UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

MARCELLA ANDRADE DE OLIVEIRA ALVES

CISTOS DE DINOFLAGELADOS DAS FORMAÇÕES GRAMAME E MARIA FARINHA – SEÇÃO MAASTRICHTIANA-PALEOCÊNICA DA BACIA DA PARAÍBA: UMA ANÁLISE TAXONÔMICA, BIOESTRATIGRÁFICA E PALEOECOLÓGICA.

RECIFE

2017

MARCELLA ANDRADE DE OLIVEIRA ALVES

CISTOS DE DINOFLAGELADOS DAS FORMAÇÕES GRAMAME E MARIA FARINHA – SEÇÃO MAASTRICHTIANA-PALEOCÊNICA DA BACIA DA PARAÍBA: UMA ANÁLISE TAXONÔMICA, BIOESTRATIGRÁFICA E PALEOECOLÓGICA.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como preenchimento parcial dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Geociências.

Área de concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Sonia Maria Oliveira Agostinho da Silva.

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo de Araujo Carvalho.

RECIFE

2017

Catalogação na fonte
Bibliotecária Valdicèa Alves, CRB-4 / 1260

A474c Alves, Marcella Andrade de Oliveira.
Cistos de dinoflagelados das formações Gramame e Maria Farinha – seção maastrichtiana-paleocênica da Bacia da Paraíba: uma análise taxonômica, bioestratigráfica e paleoecológica. / Marcella Andrade de Oliveira Alves. - 2017.
330 fls., ils., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Sonia Maria Oliveira Agostinho da Silva.
Coorientador: Prof. Dr. Marcelo de Araujo Carvalho.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2017.
Inclui Referências, Anexos e Apêndices.

1. Geociências. 2. Bacia da Paraíba. 3. Cistos de dinoflagelados. 4. Bioestratigrafia. 5. Paleoecologia. 6. Paleobiogeografia. I. Silva, Sonia Maria Oliveira Agostinho da. (Orientadora). II. Carvalho, Marcelo de Araujo. (Coorientador). III. Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.) BCTG/2017-406

MARCELLA ANDRADE DE OLIVEIRA ALVES

CISTOS DE DINOFLAGELADOS DAS FORMAÇÕES GRAMAME E MARIA FARINHA – SEÇÃO MAASTRICHTIANA-PALEOCÊNICA DA BACIA DA PARAÍBA: UMA ANÁLISE TAXONÔMICA, BIOESTRATIGRÁFICA E PALEOECOLÓGICA.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de doutora em Geociências.

Aprovada em: 01/09/2017

BANCA EXAMINADORA

Dr.ª Sonia Maria Oliveira Agostinho da Silva (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Mário Ferreira de Lima Filho (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.ª Dr.ª Enelise Katia Piovesan (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo Alves de Souza (Examinador Externo)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Eduardo Premaor (Examinador Externo)
Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

À MARIA CLARA,
minha filha.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências por ter aprovado este projeto e fornecido todo o suporte técnico e administrativo para a realização do mesmo.

À banca examinadora do exame de qualificação e de defesa final da tese, das quais fizeram parte a Profa. Dra.Enelise Katia Piovesan, Prof. Dr. Paulo Alves de Souza, Prof. Dr. João Graciano Mendonça Filho, Prof. Dr. Mário Ferreira de Lima Filho e Dr. Eduardo Premaor, pelo direcionamento para a conclusão deste estudo e sugestões para o aprimoramento desta versão final.

Ao PFRH (PETROBRAS), pela outorga da bolsa de estudos.

À Petrobras, em nome dos geólogos Me. Oscar Strohschoen Jr., Gerente da Bioestratigrafia e Paleoecologia Aplicada do CENPES, e da Dra. Elizabete Pedrão Ferreira, pelo suporte nas etapas de preparação e confecção das lâminas palinológicas.

Ao Dr. Henrique de Oliveira Lima por disponibilizar as amostras para a realização desta pesquisa.

À Fundação Paleontólogica Phoenix, em nome do geólogo Dr. Wagner Souza Lima, pela cessão de parte das amostras estudadas nesta tese e pelas discussões sobre os aspectos geológicos da área de estudo.

À Profa. Dra. Sonia Maria Oliveira Agostinho da Silva e ao Prof. Dr. Marcelo de Araújo Carvalho, por acreditarem no projeto e aceitarem o compromisso de orientar esta tese.

À geóloga Ma. Cecília Cunha Lana, pela solicitude e assistência nas interpretações bioestratigráficas e paleoecológicas.

RESUMO

Esta tese apresenta o estudo palinoestratigráfico, com ênfase nos cistos de dinoflagelados, realizado em três afloramentos (pedreiras Cipasa, Nassau e Poty) representativos da seção maastrichtiana/paleocênica (formações Gramame e Marinha Farinha), da Bacia da Paraíba. Foram identificadas 96 espécies de cistos de dinoflagelados. Outros palinomorfos, como os miósporos e palinoforaminíferos, foram considerados nas análises palinológicas, apoiando as interpretações bioestratigráficas e paleoambientais. Os cistos de dinoflagelados contribuíram com a definição de seis zonas: zonas *Adnatosphaeridium buccinum, Yolkinigymnium lanceolatum e Dinogymnium* spp., no Maastrichtiano e zonas *Disphaerogena carposphaeropsis, Cerodinium diebelii* e *Damassadinium californicum,* no Paleoceno. Zonas de miósporos também foram propostas para respaldar o biozoneamento supracitado: zonas *Ariadnaesporites spinosus* e *Gabonisporis vigourouxii*, do Maastrichtiano e zona *Echitricolpites communis*, do Paleógeno. A distribuição das frequências relativas do ecogrupos de cistos de dinoflagelados caracterizou, no Cretáceo superior, um ambiente predominantemente nerítico externo, com base na ocorrência do grupo *Operculodinium* associado aos complexos *Spiniferites-Achomosphaera-Hafniasphaera* e *Cordosphaeridium-Disphaerogena*. No Paleógeno, a dominância da associação *Operculodinium-Glaphyrocysta-Fibrocysta* infere a deposição em ambiente nerítico interno. Neste intervalo, as análises quantitativas fundamentadas nas relações entre os palinomorfos terrestres e marinhos evidenciaram uma maior influência do continente no ambiente deposicional. A palinoflora caracterizada na seção avaliada aponta a dominância de climas quentes e úmidos. A relevante contribuição dos esporos de pteridófitas, na seção Cretáceo/Paleógeno, corrobora esta interpretação. Quanto à associação de cistos de dinoflagelados, os gêneros peridinioides cretáceos indicam uma relação com águas tropicais a subtropicais, situada no domínio de Tétis.

Palavras-chave: Bacia da Paraíba. Cistos de dinoflagelados. Bioestratigrafia. Paleoecologia. Paleobiogeografia.

ABSTRACT

This thesis presents the palynostratigraphic study, with emphasis in dinoflagellates cysts, realized in three outcrops (quarries Cipasa, Nassau e Poty) representatives of the Paraiba Basin's Maastrichtian/Paleocene section (Gramame e Marinha Farinha formations). There were identified 96 species of dinoflagellate cysts. Other palynomorphs such as myospores and palynoforaminifera were considered in the palynological analyses, supporting the biostratigraphic and paleoenviromental interpretations. The dinoflagellates cysts contributed with the definition of six zones: *Adnatosphaeridium buccinum, Yolkinigymnium lanceolatum* and *Dinogymnium* spp. zones in the Masstrichtian and *Disphaerogena carposphaeropsis, Cerodinium diebelii* and *Damassadinium californicum* zones in the Paleocene. Myospore zones were also proposed to endorse the above biozoneament: *Ariadnaesporites spinosus* and *Gabonisporis vigourouxii*, zones in the Maastrichtian and *Echitricolpites communis* zone, in the Paleogene. The distribution of the eco-groups relative frequencies of the dinoflagellates cysts characterized, in the Upper Cretaceous, a predominant extern neritic environment, based in the occurrence of the *Operculodinium* group associated to the *Spiniferites-Achomosphaera-Hafniasphaera* and *Cordosphaeridium-Disphaerogena* complexes. In the Paleogene, the dominance of the *Operculodinium-Glaphyrocysta-Fibrocysta* association infers deposition in an inner neritic environment. In this interval, the the quantitative analysis based on the relationship between the marine and terrestrial palynomorphs evidence a higher continental influence in the depositional environment. The characterized palynoflora of the studied section points to a hot and humid weathered dominance. The relevant contribution of the pteridophytes spores in the Paleogene/Cretaceous section corroborates with this interpretation. Regarding the dinoflagellate cysts association, the Cretaceous peridinioids genders indicates a relationship with tropical to subtropical waters, located in Tethys domain.

Keywords: Paraiba Basin. Dinoflagellate cysts. Biostratigraphy. Paleoecology. Paleobiogeography.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....11

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... 11
1.2 HIPÓTESES E OBJETIVOS..... 14

2 ASPECTOS GEOLÓGICOS.....16

2.1 BACIA DA PARAÍBA..... 16
2.2 FORMAÇÕES GRAMAME E MARINHA FARINHA..... 20

2.2.1 Formação Gramame.....20
2.2.2 Formação Maria Farinha.....21

2.3 LOCALIDADES DE ESTUDO: PEDREIRAS NASSAU, CIPASA E POTY..... 22

2.3.1 Pedreira Cipasa.....22
2.3.2 Pedreira Nassau.....23
2.3.3 Pedreira Poty.....23

3 TRABALHOS ANTERIORES.....26

3.1 PALEONTOLOGIA DAS FORMAÇÕES GRAMAME E MARIA FARINHA..... 26
3.2 PALINOLOGIA DAS FORMAÇÕES GRAMAME E MARIA FARINHA..... 27

4 MATERIAIS E MÉTODOS..... 30

4.1 COLETA DAS AMOSTRAS..... 30
4.2 PROCESSAMENTO DAS LÂMINAS PALINOLÓGICAS..... 30
4.3 ANÁLISES PALINOLÓGICAS..... 35

4.3.1 Análises qualitativas: estudo taxonômico e bioestratigrafia.....35
4.3.2 Análises quantitativas: análise paleoecológica.....36

4.3.2.1 Abundância e Frequência Relativa ……..……..... 37
4.3.2.2 Índices de Diversidade: índice de marinidade (IPM), índice terrígenos/marinhos (*t/m*), índice peridinioides/gonyaulacoides (P/G) ……..... 38
4.3.2.3 Grupos morfológicos – Ecogrupos 39

5 O CRETÁCEO/PALEÓGENO..... 40

5.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O LIMITE K-Pg.....40
5.2 PALEOGEOGRAFIA E PALEOCEANOGRAFIA.....44
5.3 VARIAÇÕES PALEOAMBIENTAIS ATRAVÉS DO K-Pg.....45

6 PALINOLOGIA.....49
6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS E DEFINIÇÕES..... 49
6.2 MIÓSPOROS: GRÃOS DE PÓLEN E ESPOROS.....49
6.3 CISTOS DE DINOFLAGELADOS..... 52
6.4 ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS..... 54
6.5 ASPECTOS BIOESTRATIGRÁFICOS.....56

7 SISTEMÁTICA TAXONÔMICA..... 59

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS..... 59
7.2 CLASSIFICAÇÃO SISTEMÁTICA DOS CISTOS DE DINOFLAGELADOS..... 60

8 ANÁLISE BIOESTRATIGRÁFICA..... 162

8.1 ARCABOUÇO BIOESTRATIGRÁFICO BASEADO NOS MIÓSPOROS.....162
8.2 ARCABOUÇO BIOESTRATIGRÁFICO BASEADO NOS CISTOS DE DINOFLAGELADOS.....166

8.3 BIOESTRATIGRAFIA DOS AFLORAMENTOS AVALIADOS.....173

8.3.1 Pedreiras Cipasa..... 173
8.3.2 Pedreira Nassau.....176
8.3.3 Pedreira Poty..... 177

8.4 CORRELAÇÃO BIOCRONOESTRATIGRÁFICA DOS AFLORAMENTOS..... 181
8.5 LOCALIZAÇÃO DO LIMITE K-Pg NA PEDREIRA POTY..... 184
8.6 CORRELAÇÕES COM O MÉTODO DOS NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS..... 187
8.7 CORRELAÇÕES COM OUTRAS BACIAS BRASILEIRAS..... 190
8.8 CORRELAÇÃO COM OUTRAS SEÇÕES NO MUNDO..... 194

9 ANÁLISE PALEOECOLÓGICA E INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL..... 196

9.1 PEDREIRA CIPASA.....196

9.1.1 Integração e interpretação dos dados.....196

9.2 PEDREIRA NASSAU..... 208

9.2.1 Integração e interpretação dos dados..... 208

9.3 PEDREIRA POTY..... 216

9.3.1 Integração e interpretação dos dados.....216

9.4 INTEGRAÇÃO DOS AFLORAMENTOS ESTUDADOS..... 222
9.5 COMPARAÇÕES COM OUTRAS SEÇÕES..... 228

9.5.1 Padrões de distribuição dos ecogrupos de cistos de dinoflagelados..... 228

10 ASPECTOS PALEOBIOGEOGRÁFICOS..... 231

10.1 PROVINCIALISMO DOS CISTOS DE DINOFLAGELADOS PERIDINIOIDES..... 231
10.2 PROVÍNCIAS PALINOFLORÍSTICAS..... 233

11 CONCLUSÕES..... 237

REFERÊNCIAS..... 241

ESTAMPAS.....275

ESTAMPAS 1-10 – CISTOS DE DINOFLAGELADOS..... 275

ESTAMPAS 11-12 – MIÓSPOROS..... 296

ESTAMPA 13 – OUTROS PALINOMORFOS..... 301

APÊNDICES.....304

APÊNDICES 1-6 – TABELAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS CISTOS DE DINOFLAGELADOS, MIÓSPOROS E OUTROS PALINOMORFOS.....304

APÊNDICES 7-15 – ANÁLISES QUANTITATIVAS..... 311

APÊNDICES 16-17 – LISTAS DAS ESPÉCIES DE PALINOMORFOS.....321

APÊNDICE 18 – DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DAS ESPÉCIES DE CISTOS DE DINOFLAGELADOS CONFORME A LITERATURA INTERNACIONAL..... 329

