forte espinho no exemplar. O esqueleto tendendo ao formato subcircular, devido ao fato das extremidades do mesmo se encontrarem suavizadas.

Preservação: O material se encontra calcitizado, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano-Poço 1 MAS 15

Alievium sp F

(Est. 6 Fig. 17)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 150µm ao longo dos eixos na direção das bases dos três espinhos.

Ocorrência: Poços 1 MAS 14 níveis 39-33.

Descrição: Esqueleto subtriangular com a aparente ausência dos espinhos nas extremidades.

Preservação: O material se encontra calcitizado, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior a médio-Poço 1 MAS 14

Alievium sp G

(Est. 7 Fig. 1)

Material: Três espécimes.

Dimensões: 160µm ao longo dos eixos na direção das bases dos três espinhos.

Ocorrência: Poços 1 MAS 14 níveis 39-29.

Descrição: Esqueleto subtriangular com possíveis três espinhos nas extremidades.

Preservação: O material se encontra calcitizado, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior a médio- Poço 1 MAS 14

Gênero *Pseudoaulophacus* Pessagno 1963, emend, Pessagno 1972

Pseudoaulophacus sulcatus Rust 1898 in Schaaf 1981

(Est.7 Figs. 2 a 10)

Material: 259 espécimens.

Dimensões: Variáveis nos exemplares de 120µm a 180µm nas direções dos eixos longitudinais dos esqueletos.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 30-21 1 MAS 4A níveis 25-15, 1 MAS 15 nível 8, 1 MAS 1 níveis 33-19, 1 MAS 12 níveis 30-12, 1 MAS 16 níveis 31-5.

Descrição: Esqueleto discoidal convexo em ambos lados. As bordas dos esqueletos mostram lados retilíneos. Estes aparentando uma perfeita figura geométrica por vezes com seis a nove lados, variáveis dependendo do exemplar. A Fig. 4 Est. 7 mostram bem estas bordas retilíneas, no total de sete lados.

Preservação: Ambos os exemplares se encontram substituídos por pirita framboidal, apresentando um grau de preservação de baixo a moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Albiano superior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano-Poço 1 MAS 15

Cenomaniano inferior a superior-Poço 1 MAS 1

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Turoniano ao Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Pseudoaulophacus escavatus Rust 1898 in Schaaf 1981

(Est.7 Figs.11 a 13)

Material: 17 espécimens.

Dimensões: Variáveis nos esqueletos de 210µm a 240µm nas direções dos eixos longitudinais

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 25-21.

Descrição: Esqueleto discoidal convexo em ambos os lados. No entanto os exemplares mostram uma forte reentrância em uma das bordas.

Preservação: Os exemplares se encontram substituídos por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Pseudoaulophacus floresensis Pessagno 1963

(Est. 7 Figs.14:15)

1963 *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Pessagno: p.200, pl.2, figs. 2,5, pl.4, fig. 6, pl.7, figs. 1,5.1971 *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Foreman: p.1675.1972 *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Pessagno: p.304, pl.26, fig.6, pl.28, figs.4-6, pl.29, figs.1,2, pl.31, fig. 11973 a *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Pessagno: p.429, pl.13, fig.8.1973 *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Pessagno & Longoria: p.550.1973 *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Moore: p.824, pl.12, figs.2,3.1974 *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Pessagno & Michael: p.969.1976 *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Pessagno: p.28, pl.9, fig.61977c *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Pessagno: pl.10, fig.3.1981 *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Nakaseko & Nischimura: p.158, pl.2, fig.4.1982 *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Kling: p.548, pl.1, fig.111985 *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno, Sanfilippo & Riedel: p.595, figs.6.3 a,b.

Material: Três espécimens.

Dimensões: 120µm ao longo dos eixos nas direções das bases dos espinhos.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 25-20.

Descrição: Esqueleto subtriangular discoidal convexo em ambos os lados. No entanto os exemplares mostram espinhos nas extremidades.

Preservação: O exemplar está substituído por calcita, apresentando um grau de preservação moderado.

Distribuição Estratigráfica: Segundo Sanfilippo & Riedel 1985 este possui uma distribuição do Campaniano ao Maastrichtiano.

Albiano superior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Pseudoaulophacus sp A

(Est. 7 Fig.16)

Material: 26 espécimens.

Dimensões: 170µm ao longo do eixo longitudinal do exemplar e 140µm ao longo do eixo perpendicular na área central do esqueleto

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 12, 1 MAS 1 níveis 29-27.

Descrição: Esqueleto discoidal arredondado nas extremidades. Material se apresenta convexo em ambos os lados. As bordas do exemplar são arredondadas se afinando em direção a base dos espinhos O material se encontra piritizado.

Preservação: O exemplar está substituído por pirita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior a médio-Poço 1 MAS 3A

Campaniano inferior-Poço 1 MAS 1

Pseudoaulophacus sp B

(Est.7 Fig. 17)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 130µm ao longo dos eixos nas direções das bases dos espinhos

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 30, 1 MAS 14 níveis 38-36

Descrição: Esqueleto subtriangular convexo em ambos os lados, com três espinhos nas extremidades. As bordas dos exemplares se encontram arredondadas.

Preservação: O exemplar está substituído por pirita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 14

Pseudoaulophacus sp C

(Est. 8 Figs. 1,2)

Material: Seis espécimens.

Dimensões: 140µm ao longo dos eixos nas direções das bases dos espinhos

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 24, 1 MAS 1 nível 28.

Descrição: Esqueleto subtriangular com três pequenos espinhos nas extremidades. O exemplar apresenta as bordas bem arredondadas. A imagem do óptico evidencia os espinhos do exemplar.

Preservação: Esqueleto substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior- Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano médio- Poço 1 MAS 1

Pseudoaulophacus sp D

(Est. 8 Figs. 3,4)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 130µm ao longo dos eixos nas direções das bases dos espinhos

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 32-16.

Descrição: Esqueleto subtriangular, muito alterado dificultando a identificação a nível específico. Neste não se observa a presença de espinhos.

Preservação: Esqueleto substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Pseudoaulophacus sp E

(Est. 8 Fig.5)

Material: Sete espécimens.

Dimensões: 140µm ao longo dos eixos nas direções das bases dos espinhos

Ocorrência: Poço 1 MAS 1 níveis 29-27.

Descrição: Esqueleto subtriangular convexo em ambos os lados com as duas bordas laterais arredondadas, fósseis muito alterados como o *Pseudoaulophacus* sp D. As estruturas nas extremidades do esqueleto sugerem que este possa ter possuído espinhos.

Preservação: Esqueleto substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior a médio-Poço 1 MAS 1

Pseudoaulophacus sp F

(Est. 8 Figs. 6,7)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 135µm ao longo dos eixos nas direções das bases dos espinhos.

Ocorrência: Poço 1 MAS 16 nível 1.

Descrição: Esqueleto discoidal convexo, com as laterais arredondadas. A Fig. 7 Est. 8 mostra as aberturas na superfície do fóssil.

Preservação: Esqueleto substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Subsuperfamília **Larnacillilae** Haeckel 1887**8.3.1.9** Família **Larnacillidae** Haeckel 1887Subfamília **Histiastriinae** Dumitrica 1989Gênero *Histiastrum*: Ehrenberg 1847*Histiastrum latum*, Lipman 1960

(Est. 8 Figs. 8,9,10,11,12,17)

1960 *Histiastrum latum*, Lipman, Lipman: p.130, pl.19, figs 7,8.

1962 *Histiastrum latum*, Lipman, Lipman: p.303-304, pl.2, fig.4.

1995 *Histiastrum latum*, Lipman, Gorka: p.345, pl. II, figs. 1-3.

Material: 120 espécimens.

Dimensões: Variáveis nos exemplares examinados de 240µm a 160µm nas direções dos eixos diagonais do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 13-9, 1 MAS 14 níveis 40-37, 1 MAS 12 níveis 34-2.

Descrição: Esqueleto de formato quadrado, inflado com laterais retilíneas ou raramente em lados côncavos, o centro do esqueleto levemente elevado, material esponjoso.

Preservação: Esqueleto substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Turoniano-Santoniano, Lipman 1960

- Plataforma Russa

- Oeste da Sibéria

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 14

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Histiastrum membraniferum, Lipman 1952

(Est. 8 Figs. 13, 14,15)

1952 *Histiastrum membraniferum*, Lipman, Lipman: p.35, pl.2, fig. 8.

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 170µm nas direções dos eixos diagonais dos braços

Ocorrência: Poços 1 MAS 12 nível 10.

Descrição: Esqueleto lenticular de formato pseudoquadrado esponjoso, apresentando quatro braços arranjados em ângulos retos. Braços apresentando as bordas côncavas. Patágio fino muito delicado.

Preservação: Esqueleto substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Coniaciano-Santoniano, Lipman 1952.

- Plataforma Russa

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Histiastrum sp A

(Est.8 Fig. 16)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 210µm nas direções dos eixos diagonais dos braços

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 22.

Descrição: Esqueleto de formato quadrado, inflado com formas retas ou raramente apresentando lados côncavos. O centro do esqueleto levemente elevado.

Preservação: Esqueleto substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Histiastrum sp B

(Est. 9 Fig. 1)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 190µm na direção do eixo da diagonal maior e 170µm na direção dos eixos da diagonal menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 19-12.

Descrição: Esqueleto retangular tendendo para uma forma que lembra a figura geométrica de um paralelepípedo, inflado com formas retas. O exemplar apresenta as duas bordas levemente côncavas. O centro do esqueleto é levemente elevado e pode ser confundido com algumas formas de *Crucella*, mas as suas dimensões descartam esta possibilidade.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita framboidal, apresentando um grau de preservação moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior ao Campaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Histiastrum sp C

(Est.9 Fig. 2)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 210µm na direção do eixo da diagonal maior e 170µm na direção do eixo da diagonal menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 28-14, 1 MAS 4A nível 19

Descrição: Esqueleto retangular, inflado com bordas retas raramente côncavas. O centro do esqueleto levemente elevado, material esponjoso. O material está substituído por pirita framboidal. Exemplar similar ao *Histiastrum* sp B, no entanto uma das bordas apresenta uma maior concavidade.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior ao Campaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Albiano superior-Poço 1 MAS 4A

Histiastrum sp D

(Est.9 Fig. 3)

Material: Seis espécimens.

Dimensões: 130µm nas direções dos eixos diagonais dos braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 20- 14.

Descrição: Esqueleto quadrado, inflado com formas retas não possui lados côncavos. O centro do esqueleto levemente elevado, material esponjoso. Diferencia-se dos exemplares *Histiastrum* sp A e B, por não apresentar bordas côncavas. Nota-se que a parte elevada do esqueleto mostra forte divisão diagonal.

Preservação: O exemplar se encontra substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior ao Campaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Histiastrum sp E

(Est. 9 Fig. 4)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 150µm nas direções dos eixos diagonais dos braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 24.

Descrição: Esqueleto quadrado, inflado com duas bordas retas e outras duas bordas côncavas. O centro do esqueleto levemente elevado, material esponjoso.

Preservação: O exemplar se encontra substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Histiastrum sp F

(Est. 9 Figs. 5,6)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 135µm nas direções dos eixos diagonais dos braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 14.

Descrição: Esqueleto quadrado, inflado com bordas retilíneas e outras duas bordas convexas o que se diferencia das demais côncavas. O centro do esqueleto levemente elevado, material esponjoso. O exemplar apresenta pequenas protuberâncias nas extremidades diagonais o que poderia sugerir pequenos espinhos.

Preservação: O material se apresenta substituído por calcita e dolomita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Histiastrum sp G

(Est. 9 Fig. 7)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 240µm nas direções dos eixos diagonais dos braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 25.

Descrição: Esqueleto subquadrado, inflado com uma borda retilínea e as demais levemente côncavas. O centro do esqueleto levemente elevado, material esponjoso. O esqueleto aparenta ter possuído espinhos em suas extremidades, no entanto estes se encontram quebrados.

Preservação: O material se apresenta substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Histiastrum sp H

(Est. 9 Fig. 8)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 180µm nas direções dos eixos diagonais dos braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 30.

Descrição: Esqueleto pseudoquadrado a retangular, inflado com bordas retilíneas apresentando uma borda côncava. O centro do esqueleto levemente elevado. O material se apresenta mal preservado, no entanto em suas extremidades é possível notar pequenas aberturas circulares na superfície do esqueleto.

Preservação: O material esponjoso, se apresentando substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano inferior - Poço 1 MAS 3A

Histiastrum sp I

(Est. 9 Fig. 9)

Material: 24 espécimens.

Dimensões: 270µm nas direções dos eixos diagonais dos braços.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 16.

Descrição: Esqueleto pseudoquadrado a retangular, com bordas retilíneas, no entanto as bordas menores se apresentam côncavas.

Preservação: O material esponjoso, se apresentando substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior ao Cenomaniano - Poço 1 MAS 4A

Histiastrum sp J

(Est. 9 Fig. 10)

Material: 14 espécimens.

Dimensões: 250µm na direção do eixo da diagonal maior e 200µm na direção diagonal menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A níveis 25-16, 1 MAS 1 nível 8, 1 MAS 16 nível 2.

Descrição: Esqueleto subquadrado, inflado com lados fortemente côncavos e dois retilíneos. O centro do esqueleto esta levemente elevado, material esponjoso. O esqueleto aparenta possuir braços bem destacados, mas devido a sua má preservação esta constatação se torna difícil.

Preservação: O material esponjoso, se apresenta substituído por pirita maciça,, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior ao Cenomaniano - Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano médio - Poço 1 MAS 4A

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Histiastrum sp K

(Est. 9 Fig. 11)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 270µm no eixo da diagonal maior e 250µm no eixo da diagonal menor.

Ocorrência: Poço 1 MAS 16 nível 1.

Descrição: Esqueleto subquadrado, inflado com duas bordas retas e duas bordas côncavas.

Preservação: O material esponjoso substituído por pirita euédrica, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Histiastrum sp L

(Est. 9 Fig. 12)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 300µm no eixo da diagonal menor e 350µm no eixo da diagonal maior.

Ocorrência: Poços 1 MAS 1 nível 31.

Descrição: Esqueleto retangular, achatado com os lados perfeitamente retos, contrariamente as demais espécies não apresenta lados côncavos. O esqueleto possui dimensões acima dos padrões dos exemplares até o momento analisados.

Preservação: O material esponjoso substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 1

Superfamília **Spongodiscacea** Haeckel 1862

8.3.1.10 Família **Spongodiscidae** Haeckel 1862

Gênero *Spongodiscus* Ehrenberg 1847

Spongodiscus multus G.E. Kozlova & Gorbovetz 1966

(Est. 9 Fig. 13)

1966 *Spongodiscus* (?) *multus* Kozlova, Kozlova & Gorbovetz: p.87-88, pl.4, fig.10.

1989 *Spongodiscus multus* Kozlova, Gorka & Gerochi: p.188, pl.3, fig.6.

1991 *Spongodiscus multus* Kozlova, Gorka: p.43, pl.1, figs. 1-3.

1995 *Spongodiscus multus* Kozlova, Gorka: p.348, pl. IV, figs. 1-4.

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 140µm de diâmetro.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 14-9.

Descrição: Esqueleto discoidal de formato circular, material esponjoso, não apresenta espinhos ou outras estruturas.

Preservação: Material substituído por pirita framboidal a euédrica, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Kozlova & Gorbovetz 1966

Turoniano ao Campaniano-cosmopolita

Turoniano inferior-Polônia Gorka 1995

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Spongodiscus americanus Kozlova & Gorbovetz 1966

(Est. 9 Figs.14,15)

1966 *Spongodiscus americanus* Kozlova & Gorbovetz, Kozlova & Gorbovetz: p.88, pl.14, figs. 1,2.

1974 *Spongodiscus americanus* Kozlova & Gorbovetz, Sanfilippo & Riedel: p.624, pl.11, figs.9-13, pl.27, fig.11, pl.28, fig.9.

Material: 2096 espécimens.

Dimensões: 135µm de diâmetro.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 30-1, 1 MAS 4A níveis 24-14, 1 MAS 15 níveis 12-6, 1 MAS 1 níveis 32-26, 1 MAS 14 níveis 40-37, 1 MAS 12 níveis 28-17, 1 MAS 16 níveis 32-23

Descrição: Esqueleto discoidal de formato circular. O exemplar não mostra a preservação de espinhos ou outras estruturas.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita euédrica, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Kozlova & Gorbovetz 1966

Turoniano ao Campaniano-cosmopolita

Turoniano inferior-Polônia Gorka 1995

Albiano inferior ao Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Albiano superior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Albiano superior ao Cenomaniano-Poço 1 MAS 15

Cenomaniano inferior a médio-Poço 1 MAS 1

Cenomaniano inferior a médio-Poço 1 MAS 14

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Turoniano-Poço 1 MAS 16

Spongodiscus sp A

(Est. 9 Fig.16)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 210µm de diâmetro.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 29.

Descrição: Esqueleto discoidal de formato circular, material esponjoso. Esqueleto com a espessura fina, sendo observado o arranjo das aberturas na superfície do esqueleto. O exemplar com a presença de pequenos cristais de pirita framboidal.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 3A

Gênero *Stylodictya* Ehrenberg 1847, emend, Kozlova in Petrushevskaya e Kozlova 1972

Stylodictya sp A

(Est. 10 Figs. 1,2)

Material: Seis espécimens.

Dimensões: 120µm na direção do eixo da diagonal maior e 130µm na direção do eixo da diagonal menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 1 níveis 26-18, 1 MAS 3A níveis 30-15.

Descrição: Esqueleto discoidal tendendo a uma forma subcircular, material esponjoso. A imagem do MEV mostra estruturas concêntricas em formas de anéis o que pode ser bem observado no microscópio óptico, (Fig. 2 Est.10).

Preservação: O material se encontra substituído para dolomita e calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior ao Campaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano médio ao Campaniano Superior-Poço 1 MAS 1

Stylodictya sp B

(Est. 10 Figs. 3:4)

Material: 34 espécimens.

Dimensões: 320µm de diâmetro.

Ocorrência: Poços 1 MAS 12 nível 34.

Descrição: Esqueleto discoidal com forma circular, material esponjoso. A imagem no microscópio óptico mostra os anéis concêntricos do exemplar. Diferencia-se do exemplar *Stylodictya* sp A pelo fato dos anéis serem concêntricos.

Preservação: O material se encontra substituído para dolomita e calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior-Poço 1 MAS 12

Stylodictya sp C

(Est. 10 Figs.5, 6)

Material: Oito espécimes.

Dimensões: 320µm de diâmetro.

Ocorrência: Poços 1 MAS 16 nível 5.

Descrição: Esqueleto discoidal com forma circular, material esponjoso. A imagem no microscópio óptico mostra os anéis concêntricos do exemplar.

Preservação: O material se encontra substituído para dolomita e calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Stylodictya sp D

(Est. 10 Fig 7)

Material: 24 espécimens.

Dimensões: 210µm de diâmetro.

Ocorrência: Poços 1 MAS 16 nível 5.

Descrição: Esqueleto discoidal com formato circular, material esponjoso. Apesar de não serem claramente visíveis pode-se notar a presença de anéis concêntricos no exemplar.

Preservação: O exemplar se encontra substituído por pirita euédrica e framboidal, com espessura fina, apresentando um grau de preservação moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Gênero *Euchitonia* Ehrenberg 1860*Euchitonia santonica* Lipman 1952

(Est. 10 Figs. 8 a 10)

1952 *Euchitonia santonica* Lipman, Lipman: p.34, pl.2, fig. 3.

Material: 11 espécimens.

Dimensões: 210µm na direção de ambos os eixos do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 24, 1 MAS 4A nível 8, 1 MAS 12 nível 12.

Descrição: Esqueleto subtriangular, discoidal com finos espinhos ou pontas. Exemplar com estrutura esponjosa e poros pequenos muito delicados. O mesmo apresenta ainda bordas arredondadas, sendo que o esqueleto se apresenta mais espesso nas bordas.

Preservação: O exemplar se encontra calcitizado e dolomitizado com espessura fina, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição estratigráfica: Coniaciano-Campaniano, Lipman 1952

Plataforma Russa

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Euchitonia triradiata Lipman 1960

(Est. 10 Figs. 11,12)

1960 *Euchitonia triradiata* Lipman, Lipman: pl. 29, figs. 1-3.

Material: Um espécimen.

Dimensões: 250µm na direção de ambos os eixos do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 14.

Descrição: Esqueleto discoidal triangular esponjoso, composto por três raios. Este apresenta as extremidades retas, suspeita-se que possam ter havido finos espinhos nas referidas extremidades. Estes apresentam dois braços levemente côncavos com ângulos que levam o exemplar a se assemelhar a um Y. A imagem do óptico mostra uma forte estrutura esponjosa do material.

Distribuição estratigráfica: Coniaciano-Campaniano, Lipman 1960

- Plataforma Russa
- Sibéria

Preservação: O exemplar se encontra calcitizado, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição estratigráfica: Coniaciano-Campaniano, Lipman 1952

Plataforma Russa

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Euchitonia sp A

(Est.10 Figs.13:14)

Material: 10 espécimens.

Dimensões: 250µm na direção de ambos os eixos do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 31-24, 1 MAS 1 nível 27.

Descrição: Esqueleto subtriangular discoidal com 3 braços. E se apresentam pequenos e com as bordas arredondadas, os três braços estão dispostos em ângulos retos. As bordas entre os braços apresentam certa concavidade.

Preservação: Material esponjoso substituído por dolomita e calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Euchitonia sp B

(Est. 10 Figs. 15,16)

Material: Três espécimens.

Dimensões: uma média de 140µm na direção de ambos os eixos do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A níveis 24-20.

Descrição: Esqueleto subtriangular discoidal com três braços, apresentando pequenos espinhos ou pontas nas extremidades. Este exemplar se diferencia do *Euchitonia* sp A por possuir um pequeno patágio.

Preservação: Material esponjoso substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 4A

Euchitonia sp C

(Est.10 Figs. 17,18)

Material: 14 espécimens.

Dimensões: Varia entre 280µm a 300µm na direção de ambos os eixos do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 12-10, 1 MAS 4A nível 12, 1 MAS 12 nível 17.

Descrição: Esqueleto com três braços alongados em diagonal, material esponjoso, apresentando um forte espinho em um dos braços. O exemplar encontra-se quebrado o que dificulta sua classificação a nível específico. As imagens do óptico e do MEV mostram claramente a presença deste espinho juntamente com a estrutura esponjosa.

Preservação: Material esponjoso substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano médio- Poço 1 MAS 1

Euchitonia sp D

(Est. 11 Fig.1)

Material: 177 espécimens.

Dimensões: entre 280µm e 300µm na direção dos eixos do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 1 nível 27.

Descrição: Esqueleto subtriangular com três braços alongados em diagonal. Exemplar apresentando um pequeno espinho em um dos braços. O material apresenta ainda um pequeno patágio entre os braços.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Gênero *Tholodiscus* Kozlova in Petrushevskaya e Kozlova 1972

Tholodiscus sp A

(Est.11 Figs.2, 3)

Material: Cinco espécimens.

Dimensões: 140µm na direção de ambos os eixos do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 12-1.

Descrição: Esqueleto discoidal com formato losangular, com a presença de quatro espinhos em suas extremidades. Estes se encontram quebrados no exemplar o que dificulta a sua identificação a nível específico. A Fig. 3 Est. 11 mostra um exemplar com a presença de dois espinhos bem preservados trifacetados.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita, apresentando um grau de preservação de moderado a bom.

Distribuição estratigráfica:

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 3A

Tholodiscus sp B
(Est.19 Figs.14,15)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 160µm na direção do eixo maior e 110µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 8.

Descrição: Esqueleto com forma losangular, achatado com quatro espinhos em suas extremidades, sendo estes espinhos bem proeminentes e com pequenas aberturas. Material substituído para pirita.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita, apresentando um grau de preservação de moderado.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Superfamília **Sponguracea** Haeckel 1862

8.3.1.11 Família **Archaeospongoprunidae** Pessagno 1973

Gênero *Archaeospongoprunum* Pessagno 1973

Archaeospongoprunum nishyanae Nakaseko & Nishimura 1981

(Est.11 Figs. 4,5)

1981 *Archaeospongoprunum nishyanae* Nakaseko & Nishimura, Nakaseko & Nishimura: p.147-148, pl.1, fig.3

Material: Um espécimen.

Dimensões: 300µm na direção de ambos os eixos de esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 14.

Descrição: Esqueleto esponjoso, elipsoidal, cilíndrico duplamente achatado, lobos polares com uma pequena ornamentação. Nos exemplares não foram identificados espinhos devido à má preservação do material, este se encontra substituído para calcita.

Preservação: Material esponjoso substituído para calcita, apresentando um grau de preservação moderado.

Distribuição Estratigráfica Coniaciano-Campaniano, Nakaseko e Nishimura 1981.

- Plataforma Russa
- Japão

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

Archaeospongoprimum sp A

(Est.11 Figs. 6,7)

Material: Oito espécimens.

Dimensões: 140µm na direção de ambos os eixos de esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A níveis 25.

Descrição: Esqueleto subcilíndrico estrutura com um longo espinho polar.

Preservação: Material esponjoso substituído para calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior - Poço 1 MAS 3 A

Archaeospongoprimum sp B

(Est.11 Figs. 8,9)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 210µm na direção do eixo maior e 120µm na direção do eixo menor do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 13.

Descrição: Esqueleto esponjoso elipsoidal, subcilíndrico. A estrutura sugere que pode ter havido dois espinhos polares. A Fig. 9 Est. 11 mostra a nítida estrutura esponjosa do esqueleto.

Preservação: Material esponjoso substituído para calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

Archaeospongoprunum sp C

(Est.11 Figs.10, 11)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 80µm na direção do eixo menor e 220µm na direção do eixo maior.

Ocorrência: Poços, 1 MAS 1 nível 22, 1 MAS 12 nível 15, 1 MAS 16 nível 6.

Descrição: Esqueleto esponjoso, elipsoidal cilíndrico. O exemplar mostra uma estrutura com dois grandes espinhos polares. Material similar ao descrito por Vishenvskaya (1998), no entanto a sua preservação não permitiu uma classificação a nível específico.

Preservação: Material substituído por calcita e dolomita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 16

.

8.3.1.12 Família **Litheliidae** Haeckel 1862

Gênero *Cromyodruppa* Haeckel 1887

Cromyodruppa concentrica Lipman 1952

(Est. 11 Figs. 12,13)

1952 *Cromyodruppa concentrica* Lipman, Lipman: p.29, pl.1, figs. 8-9.

1990 *Cromyodruppa concentrica* Lipman, Ling & Lazarus: p.355, pl.1, figs. 1-13.

1998 *Cromyodruppa concentrica* Lipman, Erbacher: p.369, pl.2, figs. 14-15.

Material: 16 espécimens.

Dimensões: 50µm na direção do eixo maior e 25µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 14 nível 39, 1 MAS 12 níveis 18-17, 1 MAS 16 nível 7.

Descrição: Esqueleto elipsoidal subcilíndrico, com a presença de anéis concêntricos no interior da sua estrutura. *Cromyodruppa concentrica* difere do gênero *Amphibrachium concentrica* de Riedel e Sanfilippo pelo caráter espiral concêntrica de sua estrutura interna. O fato pode ser bem evidenciado na Fig. 13. Est. 11.

Preservação: Material substituído por calcita e dolomita, apresentando um grau de preservação de moderado a pobre.

Distribuição Estratigráfica: Turoniano- Santoniano, Lipman 1952

- Plataforma Russa

- Japão

Cenomaniano inferior- Poço 1 MAS 14

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 16

8.3.1.13 Família **Pyramispongiidae** Kozur e Mostler 1978, emend, De Wever et al. 2001

Gênero *Pyramispongia* Pessagno 1973

Pyramispongia glascockensis Pessagno 1973

(Est. 11 Figs. 14,15)

1973 *Pyramispongia glascockensis* Pessagno, Pessagno: p. 79-80, pl.21, figs. 2-5.

1976 *Pyramispongia glascockensis* Pessagno, Pessagno: p. 37, pl.1, fig.9.

1982 *Pyramispongia glascockensis* Pessagno, Taketani: pl.1, fig.18.

1982 *Pyramispongia glascockensis* Pessagno, Yamauchi, pl.1, fig.5, pl.2, fig.9.

1986 *Pyramispongia glascockensis* Pessagno, Thurow & Kuhnt: text-fig. 9.4.

1988 *Pyramispongia glascockensis* Pessagno, Thurow: p.31, pl.2, fig. 23.

1995 *Pyramispongia glascockensis* Pessagno, Gorka: p.347, pl. IV, figs. 9-11.

Material: Três espécimes.

Dimensões: 120µm nas direções de ambos os eixos do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 12 níveis 19-21.

Descrição: Esqueleto com estrutura subtriangular com uma nítida elevação subcircular no centro.

O exemplar apresenta três braços, a Fig. 15 Est. 11 mostram claramente que estes braços possuem as extremidades arredondadas.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Cenomaniano-Turoniano,

- Cenomaniano- Turoniano- Califórnia,
- Cenomaniano superior- Turoniano médio- Europa e Noroeste da África
- Cenomaniano-Santoniano-Japão,
- Turoniano inferior-Polônia,
- Albiano inferior-Poço 1 MAS 12

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 16

Pyramispongia sp A

(Est.11 Figs. 16,17)

Material: 17 espécimens.

Dimensões: 140µm em ambas as direções dos eixos do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 30-13, 1 MAS 14 nível 39, 1 MAS 12 níveis 34-11.

Descrição: Esqueleto com braços alongados em diagonal. Estes braços se elevam em direção a região central do esqueleto, formando uma estrutura semelhante a uma pirâmide.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Pyramispongia sp B

(Est.12 Figs.1 a 3)

Material: 77 espécimens.

Dimensões: 160µm em ambas as direções dos eixos do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 1 níveis 22-19, 1 MAS 16 nível 7.

Descrição: Esqueleto com braços alongados em diagonal, material esponjoso, elevando-se em direção do centro formando uma espécie de pirâmide. O exemplar mostra que esta elevação se concentra na região central do esqueleto ao contrário do exemplar *Pyramispongia* sp A.

Preservação: Material esponjoso substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

8.3.1.14 Família **Porodiscidae** Haeckel 1881, emend, Petruschevskaya e Kozlova 1972

Gênero *Hexinastrum* Lipman 1960

Hexinastrum cretaceum Lipman 1960

(Est. 12 Figs. 4 a 6)

1960 *Hexinastrum cretaceum* Lipman, Lipman: pl.30, fig.8.

Material: 33 espécimes.

Dimensões: variáveis nos exemplares em torno de 360µm a 400µm nas direções dos eixos diagonais do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 23-21, 1 MAS 4A níveis 9-8, 1 MAS 1 nível 24.

Descrição: Esqueleto esponjoso de grandes dimensões achatado com seis braços dispostos em forma de uma estrela de Davi. Os exemplares cinco e seis se acham quebrados, mas é nítida a preservação de três braços. A ligação entre os braços é feita por linhas levemente côncavas (Figs. 5,6 Est.12).

Preservação: Material esponjoso substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Cenomaniano, Lipman 1960.

Cenomaniano-Plataforma Russa

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Hexinastrum sp A

(Est. 12 Figs.7,8)

Material: Seis espécimens.

Dimensões: 250µm em ambas as direções dos eixos diagonais.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 22-17, 1 MAS 4A nível 12, 1 MAS 1 nível 22, 1 MAS 12 nível 16.

Descrição: Esqueleto achatado esponjoso, com seis braços dispostos em forma de estrela. Este mostrando possivelmente seis espinhos nas extremidades, (Figs. 7,8 Est. 12). Estes exemplares apresentam braços com linhas retas quase com 90°, apresentando um longo espinho em uma das extremidades.

Preservação: Material esponjoso substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Hexinastrum sp B

(Est. 12 Figs. 9,10)

Material: 268 espécimens.

Dimensões: 190µm nas direções dos eixos diagonais do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 30-22, 1 MAS 4A níveis 21-9, 1 MAS 1 nível 22, 1 MAS 14 níveis 40-32.

Descrição: Esqueleto igualmente achatado apresentando seis braços, mas possui um formato mais retangular com ângulos mais suaves entre os braços que os exemplares *Hexinastrum* sp A.

Preservação: Material esponjoso substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Cenomaniano inferior a médio - Poço 1 MAS 14

Hexinastrum sp C

(Est. 12 Figs. 11,12)

Material: 376 espécimens.

Dimensões: 350µm a 360µm em ambas as direções dos eixos diagonais do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 31-21, 1 MAS 4A níveis 25-8, 1 MAS 1 níveis 33-15, 1 MAS 14 níveis 30-27, 1 MAS 12 níveis 35-2, 1 MAS 16 níveis 6-2.

Descrição: Esqueleto achatado esponjoso, de grandes dimensões com seis braços bem diferenciados dispostos em ângulos retos, possivelmente com seis espinhos com suas pontas diferenciados do *Hexinastrum* sp A e *Hexinastrum* sp B por seus braços serem exatamente equidistantes.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Albiano superior ao Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano inferior a médio - Poço 1 MAS 1

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 14

Campaniano inferior ao Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Hexinastrum sp D

(Est. 12 Fig.13)

Material: 68 espécimens.

Dimensões: 140µm em ambas as direções dos eixos diagonais do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A níveis 12-10, 1 MAS 1 níveis 25-21, 1 MAS 3A níveis 29-23.

Descrição: Esqueleto achatado, esponjoso, achatado com seis braços dispostos em ângulos retos, estas não muito visíveis, devido à má preservação. No entanto este exemplar não é similar a *Hexinastrum* sp A e *Hexinastrum* sp C e pode ser associado ao *Hexinastrum* sp B.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano médio - Poço 1 MAS 1

8.3.1.15 Família **Sponguridae** Haeckel 1862, 1887, emend, Pessagno 1973

Gênero *Patellulla* Kozlova 1972

Patellulla sp A

(Est.12 Figs. 14,15)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 170µm nas direções dos eixos diagonais do esqueleto e 40µm da base ao ápice da protuberância.

Ocorrência: Poço 1 MAS 1 nível 27.

Descrição: Esqueleto discoidal, circular com uma protuberância na porção central em apenas um lado do esqueleto. Esta estrutura se assemelha a um grosso espinho. Material substituído por pirita framboidal.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Cenomaniano médio - Poço 1 MAS 1

Gênero *Foremanella* Muzavor 1977

Foremanella sp A

(Est.12 Figs. 16)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 240µm nas direções dos eixos diagonais do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto com dois braços curvos para formar uma estrutura em formato de ferradura e um terceiro braço retilíneo. O esqueleto é esponjoso, a preservação não é boa, o que não permite uma classificação a nível específico.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Albiano superior - Poço 1 MAS 4A

8.3.2 ORDEM NASSELLARIA Ehrenberg, 1875.

8.3.2.1 Família Cannobotryidae Haeckel 1881

Gênero *Rhopalosyringium* Campbell e Clark 1944

Rhopalosyringium sp A

(Est.13 Fig. 1)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 90µm na direção do eixo maior e 45µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 15.

Descrição: Esqueleto subcilíndrico, tendendo a uma forma de sino, com um forte espinho apical trifacetado. A má preservação não permitiu a observação dos quatro espinhos laterais, material substituído por pirita maciça.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita maciça, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Campaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Rhopalosyringium sp B

(Est.13 Figs. 2,3)

Material:Um espécimen.

Dimensões: 60µm na direção do eixo maior e 40µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 13.

Descrição: Esqueleto subcilíndrico, igualmente com uma forma de sino com um forte espinho apical trifacetado e levemente retorcido. Na sua porção meridional se observam quatro fortes espinhos dispostos perpendicularmente em forma de cruz. O material se encontra substituído por pirita maciça.

Preservação: Material esponjoso substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Campaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Rhopalosyringium sp C

(Est.13 Fig. 4)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 50µm a 55µm na direção do eixo maior e 40µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 17-15.

Descrição: Esqueleto igualmente subcilíndrico com um forte espinho apical, os espinhos na porção meridional são pouco visíveis e talvez tenham sido bem menores que o exemplar *Rhopalosyringium* sp B. A superfície do esqueleto apresenta grandes aberturas circulares dispostas radialmente. O material.

Preservação: Material esponjoso se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Rhopalosyringium sp D

(Est.13 Fig. 5)

Material: 15 espécimens.

Dimensões: 45µm na direção do eixo maior e 40µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 30-21.

Descrição: Esqueleto igualmente subcilíndrico com um forte espinho apical, no entanto este exemplar não apresenta indícios de espinhos na sua porção meridional.

Preservação: Material esponjoso se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

8.3.2.2 Família *Williriedellidae* Dumitrica 1970

Gênero *Williriedellum* Dumitrica 1970

Williriedellum sp A

(Est. 13 Fig. 6)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 140µm na direção do eixo maior e 110µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto elipsoidal afinando em direção a porção apical do mesmo. A superfície do exemplar é composta por protuberâncias semelhantes a mamas. O Exemplar apresenta inúmeras aberturas circulares a subcirculares em sua superfície.

Preservação: O material se encontra piritizado, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Williriedellum sp B

(Est.13 Figs.7,8)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 160µm na direção do eixo maior e 120µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A níveis 16-12.

Descrição: Esqueleto elipsoidal, mostrando um céfalo bem desenvolvido. A superfície é semelhante à descrita para o exemplar *Williriedellum* sp A. Os esqueletos estão substituídos por

um filme de pirita, a imagem do microscópio eletrônico evidencia as aberturas na superfície do exemplar. Este se diferencia do *Williriedellum* sp A, por suas protuberâncias serem mais suaves.

Preservação: O material se encontra piritizado, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Gênero *Cryptamphorella* Dumitrica 1970

(Est.13 Figs. 9 a 15)

Cryptamphorella conara (Foreman 1968)- Dumitrica 1970

1968 *Hemicryptocapsa conara* Foreman, Foreman: p.35, pl.4, and figs. 11 a, b.

1970 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Dumitrica p.80, pl.11, figs. 66 a-c.

1972 [non] *Cryptamphorella* sp. Aff. *C. conara* (Foreman)- Dumitrica, Petrushevskaya & Kozlova: p.541, pl.2, fig.17.

1973 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Moore: p.827, pl.7, figs 4,5

1973 a *Cryptamphorella* cf. *conara* (Foreman)- Dumitrica, Dumitrica: p.842, pl.1, figs.2-5.

1975 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Dumitrica: fig. 2, n° 28.

1979 [?] *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Nakaseko et al.: p.21, pl.6, fig.1.

1981 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Schaaf: p.433, pl.1, figs 6a,b, pl.9, fig.15 a.

1981 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Nakaseko & Nishimura: p.148, pl.5, figs. 11 a,b.

1982 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Kling: p.549, pl.5, figs, 10,11.

1982 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Taketani: p.67, pl.7. figs, 6 a ,b,7 a,b.

1985 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Sanfilippo & Riedel: p.613, pl.12, figs 1 a-c

1989 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Gorka: p.344, pl.9, fig.5.

1991 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Gorka: p.43, pl.1, figs. 6,8.

1994 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Erbacher: p.27, pl.5. fig. 7.

1995 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Bak: p.12, fig.12d.

1998 *Cryptamphorella conara* (Foreman)- Dumitrica, Erbacher: p.369, pl.2, figs. 10-11.

Material: 50 espécimens.

Dimensões: Variáveis entre 120µm a 140µm no eixo maior e 110µm a 135µm no eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 29-25, 1 MAS 4A níveis 13-11, 1 MAS 14 nível 28, 1 MAS 12 níveis 26-13.

Descrição: Esqueleto trisegmentados com grande abdômen inflado sem abertura, o tórax é poroso variando em várias espécies. A superfície apresenta aberturas pentagonais, (Fig. 11 Est. 13). As Figs 9,10 Est. 13 mostram o céfalo de um esqueleto totalmente substituído por pirita euédrica. Os exemplares 11 e 12 estão substituídos por calcita, e os exemplares 9,10 por pirita euédrica.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita e pirita euédrica, sendo que no primeiro caso este mostra um grau de preservação moderado e no segundo um pobre grau de preservação.

Distribuição estratigráfica: Albiano Tardio-Cenomaniano Superior, Foreman 1968

Segundo Sanfilippo & Riedel 1985 a sua distribuição vai do Albiano -Maastrichtiano

Albiano Tardio- Cenomaniano – Pacifico Central, Califórnia, Japão.

Albiano médio-Cenomaniano inferior Polônia

Albiano superior- Cenomaniano inferior- Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 14

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Cryptamphorella sp A

(Est. 13 Figs. 16,17)

Material: 16 espécimens.

Dimensões: 160µm na direção do eixo maior e 130µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 23, 1 MAS 4A nível 19, 1 MAS 12 nível 15.

Descrição: Esqueleto triSegmentados com grande abdômen inflado sem abertura, o tórax é poroso. As aberturas pentagonais são bem visíveis no exemplar, céfalo extremamente pequeno.

Preservação: O material se encontra piritizado, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Albiano superior-Poço 1 MAS 4A

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Cryptamphorella sp B

(Est.14 Figs. 1,2)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 40µm na direção do eixo maior e 30µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A níveis 18-12.

Descrição: Esqueleto trisegmentado com grande abdômen inflado sem abertura, o tórax é poroso.

A imagem de detalhe mostra as aberturas pentagonais na superfície do esqueleto.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Cryptamphorella sp C

(Est. 14 Figs. 3 a 5)

Material: Oito espécimens.

Dimensões: 35µm na direção do eixo maior e 30µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto trisegmentados com grande abdômen inflado sem abertura diferencia-se da espécie *Cryptamphorella* sp B por possuir um abdômen mais inflado.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita e pirita maciça, apresentando variações no grau de preservação de moderado a excelente.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Cryptamphorella sp D

(Est. 14 Fig. 6)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 35µm na direção do eixo maior e 30µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto trisegmentados com grande abdômen inflado sem abertura. O esqueleto se encontra bem preservado, nota-se as aberturas da superfície com perfurações no centro.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando excelente grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Gênero *Holocryptocanium* Dumitrica 1970*Holocryptocanium barbui* Dumitrica 1970

(Est. 14 Figs. 7 a 9)

1970 *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Dumitrica: p.76, pl.17, figs. 105-108 a,b, pl.21, fig.136.1972 [?]*Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Petrushevskaya & Kozlova: pl.1, fig.3.1975 *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Dumitrica: p. 87-89, pl.2, fig.11975 *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Foreman: p.618, pl. 1F, fig.9, pl. 6, fig.13.1977 *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Pessagno: p.40, pl.6, fig. 18.1979 *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Nakaseko *et al.*: p.23, pl.5, fig.6.1979 *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Kozlova in Basov *et al.*: fig. 4.1979 *Holocryptocanium japonicum* Nakaseko et al., Nakaseko et al.:p.23, pl.5, figs. 8,10.1981 *Holocryptocanium barbui japonicum* Dumitrica, Nakaseko & Nishimura: p.154, pl.3, figs. 5-7, pl.14, fig.10.1981 *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Schaaf: p.435, pl.2, figs. 1 a,b, pl.10, fig. 6d.1982 *Holocryptocanium japonicum* Nakaseko et al., Taketani: p.67, pl.7, figs, 2 a,b,3, pl.13, fig. 21.1982 *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Taketani: p.67, pl.7, figs. 1 a,b, pl.13, figs. 18, 19.

1985 *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Sanfilippo & Riedel: p.614, pl.12, figs. 2 a-c.

1987 *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Gorican: p.183, pl.3, fig.17.

1995 *Holocryptocanium barbui* Dumitrica, Back: p.16, fig. 12 K,1.

Material: Sete espécimens.

Dimensões: 30µm em ambas as direções dos eixos do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A níveis 30-8.

Descrição: Esqueleto esférico com céfalo e tórax completamente fechado dentro do abdômen. As fotos mostram as superfícies do esqueleto cobertas pelas aberturas subcirculares a hexagonais. Esqueleto substituído por pirita maciça.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando excelente grau de preservação.

Distribuição estratigráfica: Albiano-Cenomaniano, Dumitrica 1970.

- Japão
- Atlântico Leste
- Romênia
- Noroeste do Pacífico

Albiano inferior- Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 3A

8.3.2.3 Família *Artostrobiidae* Riedel 1967

Gênero *Theocampe* Haeckel 1887

Theocampe sp A

(Est. 14 Fig. 10)

Material: Dois espécimes.

Dimensões: 70µm na direção do eixo maior e 45µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 30.

Descrição: Esqueleto com 3 segmentos sendo o terceiro segmento inflado com a abertura arredondada por um distinto perístoma, espinho ausente. O céfalo é proeminente, esqueleto silicificado, o abdômen do exemplar se afina em direção a porção basal.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando baixo grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Albiano inferior - Poço 1 MAS 3A

Theocampe sp B

(Est.14 Figs.11, 12)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 50µm na direção do eixo maior e 35µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto com três segmentos o terceiro segmento é inflado com a abertura arredondada por um distinto perístoma (Fig. 12 Est. 14), espinho ausente, céfalo bem destacado.

A porção basal do esqueleto é fina.

Preservação: O material se encontra calcitizado, apresentando baixo grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Theocampe sp C

(Est.14 Figs.13, 14)

Material: 104 espécimens.

Dimensões: 55µm na direção do eixo maior e 40µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A níveis 25-12.

Descrição: Esqueleto com três segmentos o terceiro segmento é inflado com a abertura arredondada por um distinto perístoma, espinho ausente. A porção basal neste exemplar se encontra bem destacada do abdômen.

Preservação: O material se encontra calcitizado, apresentando baixo grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Albiano superior ao Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 4A

Theocampe sp D
(Est. 14 Figs. 15,16)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 160µm na direção do eixo maior e 100µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 14 nível 37.

Descrição: Esqueleto com três segmentos o terceiro segmento é inflado com a abertura arredondada por um distinto perístoma, espinho ausente. Céfalo pequeno com abdômen menos inflado que o exemplar *Theocampe* sp C.

Preservação: O material se encontra calcitizado, apresentando baixo grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior a médio-Poço 1 MAS 14

Theocampe sp E
(Est. 14 Fig. 17)

Material: 2 espécimens.

Dimensões: 130µm na direção do eixo maior e 100µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 13.

Descrição: Esqueleto com três segmentos o terceiro segmento é inflado com a abertura arredondada por um distinto perístoma, espinho ausente. Céfalo muito pequeno estrutura na porção basal não muito proeminente.

Preservação: O exemplar esta substituído por pirita framboidal, apresentando baixo grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Theocampe sp F
(Est. 14 Fig. 18)

Material: Oito espécimens.

Dimensões: 140µm na direção do eixo maior e 110µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 16.

Descrição: Esqueleto com três segmentos o terceiro segmento é inflado com a abertura arredondada por um distinto perístoma, espinho ausente. Céfalo mais desenvolvido que os exemplares *Theocampe* sp D e *Theocampe* E.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando baixo grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Theocampe sp G

(Est. 15 Fig. 1)

Material: Sete espécimens.

Dimensões: 40µm na direção do eixo maior e 25µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poço 1 MAS 16 níveis 4-1.

Descrição: Esqueleto com três segmentos o terceiro segmento é inflado com a abertura arredondada por um distinto perístoma, espinho ausente. O exemplar apresenta um abdômen bem inflado. Este se diferencia dos exemplares *Theocampe* sp D, E, F, por sua porção basal não ser proeminente. Outro fato importante é que o exemplar apresenta dimensões relativamente pequenas em relação ao *Theocampe* sp D e E.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita euédrica, apresentando baixo grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Gênero *Botryostrobis* Haeckel 1887, emend, Nigrini 1977.

Botryostrobis sp A

(Est. 15 Fig. 2)

Material: Dois espécimes.

Dimensões: 260µm a 290µm na direção do eixo maior incluindo o céfalo e 120µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 12.

Descrição: Esqueleto cônico, apresentando um pequeno céfalo sem aberturas. O exemplar apresenta aparentemente cinco a seis câmaras proeminentes, compostas por inúmeras aberturas hexagonais divididas por anéis ou sulcos. As aberturas hexagonais perfeitamente alinhadas.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau de preservação de moderado a bom.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Botryostrobus sp B

(Est. 15 Fig. 3)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 270µm na direção do eixo maior incluindo o céfalo e 130µm na direção do eixo perpendicular na área central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto cônico, apresentando um céfalo com uma leve abertura, este apresenta aparentemente cinco a seis câmaras proeminentes, compostas por inúmeras aberturas hexagonais divididas por anéis ou sulcos. As aberturas hexagonais perfeitamente alinhadas diferenciam-se do exemplar *Botryostrobus* sp A pelo seu céfalo ser muito reduzido.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau de preservação de moderado a bom.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

8.3.2.4 Família **Carpocaniidae** Haeckel 1881, emend, Riedel 1967.

Subfamília **Dianthocapsidae** O'Dogerty 1994

Gênero *Theocapsomma* Haeckel 1887, emend, Foreman 1968

Theocapsomma sp A

(Est. 15 Figs. 4 a 8)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: Variáveis entre 210µm a 200µm na direção do eixo maior e 90µm a 100µm na direção do eixo perpendicular a região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto elipsoidal por vezes arredondado é trisegmentado, variável no grau de alongação, sem espinho com o céfalo submergido na parede torácica. Poros são pequenos com tamanho aproximadamente iguais, inseridos em aberturas hexagonais a pentagonais, que se alinham formando costelas ou estruturas em direção ao céfalo. Esqueletos ora substituídos por pirita maciça ora por pirita framboidal, estas obliterando as aberturas prejudicando as características morfológicas do esqueleto, no entanto o material apresenta excelente grau de preservação.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça e framboidal, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição estratigráfica: Campaniano-Maastrichtiano, Foreman 1968.

- S Índia
- Região do Caribe
- Romênia
- Califórnia

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Superfamília **Archaeodictyomitricea** Pessagno 1976

8.3.2.5 Família **Archaeodictyomitridae** Pessagno 1976

Gênero *Archaeodictyomitra* Pessagno 1976

Archaeodictyomitra pseudoscalaris Tan Sin Hok 1927

(Est. 15 Figs. 9,10)

1927 *Archaeodictyomitra pseudoscalaris* Tan Sin Hok, Tan Sin Hok: fig.3

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 190µm a 200µm na direção do eixo maior e 85µm a 90µm na direção do eixo perpendicular do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto cônico ou excepcionalmente achatado, sem o forte desenvolvimento de estrias externas. Divisões do segmento simples, apresentando anéis e poros alinhados entre os sulcos que separam transversalmente os segmentos. Céfalo pequeno e imperfurado. As costelas se distribuem longitudinalmente ao longo do esqueleto. Câmaras são proeminentes, há uma nítida diferença entre a 3ª e 4ª câmara nos exemplares.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça e framboidal, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Archaeodictyomitra vulgaris Pessagno 1976

(Est. 15 Figs. 11,12)

1976 *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno, Pessagno: p.44, pl.6, fig.15.

1991 *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno, De Wever & Thiebault: p. 589, pl.1, fig. 14.

1995 *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno, Bak: p.12.

2004 *Archaeodictyomitra vulgaris* Pessagno, Babazadeh & De Wever: p. 195, fig. 7G.

Material: 21 espécimens.

Dimensões: 240µm na direção do eixo maior e 110µm na direção do eixo menor na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 16-10.

Descrição: Esqueleto cônico multisegmentado, estriado alargando gradualmente em direção a base. Segmentos com poros arranjados em anéis transversais. Superfície com oito a dez costelas visíveis.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica Valangiano-Santoniano, Pessagno 1977.

- Pacífico
- Califórnia
- Plataforma Russa

Albiano inferior-Polônia, Back 195

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Archaeodictyomitra sp A

(Est. 15 Figs. 13,14)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 210µm na direção do eixo maior e 120µm na direção do eixo perpendicular na direção da região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 19.

Descrição: Esqueleto é subcônico ou excepcionalmente achatado, com o forte desenvolvimento de estrias externas e divisões do segmento simples. Anéis e poros separam os segmentos, não há uma divisão de segmentos no exemplar. Esqueleto se alarga em direção a base, a abertura basal se encontra danificada devido a má preservação do exemplar. Ao contrário dos demais exemplares, o material, não possui câmaras ou segmentos visíveis.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Archaeodictyomitra sp B

(Est.15 Fig.15)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 510µm na direção do eixo maior e 100µm na direção do eixo perpendicular na direção da região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 30, 1 MAS 12 nível 10.

Descrição: Esqueleto cônico alongado com o desenvolvimento de estrias externas e divisões segmentais simples, pouco visíveis devido à má preservação do exemplar. Anéis e poros separam os segmentos. Esqueleto de dimensões excepcionais, fato ecologicamente importante para o estudo da fauna silicosa na região.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

Archaeodictyomitra sp C

(Est. 15 Fig. 17)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 160µm na direção do eixo maior e 100µm na direção do eixo menor.

Ocorrência: Poço 1 MAS 16 nível 1.

Descrição: Esqueleto cônico excepcionalmente achatado, com forte desenvolvimento de estrias externas. Divisões segmentais simples, anéis e poros separam os segmentos, mas pouco visíveis. A porção basal é pouco visível devido ao estado de preservação do exemplar. O esqueleto se alarga em direção a porção basal.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano inferior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Maastrichtiano superior - Poço 1 MAS 16

Gênero *Mita* Pessagno 1976

Mita gracillis (Squinabol) Thurow 1988

(Est. 16 Figs. 1,2,3)

1988 *Mita gracillis* (Squinabol) Thurow, Thurow: p.402, pl.3, fig.2.

1994 *Mita gracillis* (Squinabol) Thurow, Erbacher: p.102, figs. 10,11.

1994 *Dictyomitra gracilis* (Squinabol)- O'Dorguerty: p. 73, pl.1, figs. 12-25.

1998 *Mita gracillis* (Squinabol) Thurow, Erbacher: p.370, pl.1, fig.13.

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 500µm na direção do eixo maior e 200µm na direção perpendicular do eixo menor na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A níveis 21-19.

Descrição: Esqueleto subcônico com o desenvolvimento de fortes estrias que seguem até o céfalo, (Fig.3 Est. 16). Entre as estrias há divisões que formam estruturas semelhantes a quadrados e retângulos. O céfalo mostra a união das inúmeras costelas com a presença de sulcos profundos entre as mesmas. O abdômen inflado na sua porção central e afina-se em direção a base do esqueleto.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica.

Albiano- Cenomaniano inferior – Distribuição mundial

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Mita sp A

(Est. 16 Fig. 4)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 310µm na direção do eixo maior e 100µm na direção perpendicular do eixo menor da região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 29.

Descrição: Descrição semelhante a *Mita gracilis*, no entanto o exemplar apresenta as estrias mais proeminentes. Este não apresenta estruturas retangulares, sendo que o esqueleto se afunila na porção basal. Na região do céfalo as costelas se apresentam mais suaves. Há a ocorrência de aberturas circulares entre as estrias.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica.

Albiano superior-Poço 1 MAS 3A

Mita sp B
(Est. 16 Fig. 5)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 210µm na porção do eixo maior e 170µm na direção do eixo menor na direção da região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto subcônico, com fortes estrias longitudinais ao longo do esqueleto. O exemplar apresenta aberturas circulares dispostas em fileiras entre as mesmas. O material está quebrado o que dificulta a sua classificação a nível específico.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica.

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Gênero *Dictyomitra* Zittel 1876

Dictyomitra multicosata Zittel 1876

(Est. 16 Figs. 7 a 15)

1876 *Dictyomitra multicosata* Zittel, Zittel: p.81, pl. e, figs. 2-4.

1944 *Dictyomitra (Dictyomitroma) multicosata* Zittel, Campbell & Clark: p.39, pl.8, figs. 23-24,29,35,42.

1963 *Dictyomitra (Dictyomitra) multicosata* Zittel, Pessagno: p.206, pl.1, figs. 9,10, pl.4, figs. 1,3, pl.5, figs. 3,7.

1991 *Dictyomitra multicosata* Zittel, Ling: p.329, pl.2, figs.4,5, pl.3, fig.5.

1994 *Dictyomitra multicosata* (Zittel)- O'Dorgherty, O'Dorgherty: p.82, pl.4, figs. 17-89.

1998 *Dictyomitra multicosata* Zittel, Erbacher p.369, pl.1, fig.5.

Material: 39 espécimens.

Dimensões: variáveis entre 60µm na direção do eixo menor na região central do esqueleto e de 150µm a 170µm na direção do eixo longitudinal do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 8, 1 MAS 1 nível 17, 1 MAS 12 níveis 27-13, 1 MAS 16 nível 4.

Descrição: Esqueleto subcônico apical, com seis a oito segmentos apresentando estrias profundas. O número de estrias aumenta distalmente. Poros alinhados nas porções centrais dos segmentos. A porção basal bem evidenciada nas Figs 7 e 8 Est. 16.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita e pirita maciça, apresentando um grau de preservação de bom a moderado.

Distribuição Estratigráfica: Turoniano-Campaniano Distribuição mundial. Campbell & Clark 1944.

Campaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Dictyomitra densicostata Pessagno 1976

(Est.16 Figs. 16,17)

1976 *Dictyomitra densicostata* Pessagno, Pessagno: p.51, pl.14, figs. 10-14,16.

1998 *Dictyomitra densicostata* Pessagno, Erbacher: p.369, pl.1, fig. 4.

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 180µm na direção do eixo maior e 65µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 11.

Descrição: Esqueleto cônico ou excepcionalmente achatado, com constrições externas bem desenvolvidas e divisões segmentadas. O exemplar possui sete segmentos bem marcados com poros distribuídos ao longo dos sulcos. A região basal é retilínea e bem destacada do esqueleto.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Santoniano-Campaniano, Pessagno 1976.

- Califórnia

- Plataforma Russa

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Dictyomitra sp A

(Est. 17 Figs. 1,2)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 110µm na direção do eixo maior e 45µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 8.

Descrição: Esqueleto cônico, com constrições externas desenvolvidas e divisões segmentadas. O exemplar se encontra inflado em direção a região basal, no entanto devido a sua má preservação fica dificultada a sua identificação a nível específico.

Preservação: O material se material substituído por pirita maciça, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Dictyomitra sp B

(Est. 17 Figs. 3,4)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 170µm na direção do eixo maior e 60µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 8.

Descrição: Esqueleto cônico não muito alargado na direção da porção basal. Divisões segmentadas bem desenvolvidas. O exemplar se apresenta quebrado não sendo possível observar o céfalo dificultando sua identificação a nível específico.

Preservação: O material fortemente substituído por pirita euédrica formando uma espécie de mosaico, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Dictyomitra sp C

(Est. 17 Figs. 5,6)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 170µm na direção do eixo maior e 90µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 8.

Descrição: Esqueleto cônico achatado em direção a porção basal do esqueleto. As divisões segmentadas bem desenvolvidas, (Fig. 6 Est. 17). O exemplar se alarga em direção a base como nos demais exemplares *Dictyomitra* sp A.

Preservação: O material fortemente substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior- Poço 1 MAS 3A

Dictyomitra sp D

(Est. 17 Figs. 7,8)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 510µm na direção do eixo maior e 125µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 22.

Descrição: Esqueleto cônico alongado, com constrictões externas bem desenvolvidas e divisões segmentadas, este possui de 10 a 12 segmentos, bem visíveis. O esqueleto não se alarga em direção a porção basal. A Fig. 8 Est. 17 mostra nitidamente a divisão dos segmentos no exemplar. As estrias se mostram bem visíveis não se observando as aberturas no material. Espécime de grandes dimensões consideradas anômalas para a fauna de radiolários.

Preservação: O material fortemente substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Dictyomitra sp E

(Est.17 Figs. 9, 10)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 270µm na direção do eixo maior e 70µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto cônico alongado, com constrictões externas bem desenvolvidas e divisões segmentadas. Estas bem visíveis no microscópio óptico (Fig.10. Est.17). A Fig. 9 Est. 17 sugere que as suas divisões são devido ao alinhamento de pequenos poros na superfície do esqueleto. Este não se alarga junto a sua porção basal.

Preservação: O material se encontra substituído por dolomita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Dictyomitra sp F

(Est. 17 Figs. 11,12)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 190µm na direção do eixo maior e 60µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 16.

Descrição: Esqueleto cônico alongado, sendo que este se afina na porção basal. O exemplar possui constrictões externas pouco visíveis, devido a sua má preservação. Segmentos visíveis apenas na porção superior.

Preservação: O material se encontra recristalizado por sílica – opala CT, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Dictyomitra sp G
(Est.17 Figs. 13,14)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 290µm na direção do eixo maior e 100µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 13.

Descrição: Esqueleto cônico, com constrições externas bem desenvolvidas e divisões segmentadas. Este possui de oito a nove segmentos. O exemplar possui duas fileiras de poros ao longo da divisão dos segmentos.

Preservação: O material se encontra recristalizado por sílica - opala CT, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Dictyomitra sp H
(Est. 17 Fig. 15)

Material: 19 espécimens.

Dimensões: 190µm na direção do eixo maior e 60µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 14-11.

Descrição: Esqueleto cônico, com constrições externas bem desenvolvidas e divisões fortemente segmentadas. O exemplar possui de oito a dez segmentos bem visíveis, (Fig. 15 Est. 17).

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Dictyomitra sp I
(Est. 17 Fig. 16)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 150µm na direção do eixo maior e 60µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 14.

Descrição: Esqueleto cônico apresentando, divisões segmentadas bem desenvolvidas. Este exemplar possui sete segmentos bem visíveis. No entanto a sua má preservação prejudica a sua identificação a nível específico.

Preservação: O material se encontra substituído por sílica - opala CT, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Dictyomitra sp J

(Est.17 Fig. 17)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 180µm na direção do eixo maior e 90µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 15.

Descrição: Esqueleto cônico, com constrições externas bem desenvolvidas e divisões segmentadas. O exemplar possui quase que as mesmas dimensões laterais da base ao ápice do esqueleto. Os segmentos do exemplar não estão muito visíveis.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Dictyomitra sp K

(Est. 17 Fig. 18)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 185µm na direção do eixo maior e 65µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 15.

Descrição: Esqueleto cônico, com constrictões externas bem desenvolvidas e divisões segmentadas. O exemplar possui cinco segmentos bem visíveis, (Fig. 18 Est. 17). O exemplar apresenta poros distribuídos em anéis, estes alinhados entre as constrictões do esqueleto que avançam em direção a porção basal.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau de preservação de moderado a bom.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Gênero *Thanarla* Pessagno 1977b

Thanarla sp A

(Est. 18 Figs. 1 a 3)

Material: Três espécimes.

Dimensões: variáveis nos exemplares de 160µm na direção do eixo longitudinal maior, 90µm na direção do eixo perpendicular basal e 80µm na direção do eixo perpendicular da região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto subcônico trisegmentado, sendo que a porção do abdômen na sua porção mais basal se abre se assemelhando a uma saia. O exemplar possui fortes estrias que mostram três fileiras longitudinais de poros circulares. O exemplar possui três constrictões sendo a mais proeminente a última. Céfalo pequeno quase imperceptível.

Preservação: Material substituído por pirita maciça e calcita, apresentando um grau de preservação de moderado a excelente.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Thanarla sp B

(Est. 18 Fig. 4)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 170µm na direção do eixo longitudinal maior e 100µm na direção do eixo perpendicular menor.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto subcônico trisegmentado, sendo que a porção do abdômen na sua porção mais basal não se encontra tão aberta como no exemplar *Thanarla* sp B. O exemplar possui estrias em que mostram uma fileira longitudinal de poros circulares. O esqueleto possui três constrictões sendo a mais proeminente a última.

Preservação: Material substituído por pirita maciça e calcita, apresentando um grau de excelente a moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Thanarla sp C

(Est. 18 Fig. 5)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 170µm na direção do eixo perpendicular maior e 120µm na direção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto e 80µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto subcônico trisegmentado, sendo que a porção do abdômen na sua porção mais basal se abre se assemelhando a uma saia. O exemplar possui fortes linhas perpendiculares, semelhantes ao exemplar *Thanarla* sp B. Este possui uma fileira longitudinal de poros circulares entre as costelas. O Exemplar possui três constrictões sendo a mais proeminente a última. O segmento basal não se afunila rumo a base como nos exemplares *Thanarla* sp A e *Thanarla* sp B.

Preservação: Material substituído por pirita maciça, apresentando um grau excelente de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior ao Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4 A

Superfamília **Amphipyndacea** Riedel 1967

8.3.2.6 Família **Amphipyndacidae** Riedel 1967

Gênero *Amphipyndax* Foreman, 1966, emend Empson-Morin 1982.

Amphipyndax mediocris Tan Sin Hok 1927

(Est. 18 Figs. 6,7)

1927 *Amphipyndax mediocris* Tan Sin Hok, Tan Sin Hok: P.55, pl.10, fig.82.

1944 *Stichocapsa (?) stocki* Campbell & Clark, Campbell & Clark: p.44, pl.8, figs. 31-33.

1968 *Amphipyndax stocki* Campbell & Clark, Foreman: p.78, pl.8, fig.12 a-c.

1974 *Amphipyndax mediocris* Tan Sin Hok, Renz: p.788,pl.5, figs.7,9, pl.12, fig.3.

1981 *Amphipyndax mediocris* Tan Sin Hok, Schaaf: p.431, pl.3, fig.11, pl.22, fig. 7 a,b.

1988 *Amphipyndax mediocris* Tan Sin Hok, Thurow: pl.1, fig.7, pl.4, fig.5.

1991 *Amphipyndax mediocris* Tan Sin Hok, Gorka: p.43, pl.2, figs. 2,3.

1995 *Amphipyndax mediocris* Tan Sin Hok, Gorka: p.351-352, pl.VI, figs. 1,2.

Material: 27 espécimens.

Dimensões: 280µm na direção do eixo longitudinal e 100µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 15-12.

Descrição: Esqueleto cônico multisegmentado, apresentando um céfalo subesférico pequeno usualmente imperfurado sem espinho apical, ligado ao tórax por um anel. Estruturas anulares entre as câmaras desenvolvidas. Poros usualmente grandes arranjados em estruturas por vezes hexagonais.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Espécie cosmopolita, Turoniano-Campaniano.

Turoniano inferior-Polônia, Gorka 1991, 1995

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 4A

Amphipyndax pseudoconulus (Pessagno)- Empson-Morin 1982

(Est. 18 Fig. 8)

1963 *Lithostrobus pseudoconulus* Pessagno, Pessagno: p.210, pl.1, fig.8, pl.5, figs. 6,8.

- 1963 *Lithostrobus punctulatus* Pessagno, Pessagno: pl.5, figs. 4,5.
- 1966 *Amphipyndax enesseffi* Foreman, Foreman: p.356, figs de texto 10,11.
- 1972 *Amphipyndax* sp A Petrushevskaya & Kozlova, Petrushevskaya & Kozlova: p.545, pl.8, fig.18.
- 1973 *Amphipyndax enesseffi* Foreman, Dinkelman: p.790, pl.1, fig.10.
- 1973b *Amphipyndax enesseffi* Foreman, Foreman: p.15, fig.19.
- 1973 *Amphipyndax enesseffi* Foreman, Moore: p.827, pl.11, fig.5
- 1974 *Amphipyndax enesseffi* Foreman, Riedel & Sanfilippo: p.775, pl.10, figs, 12,13.
- 1977 *Amphipyndax enesseffi* Foreman, Foreman: p.313, pl.1, fig.2.
- 1978b *Amphipyndax enesseffi* Foreman, Foreman: p.645, pl.4, fig.3
- 1981 *Amphipyndax enesseffi* Foreman, Nakaseko & Nishimura: p. 17, fig.14.
- 1982 *Amphipyndax enesseffi* Foreman, Kling: p.548, pl.2, fig.12, figs 2,3.
- 1982 *Amphipyndax pseudoconulus* (Pessagno)- Empson Morin, Empson-Morin: p.510, pl.1, fig.5, pl.2, figs. 1-4,5,9,10,12.
- 1985 *Amphipyndax pseudoconulus* (Pessagno)- Empson Morin, Sanfilippo & Riedel: p.596-598, figs. 7.1 a-c.

Material: Nove espécimens.

Dimensões: 280µm na direção do eixo longitudinal e 100µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 15-12.

Descrição: Esqueleto cônico multisegmentado no qual o céfalo subesférico pequeno usualmente imperfurado sem espinho apical ligado ao tórax por um anel. Não apresenta estruturas anulares entre as câmaras, estas mostram uma complexa ornamentação, apresentando poros circulares. Poros usualmente grandes arranjados em estruturas por vezes hexagonais. O exemplar mostra um céfalo proeminente e arredondado. A sua ligação com o tórax possui uma linha com aberturas retangulares.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Segundo Sanfilippo & Riedel 1985, este restrito a zona *Amphipyndax pseudoconulus*.

- Oeste da Austrália - Pacífico Central - Oeste e Norte da América

- Indonésia - Alaska - Região do Caribe
- Japão - Califórnia - E. Atlântico e Sul da Europa

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 16

Amhipyndax sp A

(Est. 18 Fig. 9)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 200µm na direção do eixo longitudinal maior e 120µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço, 1 MAS 3A níveis 17-6.

Descrição: Esqueleto cônico multi-Segmentados em que o céfalo se apresenta geralmente com uma parede inperfurada de aspecto proeminente como uma pequena esfera. Ao contrário as espécies anteriores o esqueleto apresenta os poros circulares arranjados em uma complexa estrutura que forma protuberâncias na superfície do esqueleto.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior- Campaniano inferior- Poço 1 MAS 4A

Amhipyndax sp B

(Est. 18 Figs. 10,11)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 150µm na direção do céfalo à base e 70µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço, 1 MAS 3A níveis 21-9.

Descrição: Esqueleto cônico multi-Segmentado no qual o céfalo se apresenta geralmente com uma parede porosa, proeminente semelhante ao *Amhipyndax* sp A. O exemplar apresenta igualmente os poros distribuídos em torno de um arranjo complexo.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

]Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior- Campaniano inferior- Poço 1 MAS 4A

Amphipyndax sp C
(Est.18 Figs. 12,13)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 150µm na direção do céfalo à base e 85µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço, 1 MAS 3A nível 22.

Descrição: Esqueleto cônico multi-Segmentado em que o céfalo se apresenta geralmente com uma parede porosa, com o mesmo arranjo do *Amphipyndax* sp A e *Amphipyndax* sp B. No entanto a sua preservação não permitiu a classificação a nível específico. O exemplar mostra um céfalo mais proeminente que os demais.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita framboidal, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Amphipyndax sp D
(Est.18 Figs. 14,15)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 490µm na direção do eixo maior e 130µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço, 1 MAS 3A nível 29.

Descrição: Esqueleto multi-segmentado em que o céfalo apresenta uma parede porosa, este menos proeminente que nas demais espécies anteriores. Esqueleto subcônico uniforme muito alongado até a sua porção basal, o que destoa das demais espécies. A Fig. 15 Est. 18 mostra os detalhes das aberturas circulares na superfície do esqueleto.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 3A

Amhipyndax sp E

(Est. 18 Figs. 16,17)

Material: 10 espécimens.

Dimensões: 170µm na direção do eixo maior e 90µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços, 1 MAS 12 níveis 34-9, 1 MAS 16 nível 6.

Descrição: Esqueleto cônico multi-Segmentado no qual o céfalo se apresenta geralmente com uma parede porosa de grandes proporções em relação aos demais porções do corpo do esqueleto. As protuberâncias na superfície do esqueleto não são tão proeminentes como em outras espécies.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior- Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 16

Amhipyndax sp F

(Est.19 Figs. 1, 2)

Material: Oito espécimens.

Dimensões: 150µm na direção do céfalo à base do esqueleto e 60µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços, 1 MAS 12 níveis 19-10, 1 MAS 16 nível 5.

Descrição: Esqueleto cônico multi-segmentado no qual o céfalo se apresenta pequena em relação a outras espécies do gênero. Esqueleto apresenta resquícios de aberturas circulares na superfície. A Fig. 2 Est. 19 mostra nitidamente o céfalo do exemplar. O material se encontra calcitizado.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 16

Amphipyndax sp G

(Est. 19 Figs. 3,4)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 410µm na direção do céfalo à base e 200µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço, 1 MAS 12 nível 17.

Descrição: Esqueleto cônico multi-segmentado com o céfalo apresentando geralmente uma parede porosa e, na espécie de espinho apical, esta é bem proeminente em forma igualmente cônica destoando, de outros exemplares. Esqueletos mostram protuberâncias que se assemelham a espinhos, estes espalhados por toda a superfície o exemplar apresenta seis segmentos.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

Amphipyndax sp H

(Est. 19 Figs. 5,6)

Material: 19 espécimens.

Dimensões: 240µm na direção do céfalo à base e 150µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço, 1 MAS 1 níveis 29-27, 1 MAS 16 nível 7.

Descrição: Esqueleto cônico multi-segmentado no qual o céfalo se apresenta com uma parede porosa. A superfície do esqueleto se encontra mal preservada o que dificulta a sua identificação a nível específico.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior a médio-Poço 1 MAS 1

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 16

Amphipyndax sp I

(Est. 19 Fig. 7)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 90µm no eixo perpendicular na porção basal, 170µm da base até a porção apical e 70µm do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços, 1 MAS 1 nível 26, 1 MAS 16 nível 6.

Descrição: Esqueleto cônico multi-Segmentados, mal preservado o que torna difícil o reconhecimento a nível específico. O exemplar mostra seis segmentos visíveis.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 16

Amphipyndax sp J

(Est.19 Fig. 8)

Material: Cinco espécimens.

Dimensões: 80µm no eixo perpendicular na porção basal do esqueleto e 190µm da base até o céfalo e 60µm perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços, 1 MAS 4A níveis 14-10, 1 MAS 16 níveis 30-11.

Descrição: Esqueleto cônico aparentemente multi-Segmentado, o céfalo se apresenta geralmente, em forma subcircular.

Preservação: Material substituído por pirita framboidal, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 4A

Turoniano- Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 16

Amphipyndax sp K

(Est. 19 Fig. 9)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 380µm da base ao céfalo e 210µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 16 nível 11.

Descrição: Esqueleto subcônico multi-segmentado no qual o céfalo se apresenta geralmente muito fragmentado, exemplar alongado o que destoa das demais espécies de *Amphipyndax*.

Preservação: Material substituído por pirita framboidal, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 16

Amphipyndax sp L

(Est. 19 Fig. 10)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 150µm da base ao céfalo e 70µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 16 nível 15.

Descrição: Esqueleto cônico multi-Segmentado, no qual é possível apenas a identificação o céfalo proeminente. Não é possível a visualização das demais estruturas.

Preservação: Material substituído por pirita euédrica e framboidal, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 16

Amphipyndax sp M

(Est. 19 Fig. 11)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 160µm da base ao céfalo e 90µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 12.

Descrição: Esqueleto cônico multi-segmentados, no qual é possível apenas a identificação a nível genérico. No entanto o céfalo é menor que os exemplares anteriores.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

Amhipyndax sp N

(Est. 19 Fig. 12)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 170µm da base ao céfalo e 95µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 níveis 15- 12.

Descrição: Esqueleto cônico multi-segmentado com céfalo proeminente, no qual é possível apenas a identificação a nível genérico.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 12

Amhipyndax sp O

(Est. 19 Fig. 13)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 150µm da base ao céfalo e 85µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 16 nível 16.

Descrição: Esqueleto subcônico multi-segmentados, sendo possível apenas à identificação a nível genérico. No entanto apresenta um céfalo desproporcional aos demais exemplares.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior - Poço 1 MAS 16

8.3.2.7 Família *Spongocapsulidae* Pessagno 1977b

Gênero *Obesacapsula* Pessagno 1977b

Obesacapsula somphedia (Foreman 1973)- Schaaf 1981

(Est. 19 Fig. 16)

1973 *Obesacapsula somphedia* Foreman, Foreman: p. 264, pl.14, and fig.18.

1979 *Obesacapsula somphedia* Foreman, Kozlova in Basov *et al.*: fig. 4.

1981 *Obesacapsula somphedia* Foreman, De Wever: p.516.

1981 *Obesacapsula somphedia* (Foreman), Schaaf: p.435, pl.4, figs. 6-9, pl.20, figs. 1 a,b, 2.

1984 *Obesacapsula somphedia* (Foreman), Schaaf: p.138, 139, figs. 1-4b.

1995 *Obesacapsula somphedia* (Foreman)-Schaaf, Bak: p.18, fig. 11g.

Material: 28 espécimens.

Dimensões: 200µm do céfalo a base e 160µm na porção basal do exemplar.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 31-23.

Descrição: Esqueleto com amplos segmentos pós-abdominais, o final muito inflado o qual pode constituir-se em $\frac{3}{4}$ do esqueleto. O céfalo, abdômen e todos os segmentos pós-abdominais são cônicos. O abdômen se afunila formando uma pequena porção basal.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Sanfilippo & Riedel (1985) restringem este táxon à zona *Obesacapsula somphedia* para o Cenomaniano com registros:

- Espanha
- Norte da Itália.

Albiano superior-Polonia,

Albiano superior- Cenomaniano inferior- Poço 1 MAS 3A

Superfamília **Eucyrtidiacea** Ehrenberg 1847

8.3.2.8 Família **Pseudodictyomitridae** Pessagno 1977b

Gênero *Pseudodictyomitra* Pessagno 1977b

Pseudodictyomitra pseudomacrocephala Squinabol 1903, emend, Pessagno 1977b

(Est. 20 Figs.1 a 3)

- 1903 *Dictyomitra pseudomacrocephala* Squinabol, Squinabol: p. 139, pl.10, fig.2.
- 1964 *Dictyomitra pseudomacrocephala* Squinabol, Cita: p.143, pl.12, figs.8,9.
- 1969 *Dictyomitra malleola* Aliev-Pessagno, Pessagno: p.610, pl.5, fig.8.
- 1972 *Dictyomitra pseudomacrocephala* Squinabol, Petrushevskaya & Kozlova: p.550, pl.2, fig.5.
- 1973 *Dictyomitra macrocephala* Squinabol, Moore: p.829, pl.9, figs. 8,9.
- 1974 *Dictyomitra macrocephala* Squinabol, Riedel & Sanfilippo: p.778, pl.4, figs. 10,11, pl.14, fig.11.
- 1974 *Dictyomitra pseudomacrocephala* Squinabol, Pessagno & Michael: p.969.
- 1975 *Dictyomitra pseudomacrocephala* Squinabol, Foreman: p.614, pl.7, fig.10.
- 1975 *Dictyomitra dnistrensis* Lozynyak, Lozynyak: p.52, pl.2, figs. 3-7.
- 1975 *Dictyomitra pseudomacrocephala* Squinabol, Dumitrica: fig.2, n° 19.
- 1976 *Dictyomitra pseudomacrocephala* Squinabol, Pessagno: p.53, pl.13, figs. 2,3.
- 1977 *Dictyomitra pseudomacrocephala* Squinabol, Foreman: p.315.
- 1977b *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol)-Pessagno, Pessagno: p.51, pl.8, figs.10,11.
- 1979 *Dictyomitra pseudomacrocephala* Squinabol, Nakaseko et al.: p.22, pl.6, figs. 12-15.
- 1979 *Dictyomitra pseudomacrocephala* Squinabol, Kozlova in Basov *et al.*: fig. 4.
- 1980 *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol)-Pessagno, Schmidt-Effing: p.247, fig.8.
- 1981 *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol)-Pessagno, Schaaf: p.437, pl.24, figs.1 a,b.
- 1981 *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol)-Pessagno, Nakaseko & Nishimura: p.159, pl.9, figs. 1-4, pl.16, figs. 5, 7,8.

1982 *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol)-Pessagno, Taketani: p.61, pl.5, figs. 4 a,b, pl.12, figs. 7,8.

1985 *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol)-Pessagno, Sanfilippo & Riedel: p.608-609. Figs. 10.1 a-e.

2004 *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol)-Pessagno, Babazadeh & De Wever p.195, fig. 7D.

Material: Nove espécimens.

Dimensões: 300µm do céfalo a base e 100µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A níveis 20-2.

Descrição: Esqueleto cônico é usualmente compreendido por 10 a 15 segmentos, sendo os quatro ou cinco primeiros não apresentam constrições visíveis externamente. Os segmentos subseqüentes tem proporções aproximadamente uniformes, com quatro ou dois anéis de pequenos poros e divisões segmentais.

Preservação: Material substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Albiano-Cenomaniano, Pessagno 1977b.

- Japão
- Pacífico Central
- Califórnia
- Costa Rica
- Sul da Europa

Cenomaniano inferior-Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Pseudodictyomitra sp A

(Est. 20 Figs. 4,5)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 300µm do céfalo a base e 100µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 20.

Descrição: Esqueleto cônico é usualmente compreendido por 10 a 15 segmentos. O esqueleto apresenta costelas ou linhas bem marcadas, se tornando mais forte na porção basal do esqueleto, anéis nas divisas dos segmentos. O esqueleto apresenta céfalo pequeno.

Preservação: Material substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Pseudodictyomitra sp B

(Est. 20 Fig.6)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 160µm do céfalo a base e 70µm na porção basal e 50µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 14.

Descrição: Esqueleto cônico é usualmente compreendido por 10 a 15 segmentos. O esqueleto apresenta costelas ou linhas bem marcadas, se tornando mais nítidas na porção basal. O esqueleto apresenta um céfalo de maiores dimensões que o *Pseudodictyomitra* sp A. As estrias ou linhas da superfície parecem não ser distribuídos linearmente com as do *Pseudodictyomitra* sp A.

Preservação: Material substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

8.3.2.9 Família **Xitidae** Pessagno 1977

Gênero *Xitus* Pessagno 1977

Xitus spicularis (Aliev)- Pessagno 1977

(Est. 20 Figs. 7,8)

1969 *Xitus spicularis* Aliev, Aliev: fig. 3.

1977 *Xitus spicularis* (Aliev)- Pessagno, Pessagno: p.56, pl.9, fig.7, pl.10, fig.5.

1994 *Xitus spicularis* (Aliev)- Pessagno, Erbacher: p.118, pl.3, fig.4, pl.15, fig.7.

1994 *Xitus spicularis* (Aliev)- Pessagno, O'Dogherty: p.127, pl.11, figs. 17-31.

1998 *Xitus spicularis* (Aliev)-Pessagno, Erbacher: p. 371, pl.1, figs. 1-2.

Material: Um espécimen.

Dimensões: 170µm da base ao céfalo e 140µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 11

Descrição: Esqueleto cônico, com céfalo pequeno e apresenta um grande espinho apical semelhante a uma agulha ou espícula. O esqueleto apresenta de seis a sete segmentos.

Preservação: Material substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica: Albiano-Cenomaniano, Pessagno 1977.

- California

- Europa

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 4A

Xitus sp A

(Est. 20 Figs. 9,10)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 120µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto, 310µm do céfalo a base e 160µm na porção perpendicular do eixo na região basal do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 25.

Descrição: Esqueleto cônico, com céfalo pequeno sem a presença de espinho apical. O esqueleto apresenta uma superfície com estrutura ou malha treliçada com pequenas aberturas circulares. A divisão dos segmentos é bem nítida.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4 A

Xitus sp B

(Est. 20 Figs. 11,12)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 45µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto 70µm na direção do eixo longitudinal e 60µm no eixo da região basal do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 28.

Descrição: Esqueleto cônico, céfalo pequeno, os exemplares não apresentam nitidos segmentos.

O exemplar é mais cônico que *Xitus* sp A, apresentando nítidos poros circulares.

Preservação: Material substituído por pirita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 3A

Xitus sp C

(Est. 20 Figs. 13,14)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 500µm da base ao céfalo e 150µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 30.

Descrição: Esqueleto subcônico, céfalo pequeno com uma estrutura que lembra um pequeno espinho apical. A Fig. 14 Est.10 mostra os detalhes destas pequenas aberturas circulares do exemplar. Não se pode precisar quanto a sua divisão seguimental pela má preservação

Preservação: Material substituído por pirita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 3A

Xitus sp D

(Est. 20 Figs.15, 16)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 65µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto, 170µm na direção do eixo longitudinal maior e 80µm na direção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 30.

Descrição: Esqueleto cônico com um pequeno céfalo apresentando curto espinho apical levemente curvo, (Fig. 16 Est. 20). O material apresenta costelas ou linhas bem desenvolvidas longitudinalmente, este mostra ainda grandes aberturas hexagonais.

Preservação: Material substituído por pirita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 3A

Xitus sp E

(Est. 20 Fig. 17)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 90µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto 170µm na direção do eixo longitudinal maior e 170µm na direção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 12.

Descrição: Esqueleto cônico multi-segmentado com pequeno céfalo. Divisão segmental é bem marcada, a má preservação do exemplar não permite a observação de maiores detalhes morfológicos.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Xitus sp F

(Est. 20 Fig. 18)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 110µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto 150µm na direção do eixo longitudinal maior e 120µm na direção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 1 nível 22, 1 MAS 14 nível 37.

Descrição: Esqueleto cônico, multi-segmentado com céfalo proeminente, o qual pode confundir-se com o gênero *Amphipyndax*, mais esta parece possuir um afilamento no ápice do céfalo.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 1

Cenomaniano superior-Poço 1 MAS 14

Xitus sp G

(Est. 21 Fig. 1)

Material: Cinco espécimens.

Dimensões: 110µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto 170µm na direção do eixo longitudinal maior e 120µm na direção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 15 nível 9, 1 MAS 16 nível 4.

Descrição: Esqueleto cônico, igualmente multi-segmentado, no entanto a sua má preservação dificulta a sua classificação a nível específico.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano - Poço 1 MAS 15

Maastrichtiano superior-Poço 1 MAS 16

Xitus sp H

(Est.21 Fig. 2)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 180µm da base ao céfalo e 75µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 23, 1 MAS 14 nível 37.

Descrição: Esqueleto cônico igualmente multi-segmentado. O exemplar apresenta um céfalo pequeno com uma estrutura que se assemelha a um espinho apical muito curto. A superfície mostra inúmeras aberturas semicirculares.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior- Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano superior - Poço 1 MAS 14

Xitus sp I

(Est. 21 Fig. 3)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 160µm da base ao céfalo e 120µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 21.

Descrição: Esqueleto cônico multi-segmentado, apresentando o que parece ser um espinho apical muito pequeno.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 4A

Xitus sp J

(Est.21 Fig. 4)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 180µm da base ao céfalo e 120µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 20.

Descrição: Esqueleto cônico multi-segmentado, não sendo possível visualizar o céfalo. O material se encontra mal preservado dificultando a sua classificação. Exemplares substituídos por calcita.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 4A

8.3.2.10 Família **Eucyrtidiidae** Ehrenberg 1847

Gênero *Eucyrtidium* Ehrenberg 1847

Eucyrtidium sp A

(Est. 21 Fig. 5)

Material: Cinco espécimens

Dimensões: 70µm da base ao céfalo e 70µm na direção do eixo perpendicular

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 15-10.

Descrição: Esqueleto cônico com três segmentos, céfalo com curto espinho apical, não é visível em nenhum dos exemplares, tórax é inflado e hemisférico. O abdômen formando uma espécie de grande aba, a superfície apresenta pequenos poros circulares.

Preservação: Material substituído por pirita maciça, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Campaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Eucyrtidium sp B

(Est. 21 Fig. 6)

Material: Seis espécimens.

Dimensões: 60µm da base ao céfalo e 60µm na direção do eixo perpendicular

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 22-10

Descrição: Esqueleto cônico com três segmentos, céfalo pequeno, tórax inflado e hemisférico. O exemplar apresenta um grande abdômen em forma de saia, o tórax neste exemplar é de maior

dimensão que os exemplares anteriores descritos. O tórax é de dimensões maiores que aquelas apresentadas pela espécie *Eucyrtidium* sp A

Preservação: Material substituído por piritita euédrica, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Campaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Eucyrtidium sp C

(Est. 21 Figs. 7,8)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 100µm da base ao céfalo e 100µm na direção do eixo perpendicular.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 13-11.

Descrição: Esqueleto cônico com três segmentos, céfalo mal preservado, tórax relativamente pequeno. O exemplar possui um amplo abdômen, e a sua má preservação dificulta a sua classificação.

Preservação: Material substituído por calcita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior - Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano médio-Poço 1 MAS 4A

Eucyrtidium sp D

(Est. 21 Fig. 9)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 58µm da base ao céfalo e 55µm na direção do eixo perpendicular

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13, 1 MAS 12 nível 20.

Descrição: Esqueleto cônico com três segmentos, céfalo com curto espinho apical, tórax é inflado e hemisférico. O exemplar se apresenta bem preservado é possível observar nitidamente as aberturas circulares na superfície, o material se encontra piritizado.

Preservação: Material substituído por piritita, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano médio- Poço 1 MAS 4A

Maastrichtiano inferior- Poço 1 MAS 12

Eucyrtidium sp E

(Est. 21 Fig. 10)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 53µm da base ao céfalo e 55µm na direção do eixo perpendicular

Ocorrência: Poço: 1 MAS 12 nível 19.

Descrição: Esqueleto cônico com três segmentos, céfalo difícil de visualizar devido à má preservação, tórax é inflado e hemisférico. O exemplar apresenta um abdômen bem desenvolvido, nota-se o que seriam pequenas aberturas na superfície do esqueleto.

Preservação: Material substituído por pirita framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Gênero *Solenotryma* Foreman 1968

Solenotryma dacryodes Foreman 1968

(Est. 21 Fig. 11)

1968 *Solenotryma dacryodes* Foreman, Foreman: p.33, pl.4, fig.8.

1968 *Solenotryma* sp cf. *S. dacryodes* Foreman, Foreman: pl.4, fig. 7.

1971 *Solenotryma* sp cf. *S. dacryodes* Foreman, Foreman: p.1681.

1971 *Solenotryma* sp cf. *S. dacryodes* Foreman, Kling: p. 1090, pl.8, fig.13.

1973 *Solenotryma* sp cf. *S. dacryodes* Foreman, Moore: p.827, pl.11, fig.8.

1974 *Solenotryma* sp. Riedel & Sanfilippo, Riedel & Sanfilippo: pl.15, fig.4.

1981 *Solenotryma* sp. Riedel & Sanfilippo, Schaaf: pl.23, figs. 4 a,b.

1982 *Solenotryma* sp cf. *S. dacryodes* Foreman, Taketani: p.67, pl.7, figs.8, 11 a,b.

1985 *Solenotryma dacryodes* Foreman, Sanfilippo & Riedel: p.622, fig. 14.5.

Material: Três espécimens.

Dimensões: 160µm da base ao céfalo e 100µm na direção do eixo perpendicular Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 20.

Descrição: Esqueleto segmentado, céfalo esférico amplo elipsoidal tórax com a parte basal fechada no abdômen. Todos os segmentos com muitas aberturas constrictas com numerosos poros pequenos, estes não visíveis no exemplar devido a sua preservação por pirita euédrica ter obliterado estas aberturas.

Distribuição estratigráfica: Albiano-Campaniano, Foreman 1968. Sanfilippo & Riedel estabelecem sua distribuição do Albiano-Campaniano

- Sudeste da Índia

- Japão

- Pacífico Central e Norte

- Califórnia

Preservação: Material substituído por pirita euédrica, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gênero *Stichomitra* Cayeux 1897

Stichomitra sp A

(Est. 21 Figs. 12,13)

Material: Sete espécimens.

Dimensões: 180µm da base ao céfalo e 80µm na direção do eixo perpendicular

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A níveis 8-3.

Descrição: Esqueleto subcônico segmentado com cinco a seis segmentos, possuindo o terceiro segmento bem destacado dos demais, este se assemelhando a um anel, (Fig. 13 Est. 21). O material se encontra piritizado e mal preservado não permitindo uma boa classificação a nível específico.

Preservação: Material substituído por pirita euédrica, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior-Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Stichomitra sp B

(Est.21 Figs.14, 15)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 60µm na direção do eixo anterior aos anéis centrais, 160µm da base ao céfalo, 90µm nos eixos perpendiculares dos segmentos maiores e 40µm na direção do eixo perpendicular.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 9.

Descrição: Esqueleto com as mesmas características morfológicas dos exemplares *Stichomitra* sp A. No entanto este possui dois segmentos largos na sua porção central, formando assim uma espécie de anel duplo em volta do esqueleto. O material se encontra fortemente substituído por pirita euédrica, (Fig. 15 Est. 21).

Preservação: Material substituído por pirita euédrica, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Stichomitra sp C

(Est. 21 Figs. 16,17)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 70µm no eixo da região basal do esqueleto, 170µm do céfalo a base e 80µm do eixo perpendicular de maior segmento no esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A nível 19.

Descrição: Esqueleto subcônico segmentado com cinco a seis segmentos, possuindo o terceiro segmento bem destacado dos demais. No entanto este se diferencia dos demais exemplares por possuir aproximadamente o quarto segmento mais largo que os demais, e o segmento basal não é tão estreita quanto nos exemplares sp A e sp B. O material se encontra substituído por pirita framboidal e euédrica.

Preservação: Material substituído por pirita euédrica e framboidal, apresentando um grau de preservação de pobre a moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior- Poço 1 MAS 3A

Stichomitra sp D

(Est. 22 Fig.1)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 50µm no eixo da região basal do esqueleto, 190µm do céfalo a base e 60µm do eixo do maior segmento no esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 12 nível 17.

Descrição: Descrição semelhante nos demais, com a diferença que os dois segmentos mais destacados, parecem possuir uma divisão bem marcada dos segmentos anteriores e do segmento basal. A má preservação do exemplar não permite uma maior identificação do exemplar.

Preservação: Material substituído por pirita euédrica e framboidal, apresentando um grau de preservação de pobre a moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

8.3.3 ORDEM ENTACTINARIA Kozur & Mostler 1982

8.3.3.1 Família *Hexastylidae* Haeckel 1881

Gênero *Hexastylus* Haeckel 1881

Hexastylus sp A

(Est. 22 Fig. 2)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 120µm de diâmetro nas mais variadas direções do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 3A níveis 20.

Descrição: Esqueleto esférico com aparentemente 6 espinhos dispostos perpendicularmente com ângulos de 90°. A Fig. 2 Est. 22 mostra claramente a presença de três espinhos dispostos

perpendicularmente. A má preservação do material não possibilitou uma identificação a nível específico.

Preservação: Material substituído por pirita euédrica, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

8.3.4 TÁXONS NÃO DETERMINADOS

8.3.4.1 Gêneros e espécies indeterminados

Gen. et sp. indet.A

(Est. 22 Fig.3)

Material: Sete espécimens.

Dimensões: 70 μ m na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto, 170 μ m da base ao ápice do espinho apical e 135 μ m da base ao céfalo, excetuando-se o espinho apical.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 2, 1 MAS 4A nível 8.

Descrição: Esqueleto subcônico, apresentando um longo espinho apical. A superfície é lisa apresentando perfurações circulares. O esqueleto possui um forte espinho lateral o qual se encontra quebrado.

Preservação: Material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau de preservação de pobre a moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4 A

Gen. et sp. indet.B

(Est. 22 Fig. 4)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 170µm na direção do eixo maior e 60µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 7.

Descrição: Esqueleto achatado, possuindo uma estrutura que lembra um retângulo estreito, este com dois prolongamentos nas suas bordas laterais curvadas para uma direção dando um formato de seta. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita framboidal, apresentando um grau de preservação de pobre a moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.C

(Est. 22 Figs.5,6)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 250µm nas direções dos eixos diagonais do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 29.

Descrição: Esqueleto achatado com aparentemente seis lados aparentemente de igual comprimento. Este apresenta um lado basal maior que os demais, perfazendo um heptágono perfeito. Os lados do exemplar formam ângulos perfeitos. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por calcita, apresentando um grau de preservação de pobre a moderado.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior- Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.D

(Est. 22 Fig. 7)

Material: Seis espécimens.

Dimensões: 25µm na porção perpendicular na região basal, 200µm do céfalo a base e 80µm na porção, perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços, 1 MAS 3A níveis 21-19, 1 MAS 4A nível 2, 1 MAS 15 nível 10

Descrição: Esqueleto subcônico, com um pequeno céfalo sem a presença de espinho apical. A porção do abdômen é mais inflada na sua porção superior, se estreitando até a porção basal que termina em forma de tubo. A superfície do esqueleto mostra poros circulares. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura. O material é esponjoso e se encontra substituído por calcita.

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Albiano superior-Poço 1 MAS 4A

Cenomaniano-Poço 1 MAS 15

Gen. et sp. indet.E

(Est. 22 Figs. 8,9)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 75µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto, 130µm da base ao céfalo e 90µm na porção do eixo, perpendicular na região basal do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 19-6.

Descrição: Esqueleto cônico segmentado, o céfalo de grandes proporções e não apresenta espinho apical. A superfície mostra estruturas com protuberâncias que lembram espinhos, estas com pequenas aberturas circulares distribuídas irregularmente. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por pirita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior- Maastrichtiano inferior- Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.F

(Est. 22 Figs. 10,11)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 130 μ m da base ao céfalo e 60 μ m na porção do eixo na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 25.

Descrição: Esqueleto cônico, apresentando pequeno céfalo perfurado por pequenos poros circulares, os segmentos não estão visíveis. O exemplar apresenta ainda um arranjo de aberturas circulares na sua porção basal arranjados em forma de anéis e em círculos. Em direção ao céfalo estas aberturas estão dispostas irregularmente pela superfície não possuindo formas definidas. O esqueleto possui na porção basal de quatro a seis pequenos espinhos. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por pirita, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.G

(Est. 22 Figs. 12,13)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 210 μ m na direção do eixo diagonal do braço superior e 200 μ m na direção do eixo da diagonal do braço inferior.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 13-9.

Descrição: Esqueleto achatado apresentando forte estrutura treliçada, (Fig. 13 Est. 22). O esqueleto mostra dois braços igualmente achatados e sub triangulares. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por pirita framboidal, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.H
(Est. 22 Figs. 14,15)

Material: Dois espécimes.

Dimensões: 160 μ m do céfalo a base e 80 μ m na porção do eixo na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 2.

Descrição: Esqueleto subcônico, com um pequeno céfalo perfurado, não aparenta possuir segmentos. A superfície esta coberta por grandes poros circulares que se arranjam em linhas longitudinais ao longo do céfalo a base. O esqueleto se alarga próximo à base e apresenta pequenos espinhos basais. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por pirita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.I
(Est. 22 Figs. 16,17)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 85 μ m do céfalo a base e 50 μ m na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 12-10.

Descrição: Esqueleto cônico, apresentando céfalo imperfurado, multi-segmentado. O esqueleto apresenta uma depressão bem pronunciada próximo ao segmento basal, como se fosse uma cinta, a superfície é coberta por aberturas circulares arranjadas linearmente do céfalo a base. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura especializada.

Preservação: O material constituinte da parede é esponjoso e se encontra substituído por pirita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.J

(Est. 23 Figs. 1,2)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 70 μ m na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto, 145 μ m do céfalo a base e 100 μ m na direção perpendicular na região basal do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 19-17.

Descrição: Esqueleto cônico, segmentado apresentando um grande céfalo, que se mostra imperfurado. Os exemplares mostram quatro segmentos, sendo que o último se alarga ao longo da porção basal, mostrando-se como uma espécie de saia. A superfície do exemplar mostra que este é coberto por pequenas aberturas subcirculares. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por pirita, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.K

(Est. 23 Figs. 3,4)

Material: Dois espécimes.

Dimensões: 160 μ m do céfalo a base e 120 μ m na direção do eixo perpendicular na área central do esqueleto

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 23, 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto achatado que mostra uma estrutura no qual se incluem braços de grandes dimensões em um dos lados, na sua porção mediana. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura especializada. Exemplar se alarga ao longo da porção basal do esqueleto, seu estado de preservação não permitiu a observação de outras características morfológicas.

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por calcita, apresentando um grau médio de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Gen. et sp. indet.L

(Est.23 Figs. 5,6)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 160µm em ambas as direções dos eixos diagonais do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 18-17.

Descrição: Esqueleto achatado apresentando um formato pentagonal, com cinco lados apresentando as mesmas dimensões, estes em linhas retas. No entanto estes apresentam uma inclinação angular nos dois lados superiores, para com os lados inferiores. O exemplar apresenta ainda uma estrutura esponjosa a treliçada e mostra a presença de um espinho na sua porção superior. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura especializada.

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.M

(Est.25 Figs. 2,3)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 190µm do céfalo a porção basal, 45µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 20-17.

Descrição: Esqueleto subcônico alongado cilíndrico com um céfalo pequeno aparentemente não individualizado, (Fig. 3 Est. 25).O exemplar mostra um longo espinho trifacetado em uma das extremidades, no entanto este se encontra quebrado. A superfície é coberta por grandes aberturas sub-circulares que aumentam de diâmetro à medida que aproxima da porção basal do esqueleto.

As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por pirita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.N

(Est.25 Fig. 4)

Material: Três espécimes

Dimensões: 140 μ m do céfalo a porção basal, 100 μ m na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 19-18

Descrição: Esqueleto subcônico apresentando um grande céfalo aparentemente imperfurado. Este possui ainda um pequeno tórax. A ligação do céfalo com o tórax é por um anel composto por inúmeras aberturas circulares. O exemplar se mostra segmentado aparentemente com três a quatro segmentos que se alargam em direção a sua porção basal, possuindo duas grandes saliências. A superfície é coberta por aberturas circulares a irregulares. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.O

(Est. 25 Fig. 5)

Material: cinco espécimens.

Dimensões: 100 μ m na porção do céfalo a base juntamente com o espinho apical, 55 μ m na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 20-21.

Descrição: Esqueleto subcônico com um pequeno céfalo apresentando um forte espinho apical trifacetado. O exemplar apresenta dois braços de forma triangulares paralelas em um dos lados do esqueleto. Após a porção mediana do esqueleto, esta se apresenta com inúmeros poros circulares arranjados de forma linear ao longo da superfície, até a base do esqueleto. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material é esponjoso e se encontra substituído por pirita framboidal, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.P

(Est.25 Fig. 6)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 150µm na direção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto, 400µm da base ao céfalo, 210µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 21.

Descrição: Esqueleto achatado, este de uma forma geral se assemelhando a uma seta. A porção apical do esqueleto se acha um pouco mais destacada que o restante da superfície. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita euédrica e framboidal, apresentando um baixo grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.Q

(Est.25 Figs. 7,8)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 185µm da base ao céfalo, 85µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 22-23.

Descrição: Esqueleto subcônico, sem apresentar um céfalo aparente. A superfície esta coberta por costelas que se distribuem da região do céfalo a base de forma irregular, entre estas se encontram inúmeras aberturas subcirculares a irregulares tanto na forma quanto nas suas dimensões. O esqueleto não apresenta segmentos visíveis. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau de preservação de bom a excelente.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.R

(Est. 25 Fig. 9,10)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 110 μ m na porção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto, 75 μ m da base ao céfalo, 85 μ m na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 23.

Descrição: Esqueleto sub cônico, muito alargado na porção basal, apresenta ainda um céfalo imperfurado. O céfalo se assemelhando uma estrutura que lembra a um forte espinho apical, ligado ao pequeno tórax por uma estrutura circular imperfurada. A superfície do esqueleto é coberta por aberturas subcirculares a circulares que se projetam para a superfície formando uma estrutura irregular com inúmeras protuberâncias. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita euédrica, apresentando um grau de preservação de moderado a bom.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior- Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.S

(Est.25 Figs. 11,12)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 45 μ m da base ao céfalo, 50 μ m na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 24.

Descrição: Esqueleto subcônico, arredondado, com a base circular, (Fig. 12 Est. 25). Céfalo aparentemente no interior do tórax, apresentando-se a superfície nesta área com aberturas irregulares. Na porção abdominal do esqueleto, apresentam-se aberturas hexagonais possuindo grande profundidade, sendo que para o interior do esqueleto esta se torna circular. Esqueleto se inflexiona levemente em sua porção basal. A abertura na região basal perfeitamente circular. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.T

(Est.25 Figs. 13,14)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 50 μ m da base ao céfalo, 45 μ m na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 22.

Descrição: Esqueleto subcônico cilíndrico com a porção basal circular, segmentado apresentando 3 nitidos segmentos abdominais. Este parece possuir um céfalo imperfurado. Apresenta costelas da base do céfalo a porção basal do esqueleto. As costelas apresentam inúmeras aberturas circulares alinhadas longitudinalmente e que se arranjam em sentido circular pela superfície do esqueleto. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.U

(Est.25 Figs. 15,16)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 160µm da base ao céfalo, 80µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 21.

Descrição: Esqueleto subcônico cilíndrico, não apresenta céfalo individualizado. O exemplar apresenta linhas ou costelas, que se distribuem irregularmente pela superfície do esqueleto mostrando uma estrutura em forma de malha. As aberturas circulares se distribuem entre estas costelas de maneira irregular. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça e euédrica, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.V

(Est.25 Fig. 17)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 190µm na direção do espinho apical à base do esqueleto, 60µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 23.

Descrição: Esqueleto subcilíndrico, não apresenta segmentos aparentes, nem céfalo individualizado. O exemplar apresenta um forte espinho trifacetado. O exemplar apresenta ainda aberturas subcirculares que parecem se distribuir irregularmente pela superfície. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita framboidal a maciça, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.X

(Est.25 Fig. 18)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 170µm na direção do espinho apical à base do esqueleto, 80µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 21.

Descrição: Esqueleto cônico não apresentando segmentos visíveis, este apresenta sua porção basal um formato circular. Céfalo indiviso, a porção superior representa o possível abdômen. A superfície do exemplar mostra aberturas irregulares, na porção abdominal do exemplar, esta mostra inúmeras estruturas hexagonais com aberturas circulares ao centro. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita framboidal a maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp. indet.Y

(Est.26 Fig. 1)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 120µm do céfalo a base, 120µm na direção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto, 90µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 24.

Descrição: Esqueleto subcônico, segmentado apresentando três segmentos visíveis. O céfalo de dimensões pequenas em relação à estrutura do esqueleto, tórax pequeno. O exemplar apresenta divisões segmentais bem marcadas. As aberturas na porção superior do esqueleto se mostram

irregulares, estas distribuídas aleatoriamente pela superfície do esqueleto. No segundo segmento estas se mostram com contornos circulares e uma certa distribuição regular. Já o terceiro segmento as aberturas mostram-se hexagonais a circulares e são distribuídas regularmente pela superfície. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

8.3.4.2 Gêneros e espécies indeterminados- GRUPOS

8.3.4.2.1 Gen. et sp. indet.Grupo 1

As bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas se mostraram extremamente prolíficos em termos de diversidade. Assim foi possível identificar-se inúmeras famílias, gêneros e incontáveis espécies, caso incomum em se tratando de biota silicosa.

A análise dos exemplares possibilitou a constatação de que vários exemplares possuem características morfológicas similares. Estes apresentam certas diferenças que não permitiram enquadrá-los dentro de uma espécie ou gêneros. No entanto dado ao número expressivo de indivíduos não se poderia simplesmente enquadrá-los como gênero e espécie indeterminados. Deste modo estes exemplares foram reunidos em seis grupos de gen. esp. indet, que contivessem indivíduos que apresentassem similaridades, sendo sugerido a presença de seis grupos. Sugere-se, portanto para pesquisas futuras uma análise sistemática acurada deste grupo, que pode revelar novos gêneros e novas espécies ou até novas famílias de radiolários do Cretáceo médio.

Gen. et sp.indet.A

(Est. 23 Fig. 7)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 150µm da base ao céfalo, 130µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto sub cônico, pequeno apresentando um céfalo talvez incluso no tórax do exemplar. O grupo apresenta como característica comum, o abdômen inflado se estreitando em direção a base. O exemplar figurado possui uma larga e lisa constrição semelhante a uma anel variável em dimensão em alguns exemplares. Os exemplares do grupo A não possuem espinho apical visível ao contrario dos exemplares B,C e D. As aberturas na porção superior do esqueleto são irregulares e por vezes este se apresenta imperfurado. O esqueleto apresenta uma superfície coberta por estruturas tetragonais ou trigonais com aberturas circulares no centro. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Gen. et sp.indet.B

(Est. 23 Fig. 8)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 75µm do céfalo a base e 60µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto subcônico apresentando um curto espinho apical. A superfície do exemplar é coberta por aberturas pentagonais irregulares ou por vezes tetragonais com aberturas circulares no centro. As estruturas presentes na superfície são pouco definidas. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Gen. et sp.indet.C

(Est.23 Figs.9,10)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 150µm do céfalo a base e 130µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 14.

Descrição: Esqueleto subcônico apresentando um curto espinho apical. Este possui um céfalo e tórax estreitos, apresentando assim uma nítida divisão segmental ao contrário dos exemplares descritos anteriormente. As aberturas são por vezes heptagonais, hexagonais e pentagonais irregulares. Na região do tórax e abdômen as aberturas se mostram irregulares, sendo mais profundas que as aberturas descritas para as espécies anteriores, apresentando poros circulares no centro. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Gen. et sp.indet.D

(Est. 23 Figs. 11,12)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 140µm do céfalo a base e 120µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 7.

Descrição: Esqueleto subcônico apresentando um pequeno espinho apical. O céfalo é imperfurado, com um forte e bem destacado anel circular basal liso. A superfície coberta por estruturas tetragonais, pentagonais, hexagonais que se mostram irregulares na superfície do esqueleto como mostra a (Fig. 12 Est. 23). Na junção destas há a formação de cristais na

superfície semelhantes a pequenos espinhos. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp.indet.E

(Est. 23 Figs. 13,14)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 180 μ m do céfalo a base e 120 μ m na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 8.

Descrição: Esqueleto subcônico com céfalo afunilado de formato triangular, com estruturas na superfície e aberturas circulares que se estendem à direção do tórax. O esqueleto apresenta na região do abdômen uma superfície bem suavizada, mostrando estruturas trigonais, tetragonais e pentagonais, com aberturas na suas porções centrais circulares a subcirculares. As junções mostram cristais. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp.indet.F

(Est. 23 Fig. 15)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 40 μ m do céfalo a base e 70 μ m na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 7, 1 MAS 4A nível 12.

Descrição: Esqueleto subcônico, com céfalo curto, apresentando um espinho apical bem pequeno levemente curvado para um dos lados. As estruturas da superfície mostram-se como um anel circular liso. Este exemplar possui ainda uma espécie de tubo basal de superfície lisa com aberturas circulares, o que não é encontrado nos demais exemplares do grupo. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um excelente grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 3A

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

8.3.4.2.2 Gen. et sp. indet. Grupo 2

Gen. et sp. indet. A

(Est. 23 Figs. 16,17)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 160µm do céfalo a base e 120µm na direção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 14.

Descrição: Esqueleto achatado, esponjoso de formato retangular. No entanto este mostra possíveis braços inflexionados em direções opostas. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Gen. et sp. indet. B

(Est. 24 Fig.1)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 70µm na porção do eixo menor do esqueleto, 170µm na porção do eixo maior e 140µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto achatado subretangular, esponjoso não segmentado se assemelhando a uma seta. O exemplar apresenta cinco ângulos formados por quatro linhas côncavas e uma retilínea. Estas pontas ou braços se distribuem de maneira equidistante formando ângulos retos entre os mesmos. A (Fig. 1 Est.24) mostra a distribuição dos possíveis braços e as linhas que unem os mesmos. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Gen. et sp.indet.C

(Est. 24 Figs. 2, 4)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 85µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto 156µm na porção do eixo longitudinal e 60µm na porção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 11.

Descrição: Esqueleto achatado subretangular, esponjoso não segmentado se assemelhando a uma seta. No entanto este apresenta sete pontas unidas por seis linhas côncavas e uma retilínea. O Exemplar igualmente se assemelha a uma seta, (Fig. 2 Est 24). As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Gen. et sp.indet.D

(Est. 24 Fig. 3)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 80 μ m na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto 140 μ m na porção do eixo longitudinal e 60 μ m na porção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto.

Ocorrência: Poço 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto achatado subretangular, esponjoso não segmentado se assemelhando a uma seta. No entanto este mostra as formas mais delgadas. O exemplar possui cinco pontas unidas por linhas levemente côncavas, no entanto a distribuição destas é distinta do exemplar B, (Fig. 3 Est. 24). As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Gen. et sp.indet.E

(Est. 24 Fig. 5)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 135 μ m na porção do eixo maior e 110 μ m na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 6.

Descrição: Esqueleto achatado subretangular, esponjoso não segmentado se assemelhando a uma seta. Este exemplar possui as extremidades ligadas por linhas retilíneas, exceção da porção basal a qual as pontas são unidas por linhas côncavas assemelhando-se a um rabo de peixe. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Campaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

8.3.4.2.3 Gen. et sp. indet. Grupo 3

Gen. et sp. indet. A

(Est. 24 Fig. 6)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 140µm da base ao céfalo 110µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 15 nível 10.

Descrição: Esqueleto subcônico com abdômen inflado se afinando na direção basal. Céfalo curto destacado, não foi definido a presença de espinho apical, em virtude da má preservação. O tórax aparentemente pequeno. O exemplar possui costelas que se distribuem longitudinalmente no entanto não chegam a porção basal do esqueleto que possui aberturas circulares dispostas duplamente entre as costelas. A porção basal subcônica invertida é lisa sem a presença de costelas. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano-Poço 1 MAS 15

Gen. et sp. indet. B

(Est. 24 Fig. 7)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 170µm da base ao céfalo 120µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 15 nível 10.

Descrição: Esqueleto subcônico com abdômen inflado se afinando na direção basal. No entanto este mostra, quanto ao exemplar anterior, apenas uma linha de aberturas entre as costelas ao contrário do exemplar A, que são duas. Na porção basal ocorre um abrupto afinamento, o que não ocorre no exemplar A. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano-Poço 1 MAS 15

8.3.4.2.4 Gen. et sp. indet. Grupo 4

Gen. et sp. indet. A

(Est. 24 Figs. 8,9)

Material: Dois espécimens

Dimensões: 110 μ m da base ao céfalo 65 μ m na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 22.

Descrição: Esqueleto subcônico, segmentado apresentando possivelmente um céfalo, um tórax bem desenvolvido, separado do abdômen por uma nitida constrição, (Fig. 8 Est. 24). As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por calcita, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior- Poço 1 MAS 4A

Gen. et sp. indet. B

(Est. 24 Figs. 10,11)

Material: Um espécimen.

Dimensões: 80µm da base ao céfalo 60µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto subcônico, segmentado apresentando possivelmente um céfalo indiviso sem inflexão na região basal. No entanto a sua má preservação não possibilitou uma melhor identificação. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

8.3.4.2.5 Gen. et sp. indet. Grupo 5

Gen. et sp. indet. A

(Est. 24 Fig. 12)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 70µm do céfalo e tórax até o abdômen 160µm do céfalo a base 70µm na porção meridional do abdômen, 45µm no eixo perpendicular do tórax e 90µm do abdômen a porção basal do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 12 nível 9.

Descrição: Esqueleto subcônico cilíndrico apresentando um pequeno céfalo e um amplo tórax, ligado a um abdômen mais inflado e igualmente de forma cilíndrica. A seção basal do exemplar é circular. O tórax se apresenta imperfurado sendo este uma importante característica morfológica do grupo. O exemplar apresenta uma superfície coberta por inúmeras aberturas hexagonais que se distribuem pela superfície do abdômen como uma malha. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

Gen. et sp.indet.B

(Est. 24 Figs. 13,14)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 45 μ m do céfalo e tórax até o abdômen 145 μ m do céfalo a base 80 μ m na porção meridional do abdômen, 40 μ m no eixo perpendicular do tórax e 100 μ m do abdômen a porção basal do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 12 nível 12.

Descrição: Esqueleto subcônico cilíndrico. O exemplar apresenta um céfalo aparentemente indiviso e um grande tórax, este de forma cilíndrica, ligado a um abdômen mais inflado. A seção basal do exemplar é circular. O tórax se apresenta imperfurado sendo este uma importante característica morfológica do grupo. O exemplar apresenta uma superfície coberta por inúmeras aberturas hexagonais que se distribuem pelo abdômen como uma malha. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Maastrichtiano inferior-Poço 1 MAS 12

8.3.4.2.6 Gen. et sp. indet.Grupo 6

Gen. et sp.indet.A

(Est. 24 Figs. 15,16)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 45 μ m no eixo meridional do abdômen, 90 μ m do céfalo a base do esqueleto e 25 μ m no eixo perpendicular do tórax.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Esqueleto subcônico a cilíndrico, segmentado apresentando um pequeno céfalo, aparentemente sem espinho apical, o exemplar mostra ainda um tórax imperfurado e um abdômen sub cilíndrico com um segmento central aparentemente mais elevado sendo mais estreito na base. A seção basal é circular com uma superfície coberta por uma malha de poros de

aberturas tetragonais, pentagonais e hexagonais. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura. Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

Gen. et sp.indet.B

(Est. 26 Fig.1)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 180 μ m do céfalo a base do esqueleto e 80 μ m no eixo perpendicular do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 4A nível 13.

Descrição: Semelhante ao exemplar sp A, no entanto este possui um tórax não tão destacado como no exemplar A. O exemplar não possui uma segmentação tão evidente na porção abdominal como o exemplar A. As características encontradas no exemplar não permitiram enquadrá-lo em nenhum gênero conhecido na literatura.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um bom grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 4A

8.3.4.3 Famílias indeterminadas

A pesquisa dos radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas tem mostrado resultados surpreendentes. Estes podem ser inferidos pelo grau de preservação do material, bem como sua distribuição pelas seções dos poços. O material ecologicamente mostrou fatos importantes; como a fauna anã e os radiolários gigantes. Assim o material se mostrou riquíssimo em todos os aspectos, abrindo um leque muito grande para futuras pesquisas do grupo no Atlântico Sul, destacando-se a área onde se desenvolve a pesquisa.

Assim, cabe salientar que durante o processo de triagem e identificação dos espécimes, verificou-se um grande grupo de exemplares que possuíam determinadas características que não permitiam enquadrá-los em nenhum grupo conhecido na literatura internacional. Estes foram alocados em 6 grupos com determinadas semelhanças.