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

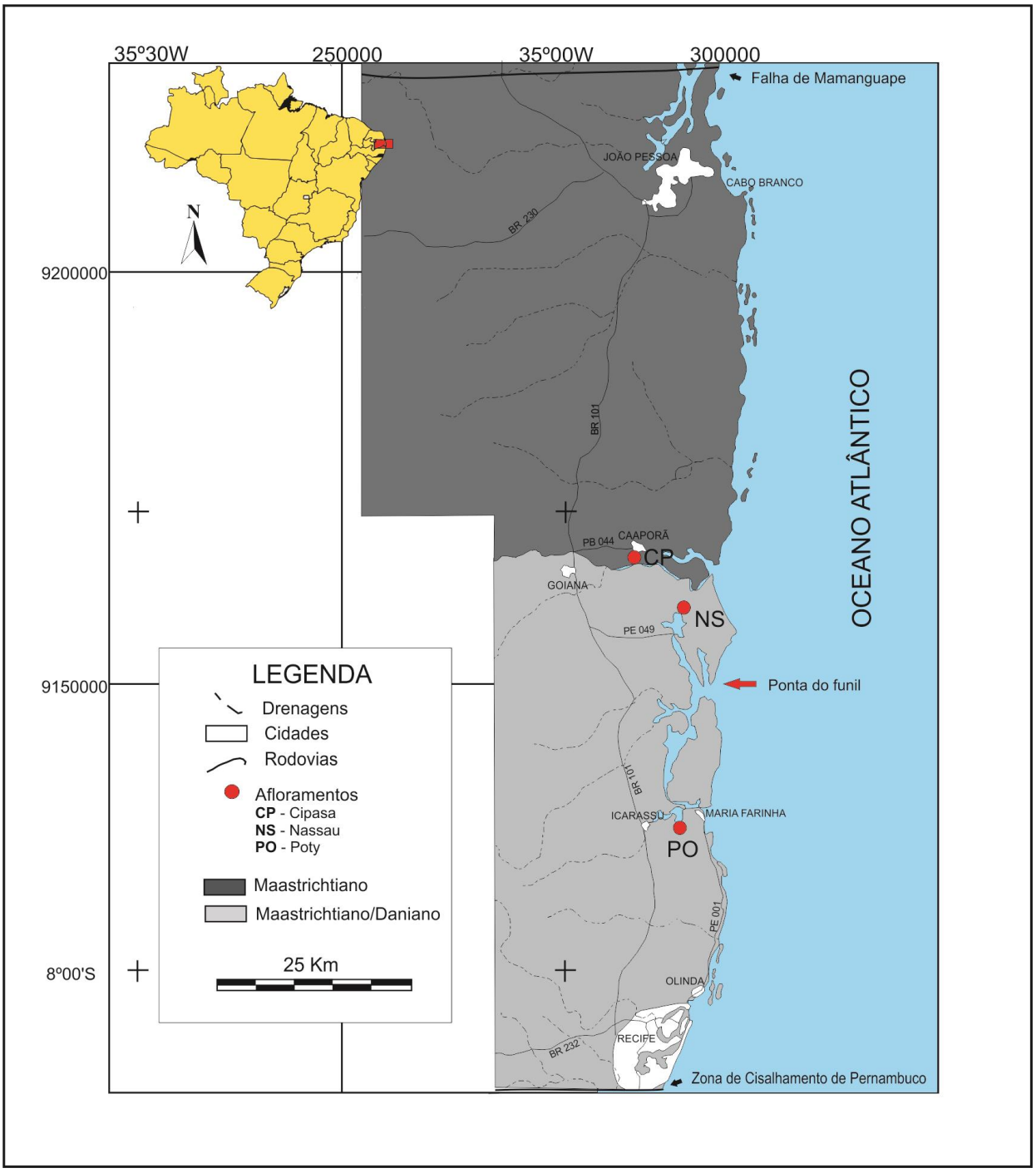
A Bacia da Paraíba ocupa uma estreita faixa ao longo do litoral de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, possuindo uma abrangência de cerca de 9000 km^2, na sua porção emersa, e 24000 km^2, na plataforma continental (Feijó, 1994). De acordo com Barbosa (2004), geologicamente é limitada, ao sul, pela Zona de Cisalhamento de Pernambuco e, ao norte, pela Falha de Mamanguape (Fig.1.1).

Foi documentada a existência de dezenas de afloramentos da sequência carbonática relativa ao Cretáceo-Paleógeno (K-Pg), nessa bacia (Lima *et al*., 1996; Lima, 2002). Tais rochas são exploradas com finalidades comerciais por pedreiras, na lavra de fábricas de cimento, e representam importantes exposições permanentes de rochas não intemperizadas, representadas pelas Formações Gramame e Maria Farinha.

Os trabalhos sobre palinologia ainda são considerados escassos, para a área em análise, tendo em vista que a maior parte dos dados palinoestratigráficos relativos à seção K-Pg provém do hemisfério norte, oriundos de inúmeras investigações de cunho bioestratigráfico e paleoecológico, baseadas principalmente nos cistos de dinoflagelados (e.g. Brinkhuis & Leereveld, 1988; Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Habib & Miller, 1989; Fensome *et al*., 2009; Prauss, 2009; Slimani *et al*., 2010).

Por outro lado, nas últimas três décadas, importantes estudos palinológicos vem sendo elaborados, no hemisfério sul, a fim de intensificar as pesquisas bioestratigráficas, fornecendo novas informações, que auxiliam para a elucidação dos eventos biológicos e geológicos relacionados à grande extinção em massa ocorrida neste evento de ordem catastrófica, conhecido no meio científico como passagem ou limite K-Pg (e.g. Regali *et al*., 1974a,b; Lana & Botelho Neto, 1989; Albertão, 1993; Regali, 1991, 1994; Albertão *et al*., 1994; Arai, 1994; Arai & Botelho Neto, 1996; Quattrochio & Volkheimer, 2000; Lana & Roesner, 2002; Prámparo & Papú, 2006; Sarkis, 2002; Sarkis *et al.*, 2002; Quattrocchio & Sarjeant, 2003; Daners & Guerstein, 2004; Ferreira, 2004; Williams *et al*. 2004; Albertão & Martins Jr., 2006; Fauth *et al*., 2012). Boa parte destes estudos também está fundamentada nos cistos de dinoflagelados (e.g. Lana & Botelho-Neto, 1989; Arai & Botelho Neto, 1996; Lana & Roesner, 2002; Daners & Guerstein, 2004; Williams *et al*. 2004).

Figura 1.1 – Localização da área de estudo.



Destaque para os afloramentos estudados. Nessa área é possível observar os depósitos correspondentes à seção K/Pg, com destaque para a Pedreira Poty e a área da Ponta do Funil. Fonte: modificado de Lima (2002).

Dado o exposto, esta tese apresenta-se como uma valiosa contribuição quando propõe uma extensa análise palinológica de três afloramentos representativos dos sedimentos maastrichtianos/danianos da Bacia da Paraíba (Cipasa, Nassau e Poty), localizados ao norte da cidade de Recife (Fig.1.1), contribuindo, assim, para um maior

conhecimento dos eventos biológicos e geológicos que marcaram essa passagem nessa bacia.

Levando em consideração os afloramentos assinalados na literatura, a Pedreira Poty desponta como o mais estudado por palinologia. Conforme Albertão *et al*. (1994), no mencionado sítio de investigação, o limite Cretáceo/Paleógeno encontra-se muito bem representado, com a exposição de registros razoavelmente completos do aludido evento. Na área da Ponta do Funil, localizada mais a norte (Fig.1.1), em direção ao Estado da Paraíba, também foram observadas importantes evidências dessa passagem, de acordo com Albertão & Martins Jr. (2006).

Foi somente a partir da década de 1990 que tomaram impulso as explorações na seção K-Pg da Pedreira Poty, com a realização de uma série de estudos multidisciplinares, os quais promoveram uma melhor compreensão dos fenômenos associados ao amplo registro fossilífero observado neste intervalo, em várias regiões ao redor do mundo.

Em vista disso, a seção acima foi analisada com enfoque em sedimentologia, geoquímica e bioestratigrafia, sendo a bioestratigrafia inserida como ferramenta essencial no posicionamento do limite K-Pg e na promoção de inferências paleoecológicas, paleogeográficas e paleoambientais. No que concerne à abordagem bioestratigráfica e paleoecológica, são conhecidos os trabalhos de Tinoco (1967, 1969, 1971, 1976), Mabesoone *et al*. (1968), Regali (1980), Regali & Gonzaga (1983), Lana & Botelho (1989), Stinnesbeck *et al*. (1991); Albertão (1993), Stinnesbeck *et al.* (1993), Albertão *et al.* (1994), Arai (1994), Kegel (1955), Koutsoukos (1995, 1996a,b; 1998), Stinnesbeck & Keller (1995, 1996a,b), Fauth (2000), Grassi (2000), Lima (2002), Sarkis (2002), Sarkis *et al*. (2002).

A integração dos dados acima contribui significativamente para a reconstrução dos eventos geológicos relacionados à formação dos depósitos maastrichtianos-danianos da Bacia da Paraíba, cooperando, de forma efetiva, para o conhecimento de sua história de evolução deposicional. Conforme Antunes e Azevedo (2011), a bioestratigrafia, como técnica de análise estratigráfica, auxilia na percepção da disposição (geometria) das camadas, em uma área sedimentar, propiciando, a partir do reconhecimento das associações microfossilíferas, a aquisição de informações valiosas, no tocante ao seu arcabouço geológico, que subsidiam a pesquisa e interpretação do ambiente antigo de sedimentação.

A Palinologia, nessa perspectiva, apresenta-se como uma ferramenta de grande utilidade na indústria de petróleo, cujo potencial em pesquisas no setor de exploração de óleo e gás é reconhecido mundialmente.

1.2 HIPÓTESES E OBJETIVOS

O presente estudo está fundamentado nas seguintes hipóteses:

- ocorreram mudanças nas associações dos cistos de dinoflagelados através da passagem K-Pg;
- estas mudanças nas associações palinológicas foram condicionadas pelas variações no ambiente deposicional.
- tais mudanças são correlacionáveis às observadas em regiões de baixa latitude de outras partes do mundo, considerando que estes organismos demostram um efetivo controle latitudinal de sua distribuição.
- os cistos de dinoflagelados prestam-se efetivamente para a datação e refinamento da seção carbonática representada pelas formações Gramame e Marinha Farinha, em razão do baixo aporte de material terrígeno observado, em geral, em ambientes carbonáticos.

Pretende-se, dessa forma, avaliar e caracterizar, palinologicamente, a seção Maastrichtiana/Paleocênica, evidenciando a taxonomia, bioestratigrafia e paleoecologia, cujo objetivo principal é demonstrar o valor bioestratigráfico e paleoecológico dos cistos de dinoflagelado para a área de estudo.

Para este fim, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- inventariar os cistos de dinoflagelados que caracterizam a seção em análise, contribuindo para o maior conhecimento da diversidade palinológica da Bacia da Paraíba;
- reconhecer e determinar os cistos de dinoflagelados diagnósticos de zonas, bem como outras espécies características com potencial bioestratigráfico para a datação dos sedimentos, no intervalo de interesse;
- construir um zoneamento bioestratigráfico para refinar a biocronoestratigrafia da seção em estudo.
- correlacionar as zonas palinológicas com outros métodos bioestratigráficos (e.g. nanofósseis calcários e foraminíferos planctônicos), de forma a promover calibração à referida seção;

- identificar e avaliar os potenciais grupos de cistos de dinoflagelados indicadores paleoambientais;
- promover análises quantitativas para balizar os estudos peleoecológicos e paleoambientais (inferências paleoclimáticas e paleoceanográficas).

2 ASPECTOS GEOLÓGICOS

2.1 BACIA DA PARAÍBA

A Bacia em estudo, denominada Bacia da Paraíba, em consonância com Lima (1998), é reconhecida como uma bacia de margem continental passiva ou do tipo atlântica, de forma que a sua origem e evolução estão intimamente relacionadas aos eventos ligados à deriva continental, que culminaram na separação dos continentes sul-americano e africano e na formação do Oceano Atlântico (Asmus & Porto, 1972; Souza, 2006). Os processos envolvidos na origem e evolução tectônica e sedimentar da referida bacia estão descritos em inúmeros trabalhos (e.g. Chang *et al*., 1990; Feijó, 1994; Mabesoone, 1996; Barbosa, 2004; Barbosa & Lima Filho, 2005; Lima Filho *et al*., 2005; Lima-Filho *et al*., 2006, Barbosa *et al*., 2008, dentre outros).

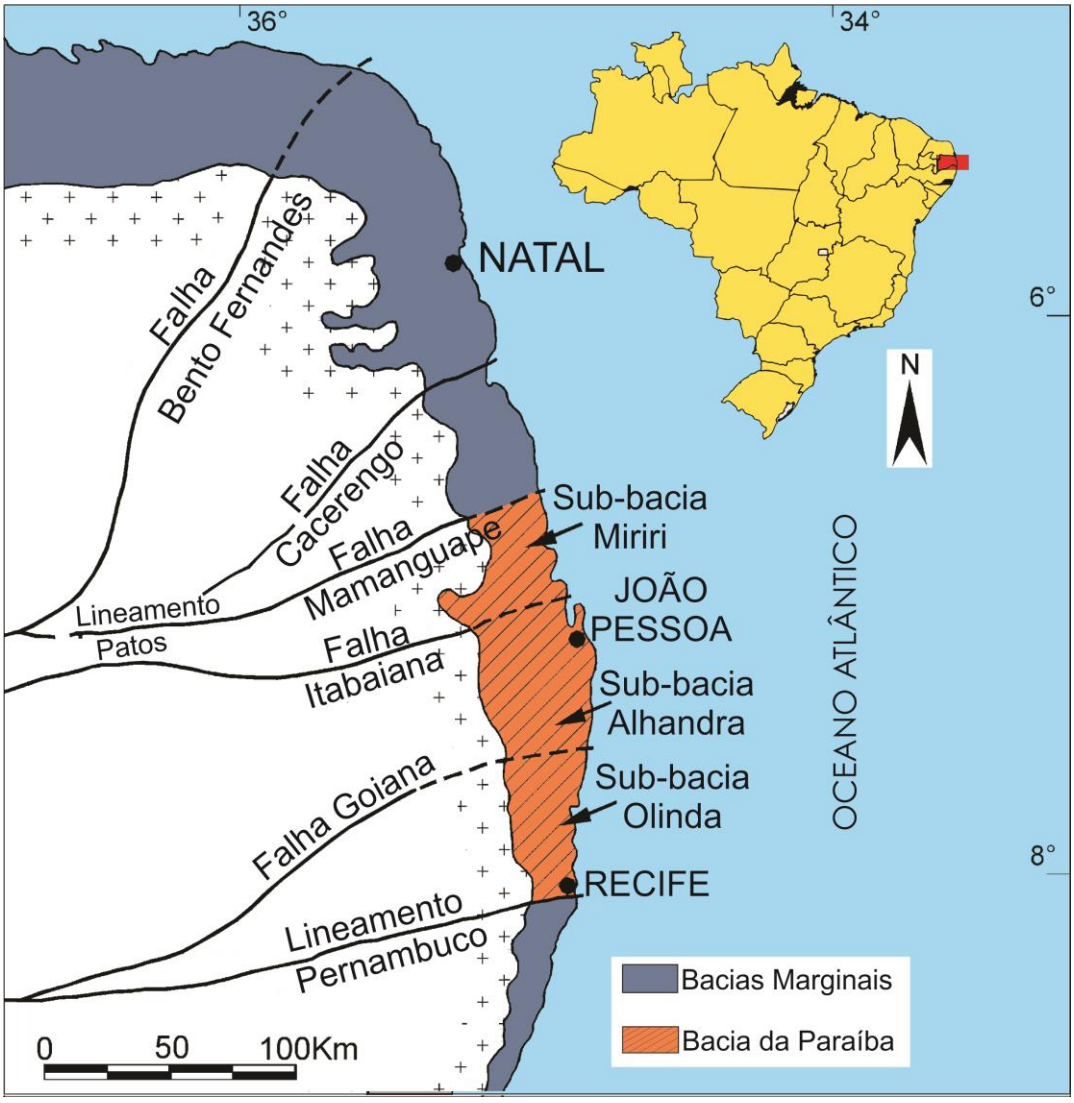
Alguns autores avaliaram a Bacia da Paraíba como inserida em um contexto de bacia marginal única, denominada Bacia Pernambuco-Paraíba (e.g., Mabesoone & Alheiros, 1993; Feijó, 1994; Souza-Lima *et al*., 2003; Almeida *et al*., 2005; Córdoba *et al*., 2007). Interpretações pioneiras, de ordem tectônica e estratigráfica, realizadas nas décadas de 70 e 80, promoveram a construção de um modelo generalista para toda a faixa correspondente às bacias de Pernambuco e da Paraíba, compreendida como o último trecho de ligação entre as placas sul-americana e africana (e.g. Asmus & Carvalho, 1978; Rand & Mabesoone, 1982). Conforme Barbosa & Lima Filho (2005), tais abordagens, que incluem as bacias supracitadas em uma faixa sedimentar contínua, proporcionam uma exploração limitada de ambas as áreas, restringindo o conhecimento sobre os eventos ligados à abertura do Atlântico Sul.