No entanto salientou-se que alguns exemplares descritos possuem características morfológicas que não se enquadram em nenhum grupo ao nível de família. Estes foram enquadrados na categoria de ordem Nassellaria por seu aspecto cônico em formato de sino, no mais as características destoam das demais famílias. Dentre estes exemplares alguns possuem grandes diferenças morfológicas entre os mesmos, sugerindo que possam ser alocados em dois ou três gêneros com quatoro a seis espécies. Mas estes fatos são apenas sugestões para trabalhos posteriores. Os exemplares apesar de possuírem diferenças morfológicas acentuadas entre si guardam características comuns, como as aberturas perfeitamente retangulares e por vezes retilíneas.

Família indet A

(Est. 26 Fig. 2)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 100 μ m da base ao céfalo do esqueleto, 60 μ m na porção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto, 35 μ m no eixo perpendicular na região do céfalo e 50 μ m na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 17-7.

Descrição: Esqueleto subcônico alongado, apresentando aparentemente um grande céfalo com pequenas perfurações circulares, tórax aparentemente pequeno. O exemplar parece possuir três segmentos, o abdômen inflando-se levemente em direção a base. O abdômen e o tórax possuem na sua superfície aberturas perfeitamente retangulares alinhadas lado a lado formando uma espécie de anel ou círculo em torno do esqueleto.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior- Campaniano inferior- Poço 1 MAS 3A

Família indet B

(Est. 26 Fig. 3)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 65µm da base ao céfalo do esqueleto, 60µm na porção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto, 35µm no eixo perpendicular do céfalo e 50µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 15-12.

Descrição: Esqueleto igualmente subcônico achatado, no entanto destoando dos exemplares A e C, este não apresenta um céfalo proeminente. A sua porção basal é inflexionada formando uma espécie de cunha, este apresenta uma pequena protuberância em um dos lados, com um curto espinho triangular. O exemplar apresenta uma superfície lisa com pequenas aberturas retangulares mais espaçadas que as apresentadas pelos exemplares anteriores. Estes estão em forma de anel no esqueleto, observa-se que o espaçamento aumenta da base em direção ao céfalo.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Família indet C

(Est. 26 Figs. 4,5)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 85µm da base ao céfalo do esqueleto, 60µm na porção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto, 45µm no eixo perpendicular do céfalo e 40µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 15.

Descrição: Esqueleto subcônico com céfalo proeminente. O céfalo apresenta perfurações circulares alinhadas. A superfície do esqueleto apresenta duas fileiras de aberturas perfeitamente retangulares alinhadas. A porção basal do esqueleto é circular (Fig. 5 Est. 26). A fileira de aberturas retangulares se apresenta mais visível. Este se diferencia dos exemplares A e B pelo céfalo mais proeminente e o comprimento das aberturas retangulares.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Família indet D

(Est. 26 Figs. 6,7)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 80 μ m da base ao céfalo do esqueleto, 55 μ m na porção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto, 45 μ m no eixo perpendicular do céfalo e 50 μ m na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 22-16.

Descrição: Esqueleto subcônico a cilíndrico, não apresenta segmentos aparentes com pequeno céfalo. O exemplar mostra uma superfície lisa sem protuberâncias com seis fileiras de aberturas retangulares alinhados, (Fig. 7 Est. 26). O espaçamento entre as aberturas é constante, e entre os anéis há certa equidistância, o espaçamento entre os anéis não sofre variação entre os espaçamentos como no B.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Campaniano-Poço 1 MAS 3A

Família indet E

(Est.26 Figs. 8,9)

Material: Quatro espécimens.

Dimensões: 85 μ m da base ao céfalo do esqueleto, 55 μ m na porção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto, 35 μ m no eixo perpendicular do céfalo e 50 μ m na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 20.

Descrição: Esqueleto subcônico, apresentando pequeno céfalo com pequenas aberturas circulares dispostas aleatoriamente. O tórax é bem destacado do abdômen por uma forte

construção. Este como os demais exemplares descritos possui fileiras de aberturas quadradas a subretangulares. A seção basal do exemplar é circular, (Fig. 9 Est. 26). O espaçamento entre as aberturas aumenta gradativamente do céfalo em direção a base do esqueleto. Abdômen infla-se em direção a base destoando morfológicamente dos exemplares anteriores.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3^A

Família indet F

(Est. 26 Fig. 10)

Material: Três espécimens.

Dimensões: 65µm da base ao céfalo do esqueleto, 45µm na porção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto, 25µm no eixo perpendicular do céfalo e 40µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 20.

Descrição: Esqueleto subcônico cilíndrico, apresentando um céfalo e tórax cobertos por uma superfície com estruturas rugosas. O exemplar não apresenta forte constricção na divisão do tórax e abdômen. Na região do abdômen este se apresenta com três fileiras de aberturas quadradas a retangulares a seção basal do esqueleto é circular. Os espaçamentos entre as aberturas do exemplar são constantes.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um grau moderado de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Família indet G

(Est. 26 Fig. 11)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 130µm da base ao céfalo do esqueleto, 90µm na porção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto, 30µm no eixo perpendicular do céfalo e 90µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A níveis 21-20.

Descrição: Esqueleto subcônico cilíndrico, com um céfalo muito pequeno se assemelhando a um espinho. Esta característica diferencia este exemplar dos demais. O exemplar não apresenta segmentação aparente. A superfície se encontra mal preservada, no entanto nota-se a fileira de aberturas retangulares. As aberturas dispostas em volta do esqueleto como se fosse um anel.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Cenomaniano inferior-Poço 1 MAS 3A

Família indet H

(Est. 26 Fig.12)

Material: Dois espécimens.

Dimensões: 95µm da base ao céfalo do esqueleto, 60µm na porção do eixo perpendicular na região basal do esqueleto, 45µm no eixo perpendicular do céfalo e 40µm na porção do eixo perpendicular na região central do esqueleto.

Ocorrência: Poços 1 MAS 3A nível 27.

Descrição: Esqueleto subcônico, este exemplar se diferencia dos demais por possuir um céfalo pequeno achatado, com aberturas circulares e o tórax aparentemente pequeno. Este exemplar não possui segmentos visíveis. Este apresenta a superfície coberta por inúmeras aberturas retangulares a quadradas alinhadas circularmente em torno do esqueleto. A seção basal do exemplar se apresentando de forma circular.

Preservação: O material se encontra substituído por pirita maciça, apresentando um pobre grau de preservação.

Distribuição Estratigráfica:

Albiano superior- Poço 1 MAS 3A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PALEONTOLOGIA

RADIOLÁRIOS DO CRETÁCEO MÉDIO DAS BACIAS DO
PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS, MARGEM
EQUATORIAL BRASILEIRA

VLADIMIR DE SOUZA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Eduardo A. M. Koutsoukos

CO-ORIENTADORAS: Prof^{as}. Dra. Valesca Brasil Lemos

Prof^{as}. Dra. Valesca Maria Portilla Eilert

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Armando A. Scarparo Cunha (PETROBRAS)

Prof^{as}. Dra. Karen Badaraco Costa(USP)

Prof. Dr. Luiz José Tomazelli (PPGGE/UFRGS)

Tese de Doutorado Apresentada como
Requisito Parcial para Obtenção do
Título de Doutor em Ciências

Volume III
Porto Alegre - 2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PALEONTOLOGIA

VOLUME III

RADIOLÁRIOS DO CRETÁCEO MÉDIO DAS BACIAS DO
PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS, MARGEM
EQUATORIAL BRASILEIRA

VLADIMIR DE SOUZA

Porto Alegre - 2006

SUMÁRIO

9 BIOESTRATIGRÁFIA	381
9.1 Generalidades.....	381
9.2 Análise Bioestratigráfica com base em radiolários, breve histórico.....	381
9.3 Metodologia aplicada na pesquisa bioestratigráfica de radiolários das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	382
9.4 Análise bioestratigráfica dos radiolários da Bacia do Pará-Maranhão.....	383
9.4.1 Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 12.....	383
9.4.2 Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 16.....	384
9.5 Análise bioestratigráfica dos radiolários da Bacia de Barreirinhas.....	386
9.5.1 Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 3A.....	386
9.5.2 Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 4A.....	387
9.5.3 Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 15.....	387
9.5.4 Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 1.....	388
9.5.5 Análise bioestratigráfica dos radiolários do poço 1 MAS 14.....	388
9.6 Correlação Bioestratigráfica dos radiolários das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas..	389
9.6.1 Generalidades.....	389
9.6.2 Metodologia aplicada na correlação bioestratigráfica dos radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas.....	389
9.6.3 Biozona <i>Obesacapsula somphedia</i>	390
9.6.4 Biozona <i>Solenotryma dacryoides</i>	391
9.6.5 Biozona <i>Dictyomitra multicostata</i>	391
9.7 Correlação Bioestratigráfica de radiolários a nível mundial.....	391
10 CONSIDERAÇÕES PALEOBIOGEOGRÁFICAS DAS BACIAS DO PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS RELACIONADAS COM A OCORRÊNCIA DE RADIOLÁRIOS NO CRETÁCEO MÉDIO	394
10.1 Generalidades	394

10.2 A Paleobiogeografia do Cretáceo médio.....	394
10.3 Inferências paleobiogeográficas no Atlântico Sul, no Cretáceo médio.....	395
10.4 A importância da pesquisa de radiolários para o entendimento da Paleobiogeografia dos antigos oceanos.....	397
10.5 Hipóteses sobre a Paleobiogeografia de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas no Cretáceo médio.....	400
11- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	402
12- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	406
13- APÊNDICES.....	515

9 BIOESTRATIGRAFIA

9.1 Generalidades

Os estudos bioestratigráficos nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas tiveram início na primeira metade da década de 60 com os trabalhos de Muller (1962 *apud* Queiroz 1965), Troelsen (1964 *apud* Pamplona 1969), Noguti (1967 *apud* Pamplona 1969) e Lima & Daemon (1968 *apud* Pamplona 1969), que propuseram um zoneamento qualitativo preliminar para a Bacia de Barreirinhas. No entanto o arcabouço bioestratigráfico final da bacia de Barreirinhas foi definido nos trabalhos de Regali *et al.* (1974) e Regali *et al.* (1985), com base em estudos palinológicos.

O arcabouço bioestratigráfico da Bacia do Pará-Maranhão foi estabelecido por Beurlen & Regali (1987), igualmente com base em estudos palinológicos. Nesta pesquisa é proposta uma bioestratigrafia com base em microfósseis silicosos (radiolários), fato inédito para as bacias da margem continental brasileira. Este arcabouço bioestratigráfico deverá ser correlacionado com as zonas bioestratigráficas propostas a nível mundial. A grande ocorrência e diversidade de radiolários nas seções analisadas proporcionaram a montagem desta proposta bioestratigráfica, sendo que esta pode ser comparada a outros zoneamentos realizados para bacias de outras regiões do mundo.

9.2 Análise Bioestratigráfica com base em radiolários, breve histórico.

A utilização de radiolários como instrumento para a realização de zoneamentos bioestratigráficos foi pouco valorizada no início da pesquisa do grupo, apesar destes possuírem uma ampla distribuição estratigráfica do Cambriano ao Recente. Embora a ocorrência do grupo seja bem conhecida em rochas mesozóicas, muitos geólogos continuam descartando o uso destes microfósseis para propósitos estratigráficos.

Em meados do século 20 iniciam-se os estudos sistemáticos e bioestratigráficos dos radiolários com o advento das técnicas de perfuração submarina e com os trabalhos pioneiros de Riedel (1952,1957,1959) em pesquisas de assembléias do Cenozóico na Califórnia e em Barbados.

Com a criação do Deep Sea Drilling Project (DSDP), as pesquisas de radiolários em sedimentos pelágicos obtiveram um grande salto. Assim a primeira biozonação compreensível foi proposta por Riedel & Sanfilippo (1970,1971). Neste período alguns zoneamentos

bioestratigráficos foram desenvolvidos por Moore (1973), Renz (1974), Sanfilippo & Riedel (1985) e Thurow (1988). Os esquemas bioestratigráficos do Cretáceo foram publicados nos trabalhos de Riedel & Sanfilippo (1974), Sanfilippo & Riedel (1974), Foreman (1975,1977), Pessagno (1976,1977a,b), e Schaaf (1981,1984). Pessagno (1976,1977 a, b) em seus estudos taxonômicos desenvolveu um zoneamento bioestratigráfico baseado em seções terrestres da Califórnia. Cabe ressaltar ainda as biozonações desenvolvidas no Japão por Nakaseko & Nishimura (1981), Taketani (1982), Tumanda (1989) e Matsuoka (1992;1995).

Cabe salientar ainda os trabalhos de Gorican (1994), Back (1995), Sanfilippo e Riedel (1995), que apresentaram uma síntese dos principais trabalhos bioestratigráficos, principalmente para o Cretáceo, mostrando os zoneamentos propostos.

9.3 Metodologia aplicada na pesquisa bioestratigráfica de radiolários das bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas

Os táxons de radiolários identificados nas seções analisadas das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas totalizaram 228 espécies, sendo que vários táxons permaneceram indeterminados. Estas espécies foram alocadas em dois grupos de tabelas. Nas primeiras tabelas foram plotadas a ocorrência das espécies nos respectivos níveis, (Apêndices H, J, L, N, P, R, e T). Para isto foi adotada uma escala com base na abundância dos espécimes, conforme indicado abaixo:

MR = Muito Raro	1-2 espécimes
R = Raro	3-4
P = Pouco	5-9
C = Comum	10-30
A= Abundante	>30

A distribuição das espécies através dos níveis estratigráficos foi definida com base na sua primeira ocorrência estratigráfica local (**PO**). Com base nesta distribuição (Apêndices I, K, M, N, O, Q e S) foi realizado o zoneamento bioestratigráfico de cada poço analisado.

Com os dados bioestratigráficos disponíveis para as seções, estas foram correlacionados com as cartas estratigráficas, apresentadas por Feijó (1994) para a Bacia de Barreirinhas, e por Brandão & Feijó (1994) para a Bacia do Pará-Maranhão.

9.4 Análise Bioestratigráfica dos radiolários da Bacia do Pará-Maranhão

A análise bioestratigráfica dos referidos poços desta bacia foi organizada em tabelas de ocorrência (Apêndices H e J) e de distribuição dos táxons (Apêndices I e K). As tabelas de ocorrência dos táxons, mostram a distribuição quantitativa dos mesmos nos níveis analisados. Para assinalar esta ocorrência foi comentado na metodologia o uso de uma escala de letras no qual pode-se observar a representatividade de cada táxon nos seus respectivos níveis.

As tabelas de distribuição mostram uma ocorrência vertical dos táxons ao longo dos poços analisados.

9.4.1 Análise Bioestratigráfica dos Radiolários no Poço 1 MAS 12

Os Radiolários analisados em 35 amostras deste poço mostraram uma forte distribuição ao longo do “evento radiolário”. A microfauna foi analisada quantitativamente (Apêndice H), em que se observa que poucos táxons se apresentam de forma abundante neste poço. Grande parte dos registros mostra que estes se distribuem nas escalas MR e R ao longo dos níveis por todo o poço analisado.

Uma observação importante em relação a alguns táxons é que estes não se distribuem homogeneamente ao longo dos níveis, em uma distribuição vertical, sendo que em determinados níveis por hora podem se mostrar abundantes (A) e por outro muito raro (MR).

Este fato sugere que alguns níveis são mais favoráveis ao desenvolvimento e preservação de determinados táxons do que outros como, por exemplo, *Spongodiscus americanus* e do *Hexinastrum sp C*. Outro fato importante é que os táxons mais abundantes são aqueles de forma discoidal e esponjosa, exemplificando a provável influência dos fatores tafonômicos na representatividade quantitativa dos radiolários do poço 1 MAS 12.

Na análise da distribuição vertical dos táxons (Apêndice I), foi adotada a ordenação destes pela sua Primeira Ocorrência (PO), conforme metodologia discutida anteriormente. Deste modo mostra-se a representação do táxon de ocorrência mais antiga para aquele de ocorrência mais jovem no poço estudado.

O comportamento da distribuição vertical dos táxons ao longo do poço 1 MAS 12, mostra claramente um forte evento de extinção, como já foi discutido anteriormente. O fato mais importante relacionado a este poço é que este apresenta dois picos expressivos de abundância de radiolários, o qual está assinalado (Apêndice I) por duas linhas hachuriadas.

Estas linhas demonstram claramente a influência deste evento na distribuição estratigráfica dos radiolários.

A linha hachuriada inferior está relacionada a um pico de abundância de radiolários no intervalo Cenomaniano, conforme dados cronobioestratigráficos do referido poço. A linha superior, já estaria relacionada ao intervalo Santoniano, mostrando um forte evento ecológico neste período e que pode estar relacionado ao EAO3, fato importante para as pesquisas de radiolários do Atlântico Sul. Estas ocorrências mostram ainda que este segundo evento se mostrou de maneira mais intensa neste poço do que o EAO2, caracterizado para os demais poços (Fig. 35).

A análise bioestratigráfica do referido poço mostra que poucas espécies têm uma distribuição vertical contínua ao longo da maioria dos níveis do poço.

No entanto a maioria dos táxons representada possui pequena distribuição vertical, fato importante para definição de fósseis guias na área analisada, o que iremos discutir no item correlação. Deste modo a representação vertical dos táxons neste poço permite observar com clareza a existência de dois importantes eventos, os quais condicionaram a distribuição da biota silicosa.

9.4.2 Análise Estratigráfica dos Radiolários no Poço 1 MAS 16

A pesquisa neste poço, se baseou na análise de 36 amostras, que de forma semelhante ao observado no poço 1 MAS 12 mostraram forte distribuição ao longo do “evento radiolário”. Na representação quantitativa (Apêndice J), igualmente se observa que poucos táxons se apresentam como (A), sendo que estes estão representados por espécies discoidais e esponjosas como *Orbiculiforma* sp V, *Spongodiscus americanus* e *Pseudoaulophacus sulcatus*.

No entanto, ao contrário do observado no poço 1 MAS 12 há um equilíbrio entre táxons MR e R e os demais. A conclusão que pode ser feita neste caso é que no poço 1 MAS 16 os eventos registrados foram de intensidade bem menor que os do poço 1 MAS 12, em se destacando que o poço 1 MAS 16 mostrou baixas condições redutoras. Estes fatos podem ter tido reflexo na evolução da biota silicosa neste poço, o qual não mostrou uma grande diversidade de espécies.

A observação da distribuição vertical dos táxons no poço 1 MAS 16 igualmente mostrou que as espécies de maior amplitude estratigráfica são aqueles de idade mais antiga no poço (Apêndice K).

O comportamento da distribuição como no poço 1 MAS 12 demonstra claramente um forte evento de extinção, com uma baixa taxa de radiação da biota silicosa. Como também observado no poço anterior, o poço 1 MAS 16 apresenta dois picos de abundância de radiolários, um pequeno pico na parte inferior da seção relacionado ao grande EAO2 ou “Evento radiolário” nas bacias analisadas (Apêndice K). Um pico mais expressivo é representado pela linha hachuriada na parte superior da seção, mostrando a concentração dos táxons (aumento de diversidade/desaparecimentos e surgimentos) ao longo desta linha. Este fato vem a demonstrar a influência deste forte evento paleoceanográfico na área, associado ao EAO-3 (Fig. 35) (Apêndice K).

O evento EAO-3 é bem marcado nos poços 1 MAS 12 e 1 MAS 16 da Bacia do Pará-Maranhão. Como no caso do poço 1 MAS 12, poucas espécies têm uma grande amplitude estratigráfica. Na maioria das vezes são observadas somente ocorrências pontuais de táxons específicos ao longo do “Evento radiolário”.

9.5 Análise Bioestratigráfica de Radiolários da Bacia de Barreirinhas

A pesquisa bioestratigráfica desta bacia foi baseada na análise das seções de cinco poços; 1 MAS 3A, 1 MAS 4A, 1 MAS 15, 1 MAS 1, 1 MAS 14. Nesta análise resultaram em duas tabelas bioestratigráficas para cada poço, semelhante às tabelas apresentadas para os poços da Bacia do Pará-Maranhão.

9.5.1 Análise Bioestratigráfica dos Radiolários do Poço 1 MAS 3A

A microfauna silicosa neste poço, foi estudada com base na análise de 31 amostras. A análise quantitativa deste poço (Apêndice L) mostrou inúmeros táxons que se distribuíram nas escalas MR e R, representando grande parte dos elementos encontrados ao longo dos níveis deste poço.

A identificação de táxons na escala (A e C) se concentrou principalmente naqueles táxons de morfologia discoidal como *Spongodiscus americanus*, *Orbiculiforma* sp C e *Orbiculiforma* sp J. Esta observação de uma forma geral demonstra, que grande parte dos táxons possui pequena amplitude estratigráfica ao longo do poço. Este fato pode ser reflexo de influências ambientais nesta assembléia de radiolários. Foi observado que o poço 1 MAS 3A é o que possui a maior diversidade de radiolários dentre todos os poços. Neste foram encontrados ainda diatomáceas na totalidade dos níveis pesquisados.

Na observação da distribuição bioestratigráfica dos táxons (Apêndice M) neste poço, seguiu-se a metodologia adotada para os poços 1 MAS 12 e 1 MAS 16. O ordenamento bioestratigráfico dos radiolários neste poço demonstra três importantes características para esta microfauna. Primeiramente é possível observar um forte “evento radiolário” nestas seções. Esta é balizada pela zona hachuriada, que representa a área do pico de abundância de radiolários. Em segundo esta zona mostra claramente uma divisão entre a distribuição vertical dos táxons, evidenciando uma clara zona de extinção/radiação. Grande parte dos táxons de amplitude estratigráfica mais antiga se extingue na zona hachuriada ou próximo da mesma. No entanto outra grande parcela de táxons surge após esta zona, demonstrando claramente um forte evento radiação específica na área. Este importante fato ecológico pode ser relacionado a dois fatores; a evolução do grupo e ao “evento radiolário”

Finalmente é possível verificar neste poço, um grande número de espécies de pequena amplitude estratigráfica. Estas espécies podem ser excelentes fósseis guias para estudos de correlação estratigráfica.

Observa-se que as seções deste poço são marcadas por forte endemismo, fato característico de áreas de instabilidade ambiental relacionada a zonas de anoxia e alta produtividade orgânica.

9.5.2 Análise Bioestratigráfica dos Radiolários no Poço 1 MAS 4A

A pesquisa neste poço foi estabelecida com base na análise de 25 amostras. A representação quantitativa dos radiolários nas seções (Apêndice N), mostra grande predominância de táxons representados nas escalas MR e R. Os poucos táxons que mostram maior abundância nestas seções estão representados por aqueles de morfologia mais simples como os discoidais e esponjosos.

O poço 1 MAS 4A a exemplo do poço 1 MAS 3A possui forte influência do “evento radiolário” sendo este relacionado ao EAO-2. A microfauna se caracteriza por uma grande diversidade, com pequena abundância de espécimes. A análise da distribuição bioestratigráfica dos táxons neste poço (Apêndice O), mostra uma característica similar ao poço 1 MAS 3A.

Este poço mostra uma zona hachuriada em torno dos níveis 15 a 17, marcando a zona do pico de abundância de radiolários nesta bacia. A zona hachuriada mostra um forte evento de extinção/radiação da microfauna silicosa ao longo das seções, igualmente ao poço 1 MAS 3A. Ao longo do poço é observado ainda um grande número de táxons de pequena amplitude estratigráfica, estes apresentando poucos níveis de ocorrência. Os registros mostram que o “evento radiolário” neste poço foi característico do intervalo cronobioestratigráfico do Cenomaniano, podendo este ser correlacionado ao EAO-2.

9.5.3 Análise Bioestratigráfica dos Radiolários do Poço 1 MAS 15

Este poço possui poucas seções, sendo representado por apenas 12 níveis. Nestes estão representados a distribuição quantitativa dos radiolários neste poço (Apêndice P). Esta análise mostra uma predominância de táxons na escala MR. A única ocorrência de táxons na escala A é demonstrada pela espécie *Spongodiscus americanus*, de morfologia igualmente discoidal e esponjosa. O poço 1 MAS 15 como os demais é caracterizado pelo “evento Radiolário”

Este poço mostra a pouca ocorrência de espécies, o que indica que o “evento Radiolário” perdeu sua intensidade nestas seções. A distribuição vertical dos táxons

(Apêndice Q) no poço 1 MAS 15 mostra, uma zona hachuriada, marcando o pico de abundância de radiolários.

Esta zona marca o evento de extinção/radiação neste poço. O poço 1 MAS 15 mostra táxons com pequena amplitude estratigráfica. É observado nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 15 que poucos táxons tem uma distribuição vertical continua ao longo do poço. Este fato mostra que em determinados níveis neste poço, as condições ambientais não foram favoráveis à expansão e preservação da biota silicosa.

9.5.4 Análise Bioestratigráfica dos Radiolários no Poço 1 MAS 1

A bioestratigrafia deste poço foi realizada com base na análise de 33 amostras. A distribuição quantitativa dos radiolários nos níveis deste poço (Apêndice R), mostra um equilíbrio entre táxons de escala MR e R com aqueles de escala P e C. Este fato é discordante com as ocorrências registradas nos poços 1 MAS 3A, 1 MAS 4A e 1 MAS 15, em que há uma predominância de táxons na escala MR e R. Uma conclusão que se pode ter a respeito deste fato é que neste poço a influência das condições redutoras relacionadas ao EAO-2 não foram tão intensas.

Quanto à distribuição bioestratigráfica dos táxons (Apêndice S) observa-se que poucos possuem grande distribuição vertical ao longo dos níveis. Sendo que grande parte dos táxons é representada por distribuição vertical mais restrita.

Como nos demais poços da Bacia de Barreirinhas, o poço 1 MAS 1 mostra uma zona hachuriada que representa o “evento radiolário”. Esta igualmente é representada por um forte evento de extinção/radiação. Isto mostra como nos demais poços a forte influência do “evento radiolário” na evolução da biota silicosa na área.

9.5.5 Análise Bioestratigráfica dos Radiolários no Poço 1 MAS 14

O Estudo bioestratigráfico deste poço foi baseado na análise de 41 amostras. A representação quantitativa dos táxons (Apêndice T), igualmente ao poço 1 MAS 1 mostra um certo equilíbrio entre os táxons de escala MR e R com os táxons das demais escalas. Este fato deve-se principalmente pela redução da influência das condições redutoras neste poço.

Seguindo o exemplo das ocorrências dos poços anteriores, os táxons de maior abundância são caracterizados por aqueles de morfologia discoidal e esponjosa. A distribuição vertical dos táxons ao longo dos níveis (Apêndice U), mostra que estes se concentram

próximos da zona do “evento radiolário”. O evento de extinção é bem marcado pela zona hachuriada. O poço mostra baixas taxas de radiação, evidenciando que a influência do “evento radiolário” perde sua intensidade nestas seções.

Os táxons de uma maneira geral neste poço mostram pequena amplitude estratigráfica. Fato comum aos demais poços desta bacia. Estas observações sugerem a existência de bons fósseis guias, demonstrando o potencial estratigráfico do grupo.

9.6 Correlação bioestratigráfica dos radiolários das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

9.6.1 Generalidades

A correlação bioestratigráfica das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, com base no estudo de assembléias fósseis de radiolários é inédita para as bacias sedimentares brasileiras. Esta pesquisa com base na análise da ocorrência de radiolários nos poços estudados proporá um modelo estratigráfico para estas seções.

Com base em excelente material, coletado nos níveis dos sete poços analisados, levou-se a uma interpretação bioestratigráfica para estas seções. Esta teve como ponto de partida uma profunda análise a nível taxonômico, com base na literatura internacional. Este estudo propiciou uma base sólida para a pesquisa, já que muitos táxons encontrados nos diferentes níveis são considerados excelentes fósseis guias.

A presença destes fósseis guias nos níveis pesquisados, facilitou muito a bioestratigráfica do grupo na área, possibilitando a correlação destes a outras bacias a nível global.

9.6.2 Metodologia aplicada na correlação bioestratigráfica dos radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas

A metodologia utilizada para a correlação bioestratigráfica dos radiolários nas referidas bacias teve como base às ocorrências dos radiolários ao longo dos poços na área de pesquisa.

Para esta correlação foram utilizados os táxons mais representativos encontrados nestes poços. Assim foram escolhidos aqueles que apresentaram ocorrência em mais de

quatro poços analisados. Igualmente foram escolhidos os fósseis índices (radiolários) do Cretáceo médio identificados nas amostras.

Uma das grandes dificuldades na pesquisa bioestratigráfica são aquelas relacionadas entre a distribuição dos fósseis em seções distantes uma das outras. O grande problema neste caso é a definição de um nível Datum, ou algum evento que possa ser correlacionado ao longo dos poços analisados. Nesta pesquisa foi escolhido um significativo Datum para a correlação bioestratigráfica dos radiolários. Assim foi escolhido o pico de abundância destes microfósseis ao longo dos sete poços (Fig.35). Este foi utilizado como um importante marcador para as correlações bioestratigráficas, por estar presente ao longo dos sete poços, relacionado ao pico de radiolários, bem como a epigenia de pirita que estes apresentam.

Este Datum está representado nesta pesquisa por uma linha hachuriada relacionada ao chamado “evento radiolário”. Este se mostrou perfeito para esta correlação, pois ocorre em todos os poços. Fato importante é que o mesmo está correlacionado cronobioestratigraficamente ao EAO-2 do intervalo Cenomaniano-Turoniano. Estas idades são confirmadas com base em dados cronobioestratigráficos anteriores disponíveis para estes poços. Deste modo, com base neste Datum (Fig.35), foi realizada uma associação destes microfósseis silicosos. Com a análise da distribuição destas associações chegou-se a um arcabouço bioestratigráfico dos radiolários, possibilitando a definição de três biozonas de radiolários para as bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, (Fig. 37). As biozonas utilizadas nesta pesquisa seguem o modelo de Sanfilippo & Riedel (1985) para os radiolários do Cretáceo, sendo que o topo de cada zona é definido pela base de outra zona acima.

9.6.3 Biozona *Obesacapsula somphedia*

A base desta Biozona na pesquisa é definida pela primeira ocorrência do morfotipo *Obesacapsula somphedia*, (Fig. 37). Outros eventos são incluídos nesta zona como as primeiras ocorrências de *Spongodiscus americanus* e *Pseudoaulophacus sulcatus*. Esta biozona igualmente foi definida por Foreman (1975), sendo este morfotipo considerado uma importante fósil guia do intervalo Cenomaniano-Turoniano, segundo Sanfilippo & Riedel (1985).

9.6.4 Biozona *Solenotryma dacryoides*

A base desta biozona é definida pela primeira ocorrência do morfotipo *Solenotryma dacryoides* (Fig. 37), outros eventos estão incluídos nesta zona como a primeira ocorrência de *Cryptamphorela conara*.

9.6.5 Biozona *Dictyomitra multicostata*

A base desta biozona é definida pela primeira ocorrência do morfotipo *Dictyomitra multicostata*, (Fig. 37). Outro evento igualmente está incluído nesta zona como a primeira ocorrência do *Archaeospongoprunum* sp C.

9.7 Correlação bioestratigráfica a nível mundial

Após a definição das biozonas de radiolários, para as bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas. Estas foram comparadas com as zonações de radiolários do Cretáceo. A mesma foi comparada ao esquema montado por Sanfilippo e Riedel (1985), (Fig. 38). Seguindo o esquema proposto pelos autores, quando as zonas envolveram espécies relacionadas naquele trabalho. Estas foram incluídas na figura seguindo a seguinte norma (B para a primeira ocorrência e T para a última ocorrência).

A coluna proposta nesta pesquisa apenas contém as zonas aqui analisadas que incluem o período do Cretáceo médio. Na observação destas zonações, verificou-se que a biozona *Obesacapsula somphedia* identificada nas bacias aqui analisadas é correlacionada a outros zoneamentos como os propostos por Riedel & Sanfilippo (1985), Foreman (1975;1977) para o Pacífico e Atlântico e Schaaf (1981) para o Pacífico. Esta zona é correlacionada ao intervalo Cenomaniano-Turoniano.

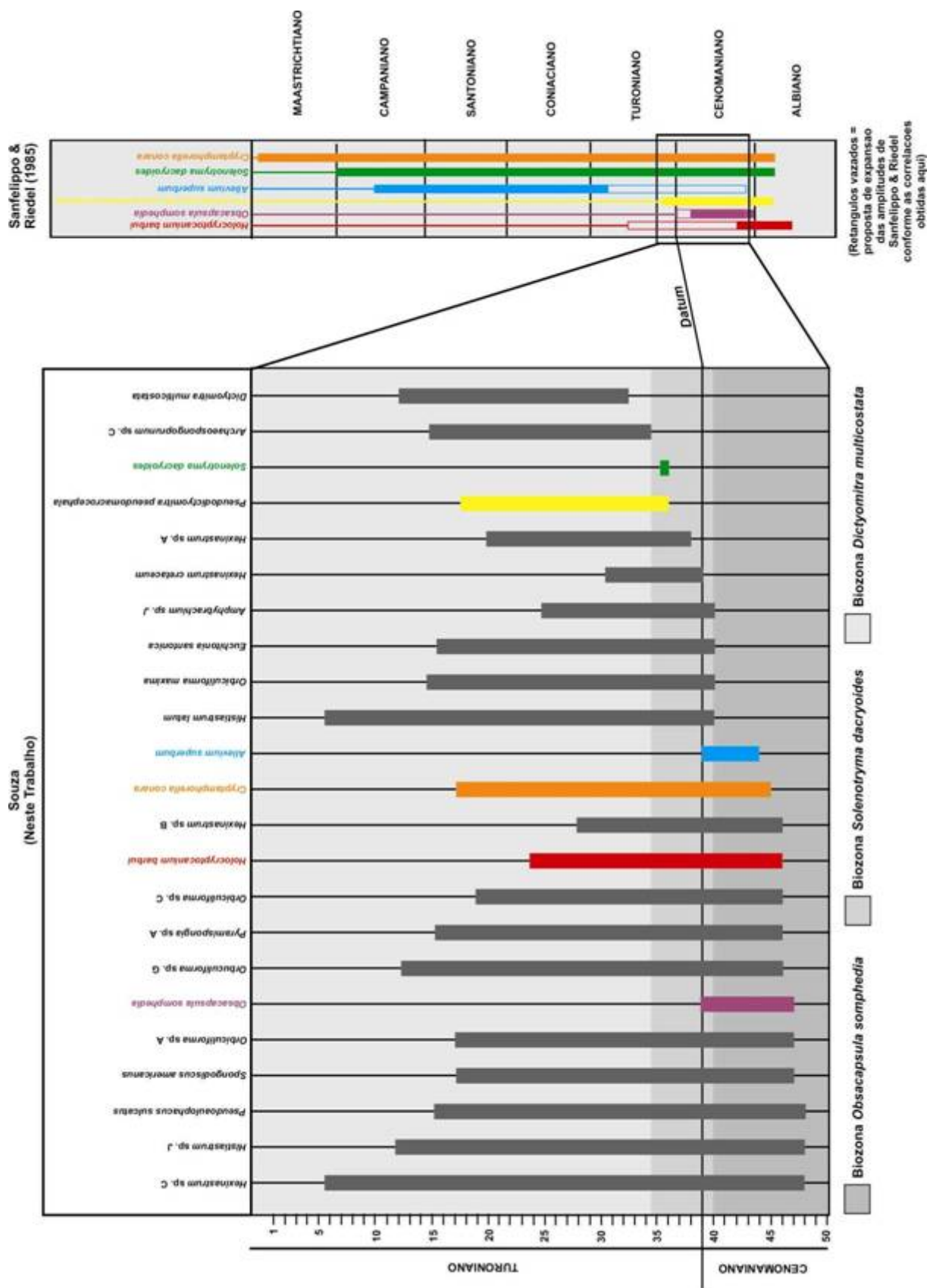


Figura 37: Correlação bioestratigráfica dos poços das Bacias Pará-Maranhão e Barreirinhas

Período	Época	Idade	M.A	Souza, 2005 Atlântico Sul Equat.	Moore, 1973 Pacífico	Riedel & Sanfilippo 1974	Renz, 1974 Oceano Índico	Dumitrica, 1975 Romênia	Foreman, 1975, 1977 Pacífico e Atlântico	
C R E T A C E O	S e n o n i a n o	Maastrichtiano	70		Zona RK7	T. comys Z.			Z. A. tylotus	
		Campaniano			T.A liriodes			B A. tylotus		
		Santoniano	78		Zona RK6 BC. Titthium	B.T Comys A. enesseffi Z. B A. pseudoconolus			Z. A. enesseffi B A. pseudoconolus	
					Coniaciano	Zona RK5	A. Urna Z.		A. Urna Z.	
		Turoniano	86		Z. Dictyomitra multicostata Z. Solenotryma dacrioides	B A. superbum	B T. urna			B T. urna
	Cenomaniano	92	Z.O somphedia		Zona RK4	D. veneta Z.		H. nanum- E. cenomana ass.	Z. D. somphedia	
			B O. somphedia							T. H. barbui
		Albiano	100							
	Aptino	108			Zona RK3	T S. lanceola	B. timorensis ass.		T S. lanceola	
	Barremiano	115				S. tenuis Z.				
	N e o c e n o	Hauteriviano	121					E. columbarius ass.		S. tenuis Z.
		126			Zona RK2	B E. tenuis				

	m i a n o	Valangiano	131		B T. pulchra	S. septemporata Z.			B D. tyttopora
		Berriasiano				B S. septemporatus			Z. S. trachyostraca B S.trachyostraca
J U R A S.		Titoniano	135		Zona Rk1	S. lanceola Z.			S. lanceola Z.

Figura 38:Esquema mostrando as zonações de radiolários propostas para o Cretáceo, por diversos pesquisadores, o Atlântico Sul é indicado pela coluna hachuriada, o esquema mostra ainda ev

Pessagno, 1976, 1977b California	Baumgartner et al. 1980 Composto	Schaaf, 1981 Pacífico	Taketani, 1982 Japão	Riedel & Sanfilippo 1985
Z. O. renillaeformis				Z. A. tylotus
Z. P. dickinsoni Z. C. espartoensis Z. A. gallowayi B. A. gallowayi				B A. tylotus Z. A. pseudoconulus
Z. A. praegallowayi			Z. S. hokkaidoensis Z. Q. quadrata Z. A. triplum	Z. T. urna
Z. A. superbum			Z. S. fossilis B T urna	B T. urna
B.A. superbum				
Z. R. hessi		Z. D. somphedia	Z. D. formosa Z. E. spinosum	Z.O somphedia
Z. A. tehamaensis Z. P. foremanae		B O. somphedia	T T. elegantissima D. euganea Z T. elegantissima	B.O. somphedia
Z. K. zingulai		Z. A. umbilicata	Z. H. barbui- T. conic	Z. A. umbicata
		T S. lanceola Z. A. similis		T S. lanceola Z. S euganea
		B S. euganea		B S. euganea
Z. Parvicingula/ T. conica		Z. C. pythiae B C.pythiae		Z. C. pythiae B C.pythiae
		Z. D. tythopora		Z. tythopora

10 CONSIDERAÇÕES PALEOBIOGEOGRÁFICAS DAS BACIAS PARÁ-MARANHÃO E BARREIRINHAS RELACIONADOS COM A OCORRÊNCIA DE RADIOLÁRIOS NO CRETÁCEO MÉDIO.

10.1 Generalidades.

No mesocretáceo, a configuração dos oceanos de um modo geral era bem distinta da atual. Isto se deve ao fato que neste tempo geológico os oceanos estavam em formação. De um modo geral as condições fisiográficas dos mesmos, se caracterizava por oceanos restritos, principalmente no que diz respeito ao intervalo Aptiano-Albiano.

Neste tempo o Atlântico Sul igualmente passava por um processo evolutivo e só iria adquirir condições realmente oceânicas, a partir do Albiano. No Cretáceo, o clima da terra era bem distinto do atual. Barron & Washington (1982) e Barron (1983), descrevem o Cretáceo médio como um período caracterizado por temperaturas elevadas e por grandes processos transgressivos. É neste contexto que se desenvolveu a biota silicosa encontrada nas seções analisadas nesta pesquisa.

10.2 A Paleobiogeografia do Cretáceo médio

A simples observação do Paleomapa do Cretáceo médio (Fig. 26), mais precisamente nos intervalos Cenomaniano-Turoniano, nos mostra que a fisiografia dos continentes era bem distinta das atuais. Assim por exemplo, observa-se um grande oceano interior no que é hoje continente americano, no qual águas oceânicas penetraram pelo Golfo do México em direção ao centro do continente. Na África havia um grande oceano interno. Este poderia ter separado o continente africano em duas partes, sendo um possível elo de ligação entre o Oceano Atlântico Sul setentrional e a atual região do Golfo Pérsico e com as bacias do Leste Europeu, incluindo nesta a Plataforma Russa.

O Atlântico Sul neste período se caracterizava por um oceano restrito, possivelmente raso, resultado da fragmentação dos continentes sul-americano e africano. No tocante a invasão de águas oceânicas no continente sul americano, que poderia determinar algumas bacias interiores neste período, há poucas pesquisas neste assunto.

Deste modo o quadro fisiográfico mostra os oceanos com posições distintas das atuais. Isto leva a um grande questionamento. Qual seria o sistema de correntes oceânicas que estaria vigente neste período, e qual a influência deste sistema e correntes sobre a biota silicosa. Estas

perguntas acredita-se, só serão respondidas quando se aprofundarem as pesquisas paleobiogeográficas envolvendo a biota silicosa.

10.3 Inferências paleobiogeográficas no Atlântico Sul no Cretáceo médio

Há escassos trabalhos que tratam especificamente da Paleobiogeografia do Oceano Atlântico Sul, neste período de tempo. No entanto algumas pesquisas dão uma idéia deste complexo processo da evolução do oceano e a sua influência na biota. Dias Brito (1994,1995), sugere um modelo de circulação de correntes superficiais para o Oceano Atlântico Sul com base nos pitonelideos, no qual o Atlântico Sul em sua porção equatorial a meridional teria uma forte influência de correntes vindas da região do Caribe.

Koutsoukos (1992) com base em foraminíferos planctônicos e bentônicos realiza uma análise paleobiogeográfica do Atlântico Sul, compreendendo os intervalos Aptiano-Maastrichtiano. Este sugere que os sistemas de correntes marinhas superficiais (Figs.39,40), nos intervalos neo-Aptiano ao eo-Albiano evidenciam claramente condições de correntes com forte influência tetianas (Fig.39). No entanto, no Neocretáceo tardio (Santoniano-Maastrichtiano), estas correntes já teriam assumido a configuração das correntes atuais de circulação, no qual a influência tetiana (Fig. 40) é reduzida.

O modelo sugere que as correntes oriundas do Atlântico Sul, teriam deste modo forte influência nas correntes na área do Tétis, com impacto na sua biota, na qual são incluídos os radiolários.

Este assunto de um modo geral, ainda carece de pesquisa, sendo que os dados atuais até agora mostram um quadro ainda incipiente das verdadeiras condições paleobiogeográficas na área. No entanto esta pesquisa com base na análise dos radiolários mostra um quadro paleobiogeográfico bem peculiar, que será discutido a seguir.

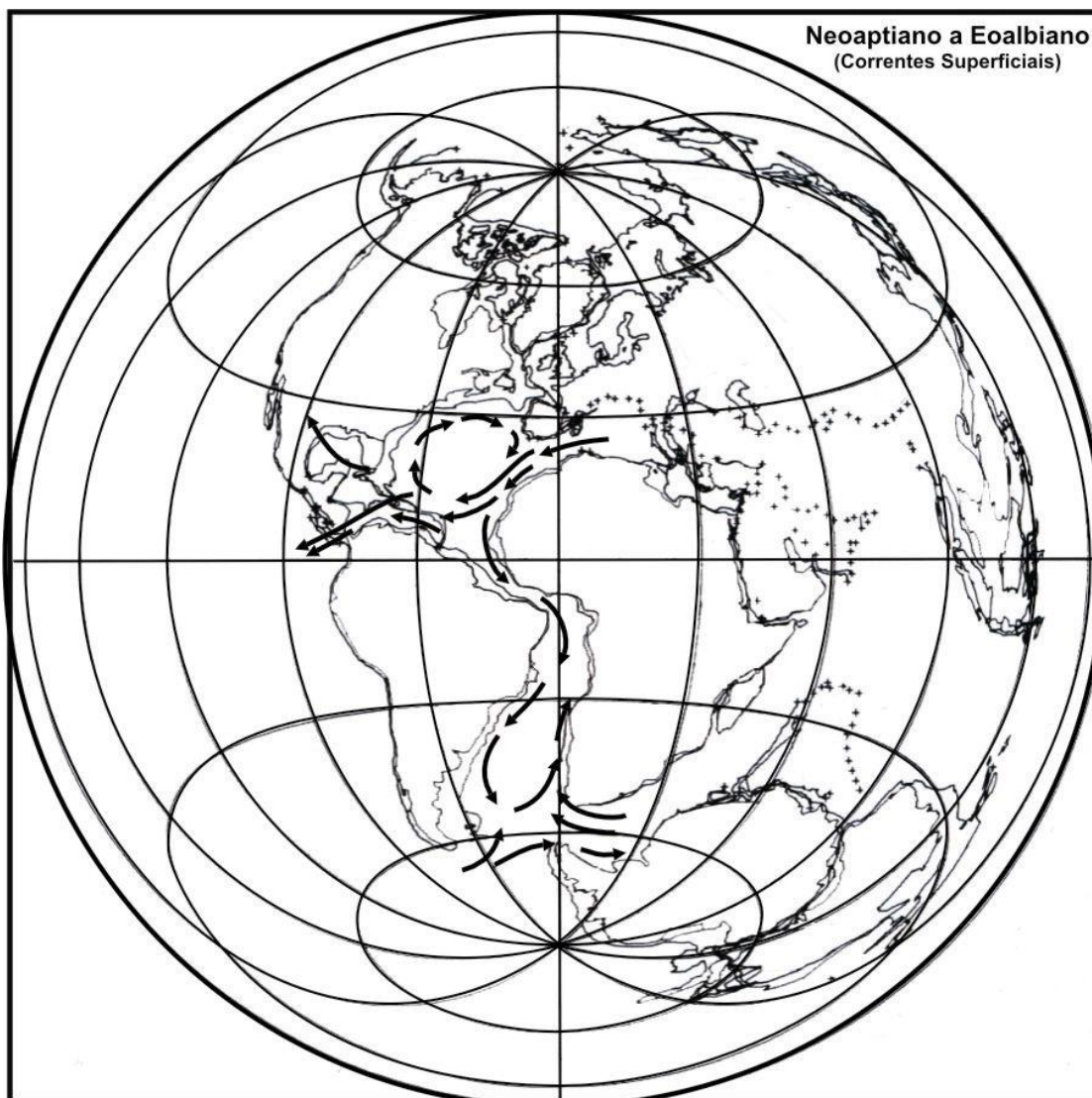


Figura 39: Mapa mostrando as paleocorrentes superficiais no oceano Atlântico Sul, indicando nitidamente a influencias das correntes oriundas do Tétis. (Modificado de Koutsoukos 1992).



Figura 40: O mapa mostra as paleocorrentes superficiais que apresentam uma configuração similar a atual. Este exemplo mostra que a influência de correntes do Tétis se encontra muito reduzida. (modificado de Koutsoukos 1992)

10.4 A importância da pesquisa de radiolários para o entendimento da Paleobiogeografia dos antigos oceanos.

A importância dos radiolários em trabalhos paleobiogeográficos tem ganhado força nos últimos anos, devido ao fato destes microfósseis estarem restritos a condições hidrológicas especiais, como zonas de ressurgência, que denotam áreas de condições geográficas distintas.

Assim a distribuição geográfica dos radiolários vivos é governada pelos padrões hidrológicos. Deste modo, correntes de fundo ou de superfície podem influenciar fortemente a

distribuição da biota silicosa nos oceanos, mostrando a importância do grupo em trabalhos de Paleobiogeografia.

O estudo de microfósseis silicosos, como citado anteriormente, é incipiente no Atlântico Sul em níveis atuais, se agravando ainda mais quando se refere a rochas do Cretáceo médio. No entanto em algumas pesquisas de radiolários realizadas em depósitos mesozóicos das bacias brasileiras (Kotzian & Eilert, 1987, e Souza, 1995) foi observada uma grande similaridade das espécies identificadas com espécies encontradas nas bacias do Leste Europeu. Assim, como explicar estas ocorrências, já que as condições oceânicas atuais são tão distintas entre estas bacias?

Na presente pesquisa devido ao grande número de exemplares de radiolários, foi realizada uma minuciosa análise taxonômica. Esta revelou dados importantes, que podem auxiliar no entendimento das condições paleobiogeográficas do Atlântico Sul no período do Cretáceo médio. Esta análise confirmou que os gêneros e espécies identificados no material em sua grande maioria possuem grande similaridade morfológica com aquelas encontradas nas bacias do Leste Europeu.

Os trabalhos de Kozlova (1960), Kozlova & Gorbovetz (1966), Lipman (1952, 1960), Dumitrica (1970, 1973, 1975, 1983), Gorican (1987), Back (1993, 1995, 1996, 1999), Gorka (1995) e Vishenskaya (1997,1998), descrevem inúmeros gêneros e espécies de radiolários, que são comumente encontradas nas amostras dos poços das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, estes com grande similaridade com aqueles descritos para a Plataforma Russa e Polônia.

No entanto, radiolários provenientes de sedimentos de mesma idade da região do Caribe e EUA, como os descritos por Pessagno (1966,1968), bem como aqueles descritos por Savin & Passerini (1998) na Europa Ocidental, e exemplares retratados nos trabalhos de Foreman (1966, 1968, 1971), Shaaf (1981, 1984) e Thurow & Anderson (1986), para o mar de Tétis, são raramente encontrados nas amostras analisadas nesta pesquisa. Observa-se que quando é registrada a ocorrência destas espécies estas igualmente ocorrem nas bacias do Leste Europeu (Quadro 2).

Quanto aos radiolários descritos para as bacias do Pacífico, como nos trabalhos de Taketani (1982), Taraoka & Furimoto (1986), Igo *et al.* (1987) e Matsuoka (1992), estes igualmente não mostraram similaridade morfológica com o material identificado nas bacias da margem equatorial brasileira.

Ocorrência de radiolários

Leste Europeu e Plataforma Russa

Zona do Caribe - EUA

- *Acaeniotyle diaphorogona*

Albiano-Santoniano

- *Acaeniotyle umbilicata*

Albiano- Titoniano

- *Cavaspongia antelopensis*

?

- *Praeconocaryomma universa*

Albiano

- *Orbiculiforma multa*

Turoniano-Campaniano

- *Orbiculiforma vacaensis*

Turoniano

- *Histiastrum latum*

Turoniano- Santoniano

- *Histiastrum membraniferum*

Coniaciano-Santoniano

- *Euchitonia santonica*

Coniaciano-Campaniano

- *Euchitonia trirradiata*

Coniaciano- Campaniano

- *Archaeospongoprunum nishyanae*

Coniaciano-Campaniano

- *Cromyodruppa concentrica*

Turoniano-Santoniano

- *Holocryptocanium barbui*

Albiano- Cenomaniano

- *Theocapsomma sp*

Campaniano-Maastrichtiano

- *Archaeodictyomitra vulgaris*

Valangiano- Santoniano

Dictyomitra densicostata

Santoniano- Campaniano

- *Cavaspongia antelopensis*

Turoniano- coniaciano

- *Praeconocaryomma universa*

Campaniano

- *Orbiculiforma vacaensis*

Coniaciano

Theocapsomma sp

Campaniano-Maastrichtiano

Archaeodictyomitra vulgaris

Valangiano- Santoniano

Dictyomitra densicostata

Santoniano- Campaniano

Quadro 3. Distribuição paleobiogeográfica de espécies selecionadas de radiolários registrados nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas. As setas apontam as ocorrências mais antigas para as mais novas.

10.5 Hipóteses sobre a Paleobiogeografia de radiolários nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas no Cretáceo médio

Com base nos resultados obtidos na análise taxonômica dos microfósseis silicosos do material e a comparação com aquelas espécies da literatura internacional, pode-se sugerir algumas hipóteses sobre a ocorrência destes organismos e a sua relação paleobiogeográfica como será mostrado a seguir:

O material analisado é similar ao encontrado em bacias do Leste Europeu e Plataforma Russa, guardando pouca similaridade com as espécies encontradas na região do Caribe e EUA (Quadro 2), bem como as bacias localizadas na porção mais ocidental da Europa. Deste modo, sugere-se que as correntes superficiais e possivelmente as de fundo do Leste Europeu e as bacias da margem equatorial do Atlântico Sul estavam de algum modo conectadas neste período.

A ocorrência dos táxons, descritos primeiramente no Leste Europeu e de ocorrência posterior na região do Caribe (Quadro 2), mostra que esta porção oceânica estaria sobre a influência das correntes oriundas do Leste Europeu ou das correntes vindas do Atlântico Sul.

A microfauna silicosa do Atlântico Sul é de idade similar ou por vezes mais antiga que os exemplares encontrados no Leste Europeu, mostrando que algumas espécies poderiam assim ter migrado da porção equatorial para estas águas.

Estes fatos sugerem que deveria ter havido uma rota para o deslocamento desta microfauna. Koutsoukos (1992), (Fig. 39) mostra que as correntes oriundas do Leste Europeu adentravam no Atlântico Sul pela sua porção equatorial. No entanto no intervalo do Santoniano-Maastrichtiano (Fig. 40), estas correntes do Leste Europeu não mais penetravam nas águas equatoriais do Atlântico sul, sendo que estas exerciam forte influência nas águas oceânicas do Caribe.

Deste modo questiona-se se poderia haver outra rota que ligasse efetivamente oceanos tão distantes e separados pelo continente africano, sugerindo-se que no intervalo Cenomaniano-Turoniano grandes transgressões marinhas (Fig. 26) inundaram porções de áreas continentais incluindo o continente Africano. Este fato poderia indicar uma rota plausível entre as águas do Atlântico Sul Equatorial com aquelas bacias do Leste Europeu.

A ocorrência de táxons similares entre o Atlântico Sul Equatorial e o Leste Europeu fica bem estabelecida nesta pesquisa. No entanto há outra questão a ser discutida: Qual o possível centro de dispersão de grande parte das espécies de radiolários do Cretáceo médio? A

análise bioestratigráfica comparando o material encontrado nesta pesquisa com a literatura internacional, mostra que muitos táxons de radiolários, apesar de terem a sua primeira ocorrência registrada nas bacias do Leste Europeu, possuem ocorrência mais antiga no material analisado nas bacias da margem equatorial. Deste modo sugere-se que algumas espécies de radiolários possivelmente possam ter tido seu centro de dispersão em águas oceânicas do Atlântico Sul.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de microfósseis silicosos (radiolários Polycystina) do Mesozóico, em especial o Cretáceo médio, não é uma tarefa das mais fáceis pelo seu estado de preservação, que nem sempre permite uma análise mais acurada dos exemplares encontrados. No entanto, no presente trabalho foi possível encontrar inúmeros exemplares de radiolários, mostrando grande diversidade específica e de preservação. Tal fato sugere que importantes fatores bióticos e abióticos atuaram nos processos de deposição e preservação desses microfósseis nas seções analisadas.

A presente pesquisa deste modo reconstituiu assim um importante capítulo, da evolução do Atlântico Sul Equatorial, possibilitando inferências sobre o complexo meio no qual se desenvolveu a biota silicosa das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, na margem equatorial brasileira, os quais destacamos a seguir:

- No estudo das amostras referentes às seções das bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas, foi possível identificar diversos processos tafonômicos, que condicionaram a deposição destes microfósseis, atuando desde a sua morte, transporte e deposição e após nos aspectos referentes à diagênese. Foram identificados diversos tipos de epigenia nos esqueletos de radiolários como pirita, calcita, calcita ferrosa, dolomita e zeolita.

- Análises de colorimetria e EDS evidenciaram zonas diagenéticas bem distintas nos sete poços analisados na pesquisa, sendo possível observar a ocorrência de distintas zonas de pirita e calcita. A zona da pirita presente na maioria dos poços esta associada aos níveis que apresentaram maior abundância de esqueletos de radiolários. Estes fatos sugerem que áreas preferenciais de preservação podem ser correlacionadas a elevada produtividade orgânica na área.

- Os organismos silicosos encontrados nesta pesquisa mostraram dois comportamentos bem distintos. Nos níveis relacionados à preservação por calcita ou dolomita e zeolita, as formas dominantes são aquelas relacionadas a uma estrutura esponjosa de morfologia discoidal. Nos níveis em que a epigenia é de pirita, foram registradas formas de morfologia mais delicada e de menores dimensões. Sugere-se uma forte influência da diagênese na preservação dos esqueletos bem como o efeito da preservação diferencial no registro.

- Estes registros dos organismos planctônicos silicosos nas bacias do Pará-Maranhão e Barreirinhas indicam condições paleoceanográficas e paleoecológicas especiais,

caracterizadas por massas de água e ressurgências com grande aporte de nutrientes, favoráveis ao desenvolvimento desta expressiva biota silicosa.

- A expressiva ocorrência de radiolários piritizados encontrados em vários níveis dos poços analisados, mostra a influência de zonas de mínimo de oxigênio, o que pode caracterizar um possível evento disóxico-anóxico na área. Este evento é associado aos picos de abundância de radiolários, além da epigenia por pirita da grande maioria dos esqueletos de radiolários, demonstrando a influência de um ambiente fortemente redutor.

- As flutuações quantitativas dos radiolários nos diversos níveis, sugerem fortes alterações na massa d'água oceânica. O registro destas flutuações é um forte indicador de bioeventos que ocorreram na área como a fortes eventos de incremento da produtividade primária relacionados a condições disóxicas-anóxicas de fundo.

- O registro de um ambiente redutor nos poços torna-se um importante fato paleoecológico, pois esses microfósseis traçam uma relação do ciclo da sílica (Si), nos oceanos, com os ciclos de outros elementos como o Fe e o S, tão significativos para o desenvolvimento da biota marinha.

- A verificação de importantes mudanças ecológicas na biota silicosa presente na área, como alterações nas dimensões dos esqueletos de radiolários representadas por níveis de radiolários de pequenas dimensões (“fauna Anã”), são características de ambiente de estresse ambiental. O fenômeno é associado a áreas de alta produtividade orgânica registrada na área pesquisada. Foram também registrados radiolários com dimensões bem acima dos padrões normais que foram denominados de radiolários gigantes.

- A ocorrência de grande quantidade de diatomáceas em um dos poços estudados mostra uma clara evidência de uma elevada produtividade orgânica primária na área.

- Foram observados em todos os sete poços analisados destas bacias, picos de alta produtividade orgânica, marcados por elevada abundância de esqueletos de radiolários. Estes picos, correlacionáveis ao longo de todos os poços, foram denominados de “Eventos Radiolários”. Análises biocronoestratigráficas datam o principal destes eventos como do intervalo Cenomaniano-Turoniano, correspondendo ao Evento Anóxico Oceânico – EAO-2, a nível global.