À vista disso, estudos diversos defendem que as bacias de Pernambuco e da Paraíba contam com características estruturais e geológicas distintas (e.g., por Lima Filho, 1998; Lima Filho *et al*., 1998; Lima Filho & Szatmari, 2002; Almeida *et al*., 2005; Córdoba *et al*., 2007) e, dessa forma, devem ser avaliadas como compartimentos diferenciados.

Essas pesquisas abordam em detalhes os aspectos tectônicos e sedimentares envolvidos na gênese e evolução das bacias em questão (Lima Filho, 1998; Barbosa *et al*., 2003; Barbosa, 2004; Barbosa & Lima Filho, 2005, 2006; Lima Filho *et al*., 2005; Souza, 2006; Barbosa *et al*., 2008), delimitando-as e auxiliando na reconstrução dos eventos de ruptura e deriva dos continentes sul-americano e africano (Rand & Mabesoone, 1982; Lima Filho *et al*., 2006).

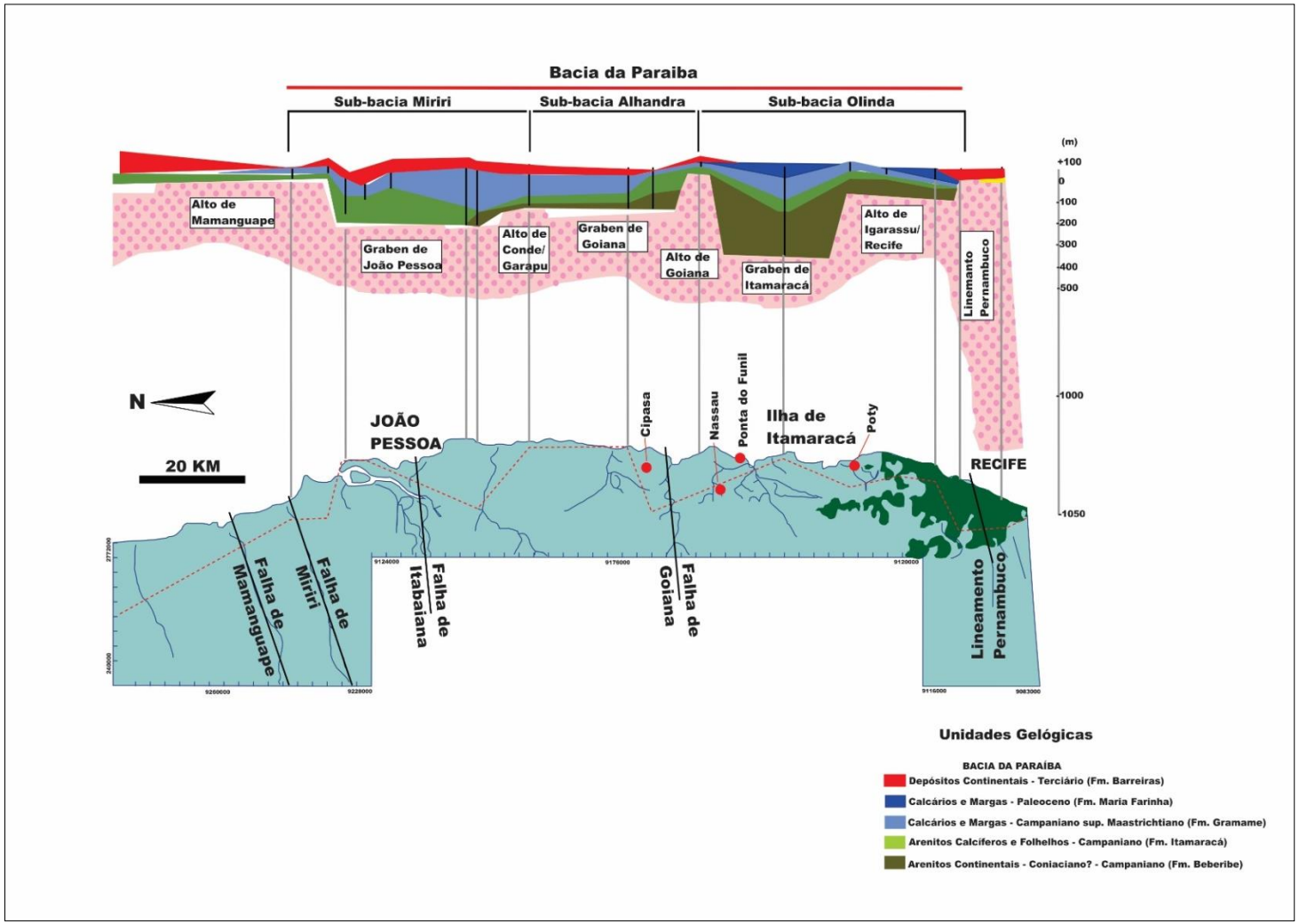
Nesse contexto, compreende-se a Bacia da Paraíba como a faixa sedimentar limitada ao sul pelo Lineamento Pernambuco, na cidade de Recife, e ao norte, pelo Alto de Mamanguape (Fig.2.1), após a cidade de João Pessoa (Barbosa, 2007). Divide-se em três sub-bacias, que são limitadas por grandes falhas do embasamento Pré-Cambriano no sentido geral E-W e NE. De sul para norte, a bacia é individualiza nas sub-bacias Olinda, Alhandra e Miriri (Fig.2.2), conforme Barbosa *et al*. (2003).

Figura 2.1 – Localização da faixa costeira que compreende a Bacia da Paraíba.



Destaque para os aspectos geológicos estruturais que limitam a bacia em estudo, separando-a das bacias marginais adjacentes, e que estão envolvidos na compartimentação da mesma em três sub-bacias: Miriri, Alhandra e Olinda. Fonte: modificado de Souza (2006).

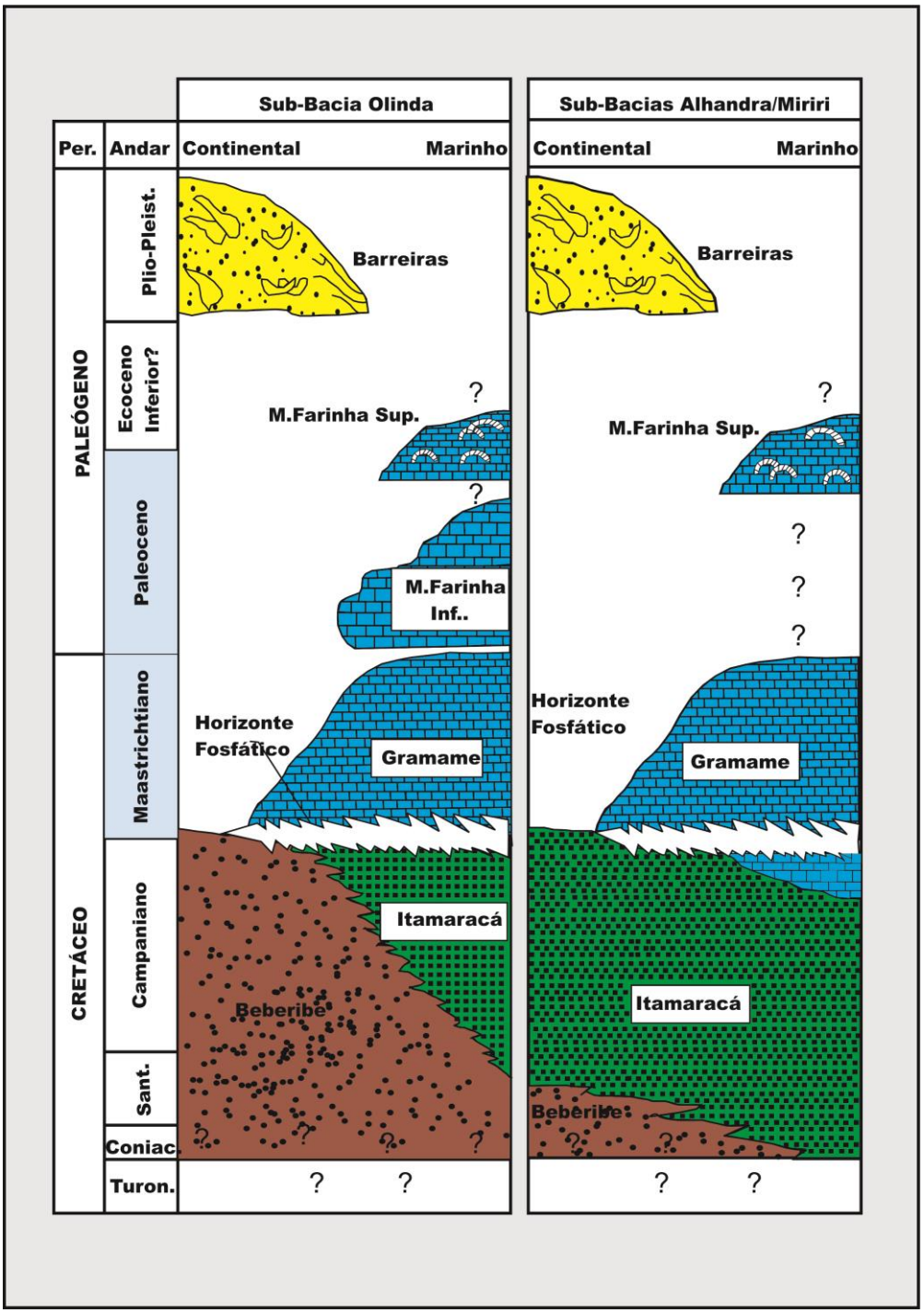
Figura 2.2 – Seção geológica ao logo da faixa costeira da Bacia da Paraíba.



Apresenta os domínios e feições estruturais que caracterizam a mesma. Destaque para os afloramentos estudados: Cipasa, Nassau e Poty. Fonte: modificado de Barbosa & Lima Filho (2005).

Pelo exposto e discutido nos parágrafos anteriores, optou-se pela utilização da carta estratigráfica de Souza (2006), para a elaboração do presente trabalho, a qual pressupõe as bacias de Pernambuco e da Paraíba como bacias individuais e distintas, representativas de compartimentos tectônicos e sedimentares particulares (Fig.2.3).

Figura 2.3 – Carta estratigráfica da Bacia da Paraíba.



Ênfase no intervalo de estudo, representado pela sequência Gramame/Maria Farinha. Fonte: modificado de Souza (2006).

Estratigraficamente, a Bacia da Paraíba apresenta três grandes sequências, assim denominadas: sequência clástica inferior, sequência carbonática e sequência clástica superior. A sequência carbonática é o cerne da análise palinoestratigráfica proposta nesta tese, sendo representada pelas Formações Gramame e Maria Farinha (Fig.2.3), em conformidade com Souza (2006). Essas unidades litoestratigráficas são englobadas pelo Grupo Paraíba, que abrange toda a sequência litológica correspondente ao Cretáceo/Paleógeno (Souza, 1999; Souza, 2006).

2.2 FORMAÇÕES GRAMAME E MARIA FARINHA

2.2.1 Formação Gramame

Definida incialmente por Oliveira (1941 apud Feijó, 1994) como os calcários fossilíferos maastrichtianos que afloram entre as cidades de Recife e João Pessoa. Apresenta-se como a primeira unidade carbonática de domínio marinho, sobrepondo-se à Formação Itamaracá (Barbosa *et al.*, 2003).

Esta formação é constituída, principalmente, por *grainstones* a *packstones* maciços, ocasionalmente, fortemente dolomitizados, e por *mudstones* e margas exibindo intensa bioturbação (Córdoba *et al*., 2007). De acordo com Souza (2006), os calcários e margas formam uma plataforma carbonática sobre os clásticos subjacentes.

Os depósitos da Formação Gramame foram datados como do Campaniano superior ao Maastrichtiano, a partir de seu conteúdo fossilífero (Maury, 1930; Beurlen, 1967a,b,c; Tinoco, 1971; Muniz, 1993; Lima & Koutsoukos, 2002). Essas rochas apresentam um rico registro fóssil, com formas de vida bastante variadas e foram depositadas, presumivelmente, em condições de mar aberto, águas quentes, calmas e com lâminas d'água que variavam entre 100 e 200 m (Beurlen, 1967b; Menor *et al*., 1977; Córdoba *et al*., 2007).

A unidade estratigráfica supracitada originou-se a partir da instalação definitiva do ambiente marinho, na Bacia da Paraíba, com a sucessão do evento transgressivo, evidenciando a implantação de um regime de mar alto (Souza, 2006). Para Menor *et al*. (1977), a Formação Gramame representa a instauração definitiva do ciclo transgressivo, durante o Cretáceo, na bacia em estudo.

Os depósitos da Formação Gramame apresentam camadas *shallowing/ upwarding*, definidas pela ciclicidade calcário-marga e acamamento plano-paralelo de ampla continuidade lateral, que evidenciam a ocorrência predominante de eventos de agradação, sob uma extensa

plataforma carbonática de baixa gradiente (Barbosa, 2004, 2007). Os estratos que caracterizam a referida seção teriam sido depositados em ambiente marinho raso (Lima & Koutsoukos, 2004; Barbosa *et al*., 2006), durante um episódio de calma tectônica na bacia, seguido da interrupção da subsidência, responsável pela rápida transgressão (Barbosa *et al*., 2003; Barbosa, 2004; Barbosa *et al*., 2004). Segundo Souza-Lima *et al*. (2003), os variados litotipos que constituem essa seção estão associados a sistemas deposicionais, que variam de litorâneos a marinhos moderadamente profundos sobre a plataforma.

2.2.2 Formação Maria Farinha

A designação Maria Farinha foi proposta por Euzébio (1940 apud Souza, 2006) para definir o calcário fossilífero localizado a norte da cidade de Recife, na Bacia da Paraíba.

Esses depósitos do Paleógeno encontram-se bem preservados na porção sul dessa bacia, região entre Recife e Itamaracá. Em contrapartida, tais registros não são relatados para a porção mais a norte. Os eventos descritos foram propiciados, provavelmente, pela exposição e erosão diferenciada da plataforma carbonática, em decorrência de comportamentos estruturais intrínsecos a cada região. Isso explica as ocorrências, consideravelmente limitadas e descontínuas, da unidade Maria Farinha, em comparação com a unidade subjacente, a Formação Gramame (Barbosa, 2004).

A unidade litoestratigráfica em discussão foi caracterizada pelas ocorrências de calcarenitos puros e argilosos, posicionados sobre a Formação Gramame, conforme Oliveira (1940 apud Feijó, 1994). Souza (1999) descreve os calcários detríticos, argilosos e margas pertencentes à Formação Maria Farinha como representantes da fase regressiva no preenchimento lítico da Bacia da Paraíba. As rochas apresentam alguma dolomitização, em direção ao topo, somada a um expressivo aumento na entrada de terrígenos para dentro da bacia (Souza-Lima *et al*., 1996). As estruturas sedimentares formadas por estratificação cruzada *hummocky*, granodecrescência ascendente e estratificação ondular evidenciam uma plataforma em rampa carbonática dominada por tempestades (Souza, 2006).

Para Menor *et al*. (1977), o contato entre as formações Gramame e Maria Farinha revela-se gradacional e sem discordância aparente, não obstante, alguns autores o descrevem como uma discordância erosiva, diferenciado por um nível de calcário detrítico na base da Formação Maria Farinha (Albertão, 1993; Albertão & Martins Jr., 1996; Barbosa, 2004). Outros estudos (e.g. Mabesoone *et al*., 1968; Barbosa, 2007) defendem que essa transição

somente pode ser estabelecida com segurança a partir da avaliação da composição faunística observada nas rochas que compõem essa seção.

A microfauna, com destaque para os foraminíferos, corrobora a interpretação de um ambiente de sedimentação pouco profundo para a seção paleocênica, águas quentes, relativamente próximas à costa, com muitas oscilações, que caracterizam uma sequência sedimentar negativa incompleta, típica de episódios regressivos (Oliveira, 1978).

Diversas análises apontam, para a Formação Maria Farinha, um rico registro fossilífero, que sugere idade paleocênica para essa seção (Maury, 1930; Tinoco, 1971; Albertão *et al*. 1994; Koutsoukos, 1998; Fauth, 2000; Sarkis, 2002; Grassi, 2000; Andrade, 2010; Oliveira, 2011).

2.3 LOCALIDADES DE ESTUDO: PEDREIRAS CIPASA, NASSAU E POTY

Para um melhor entendimento e facilidade de correlação, este trabalho adota, para os afloramentos em estudo, a descrição e interpretação da geologia realizada por Albertão (1993), Albertão *et al*. (1994), Souza Lima *et al*. (1996), Lima (2002), Barbosa *et al*. (2003), Barbosa (2004), Souza (2006), Albertão & Martins Jr. (2006), Barbosa (2007), dentre outros.

2.3.1 Pedreira Cipasa

Situada no município de Caaporã (PB), nas proximidades do limite entre os estados de Pernambuco e da Paraíba, cerca de 90 km da cidade de Recife (Fig.1.1). A Pedreira Cipasa possui seção aflorante de 36,5 m, definida pela intercalação das litofácies *Mudstone/Wackestone* e *Mudstone/Wackestone* Argiloso, de acordo com as descrições de Lima (2002). Nessa pedreira afloram os sedimentos maastrichtianos representativos da Formação Gramame.

Na Pedreira Cipasa é bem caracterizado o padrão "*shallowing-upwarding*", marcado pela ciclicidade entre as litologias calcário/marga, que definem depósitos sedimentares de vasta distribuição sub-horizontal e inferem a dominância de processos de agradação, em uma extensa plataforma carbonática de baixo gradiente, relacionados à instalação do regime de mar alto, na Bacia da Paraíba (Souza-Lima *et al*., 1996; Barbosa, 2007).

Esses ciclos de pares de calcário-marga, provavelmente, estão relacionados a eventos de raseamento impostos por variações menores do nível eustático (Tucker & Wright, 1990). A preservação de feições de bioturbação e indícios de retrabalhamento por correntes e de

deposição episódica, como micro-ondulações truncadas e irregulares, são frequentes, principalmente, nas camadas margosas (Barbosa, 2004).

Foi possível verificar, no afloramento em questão, que os pacotes de rocha mergulham suavemente para Este e são cortados por canais de direção Este-Oeste, com aproximadamente 3 m de largura, sugerindo que houve uma deposição de caráter turbidítico, sob uma plataforma de declive suave. Em direção ao topo da Formação Gramame, entretanto, constata-se um gradativo "*shallowing-up*", sendo que as camadas margosas apresentam-se cada vez menos espessas, até passarem a filmes dentre os calcilutitos, gradualmente mais espessos. O paleoambiente de deposição mostra, predominantemente, condições de águas profundas, consideravelmente distantes da linha de costa, as quais são corroboradas pela associação faunística presente (Souza-Lima *et al*., 1996).

2.3.2 Pedreira Nassau

Localiza-se na Ilha de Itapessoca, Município de Goiania (PE), distante, aproximadamente, 60 km ao norte da cidade de Recife (Fig.1.1). A Pedreira Nassau possui seção aflorante de 35 m, caracterizada pela intercalação das litofácies representadas por *Mudstone/Wackestone* e *Mudstone/Wackestone* Argiloso (Lima, 2002).

Este afloramento é representativo da seção maastrichtiana (Formação Gramame), exibindo internamente o padrão "s*hallowing-upwarding*", assinalados pela repetição calcário/marga, ciclos determinados pelos mesmos eventos agradacionais descritos para a Pedreira Cipasa, que atuam em regime de mar alto (Souza-Lima *et al*., 1996; Barbosa, 2007). Tais sedimentos, dominantemente biomicríticos, depositados em ambiente marinho nerítico (Lima & Koutsoukos, 2002, 2004), apresentam intensa bioturbação nos níveis margosos (Souza-Lima *et al*., 1996).

De acordo com Souza (2006), depósitos relativos à Formação Marinha Farinha possuem registros na Pedreira Nassau, onde é possível observar o contato entre as formações Gramame e Maria Farinha. Em consonância com Lima & Koutsoukos (2002), esse contato somente pôde ser constatado na Pedreira Poty.

2.3.3 Pedreira Poty

Localiza-se às margens do Rio Maria Farinha, no município de Paulista, distante 30 km ao norte da cidade de Recife, com seção aflorante superior a 30 m. Albertão (1993)

apresenta essa pedreira como a seção tipo do limite K/Pg, no Brasil. Os afloramentos da Pedreira Poty mostram uma sequência relativamente completa da transição Cretáceo/Paleógeno, em baixas latitudes do hemisfério sul, com evidências, inclusive, da anomalia de irídio (Barbosa *et al*., 2003; Albertão & Martins Jr., 2006). Koutsoukos (2006) menciona a Pedreira Poty, atualmente, como a melhor exposição conhecida de depósitos marinhos do Cretáceo/Paleógeno em baixas latitudes do Atlântico Sul.

A seção aflorante é constituída pelas formações Gramame e Maria Farinha, que expõe contato lítico erosivo. Os depósitos que compõem a Formação Gramame são relativamente homogêneos em composição, oscilando entre *Wackestones/Mudstone* e margas, evidenciando variação não significativa na proporção de argilas e bioclastos. Estruturas de bioturbação foram registradas, amplamente distribuídas no contato entre margas e calcários, sendo mais aparentes nas primeiras (Albertão & Martins Jr., 2006). Segundo Albertão *et al*. (1994), os sedimentos relativos as camadas mais superiores (Maastrichtiano superior) dessa unidade estratigráfica depositaram-se em ambiente marinho batial superior.

Conforme Lima (2002), a Formação Gramame apresenta seção aflorante de 14,2 m de espessura, enquanto Albertão & Martins Jr. (2006) descrevem uma exposição aflorante próxima a 10 m de espessura.

Em razão da importância do contato entre as formações Gramame e Maria Farinha, foram identificadas e caracterizadas, quanto ao seu conteúdo lítico e fossílifero, 14 camadas nas imediações do limite K/Pg, designadas de A a N, cujas descrições estão detalhadas nos trabalhos de Albertão (1993), Albertão *et al*. (1994) e Albertão & Martins Jr. (2006).

A Formação Maria Farinha típica possui ocorrências apenas na região entre Goiana e Recife, que corresponde à parte sul da Bacia da Paraíba (Fig.1.1), onde a passagem Cretáceo-Paleogeno encontra-se bem preservada em afloramentos e em subsuperfície (Tinoco, 1971; Albertão, 1993).

Segundo Barbosa *et al*. (2003), esses estratos paleocênicos, na localidade da Mina Poty, chegam a próximo de 20 m de espessura, sendo que a Formação Maria Farinha mostra em torno de 15 m de espessura de calcários e margas, que guardam, no tocante a litologia, certa similaridade com a Formação Gramame. Ainda conforme os mesmos autores, somente na porção mais superior daquela unidade litoestratigráfica observa-se o efeito gradual do evento de regressão marinha instalado na Bacia da Paraíba, quando os estratos tornam-se, gradativamente, mais argilosos e com forte influência de siliciclásticos.

Dessa forma, a Formação Maria Farinha é marcada, em sua porção inferior, por calcários detríticos cinzentos bem puros, fossilíferos e mais ou menos recristalizados. Em

direção ao topo, as rochas apresentam alguma dolomitização, com um acréscimo expressivo no conteúdo de elementos terrígenos, sendo caracterizadas pela alternância de calcários detríticos puros, calcários margosos e níveis argilosos (Souza-Lima *et al*., 1996; Souza, 1999). Nessa unidade, também são observadas estruturas de bioturbação, porém com dimensões menores quando comparadas àquelas observadas para a Formação Gramame. Os calcários bioclásticos são comuns (*wackestones/packstones*), nos quais estruturas como estratificação gradacional com granodecrescência ascedente e marcas onduladas são frequentemente registradas (Albertão & Martins Jr., 2006).

Os depósitos relativos à Formação Maria Farinha foram depositados em ambiente nerítico médio a profundo, conforme Albertão *et al*. (1994), e registram uma regressão relativamente rápida, iniciada no final do Maastrichtiano, evento que prosseguiu pelo Paleoceno (Souza, 2006).

3 TRABALHOS ANTERIORES

As primeiras referências sobre a paleontologia da bacia em estudo remetem ao século XIX (Muniz, 1993). Desde então, diversos estudos de cunho taxonômico, bioestratigráfico e paleoecológico foram concluídos, a partir desse rico registro fossilífero, em busca de um conhecimento mais detalhado sobre a história de evolução deposicional da Bacia da Paraíba. Dentre estes, serão abordados a seguir os principais estudos micropaleontológicos desenvolvidos na seção de interesse.

3.1 MICROPALEONTOLOGIA DAS FORMAÇÕES GRAMAME E MARIA FARINHA

Os primeiros estudos bioestratigráficos de detalhe realizados para as formações Gramame e Maria Farinha tiveram como base o grupo dos foraminíferos, com enfoque na caracterização da passagem Cretáceo/Paleógeno (Kegel, 1955; Mabesoone *et al*., 1968; Tinoco, 1969, 1971, 1976).

A partir de então, diversas análises dessa natureza foram propostas para a referida seção, dentre as quais se destaca a pesquisa de caráter multidisciplinar elaborada por Albertão (1993) na passagem K/Pg, com a integração de dados bioestratigráficos, paleoecológicos, petrográficos, sedimentológicos e geoquímicos, obtidos a partir do registro sedimentar das bacias da Paraíba, Alagoas, Sergipe, Espírito Santo e Campos.

Com referência aos microfósseis, foram registradas na Formação Gramame 19 espécies de foraminíferos planctônicos e 20 espécies de foraminíferos bentônicos. Dentre os ostracodes, os mais representativos foram *Cytherella* Jones 1849, *Cytheropteron* Brady 1878 e *Cythereis* Jones 1849, conforme Tinoco (1967). Stinnesbeck & Reyment (1988) registraram as ocorrências de ostracodes marinhos africanos nas formações Gramame e Maria Farinha, mostrando que havia um intercâmbio entre as microfaunas africanas e brasileiras, no final do Cretáceo e início do Paleoceno. Fauth *et al*. (2005), a partir de um estudo taxonômico, ilustraram 55 espécimes para a seção Cretáceo/Paleógeno, dentre as quais foram descritos nove novos táxons, o gênero *Langiella* e as espécies *Schizoptocythere potyensis*, *Protocosta reticulata*, *Protobuntonia glabra*, *Bythoceratina inflata* (Formação Gramame), *Paracosta recifeiensis*, *Loxoconcha mariafarinhensis*, *Paracypris pernambucensis* (Formação Maria Farinha), *Cytheropteron brasiliensis* (formações Gramame e Maria Farinha).

Fauth & Koutsoukos (2002) concluíram uma análise paleoecológica, em sedimentos da Bacia da Paraíba, incluindo os depósitos correspondentes às formações Gramame e Maria Farinha, com a indicação de uma associação composta por 12 espécies de ostracodes, dentre

as quais se destacaram: *Soudanella lacinosa* Apostolescu 1961, *Paracosta barri* Bold 1960 e *Cytherella piacabucuensis* Neufville 1973, como formas dominantes para o Daniano e *Cytherella* aff. *ovoidea* Alexander 1929, *Schizoptocythere potyensis* Fauth *et al*., *Protobuntonia glabra* Fauth *et al*., *Paracosta reticulata* Fauth *et al*., como as formas dominantes para o Maastrichtiano.

Campanha (1999) observou, nas fácies da Formação Gramame, em depósitos localizados nas proximidades do município de Rio Tinto, na Paraíba, uma microfauna bem diversificada, constituída por foraminíferos, ostracodes, espinhos de equinoides, espículas de espongiários, ossículos de ofiuroides, fragmentos de briozoários e equinodermos.

Além dos microfósseis citados acima, são mencionados os palinomorfos (Stinnesbeck, 1989; Sarkis *et al*., 2002; Olivera, 2011) e nanofósseis calcários (Grassi, 2002; Lima, 2002; Andrade, 2010) como relevantes nas formações Gramame e Maria Farinha e de grande importância bioestratigráfica na caracterização da transição Cretáceo/Paleógeno na bacia em estudo.

No que diz respeito ao registro fóssil da Formação Maria Farinha, infere-se um cenário bem distinto em relação ao indicado para a unidade estratigráfica subjacente. A extinção abrupta de diferentes grupos de organismos propiciou o aparecimento de uma associação totalmente distinta, no Daniano.

Na Formação Maria farinha, quase todas as camadas são fossilíferas, onde é possível observar uma assembleia diversa tanto de macrofósseis quanto de microfósseis (Beurlen, 1959, 1967; Souza-Lima *et al*., 2003). Quanto à microfauna, os foraminíferos despontam como os microfóssseis mais conhecidos (Muniz, 1993), sendo os bentônicos dominantes em relação aos planctônicos (Oliveira, 1978). Fauth & Koutsoukos (2002) observaram que a associação de ostracodes registrada para a Formação Maria Farinha mostra diversidade e abundância mais expressivas, em comparação àquelas determinadas para o Maastrichtiano.

3.2 PALINOLOGIA DAS FORMAÇÕES GRAMAME E MARIA FARINHA

No campo da palinologia, são citados os estudos de Lima (1985), Ashraf & Stinnesbeck (1988), Stinnesbeck *et al*. (1991), Albertão (1993), Albertão *et al*., 1994, Santos *et al*., 1994, Sarkis (2002) e Sarkis *et al*. (2002).

Lima (1985) apresentou os primeiros resultados palinológicos, para a Formação Gramame, a partir da análise de 11 amostras da sondagem F-01-PB-33, que ultrapassou a Formação Gramame, atingindo o topo da Formação Itamaracá. Foram registradas as ocorrências de 85 espécies, entre grãos de pólen, esporos, dinocistos, foraminíferos e

escolecodontes. A partir de tais análises, foram identificadas 25 espécies de dinocistos, sugerindo uma idade Campaniano superior/ Maastrichtiano inferior, para a unidade estratigráfica em questão. Dentre os dinocistos, foram identificados os táxons *Dinogymnium nelsonense* Cookson 1956 (= *Dinogymnium acuminatum* Evitt *et al*. 1967), *Palaeocystodinium* sp. B Regali *et al*. 1974 e *Cerodinium striatum* Lentim & Williams 1987 (= *Deflandrea striata* Drugg 1967).

Ashraf & Stinnesbeck (1988) efetuaram um estudo palinológico e determinaram a distribuição de 19 espécies e 14 gêneros, dentre grãos de pólen e esporos, em 21 amostras coletadas de camadas ao longo do limite Cretáceo/Paleógeno, na Pedreira Poty. Conforme os autores, os miósporos observados no Maastrichtiano são atribuídos às famílias Schizeazeae, Gleicheniaceae, Cyathaceae e Marsileaceae, típicas, atualmente, de regiões de climas tropicais e subtropicais. Nessa sequência, os gêneros de esporos *Cicatricosisporites* Polonié & Gellelich 1933 (Schizeaceae) e *Gabonisporis* Boltenhagen 1967 (Marsileaceae) estão conspicuamente ausentes nos níveis mais superiores. Na Formação Maria Farinha, evidenciam-se as famílias *Myriaceae*, *Asteraceae* e *Pinaceae*, que são indicativas do estabelecimento de climas temperados, no Paleoceno inferior.