- Análises dos picos de radiolários mostraram nos poços da Bacia do Pará-Maranhão, outro forte “Evento Radiolário” no Cretáceo Superior (Santoniano), o qual não é

correlacionável aos poços da Bacia do Maranhão, podendo ser associado ao Evento Anóxico Oceânico – EAO-3 a nível global.

- Nas seções foi registrado um evento de extinção/radiação da fauna silicosa (radiolários), marcado pelo surgimento e concomitante extinção de inúmeras espécies na área de pesquisa. Tais extinções podem ser observadas nos níveis compreendidos pelos picos de abundância de radiolários.

- É possível assim sugerir pulsos de eutrofização neste meio oceânico, sendo estes provavelmente relacionados a grande fatores paleoceanográficos como condições de ressurgência e concomitante aporte de nutrientes para as águas oceânicas, ligadas a grandes transgressões ocorridas neste período.

- Foi observado que os fatores abióticos foram decisivos no desenvolvimento da biota silicosa. Os radiolários encontrados em muitos níveis são resultantes da seleção imposta sobre esta biota silicosa em cada local, dando origem a associações endêmicas na área.

- A análise taxonômica da associação de radiolários presentes nas amostras possibilitou a observação de uma elevada diversidade específica, com gêneros e espécies novas. Foram identificados diversos exemplares de radiolários com características morfológicas distintas, o que não permitiu colocá-los nas famílias até então conhecidas. Tal fato sugere um forte endemismo na área, relacionado possivelmente a uma zona de dispersão.

- A identificação de gêneros e espécies guias de radiolários do intervalo Cenomaniano-Turoniano, possibilitou correlacionar as seções analisadas nos poços a nível local e global, sendo proposta um arcabouço bioestratigráfico com base em radiolários para as seções analisadas.

- As tabelas bioestratigráficas qualitativas indicam que os principais táxons de radiolários mostraram pequena distribuição estratigráfica ao longo das seções nos poços analisados. Poucos táxons obtiveram uma distribuição contínua ao longo dos níveis analisados. Esta variação na distribuição estratigráfica dos poços pode ser devida às variações ambientais ocorridas na massa d'água como o processo de eutrofização do meio epipelágico, possivelmente relacionado a condições localizadas de ressurgência nestas bacias.

- Para a correlação bioestratigráfica com base em radiolários, foram propostas 3 biozonas: *Obesacapsula somphedia*, *Solenotryma dacryoides* e *Dictyomitra multicostata*. Estas biozonas indicaram uma idade correspondente ao intervalo Cenomaniano- Turoniano.

- As informações taxonômicas e biocronoestratigráficas dos radiolários para as destas bacias da margem equatorial brasileira demonstram uma possível aplicação mais ampla, pois os exemplares encontrados mostram grande correlação com ocorrências da Europa Oriental, mais precisamente a Plataforma Russa, Polônia e Romênia. Por outro lado, o material analisado possui pouca similaridade taxonômica com aqueles dos Estados Unidos e Caribe.

- Deste modo é possível inferir que os padrões de circulação oceânica do Cretáceo médio, tenham sido similares aos padrões atuais. Quanto à similaridade morfológica com o material do Leste Europeu, esta pode ser devida a possíveis correntes oceânicas que teriam unido estas duas províncias tão distantes geograficamente e que hoje não se fazem mais presentes.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELMANN, A. & GOWING, M. 1997. Horizontal and vertical distribution pattern of living radiolarians along a transect from the Southern Ocean to the South Atlantic subtropical region. *Deep-Sea Research*, 43 (3); 361-382.
- ALDER, V. A. & BOLTOVSKOY, D. 1993. The ecology of larger microzooplankton in the Wedel-Scotia confluence Area; Horizontal and Vertical distribution patterns. *Journal of Marine Research*, 51; 323-344.
- ALEXANDROVICH, J.M. 1992. Radiolarians from sites 794,795, 796 and 797 (Japan Sea). In: *Proceedings of the Drilling Program, Scientific Results*, 127/128; 291-307.
- ALIEV, Kh. Sh. 1969. Sistematiceskoe sotnoshenic neskol kikh blizkikh rodov iz semeistra cyrtoidea. In: *Iskopaemye i Sovremennye Radiolyarii*, ed. O. S. Vialov. Pp 73-77 L Vovkoe Geologicheskoe Obshestva.
- ALMOGI-LABIN, A.; BEIN, A. & SASS, E. 1993. Late Cretaceous upwelling system along the Southern Tethys Margin (Israel); interrelationship between productivity, bottom water environments, and organic matter preservation. *Paleoceanography*, 8 (5); 671-690.
- AMARAL, C. A. B; VICALVI, M. A; CARVALHO, J. C. & SANTOS, M. E. 1972. Índice dos levantamentos sobre a margem continental brasileira. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Anais, Belém, vol. (2); 3-27.
- A.N. P. 2002. Carta estratiográfica da Bacia Pará-Maranhão. Disponível em:< http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round4/atividades-exploratorias/cartas_secoes/pama.htm.>acesso em: 20.12.2004.
- ARAI, M. 1988. Geochemical reconnaissance of the Mid-Cretaceous anoxic event in the Santos Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*. 18 (3);173-282
- ARTHUR, M. A. & NATLAND, J. H. 1979. *Carbonaceous sediments in the North and South Atlantic; the role of salinity in stable stratification of Early Cretaceous basins*. In; TALWAN, M.; HAY, W. & RYAN, W.B.F. (eds), *Deep Drillings Results in the Atlantic Ocean continental margins and paleoenvironment*; American Geophysical Union, 375-401.
- ARTHUR, M. A. & SCHLANGER, S. O. 1979. Cretaceous oceanic anoxic events as casual factors in development of reef reservoired giant oil fields. *Am. Ass. Petr. Geol. Bull.* Tulsa, 63; 870-885.

- ARTHUR, M. A.; SCHALANGER, S. O. & JENKYNS, H. C. 1987. The Cenomanian-Turonian Oceanic Anoxic Event II. Palaeoceanographic controls on organic matter production and preservation. In; BROOKS, J. & FLEET, A. J. (Eds). *Marine petroleum source rocks. Geol. Soc. Spec. Public.* London. 26; 401-420.
- ASMUS, H. E. 1975. Controle Estrutural da deposição mesozóica nas Bacias da Margem Equatorial Brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*,5; 161-175.
- ASMUS, H. E. 1981. Geologia da Margem Continental Brasileira. In: Schobbenhaus, C. et al. eds. *Geologia do Brasil*. Textos explicativos do mapa Geológico do Brasil, escala 1:2.500.000, Brasília, DNPM. 443-471.
- ASMUS, H. E. & PORTO, R. 1972. Classificação das bacias sedimentares brasileiras segundo a tectônica de placas. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Anais, Belém, vol. (2); 67-90.
- BAECKER, S.1994. *Estudo do gênero Stylatractus Haeckel, 1887. (Radiolaria) em sedimentos da Margem Continental do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre. Curso de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado. 98p.
- BAECKER-FAUTH, S & KOUTSOUKOS, E. A. M. 2002. Os fósseis da Bacia de Sergipe-Alagoas? Os radiolários. *Phoenix*, 37; 1-2.
- BABAZADEH, S. A. & DE WEVER, P. 2004. Early Cretaceous radiolarian assemblages from radiolarites in the Sistan Suture (eastern Iran). *Geodiversitas*, 26 (2): 185-206.
- BAK, K.; BAK, M. & PAUL, Z. 2001. Barnasiowka radiolarian shale formation- a New lithostratigraphic unit in the upper Cenomaniano- Lowermost Turonian of the polish outer Carpathians (Silesian series). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 71; 75-103.
- BAK, M. 1993. Late Albian-Early Cenomanian Radiolaria from the Czorstyn Succession, Pieniny Klippen Belt, Carpathians. *Studia Geologica Polonica*, 102; 177-207.
- BAK, M. 1995. Mid Cretaceous Radiolaria from the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland. *Cretaceous Research*, 16; 1-25.
- BAK, M. 1996. Cretaceous radiolarian from Niedzica Succession of the Pieniny Klippen Belt in Polish Carpathians. *Acta Palaentologica Polonica*, 41 (1); 91-110.
- BAK, M. 1999. Cretaceous radiolarian zonation in the polish part of the Pieniny Klippen Belt (western Carpathians). *Geologica Carpathica*, 50 (1); 21-31.
- BARRON, E. J. 1983. A warm equable Cretaceous; the nature of the problem. *Earth Science*

- Reviews*, 19 (4); 305-338.
- BARRON, E. J. & WASHINGTON, W. M. 1982. Cretaceous climate; a comparison of atmospheric simulation with the geologic record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 40 (1/3); 103-133.
- BAUMGARTNER, P. O. 1980. Late Jurassic Hagiastriidae and Patulibracchiidae (Radiolaria) from the Argolis Peninsula (Peloponnese, Greece). *Micropaleontology*, 26(3), 274-322, pls. 1-12.
- BAUMGARTNER, P. O. 1984. A Middle Jurassic-Early Cretaceous low-latitude radiolarian zonation based on unitary associations and age of Tethyan radiolarites. *Eclogae Geol. Hel. Basel*, 77 (3); 729-837.
- BAUMGARTNER, P. O. 1987. Age and genesis of Tethyan Jurassic radiolarites. *Eclogae Geol. Hel. Basel*. 80(3); 831-879.
- BAUMGARTNER, P. O. 1992. Lower Cretaceous Radiolarian biostratigraphy and biogeography off Northwestern Australia (ODP sites 765 and & 766 and DSDP Site 261), Argo Abyssal plain and Lower Exmouth Plateau. In; *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 123; 299-342.
- BAUMGARTNER, P. O. 1993. Early Cretaceous Radiolarians off Northwestern Indian Ocean (Leg 113; Sites 765, 766 and DSDP Site 261); The Antarctic-Tethys connection. *Marine micropaleontology*, 21; 329-352.
- BASOV, V. A ., LOPATIN, B. G., GRAMBERG, I. S., DANJUSHEVSKAYA, ^a I., KABAN'KOV, V. Ya. LAZURKIN, V.M. & PATRUNOV, D. K. 1979. Lower Cretaceous lithostratigraphy near Galicia Bank. Initial Rep. Deep Sea Drill. Proj., 47, part 2, 683-717.
- BERGER, W. H. 1968. Radiolarian skeletons; solution and depths. In; *Science American Association for the Advancement of Science*. 159; 1237-1239.
- BERGER, W. H. 1970. Biogenous deep-sea sediments; fractionation by deep-sea circulation. *Geological Society of American Bulletin*, 81;1385-1402.
- BERGER, W. H. & VON RAD, U. 1970. Mineralogy of silica modifications. In; *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 14; 850-886.
- BERGER, W. H. & WEFER, G. 2002. On the reconstruction of upwelling history; Namibia upwelling in context. *Marine Geology*, 180; 3-28.
- BERNER, R. A. 1981. A new geochemical classification of sedimentary environments.

- Journal of sedimentary petrology*, 51 (2); 359-365
- BERNER, R. A. 1984. Sedimentary pyrite formation; on update In; *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48; 605-615.
- BERNSTEIN, R. E.; BETZER, P. R. & TAKAHASHI, K. 1990. Radiolarians from the Western North Pacific Ocean; a latitudinal study of their distributions and fluxes. In; *Deep-Sea Research*, 37 (11); 1677-1696.
- BEURLLEN, G. 1982. Bioestratigrafia e geoistória da seção marinha da Margem Continental Brasileira. *Boletim Técnico da PETROBRÁS*, 25(2); 77-83
- BEURLLEN, G. & REGALI, M. S. P. 1987. O Cretáceo da plataforma continental do Maranhão e Pará, Brasil; bioestratigrafia e evolução paleoambiental. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, 1(2); 135-155.
- BJORKLUND, K. R. & De RUITER, R. 1987. Radiolarian preservation in eastern Mediterranean anoxic sediments. *Marine Geology*, 75; 271-281.
- BOLTOVSKOY, D. 1998. Classification and distribution of South Atlantic recent polycystine radiolaria. In; <http://www.odp.tamu.edu/paleo/1998-2>
- BOLTOVSKOY, D.; ALDER, V. A. & ABELMANN, A. 1993. Annual flux of Radiolaria and other shelled plankters in the eastern equatorial Atlantic at 853m/ seasonal variations and polycystine species-specific responses. In; *Deep-Sea Research*, printed in Great Britain. 40 (9); 1863-1895.
- BORCHERT, H. 1965. Marine sedimentary iron ores. *Chemical Oceanography*. RIDLEY, J. P. & SKIROV, G. (eds) London. 2; 508p.
- BRAND, U. 1994. Morphochemical and replacement diagenesis of biogenic carbonates- cap.8 In; *Diagenesis IV developments in Sedimentology*, WOLF, K. H. & CHILINGARIAN, G.V. (eds) Elsevier. Amsterdam 217-282.
- BRANDÃO, J. A. S. L. & FEIJO, F. J. 1994. Bacia do Pará–Maranhão. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 8(1); 101-102.
- BRASIER, M.D. 1995 a. Fossil indicators of nutrient levels; 1, Eutrophication and Climate change. *Geol. Soc. Special Publication*, London, 83; 113-132.
- BRASIER, M.D. 1995 b. Fossil indicators of nutrient levels; 2, Evolution and extinction in relation to oligotrophy. *Geol. Soc. Special Publication*, London, 83; 133-150.
- BRETT, C. E. & BAIRD, G. C. 1986. Comparative taphonomy; a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. *Palaios*, 1; 207-227.

- BROOKS, J.; CORNFORD, C. & ARCHER, R. 1987. The role of hydrocarbon source rocks in petroleum exploration. In/ BROOKS, J. & FLEET, A. J. (eds). *Marine petroleum source rocks. Geol. Soc. Spec. Public.* London. 26; 17-46.
- BROW, J.; COLLING, A. ; PARK, D.; PHILLIPS, J.; ROTHERY, D. & WRIGHT, J. 1989. *Ocean Circulation I.* BEARMAN, G. (ed) in association with The open University England, 238p.
- BRZEZINSKI, M. A. & NELSON, D. M. 1989. Seasonal changes in the silicon cycle within a Gulf Stream Warm-Core ring. In *Deep- Sea Research*, printed in Great Britain, 36 (7); 1009-1030.
- BURMA, H. B. 1964. Radiolarians. In; KUMMEL, B. & RAUP, D. (eds). *Handbook of paleontological techniques.* Freeman, London, 7-14.
- BURTON, J. D. & LISS, P. S. 1973. Processes of supply and removal of dissolved silicon in the oceans. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 37; 1761-1773.
- CAINELLI, C. 1985. Bacia da Plataforma do Pará-Maranhão. Rio de Janeiro. Relatório interno.
- CAIRNS, Jr. & LANZA, G. R. 1972. Pollution controlled changes in algal and protozoan communities. *Water pollution microbiology.* MITCHEL R. (ed) New York; 245-272.
- CALVERT, S. E. 1983. Sedimentary geochemistry of silicon. In; ASTON, S. R. (Ed); *Silicon geochemistry and biogeochemistry.* Academic Press, London, 143-186.
- CAMPBELL, A. S. & CLARK, B. L. 1944. Radiolaria from Upper Cretaceous of Middle California. Special Paper geological Society of America, n°. 57, pp.1-61.
- CANFIELD, O. E. & RAISWELL, R. 1991. Carbonate precipitation and dissolution, its relevance to fossil preservation. In; ALLISON, P.A. & BRIGGS, D. E. G. (eds). *Taphonomy, releasing the date locked in the fossil record, topics in geobiology.* Plenum Press, New York, 9; 412-453.
- CASEY, R. E. 1971. Distribution of Polycystine Radiolaria in the oceans in relation to physical and chemical conditions. In; FUNNEL, B. M. & RIEDEL, W.R. (eds). *The Micropaleontology of Oceans*, 151-169.
- CASEY, R. E. 1989. Model of modern Polycystine Radiolarian shallow-water zoogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 74; 15-22.
- CASEY, R. E. & MCMILLEN, K. J. 1977. Cenozoic radiolarians of the Atlantic basin and margins. *Developments in Paleontology and Stratigraphy*, 6; 521-544.

- CASEY, R. E.; WIGLEY, C.R. & PEREZ-GUZMAN, A. M. 1983. Biogeographic and ecologic perspective on polycystine radiolarian evolution. *Paleobiology*, 9; 363-376.
- CAULET, J. P. 1977. La silice biogène dans les sédiments néogènes et quaternaires de l'Océan indien austral. *Bull. Geol. France*, 7 (19); 1021-1033.
- CAULET, J. P. 1978. Sédimentation biosiliceuse néogène et quaternaire dans l'Océan Indien. *Bull. Geol. France*, 7 (20); 577-583.
- CHEN, M. & TAN, Z. 1997. Radiolarian distribution in surface sediments of the Northern and Central South China Sea. *Marine Micropaleontology*, 32 ; 173-194
- CITA, M. B. S. 1964. Ricerche micropaleontologiche e stratigrafiche sui sedimenti pelagici del Giurassico superiore e del Cretaceo inferiore nella catena del Monte Baldo. *Rivista italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, Memoria X, pp.1-182.
- CORRÊA, J. A. M. & TRUCKENBRODT, W. 1988. Evolução diagenética dos turbiditos da Formação Bom Gosto na área leste da Bacia de Barreirinhas, MA. *Revista Brasileira de Geociências*, 18 (4); 463-475.
- CRERAR, D. A. & BARNES, H. L. 1974. Deposition of deep sea manganese nodules. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 38; 279-300.
- CUOMO, M. C. & BARTHOLOMEW, P. R. 1991. Pelletal black shale fabrics; their origin and significance. TYSIN, R. V. & PEARSON, T. H. (eds). Modern and ancient continental shelf anoxia. *Geological Society Special publication*, 58; 221-232.
- CURTIS, C. D. 1980. Diagenetic alteration in black shales. *Journal Geological Society*, 137; 189-194.
- DAPPLES, E. C. 1959. The behavior of silica in diagenesis, in silica in sediments. IRELAND, M.A. (ed). *Society Economic Paleontologists Mineralogists Special Publication*, 7; 36-54.
- DEAN, W. E.; ARTHUR, M. A. & STOW, D. A. 1984 a. Origin and geochemistry of Cretaceous deep-sea black-shales and multicolored claystones, with emphasis on Deep Sea Drilling Project, site 530. Southern Angola Basin. In; HAY, W. W. & SIBUET, J.C. (eds), *Initial Report Deep Sea Drilling Project*, 75; 819-844.
- DEMAINSON, G. J. & MOORE, G. T. 1980. Anoxic environments and oil source bed genesis. In; BROOKS, J. & FLEET, A. J. (eds). *Marine petroleum source rocks*. AAPG Bull, 67 (8); 303-320.
- DE MASTER, D. J. 1981. The supply and accumulation of silica in the marine environment.

- Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45 (10); 1715-1732.
- DE WEVER, P. 1981. Sphyrids, artostrobids and Cretaceous radiolarians from the western Pacific, Deep Sea Drilling Project Leg 61. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 61;507-520.
- DE WEVER, P. 1983. Radiolarian preservation in geologic sequences. *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.* 67 (3); 450.
- DE WEVER, P. 1989. Radiolarians, radiolarites and Mesozoic Palaeogeography of the Circum-Mediterranean Alpine Belts. In; HEIN, J. R. & OBRADOVIC, J. (eds). *Siliceous deposits of the Tethys and Pacific regions*, Springer-Verlag; New York,; 31-49.
- DE WEVER, P. & THIEBAUT, F. 1981. Les radiolaires d'âge Jurassique supérieur à Crétacé supérieur dans les radiolarites du Pinde-Olonos (Presquile de Koroni; peloponnese meridional, Grece). *Geobios* 14, 577-609.
- DE WEVER, P.; AZEMA, J. & FOURCADE, E. 1994. Radiolaires et radiolarites production primaire, diagenese et paleogeographie. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine*, 18(1); 315-379.
- DE WEVER, P.; DUMITRICA, P.; CAULET, J. P.; NIGRINI, C. & CARIDROIT, M. 2001. *Radiolarians in the sedimentary record*. Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam, 533p.
- DIAS-BRITO, D. 1987. A Bacia de Campos no mesocretáceo uma contribuição a paleoceanografia do Atlântico Sul primitivo. *Revista Brasileira de Geociências*, 17 (2); 162-167.
- DIAS-BRITO, D. 1994. Comparação dos carbonatos pelágicos do Cretáceo médio da Margem Atlântica Brasileira, com os do Golfo do México: Novas evidências do Tétis Sul-Atlântico. *Boletim do 3^o Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*: UNESP, Rio Claro, 11-18.
- DIAS-BRITO, D. 1995. *Calcisferas e microfácies em rochas carbonáticas pelágicas mesocretáceas*. Tese de Doutorado Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, , 688p.
- DINKELMAN, M. G. 1973. Radiolaria stratigraphy: Leg 16, Deep Sea Drilling Project. *Initial Rep. Deep Sea drill. Proj.*, 16, 747-813.
- DODD, R. J. & STANTON, Jr. R. J. 1981. *Paleoecology. Concepts and applications*. In; WILEY, J. & SONS. & (eds) 560p.
- DREWRY, G. E.; RAMSAY, A. T. S. & SMITH, G. A. 1974. Climatically controlled

- sediments, the geomagnetic field, and trade wind belts in phanerozoic time. *Journal of Geology*, 82; 531-553.
- DUMITRICA, P. 1970. Cryptocephalic and cryctothoracic Nassellaria in some Mesozoic deposits of Romania. *Rev. Roum. Geol. Geophys. Geogr. Geol*, 14 (1); 45-124.
- DUMITRICA, P. 1973. Cretaceous and Quaternary radiolaria in deep Sea sediments from the northwest Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 13; 829-901.
- DUMITRICA, P. 1975. Cenomanian Radiolaria at podul dimboritei. Micropaleontological guide to the Romanian Carpathians. In 14th European Micropaleontological Colloquium, Romania, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest. 87-89
- DUMITRICA, P. 1983. Evolution of Mesozoic and Cenozoic Centroculidae (Radiolaria). *Revue de Micropaleontologie*, 25(4); 221-230.
- EILERT, V. P. 1985. Ocorrência de Polycystina (Protozoa, Radiolaria antárticos e subantárticos em sedimentos superficiais do Atlântico Sudoeste (31^o- 35^o S; 45^o-54^o W). *Pesquisas*, Instituto de Geociências, UFRGS. Porto Alegre, 17, 151-167.
- EILERT, V. P. 1988. *Radiolários Polycystina (Família Collosphaeridae) em sedimentos pleisto-holocenos da Margem Continental Sul-brasileira. Sistemática, Considerações gerais sobre Ecologia, Paleoecologia, Distribuição Geográfica e Geológica*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 219p.
- EILERT, V. P. 2001. Polycystine radiolarians in Brazilian sedimentary basins; a synthesis on the current status. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 2; 7-19.
- EHRENBERG, C. 1838. Über die Bildung der Kreidefelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen. *Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin Abhandlungen*, p.59-147.
- EHRENBERG, C. 1854. *Mikrogeologie*, Voss, Leipzig. XX Viit374 pp.; Atlas, 31.; 41 pls; Fortsetzung (1856), 88 pp. T1 errata.
- EMPSON-MORIM, K. M. 1982. Reexamination of the late Cretaceous radiolarian Genus *Amphipyndax* Foreman. *Journal of paleontology*, 56, (2); 507-519.
- EMPSON-MORIM, K. M. 1984. Depth and latitude distribution of Radiolaria in Campanian (Late Cretaceous) and tropical oceans. *Micropaleontology*, 30 (1); 87-105.
- ERBACHER, J. 1994. Entwicklung und Paleozoozoographie mittelkretazischer Radiolarien der

- westlichen Tethys (Italien) und des Nordatlantiks. *Tubing. Mikropalaontol. Mitteil.* 12; 1-120.
- ERBACHER, J. 1998. Mid-Cretaceous radiolarians from the eastern equatorial Atlantic and their paleoceanography. In; *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, vol. 159; 363-372.
- ERBACHER, J. & THUROW, J. 1997. Influence of oceanic anoxic events on the evolution of mid-Cretaceous radiolaria in the North Atlantic and western Tethys. *Marine Micropaleontology*, 30; 139-158.
- ERBACHER, J. & THUROW, J. 1998. Mid-Cretaceous radiolarian zonation for the North Atlantic; an example of oceanographically controlled evolutionary processes in the marine biosphere? In; CRAMP, A. .; MACLEOD, C. J.; LEE, S. V. & JONES, E. J. (eds) *Geological Evolution of Oceans Basins; Results from the Ocean Drilling Program, Geological Society*. London, Special Publications, 131; 71-82.
- ERBACHER, J.; THUROW, J. & LITKE, R. 1996. Evolution patterns of Radiolaria and organic matter variations; a new approach to identify sea level changes in mid-Cretaceous pelagic environments. *Geology*, 24(6); 499-502.
- EREZ, J.; TAKAHASHI, K. & HONJO, S. 1982. In situ dissolution experiment of Radiolaria in the Central North Pacific Ocean. *Earth Planet Science Letter*, 59; 245-254.
- EWERS, W. E. 1967. Physico chemical aspects of recrystallization. *Miner. Deposita*, 2; 221-227.
- ESTRELA, G. O. 1972. O Estágio "Rift" nas Bacias Marginais do Leste Brasileiro. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Anais, Belém, vol. (3); 29-34.
- FEIJO, F. J. 1994. Bacia de Barreirinhas. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 8(1); 103-109.
- FEIJO, F. J. 1996. O início da livre circulação das águas do Oceano Atlântico. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 10(1/4); 157-164.
- FIGUEIREDO, A. M. F.; CARMINATTI, M. FILHO, J.A.P. & TEIXEIRA, F. 1983. Barreirinhas Basin, an Equatorial Atlantic Transform Basin. In: *A.A.P.G. 67 (3); Convention Issue*. p.449.
- FIGUEIREDO, A. M. F. & GABAGLIA, G.P.R. 1986. Sistema Classificatório aplicado as Bacias Sedimentares Brasileiras. In: *Revista Brasileira de Geociências*. 16 (4) 350-369;
- FINLOW-BATES, T. 1980. The chemical and physical controls on the genesis of submarine

- exhalative ore bodies and their implications for formulating exploration concepts; a review. *Geol. Jahrb. Reihe?* 131-168.
- FOREMAN, H. P. 1966. Two Cretaceous radiolarian genera. *Micropaleontology*, 12 (3); 355-359.
- FOREMAN, H. P. 1968. Upper Maastrichtian Radiolaria of California. *Paleontological Association Special Paper*, 3; 1-82.
- FOREMAN, H. P. 1971. Cretaceous Radiolaria. Leg 7, DSDP. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 7 (2); 1673-1693.
- FOREMAN, H. P. 1973 a. Radiolaria of leg 10 with systematics and ranges for the families Amphipyndacidae, Astostrobiidae, and Theoperidae. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 10; 407-474.
- FOREMAN, H. P. 1973b. Radiolaria from Deep Sea Drilling Project, leg 20. In; HEEZEN, B. C. et al.(eds) *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 20; 249-305.
- FOREMAN, H. P. 1975. Radiolaria from the North pacific. Deep Sea Drilling Project, leg 32. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 32; 579-676.
- FOREMAN, H. P. 1977. Mesozoic Radiolaria from the Atlantic Basin and its borderlands. *Stratigraphic Micropaleontology of Atlantic Basin and borderlands*. In; SWAIN, F. M.(ed), Elsevier, Amsterdam, 305-320.
- FOREMAN, H. P. 1978 a. Mesozoic Radiolaria in the eastern South Atlantic, Deep Sea Drilling Project, leg 40. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 40; 839-843.
- FOREMAN, H. P. 1978 b. Mesozoic Radiolaria in the Atlantic ocean off the Northwest coast of Africa. Deep Sea Drilling Project, leg 41. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 41; 739-761.
- FRANÇOLIN, J. B. L. & SZATMARI, P.1987. Mecanismo de rifteamento da Porção Oriental da Margem Norte Brasileira. In: *Revista Brasileira de Geociências*, 17 (2); 196-207
- FRIEDMAN, G. 1971. *Procedures in Sedimentary petrology*. In: LARNER, R.E. eds. N.York John Wiley & Sons, 651p.
- FUJITA, H. 1986. Stratigraphy and Geologic structure of the Preneogene strata in the central Ryukyu Islands. *Journal of Science of the Hiroshima university, Series c (Geology and Mineralogy)*, 9 (1); 237-279.
- GERSOND, R. & WEFER, G. 1987. Sedimentation of biogenic siliceous particles in

- Antarctic waters from the Atlantic sector. *Marine micropaleontology*, 11; 311-332.
- GOLL, R. M. & BJORKLUND, K. R. 1974. Radiolaria in surface sediments of the South Atlantic. *Micropaleontology*. 20,(1); 38-75.
- GORDON, W. A. 1973. Marine life and ocean surface currents in the Cretaceous. *Journal of Geology*, 81; 269-284.
- GORICAN, S. 1987. Jurassic and Cretaceous Radiolarians from the Budua Zone (Montenegro, Yugoslavie). *Revue de Micropaleontologie*, 30 (3); 177-196.
- GORICAN, S. 1994. Jurassic and Cretaceous radiolarian biostratigraphy and sedimentary evolution of the Budva Zone (Dinarides, Montenegro). *Mémoires de Géologie* (Lausanne), 18:1-120.
- GORKA, H.. 1989. Les Radiolaires du Campanien inférieur de Cracovie (Pologne). *Acta paleontologica polonica* 34, 327-354.
- GORKA, H.. 1991. Les Radiolaires du Turonien inférieur du sondage de Leba IG ! (Pologne). *Cahiers de Micropaleontologie* 6, 39-45.
- GORKA, H.. 1995. Lower Turonian radiolarians (Polycystina) from borehole Wladyslawowa IG (Baltic region). *Geological Quarterly*. 39 (3); 341-372.
- GORKA, H. & GEROCH, S. 1989. Radiolarians from a lower Cretaceous Section At Lipnik near Bielsko biola (Carpathians Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 59 (1-2); 183-195.
- GOWING, M. M. & COALE, S. L. 1989. Fluxes of living radiolarians and their skeletons along a Northeast pacific Transect from Coastal upwelling to open ocean waters. *Deep-Sea Research*, 36 (4);561-576.
- GREENSMITH, J. T. 1978. Siliceous deposits. In; *Petrology of the sedimentary rocks*, 2, 172-182.
- GROSS, M. G. 1995. *Principles of oceanography*. New Jersey; Prentice Hall (ed). 230p.
- GURSKY, H J. 1990. Radiolarian petrographic preservation types in Jurassic to lower Tertiary cherts of Costa Rica. *Marine Micropaleontology*, 15; 249-263.
- HAECKEL, E. 1881. Entwurf eines Radiolarien- Systems auf Grund von Studien der Challenger-Radiolarien. *Jenaische Zeitschrift fur Naturwissenschaft*, 15 (new ser., Vol8, part 3). 418-472
- HAECKEL, E. 1887. Reports on the scientific results of the voyage of H.M.S (Radiolaria collected by H.M.S. Challenger) Challenger during the years 1873-1876. In;

- THOMPSON, C.W & MURRAY, J. (eds) *Zoology*. Johnson Reprint, New York.18;1-1803.
- HEIN, J. R. 1987. Fine-grained siliceous deposits; hosts for multifarious mineral deposits. In; HEIN,J.R. (ed) *Siliceous sedimentary rock-hosted ores and petroleum*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, p.3-9.
- HEIN, J. R. & PARRISH, J. J. 1987. Distribution of siliceous deposits in space and time, In; HEIN, J.R. (ed). *Siliceous sedimentary rock-hosted ores and petroleum*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 10-57.
- HERBIN, J. P.; MAGNIEZ-JANNIN, F. & MULLER, C. 1986. Mesozoic organic rich sediments in the South Atlantic; distribution in time and space. *Mitt. Geol. Palaont. Inst. Univ. Hamburg*, 60; 71-97.
- HERBIN, J. P.; MONTADERT, L.; MULLER, C.; GOMES, R.; THUROW, J. & WIEDMANN, J. 1986. Organic-rich sedimentation at the Cenomanian-Turonian boundary in oceanic and coastal basins in the North Atlantic and Tethys. In; SUMMEHAYES, C. P. & SHACKLETON, N .J. (eds). *North Atlantic paleoceanography. Geological Society Special Publication*, London, 21; 389-422.
- HERBIN, J. P.; MULLER, C.; de GRACIANSKY, T.; JACQUIN, F. & MAGNIEZ-JANNIN, F. 1987. Cretaceous anoxic events in the South Atlantic. *Revista Brasileira de Geociências*, 17; 92-99.
- HODGKINSON, R. L. 1991. Microfossil processing; a damage report. *Micropaleontology*, 37 (3); 320-326.
- HOLLIS, C. J. 1993. Latest Cretaceous to Late Paleocene radiolarian biostratigraphy; a new zonation from the New Zealand region. *Marine Micropaleontology*, 21; 295-327.
- HOLLIS, C. J. & HUTT, L. 1996. Radiolarian faunal change through the Cretaceous-Tertiary transition of eastern Marlborough, New Zealand. In; MCLEON, N. & KELLER, G. (eds). *Cretaceous-Tertiary mass extinctions; biotic and environmental changes*. Norton press; New York, 451-469.
- HONJO, S. 1978. Sedimentation of materials in the Sargasso Sea at a S, 367mts deep station. *Journal of Marine Research*, 36 (3); 469-492.
- HORI, R.S.1997. The Toarcian radiolarian event in bedded cherts from Southwestern Japan. *Marine micropaleontology*, 30; 159-169.
- HORI, N.; SAITO, M. & TOSHIMITSU. 2002. Late Jurassic radiolarian fauna from the

- Ikenohara Formation of the Kuroscgama Belt in the Toyo-Izumi area, *Kumamoto Prefectures Kyushu*, Japan. 5399(10); 689-724.
- HURD, D. C.; & BIRDWHISTELL, S. 1983. On producing a more general model for biogenic silica dissolution. *American Journal of Science*, 283; 1-28.
- HURD, D. C.; PANKRATZ, H. S.; ASPER, V.; FUGATE, J. & MORROW, H. 1981. Changes in the physical and chemical properties of biogenic silica from the Central Equatorial Pacific; Part III, specific pore volume, mean pore size, and skeletal ultrastructure of acid-cleaned samples. In; *American Journal Science*, 281; 833-895.
- HURD, D. C. & TAKAHASHI, K. 1983. On the Estimation of minimum mechanical loss during on in situ biogenic silica dissolution experiment. *Marine Micropaleontology*, 7; 441-447.
- IGO, H.; SASHIDA, K. & VENO, H. 1987. Early Cretaceous radiolarians from the Esashi Mountains, Northern Hokkaido, *Ann. Rep. Inst. Geosc. Univ. Tsukuba*, 13; 105-109.
- ISAACS, C. R. 1981. Porosity reduction during diagenesis of the Monterey formation, Santa Barbara coastal area, California. In; GARRISON ET AL.(eds);The Monterey Formation and related Siliceous rocks of California. *Soc. Econ. Paleont. Mineral.; Spec. Publ.* 15, 257-271.
- JAFRI, S. H.; BALARAM, V. & GOVIL, P. K. 1993. Depositional environments of Cretaceous radiolarian cherts from Andaman-Nicobar Islands, Northeastern Indian Ocean. *Marine Geology*, 112; 291-301.
- JANNIN, F. M.; MULLER,C. 1987. Cretaceous Stratigraphic andd paleoenvironmental data from the South Atlantic (Foraminiferous and nannoplankton). *Revista Brasileira de Geociências*. 17 (2); 100-105.
- JENKYNS, H. C. 1980. Cretaceous anoxic events; from continents to oceans. *Journal of the Geological Society of London*, 137; 171-188.
- JENKYNS, H. C. & WINTERER, E. L. 1982. paleoceanography of Mesozoic ribbon radiolarites. *Earth and Planetary Science letters*, 60; 351-375.
- JOHNSON, D. A . 1974. The dissolution of siliceous microfossils in surface sediments of the eastern tropical Pacific. *Deep-Sea research*, 21; 851-864.
- JOHNSON, T. C. 1976. Biogenic opal preservation in pelagic sediments of a small area in the eastern tropical pacific. *Geological Society of America Bulletin*, 87; 1273-1282.
- JOHNSON, L. E.; FRYER, P.; TAYLOR, B.; SILK. M.; JONES, D.; SLITER, W. V.;

- ITAWA, T. & ISHII, T. 1991. New evidence for crustal accretion in the outer Mariana Fore Arc; Cretaceous radiolarian cherts and mid-ocean ridge basalt-like lavas. *Geology*, 19;811-814.
- JORGENSEN, S. E. 1992. Integration of Ecosystem theories; A pattern. In; *Ecology & Environment*, Klumer Academic (ed), London 381p.
- KASTNER, M.; KEENE, J. B. & GIESKES, J. M. 1977. Diagenesis of siliceous oozes. I. Chemical controls on the rate of opal-A to opal-CT transformation. An experimental study. In; Diagenesis of deep-sea biogenic sediments. VAN DER LINGEN, G. J.; SOWDEN, HUTCHINSON & ROSS Inc (eds); 283-319.
- KASTNER, M. & GIESKES, J. M. 1983. Opal- A to opal CT transformation; a kinetic study. In; IJIMA, A. ; HEIN, J. R. & SIEVER, R. (eds). *Siliceous deposits in the pacific Region*, 211-227.
- KEENE, J. B. 1976. *Distribution mineralogy and petrography of biogenic and authigenic silica in the Pacific Basin*. Ph D Thesis, Univ. California, San Diego 264p.
- KENNISCH, M.J. 1994. *Practical handbook of Marine Science*. In; KENNISCH, M.J & MICHAEL, J. (eds) New Jersey, 566p.
- KIESSLING, W. 1995. New Radiolarians from the earliest Cretaceous of the Sultanate of Oman (Wahrah Formation, Jebel Buwaydah). *Palaontologische Zeitschrift*, 69;(3/4)/ 321-342.
- KIESSLING, W. 1996. Facies Characterization of Mid-Mesozoic deep-water sediments by quantitative analysis of siliceous microfaunas, *Facies*, 35; 237-274.
- KIESSLING, W. 2002. Radiolarian diversity patterns in the latest Jurassic-earliest Cretaceous. *Palaogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 187; 179-206.
- KISHIDA, Y. & HISADA, K. 1986. Radiolarian assemblages of the Sambosan Belt in the western part of the Kanto Mountains, central Japan. Recent Progress of Research on Radiolarians and Radiolarian Terranes of Japan. *News of Osaka Micropaleontologists*, 7; 25-34.
- KLING, S. A. 1971. Radiolaria: Leg 6 of the Deep Sea Drilling project. *Initial Rep. Deep Sea drill. Proj.*,6, 1069-1117.
- KLING, S. A. 1976. Relation of radiolarian distributions to subsurface hydrography in the North Pacific. *Deep Sea Research*, Pergamon Press, Great Britain, 23; 1043-1058.
- KLING, S. A. 1977. Local and regional imprints on radiolarian assemblages from California

- Coastal Basin Sediments. *Marine Micropaleontology*, 22(2); 207-221.
- KLING, S. A . 1978. Radiolaria. In; HAQ, B. U. & BOERSMA, A. (eds); *Introduction to Marine Micropaleontology*. Elsevier, New York, 203-244.
- KLING, S. A. 1982. Radiolarians from the Mariana trough and trend region; Deep Sea Drilling Project, leg 60, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 60; 537-555.
- KOZLOVA, G. E. 1960. Radiolarians of the Middle and Upper Miocene of Northern Sakhalin. In: The microfauna of the USSR, Text Book XI, pp: 307-321.
- KOZLOVA, G. E. & GORBOVETZ, A. N. 1966. Radiolarii Vekhnemelovykh i Verkhneecenovyykh otlozhen zapadosibirskoj nizmennosti, *Trudy vses. Neft. Nauzno-Issledov. Geol. Inst. (V NIGRI)* 248, 1-159,
- KOTZIAN, S. C. B. & EILERT, V. P. 1985. Radiolários (Polycystina, Spumellaria; Sponguridae Spongodiscidae) cenozóicos em testemunhos da Margem Continental Sul-brasileira. In; DNPM. *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos*. Brasília, 343-353.
- KOTZIAN, S. C. B & EILERT, V. P. 1987. Radiolários do Cretáceo médio na Bacia de Campos-Brasil. In; CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10, Rio de Janeiro, SBG, *Anais*, p. 783-796.
- KOTZIAN, S. C. B.; EILERT, V. P. & RUTHNER, M. P. 1987. Nova contribuição sobre a ocorrência de radiolários Polycystina na Margem Continental do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, 20; 85-102.
- KOUTSOUKOS, E. A. M. 1982. Geohistória e Paleoecologia das bacias marginais de Florianópolis e Santos. *Anais*, 32^o CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Salvador, SBG,5; 2369-2374.
- KOUTSOUKOS, E. A. M. 1992. Late Aptian to Maastrichtian foraminiferal biogeography and palaeoceanography of the Sergipe Basin, Brazil. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 92; 295-324.
- KOUTSOUKOS, E. A. M. & DIAS-BRITO, D. 1987. Paleobatimetria da margem continental do Brasil durante o Albiano. *Revista Brasileira de Geociências*, 17 (2); 86-91.
- KOUTSOUKOS, E. A. M. & HART, M. B. 1990. Radiolarians and diatoms from the mid-Cretaceous successions of the Sergipe Basin, Northeastern Brazil. *Journal of Micropaleontology*, 9 (1); 45-64.
- KOUTSOUKOS, E. A. M.; LEARY, P. N. & HART, M. B. 1990. Latest Cenomanian-earliest Turonian low-oxygen benthonic foraminifera; a case-study from the Sergipe Basin

- (N.E. Brazil) and the western Anglo-Paris basin (Southern England). *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 77;145-177.
- KOUTSOUKOS, E. A. M.; MELLO, M. R. & AZAMBUJA FILHO, N. C. V. 1991. Micropaleontological and geological evidence of mid-Cretaceous hypoxic-anoxic environments in Sergipe Basin, northeastern Brazil. In; TYSON, T.H. & PEARSON (eds), modern and ancient Continental Shelf Anoxia. Geological society Special Publication, 58; 427-447.
- KRAUSKOPF, K. 1959. The geochemistry of silica in sedimentary environments. *Society Economic Paleontologists Mineralogists Special Publication*, 7; 36-54.
- KRUGLIKOVA, S. B. 1989. Certain aspects of Radiolarian data as evidence of the paleoenvironment. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 69;303-320.
- KRUMBEIN, W. C. 1942. Physical and chemical changes in sediments after deposition. *Journal of Sedimentary Petrology*, 12 (3);111-117.
- KUHNT, W.; THUROW, J.; WIEDMANN, J. & HERBIN, J. P. 1986. Oceanic anoxic conditions around the Cenomanian-Turonian boundary and the response of the biota. *Mitt. Geol. Paleont. Ins. Univ. Hamburgo*, 60; 295-246.
- KWIATKOWSKI, S. 1981. Sedimentation and diagenesis of the Niedzica Succession Radiolarites in the Pieniny Klippen Belt Poland. *Annales Societatis Geologorum Polonicae*, 51 (1/2); 45-61.
- LAMBERT, E. & DE WEVER, P. 1996. Biological events for Radiolaria during Cretaceous kenoxic phases. *Revue de Micropaléontologie*, 39 (4); 283-292.
- LARSEN, G. & CHILINGAR, G. V. 1979. Introduction- Diagenesis of sediments and rocks. In; LARSEN, G. & CHILINGAR, G.V. (eds). *Diagenesis in sediments and sedimentary rocks*. Elsevier, Amsterdam, 1-29.
- LEMUS, J. L. C.; GARCIA, P. T. & MONDRAGON, M. F. 1997. El oceano y sus recursos III. Las ciencias del mar; Oceanografía física, matemáticas e ingeniería. *La ciencia*; 17, Mexico, 161p.
- LEVINTON, J. S. 1970. The palaeocological significance of opportunistic species. *Lethaia*, 13;69-78.
- LEWIN, J. C. 1961. The dissolution of silica from diatom walls. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 21;182-198.
- LIMA, E. C. 1972. Bioestratigrafia da Bacia de Barreirinhas. XXVI CONGRESSO

- BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Anais, Belém, vol (3); 81-91
- LING, H. Y. 1991. Cretaceous (Maastrichtian) radiolarians; Leg 114. In; *Proceedings of the Ocean Drilling Program Scientific Results*, 114; 317-324.
- LING, H. Y. & LAZARUS, D. 1990. Cretaceous radiolarian from the Weddell Sea; leg 113 Proceedings of the Ocean Drilling Program, In; *Proceedings of the Ocean Drilling Program Scientific Results*, 113; 353-363.
- LIPMAN, R.H. 1952. Radiolaria. In: Stratigrafiya i fauna melovykh otlozheni zpdnosibirskoj nizmennosti. Trudy VSEGEI. New Ser. 29, 124-134.
- LIPMAN, R.H. 1960. Materialy k izucheniyu Verkhnemelovykh otlozheni; Russkos platformy. Trudy Vses. Nauk. Issl. Geol. Inst. (VSEGEI); Paleont. Strat. 24-51.
- LIPMAN, R.H. 1962. Pozdnemelovye radiolyarii Zapadno-Sibirskoi nizmennosti i Turgaikogo progiba. Materialy po stratigrafii mezo-kainozoya Turgaikogo progiba , severnogo Priaralya Zapadno-Sibirskoi nizmennosti.. Trudy Vses. Nauk. Issl. Geol. Inst. (VSEGEI); vol.77, new ser., pp. 271-323.
- LISITZIN, A . P. 1971. Distribution of siliceous microfossils in suspension and in bottom sediments. In; FUNNEL, B. M. & RIEDEL, W. R. (eds); *The micropaleontology of Oceans*. Cambridge University Press. 173-195.
- LISITZIN, A. P. 1985. The silica cycle during the last ice age. *Palaeogeography, Palaeocology, Palaeocology*, 50 (2/3);241-270.
- LLOYD, C. R. 1982. The Mid-Cretaceous earth; Palaeogeography; Ocean circulation an temperature; Atmospheric circulation. In; *Journal of Geology*, 90; 393-413.
- LOZYNYAK, P.Yu. 1969. Radiolyarii nizhnemelovykh otlozhenii Ukrainiskikh Karpat. Lvovskoe Geologicheskoe Obschestvo, iskopaemyei i Sovremennye Radiolyarii, pp. 29-41.
- MACELLARI, C. E. VRIES, T. J. 1987. Late Cretaceous upwelling and anoxic sedimentation in Northwestern South America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology* 59 (4); 279-292.
- MARGALEF, R. 1995. Ecologia. Omega S/A (ed) Barcelona, 951p.
- MARTIN, W. R.; BENDER, M.; LEINEN, M. & ORCHARDO, J. 1991. Benthic organic Carbon degradation and biogenic silica dissolution in the Central Equatorial Pacific. In *Deep- Sea Research*, printed in Great Britain, 38 (12); 1481-1516.
- MATSOUKA. A . 1992. Jurassic and early Cretaceous radiolarians from Leg 129, sites 800

- and 801, western Pacific Ocean. In; *Proceedings of the Ocean Drilling Program Scientific Results*, 129; 203-220.
- MATSOUKA, A. 1995. Middle Jurassic to Early Cretaceous radiolarian occurrences in Japan and The Western Pacific (ODP sites 800-801) In; P.O. Baumgartner, O Dogherty, L; Gorican, S. et al. (eds). Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys; Occurrences, systematics, Biochronology. *Memoires de Geologie* (Lausanne), Lausanne, Switzerland, pp. 937-966.
- MATSUMOTO, R. 1992. Diagenetic Dolomite, Calcite, Rhodochrosite, Magnesite and landsfordite from site 799, Japan Sea- implications for depositional environments and the diagenesis of organic-rich sediments. PISCIOTTO, K. A.; INGLE, J. C. Jr.; VAN BREYMAN, M. T. & BARRON; J. Et al. (eds). In; *Proceedings of the Drilling Program Scientific Results*, 127/128.;75-98
- McMILLEN, K. J. 1977. *Ecology, distribution and preservation of Polycystine Radiolaria in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea*; University Microfilms International. Ann Arbor, Ph. D Thesis. 123p.
- McMILLEN, K. J. & CASEY, R. E. 1978. Distribution of living polycystine in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea, and comparison with sedimentary record. *Marine Micropaleontology*, 3(2); 121-149.
- MELLO, M. R.; KOUTSOUKOS, E. A. M.; HART, M. B.; BRASSEL, S. C. & MAXWELL, J. R. 1989. Late Cretaceous anoxic events in the Brazilian Continental Margin. *Organic Geochemistry*, 14; 529-542.
- MESNER, J. C. & WOOLDRIDGE, C. P. 1964a. Maranhão paleozoic basin and Cretaceous coastal basins, North Brazil. *Bulletin of the American Association of Petroleum geologists*, 48 (9); 1475-1512.
- MESNER, J. C. & WOOLDRIDGE, C. P. 1964b. estratigrafia das Bacias paleozóicas e Cretácea do Maranhão. *Boletim Técnico da PETROBRÁS*, 7(2); 137-164.
- MEYEN, F. J. F. 1834. Über das Leuchten des Meeres und Beschreibung einiger Polypen und anderes niederer Tiere. *Verhandlungen der Kaiserlichen leopoldinischen Carolinischen Akademie der Naturforscher*, 16(1); 125-216.
- MIURA, K. & BARBOSA, J. C. 1972. Geologia da plataforma do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Anais, Belém, vol (2); 57-66.

- MIZUTANI, S. 1966. Transformation of silica under hydrothermal conditions. *Nagoya University Journal Earth Science*, 14; 56-88.
- MIZUTANI, S. 1981. A Jurassic formation in the Hida-Kanayama Area, Central Japan. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum*, n° 8, pp.147-190.
- MOLINA-CRUZ, A. 1977. The relation of the Southern trade winds of upwelling processes during the last 75000 years. *Quaternary research*, 8 (3); 324-338.
- MOORE, Jr. T. C. 1969. Radiolaria; Change in skeletal weight and resistance to solution. *Geological Society of America Bulletin*, 80.; 2103-2108.
- MOORE, Jr. T. C. 1973. Radiolaria from Leg 17 of the Deep Sea Drilling Project. *Initial Rep. Deep. Sea Drilling Project; 17; 797-869.*
- MORLEY, J. J. 1977. *Upper Pleistocene climatic variations in the South Atlantic derived from a quantitative radiolarian analysis; accent on the last 18000 years;* University Microfilms International. Ann Arbor, Ph. D Thesis. 344p.
- MORLEY, J. J. 1989. Radiolarian- based transfer functions for estimating paleoceanographic conditions in the South Indian Ocean, *Marine Micropaleontology*, 13; 293-307.
- MURATA, K. J. & LARSON, R. R. 1975. Diagenesis of Miocene Siliceous Shales, temblor range, California. *Journal, Research, U.S. Geological Survey*, 3 (5);553-566.
- MURCHEY, B. L & MADRID, R. J. 1987. Paleozoic bedded associated with chert in western North America. In; HEIN, J.R. (ed). *Siliceous sedimentary rock-hosted ores and petroleum*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 269-283.
- MURRAY, R. W.; BRINK, M. R. B. T.; BRUMSACK, H. J.; GERLACH, D.C. & RUSS III, G. P. 1992. Rare earth, major, and trace element composition of leg 127 sediments. PISCIOTTO, K. A. ; INGLE, J. C. Jr.; VAN BREYMAN, M. T. & BARRON, J. Et al. (eds). In; *Proceedings of the Drilling Program Scientific Results*, 127/128.; 677-695.
- MUZAVOR, S. N. X. 1977. Die oberjurassische Radilarienfauna von Oberaudorf am Inn. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universitat, Munchen, 141, pp.,ppls.
- NAKASEKO, K. & NISHIMURA, A. 1981. Upper Jurassic and Cretaceous Radiolaria from the Shimanto Group in Southwest Japan. *Science Reports, College of General Education. Osaka University*, 30(2); 133-203. pls 1-17.
- NAKASEKO, K. & NISHIMURA, A. & SUGANO, K. 1979. Cretaceous Radiolaria in the Shimanto Belt, Japan. *News of Osaka Micropaleontologist, Special Volume*, n°2, pp-149.
- NAKASEKO, K.; OHNO, T. & YAMAUCH, M. 1985. Coprogenic sediments in the

- Submarine Strata of Osaka Bay, Japan. *Science Reports, College of General Education-Osaka University*. 34; 85-119.
- NOGUTI, I. 1967. Estudo das Fácies carbonáticas da Bacia de Barreirinhas, Maranhão. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 16 (1); 101-119.
- NOGUTI, I. & SANTOS, J. F. 1973. Zoneamento preliminar por foraminíferos planctônicos do Aptiano ao Mioceno na plataforma continental do Brasil. Rio de Janeiro, RJ. *Boletim Técnico da Petrobrás*, Vol.15, nº3, pp. 265-283.
- O'DOGHERTY, L. 1994. Biocronology and paleontology of middle Cretaceous radiolarians from Umbria-Marche Appennines (Italy) and Betic Cordillera (Spain). *Mem. Geol. Lausanne*, 21; 1-351.
- ODUM, E. P. 1983. *Ecologia*. Guanabara (ed), Rio de Janeiro, 434p.
- OJEDA, H. A. O. 1981. Estrutura, Estratigrafia e evolução das bacias marginais brasileiras. *Revista Brasileira de Geociências*, 11(4); 257-273.
- OJEDA, H. A. O. 1983. Estrutura e evolução das bacias mesozóicas emersas da Margem Continental Brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*. 13 (2); 71-83.
- PAMPLONA, H. R. P. 1969. Litoestratigrafia da Bacia Cretácea de Barreirinhas. *Boletim Técnico da PETROBRÁS*, 12 (3); 261-290.
- PAMPLONA, H. R. P.; PORTO, R. & LIMA, E. C. 1972. Evolução Geológica do Grupo Canárias Bacia de Barreirinhas. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Anais, Belém, vol (3); 93-106.
- PARRISH, J. T. 1987. Paleo-upwelling and the distribution of organic-rich rocks. In; BROOKS, J. & FLEET, A. J.(eds). *Marine petroleum source rocks*. Geol. Soc. Spec. Public. 26;199-205.
- PARRISH, J. T. & CURTIS, R. L. 1982. Atmospheric circulation, upwelling and organic-rich rocks in the Mesozoic and Cenozoic Eras. *Palaeogeography, Palaeocology, Palaeocology*, 40; 31-66.
- PEDERSEN, T. F. & CALVERT, S. E. 1990. Anoxia Vs Productivity; what controls the formation of Organic-carbon, rich sediments and sedimentary rocks?, *A . A. P. G. Bulletin*, 74 (4); 454- 466.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1963. Upper Cretaceous Radiolaria from Puerto Rico. *Micropaleontology*. 9, 197-214.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1966. Upper Cretaceous radiolária from Puerto Rico.

- Micropaleontology*. 9 (2); 197-214.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1968. Mesozoic Plankton foraminifera and Radiolaria. Deep Sea Drilling Project I. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, I; 607-621.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1969. The Neosciadiocapsidae, a new family of Upper Cretaceous Radiolaria. *Bulletins of American Paleontology*, 56 (253); 377-439.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1970. The Rotaformidae, a new family of Upper Cretaceous Nasselliina (Radiolaria) from the Great Valley Sequence, California Coast Ranges. *Bulletins of American Paleontology*, 60 (264); 5-83.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1971a. Jurassic and Cretaceous Hagiastriidae from the Blake-Bahama Basin (site 5 A, leg 1) and the Great Valley Sequence, California Coast Ranges. *Bulletins of American Paleontology*, 60, (2264); 5-83.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1971b. A new radiolarian from the Upper Cretaceous of the California Coast Ranges. *Micropaleontology*, 17(3); 361-364.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1972 a. Cretaceous Radiolaria. Part I; The Phaseliformidae, new family, and other Spongodicacea from the Upper Cretaceous portion of the Great Valley Sequence. *Bulletins of American Paleontology*, 61 (270); 269-280.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1972 b. Cretaceous Radiolaria. Part II; Pseudoaulophacidae, from the Cretaceous of California and the Blake-Bahama Basin (Joides Leg I). *Bulletins of American Paleontology*, 61 (270); 283-328.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1973. Upper Cretaceous spumelliina from the Great Valley Sequence California Coast Ranges. *Bulletins of American Paleontology*, 63, (276); 49-102.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1976. Radiolaria zonation and stratigraphy of the Upper Cretaceous portion of the Great Valley Sequence California Coast Ranges. *Micropaleontology Special publication*. 2, 67p
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1977a. Radiolaria in Mesozoic stratigraphy. In; RAMSAY, A .T.S. (ed). *Oceanic Micropaleontology*. 2/ (Ch 9) 913-950.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1977b. Upper Jurassic Radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the California Coast Ranges, *Micropaleontology*, 23 (1); 56-113.
- PESSAGNO, E. A. Jr. 1977c. Radiolaria in Mesozoic stratigraphy. In: *Oceanic Micropaleontology*, vol.2 ed. A. T. S. Ramsay, Academic press, London, New York, San Francisco, pp. 913-50,
- PESSAGNO, E. A. Jr. & MICHAEL, F. Y. 1974. Results of shore laboratory studies on

- Mesozoic planktonic Foraminifera from Leg 26 sites 255, 256, 257, and 258. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling project* 36; 969-972.
- PETRUSHEVSKAYA, M. G. 1971a. Spumellarian and Nassellarian Radiolaria in the plankton and bottom sediments of the Central Pacific. In; FUNNELL, B. M. & RIEDEL, W. R. (eds); *The Micropaleontology of oceans*, Cambridge University Press, London, 309-318.
- PETRUSHEVSKAYA, M. G. 1971b. Radiolaria in the plankton and recent sediments from the Indian Ocean and Antarctic. In; FUNNELL, B. M. & RIEDEL, W. R. (eds); *The Micropaleontology of oceans*, Cambridge University Press, London, 319-329.
- PETRUSHEVSKAYA, M. G. & KOZLOVA, G. E. 1972. Radiolaria; Leg 14 of the Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling project* 14; 495-648.
- PISIAS, N. G. 1986. Vertical water mass circulation and the distribution of radiolaria in surface sediments of the Gulf of California. *Marine Micropaleontology*, 10; 189-205.
- POPOVA, I. M. 1986. Transportation of radiolarian shells by currents (calculations based on the example of the Kuroshio). *Marine Micropaleontology*, 11; 197-201.
- QUEIROZ, J. 1965. Contribuição das correlações detalhadas ao estudo da Bacia de Barreirinhas. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Rio de Janeiro, 68-93.
- RABINOWITZ, P. D.; & LABRECQUE, J. 1979. The Mesozoic South Atlantic Ocean and evolution of its continental margins. *Journal of Geophysical Research*, 84 (B11); 5973-6002.
- RACKI, G. 1999. Silica-secreting biota and mass extinctions; survival patterns and processes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 154; 107-132.
- RACKI, G. & CORDEY, F. 2000. Radiolarian palaeoecology and radiolarites; is the present the key to the past? *Earth-Science Reviews*, 52; 83-120.
- RAISWELL, R. 1982. Pyrite texture isotopic composition on the availability of iron. *American Journal of Science*, 282, (10); 1244-1263.
- REGALI, M. S. P.; UESUGUI, N. & SANTOS, A. 1974. Palinologia dos sedimentos meso-cenozóicos do Brasil (1). *Boletim Técnico da PETROBRÁS*, Rio de Janeiro, 17 (3); 177-191.
- REGALI, M. S. P.; UESUGUI, N. & LIMA, E. E. C. 1985. Palinoestratigrafia e paleoambiente da Bacia de Barreirinhas Maranhão-Brasil. In: *Coletânea de trabalhos*

- paleontológicos*, DNPM; Rio de Janeiro, 461-470.
- RENZ, G. W. 1974. Radiolaria from Leg 27 of the Deep Sea Drilling Project. *Initial Deep Sea Drilling Project*. 27, 769-841.
- RENZ, G. W. 1976. The distribution and ecology of radiolaria in the Central Pacific/ Plankton and surface sediments. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 22; 267p.
- REZENDE, W. M. & ARAÚJO, E. 1970. Integração geológica regional das áreas continental e oceânica da Bacia de Barreirinhas. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Brasília, Anais; 141-155.
- RICHTER, D. K. & FÜCHTBAUER, H. 1978. Ferroan calcite replacement indicates former magnesian calcite skeletons. *Sedimentology*, 25;843-860.
- RIEDEL, W. R. 1952. Mesozoic and late Tertiary Radiolaria of Rott. *Journal of Paleontology*, 27(6); 805-813.
- RIEDEL, W. R. 1957. Radiolaria; a preliminary Stratigraphy. *Reports of the Swedish Deep-Sea expedition*, 6(3); 59-96.
- RIEDEL, W. R. 1959. *Siliceous organic remains in pelagic sediments*. In; Silica in sediments Soc. Econ. Paleontol. Mineral Special publication, Tulsa, 7; 80-91.
- RIEDEL, W. R. 1971. Systematic classification of Polycystine Radiolaria. In; FUNNELL, B. M. & RIEDEL, W. R. (eds); *The Micropaleontology of oceans*, Cambridge University Press, London;649-661.
- RIEDEL, W. R. & SANFILIPPO, A. 1970. Radiolaria Leg 4, Deep Sea Drilling Project. In; *Initial Reports of the Deep Sea Drilling project*. 24 ; 503-575.
- RIEDEL, W. R. & SANFILIPPO, A. 1974. Radiolaria from the Southern Indian Ocean. Deep Sea Drilling Project, Leg 26. In; *Initial Reports of the Deep Sea Drilling project*. 26; 771-813.
- RODRIGUES, R. 1996. O evento anóxico Cenomaniano-Turoniano e os marcos estratigráficos do Cretáceo Superior das Bacias do Espírito Santo e Campos sudeste do Brasil. *Boletim do 4^o Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*. UNESP- Campus de Rio Claro SP; 51-53
- RUST, D. 1885. Beitrage zur kenntniss der fossilen Radiolarien aus Gesteinen des Jura. *Paleontographica* 31, ser.3, pp 273-321
- RUST, D. 1898. Neve Beitrage zur kenntniss der fossilen radiolarien aus Gesteinen des Jura und der Kreiden. *Paleontographica* 45, 1-67.