Albertão (1993) e Albertão *et al*. (1994) caracterizaram palinologicamente a Pedreira Poty, a partir de amostras representativas do limite K/Pg. Os referidos autores mantiveram o zoneamento proposto por Regali *et al.* (1974) e identificaram, para a seção em estudo, duas zonas de palinomorfos: Zona *Proteacidites longispinosus*/*Tricornites elongatus*, correspondente ao topo do Cretáceo e a Zona *Apectodinium homomorphum*, correspondente ao Daniano. Os resultados palinológicos alcançados nessa investigação mostraram que o Cretáceo superior caracteriza-se pela extinção dos dinocistos do gênero *Dinogymnium* Evitt *et al*. 1967 e da espécie *Cerodinium diebelii* Lentin & Williams 1987 (= *Deflandrea diebelii* Alberti 1959), assim como dos grãos de pólen da espécie *Ariadnaesporites* sp. Já o início do Paleógeno foi determinado a partir da ocorrência subordinada de espécies acessórias, como os grãos de pólen *Echitriporites trianguliformis* van Hoeken-Kiinkenberg 1964 e *Proxapertites cursus* van Hocken-Klinkenberg 1966, dentre outros.

Santos *et al*. (1994) abordaram a palinologia da Formação Gramame, promovendo a identificação de uma rica assembleia constituída por palinomorfos de origem marinha e Continental: as espécies de dinocistos *Dinogymnium nelsonense* Cookson 1956; *Palaeocystodinium* aff. *P. Golzowense* Alberti 1961, *Deflandrea striata* Drugg 1967 e as espécies de miósporos *Zlivisporis blanensis* Pacltova 1961, *Gabonisporis vigourouxii* Boltenhagen 1967, *Ariadnaesporites spinosus* Hills 1967, *Araucariacites australis* Cookson 1947, *Aquillapollenites sergipensis* Herngreen 1975 (= *tricornites elongatus* Regali *et al*.

1974). A partir da referida associação fossilífera sugeriu-se uma idade Campaniano superior/Maastrichtiano superior para essa formação.

Sarkis (2002) elaborou um inventário dos dinocistos observados na passagem K/Pg, aflorante na Pedreira Poty. A autora propiciou uma investigação detalhada da taxonomia e bioestratigrafia desse grupo de palinomorfos. Propôs um arcabouço bioestratigráfico local, com base nos dinocistos, realizando a integração da palinologia com outros métodos bioestratigráficos, tais como foraminíferos (Koutsoukos, 1998) e nanofósseis calcários (Grassi, 2000). Ressalta-se que nas avaliações de Sarkis (2002) não foram contemplados os miósporos, que são muito úteis na bioestratigrafia e investigação paleoambiental do intervalo em questão.

Com base nos resultados palinológicos acima, Sarkis *et al*. (2002) apontaram, para a Mina Poty, a extinção das espécies pertencentes aos gêneros *Dinogymnium* Evitt *et al*. 1967, *Alisogymnium* - *Yolknigymnium* Lentin & Vozzhennikova 1990, no topo do Maastrichtiano e surgimento das espécies *Damassadinium californicum* (Drugg) Fensome *et al.* 1993, *Alisocysta circumtabulata* (Drugg) Stover & Evitt 1978 e *Carpatella cornuta* Grigorovich 1969, no Daniano.

Compreende-se, portanto, que todos os trabalhos citados no presente capítulo contribuíram, sobremaneira, para o aperfeiçoamento do conhecimento sobre a sequência de eventos biológicos que marcaram a passagem K/Pg, assim como a respeito das condições paleoambientais e dos padrões paleoclimáticos/ paleobiogeográficos que vigoraram na Bacia da Paraíba, durante esse tempo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O material utilizado nesta pesquisa advém de 174 amostras de afloramento coletadas em trabalhos de campo, realizados na Bacia da Paraíba e desenvolvidos pela Petrobrás em parceria com o Museu Nacional do Rio de Janeiro, entre os anos 1994-1999.

4.1 COLETA DAS AMOSTRAS

A coleta das amostras foi realizada da base ao topo de cada afloramento analisado (Cipasa 0,50-35,30 m; Nassau 0,40-35,00 m; Poty 5,00-29,5 m), nas camadas constituídas por ciclos bem individualizados, representados pelas litofácies *Mudstone*/*Wackestone* e *Mudstone*/*Wackestone* argiloso, detentoras de um maior conteúdo orgânico, onde é mais provável a recuperação dos palinomorfos. Assim, o espaçamento vertical de amostragem variou entre 0,1 e 5,1 m, conforme a litologia, grau de intemperismo e condições de acesso aos afloramentos (Figs. 4.1, 4.2 e 4.3). Nas camadas limites, relativas ao evento K-Pg, a coleta das amostras foi realizada com espaços de 0,01cm.

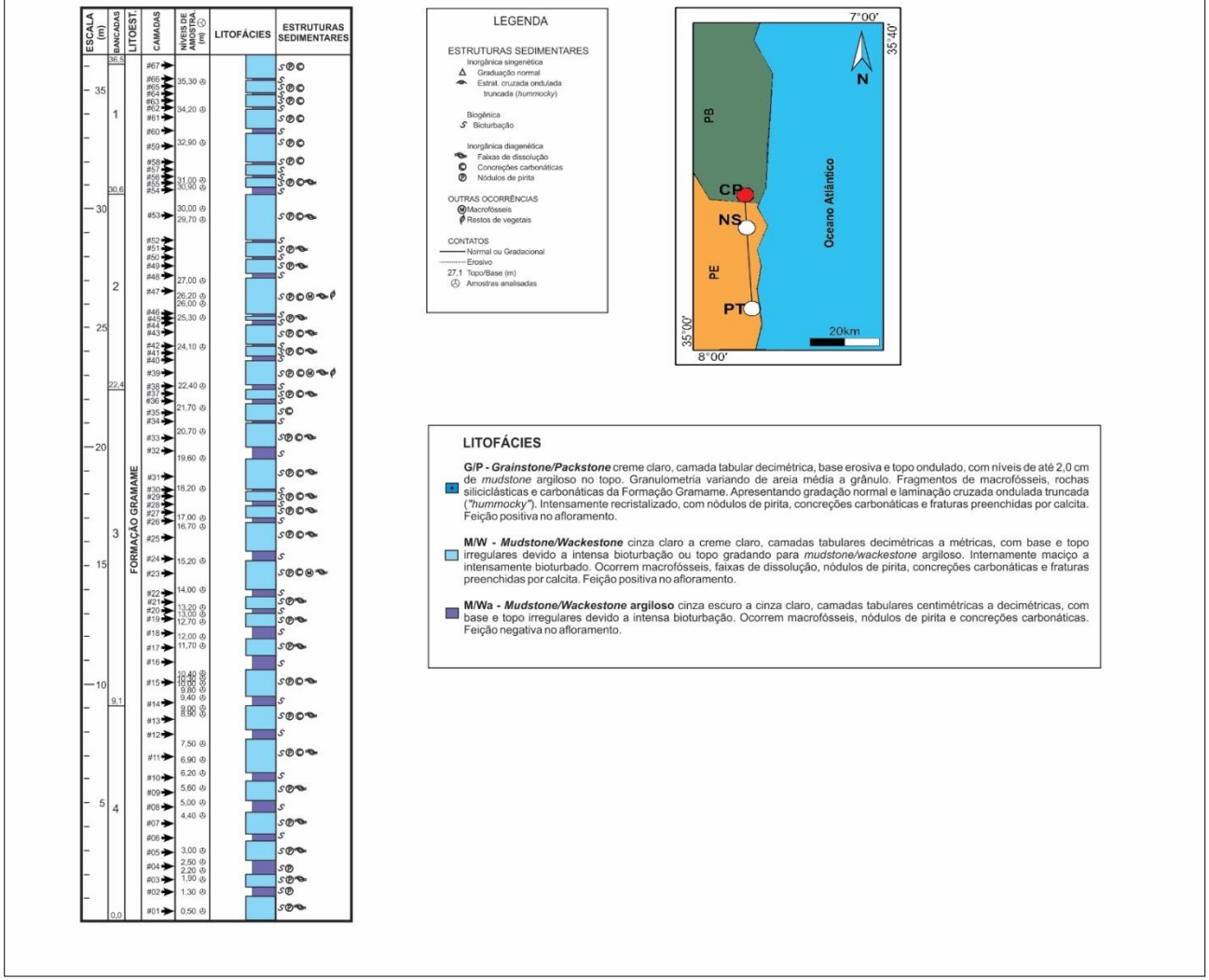
4.2 PROCESSAMENTO DAS LÂMINAS PALINOLÓGICAS

As lâminas foram preparadas nos Laboratórios de Geologia da Unidade Operacional Sergipe-Alagoas (UO-SEAL) e do Centro de Pesquisa da Petrobras (CENPES), sendo depositadas nas unidades onde foram confeccionadas.

Para a preparação das lâminas palinológicas, foi adotado o procedimento padrão realizado pela Petrobras (Uesugui, 1979; Lima & Araújo, 1993) e descrito a seguir (Fig. 4.4):

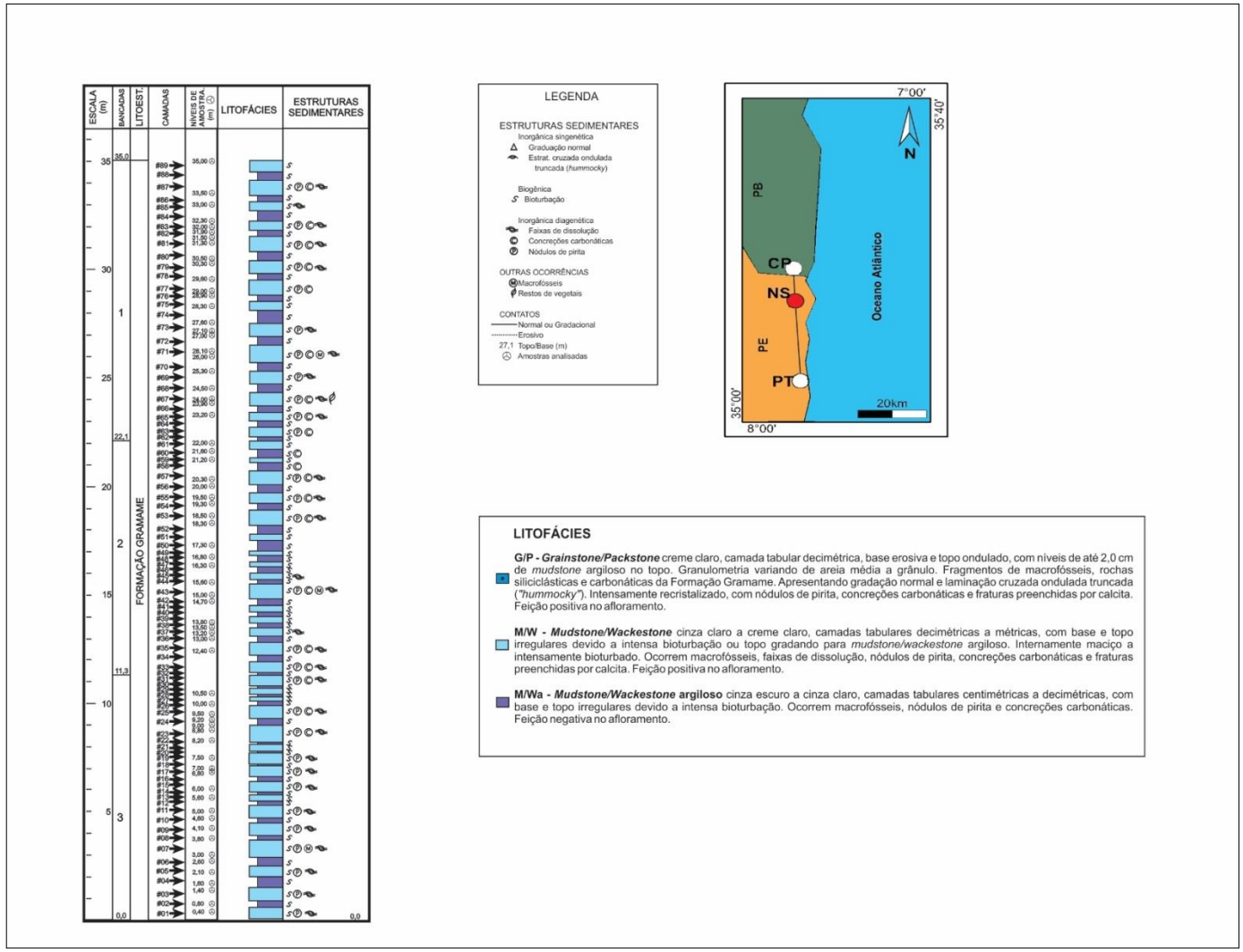
As amostras foram submetidas a um processamento físico e químico, que envolve, basicamente, a desagregação da rocha e o ataque desta a partir dos ácidos clorídrico e fluorídrico, cujo objetivo é a eliminação do conteúdo mineralógico das amostras e a liberação da matéria orgânica, de forma a permitir a concentração dos palinomorfos em resíduo final.

Figura 4.1 – Perfil litológico da Pedreira Cipasa, incluindo os níveis amostrados e avaliados por palinologia.



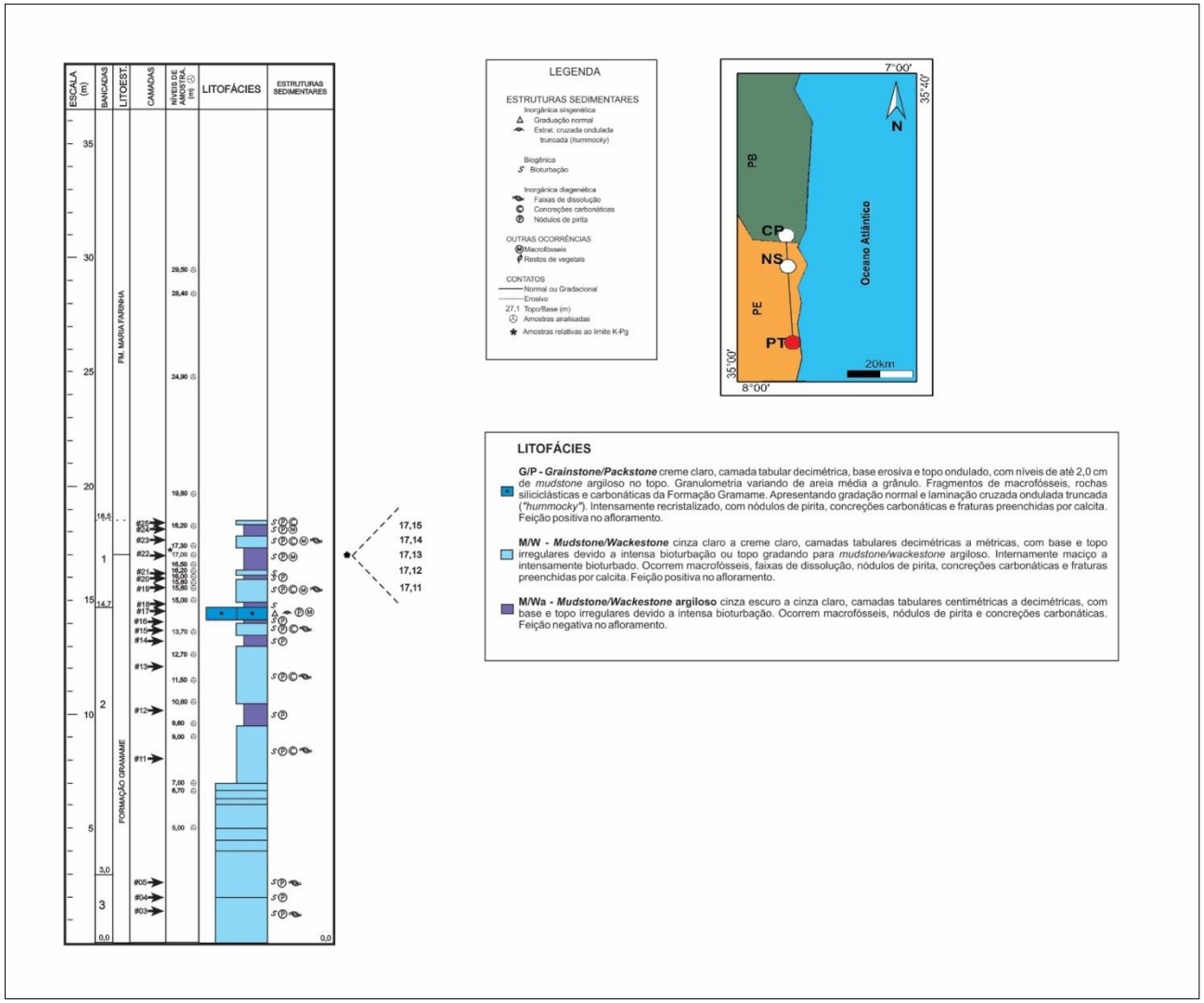
Fonte: modificado de Lima (2002).