- SANFILIPPO, A. & RIEDEL, W. R. 1974. Some Radiolarians samples from the Western Indian Ocean. Deep Sea Drilling Project leg 25. In; *Initial Reports of the Deep Sea Drilling project*. 25; 657-661.
- SANFILIPPO, A. & RIEDEL, W. R. 1985. *Cretaceous Radiolaria*. In; BOLLI, H.M./ SAUDERS, J. B. & PERCH-NIELSEN, K. (eds) *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press, p. 573-630.
- SANO, H. 1983. Displaced dolomites in Radiolarian cherts of the Chichibu Belt on Shikoku Island, Southwest Japan. *Sedimentary Geology*, 37; 203-233.
- SAVINI, G. & PASSERINI, M. M. 1998. The radiolarian assemblages of the Bonarelli Horizon in the Umbria-Marche Apennines and Southern Alps, Italy. *Cretaceous Research*, 19; 777-804.
- SAWLOWICZ, Z. & BAK, M. 1997. Pyritization of radiolaria in anoxic water column, anoxic deposits of the Cenomanian-Turonian boundary in the Pieniny Klippen Belt, Poland. *Mineral Slovakia*, 29; 273-274.
- SCHAAF, A. 1981. Late Early Cretaceous Radiolaria from Deep Sea Drilling Project, 62. In; *Initial Reports of the Deep Sea Drilling project*. 62; 419-470.
- SCHAAF, A. 1984. Les Radiolaires du Cretace Inferieur et moyen; biologie et systematique. *Sciences Geologiques Memoire*, 75. Universite Louis Pasteur, Strasbourg, 189p.
- SCHAAF, A. & THOMAS, V. 1986. . Les Radiolaires campaniens du Wladi Ragmi (nappe de Semail, Oman) un nouveau repere chronologique de l'odduction omanaise. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 303, p. 1593-1598, n° 2.
- SCHILINGARIAN, G. V. & WOLF, K. H. 1988. Diagenesis, I. In; *Developments in Sedimentology* 41. Elsevier, Amsterdam, 588p.
- SCHLANGER, S. O. & JENKYNS, H. C. 1976. Cretaceous oceanic anoxic events, causes and consequences. *Geologie em Mijnbouw*, 55 (3-4);179-184.
- SCHLANGER, S. O.; ARTHUR, M. A.; JENKYNS, H. C. & SCHOLLE, P. A. 1987. The Cenomanian-Turonian Oceanic Anoxic Event I. Stratigraphy and distribution of organic-rich beds and marine ^{13}C excursion. In; BROOKS, J. & FLEET, A. J. (eds). *Marine Petroleum Source Rocks Geological Society Special Publication*, 26;371-399.
- SCHMIDT-EFFING, R. 1980. Radiolarien der Mittel Kreide aus dem Santa Elena-Massiv von Costa Rica. *Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie, Abhandlungen*, 160, (2), 241-257..

- SCHRADER, H. J. 1971. Fecal Pellets; Role in sedimentation of pelagic diatoms. *Science* 174; 80-91.
- SCOTESE, E. R. 2004. Earth Cretaceous. Disponível em <<http://www.scotese.com.cretaceo.htm>> acesso em : 18.11.2004.
- SEIBOLD, E. 1978. Mechanical Processes influencing the distribution of pelagic sediments. *Micropaleontology*, 24 (4); 407-421.
- SEIBOLD, E. & BERGER, W. H. 1996. *The sea floor and introduction to marine geology*. 3ed. Springer Germany. 356p.
- SIEVER, R. 1957. The silica budget in the sedimentary cycle; *American Mineralogist*, 42.; 821-841.
- SIEVER, R. 1962. Silica solubility, 0-200 C, and the diagenesis of siliceous sediments. *Journal of Geology*, 70(2); 127-150.
- SOUTAR, A. 1971. Micropaleontology of anaerobic sediments and the California Current. In; FUNNEL, B. M. & RIEDEL, W. R. (eds); *The Micropaleontology of oceans*, Cambridge University Press, London;156-177.
- SOUTHAM, J. R.; PETERSON, W. H. & BRASS. G. W. 1982. Dynamics of anoxia. *Palaeogeography, Palaeocology, Palaeocology*, 40;183-198.
- SOUZA, V. 1995. *Radiolários do Cretáceo médio da Margem Equatorial Brasileira, Bacia do Ceará (Súb-bacias Acaraú e Mundaú) como indicadores de possíveis eventos paleoceanográficos e paleoecológicos*. Dissertação de mestrado, Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 226p.
- SQUINABOL, S. 1903. Le Radiolarie dei noduli selciosi nella Scaglia degli Euganei. Contribuzione I. *Rivista italiana di Paleontologia*, 9, 105-151.
- STEIN, R. 1986. Surface-water Paleo-Productivity as inferred from sediments deposited in oxic and anoxic Deep water. *Environments of the Mesozoic Atlantic Ocean. Mitt. Geol. Palaont. Inst. Univ. Hamburgo*, 60; 55-70.
- STEIN, R. & FAUGERES, J. C. 1989. Sedimentological and geochemical characteristics of the Upper Cretaceous and Lower Tertiary sediments at Site 661 (Eastern Equatorial Atlantic) and their paleoenvironmental significance. In; *Proceedings of the Drilling Program Scientific Results*, 108; 297-309.
- STOW, D. A. V. 1987. South Atlantic organic-rich sediments; facies processes and environments of deposition. In; BROOKS, J. & FLEET, A. (eds). *Marine Petroleum*

- Source Rocks Geological Society Special Publication*, 26; 287-299.
- STROHSCHOEN Jr., O 1995. Vulcanismo e a ocorrência de radiolários no Santoniano da Bacia de Campos. In; CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 14, Rio de Janeiro, *Anais*, p. 130-131.
- SWANBERG, N. R. & BJORKLUND, K. R. 1992. The radiolarian fauna of westerns Norwegian fjords; a multivariate comparison of the sediment and plankton assemblages. *Micropaleontology*, 38 (1).; 57-74.
- SWANSON, R. G. 1981. Sample examination manual. *American Association of Petroleum Geologists*, Special Publication, 35p
- SZATMARI, P.; FRANCOLIN, J. B. L.; ZANOTO, O. & WOLFF, S. 1987. Evolução tectônica da Margem Equatorial Brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, 17(2); 180-188.
- TADA, R. & IJIMA, A . 1983. Identification of mixtures of opaline silica phases and its implication for silica diagenesis. In; IJIMA, A . HEIN, J. R. & SIEVER, R. (eds). *Developments in sedimentology, siliceous deposits in the Pacific region*. Amsterdam, 229-245.
- TAKAHASHI, K. 1983. Radiolaria biocenosis, tanatocenosis, relations ship in Pelagic Oceans. In; *American Association of Petroleum Geologists. A.A.P.G. Abstracts Bulletins*, Tulsa. 67(3);556-557.
- TAKAHASHI, K. & HONJO, S. 1981. Vertical flux of Radiolaria; a taxon-quantitative sediment trap study from the western tropical Atlantic. *Micropaleontology*, 27(2);140-190.
- TAKAHASHI, K.; HURD, D. C. & HONJO, S. 1983. Phaedarian skeletons; Their role in silica transport to the Deep Sea. *Science Reprint Series*. 222; 616-618.
- TAKAHASHI, K. & LING, H. Y. 1993. Cretaceous Radiolarians from the Ontong Java Plateau, Western Pacific. Holes 803 D e 807 C. In; BERGER, W.H.; KRONEE, L.W/ MAYER, L. A. et al.,(eds). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific results*. Vol.130; 93-102.
- TAKETANI, Y. 1982. Cretaceous radiolarian biostratigraphy of the Urakawa and Obira areas, *Hokkaido Science Reports of the Tohoku University, Sendai, Ser. 2. Geology* 52, (1-2); 1-75, pls 1-13.
- TAN SIN HOK, 1927. Over de samestelling en het anstaan van Krijten Mergel-gesteentem

- de Molukken. *Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsech Oost-Indies* 55, 5-165
- TERAOKA, Y. & KURIMOTO, C. 1986. Cretaceous stratigraphy of the Shimanto Terrane in the Uwajima area, west Shikoku, Southwest Japan, with reference to the stratigraphy distribution of mega and radiolarian fossils. *Bull. Geol. Surv. Japan*, 37 (8); 417-453.
- THIEDE, J. & VAN ANDEL, T. 1977. The paleoenvironment of anaerobic sediments in the late Mesozoic South Atlantic Ocean. *Earth and Planetary Science Letters*, 33;301-309.
- THUROW, J. 1988a. Cretaceous radiolarians of North Atlantic Ocean ODP Leg 103 (Sites 638,640 and 641) and DSDP Leg 93 (Site 603) and 47B (Site 398) In; *Proceedings of the Drilling Program Scientific Results*, 103;379-418.
- THUROW, J. 1988b. Diagenetic history of Cretaceous radiolarians, North Atlantic Ocean (ODP Leg 103 and DSDP holes 398D and 603B) In; *Proceedings of the Drilling Program Scientific Results*, 103; 531-555.
- THUROW, J. & ANDERSON, O. R. 1986. An interpretation of skeletal growth patterns of some Middle Cretaceous and modern radiolarians. *Micropaleontology*, 32(4); 289-302.
- THUROW, J. & KUHN, W. 1986. Mid-Cretaceous of the Gibraltar Arc area. In/ SUMMERHAYES, C. P. & SCHACKLETON, N. J. (eds). *North Atlantic Palaeoceanography, Spec. Publi. Geol. Soc. London*, 22; 423-445.
- THUROW, J.; MOULLADE, M.; BRUMSACK, H. J.; MASURE, E.; TAUGORDEAU-LANTZ, J. & DUNHAM, K. 1988. The Cenomanian-Turonian boundary event (CTBE) at Hole 641 A, ODP Leg 103, (compared with the CTBE interval at Site 398). In; *Proceedings of the Drilling Program Scientific Results*, 103; 587-634.
- TISSOT, B.; DEMAISON, G.; MASSON, P.; DELTEIL, R. J. & COMBAZ, A. 1980. Paleoenvironment and petroleum potential of Middle Cretaceous black shales in Atlantic Basins. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 64 (11); 2051-2063
- TUCKER, M. E. 1991. The diagenesis of fossils. In; DONOVAN, S. K. (ed). *The processes of fossilization*, Belhaven Press, London , 84-104.
- TUMANDA, F. P. 1989. Cretaceous Radiolarian biostratigraphy in the Esashi Mountain Area, Northern Hokkaido, Japan. *Sci. Rep. Inst. Geosc. Univ. Tsukuba*,10; 1-44.
- TYSON, R. V. 1987. The genesis and palinofacies characteristics of marine petroleum source rocks. In; BROOKS, J. & FLEET, A. (eds). *Marine Petroleum Source Rocks Geological Society Special Publication*, 26; 47-67.
- VAIL, P. R.; MITCHUM, Jr. R. M. & THOMPSON, S. 1977. Seismic stratigraphy and global

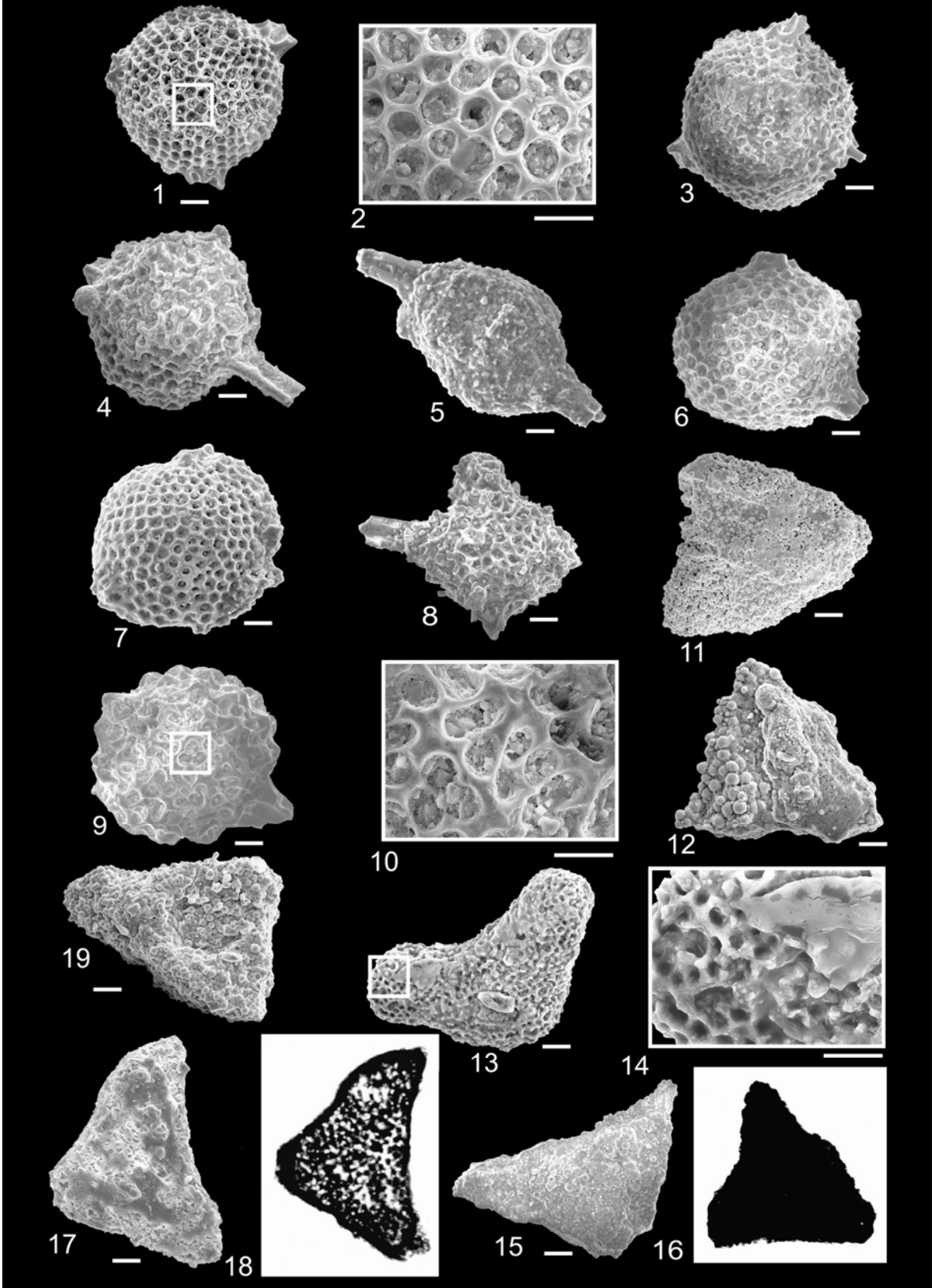
- changes of sea level, part 3; relative changes of sea level from coastal on lap. In/ *Seismic stratigraphy applications to hydrocarbon exploration/ AAPG Memoir 26*; 63-98.
- VAN ANDEL, T. H. 1994. *Other times and other oceans*. In; VAN ANDEL, T. H. (ed) In/ VAN ANDEL, T. H. (ed). *News views on an old planet; a history of global change*. Cambridge University Press. 196-218.
- VAN BENNEKOM, A. J.; JANSEN, J.H.F.; VAN DER GAAST. S. J.; VAN IPEREN, J. M. & PIETERS, J. 1989. Aluminium opal; an intermediate in the preservation of biogenic silica in the Zaire (Congo) deep-sea fan. *Deep Sea Research*; 36 (2) ;173-190.
- VISHNEVSKAYA, V. S. 1986. Middle to Late Cretaceous radiolarian zonation of the Bering Region, U.S.S.R. *Marine Micropaleontology*,11; 139-149.
- VISHNEVSKAYA, V. S. 1997. Development of Paleozoic-Mesozoic Radiolaria in the northwestern Pacific Rim. *Marine Micropaleontology*, 30; 79-95.
- VISHNEVSKAYA, V. S. 1998. The Domanikoid facies of the Russian Platform and basin Palaeogeography, In; CRASQUIN-SOLEAU, S & BARRIER, E. (eds), *Peri-Tethys Memoir 3; stratigraphy and evolution of peri-Tethyan platforms*. *Mem. Mus. Natn. Hist. Nat.* 177;45-69.
- VISHNEVSKAYA, V. S. & DE WEVER, P. 1998. Upper Cretaceous radiolaria from the Russian platform (Moscow Basin). *Revue de Micropaleontologie*, 41(3); 235-65.
- VIVIERS, M. C. 1986. Bioestratigrafia e evolução paleoambiental do meso-Neocretáceo da Bacia de Santos, Brazil. *Anais. 34^o CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, Goiânia, SBG,1:50-64
- VIVIERS, M. C. & BEURLLEN, G. 1987. Sobre alguns níveis de Correlação Bioestratigráfica Regional (Foraminíferos Planctônicos) *Revista Brasileira de Geociências*, 17, (2); 106-110.
- VIVIERS, M. C. & REGALI, M. P. S.1987. Estudo paleoambiental preliminar no Cretáceo da Bacia Potiguar. *Revista Brasileira de Geociências*, 17, (2);123-130.
- VIVIERS, M. C.; UESUGUI, N.; RICHTER, A.; PRACA, U. M.; HASHIMOTO, A. T./ ANTUNES. R. & HERTER, G. 1986. Bioestratigraphy and palaeological evolution of the Middle and Upper Cretaceous of the Santos Basin, Brazil, *Anais Academia brasileira de Ciências*. 58;172-173.
- WAPLES, D. W. 1983. Reappraisal of anoxia and organic richness, with emphasis on Cretaceous of North Atlantic. *AAPG Bull.*, 67 (6);963-978.

- WILDE, P. & BERRY, W. B. N. 1984. Destabilization of the oceanic density structure and its significance to marine extinction events. *Palaeogeography, Palaeocology, Palaeocology*, 48;143-162.
- WILDE, P. & BERRY, W.B.N. 1986. The role of oceanographic factors in the generation of global bio-events. In; WALLISER, O. (ed). *Global bio-events, lecture notes in earth sciences*. Springer-Verlag Heidelberg. 75-91.
- WILKIN, R. T. & BARNES, H. L. 1997. Formation process of pyrite framboidal. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 61 (2), 323-339.
- WILKIN, R .T.; BARNES, H. L. & BRAMTLEY, S. L. 1996. The size distribution of framboidal pyrite in modern sediments; an indicator of redox conditions. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60 (20);3897-3912.
- WILLIAMS, L A. & CRERAR, D. A. 1985. Silica diagenesis, II, General mechanisms. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55(3); 312-321.
- WILLIAMS, L. A.; PARKS, G. A. & CRERAR, D. A. 1985. Silica diagenesis I, Solubility controls. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55(3); 301-311.
- WOLLAST, R. MACKENZIE, F. T. 1983. *The Global cycle of silica*. In; ASTON, S. R. (ed); Silicon geochemistry and biogeochemistry. Academic press. London, 39-76.
- YAMAUCHI, M. 1982. Upper Cretaceous radiolarians from the Northern Shimanto Belt along the course of Shimanto River, Kochi prefecture, Japan. In: JRS 81 Osaka Proc. First Japanese Radiolarian Symposium. *News of Osaka Micropaleontology, Special*, 5, p.383-398.
- ZANOTO, O; SZATMARI,P. 1987. Mecanismo de rifteamento da porção ocidental da Margem Norte Brasileira, Bacia do Pará-Maranhão. *Revista Brasileira de Geociências*, 17, (2); 189-195.
- ZEMBRUSCKI, S. G. & KIANG, C. H. 1989. Gradiente geotérmico das bacias sedimentares brasileiras. In: *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, Rio de Janeiro 3(3); 215-227.
- ZEITZSCHEL, B. 1978. Oceanographic factors influencing the distribution of planckton space and time. *Micropaleontology*, 24(2);139-159.
- ZITTEL, K. A. 1876. Veber einige fossile Radiolarien rus de Nordeutschen Kreide. *Zeitschrift de Deutschen geologischen Geschschaft*. 28, 75-86.

ESTAMPAS

ESTAMPA 1

SOUZA 2006



ESTAMPA 1**Ordem Spumellaria****Família Parvivaccidae****Subfamília Acaeniotylinae**

Figura 1: *Acaeniotyle diaphorogona*. Foreman 1973b, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A, níveis 21 a 11.

Figura 2: *Acaeniotyle diaphorogona*. Detalhe da estrutura externa do esqueleto no MEV, escala 10 μ m.

Figura 3: *Acaeniotyle diaphorogona*. Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 4: *Acaeniotyle umbilicata* Foreman 1973b, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 30.

Figura 5: *Acaeniotyle* sp A. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 29.

Figura 6: *Acaeniotyle* sp B. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 16.

Figura 7: *Acaeniotyle* sp C. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 8: *Acaeniotyle* sp D. Vista geral no MEV, escala 20 μ m x 700; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 9: *Acaeniotyle* sp E. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 10: *Acaeniotyle* sp E. Detalhe da estrutura dos poros do esqueleto observados no MEV, escala 10 μ m.

Família Cavaspongiidae

Figura 11: *Cavaspongia antelopensis*. Pessagno 1973, Vista geral no MEV, escala 100 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A níveis 19 a 18; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 2.

Figura 12: *Cavaspongia* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 19, 1 MAS 15 nível 9.

Figura 13: *Cavaspongia* sp B, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 30.

Figura 14: *Cavaspongia* sp B, Detalhe de um dos braços do esqueleto observados no MEV, escala 5 μ m.

Figura 15: *Cavaspongia* sp C, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A níveis 18 a 14, 1 MAS 1 nível 27.

Figura 16: *Cavaspongia* sp D, Vista geral no microscópio óptico x 450; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 5.

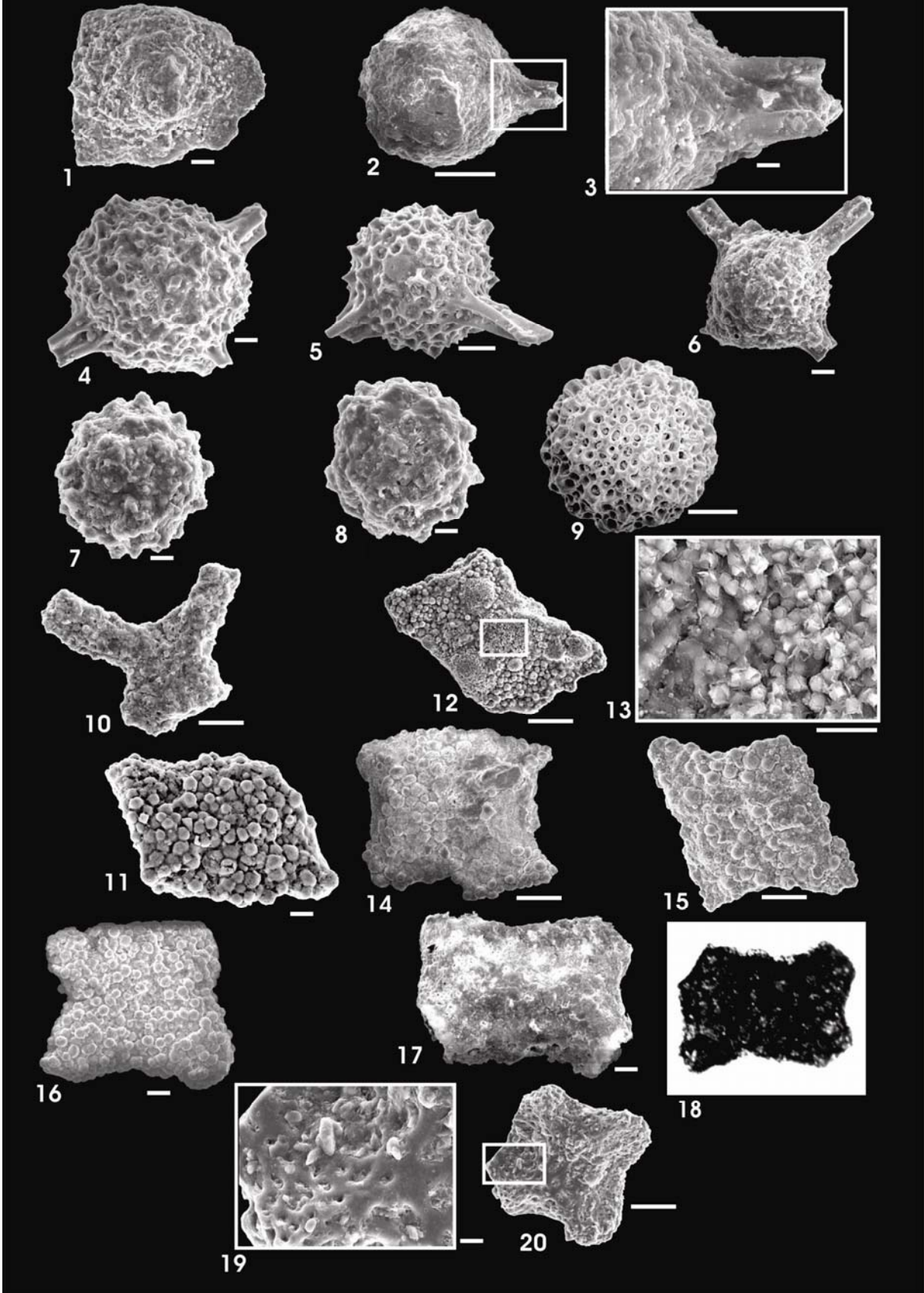
Figura 17: *Cavaspongia* sp E, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 34 a 15.

Figura 18: *Cavaspongia* sp E, Vista geral no microscópio óptico x 600.

Figura 19: *Cavaspongia* sp F, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 níveis 30 a 27.

ESTAMPA 2

SOUZA 2006



ESTAMPA 2**ORDEM SPUMELLARIA****Família Cavaspongiidae**

Figura 1: *Dumitricaia* sp A. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 nível 27.

Família Actinommidae

Figura 2: *Sphaerostylus* sp A. Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 25.

Figura 3: *Sphaerostylus* sp A. Detalhe do espinho quebrado do esqueleto observado no MEV, escala 10 μ m.

Figura 4: *Sphaerostylus* sp B. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 5: *Sphaerostylus* sp C. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 15.

Figura 6: *Sphaerostylus* sp D. Detalhe do longo espinho do exemplar no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 16.

Família Conocaryommidae

Figura 7: *Praeconocaryomma universa*. Pessagno 1976, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 14 níveis 38 a 27.

Figura 8: *Praeconocaryomma universa*. Pessagno 1976, Vista geral no MEV, escala 10 μ m.

Figura 9: *Praeconocaryomma* sp A. Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 14 níveis 38 a 27, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 14.

Família Hagiastriidae

Figura 10: *Crucella cachensis*, Pessagno 1971. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 15 nível 1.

Figura 11: *Crucella* sp A. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 15 a 12.

Figura 12: *Crucella* sp B. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 22.

Figura 13: *Crucella* sp B. Detalhe da superfície do esqueleto no MEV, mostrando as aberturas mal preservadas, escala 5 μ m.

Figura 14: *Crucella* sp C. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 23.

Figura 15: *Crucella* sp D. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 29.

Figura 16: *Crucella* sp E. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 24.

Figura 17: *Crucella* sp F. Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 níveis 27 a 17, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 15.

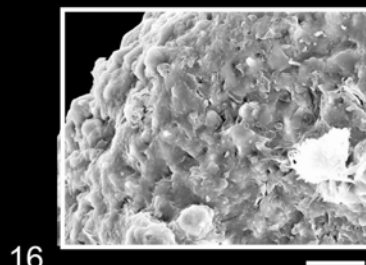
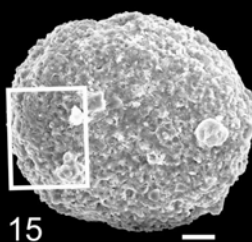
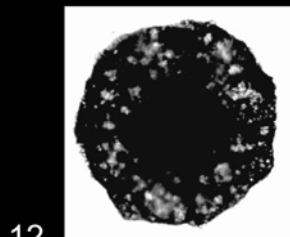
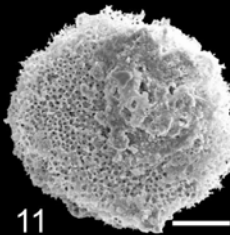
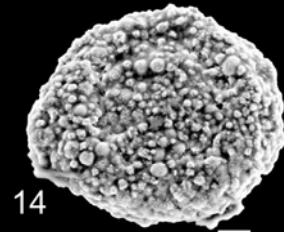
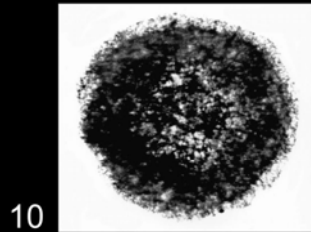
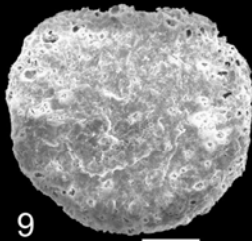
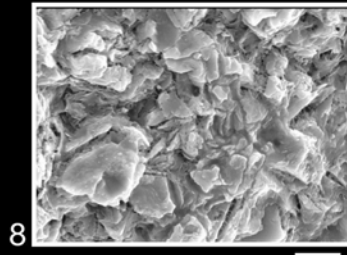
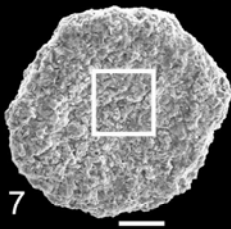
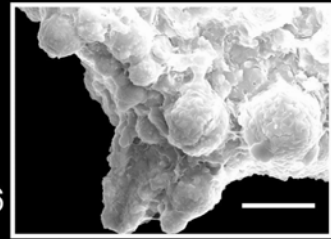
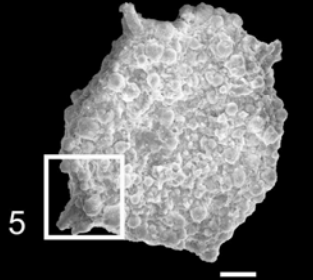
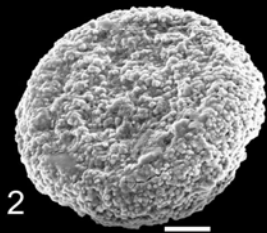
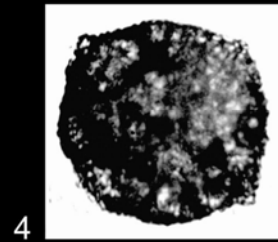
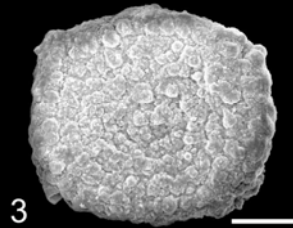
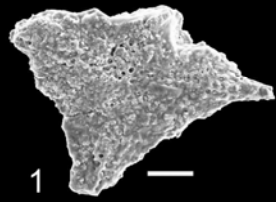
Figura 18: *Crucella* sp F. Fotografia do microscópio óptico, mostrando detalhes da morfologia do exemplar escala x 500

Figura 19: *Crucella* sp G. Vista geral no MEV, escala 50 μ m 450; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 15 nível 12.

Figura 20: *Crucella* sp G. Detalhes das aberturas da superfície do fóssil no MEV, escala 10 μ m.

ESTAMPA 3

SOUZA 2006



ESTAMPA 3

Figura 1: *Pseudocrucella* sp A. Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 15 nível 12.

Figura 2: *Orbiculiforma vacaensis*, Pessagno 1973, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 níveis 31 a 27.

Figura 3: *Orbiculiforma quadrata*, Pessagno 1973, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 19 a 12, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 15 a 13.

Figura 4: *Orbiculiforma quadrata*, Pessagno 1973, Vista do microscópio óptico x 500.

Figura 5: *Orbiculiforma quadrata*, Pessagno 1973, Vista mostrando os espinhos do exemplar no MEV, escala 20µm.

Figura 6: *Orbiculiforma quadrata*, Pessagno 1973, Detalhe do espinho do exemplar no MEV, escala 20µm.

Figura 7: *Orbiculiforma multa*, Kozlova 1966, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 15 nível 21, 1 MAS 14 nível 41.

Figura 8: *Orbiculiforma multa*, Vista de detalhe da porção central no MEV, escala 5µm.

Figura 9: *Orbiculiforma multa*, Vista geral no MEV, escala 50µm.

Figura 10: *Orbiculiforma multa*, Vista geral do exemplar no microscópio óptico, mostrando claramente a estrutura esponjosa e a depressão central x 450.

Figura 11: *Orbiculiforma máxima*, Pessagno 1976, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 22 a 20, 1 MAS 15 níveis 11 a 5, 1 MAS 14 nível 40, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 5.

Figura 12: *Orbiculiforma máxima*, Vista geral microscópio óptico, mostrando a forte depressão central do exemplar escala x 450.

Figura 13: *Orbiculiforma* sp A, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 30 a 1, 1 MAS 15 níveis 24 a 16, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 15.

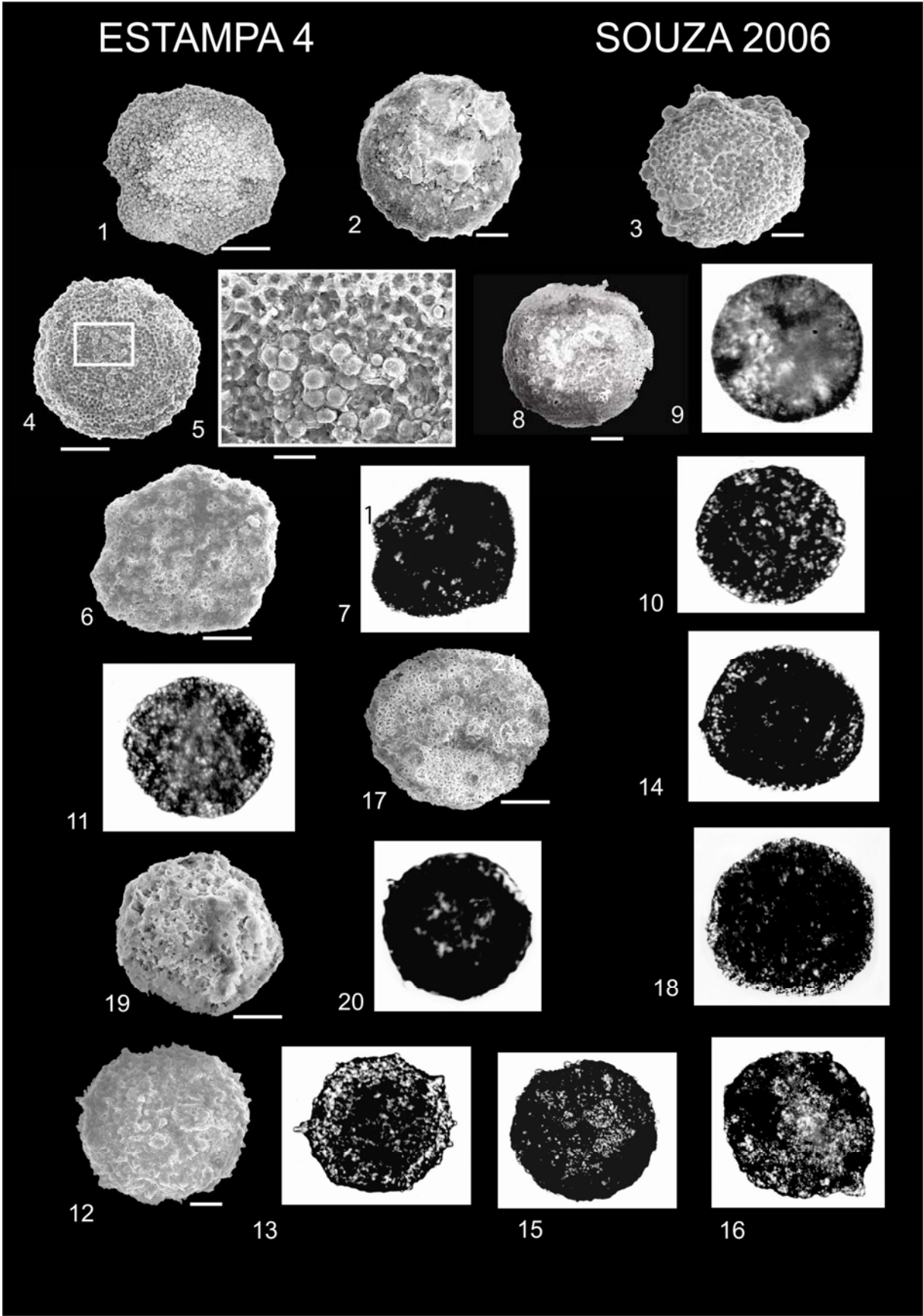
Figura 14: *Orbiculiforma* sp B, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 31 a 5, 1 MAS 4A níveis 34 a 16.

Figura 15: *Orbiculiforma* sp C, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 30 a 12, 1 MAS 4A níveis 20 a 16, 1 MAS 15 níveis 6 a 3, 1 MAS 1 níveis 31 a 25, 1 MAS 14 nível 38, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 15, 1 MAS 16 nível 38.

Figura 16: *Orbiculiforma* sp C, Vista de detalhe da superfície do exemplar observados no MEV, escala 10µm.

Figura 17: *Orbiculiforma* sp D, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 18 a 15.

Figura 18: *Orbiculiforma* sp E, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 19, 1 MAS 15 nível 9.



ESTAMPA 4

Figura 1: *Orbiculiforma* sp F, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 22, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 18 a 15.

Figura 2: *Orbiculiforma* sp G, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 30 a 23, 1 MAS 4A níveis 20 a 10, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 16 a 12.

Figura 3: *Orbiculiforma* sp H, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 29 a 24, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 17 a 10.

Figura 4: *Orbiculiforma* sp I, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 30 a 16, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 17 a 12.

Figura 5: *Orbiculiforma* sp I, Vista de detalhe da superfície do esqueleto no MEV, mostrando a progressiva substituição por pirita framboidal escala 10 μ m.

Figura 6: *Orbiculiforma* sp J, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 16 a 12.

Figura 7: *Orbiculiforma* sp J, Vista geral microscopia óptica escala x 500.

Figura 8: *Orbiculiforma* sp K, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 9: *Orbiculiforma* sp K, Vista geral microscopia óptica, escala x 500.

Figura 10: *Orbiculiforma* sp L, Vista geral microscopia óptica, escala x 500; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 16.

Figura 11: *Orbiculiforma* sp M, Vista geral microscopia óptica, escala x 500; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 15 a 12.

Figura 12: *Orbiculiforma* sp N, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 16 a 12.

Figura 13: *Orbiculiforma* sp N, Vista geral microscopia óptica, mostrando a depressão central do exemplar escala x 950.

Figura 14: *Orbiculiforma* sp O, Vista geral microscopia óptica, mostrando os anéis concêntricos e a depressão central do exemplar escala x 900; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 16 a 13.

Figura 15: *Orbiculiforma* sp P, Vista geral microscopia óptica escala x 500; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 15.

Figura 16: *Orbiculiforma* sp Q, Vista geral microscopia óptica escala x 500; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 14 nível 38.

Figura 17: *Orbiculiforma* sp R, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 15 a 17.

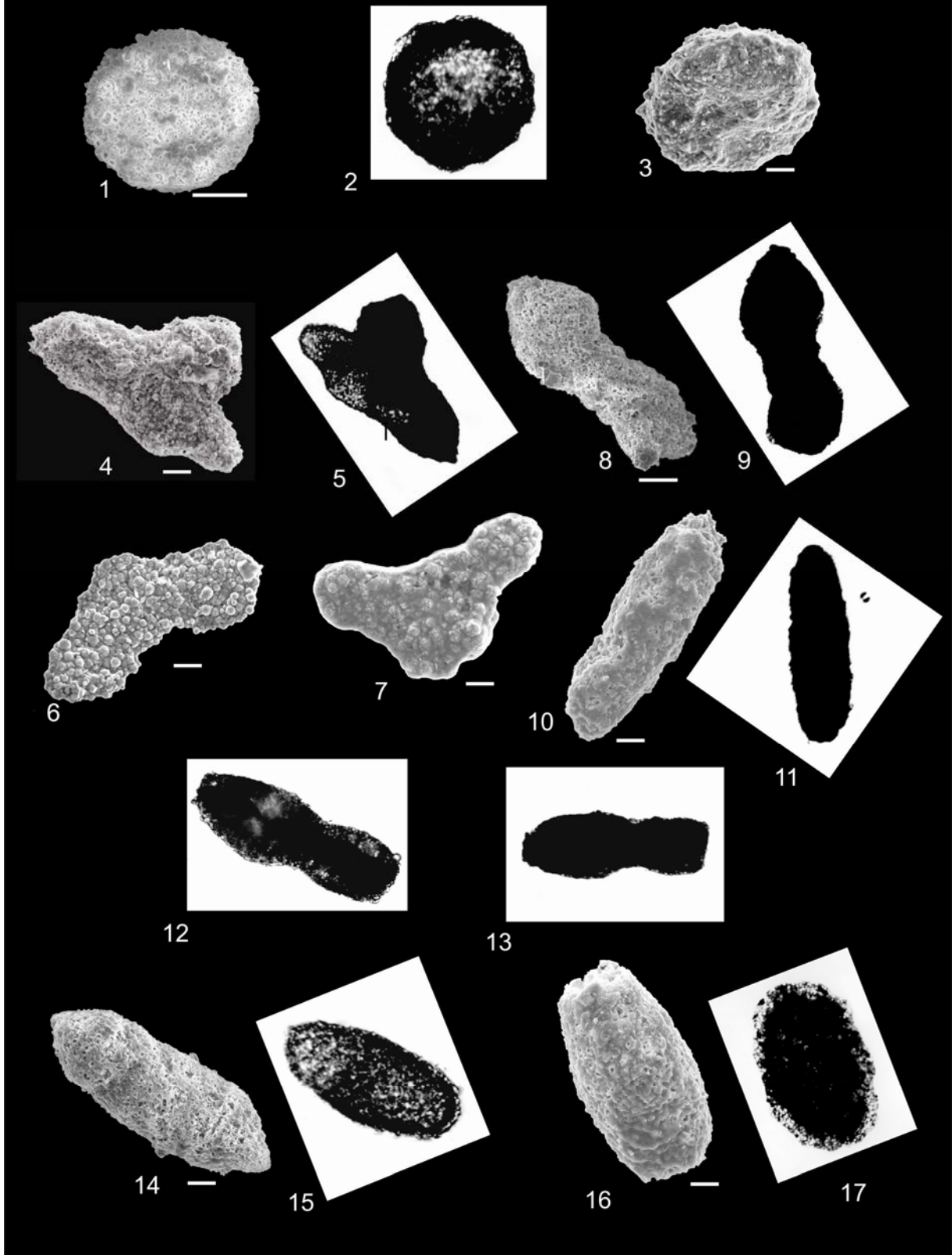
Figura 18: *Orbiculiforma* sp R, Vista geral microscopia óptica x 300.

Figura 19: *Orbiculiforma* sp S, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 16.

Figura 20: *Orbiculiforma* sp S, Vista geral microscopia óptica, mostrando a depressão central do exemplar escala x 800.

ESTAMPA 5

SOUZA 2006



ESTAMPA 5

Figura 1: *Orbiculiforma* sp T, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 16.

Figura 2: *Orbiculiforma* sp T, Vista geral microscopia óptica, escala x 420

Figura 3: *Orbiculiforma* sp U, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 14 níveis 40 a 38.

Subsuperfamília Patulibraechiilae**Família Angulobraccidae**

Figura 4: *Angulobracchia* sp A, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 14.

Figura 5: *Angulobracchia* sp A, Vista geral microscopia óptica, escala x 500

Figura 6: *Angulobracchia* sp B, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 31 a 29.

Figura 7: *Angulobracchia* sp C, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 15.

Família Patulibrachidae

Figura 8: *Amphibrachium* sp A, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 31 a 29.

Figura 9: *Amphibrachium* sp A, Vista geral microscopia óptica escala x 450

Figura 10: *Amphibrachium* sp B, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 25.

Figura 11: *Amphibrachium* sp B, Vista geral microscopia óptica escala x 650.

Figura 12: *Amphibrachium* sp C, Vista geral microscopia óptica escala x 600; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 34 a 9.

Figura 13: *Amphibrachium* sp C, Vista geral microscopia óptica escala x 600

Figura 14: *Amphibrachium* sp D, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 34 a 3.

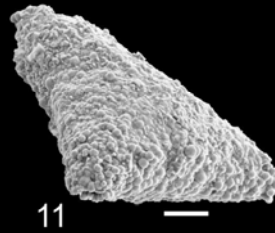
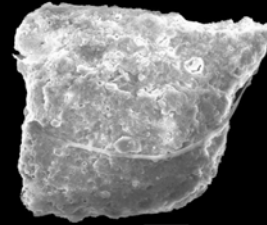
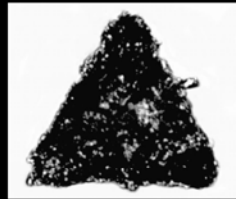
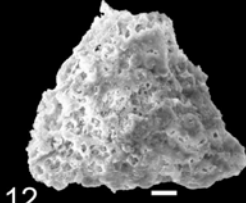
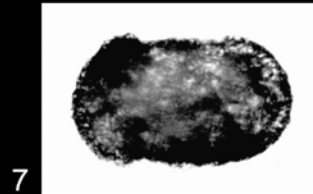
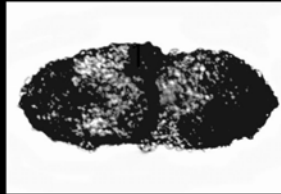
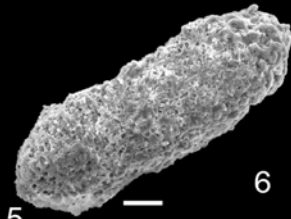
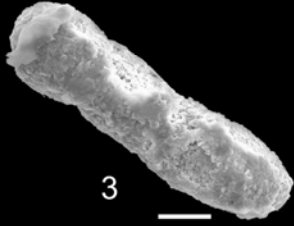
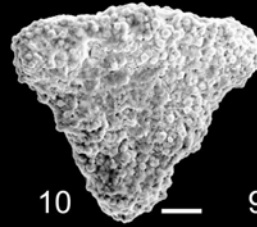
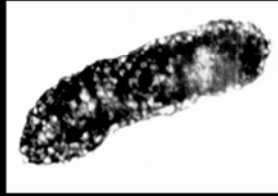
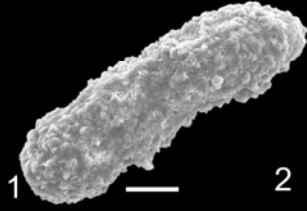
Figura 15: *Amphibrachium* sp E, Vista geral microscopia óptica escala x 900; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 16 a 13.

Figura 16: *Amphibrachium* sp F, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 9, 1 MAS 16 nível 1.

Figura 17: *Amphibrachium* sp F, Vista geral microscopia óptica escala x 900.

ESTAMPA 6

SOUZA 2006



ESTAMPA 6

Figura 1: *Amphibrachium* sp G, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 níveis 29 a 20, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 17 a 15.

Figura 2: *Amphibrachium* sp G, Vista geral microscopia ótica escala x 950

Figura 3: *Amphibrachium* sp H, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 5.

Figura 4: *Amphibrachium* sp H, Vista geral microscopia ótica escala x 800

Figura 5: *Amphibrachium* sp I, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 34 a 17.

Figura 6: *Amphibrachium* sp I, Vista geral microscopia ótica escala x 700

Figura 7: *Amphibrachium* sp J, Vista geral microscopia ótica escala x 500; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A níveis 9 a 2, 1 MAS 1 níveis 24 a 17, 1 MAS 14 níveis 40 a 30, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 33 a 32.

Família Pseudoaulophacidae

Figura 8: *Alievium superbum*, Dumitrica 1975, Vista geral microscopia ótica, escala x 600; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 28 a 23, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 14.

Figura 9: *Alievium superbum*, Dumitrica 1975, Vista geral microscopia ótica, escala x 600.

Figura 10: *Alievium* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 22.

Figura 11: *Alievium* sp B, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 22, 1 MAS 1 nível 28.

Figura 12: *Alievium* sp C, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 nível 21, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 15.

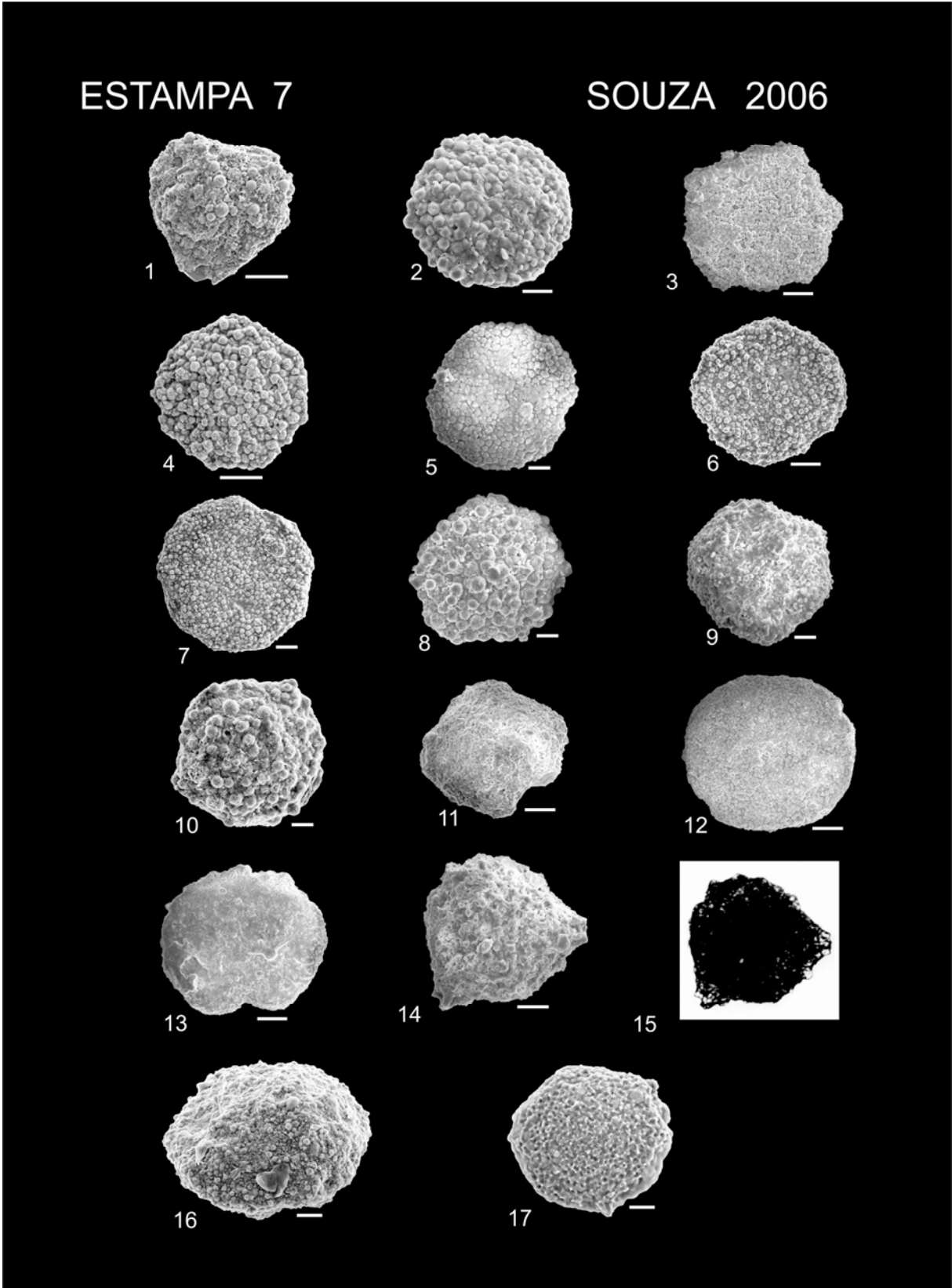
Figura 13: *Alievium* sp C, Vista geral microscopia óptica, escala x 700

Figura 14: *Alievium* sp D, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 15.

Figura 15: *Alievium* sp D, Vista geral microscopia óptica escala x 800

Figura 16: *Alievium* sp E, Vista geral microscopia óptica escala x 600; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 15 nível 9.

Figura 17: *Alievium* sp E, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 39-33.



ESTAMPA 7

Figura 1: *Alievium* sp G, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 14 níveis 39-32.

Figura 2: *Pseudoaulophacus sulcatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 10µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 30 a 21, 1 MAS 4A níveis 25 a 15, 1 MAS 15 nível 8, 1 MAS 1 níveis 33 a 19, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 30 a 12, 1 MAS 16 níveis 31 a 15.

Figura 3: *Pseudoaulophacus sulcatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 50µm.

Figura 4: *Pseudoaulophacus sulcatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 50µm.

Figura 5: *Pseudoaulophacus sulcatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 20µm.

Figura 6: *Pseudoaulophacus sulcatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 50µm.

Figura 7: *Pseudoaulophacus sulcatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 50µm.

Figura 8: *Pseudoaulophacus sulcatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 50µm.

Figura 9: *Pseudoaulophacus sulcatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 20µm.

Figura 10: *Pseudoaulophacus sulcatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 50µm.

Figura 11: *Pseudoaulophacus escavatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 25 a 21.

Figura 12: *Pseudoaulophacus escavatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 50µm.

Figura 13: *Pseudoaulophacus escavatus*, Rust 1898 em Shaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 50µm.

Figura 14: *Pseudoaulophacus floresensis*, Pessagno 1963, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 25 a 20.

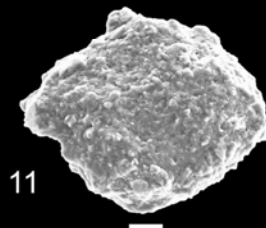
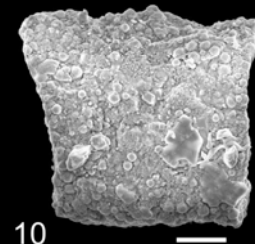
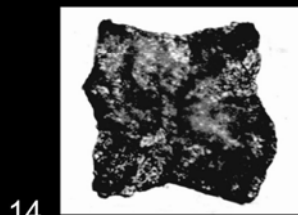
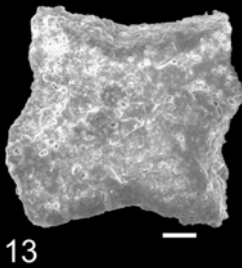
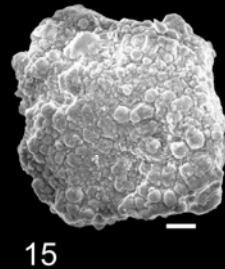
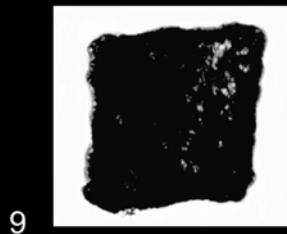
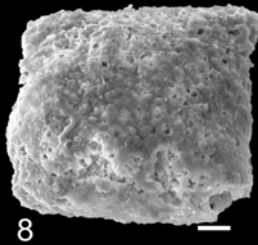
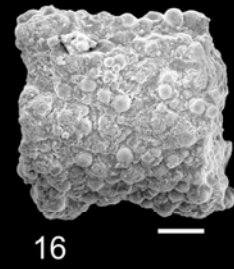
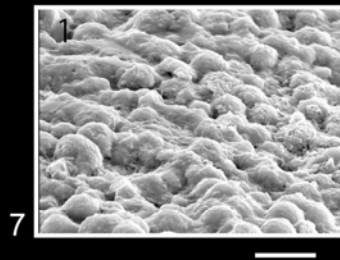
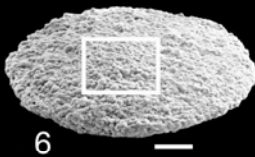
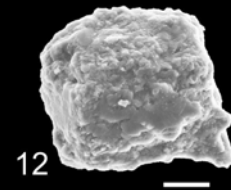
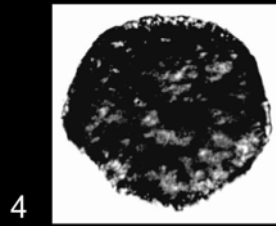
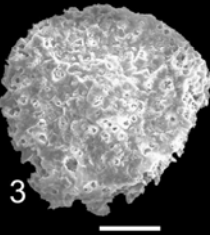
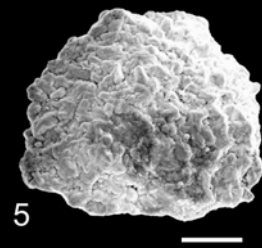
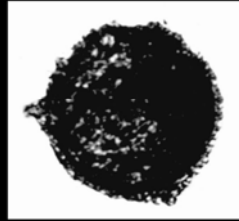
Figura 15: *Pseudoaulophacus floresensis*, Pessagno 1963, Vista geral microscopia óptica escala x 700.

Figura 16: *Pseudoaulophacus* sp A, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 12, 1 MAS 1 níveis 29 a 27.

Figura 17: *Pseudoaulophacus* sp B, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 30, 1 MAS 14 níveis 38 a 26.

ESTAMPA 8

SOUZA 2006



ESTAMPA 8

Figura 1: *Pseudoaulophacus* sp C, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 24, 1 MAS 1 nível 28.

Figura 2: *Pseudoaulophacus* sp C, Vista geral microscopia óptica, mostrando pequenos espinhos escala x 1100

Figura 3: *Pseudoaulophacus* sp D, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 32 a 16.

Figura 4: *Pseudoaulophacus* sp D, Vista geral microscópio óptico escala x 500.

Figura 5: *Pseudoaulophacus* sp E, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 níveis 29 a 27.

Figura 6: *Pseudoaulophacus* sp F, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 1.

Figura 7: *Pseudoaulophacus* sp F, Vista de detalhe da superfície do exemplar no MEV, escala 10 μ m.

Subsuperfamília Larnacillilae**Família Larnacillidae****Subfamília Histiastriinae**

Figura 8: *Histiastrum latum*, Lipman 1960, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 13 a 9, 1 MAS 14 níveis 40 a 37, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 34 a 2.

Figura 9: *Histiastrum latum*, Lipman 1960, Vista geral microscópio óptico escala x 1000.

Figura 10: *Histiastrum latum*, Lipman 1960, Vista geral no MEV, escala 50 μ m.

Figura 11: *Histiastrum latum*, Lipman 1960, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 12: *Histiastrum latum*, Lipman 1960, Vista geral no MEV, escala 10 μ m.

Figura 13: *Histiastrum membraniferum*, Lipman 1952, Vista geral microscópio óptico escala x 600; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 10.

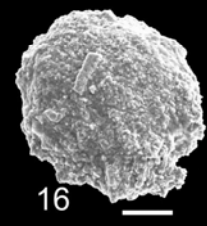
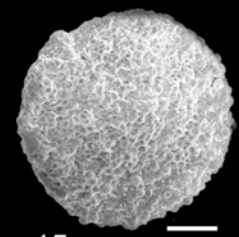
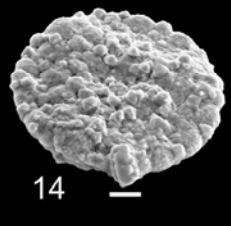
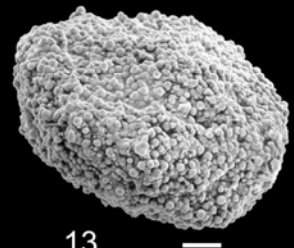
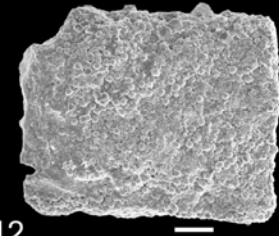
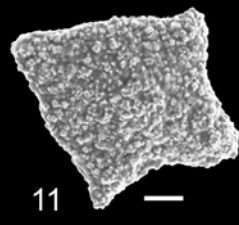
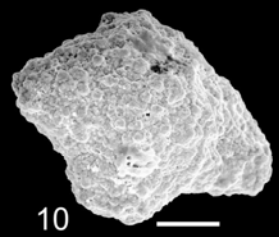
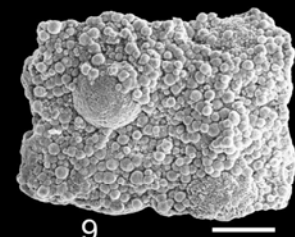
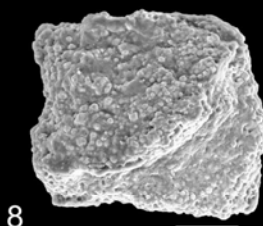
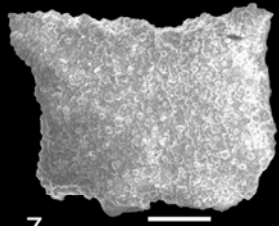
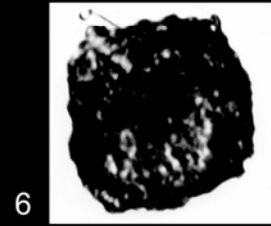
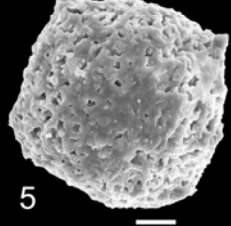
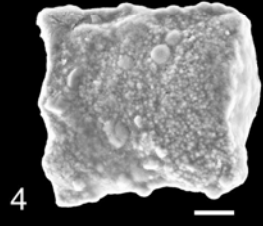
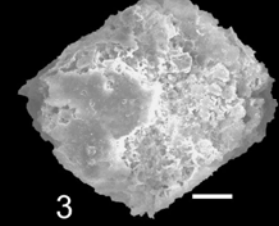
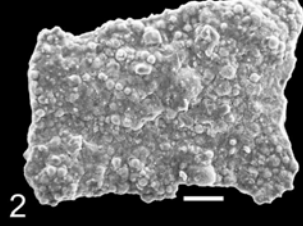
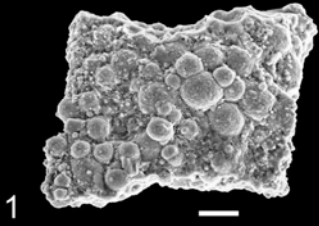
Figura 14: *Histiastrum membraniferum*, Lipman 1952, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 15: *Histiastrum* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 22.

Figura 16: *Histiastrum latum*, Lipman 1960, Vista geral no MEV, escala 50 μ m.

ESTAMPA 9

SOUZA 2006



ESTAMPA 9

Figura 1: *Histiastrum* sp B, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS
3A n \acute veis 19 a 12.

Figura 2: *Histiastrum* sp C, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS
3A n \acute veis 28 a 14.

Figura 3: *Histiastrum* sp D, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS
3A n \acute veis 20 a 14.

Figura 4: *Histiastrum* sp E, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS
3A n \acute vel 24.

Figura 5: *Histiastrum* sp F, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS
3A n \acute vel 14.

Figura 6: *Histiastrum* sp F, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 1200

Figura 7: *Histiastrum* sp G, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS
3A n \acute vel 25.

Figura 8: *Histiastrum* sp H, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS
3A n \acute vel 30.

Figura 9: *Histiastrum* sp I, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS
4A n \acute vel 16.

Figura 10: *Histiastrum* sp J, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS
4A n \acute veis 25 a 16, 1 MAS 1 n \acute vel 8, Bacia do Par \acute -Maranh \tilde{a} o, 1 MAS 16 n \acute vel 2.

Figura 11: *Histiastrum* sp K, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Par \acute -Maranh \tilde{a} o, 1
MAS 16 n \acute vel 2.

Figura 12: *Histiastrum* sp L, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 nível 31.

Superfamília Spongodiscacea

Família Spongodiscidae

Figura 13: *Spongodiscus multus*, Kozlova 1966, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 14 a 19.

Figura 14: *Spongodiscus americanus*, Kozlova 1960, Vista geral no MEV, escala 10µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 30 a 1, 1 MAS 4A níveis 24 a 14, 1 MAS 15 níveis 12 a 6, 1 MAS 1 níveis 32 a 26, 1 MAS 14 níveis 40 a 37, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 28 a 17 1 MAS 16 níveis 32 a 23.

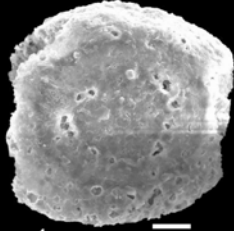
Figura 15: *Spongodiscus americanus*, Kozlova 1960, Vista em perfil no MEV, escala 10µm.

Figura 16: *Spongodiscus* sp A, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 29.

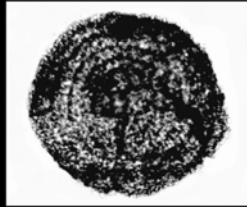
Figura 17: *Spongodiscus* sp B, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 14 a 10.

ESTAMPA 10

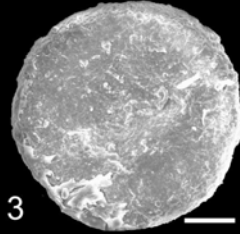
SOUZA 2006



1



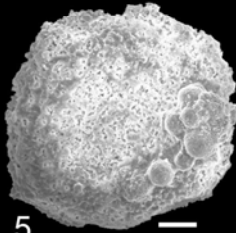
2



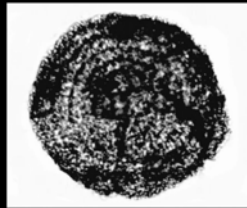
3



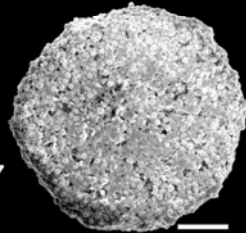
4



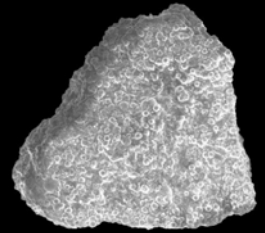
5



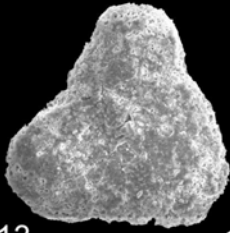
6



7



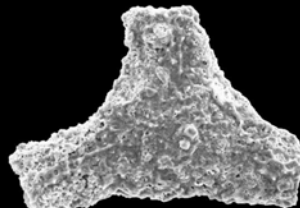
8



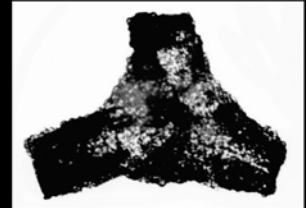
13



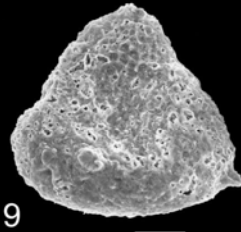
14



12



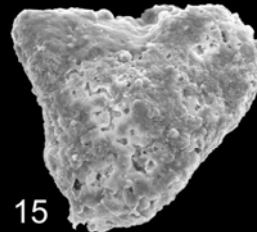
11



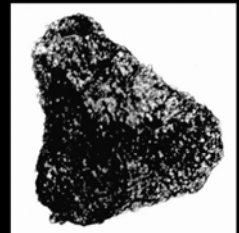
9



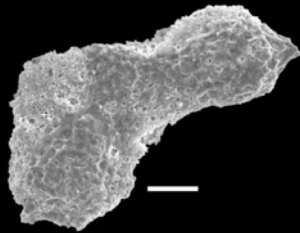
10



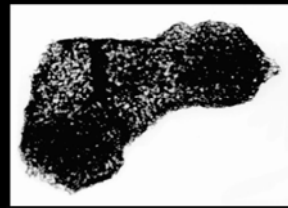
15



16



17



18

ESTAMPA 10

Figura 1: *Stylodictya* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A n \acute veis 26 a 18.

Figura 2: *Stylodictya* sp A, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 800.

Figura 3: *Stylodictya* sp B, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Par \acute -Maranh \tilde{a} o, 1 MAS 12 n \acute vel 34.

Figura 4: *Stylodictya* sp B, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 350.

Figura 5: *Stylodictya* sp C, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Par \acute -Maranh \tilde{a} o, 1 MAS 16 n \acute vel 5.

Figura 6: *Stylodictya* sp C, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 400.

Figura 7: *Stylodictya* sp D, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Par \acute -Maranh \tilde{a} o, 1 MAS 16 n \acute vel 5.

Figura 8: *Euchitonia santonica*, Lipman 1952, Vista geral no MEV, escala 100 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A n \acute vel 24, 1 MAS 4A n \acute vel 8, Bacia do Par \acute -Maranh \tilde{a} o, 1 MAS 12 n \acute vel 12.

Figura 9: *Euchitonia santonica*, Lipman 1952, Vista geral no MEV, escala 50 μ m.

Figura 10: *Euchitonia santonica*, Lipman 1952, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 600.

Figura 11: *Euchitonia trirradiata*, Lipman 1960, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 450; Bacia do Par \acute -Maranh \tilde{a} o, 1 MAS 12 n \acute vel 14.

Figura 12: *Euchitonia trirradiata*, Lipman 1960, Vista geral no MEV, escala 50 μ m.

Figura 13: *Euchitonia* sp A, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A n \acute veis 31 a 24, 1 MAS 1 n \acute vel 27.

Figura 14: *Euchitonia* sp A, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 370.

Figura 15: *Euchitonia* sp B, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A n \acute veis 24 a 20.

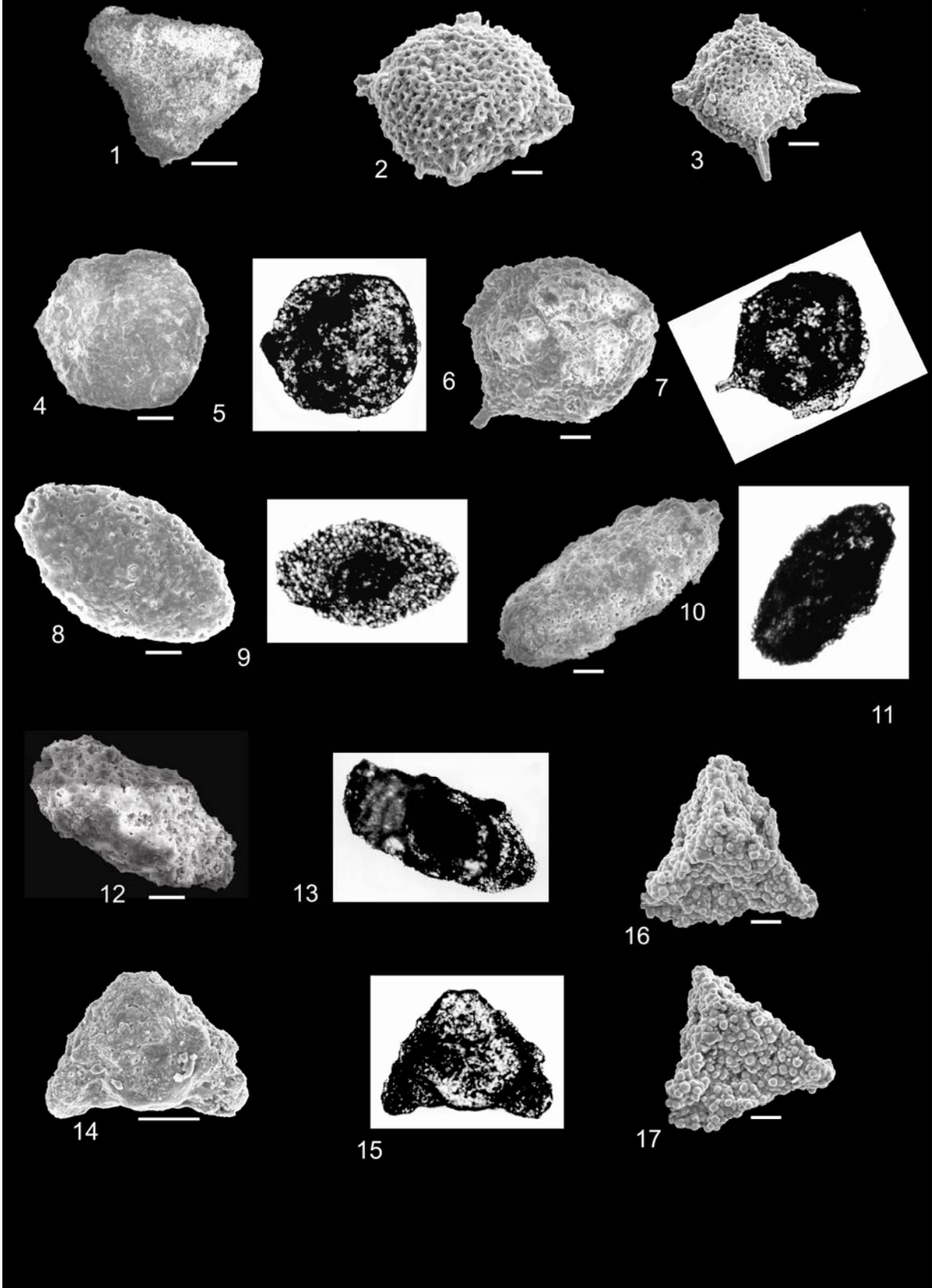
Figura 16: *Euchitonia* sp B, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 750.

Figura 17: *Euchitonia* sp C, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A n \acute veis 12 a 10, 1 MAS 4A n \acute vel 12, Bacia do Par \acute -Maranh \tilde{a} o, 1 MAS 12 n \acute vel 17.

Figura 18: *Euchitonia* sp C, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 500.

ESTAMPA 11

SOUZA 2006



ESTAMPA 11

Figura 1: *Euchitonia* sp D, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 nível 27.

Figura 2: *Tholodiscus* sp A, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 12 a 1.

Figura 3: *Tholodiscus* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 8.

Superfamília Sponguracea**Família Archaeospongoprunidae**

Figura 4: *Archaeospongoprunum nishynae*, Nakaseko e Nishimura 1981, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 14.

Figura 5: *Archaeospongoprunum nishynae*, Vista geral microscópio óptico escala x 400

Figura 6: *Archaeospongoprunum* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 25.

Figura 7: *Archaeospongoprunum* sp A, Vista geral microscópio óptico escala x 650

Figura 8: *Archaeospongoprunum* sp B, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 13.

Figura 9: *Archaeospongoprunum* sp B, Vista geral microscópio óptico escala x 800

Figura 10: *Archaeospongoprunum* sp C, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 nível 22, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 15, 1 MAS 16 nível 16.

Figura 11: *Archaeospongoprimum* sp C, Vista geral microscópio óptico escala x 750

Família Litheliidae

Figura 12: *Cromyodruppa concentrica*, Lipman 1952, Vista geral no MEV, escala 5 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 14 nível 39, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 18 a 17, 1 MAS 16 nível 7.

Figura 13: *Cromyodruppa concentrica*, Lipman 1952, Vista geral microscópio óptico escala x 400

Família Pyramispongiidae

Figura 14: *Pyramispongia glascockensis*, Pessagno 1973, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 19 a 21.

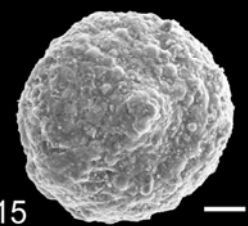
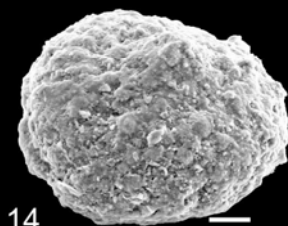
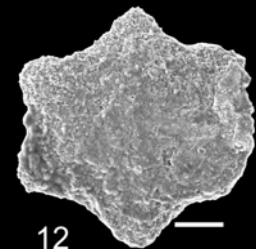
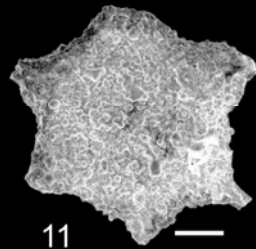
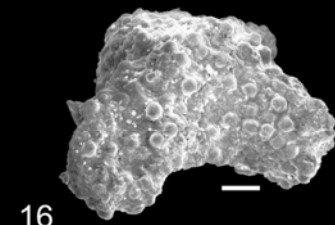
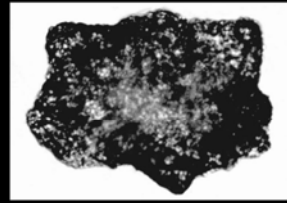
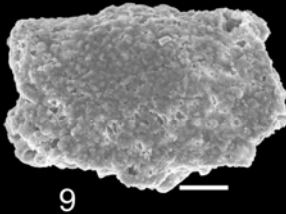
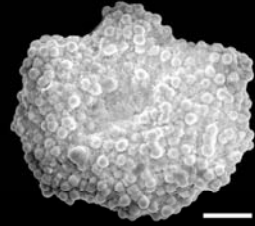
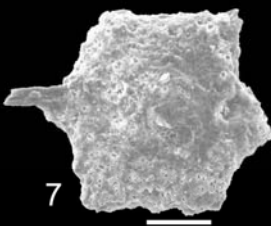
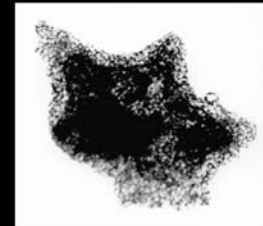
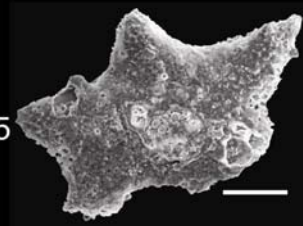
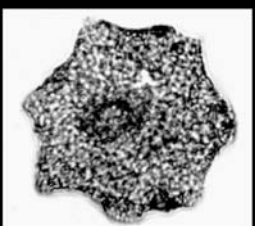
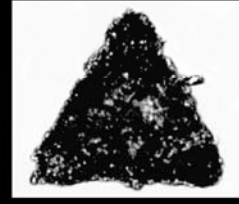
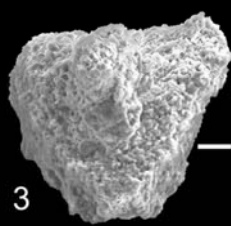
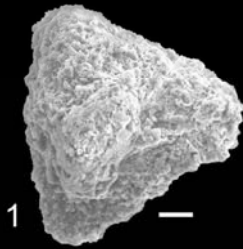
Figura 15: *Pyramispongia glascockensis*, Pessagno 1973, Vista geral microscópio óptico escala x 400

Figura 16: *Pyramispongia* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 30 a 13, 1 MAS 14 nível 39, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 34 a 11.

Figura 17: *Pyramispongia* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

ESTAMPA 12

SOUZA 2006



ESTAMPA 12

Figura 1: *Pyramispongia* sp B, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 níveis 22 a 19, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 7.

Figura 2: *Pyramispongia* sp B, Vista geral microscópio óptico escala x 700.

Figura 3: *Pyramispongia* sp B, Vista semi perfil do exemplar no MEV, escala 20 μ m.

Família Porodiscidae

Figura 4: *Hexinastrum cretaceum*, Lipman 1960, Vista geral microscópio óptico escala x 300; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 23 a 21, 1 MAS 4A níveis 9 a 8, 1 MAS 1 nível 24

Figura 5: *Hexinastrum cretaceum*, Lipman 1960, Vista geral no MEV, escala 50 μ m.

Figura 6: *Hexinastrum cretaceum*, Lipman 1960, Vista geral microscópio óptico escala x 400.

Figura 7: *Hexinastrum* sp A, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 22 a 17, 1 MAS 1 nível 22, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 16.

Figura 8: *Hexinastrum* sp A, Vista geral microscópio óptico escala x 400.

Figura 9: *Hexinastrum* sp B, Vista geral no MEV, escala 20 μ m x 750; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 30 a 22, 1 MAS 4A níveis 21 a 9, 1 MAS 1 nível 22, 1 MAS 14 níveis 40 a 32.

Figura 10: *Hexinastrum* sp B, Vista geral microscópio óptico escala x 800.

Figura 11: *Hexinastrum* sp C, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 31 a 21, 1 MAS 4A níveis 25 a 8, 1 MAS 1 níveis 33 a 15, 1 MAS 14 níveis 30 a 27, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 35 a 2, 1 MAS 16 níveis 6 a 2.

Figura 12: *Hexinastrum* sp C, Vista geral no MEV, escala 50µm.

Figura 13: *Hexinastrum* sp D, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A níveis 12 a 10, 1 MAS 1 níveis 25 a 21.

Família Sponguridae

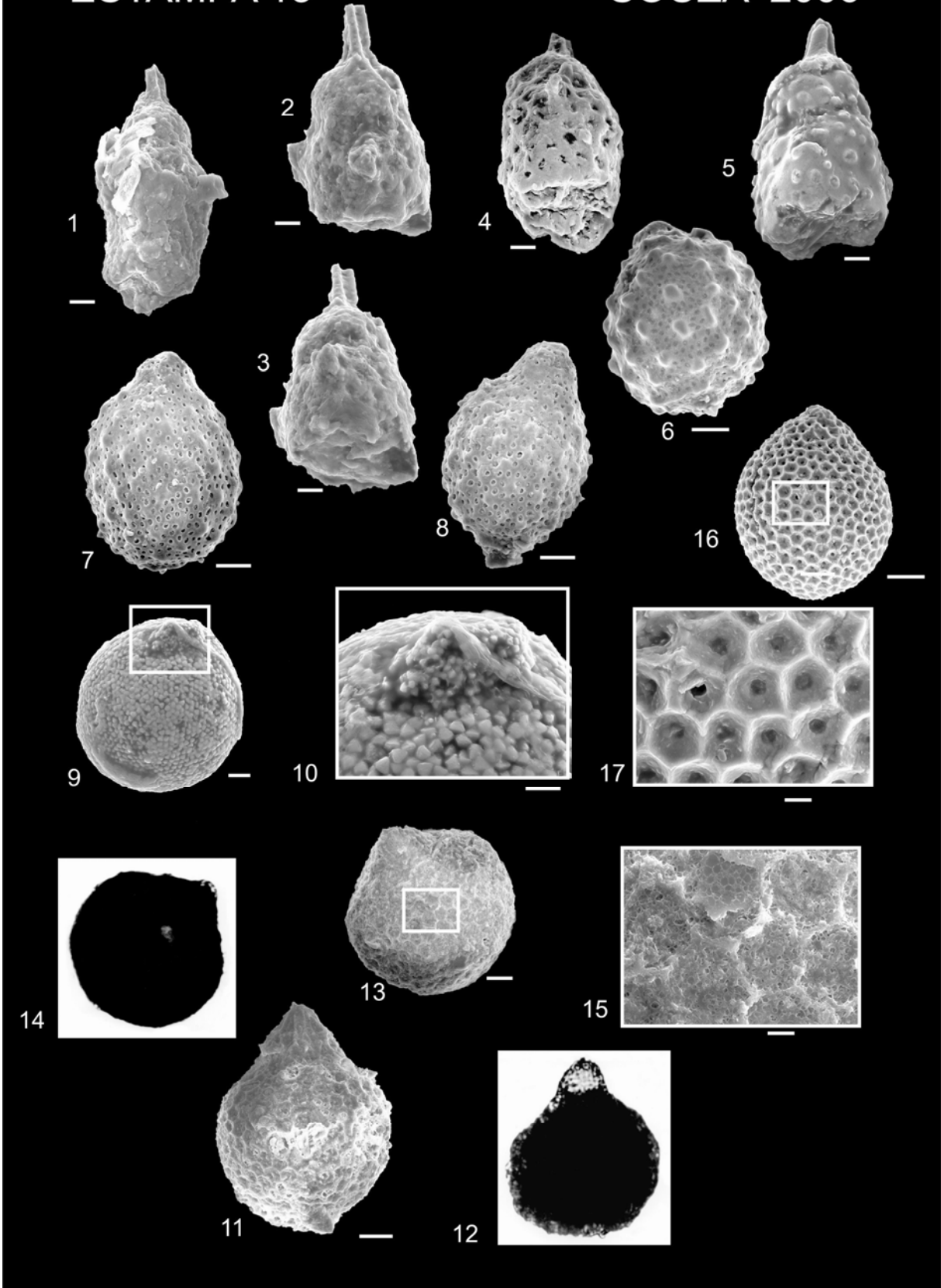
Figura 14: *Patellulla* sp A, Vista geral no MEV, escala 20µm x 600; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 nível 27.

Figura 15: *Patellulla* sp A, Vista perfil no MEV, escala 20µm.

Figura 16: *Foremanella* sp A, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

ESTAMPA 13

SOUZA 2006



ESTAMPA 13**ORDEM NASSELLARIA****Família Cannobotrydae**

Figura 1: *Rhopalosyringium* sp A, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 15.

Figura 2: *Rhopalosyringium* sp B, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 13.

Figura 3: *Rhopalosyringium* sp B, Vista perfil no MEV, escala 10 μ m.

Figura 4: *Rhopalosyringium* sp C, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 17 a 15.

Figura 5: *Rhopalosyringium* sp D, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 30 a 21.

Família Williriedellidae

Figura 6: *Williriedelum* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figuras 7,8: *Williriedelum* sp B, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A níveis 16 a 12.

Figura 9: *Cryptamphorella conara*, Foreman 1968, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 29 a 25, 1 MAS 4A níveis 13 a 11, 1 MAS 14 nível 28, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 26 a 13.

Figura 10: *Cryptamphorella conara*, Foreman 1968, Vista detalhe da superfície no MEV, escala 5 μ m.

Figura 11: *Cryptamphorella conara*, Foreman 1968, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 12: *Cryptamphorella conara*, Foreman 1968, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 13: *Cryptamphorella conara*, Foreman 1968, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 14: *Cryptamphorella conara*, Foreman 1968, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

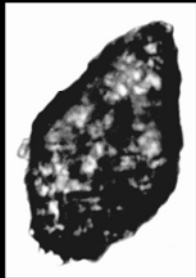
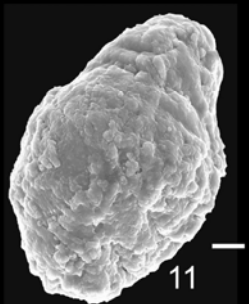
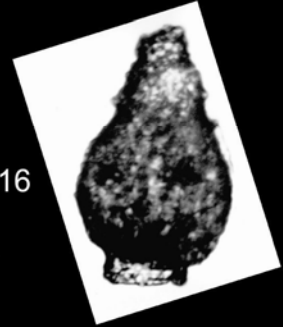
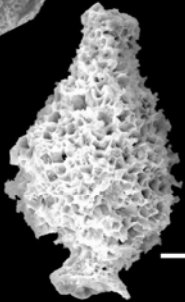
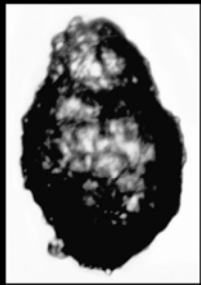
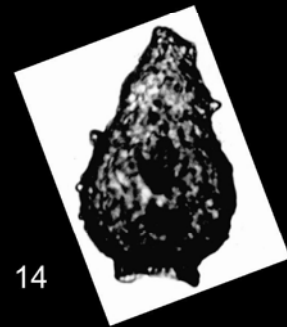
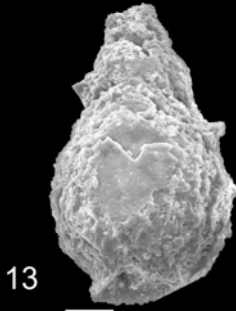
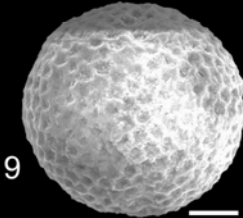
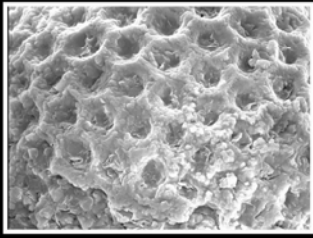
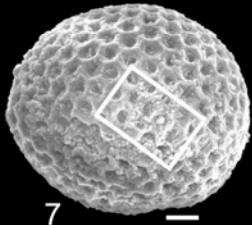
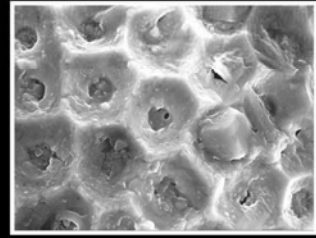
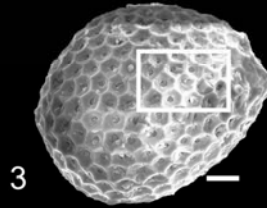
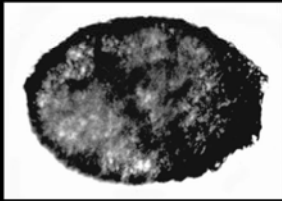
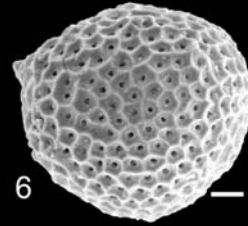
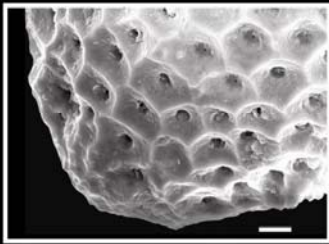
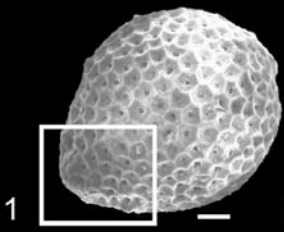
Figura 15: *Cryptamphorella conara*, Foreman 1968, Vista no MEV, de detalhe da superfície, mostrando as aberturas pentagonais escala 5 μ m.

Figura 16: *Cryptamphorella* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 19, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 13.

Figura 17: *Cryptamphorella* sp A, Vista no MEV, de detalhe da superfície do esqueleto, mostrando as aberturas hexagonais escala 10 μ m.

ESTAMPA 14

SOUZA 2006



ESTAMPA 14

Figura 1: *Cryptamphorella* sp B, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A n \acute veis 18 a 12.

Figura 2: *Cryptamphorella* sp B, Vista detalhe no MEV, da superf \acute cie, mostrando as aberturas na superf \acute cie escala 5 μ m.

Figura 3: *Cryptamphorella* sp C, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A n \acute vel 13.

Figura 4: *Cryptamphorella* sp C, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 1100.

Figura 5: *Cryptamphorella* sp C, Vista de detalhe no MEV, da superf \acute cie, mostrando as aberturas hexagonais escala 5 μ m.

Figura 6: *Cryptamphorella* sp D, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A n \acute vel 13.

Figura 7: *Holocryptocanium barbui*, Dumitrica 1970, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A n \acute veis 38 a 8.

Figura 8: *Holocryptocanium barbui*, Dumitrica 1970, Vista geral no MEV, detalhes na superf \acute cie escala 5 μ m.

Figura 9: *Holocryptocanium barbui*, Dumitrica 1970, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Fam \acute lia Artostrobiidae

Figura 10: *Theocampe* sp A, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 1000; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A n \acute vel 30.

Figura 11: *Theocampe* sp B, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 12: *Theocampe* sp B, Vista geral microscópio óptico escala x 1100.

Figura 13: *Theocampe* sp C, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 25 a 12.

Figura 14: *Theocampe* sp C, Vista geral microscópio óptico escala x 1000.

Figura 15: *Theocampe* sp D, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 14 nível 37.

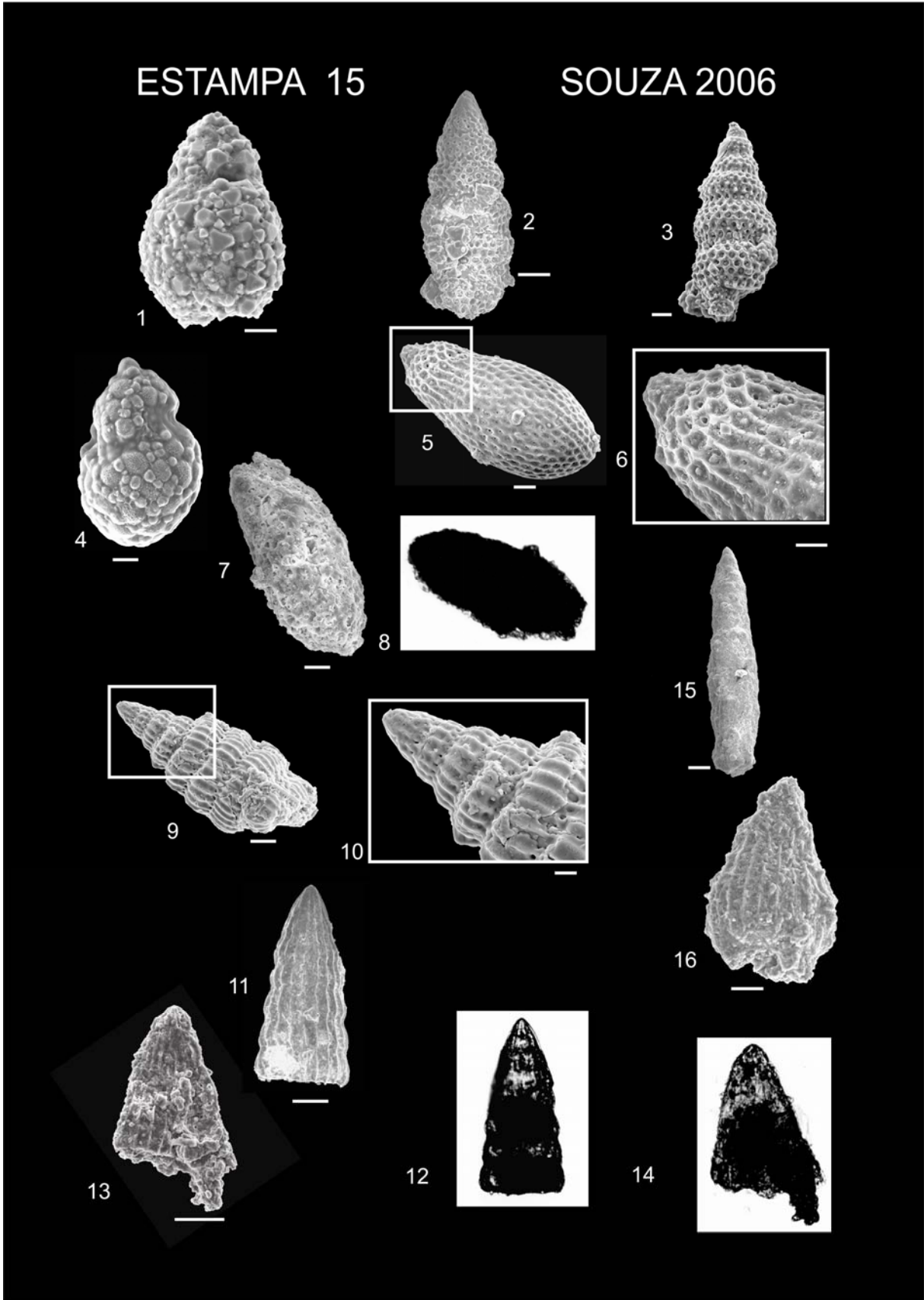
Figura 16: *Theocampe* sp E, Vista geral microscópio óptico escala x 800; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 13.

Figura 17: *Theocampe* sp F, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 16.

Figura 18: *Theocampe* sp F, Vista geral microscópio óptico escala x 1200.

ESTAMPA 15

SOUZA 2006



ESTAMPA 15

Figura 1: *Theocampe* sp G, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 níveis 4 a 1.

Figura 2: *Botryostrobus* sp A, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 12.

Figura 3: *Botryostrobus* sp B, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Família Carpocaniidae

Figura 4: *Theocapsomma* sp A, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 5: *Theocapsomma* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 6: *Theocapsomma* sp A, Vista no MEV do detalhe do céfalo, escala 10 μ m.

Figura 7: *Theocapsomma* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 8: *Theocapsomma* sp A, Vista geral microscópio óptico escala x 900.

Superfamília Archaeodictyomitricea**Família Archaeodictyomitridae**

Figura 9: *Archaeodictyomitra pseudocalaris*, Tan Sin Hok 1927, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 10: *Archaeodictyomitra pseudocalaris*, Tan Sin Hok 1927, Vista de detalhe do céfalo no MEV, escala 10 μ m.

Figura 11: *Archaeodictyomitra vulgaris*, Pessagno 1977, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 16 a 10.

Figura 12: *Archaeodictyomitra vulgaris*, Pessagno 1977, Vista geral microscópio óptico escala x 550.

Figura 13: *Archaeodictyomitra* sp A, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 19.

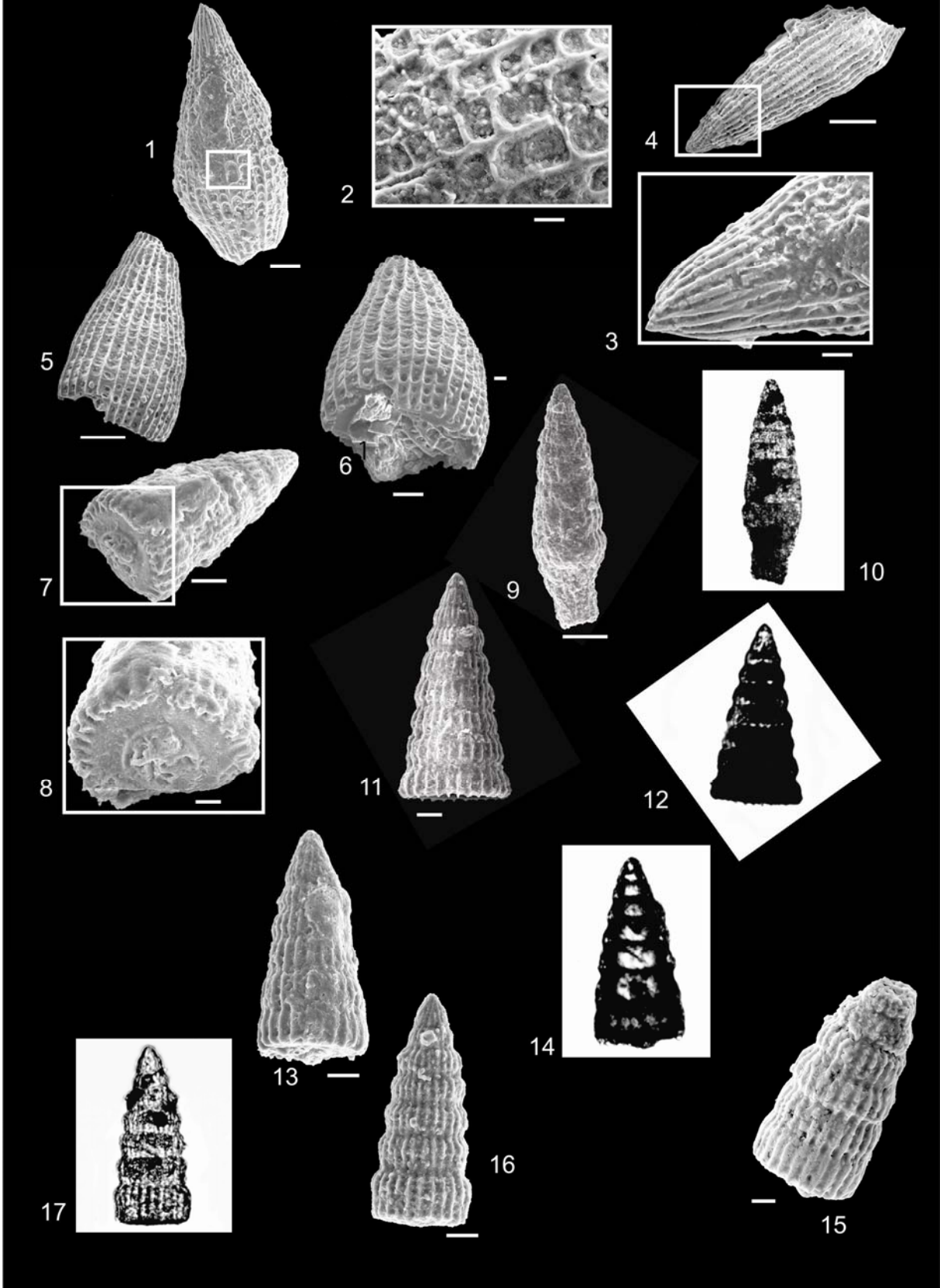
Figura 14: *Archaeodictyomitra* sp A, Vista geral microscópio óptico escala x 900.

Figura 15: *Archaeodictyomitra* sp B, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 30, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 10.

Figura 16: *Archaeodictyomitra* sp C, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 1.

ESTAMPA 16

SOUZA 2005



ESTAMPA 16

Figura 1: *Mita gracilis*, Pessagno 1976, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A n \acute veis 21 a 19.

Figura 2: *Mita gracilis*, Pessagno 1976, Vista de detalhe no MEV, escala 10 μ m.

Figura 3: *Mita gracilis*, Pessagno 1976, Vista de detalhe do c \acute falo no MEV, escala 50 μ m.

Figura 4: *Mita* sp A, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A n \acute vel 29.

Figura 5: *Mita* sp B, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A n \acute vel 13.

Figura 6: *Mita* sp B, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m.

Figura 7: *Dictyomitra multicosata*, Zittel 1876, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A n \acute vel 8, 1 MAS 1 n \acute vel 17, Bacia do Par \acute a-Maranh \tilde o, 1 MAS 12 n \acute veis 27 a 13, 1 MAS 16 n \acute vel 4.

Figura 8: *Dictyomitra multicosata*, Zittel 1876, Vista de detalhe no MEV, escala 10 μ m.

Figura 9: *Dictyomitra multicosata*, Zittel 1876, Vista geral no MEV, escala 50 μ m.

Figura 10: *Dictyomitra multicosata*, Zittel 1876, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 11: *Dictyomitra multicosata*, Zittel 1876, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 12: *Dictyomitra multicosata*, Zittel 1876, Vista geral microsc \acute pio \acute ptico escala x 800.

Figura 13: *Dictyomitra multicosata*, Zittel 1876, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 14: *Dictyomitra multicosata*, Zittel 1876, Vista geral no MEV, microscópio óptico escala x 850.

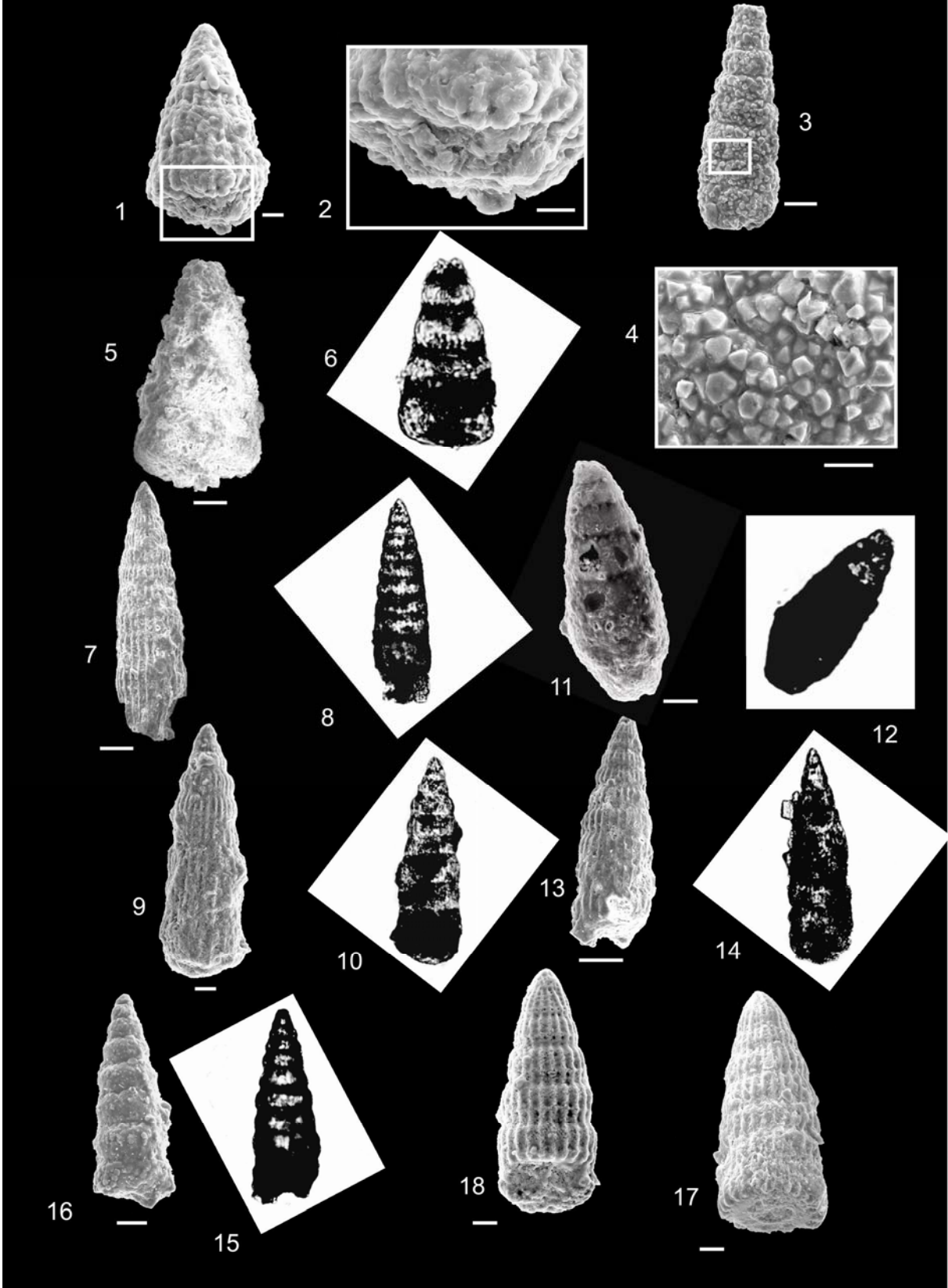
Figura 15: *Dictyomitra multicosata*, Zittel 1876, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

Figura 16: *Dictyomitra densicostata*, Pessagno 1976, Vista geral no MEV, escala 20 μ m;
Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 11.

Figura 17: *Dictyomitra densicostata*, Pessagno 1976, Vista geral microscópio óptico escala x 750.

ESTAMPA 17

SOUZA 2006



ESTAMPA 17

Figura 1: *Dictyomitra* sp A, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 8.

Figura 2: *Dictyomitra* sp A, Vista de detalhe no MEV, escala 10 μ m.

Figura 3: *Dictyomitra* sp B, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 8.

Figura 4: *Dictyomitra* sp B, Vista de detalhe no MEV, escala 10 μ m.

Figura 5: *Dictyomitra* sp C, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 8.

Figura 6: *Dictyomitra* sp C, Vista geral microscópio óptico, escala x 750.

Figura 7: *Dictyomitra* sp D, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 22.

Figura 8: *Dictyomitra* sp D, Vista geral microscópio óptico, escala x 500.

Figura 9: *Dictyomitra* sp E, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 10: *Dictyomitra* sp E, Vista geral microscópio óptico, escala x 500.

Figura 11: *Dictyomitra* sp F, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 16.

Figura 12: *Dictyomitra* sp E, Vista geral microscópio óptico, escala x 750.

Figura 13: *Dictyomitra* sp G, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 13.

Figura 14: *Dictyomitra* sp G, Vista geral microscópio óptico, escala x 600.

Figura 15: *Dictyomitra* sp H, Vista geral microscópio óptico, escala x 900; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 14 a 11.

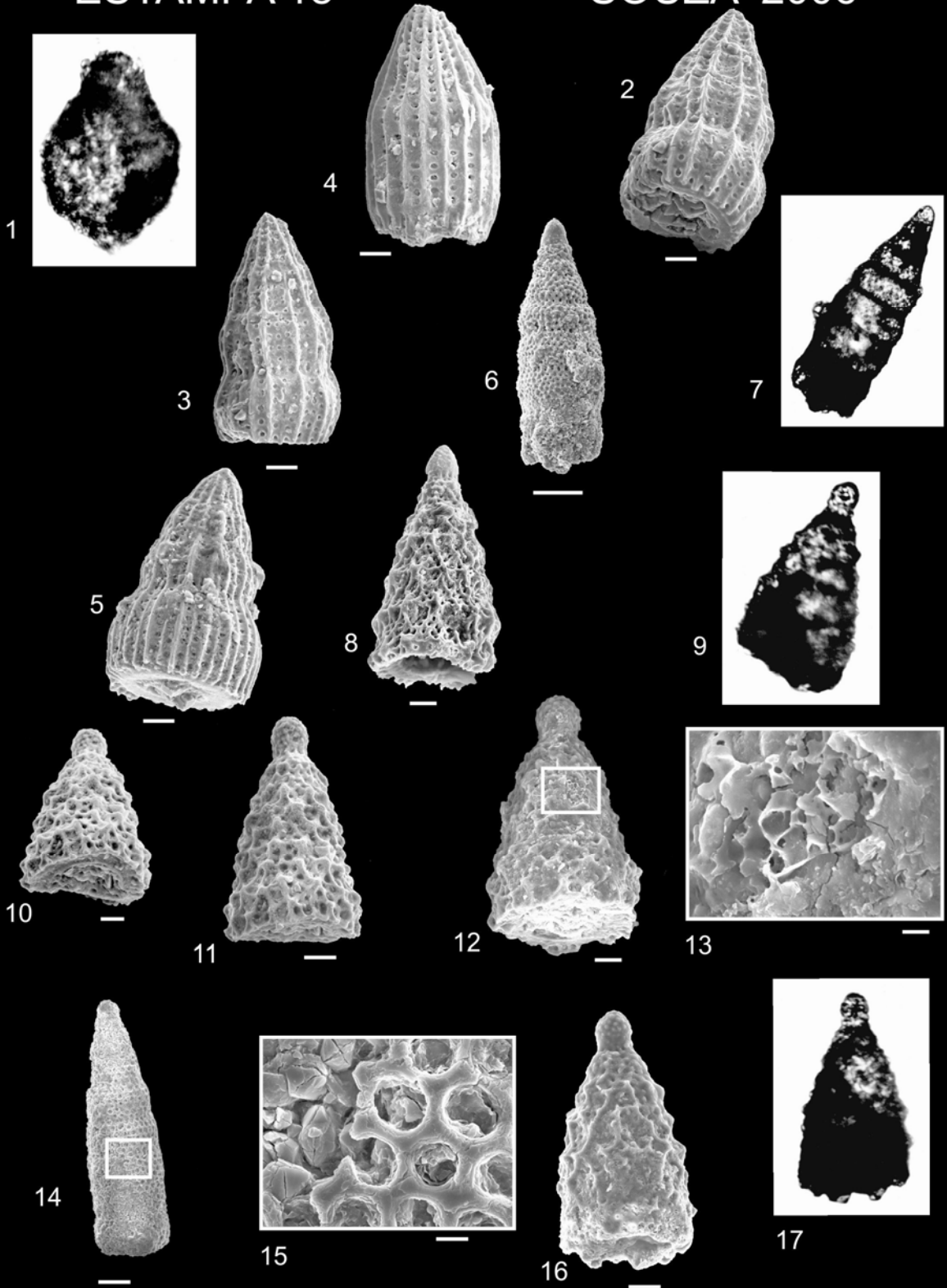
Figura 16: *Dictyomitra* sp I, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 14.

Figura 17: *Dictyomitra* sp J, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 15.

Figura 18: *Dictyomitra* sp K, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 15.

ESTAMPA 18

SOUZA 2006



ESTAMPA 18

Figura 1: *Thanarla* sp A, Vista geral microscópio óptico, escala x 600; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 2: *Thanarla* sp A, Vista perfil no MEV, escala 20µm.

Figura 3: *Thanarla* sp A, Vista geral no MEV, escala 20µm.

Figura 4: *Thanarla* sp B, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 5: *Thanarla* sp C, Vista geral no MEV, escala 20µm x 700; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Superfamília Amphipyndacea**Família Amphipyndacidae**

Figura 6: *Amphipyndax mediocris*, Tan Sin Hok 1927, Vista geral no MEV, escala 50µm; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 15 a 12.

Figura 7: *Amphipyndax mediocris*, Tan Sin Hok 1927, Vista microscópio óptico escala x 500.

Figura 8: *Amphipyndax pseudoconulus*, Pessagno 1963, Vista perfil no MEV, escala 20µm; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 15 a 12.

Figura 9: *Amphipyndax* sp A, Vista geral microscópio óptico, escala x 700; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 17 a 6.

Figura 10: *Amphipyndax* sp B, Vista perfil no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 21 a 19.

Figura 11: *Amphipyndax* sp B, Vista geral no MEV, escala 20µm.

Figura 12: *Amphipyndax* sp C, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 22.

Figura 13: *Amphipyndax* sp C, Vista de detalhe da superfície no MEV, escala 2 μ m.

Figura 14: *Amphipyndax* sp D, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 29.

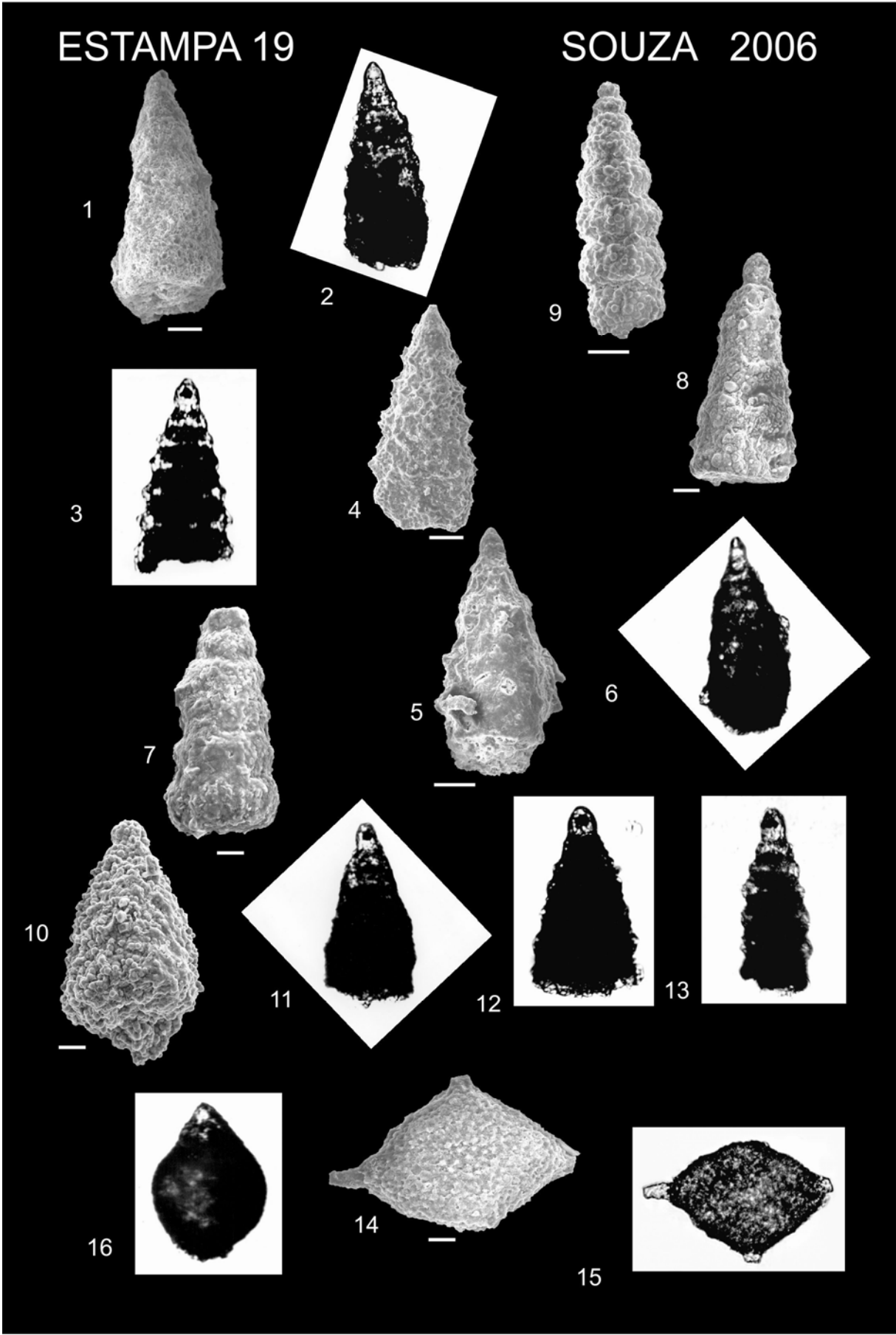
Figura 15: *Amphipyndax* sp D, Vista de detalhe da superfície no MEV, mostrando as aberturas, escala 5 μ m.