Figura 4.2 – Pefil litológico da Pedreira Nassau, incluindo destacando os níveis amostrados e avaliados por palinologia.



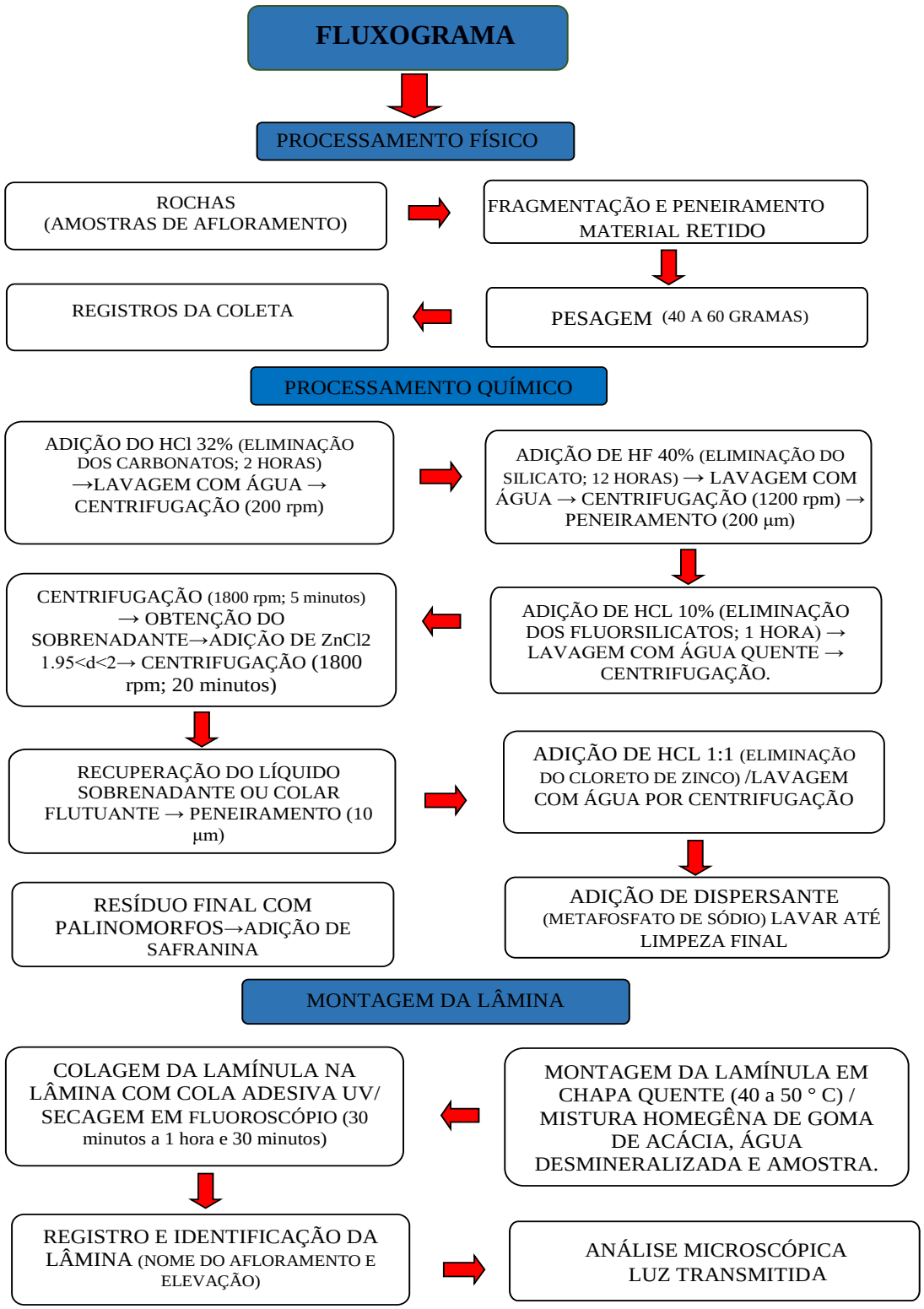
Fonte: modificado de Lima (2002).

Figura 4.3 – Perfil litológico da Pedreira Poty, destacando os níveis amostrados e avaliados por palinologia.



O perfil foi elaborado, adicionalmente, a partir de dados internos da Fundação Paleontológica Phoenix, conforme comunicação pessoal de Souza-Lima (2017).
Fonte: modificado de Lima (2002).

Figura 4.4 – Esquema de processamento físico-químico de amostras de rocha para a confecção de lâminas palinológicas.



O processamento das lâminas palinológicas envolve também uma etapa em que as amostras são submetidas a um processo de oxidação controlada utilizando-se o ácido nítrico. Conforme Tyson (1995), esse procedimento resulta em perda parcial da matéria orgânica

indesejada, especialmente a amorfa. Embora a oxidação controlada facilite a observação e identificação dos microfósseis, essa reação química altera as condições originais da matéria orgânica associada, conforme Tyson (1996). Diante disso, no corrente estudo, optou-se por não usar o ácido nítrico, de forma a evitar destruição ou modificações significativas dos palinomorfos.

Dado que as seções carbonáticas apresentam palinomorfos naturalmente muito claros, dificultando a visualização desses microfósseis, foi adicionado o corante safranina ao resíduo final com o propósito de facilitar a análise dos palinomorfos.

4.3 ANÁLISES PALINOLÓGICAS

As lâminas foram analisadas através de luz transmitida, a partir do uso de um microscópio biológico ZEISS. Foram utilizadas objetivas de 20, 40 e 100x e oculares de 10x. Para as fotomicrografias, utilizou-se objetivas de 40 e 100x no mesmo microscópio, com uso da câmara AxioCam ICc3.

4.3.1 Análises qualitativas: estudo taxonômico e bioestratigrafia

Nesta etapa foi realizada a caracterização palinológica dos afloramentos estudados, com ênfase nos cistos de dinoflagelados (Estampas 1 a 10). Os miósporos foram considerados para apoiar as análises bioestratigráficas e paleoecológicas (Estampas 11 e 12). Outros palinomorfos, especialmente os palinoforaminíferos, foram registrados, apenas, para fins de interpretação paleoambiental (Estampa 13). As análises promoveram o reconhecimento dos diversos palinomorfos, em nível genérico e quando possível, em nível específico, evidenciando as espécies mais relevantes quanto ao seu significado bioestratigráfico e paleoecológico.

Foi realizada a sistemática detalhada dos componentes marinhos, especificamente, dos cistos de dinoflagelados, que dentre os grupos de palinomorfos, foi o que se destacou pelos valores expressivos de abundância e diversidade, ao longo da seção em análise. O mencionado estudo taxonômico é fundamental para dar suporte à averiguação do potencial desses organismos no que diz respeito às investigações poaleoambientais e bioestratigráficas.

No tocante à avaliação bioestratigráfica, é proposto, para o intervalo de interesse, um zoneamento local com base nos cistos de dinoflagelados, a partir da utilização de zonas de intervalo, usualmente delimitadas a partir das ocorrências mais superiores de determinados palinomorfos (fósseis guias). Dentre os referidos microfósseis, são apontadas as principais

espécies a serem posteriormente monitoradas e testadas como coadjuvantes na datação dos depósitos maastrichtianos/paleocênicos da Bacia da Paraíba. De forma complementar foi proposto também um arcabouço com base nos mióporos, apoiando as investigações supracitadas.

Os arcabouços bioestratigráficos utilizados como referência na corrente investigação palinoestratigráfica foram igualmente elaborados a partir de zonas de intervalo, são eles: os arcabouços propostos para as bacias sedimentares brasileiras, de Regali (1974b), além dos zoneamentos locais realizados para o Cretáceo marinho das bacias da margem sul-sudeste brasileira (Arai & Botelho-Neto, 1996), para o Cretáceo marinho da Bacia do Ceará (Lana & Roesner, 2002), para a seção Paleocênica-Eocênica da Sub-bacia de Sergipe, de Ferreira (2004) e para o Cretáceo superior da Bacia de Santos (Fauth *et al*., 2012). Consideram-se também importantes os biozoneamentos locais para o limite K/Pg, propostos para a Pedreira Poty, de Albertão *et al*. (1994) e Sarkis *et al*. (2002). Dentre os arcabouços internacionais baseados nos cistos de dinoflagelados ressaltam-se aqueles apresentados por Hansen (1977), Jan du Chêne (1977), Williams & Bujak (1985), Powell (1992), Williams *et al*. (1993), Stover *et al*. (1996), Hardenbol *et al*. (1998).

4.3.2 Análises quantitativas: análise paleoecológica

As análises quantitativas objetivaram avaliar a distribuição espacial e temporal dos palinomorfos na área de estudo, dando suporte as investigações paleoecológicas e paleoambientais.

O procedimento de contagem adotado para as análises palinológicas quantitativas fundamentou-se na contagem parcial dos palinomorfos presentes em cada amostra, considerando-se os primeiros 200 grãos contados, descartando aqueles não identificados. Essa metodologia de contagem foi aplicada com sucesso em estudos palinoestratigráficos diversos (e.g. Dino, 1992; Lana, 1997; Carvalho, 2001; Ferreira, 2004; Fischer, 2012).

Chang (1967) advoga que acima de 100 elementos o número de palinomorfos quantificados não é expressivo para variar, efetivamente, o desvio padrão da amostra. Assim, a contagem de pelos menos 200 grãos é considerada como um número representativo da população de palinomorfos, na determinação das frequências relativas dos mesmos, encontrando-se em uma margem de erro em torno de 5% da população total (Chang, 1967; Dino, 1992; Hashimoto, 1995).

Nas considerações sobre a distribuição estratigráfica dos palinomorfos ao longo dos perfis dos afloramentos avaliados foi abordada também a abundância relativa destes

microfósseis, a qual foi tratada conforme os parâmetros adotados como critério no presente estudo, da forma como estão representados na figura 4.5.

Figura 4.5 – Abundância relativa dos palinomorfos.

Abundância	PALINO
Raro (RA)	1-3
Comum (CO)	4-20
Frequente (FR)	21-50
Abundante (AB)	51-100
Muito Abundante (MA)	>100

Conforme Antunes & Melo (2001), a paleoecologia apresenta-se como uma ferramenta fundamental na correta interpretação e caracterização das fácies sedimentares e sistemas deposicionais. Esse tipo de abordagem conta com o suporte de análises com um viés quantitativo e exige a definição de alguns índices estatísticos, que funcionam como os pilares para a caracterização paleoecológica de uma população fóssil. Dentre os parâmetros rotineiramente utilizados nessas análises, destacam-se a abundância, frequência relativa e diversidade.

4.3.2.1 Abundância e Frequência Relativa

A abundância é definida como o número de espécies observado por unidade de volume ou peso de amostra, sendo um índice absoluto, que estabelece uma relação intrínseca com a riqueza da amostra em fósseis. Abundâncias expressivas de organismos planctônicos são indicativas de produtividade primária elevada. Já a frequência, constitui-se nos percentuais de determinado táxon em relação à assembleia total considerada. As avaliações relativas ao referido índice, ao longo das seções, também podem ser realizadas por grupos de palinomorfos, como por exemplo, palinomorfos autóctones (elementos marinhos) e alóctones (elementos continentais/terrígenos) e determinados tipos esporo-polínicos e de cistos de dinoflagelados. Tais relações podem fornecer evidências ecológico-ambientais interessantes, por exemplo, sobre as variações eustáticas e condições paleoceanográficas e paleoclimáticas no sítio deposicional (Antunes & Melo, 2001).

4.3.2.2 Índices de Diversidade: índice de marinidade (IPM), índice terrígenos/marinhos (*t/m*), índice peridinioides/gonyaulacoides (P/G)

Para o alcance dos índices supracitados foi estabelecida a contagem das diversas espécies verificadas em uma população de 200 grãos, por grupo de palinomorfos (esporos, grãos de pólen, cistos de dinoflagelados e palinoforaminíferos).

Os índices de diversidade abordados no presente estudo paleocológico exprimem a influência do continente e a paleoprodutividade no ambiente deposicional, como a representação das relações entre os palinomorfos continentais e marinhos, citadas por Ferreira (2004) como muito úteis para a avaliação das oscilações do nível dos mares pretéritos e determinação de tendências transgressivas e regressivas.

O IPM foi determinado inicialmente por Helenes *et al*. (1998), sendo calculado a partir da fórmula IPM = (Rm/Rt+1)100, de foma que o Rm representa a riqueza de palinomorfos marinhos (cistos de dinoflagelados e palinoforaminíferos) e o Rt a riqueza de palinomorfos terrestres (grãos de pólen e esporos). Os valores mais expressivos do IPM inferem condições marinhas normais de deposição. Por outro lado, os valores baixos sugerem influência marcante do continente, no ambiente deposicional, com o estabelecimento de ambientes costeiros, estuarinos a deltaicos. Quanto aos valores nulos, estes são representativos de ambientes exclusivamente continentais.

Outro parâmetro bastante utilizado em estudos dessa natureza é o índice de terrígenos/marinhos *(t/m)*, que representa a relação entre os números de palinomorfos terrígenos e marinhos (Prauss, 2001), sendo largamente aplicado em palinologia para a aquisição de informações acerca da polaridade deposicional. Os valores mais altos desta razão sugerem influência expressiva do continente no ambientre deposicional. Por outro lado, valores mais baixos, são indicativos de ambientes predominantemente marinhos.

Conclui-se que o índice *(t/m)* pode ser muito útil na caracterização de eventos progradacionais/retrogradacionais (Lister & Batten, 1988; Habib & Miller, 1989, Prauss, 2001), como constatado em alguns estudos palinológicos para as bacias sedimentares brasileiras, com destaque para as bacias Potiguar (Lana, 1997) e Sergipe (Ferreira, 2004). Habib & Miller (1989) demonstraram que as flutuações nas proporções de dinocistos e esporomorfos podem ser bastante úteis na determinação de ciclos transgressivo-regressivos.