Figura 16: *Amphipyndax* sp E, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 34 a 9, 1 MAS 16 nível 6.

Figura 17: *Amphipyndax* sp E, Vista geral microscópio óptico, escala x 900.

ESTAMPA 19

SOUZA 2006



ESTAMPA 19

Figura 1: *Amphipyndax* sp F, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 níveis 19 a 10, 1 MAS 16 nível 5.

Figura 2: *Amphipyndax* sp F, Vista geral microscópio óptico, escala x 800

Figura 3: *Amphipyndax* sp G, Vista geral microscópio óptico, escala x 400; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 17

Figura 4: *Amphipyndax* sp G, Vista geral no MEV, escala 50 μ m.

Figura 5: *Amphipyndax* sp H, Vista perfil no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 nível 26, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 6.

Figura 6: *Amphipyndax* sp H, Vista geral microscópio óptico, escala x 500.

Figura 7: *Amphipyndax* sp I, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 níveis 29 a 27, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 7.

Figura 8: *Amphipyndax* sp J, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A níveis 14 a 10, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 níveis 30 a 11.

Figura 9: *Amphipyndax* sp K, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 11.

Figura 10: *Amphipyndax* sp L, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 15.

Figura 11: *Amphipyndax* sp M, Vista geral microscópio óptico, escala x 600; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 12.

Figura 12: *Amphipyndax* sp N, Vista geral microscópio óptico, escala x 700; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 níveis 15 a 12.

Figura 13: *Amphipyndax* sp O, Vista geral microscópio óptico, escala x 600; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 16.

Figura 14: *Tholodiscus* sp B, Vista geral no MEV, escala 20 μ m.

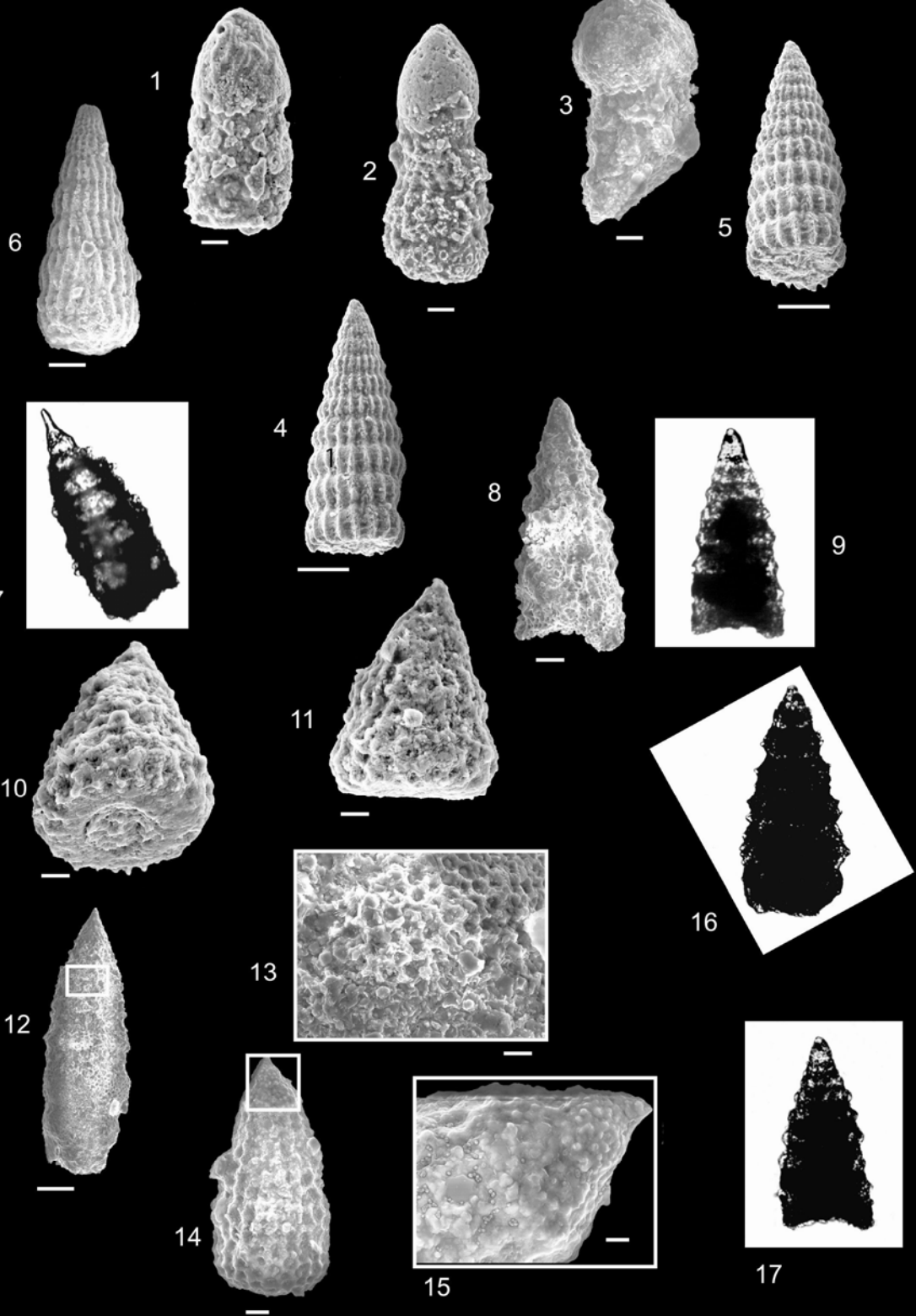
Figura 15: *Tholodiscus* sp B, Vista geral microscópio óptico, escala x 700.

Família Spongocapsulidae

Figura 16: *Obesacapsula somphedia*, (Foreman) Schaaf 1981, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A níveis 31 a 23.

ESTAMPA 20

SOUZA 2006



ESTAMPA 20**Superfamília Eucyrtidiacea****Família Pseudodictyomitridae**

Figura 1: *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala*, Pessagno 1977 b, Vista geral no MEV, escala 10µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 20 a 2.

Figura 2: *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala*, Pessagno 1977b, Vista geral no MEV, escala 10µm.

Figura 3: *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala*, Pessagno 1977b, Vista geral no MEV, escala 10µm.

Figuras 4,5: *Pseudodictyomitra* sp A, Vista perfil no MEV, escala 50µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 20.

Figura 6: *Pseudodictyomitra* sp B, Vista perfil no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 14.

Família Xitidae

Figura 7: *Xitus spicularis*, Aliev 1960, Vista geral microscópio óptico, escala x 600; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 11.

Figura 8: *Xitus* sp A, Vista geral no MEV, escala 20µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 25.

Figura 9: *Xitus* sp A, Vista geral microscópio óptico, escala x 600.

Figura 10: *Xitus* sp B, Vista perfil no MEV, escala 10µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 28.

Figura 11: *Xitus* sp B, Vista geral no MEV, escala 10µm.

Figura 12: *Xitus* sp C, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 30.

Figura 13: *Xitus* sp C, Vista detalhe da superfície no MEV, mostrando as aberturas circulares escala 50 μ m.

Figura 14: *Xitus* sp D, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 30.

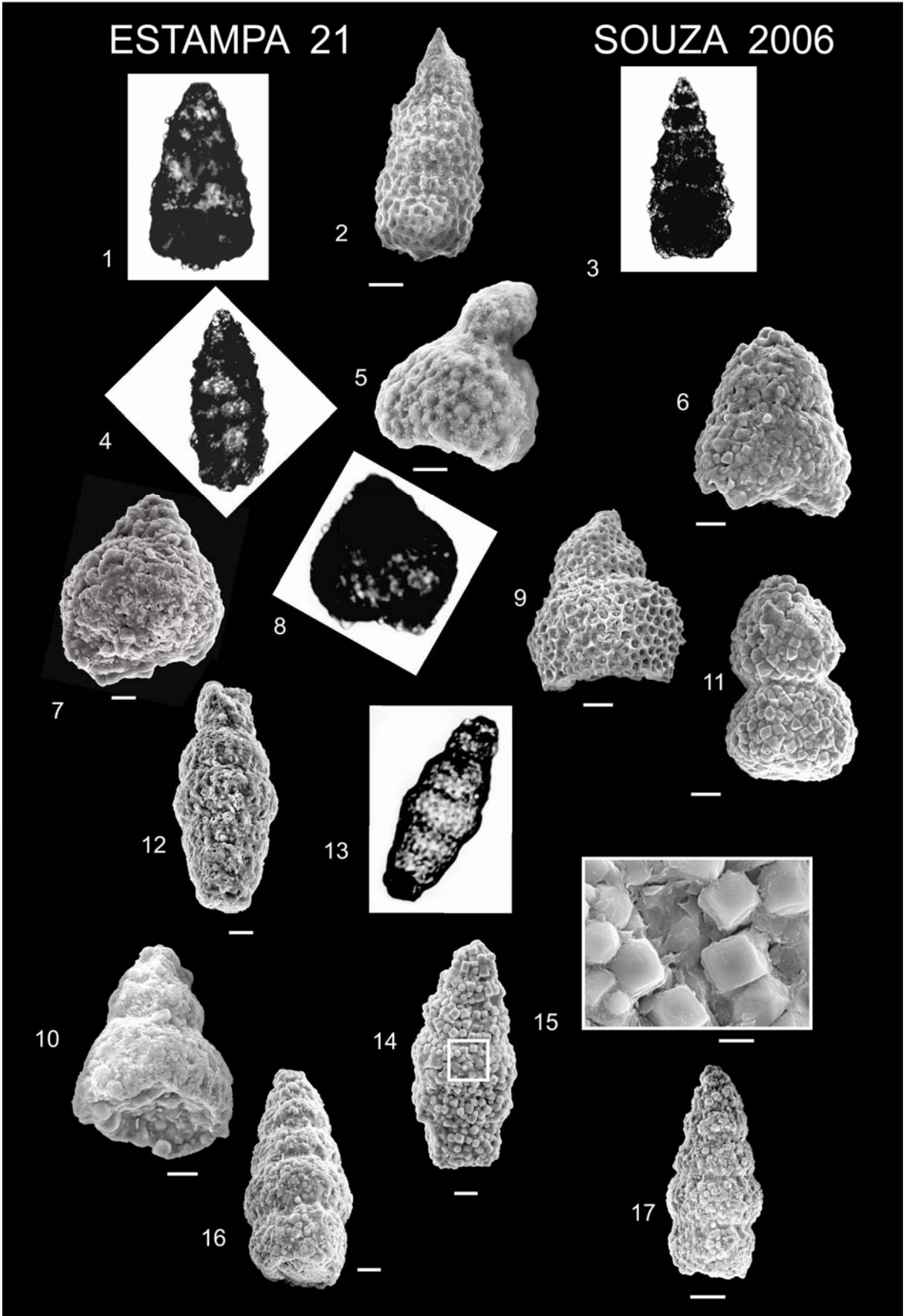
Figura 15: *Xitus* sp D, Vista de detalhe no MEV, escala 5 μ m.

Figura 16: *Xitus* sp E, Vista geral microscópio óptico, escala x 800; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 12.

Figura 17: *Xitus* sp F, Vista geral microscópio óptico, escala x 900; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 1 nível 22.

ESTAMPA 21

SOUZA 2006



ESTAMPA 21

Figura 1: *Xitus* sp G, Vista geral microscópio óptico, escala x 750; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 15 nível 9, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 16 nível 4.

Figura 2: *Xitus* sp H, Vista geral no MEV, escala 20µm x 850; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 23.

Figura 3: *Xitus* sp I, Vista geral microscópio óptico, escala x 650; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 21.

Figura 4: *Xitus* sp J, Vista geral microscópio óptico, escala x 600; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 30.

Família Eucyrtidiidae

Figura 5: *Eucyrtidium* sp A, Vista geral no MEV, escala 10µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 15 a 10.

Figura 6: *Eucyrtidium* sp B, Vista geral no MEV, escala 10µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 22 a 10.

Figura 7: *Eucyrtidium* sp C, Vista geral no MEV, escala 10µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 13 a 11.

Figura 8: *Eucyrtidium* sp C, Vista geral microscópio óptico, escala x 1300.

Figura 9: *Eucyrtidium* sp D, Vista geral no MEV, escala 10µm; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13, Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 20.

Figura 10: *Eucyrtidium* sp E, Vista perfil no MEV, escala 10µm; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 19.

Figura 11: *Solenotryma dacryoides*, Foreman 1968, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 20.

Figura 12: *Stichomitra* sp A, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 8 a 10.

Figura 13: *Stichomitra* sp A, Vista geral microscópio óptico, escala x 1000.

Figura 14: *Stichomitra* sp B, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 9.

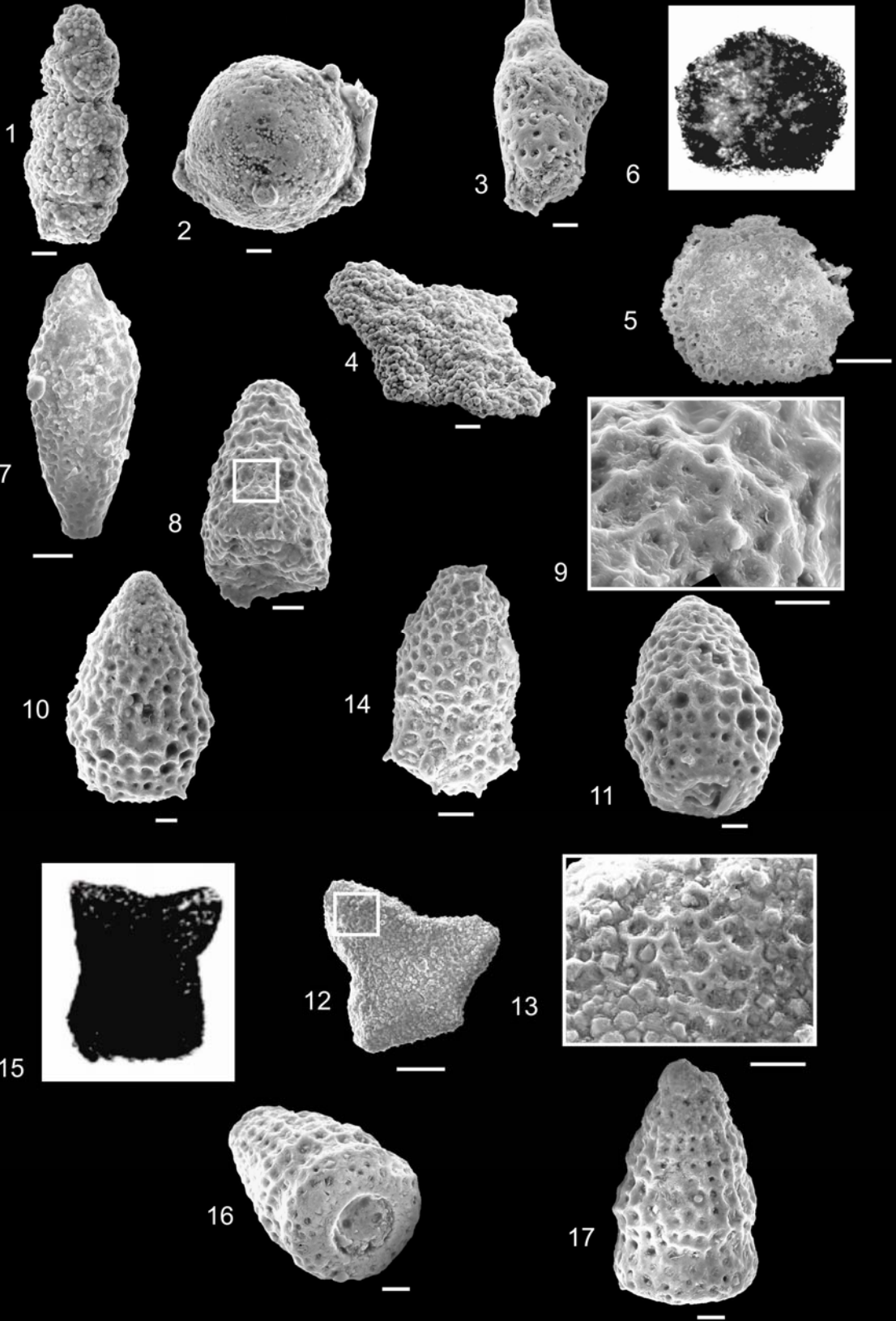
Figura 15: *Stichomitra* sp B, Vista de detalhe no MEV, escala 2 μ m.

Figura 16: *Stichomitra* sp C, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 19.

Figura 17: *Stichomitra* sp C, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m.

ESTAMPA 22

SOUZA 2006



ESTAMPA 22

Figura 1: *Stichomitra* sp D, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 17.

ORDEM ENTACTINARIA**Família Hexastyllidae**

Figura 2: *Hexastylus* sp A, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 20.

Gen. Esp. Indet

Figura 3: Gen. Esp. Indet. A, Vista perfil no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 2, 1 MAS 4A nível 8.

Figura 4: Gen. Esp. Indet. B, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 7.

Figura 5: Gen. Esp. Indet. C, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 29.

Figura 6: Gen. Esp. Indet. C, Vista geral, microscópio óptico escala x 600.

Figura 7: Gen. Esp. Indet. D, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 21 a 19, 1 MAS 4A nível.

Figura 8: Gen. Esp. Indet. E, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 19 a 6.

Figura 9: Gen. Esp. Indet. E, Vista de detalhe no MEV, escala 10 μ m.

Figura 10: Gen. Esp. Indet. F, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 25.

Figura 11: Gen. Esp. Indet. F, Vista perfil no MEV, escala 10 μ m.

Figura 12: Gen. Esp. Indet. G, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nívéis 13 a 9.

Figura 13: Gen. Esp. Indet. E, Vista de detalhe da superfície do esqueleto no MEV, escala 10 μ m.

Figura 14: Gen. Esp. Indet. H, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 2.

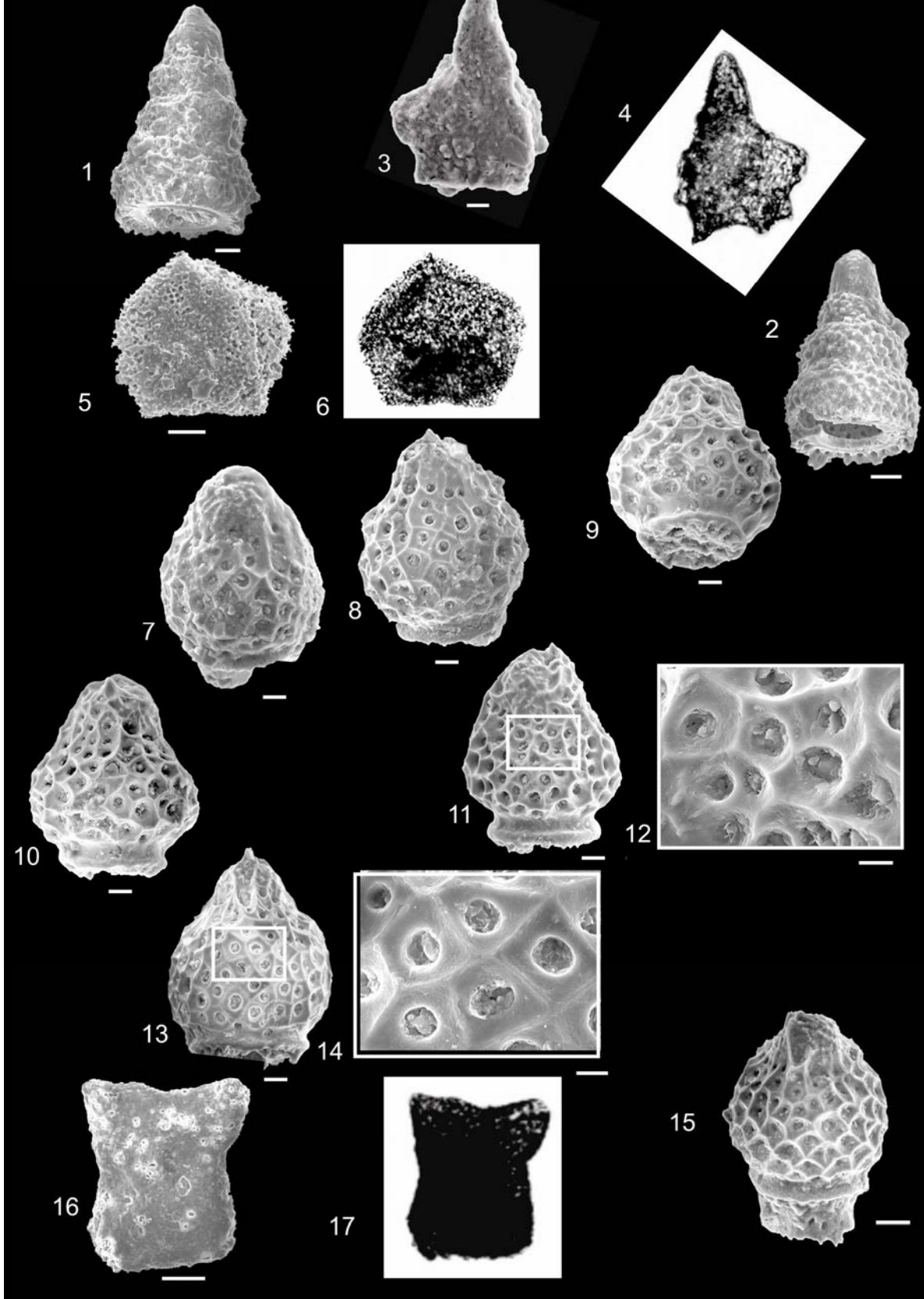
Figura 15: Gen. Esp. Indet. H, Vista de detalhe da superfície do esqueleto no MEV, escala 5 μ m.

Figura 16: Gen. Esp. Indet. I, Vista perfil no MEV, escala 100 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nívéis 12 a 10.

Figura 17: Gen. Esp. Indet. I, Vista geral no MEV, escala 10 μ m.

ESTAMPA 23

SOUZA 2006



ESTAMPA 23

Figura 1: Gen. Esp. Indet. J, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 19 a 17.

Figura 2: Gen. Esp. Indet. J, Vista perfil no MEV, escala 10 μ m.

Figura 3: Gen. Esp. Indet. K, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 13.

Figura 4: Gen. Esp. Indet. K, Vista geral, microscópio óptico escala x 1000.

Figura 5: Gen. Esp. Indet. L, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 18 a 17.

Figura 6: Gen. Esp. Indet. L, Vista geral, microscópio óptico escala x 500.

Gen. Esp. Indet, Grupo 1

Figura 7: Gen. Esp. Indet. A, Grupo 1, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 8: Gen. Esp. Indet. B, Grupo 1, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 9: Gen. Esp. Indet. C, Grupo 1, Vista perfil no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 14.

Figura 10: Gen. Esp. Indet. C, Grupo 1, Vista geral no MEV, escala 10 μ m.

Figura 11: Gen. Esp. Indet. D, Grupo 1, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 7.

Figura 12: Gen. Esp. Indet. D, Grupo 1, Vista de detalhe das aberturas da superfície do esqueleto no MEV, escala 5 μ m.

Figura 13: Gen. Esp. Indet. E, Grupo 1, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 8.

Figura 14: Gen. Esp. Indet. E, Grupo 1, Vista de detalhe no MEV, escala 5 μ m.

Figura 15: Gen. Esp. Indet. F, Grupo 1, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 7, 1 MAS 4A nível 12.

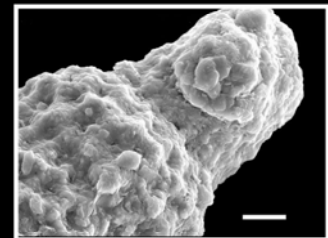
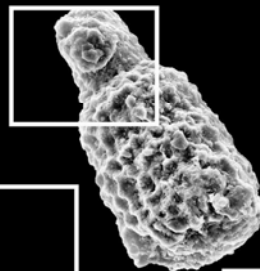
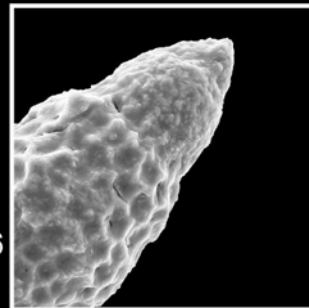
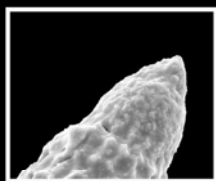
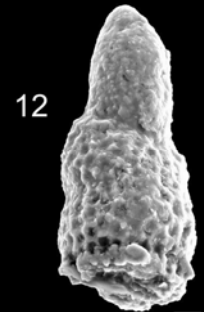
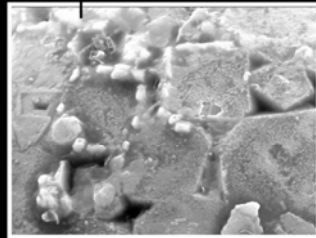
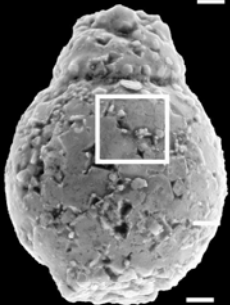
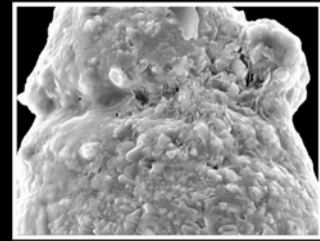
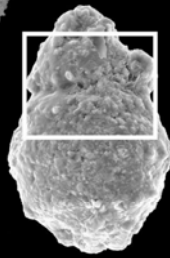
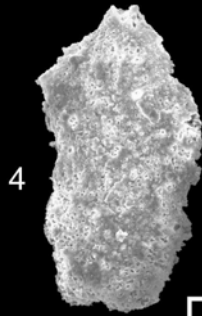
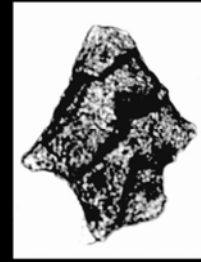
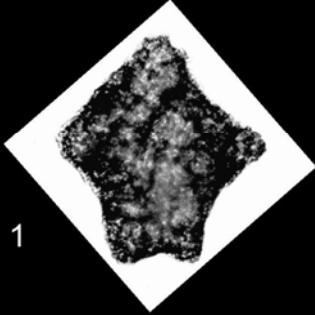
Gen. Esp. Indet, Grupo 2

Figura 16: Gen. Esp. Indet. A, Grupo 2, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 14.

Figura 17: Gen. Esp. Indet. A, Grupo 2, Vista geral, microscópio óptico escala x 600.

ESTAMPA 24

SOUZA 2006



ESTAMPA 24

Figura 1: Gen. Esp. Indet. B, Grupo 2, Vista geral, microscópio óptico escala x 600; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 2: Gen. Esp. Indet. C, Grupo 2, Vista geral, microscópio óptico escala x 600; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 11.

Figura 3: Gen. Esp. Indet. D, Grupo 2, Vista geral, microscópio óptico escala x 650; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 4: Gen. Esp. Indet. E, Grupo 2, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 7.

Figura 5: Gen. Esp. Indet. F, Grupo 2, Vista geral, no MEV, microscópio óptico escala x 700; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 6.

Gen. Esp. Indet, Grupo 3

Figura 6: Gen. Esp. Indet. A, Grupo 3, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 15 nível 10.

Figura 7: Gen. Esp. Indet. B, Grupo 3, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 15 nível 10

Gen. Esp. Indet, Grupo 4

Figura 8: Gen. Esp. Indet. A, Grupo 4, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 22

Figura 9: Gen. Esp. Indet. A, Grupo 4, Vista de detalhe no MEV, escala 10 μ m.

Figura 10: Gen. Esp. Indet. B, Grupo 4, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 11: Gen. Esp. Indet. B, Grupo 4, Vista de detalhe no MEV, escala 2 μ m.

Gen. Esp. Indet, Grupo 5

Figura 12: Gen. Esp. Indet. A, Grupo 5, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 9.

Figura 13: Gen. Esp. Indet. B, Grupo 5, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia do Pará-Maranhão, 1 MAS 12 nível 12.

Figura 14: Gen. Esp. Indet. B, Grupo 5, Vista de detalhe no MEV, escala 10 μ m.

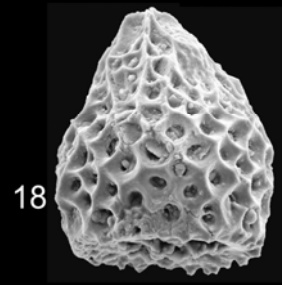
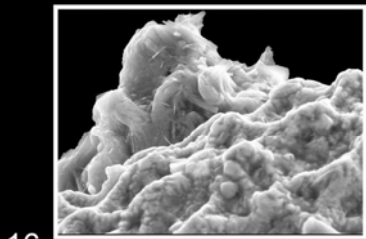
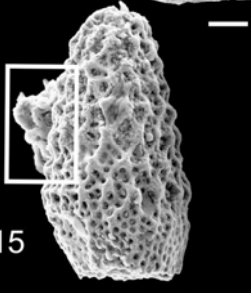
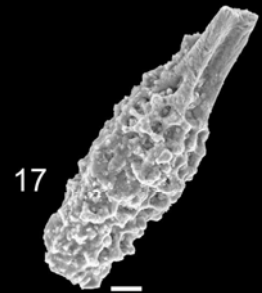
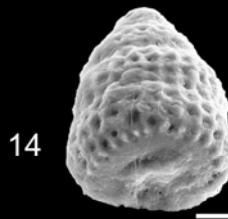
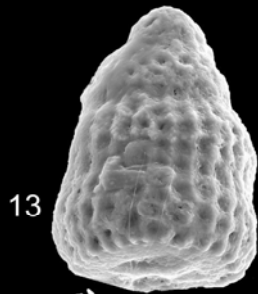
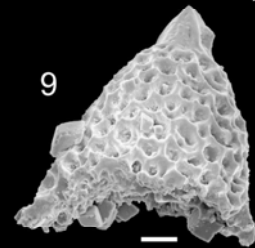
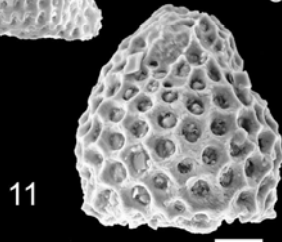
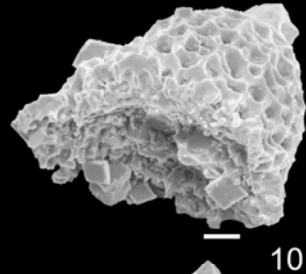
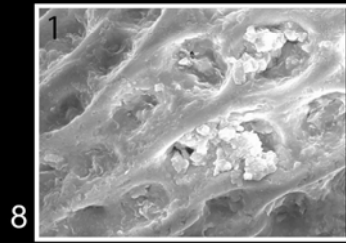
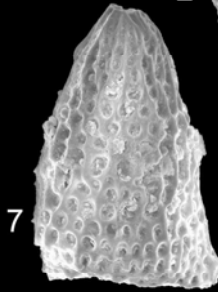
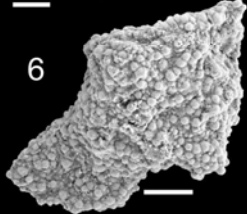
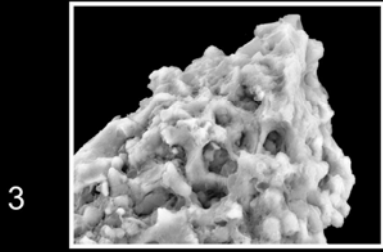
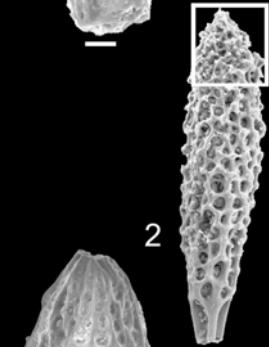
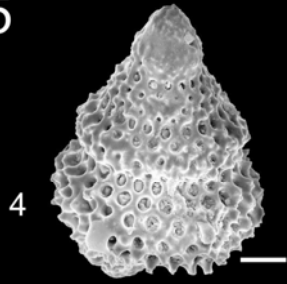
Gen. Esp. Indet, Grupo 6

Figura 15: Gen. Esp. Indet. A, Grupo 6, Vista perfil no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

Figura 16: Gen. Esp. Indet. A, Grupo 6, Vista de detalhe no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 4A nível 13.

ESTAMPA 25

SOUZA 2006



ESTAMPA 25

Figura 1: Gen. Esp. Indet. B, Grupo 6, Vista geral no MEV, escala 10 μ m.

Figura 2: Gen. Esp. Indet. M, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 20 a 17.

Figura 3: Gen. Esp. Indet. M, Vista de detalhe no MEV, escala 5 μ m.

Figura 4: Gen. Esp. Indet. N, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 19 a 18.

Figura 5: Gen. Esp. Indet. O, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 20 a 21.

Figura 6: Gen. Esp. Indet. P, Vista geral no MEV, escala 50 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 21.

Figura 7: Gen. Esp. Indet. Q, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 22 a 23.

Figura 8: Gen. Esp. Indet. Q, Vista de detalhe no MEV, escala 5 μ m.

Figura 9: Gen. Esp. Indet. R, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 23.

Figura 10: Gen. Esp. Indet. R, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m.

Figura 11: Gen. Esp. Indet. S, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 24.

Figura 12: Gen. Esp. Indet. S, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m.

Figura 13: Gen. Esp. Indet. T, Vista perfil no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 22.

Figura 14: Gen. Esp. Indet. T, Vista perfil no MEV, escala 10 μ m.

Figura 15: Gen. Esp. Indet. U, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 21.

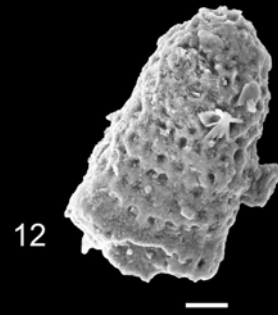
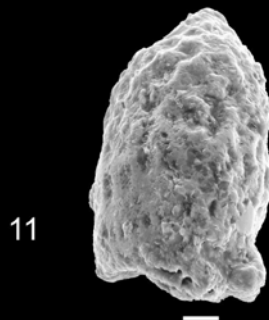
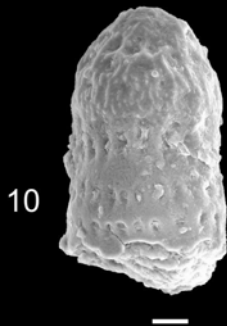
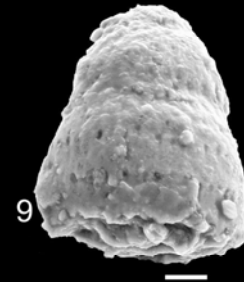
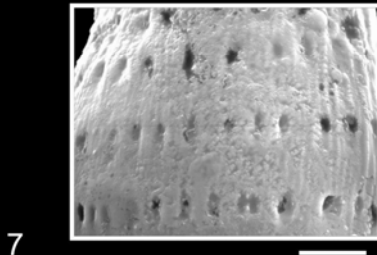
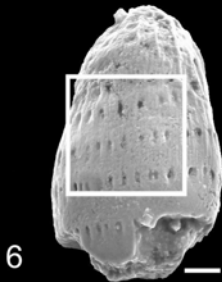
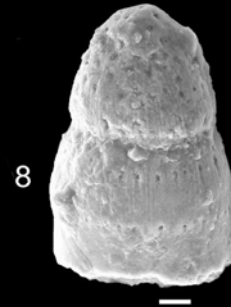
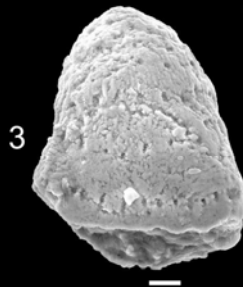
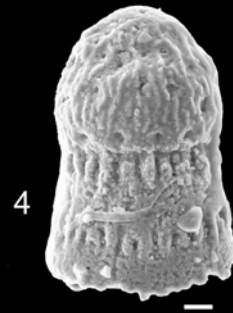
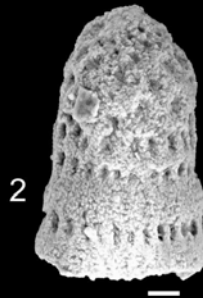
Figura 16: Gen. Esp. Indet. U, Vista detalhe no MEV, escala 10 μ m.

Figura 17: Gen. Esp. Indet. V, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 23.

Figura 18: Gen. Esp. Indet. X, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 21.

ESTAMPA 26

SOUZA 2006



ESTAMPA 26

Figura 1: Gen. Esp. Indet. Y, Vista perfil no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 24.

Família indet

Figura 2: Família indet tipo A, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 17 a 7.

Figura 3: Família indet tipo B, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 15 a 12.

Figura 4: Família indet tipo C, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 15.

Figura 5: Família indet tipo C, Vista geral no MEV, escala 10 μ m.

Figura 6: Família indet tipo D, Vista perfil no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 22 a 16.

Figura 7: Família indet tipo D, Vista de detalhe no MEV, escala 10 μ m.

Figura 8: Família indet tipo E, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 20.

Figura 9: Família indet tipo E, Vista geral no MEV, escala 10 μ m.

Figura 10: Família indet tipo F, Vista geral no MEV, escala 10 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 20.

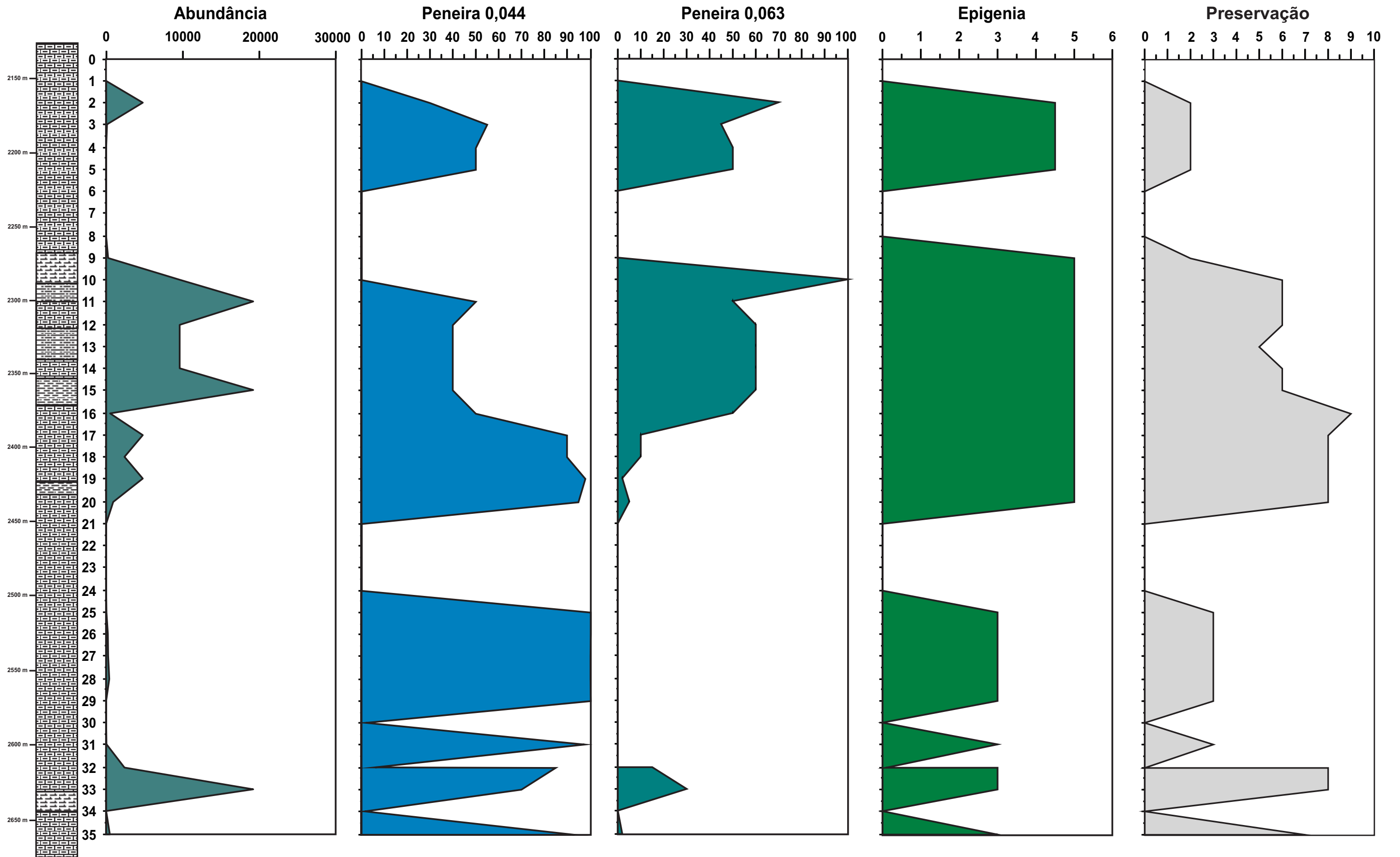
Figura 11: Família indet tipo G, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A níveis 21 a 20.

Figura 12: Família indet tipo H, Vista geral no MEV, escala 20 μ m; Bacia de Barreirinhas, 1 MAS 3A nível 7.

APÊNDICES

Apêndice A - Gráficos de 32 a 36 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 12

1 MAS 12



Gráficos 32 a 36: Relação entre picos de abundância, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação

Apêndice B - Gráficos de 37 a 41 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 16

1 MAS 16

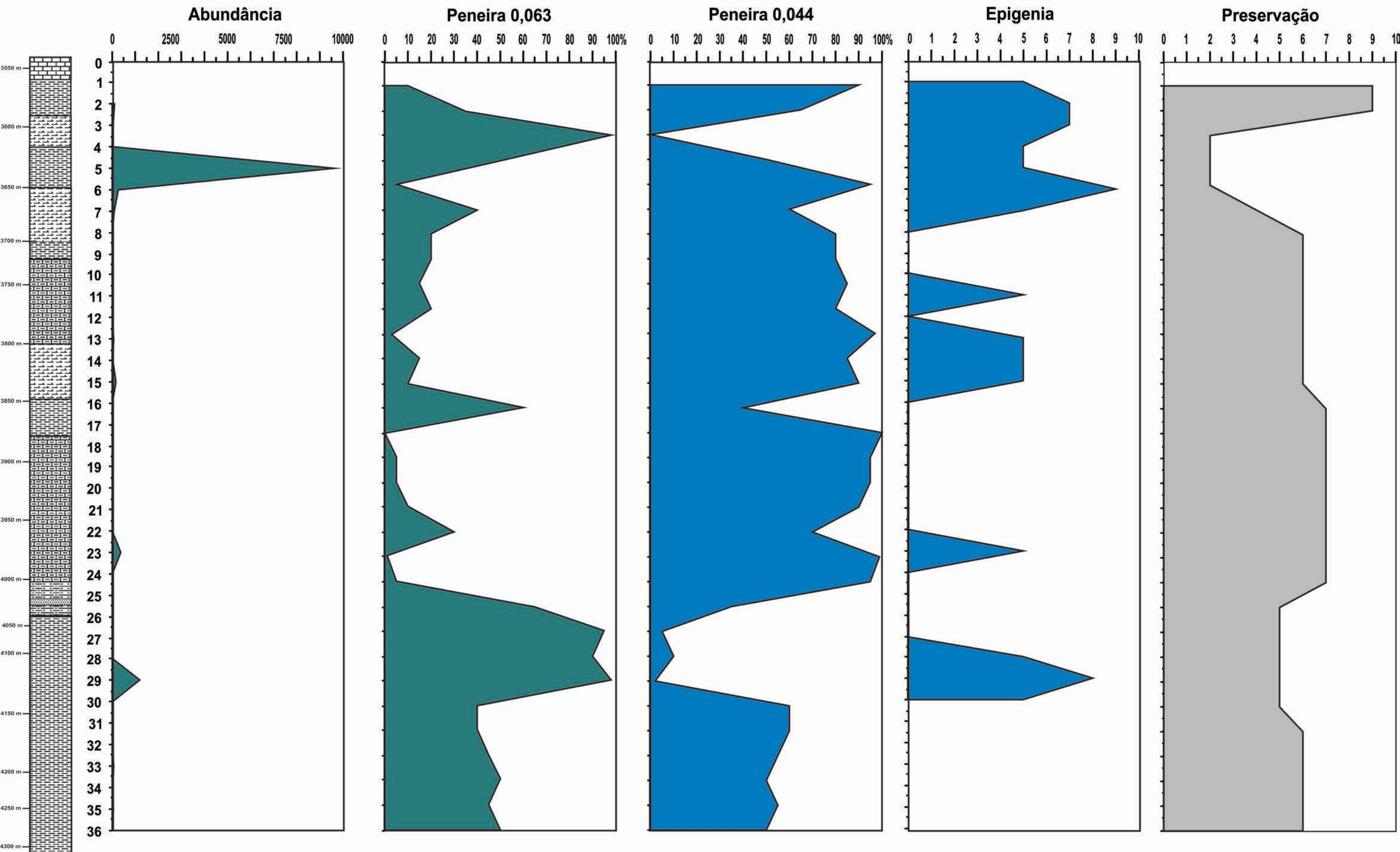
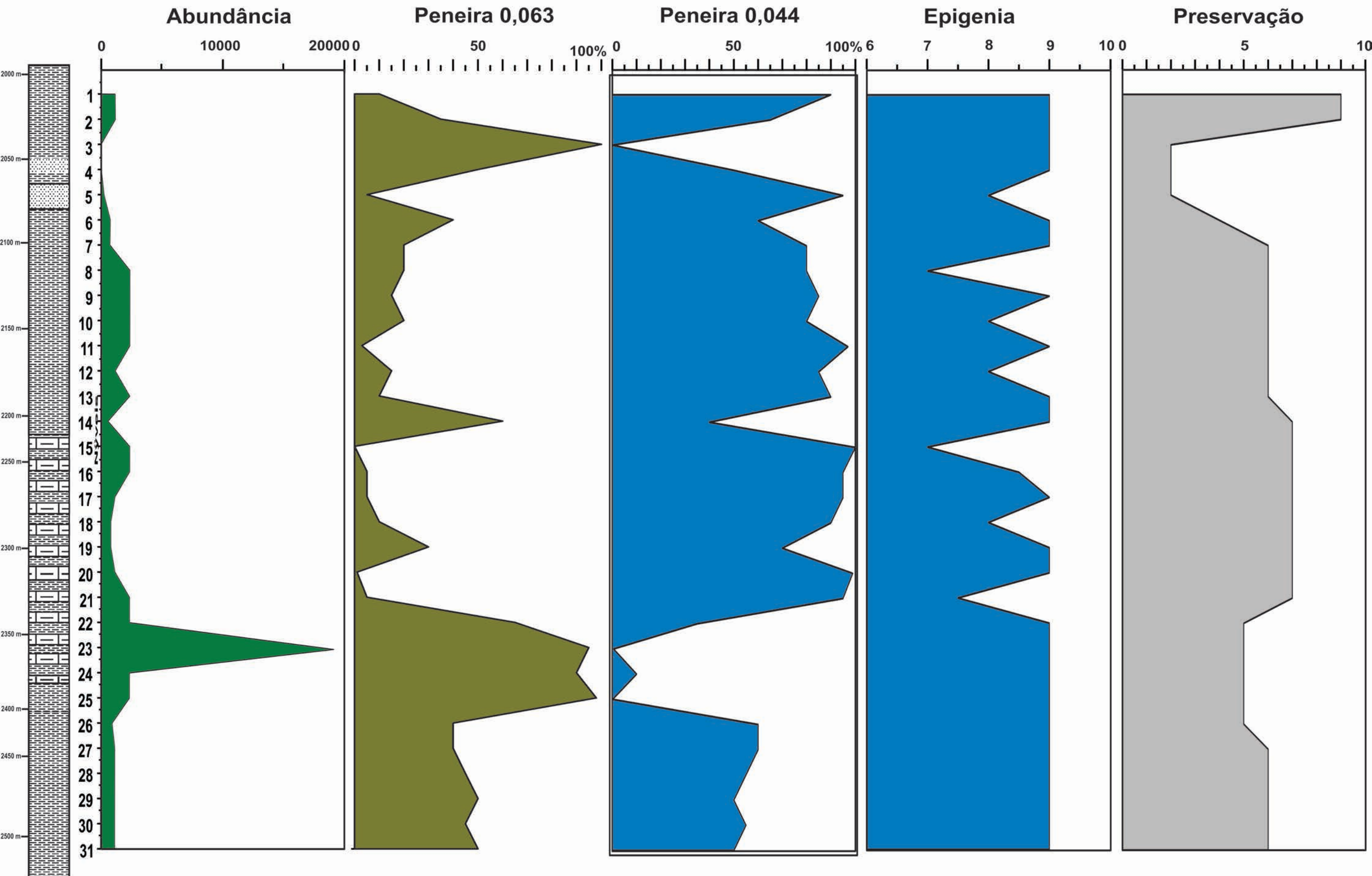


Gráfico 37 a 41: Relação entre picos de abundância, malha das peneiras, epigenia e preservação

Apêndice C - Gráficos de 42 a 46 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 3 A

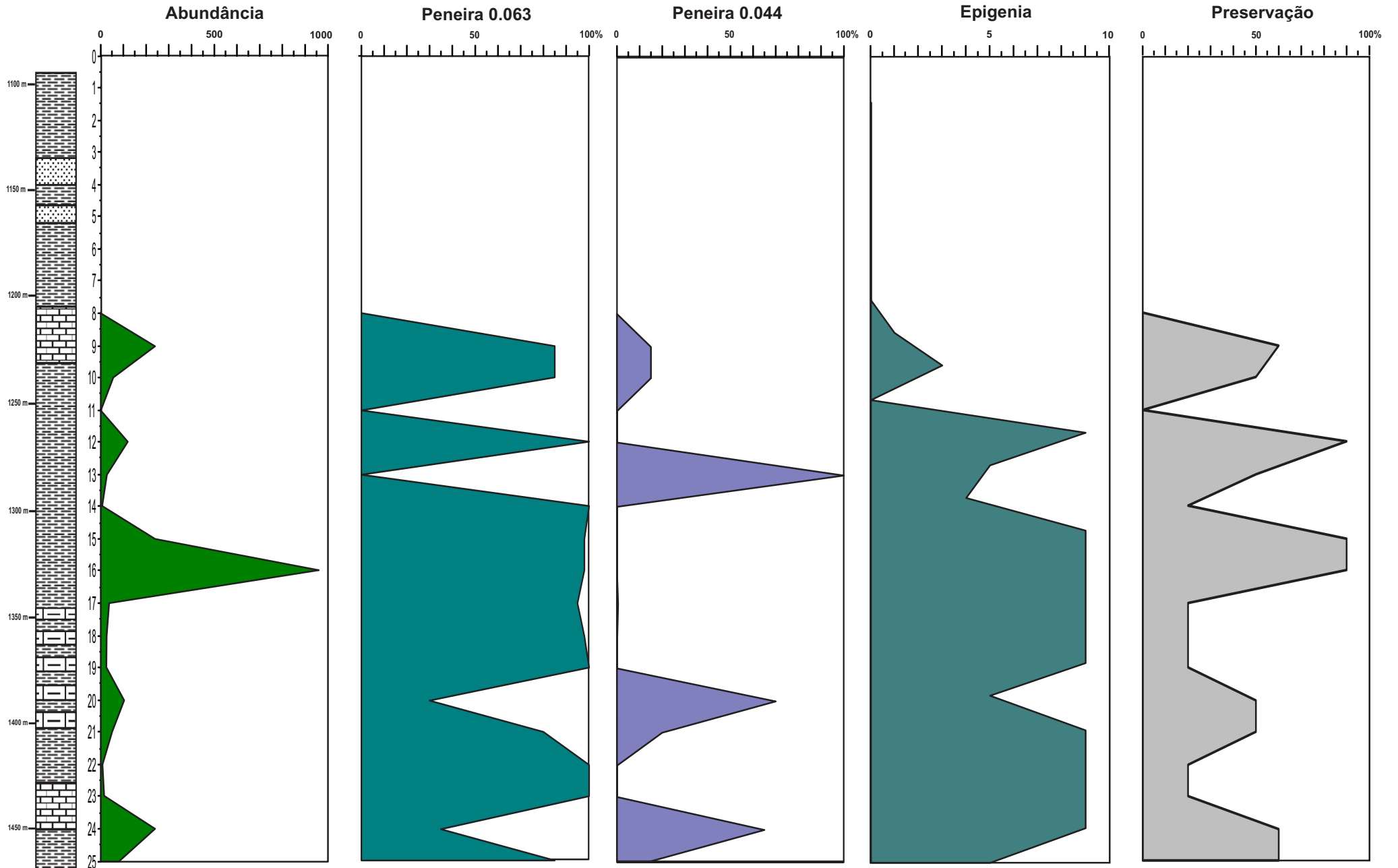
1 MAS 3A



Gráficos 42 a 46: Relação entre picos de abundância, malha das peneiras, epigenia e preservação

Apêndice D - Gráficos de 47 a 51 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 4 A

1 MAS 4A

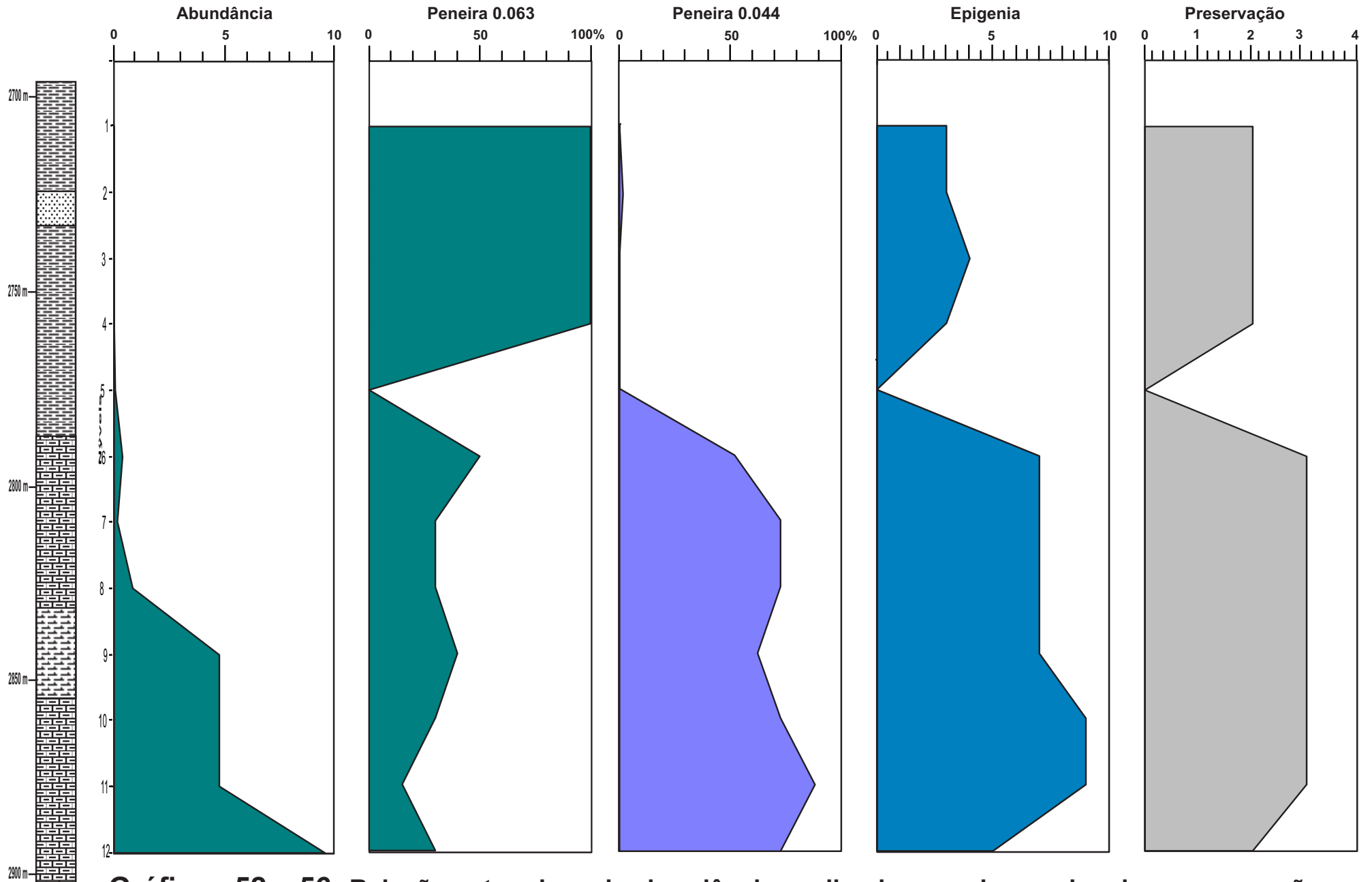


Gráficos 47 a 51: Relação entre picos de abundância, malhas das peneiras, epigenia e preservação.