No que diz respeito ao índice P/G, este foi citado pela primeira vez por Harland (1973) e representa a razão entre os cistos de dinoflagelados peridinioides (P) e gonyaulacoides (G), apontando as variações de salinidade e influência do continente, no sítio deposicional. É dado pela fórmula P/G= *n*P/ (*n*P.*n*G), na qual *n* é o número de indivíduos contados para cada grupo.

Estudos advogam que a predominância, na associação palinológica, dos morfotipos peridinioides reflete baixas salinidades e deposição em ambientes mais próximos à linha de costa (e.g. Jain & Millepied, 1975; Leckie *et al*.1990), enquanto a dominância dos tipos gonyaulacoides indica ambientes mais distais e condições marinhas normais (e.g. Marshall & Batten, 1988; Kothe, 1990; Wilpshaar & Leereveld, 1994). Por outro lado, outros estudos concluíram que existe uma relação intrínseca entre o aumento dos valores desse índice com os fenômenos de ressurgência (Lewis *et al*., 1990; Wall *et al*., 1977), os quais são comumente acompanhados de intensa produtividade, conforme observado por Marret (1994). Assim, os valores da razão P/G não devem ser interpretados como função exclusiva das variações de salinidade.

4.3.2.3 Grupos morfológicos – Ecogrupos

Os gêneros de cistos de dinoflageldados (Ecogrupos) foram reunidos em complexos ou grupos morfológicos, constituídos por táxons morfologicamente relacionados, e que apontam importantes mudanças no ambiente deposicional, contribuindo com a aquisição de informações valiosas sobre as condições paleoclimáticas e paleoceanográficas, a partir das variçaões no padrão de distribuição destes complexos ao longo da seção em estudo. Algumas pesquisas, ultilizadas como referência na presente tese, evidenciam que as espécies, gêneros e determinadas associações de cistos de dinoflagelados são indicativas de condições paleoambientais específicas, relativas à paleobatimetria, temperatura, disponibilidade de nutrientes e oxigênio, estratificação, produtividade e circulação das massas de água (e.g. Köthe, 1990; Brinkhuis, 1994; Van Mourik & Brinkhuis, 2001; Pross & Brinkhuis, 2005; Sluijs *et al*., 2005; Sluijs & Brinkhuis, 2009), mostrando-se, portanto, muito úteis na interpretação dos ambientes antigos de sedimentação.

5 CRETÁCEO/PALEÓGENO

5.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O LIMITE K-Pg

A passagem Cretáceo/Paleogeno (K/Pg) é um tema de grande interesse internacional, cujos eventos possuem registros observados em diversas regiões ao redor do globo. A discussão sobre essa matéria tem caráter multidisciplinar, sendo objeto de pesquisa de áreas diversas das geociências, com destaque para a paleoeontologia, especialmente, a bioestratigrafia.

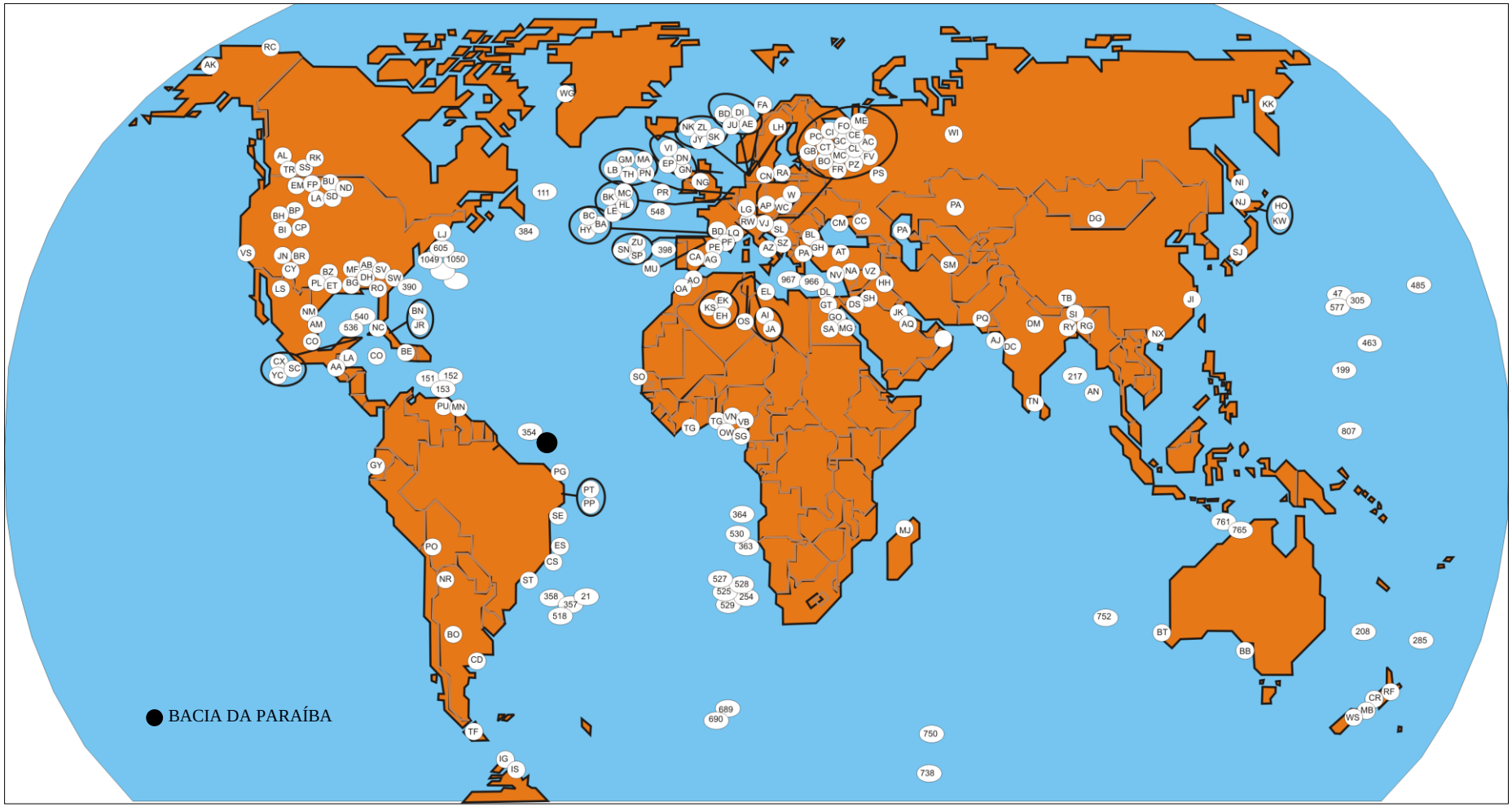
Grande parte dos dados paleontológicos e bioestratigráficos relativos ao limite Cretáceo-Paleógeno provém de excelentes exposições da referida seção, em geral, localizadas no hemisfério norte (Fig.5.1). A seção El Kef, na Tunísia, norte da África, é considerada um notável ponto de referência para os trabalhos que abordam o limite K-Pg (Keller & Macleod, 1995).

Os registros em El Kef revelaram, para esse intervalo, uma assembleia rica e abundante de fósseis de vertebrados, invertebrados, restos de plantas e miósporos, que contribuem para uma alta resolução estratigráfica (e.g. Kauffman &Walliser, 1990; Vajda & Bercovicci, 2014).

As seções relativas ao limite K-Pg, no hemisfério sul, estão limitadas às do *Ocean Drilling Program /Deep Sea Drilling Project (ODP/DSDP)* e escassos afloramentos na Antártida, Nova Zelândia e Atlântico Sul. Na América do Sul, essas exposições mostram-se isoladas e escassas, sendo que no Brasil, especificamente, na Bacia da Paraíba, seções do K-Pg podem ser observadas na porção sul da referida bacia, com destaque para a área da Ponta do Funil e Pedreira Poty (Fig.5.1), sendo a última considerada a seção aflorante mais completa dessa passagem, no Brasil (Albertão & Martins Jr.,1996; Albertão, 1993).

O intervalo K-Pg caracteriza-se por profundas mudanças ambientais e bióticas, as quais teriam resultado de um impacto extraterrestre de ordem catastrófica, ocorrido a 65 milhões de anos, no final da Era Mesozoica (Alvarez *et al*., 1980; Hildebrand *et al*., 1991; Albertão & Martins Jr., 2006; Renne *et al*., 2013), atualmente a hipótese mais aceita no meio científico. Foi sob essa perspectiva que Albertão (1993) selecionou e estudou áreas aflorantes e de sub-superfície das bacias sedimentares brasileiras, objetivando encontrar evidências ou contra-argumentos para a teoria de Alvarez *et al* (1980).

Figura 5.1 – Distribuição global dos estudos sobre a passagem Certáceo-Paleógeno.



Em destaque, os afloramentos localizados na Bacia da Paraíba PT – Poty/ PP-Ponta do Funil. Fonte: modificado de Lima (2002).

As principais evidências geológicas e geoquímicas do evento citado acima são destacadas, sendo comuns a seções de diferentes pontos do globo terrestre: o enriquecimento anômalo de irídio, em depósitos marinhos argilosos, um metal pesado raro na crosta da Terra, porém abundante em meteoritos (Alvarez et al., 1980; Albertão, 1993; Eggert *et al*., 2009; Schulte et al., 2010); o enriquecimento de mercúrio e isótopos de Hg através do limite K-Pg resultante, provavelmente, dos fortes eventos vulcânicos que marcaram essa transição (Nascimento *et al*., 2011; Sial *et al*., 2016); a presença de grãos de quartzo com feições de deformação por impacto (Alvarez et al., 1995; Schulte *et al*., 2010); os depósitos (tsunamitos) originados a partir de um tsunami (Albertão, 1993; Albertão & Martins Jr., 1996) e a cratera de impacto gigante de Chicxulub, na Península de Yucatán, no México (Hildebrand *et al*., 1991).

A dinâmica que sugere o impacto por um bólido e a consequente geração de um tsunami encontra-se expressa nos registros estratigráficos, claramente inferidos na seção K-Pg, muito bem preservada na Pedreira Poty (Albertão *et al*., 1994; Koutsoukos, 2006). Os diversos indícios geoquímicos e geológicos (Albertão *et al*., 1994; Albertão & Martins Jr., 2006) também são facilmente reconhecidos, nessa seção.

Além da hipótese que defende o impacto de um bólido de grandes dimensões contra a Terra como a causa do fenômeno de extinção em massa que marcou o final do Cretáceo, algumas hipóteses alternativas foram levantadas na tentativa de esclarecer a natureza dos eventos através da passagem K-Pg. Assim, as profundas mudanças bióticas, explicitadas pelas variáveis taxas de extinção e radiação das espécies, foram interpretadas também, por alguns autores, como consequências das variações globais do nível do mar e mudanças climáticas (Keller, 2000; Keller *et al*., 2003, 2005), decréscimo da produtividade nas superfícies dos oceanos (Keller & Lindinger, 1989), além dos efeitos provocados pelos vulcanismos catastróficos registrados para esse tempo (e.g. McLean, 1985; Chenet *et al*., 2009; Robinson *et al*., 2009).

Alguns pesquisadores defendem que a atividade vulcânica do Deccan teria sido a causa primária para os eventos de extinção no K-Pg (Keller *et al*., 2009; Sial *et al*., 2014; Font *et al*., 2016). Tais interpretações sugerem que as extinções teriam ocorrido de forma gradual, durante o Maastrichtiano (Clemens *et al*., 1981), contrapondo-se a ideia de extinção catastrófica apoiada na hipótese de Alvarez *et al*. (1980).

O fato é que todos os fenômenos ressaltados nos parágrafos anteriores, relacionados a essa passagem, possivelmente, culminaram em mudanças paleoclimáticas, paleogeográficas e geoquímicas profundas (Officer & Drake, 1983; Keller, 2000), que interromperam a dinâmica

dos ecossistemas globais, e foram responsáveis pelo aumento significativo das taxas de extinção das formas de vida continentais e marinhas, que viviam naquela época (Koutsoukos, 2006).

Na seção tipo El Kef (Tunísia), indicações litológicas e geoquímicas são reveladoras das drásticas mudanças ambientais ocorridas nesse tempo, dentre as quais são citadas: acentuado decréscimo de $CaCO_3$ nos sedimentos marinhos; declínio nos valores do parâmetro $\delta^{13}C$ (indicador de bioprodutividade); altas concentrações de carbono orgânico, irídio e espinélio de níquel e mudanças significativas na composição das assembleias planctônicas compostas pelos foraminíferos e nanofósseis calcários (Keller & MacLeod, 1995).

Através do limite Cretáceo-Paleógeno, relata-se a extinção de boa parte dos seres vivos constituintes do plâncton (Kauffman & Hart, 1996), com o desaparecimento de, aproximadamente, 75 % das espécies do fitoplâncton e 95 % das espécies do zooplâncton, do Cretáceo, de acordo com Marshall (1998). Raup & Sepkoski destacam uma rápida mortandade em massa ocorrida nessa passagem, enquanto outros estudiosos advogam que os processos de extinção foram graduais e que alguns grupos, como os representados pelo nanoplâncton calcário, foraminíferos planctônicos e cistos de dinoflagelados, demonstraram diferentes padrões de extinção, durante essa transição, em diferentes localidades do globo, em frente à progressiva redução da diversidade biótica relatada durante o Maastrichtiano (Keller & MacLeod, 1995; MacLeod *et al.*, 1997).

Pesquisas diversas revelaram que em contraste aos foraminíferos planctônicos e nanoplâncton calcário, os componentes do fitoplâncton de parede orgânica, incluindo os cistos de dinoflagelados, sofreram efetivamente menos diante dos processos que resultaram nas extinções que caracterizam o intervalo K-Pg (e.g. Brinkhuis & Zachariase, 1988). A natureza seletiva das extinções das espécies desses grupos de microfósseis parece estar relacionada, em parte, as mudanças oceanográficas globais e de longo prazo, que foram aceleradas, possivelmente, pelo impacto de um bólido (Keller & Macleod, 1995). Sob essa ótica, a extinção em massa seria o reflexo da combinação de fatores que unem mudanças ambientais prolongadas e o impacto de corpos extraterrestre contra a superfície da Terra (Keller *et al*. 2002).

No que diz respeito à paleoflora, foi registrado o desaparecimento de uma grande diversidade de plantas terrestres, com a extinção de cerca de 60% das espécies de angiospermas (Marshall, 1998). Vajda & Bercovicci (2014) apontam que através dessa transição ocorreu o florescimento de formas oportunistas, seguido por um pulso de

comunidades pioneiras e, por fim, a recuperação da diversidade biótica, com o aparecimento de novas espécies.

5.2 PALEOGEOGRAFIA, PALEOCEANOGRAFIA E PALEOCLIMA NO CRETÁCEO-PALEÓGENO

O limite K-Pg é marcado, no Atlântico Sul, por uma fase de maior abertura das bacias oceânicas (Chamley e Robert, 1979), que resultou em um aumento do tectonismo e, secundariamente, da circulação oceânica. Os continentes modernos, em sua maioria, encontravam-se separados, no final do Cretáceo, apresentando-se como unidades distintas e o Oceano Atlântico Sul estava formado, conforme Torsvik *et al*. (2001) (Fig.5.2).

Nesse cenário, a América do Sul teria experimentado um evento de transgressão marinha máxima, que culminou no isolamento de áreas a partir do estabelecimento de barreiras biogeográficas (*epeiric seaway*), as quais resultaram em impactos significativos na evolução das biotas terrestres, culminando no desenvolvimento de biotas distintas para o referido continente, durante esse intervalo (Wilson & Ares, 2001). No que concerne à palinoflora, os autores verificaram uma associação palinológica bastante distinta entre as porções norte e sul desse continente, sendo a biota relativa à porção sul da América do Sul mais semelhante a outras biotas austrais, enquanto a porção norte apresenta uma biota bem correlacionável às biotas equatoriais.