Apêndice E - Gráficos de 52 a 56 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS

15

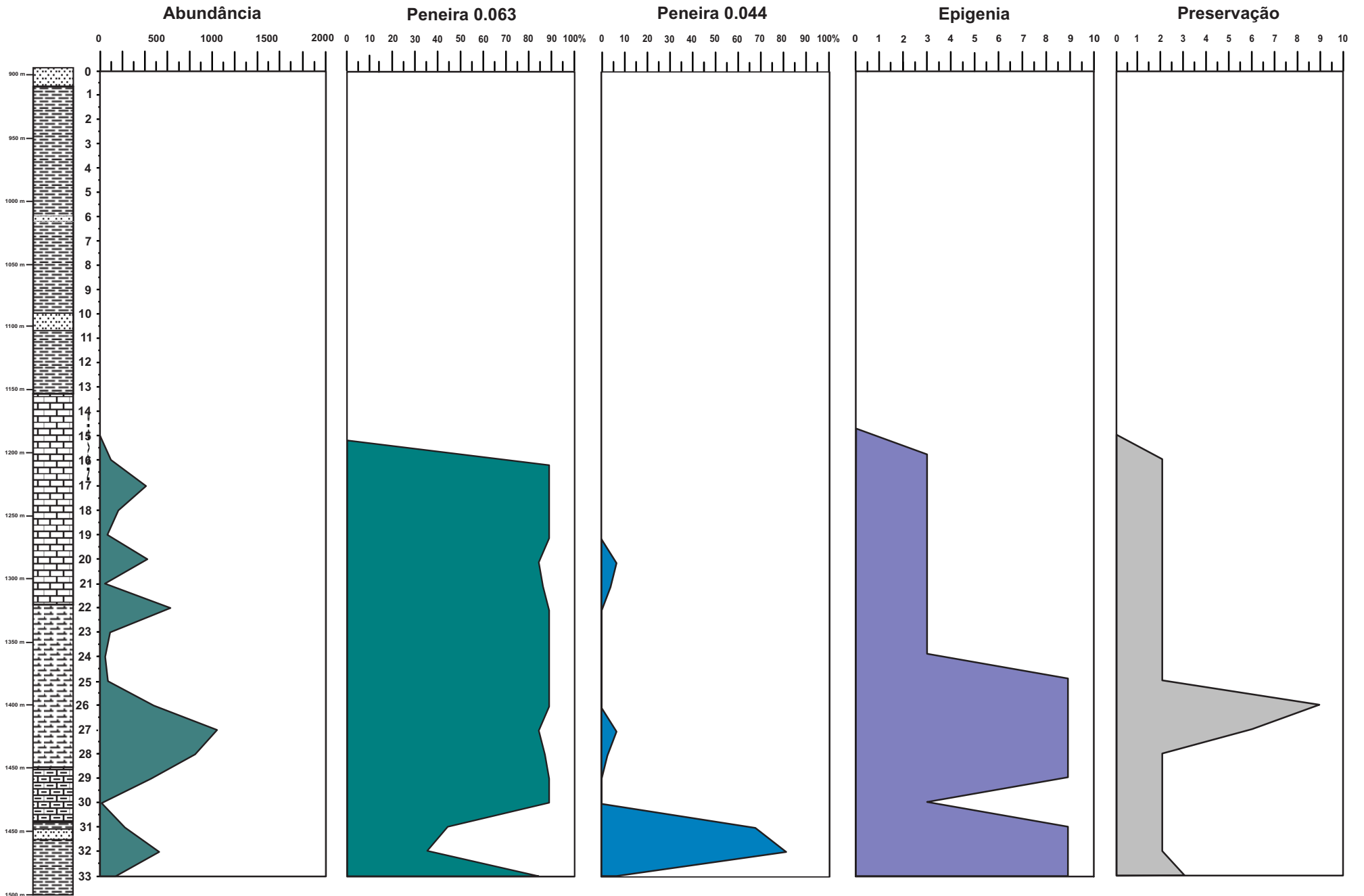
1 MAS 15



Gráficos 52 a 56: Relação entre picos de abundância, malha das peneiras, epigenia e preservação

Apêndice F - Gráficos de 57 a 61 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 1

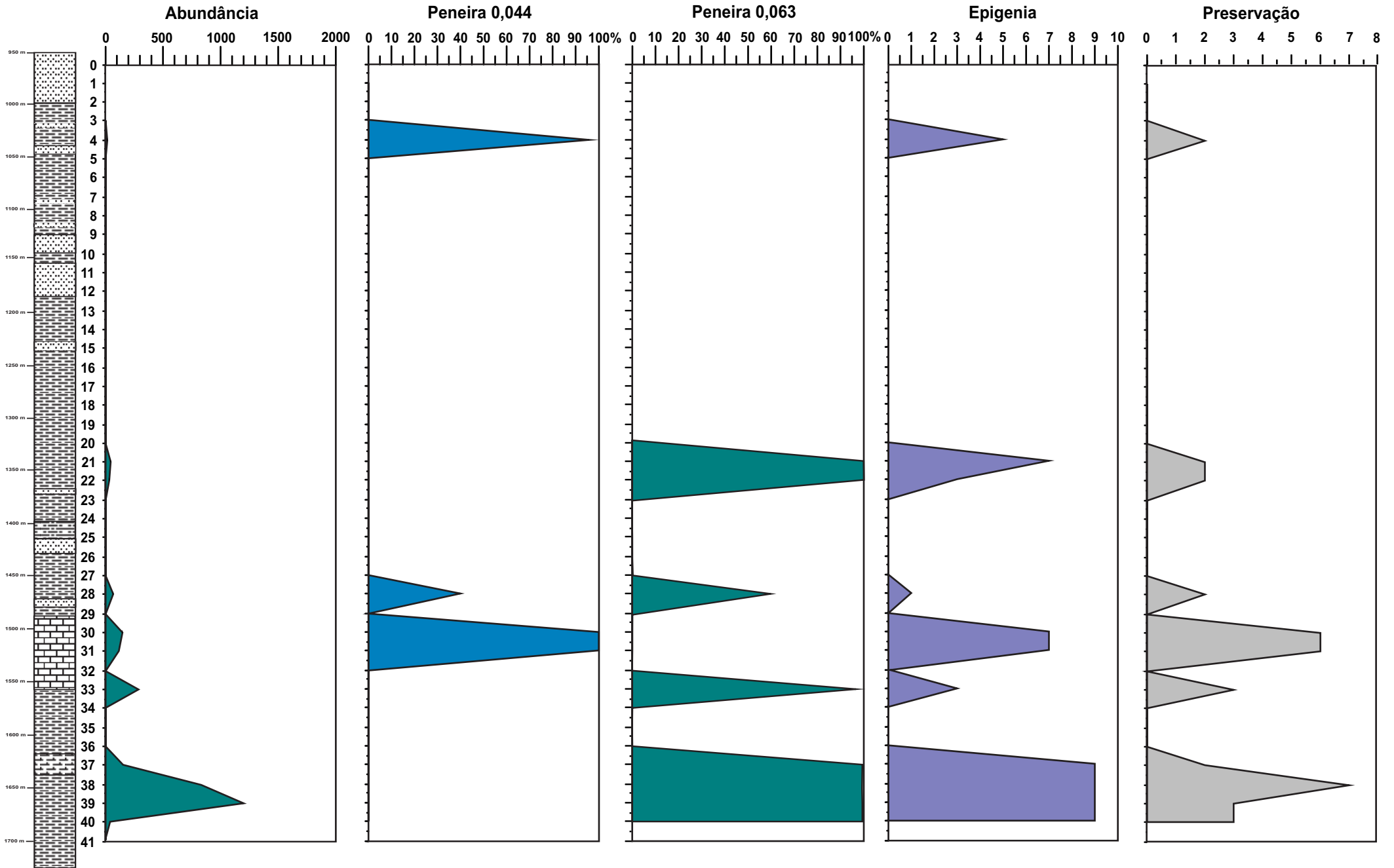
1 MAS 1



Gráficos 57 a 61: Relação entre picos de abundância, malha das peneiras e preservação

Apêndice G - Gráficos de 62 a 66 mostrando a relação entre picos de abundancia, malha das peneiras, epigenia e estado de preservação dos radiolários do poço 1 MAS 14

1 MAS 14



Gráficos 62 a 66: Relação entre picos de abundância, malha das peneiras, epigenia e preservação.

Apêndice H - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 12

Intervalos (m)	Níveis	Cronostratigrafia	<i>Amphipyndax mediocris</i>	<i>Amphipyndax pseudocorulus</i>	<i>Amphipyndax</i> sp E	<i>Amphipyndax</i> sp F	<i>Amphipyndax</i> sp G	<i>Amphipyndax</i> sp M	<i>Amphipyndax</i> sp N	<i>Stichomitra</i> sp D	<i>Dictyonitra multicosata</i>	<i>Dictyonitra</i> sp G	<i>Dictyonitra</i> sp H	Gen. esp. indet. B gr-5	<i>Dictyonitra</i> sp I	<i>Dictyonitra</i> sp J	<i>Dictyonitra</i> sp K	<i>Histastrum latum</i>	<i>Histastrum membraniferum</i>	<i>Pyramispongia glascockensis</i>	<i>Orbiculiforma quadrata</i>	<i>Orbiculiforma</i> sp A	<i>Orbiculiforma</i> sp B	<i>Orbiculiforma</i> sp C	<i>Orbiculiforma</i> sp D	<i>Orbiculiforma</i> sp E	<i>Orbiculiforma</i> sp F	<i>Orbiculiforma</i> sp G			
2145-2160	1	Maast. inferior																													
2160-2175	2																														
2175-2190	3																		P												
2190-2205	4																														
2205-2220	5																														
2235-2250	6																														
2250-2265	7																														
2265-2280	8																														
2280-2295	9																														
2295-2350	10				P	MR														MR											
2350-2325	11			MR								MR																			
2325-2340	12			MR	MR		MR	MR						MR		MR			P			MR							MR		
2340-2355	13		C									R						MR			R								MR	R	
2355-2370	14		Maast.									MR				C	R														
2370-2385	15			C			C			MR	MR	MR		MR				C			P	R	MR	MR					MR		
2385-2400	16										P																MR	MR			
2400-2415	17								MR																P		MR	MR			
2415-2430	18		inferior		P																										
2430-2445	19										P								C		C										
2445-2460	20										MR																				
2460-2475	21																				MR										
2475-2490	22																														
2490-2505	23																														
2505-2520	24																														
2520-2535	25																														
2535-2550	26										R																				
2550-2565	27																			C											
2565-2580	28																			C											
2580-2595	29																														
2595-2610	30																														
2610-2625	31																														
2625-2640	32a																														
2640-2655	32b																														
2640-2655	33																	C													
2655-2670	34	Campaniano		P																											
2670-2685	35	inf.																													

Tabela 8: Distribuição quantitativa dos radiolários, mostrando os níveis com maior abundância Poço 1 MAS 12.

Apêndice I - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 12

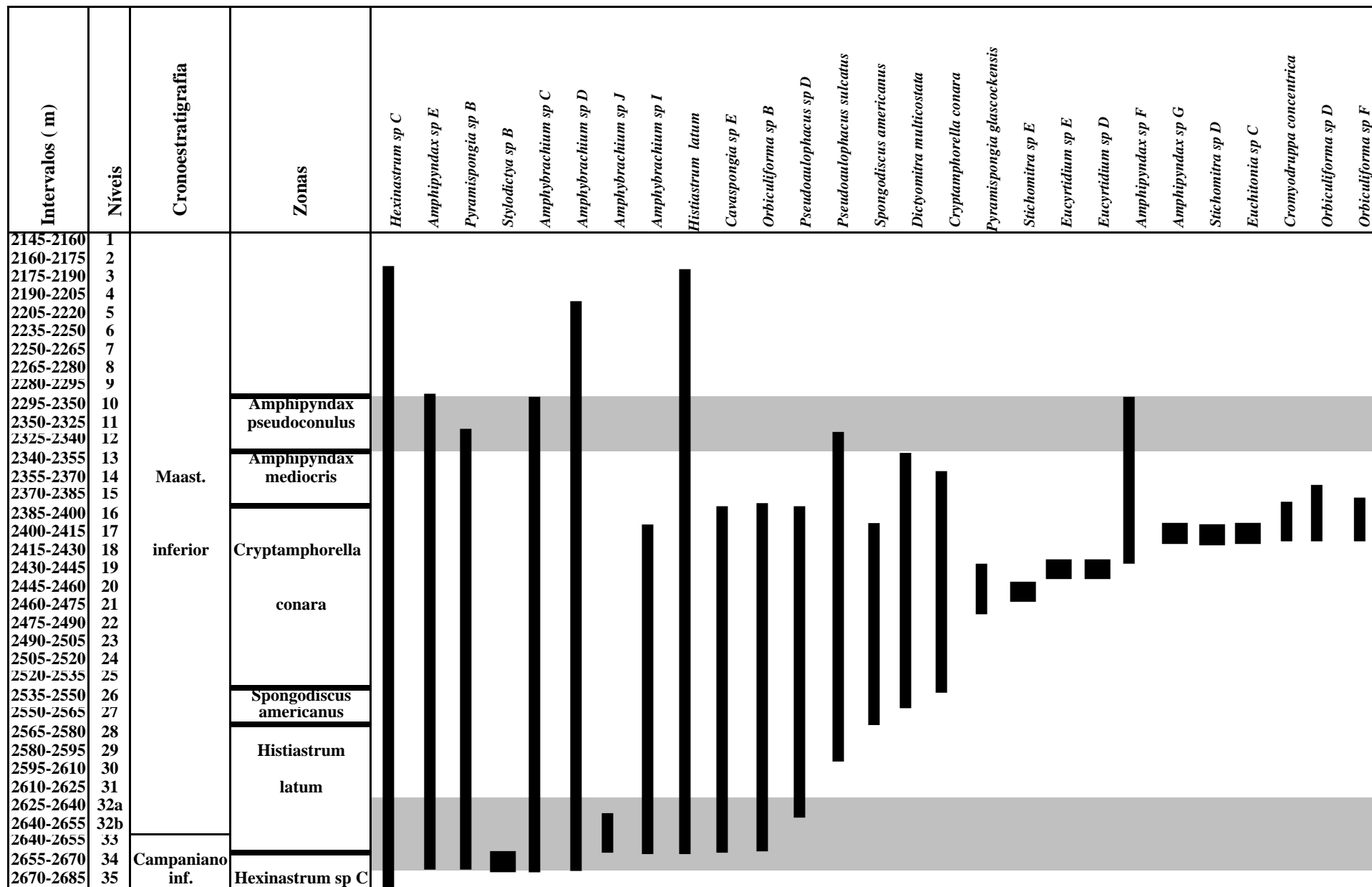
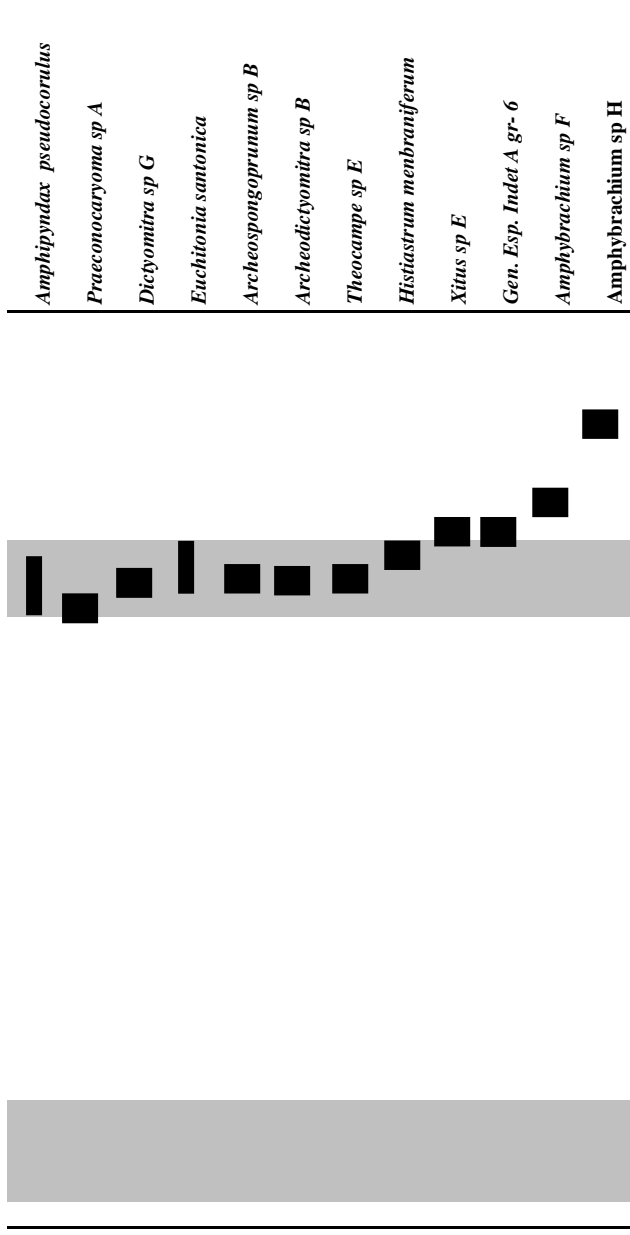


Tabela 9: Distribuição bioestratigráfica de radiolários, área escura marca o pico de abundância do poço, e as fortes zonas de extinção/radiação Poço 1 MAS 12.

POČO 1 MAS 12

<i>Orbiculiforma</i> sp J	
<i>Orbiculiforma</i> sp T	
<i>Orbiculiforma</i> sp P	
<i>Orbiculiforma</i> sp S	
<i>Orbiculiforma</i> sp E	
<i>Theocampe</i> sp F	
<i>Orbiculiforma</i> sp H	
<i>Orbiculiforma</i> sp O	
<i>Orbiculiforma</i> sp N	
<i>Orbiculiforma</i> sp J	
<i>Amphybrachium</i> sp E	
<i>Amphybrachium</i> sp G	
<i>Archeodictyonitra</i> vulgaris	
<i>Amphipyndax</i> medioeris	
<i>Orbiculiforma</i> sp M	
<i>Orbiculiforma</i> sp R	
<i>Amphipyndax</i> sp N	
<i>Dictyonitra</i> sp J	
<i>Dictyonitra</i> sp K	
<i>Orbiculiforma</i> sp A	
<i>Orbiculiforma</i> sp C	
<i>Orbiculiforma</i> sp G	
<i>Crucella</i> sp F	
<i>Hexinastrum</i> sp A	
<i>Angulobrachia</i> sp C	
<i>Alievium</i> sp C	
<i>Alievium</i> sp D	
<i>Cryptamphorella</i> sp A	
<i>Archeospongopr-unum</i> sp C	
<i>Dictyonitra</i> sp I	
<i>Dictyonitra</i> sp H	
<i>Alievium</i> superbum	
<i>Euchitonia</i> trirradiata	
<i>Orbiculiforma</i> quadrata	
<i>Archeospongopr-unum</i> nishyamae	
<i>Gen. esp. indet. B</i> gr-5	
<i>Amphipyndax</i> sp M	





Apêndice J - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 16

POÇO 1 MAS 16

Profundidade	Níveis	Cronostratigrafia	<i>Amphipyndax pseudocorulus</i> <i>Amphipyndax sp E</i> <i>Amphipyndax sp F</i> <i>Amphipyndax sp H</i> <i>Amphipyndax sp I</i> <i>Amphipyndax sp J</i> <i>Amphipyndax sp K</i> <i>Amphipyndax sp L</i> <i>Dictyomitra multicosata</i> <i>Histiastrium sp A</i> <i>Histiastrium sp K</i> <i>Orbiculiforma maxima</i> <i>Orbiculiforma sp C</i> <i>Amphipyndax sp O</i> <i>Pyramispongia sp B</i> <i>Spongodiscus americanus</i> <i>Pseudoaulophacus sulcatus</i> <i>Pseudoaulophacus sp F</i> <i>Hexinastrum sp C</i> <i>Cavaspongia antelopensis</i> <i>Cavaspongia sp G</i> <i>Stylodictya sp C</i> <i>Stylodictya sp D</i> <i>Archeospongoprimum sp C</i> <i>Amphybrachium sp F</i> <i>Archeodictyomitra sp C</i> <i>Xitus sp G</i> <i>Theocampe sp G</i> <i>Cromyodruppa concentrica</i>
3552-3570	1	Maast. superior	MR
3570-3588	2		P
3588-3606	3		
3606-3624	4		
3624-3642	5		P MR P MR R C C C R
3624-3660	6		R MR
3660-3678	7		MR
3678-3696	8		
3714-3732	9		
3732-3750	10		
3750-3678	11		MR MR
3678-3786	12		
3786-3804	13		
3804-3822	14		
3822-3840	15		MR R
3840-3858	16		MR
3858-3876	17		
3876-3894	18		
3894-3912	19		
3912-3930	20		
3930-3948	21		
3948-3966	22		
3966-3984	23	Turoniano?	
3984-4002	24		
4002-4020	25		
4020-4038	26		
4056-4074	27		
4092-4110	28		
4110-4128	29	P MR	
4128-4146	30		
4146-4164	31		
4164-4182	32		
4182-4200	33		
4200-4218	34		
4236-4254	35		
4272-4290	36		

Tabela 10: Distribuição quantitativa dos radiolários, mostrando os níveis com maior abundância.

Apêndice K - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 16

POÇO 1 MAS 16

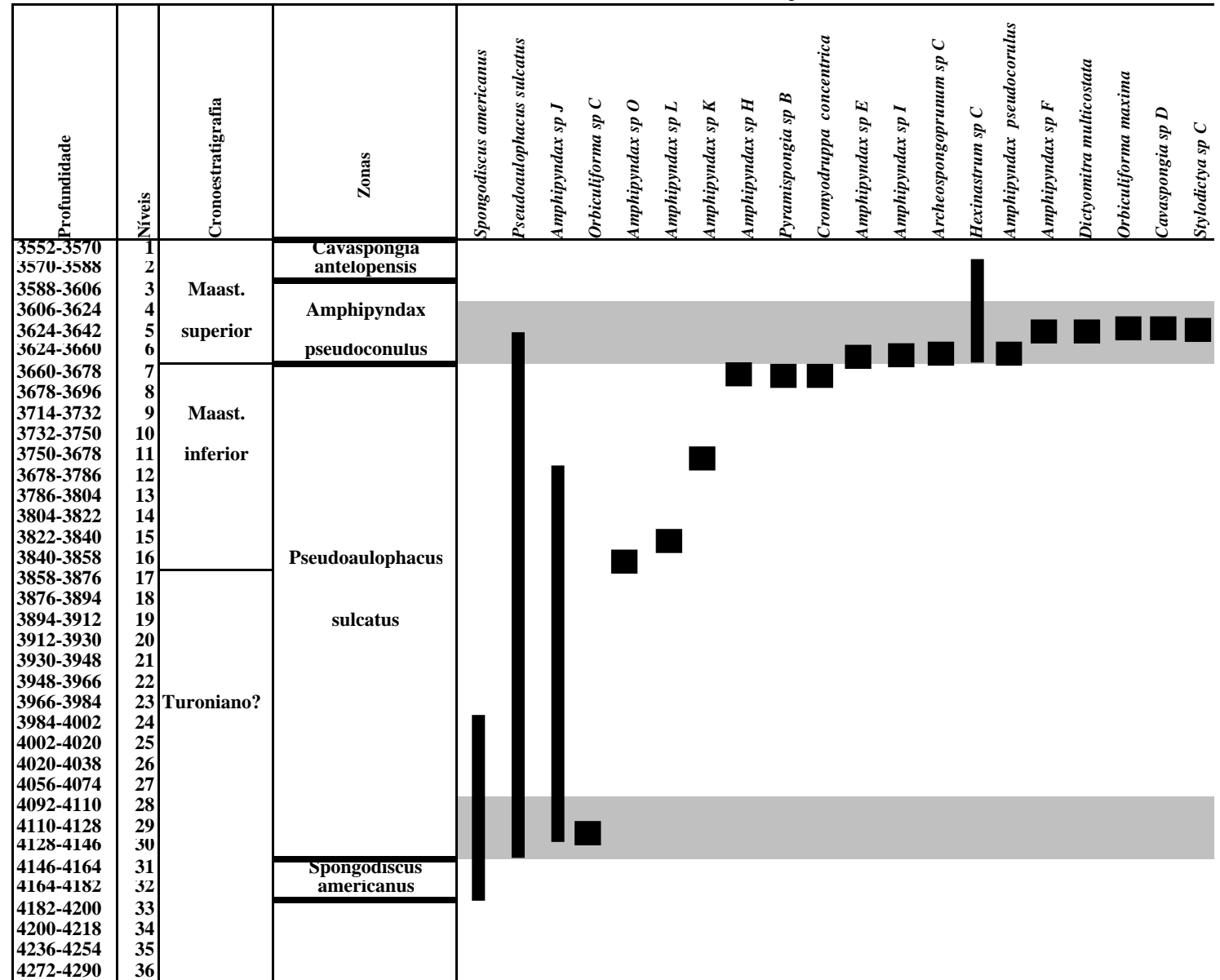
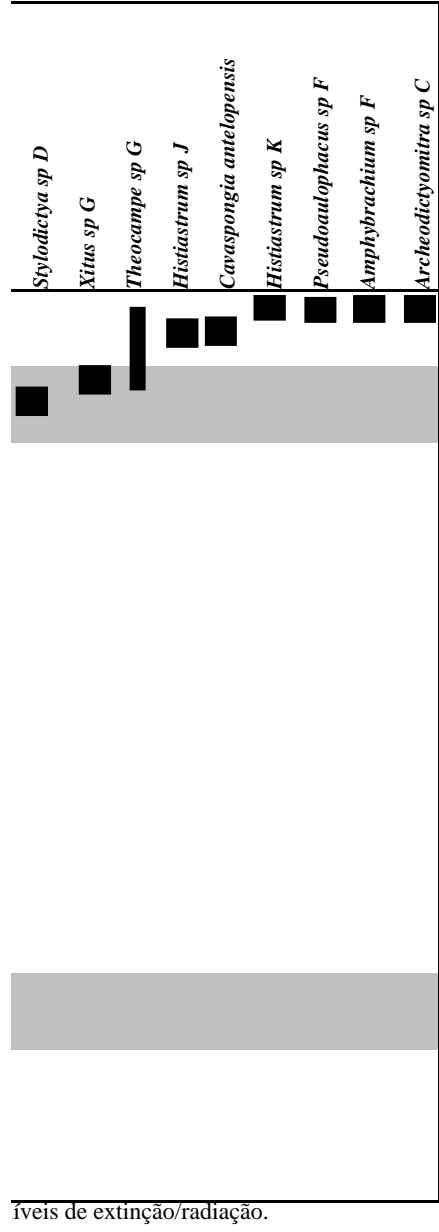


Tabela 11: Distribuição bioestratigráfica dos radiolários, mostrando o pico de abundância realçado pela faixa cinza, evienciando igualmente elevados n



Apêndice L - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 3 A

Apêndice M - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 3^A

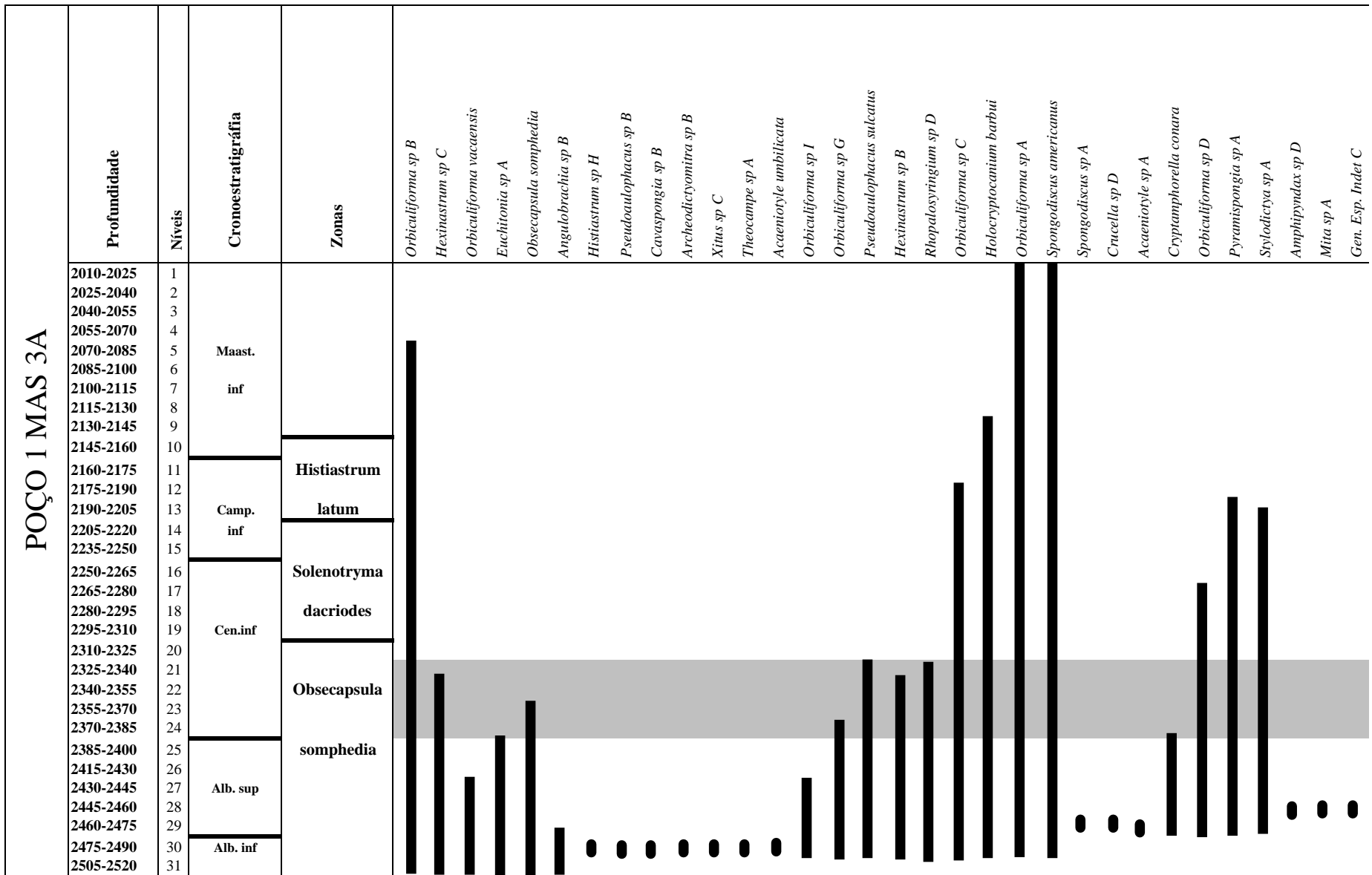
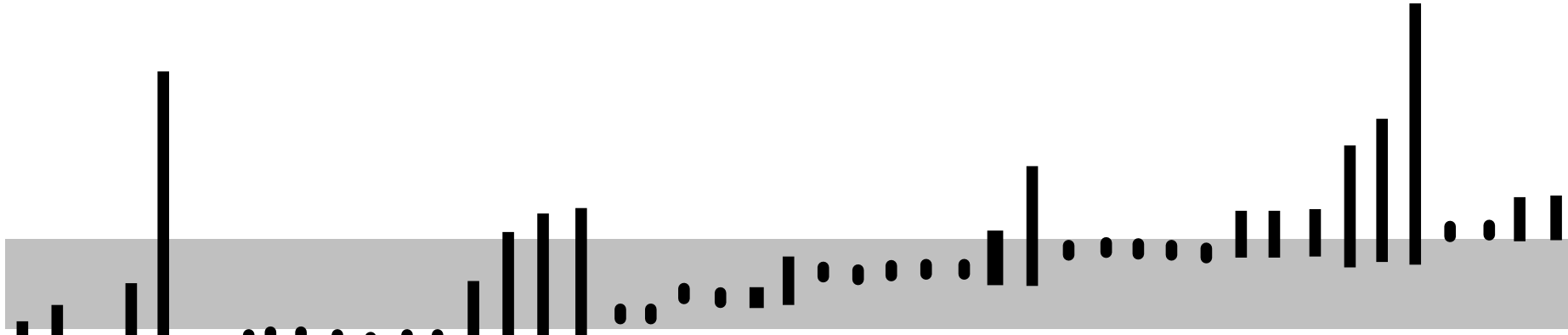
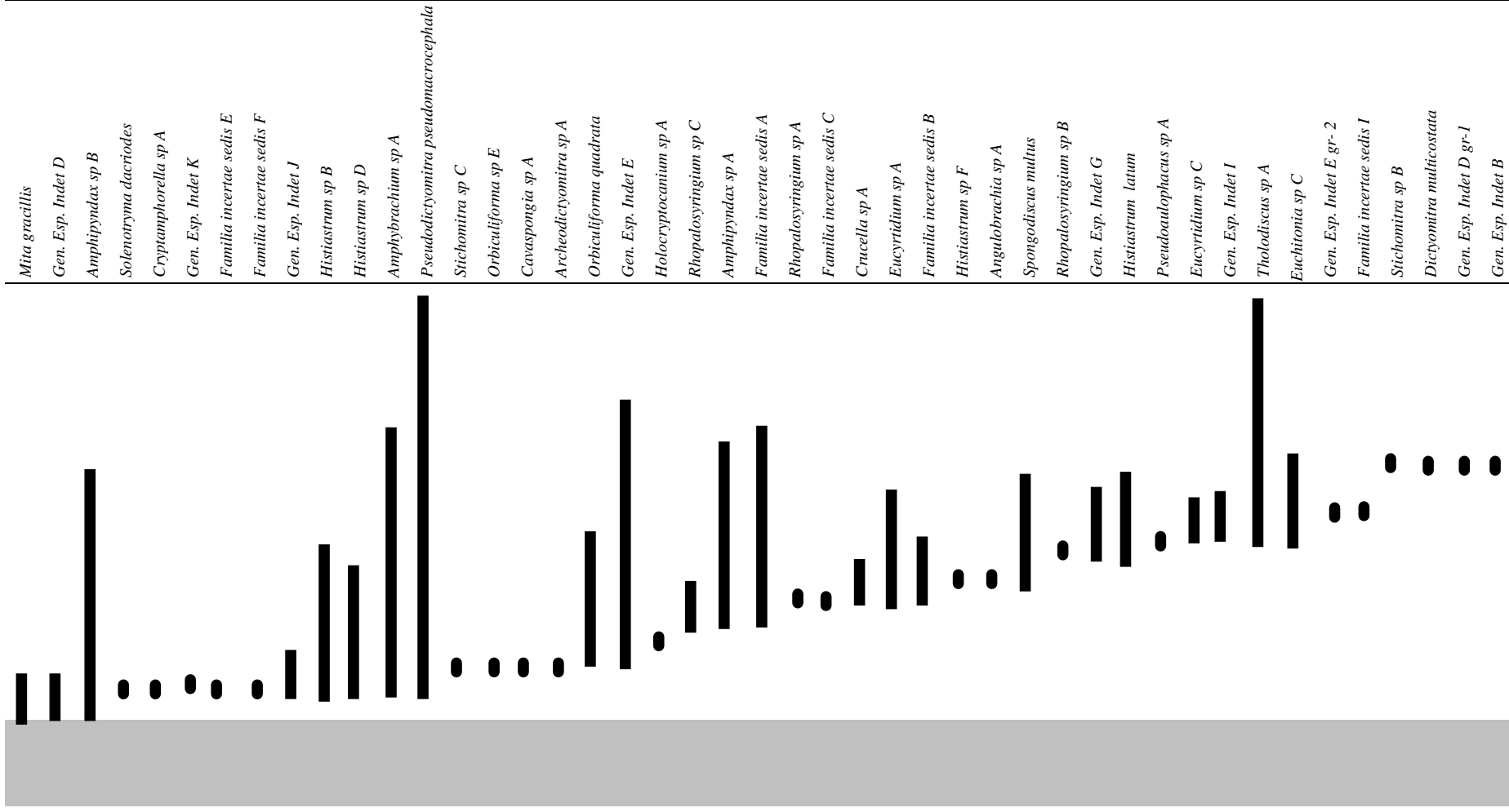












Tabela 13: Distribuição bioestratigráfica de radiolários, evidencia-se o forte pico de abundância no intervalo Cenomaniano, acompanhado por forte evento de extinção/radiação.

Orbiculiforma sp H
Hexinastrum sp D
Xitus sp B
Alievium superbum
Histiastrum sp C
Familia incertae sedis H
Histiastrum sp G
Archeospongoprimum sp A
Amphybrachium sp B
Sphaerostylus sp A
Histiastrum sp E
Gen. Esp. Indet F
Pseudocerucella sp A
Euchitonina santonica
Pseudoaulophacus floresensis
Pseudoaulophacus Escavatus
Xitus sp A
Gen.Esp.Indet. Sp U
Gen.Esp.Indet. sp S
Gen.Esp.Indet. sp R
Gen.Esp.Indet. sp V
Crucella sp C
Hexinastrum cretaceum
Amphipyndax sp C
Histiastrum sp A
Orbiculiforma sp F
Gen.Esp.Indet. sp T
Crucella sp B
Gen.Esp.Indet. sp Q
Hexinastrum sp A
Gen.Esp.Indet. sp X
Gen.Esp.Indet. sp U
Gen.Esp.Indet. sp P
Hexastylus sp A
Pseudodictyomitra sp A
Gen.Esp.Indet. sp O
Gen. Esp. Indet. L
Familia incertae sedis E
Gen.Esp.Indet. sp M
Familia incertae sedis D
Eucyridium sp B
Dictyomitra sp D
Alievium sp A
Gen.Esp.Indet. sp N
Orbiculiforma maxima





	<i>Gen. Esp. Indet F gr-1</i>	
	<i>Gen. Esp. Indet C gr-2</i>	
	<i>Gen. esp. Indet. E gr 1</i>	
	<i>Dictyomitra sp A</i>	
	<i>Dictyomitra sp B</i>	
	<i>Dictyomitra sp C</i>	
	<i>Gen. Esp. Indet H</i>	
	<i>Stichomitra sp A</i>	
	<i>Gen. Esp. Indet A</i>	

Apêndice N - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 4

Apêndice O - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 4 A

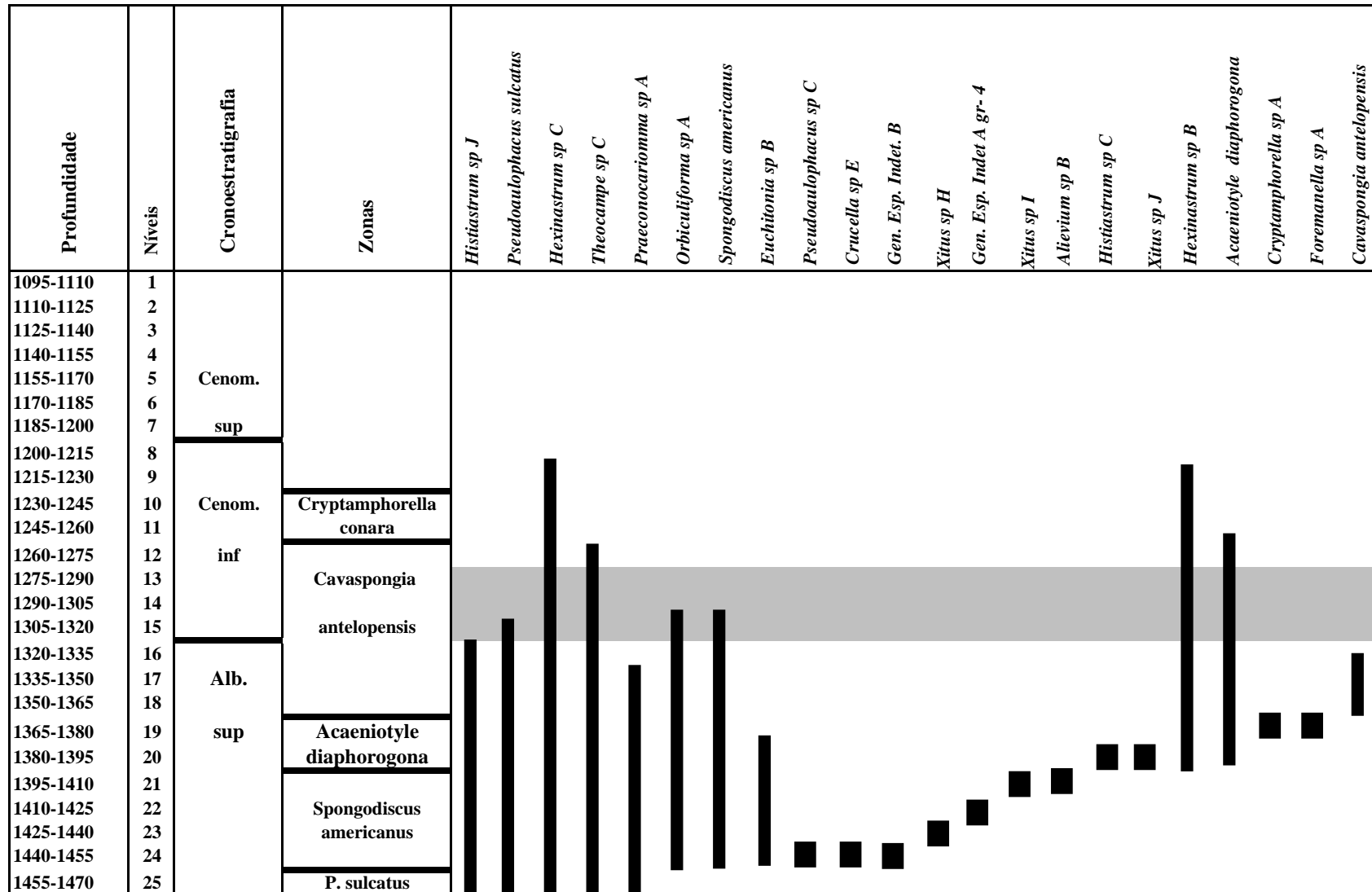
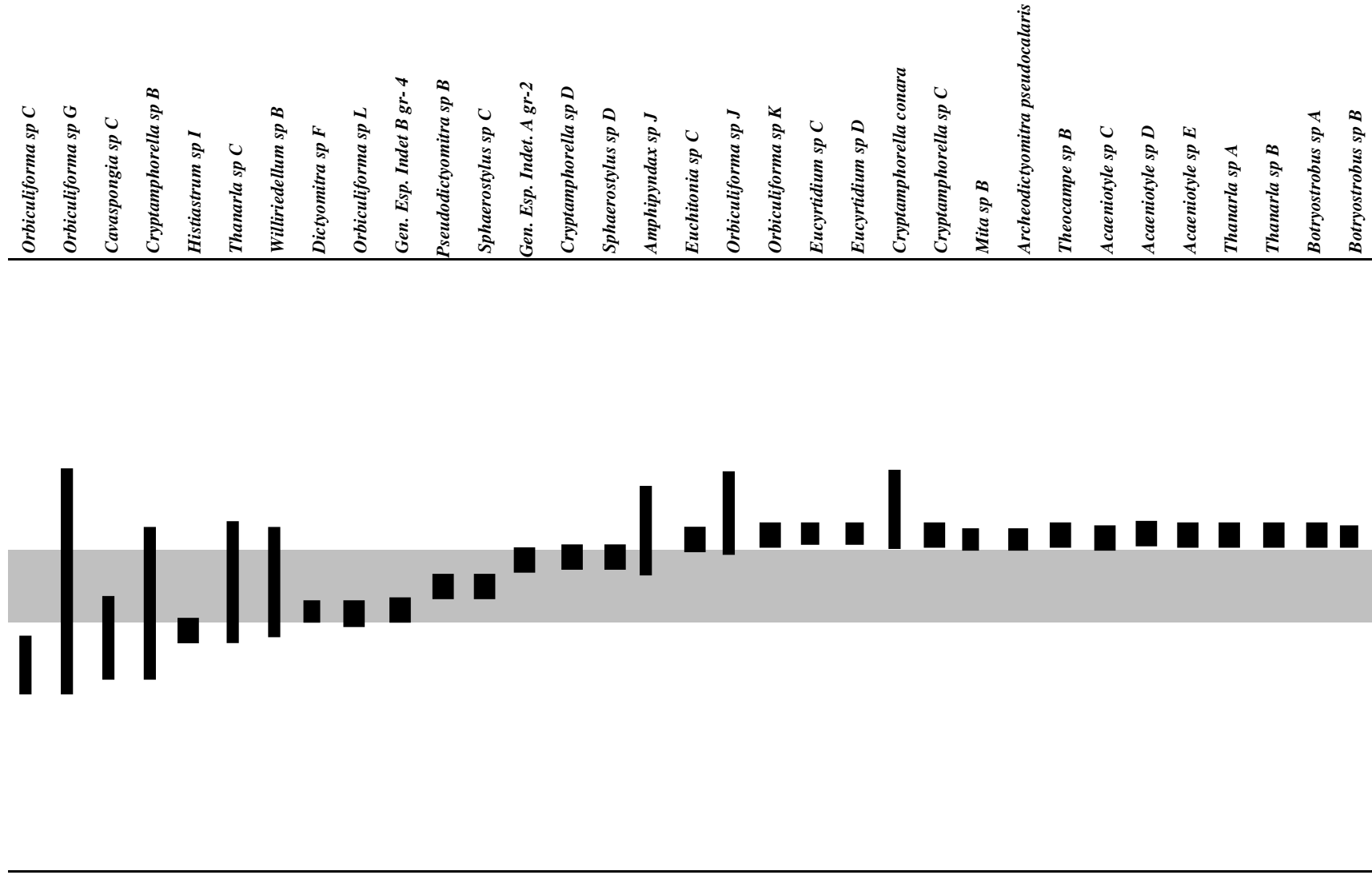


Tabela 15: Distribuição bioestratigrafica de esqueletos de radiolários, mostrando forte concentração no intervalo Cenomaniano inferior.

POÇO 1 MAS 4A



<i>Theocapsomma</i> sp A	■
<i>Sphaerostylus</i> sp B	■
<i>Willriedellum</i> sp A	■
<i>Foremanella</i> sp A	■
<i>Hexinastrum</i> sp A	■
Gen. Esp. Indet K	■
Gen. Esp. Indet B gr-1	■
Gen. Esp. Indet F gr-1	■
Gen. Esp. Indet B gr-2	■
Gen. Esp. Indet D gr-2	■
Gen. Esp. Indet A gr-6	■
Gen. Esp. Indet B gr-6	■
<i>Dictyomitra</i> sp E	■
<i>Hexinastrum</i> sp D	■
<i>Hexinastrum</i> cretaceum	■
<i>Dictyomitra</i> densicostata	■
<i>Euchitonia</i> santonica	●
<i>Crucella</i> sp D	■
<i>Acaeniotyle</i> sp B	■
Gen. Esp. Indet. A gr-2	■
Gen. Esp. Indet. C gr-1	■
<i>Xitus</i> spicularis	■
<i>Xitus</i> sp D	■
<i>Familia incerta sedis</i> B	■
Gen. Esp. Indet A	■
<i>Tholodiscus</i> sp B	■

Apêndice P - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 15

POÇO 1 MAS 15			
Intervalos (m)	Níveis	Cronostratigrafia	Orbiculiforma maxima Orbiculiforma sp C Spongodiscus americanus Pseudoaulophacus sulcatus Crucella sp G Cavaspongia sp A Alievium sp E Amphybrachium sp J Orbiculiforma sp E Xitus sp G Gen. Esp. Indet B gr- 3 Gen. Esp. Indet A gr- 3
2700-27	1	Cenom.	
2715-27	2		R
2730-27	3		MR
2748-27	4		MR
2766-27	5		C
2784-28	6		MR
2802-28	7		MR
2817-28	8		A P
2835-28	9		A P MR MR
2853-28	10		C
2871-28	11		C
2889-29	12		P
		Alb sup	MR MR

Tabela 16: Distribuição quantitativa de radiolários no poço 1 MAS 15.

Apêndice Q -Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 15

Apêndice R - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 1

POÇO 1 MAS 1

Intervalos (m)	Níveis	Cronoestratigrafia	Amphipyndax sp H	Amphipyndax sp I	Dictyomitra multicosata	Histiastrium sp J	Histiastrium sp L	Orbiculiforma multa	Orbiculiforma sp C	Pyramispongia sp B	Spongodiscus americanus	Crucella sp F	Hexinastrum cretaceum	Hexinastrum sp A	Hexinastrum sp B	Hexinastrum sp C	Hexinastrum sp D	Cavaspongia sp C	Cavaspongia sp F	Alievium sp B	Alievium sp C	Euchitonia sp A	Archeospongoprurum sp C	Amphybrachium sp G	Amphybrachium sp J	Praeconocaryoma sp A	Patellula sp A	Pseudoaulophacus sulcatus	Pseudoaulophacus sp A	Pseudoaulophacus sp C	Pseudoaulophacus sp E	Dumitricata sp A	Euchitonia sp D	xitus sp F	Stylodictya sp B			
906-924	1	Cenom. sup.																																				
924-942	2																																					
942-960	3																																					
960-978	4																																					
978-996	5																																					
996-1014	6																																					
1014-1032	7																																					
1032-1050	8																																					
1050-1068	9																																					
1068-1085	10																																					
1085-1104	11																																					
1104-1122	12	Cenom. sup ?																																				
1122-1140	13																																					
1140-1158	14																																					
1158-1176	15																																					
1176-1194	16																																					
1194-1212	17		MR									MR		C	A									MR														
1212-1230	18											MR																								R		
1230-1248	19																																				MR	
1248-1266	20								C						R	C								MR				C										
1266-1284	21					C		C						MR	MR						MR						A											
1284-1302	22	Cenom.										R		P	C	MR							MR												MR			
1302-1320	23	médio																							MR													
1320-1338	24																									MR												
1338-1356	25																																					MR
1356-1374	26			MR									MR															MR										MR
1374-1392	27				R				C		C							MR					MR				R	MR	P				MR		MR			
1392-1410	28	Cenom. inferior	C					A											MR	MR				MR		C			C	R								
1410-1428	29		P						C																				C		P							
1428-1446	30								MR											MR																		
1446-1464	31						MR																															
1464-1482	32											C																										
1482-1500	33																R												MR									

Tabela 18: distribuição quantitativa de esqueletos de radiolários no poço 1 MAS 1.

Apêndice S - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 1

POÇO 1 MAS 1

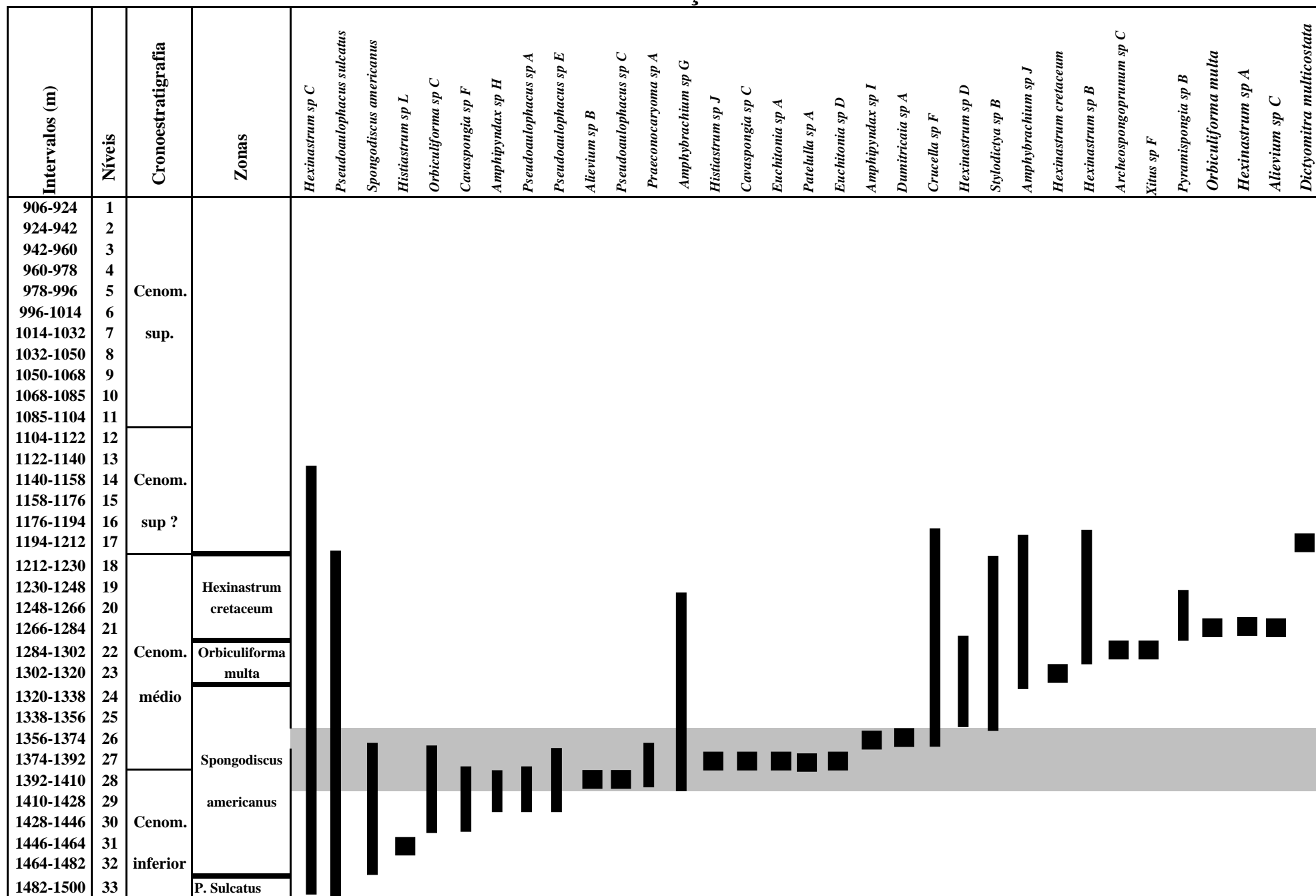


Tabela 19: Distribuição bioestratigráfica de esqueletos de radiolários no poço 1 MAS 1.

Apêndice T - Tabela de ocorrência de radiolários do poço 1 MAS 14

POÇO 1 MAS 14

Profundidade	Níveis	Cronostratigrafia	<i>Histiastrum latum</i>	<i>Alievium sp G</i>	<i>Orbiculiforma multa</i>	<i>Orbiculiforma maxima</i>	<i>Orbiculiforma sp C</i>	<i>Orbiculiforma sp Q</i>	<i>Orbiculiforma sp U</i>	<i>Pyramispongia sp A</i>	<i>Spongodiscus americanus</i>	<i>Pseudoaulophacus sp B</i>	<i>Hexinastrum sp B</i>	<i>Hexinastrum sp C</i>	<i>Alievium sp F</i>	<i>Cryptamphorella conara</i>	<i>Amplibrachium sp J</i>	<i>Theocampe sp D</i>	<i>Cromyodruppa concentrica</i>	<i>Praeconocaryoma? Universa</i>		
972-990	1	Cenom. superior																				
990-1008	2																					
1008-1026	3																					
1026-1044	4																					
1044-1062	5																					
1062-1080	6																					
1080-1098	7																					
1098-1116	8																					
1116-1134	9																					
1134-1152	10																					
1152-1170	11																					
1170-1188	12																					
1188-1206	13																					
1206-1224	14																					
1224-1242	15																					
1242-1260	16																					
1260-1278	17																					
1278-1296	18																					
1296-1314	19																					
1314-1332	20																					
1332-1350	21																					
1350-1368	22																					
1368-1386	23																					
1386-1404	24																					
1404-1422	25	Cenom. médio																				
1422-1440	26																					
1440-1458	27																					
1458-1476	28													MR			MR				MR	
1476-1494	29			MR																		
1494-1512	30													C								
1512-1530	31																	R				
1530-1548	32																					
1548-1566	33													C		MR						
1566-1584	34	Cenom. inferior																				
1584-1602	35																					
1602-1620	36																				R	
1620-1638	37								C				P									
1638-1656	38			MR				A	MR			A	MR									MR
1656-1674	39			MR MR						MR		A		A		MR						C
1674-1692	40					R				MR		R						MR				
1692-1710	41					MR																

Tabela 20: Distribuição quantitativa de esqueletos de radiolários no poço 1 MAS 14

Apêndice U - Tabela de distribuição de radiolários do poço 1 MAS 14

POÇO 1 MAS 14

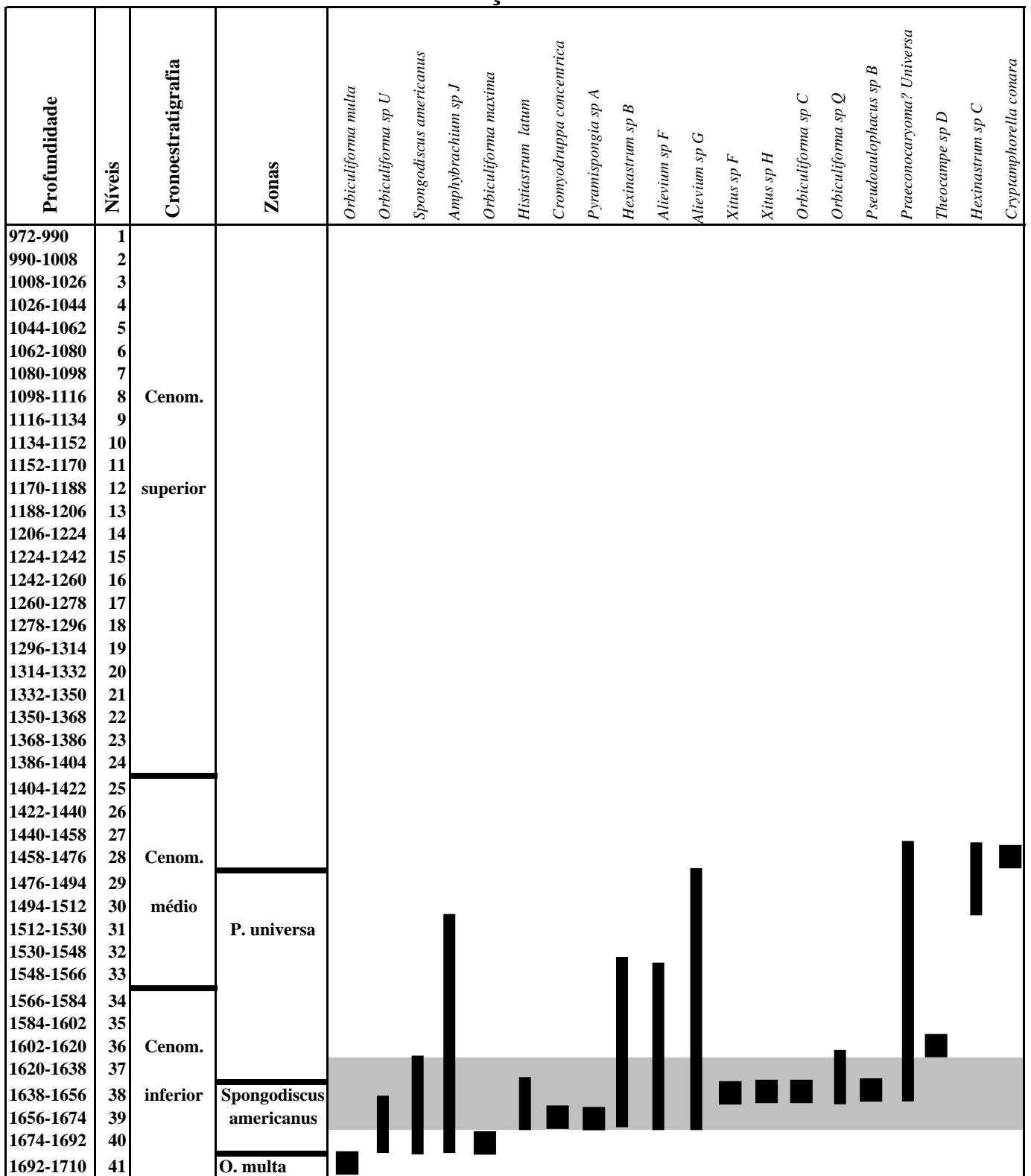


Tabela 21: Distribuição Bioestratigrafica dos radiolários no poço IMAS 14.