Dados mineralógicos e geoquímicos advindos do *Deep Sea Drilling Project*, em seções do Atlântico Sul, apontam que, durante o Mesozoico, os climas persistiram relativamente quentes, com contrastes de humidade, resultantes da conformação e evolução tectônica das massas continentais (Robert & Maillot, 1983). Evidências sedimentológicas advindas do Atlântico Sul Setentrional apontam climas quentes e predominantemente úmidos, massas de águas oligotróficas e com bom suprimento de oxigênio dissolvido, para o Cretáceo superior (Koutsoukos, 1998).

Fatores como as ocorrências de uma grande massa de água equatorial, conhecida como Mar de Tétis, e de extensos mares epicontinentais (Patzkowsky *et al.*, 1991), originados a partir do grande evento de subida eustática registrado no Maastrichtiano (Damon, 1968), devem ter contribuído de forma efetiva paras as altas temperaturas características desse intervalo. Em contrapartida, as calotas polares ausentes ou pouco representativas, no Cretáceo superior, possuem estreita relação com os níveis dos mares consideravelmente altos (Miller *et al*., 2002). A intensa atividade geodinâmica, responsável pela elevação dos níveis de gás

carbônico na atmosfera, produzido a partir das atividades vulcânicas nas cadeias meso-oceânicas e nos arcos de ilhas também determinou o estabelecimento de climas mais quentes, nesse período (Berner, 1990).

O clima global mais ameno, durante o Cretáceo, influenciou, consideravelmente, a circulação das correntes de fundo oceânicas. Gordon (1973) destaca que as variações de correntes observadas no Maastrichtiano estariam relacionadas, principalmente, à conformação das placas continentais.

Nesse contexto, a abertura ou fechamento de passagens oceânicas podem provocar mudanças expressivas no clima, nos fluxos das correntes de superfície e de fundo, no nível médio entre os oceanos, na salinidade e no transporte de calor, dentre outras variáveis (Gordon, 1973; Hay, 1996).

No Cenozoico, a importância das influências tectônicas decresce e o clima uniformemente quente e sem calotas polares, característico do Cretáceo superior, passa a mais frio e heterogêneo no Paleógeno (Robert & Maillot, 1983; Zachos *et al*., 1993). Ainda assim, alguns estudos destacam que as temperaturas e concentrações de CO_2 no Paleoceno inferior ainda eram expressivamente maiores que as registradas atualmente (Zachos *et al*., 2008; Bijl *et al*., 2009).

5.3 VARIAÇÕES PALEOAMBIENTAIS ATRAVÉS DO K-Pg

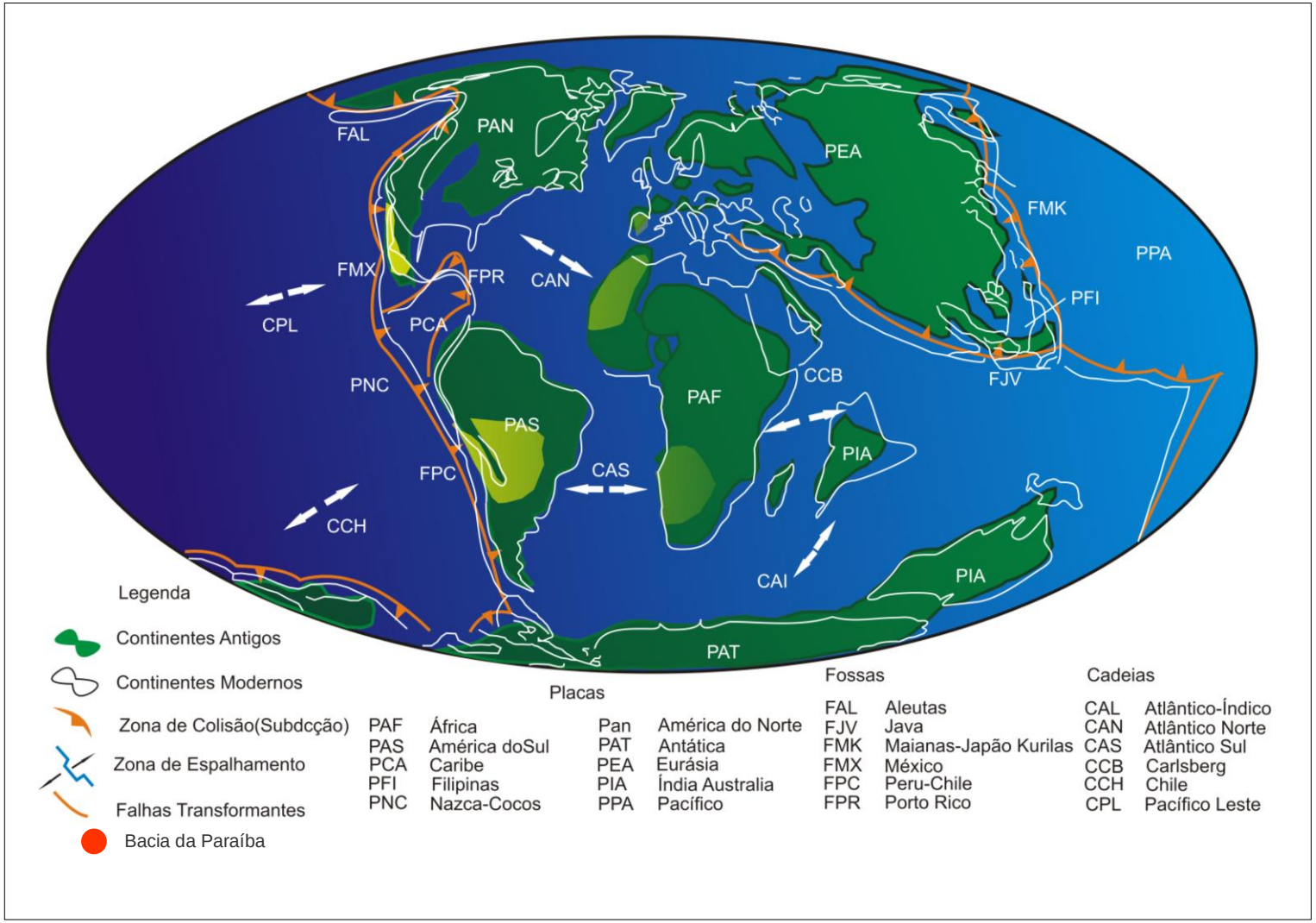
Prauss (2009), a partir de dados palinológicos, tais como os índices t/m, P/G e as variações na composição das assembleias microfossilíferas, atesta e caracteriza as intensas variações climáticas e eustáticas observadas através da passagem K-Pg, em seções na área do Rio Bazos, no Texas. O autor avaliou as inter-relações entre a alternância de climas quentes e frios, variações na produtividade marinha e tendências transgressivas e regressivas, nesse intervalo. Os dados apontam para o estabelecimento de climas mais frios e o rebaixamento do nível do mar, no Neocretáceo, acompanhados por paleoprodutividades expressivas. No Maastrichtiano superior, o nível relativo dos mares mostrava uma tendência descendente (Fig.5.3), de acordo com Haq *et al*. (1988). Já o Paleoceno inferior é marcado pela dominância de uma fase predominantemente transgressiva, acompanhada de climas mais quentes e uma produtividade não tão significativa, conforme Prauss (*op.cit*.). Em contrapartida, as análises de palinofácies e da razão P/G, realizadas por Mohamed *et al*. (2012), na Bacia Gams, norte da Austria, sugerem uma forte tendência regressiva na base do

Paleógeno, acompanhada do incremento na produtividade orgânica, assim como uma influência menor do continente no Maastrichtiano.

Quanto às condições paleoambientais através do limite K-Pg, na área de estudo, análises integradas com base em dados bioestratigráficos, quimioestratigráficos e petrográficos, provenientes de afloramentos, na Bacia da Paraíba, apontam climas mais secos e quentes, acompanhados de inexpressiva influência do continente, no Maastrichtiano. Essas foram condições indispensáveis para o desenvolvimento de um sistema de rampa carbonática, em um ambiente nerítico externo, relacionado a uma fase predominantemente transgressiva, como enfatizado por Menor *et al.* (1977). Albertão *et al*. (1994) destacam as ocorrências dos *slump/mud flow deposits*, interpretadas como o resultado de um evento de fluxo gravitacional de massa durante o rebaixamento do nível do mar, no Maastrichtiano terminal. Já o Daniano caracteriza-se pela deposição em um contexto de continuidade do rebaixamento relativo do nível do mar, com o estabelecimento de águas relativamente mais rasas, com forte influência de tempestades e a predominância de um ambiente nerítico médio a profundo. O expressivo influxo terrígeno e a superfície erosiva que marca o limite K/Pg são evidências claras da fase regressiva que marcou, principalmente, o Paleoceno inferior (Lima & Koutsoukos, 2002; Fauth & Koutsoukos, 2002; Albetão & Martins Jr., 2006; Koutsoukos, 2006; Neumann *et al*., 2009).

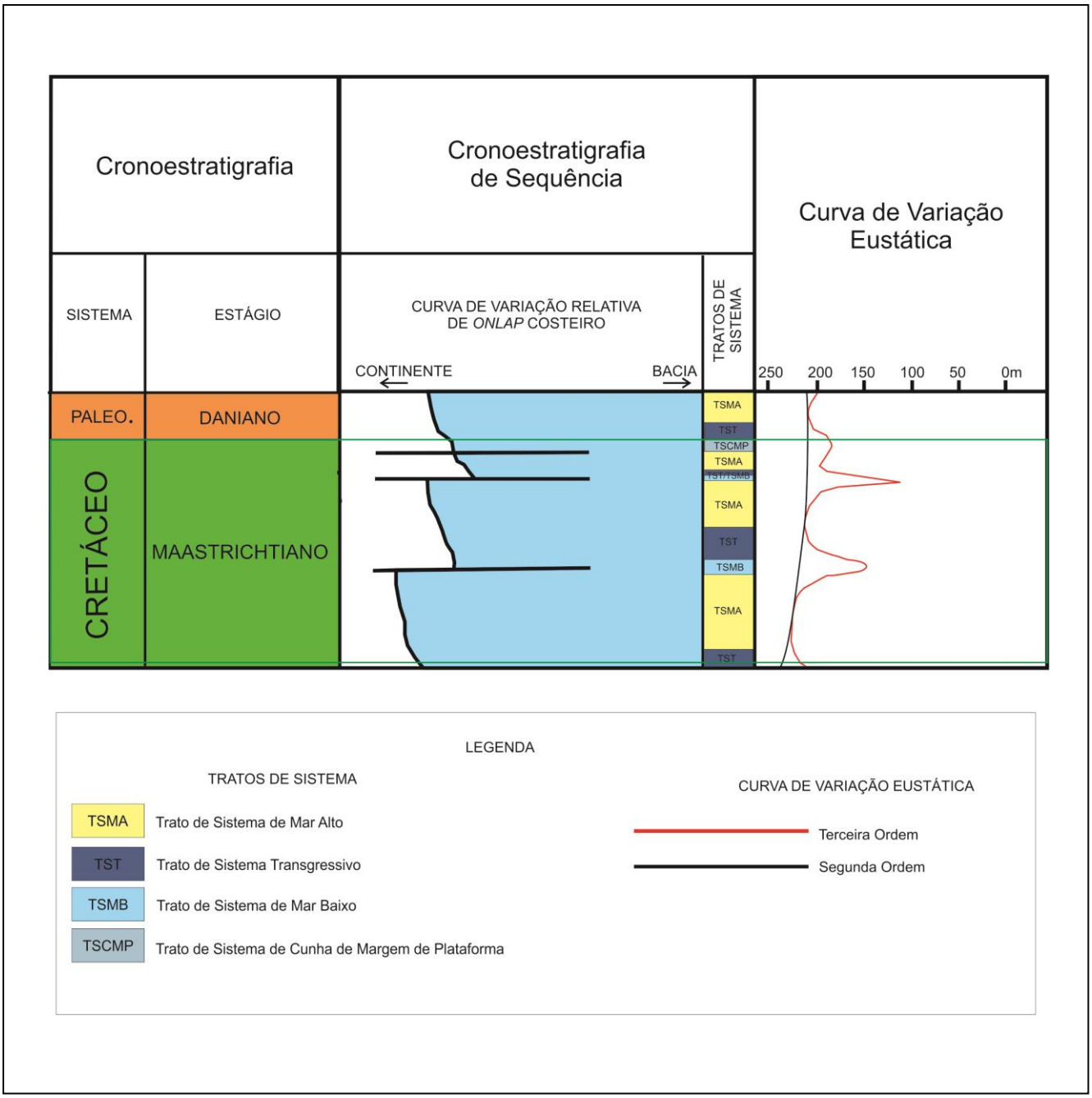
Na Bacia da Paraíba, dados de isótopos estáveis são importantes indicativos das relevantes variações de produtividade primária e temperatura, ocorridas no ambiente deposicional, através do intervalo relativo à transição Cretáceo/Paleógeno (Albertão, 1993; Albertão & Martins Jr., 2002; Nascimento *et al*., 2011). Essas drásticas variações paleoambientais são compatíveis com o estabelecimento de condições estressantes, de longo prazo, e que resultaram na profunda crise biótica conhecida desse tempo.

Figura 5.2 – Reconstrução tectônica e paleogeográfica no Cretáceo superior (66 Ma).



Fonte: Compilado a partir de Golonka *et al*. (1994), Smith *et al*. (1994), Windley (1995), Scotese (1997), Lima (2002) e Scotese (2010).

Figura 5.3 – Curva de variação eustática global durante o Maastrichtiano/Paleoceno inferior



Fonte: modificado de Haq *et al*. (1988).

6 PALINOLOGIA

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS E DEFINIÇÕES

O termo palinologia foi cunhado por Hayde & Williams a partir da denominação grega *palunien* (espalhar; polvilhar), que quer dizer "mistura fina" e seria cognata da palavra em latim *pollen inis*, que significa "farinha fina/poeira", o qual remete também a significação "farinha de flor", conforme Jansonius & Mcgregor (1996). Diante disso, alguns pesquisadores ainda consideram apenas os grãos de pólen e esporos de plantas embriófitas como os componentes estudados pela palinologia, e, portanto, pela paleopalinologia (Traverse, 2007). Os palinomorfos, termo introduzido por Tschudy (1961), constitui-se no objeto de estudo da referida matéria e são definidos como os microfósseis formados por uma substância orgânica bastante resistente, usualmente esporopolenina, quitina ou pseudoquitina, possuindo dimensões que variam entre 5 e 500 μm. Nesse contexto, a paleopalinologia estuda todos os microfósseis que podem ser observados após o processo de desagregação da rocha sedimentar e o ataque químico pelos ácidos fluorídrico e clorídrico, quando da preparação palinológica (Traverse, *op.cit*.), independente da classificação taxonômica. Conclui-se, portanto, que os palinomorfos podem envolver organismos de diversos grupos biológicos, que possuem em comum a composição de suas paredes orgânicas super-resistentes, exemplos: miósporos, cistos de dinoflagelados, palinoforaminíferos, escolecolecodontes, acritarcos, dentre outros.

Algumas características conferem aos palinomorfos um grande valor paleoambiental e bioestratigráfico, como: a proveniência destes microfósseis de ambientes diversos; a ampla distribuição geográfica e latitudinal; abundâncias significativas nos sedimentos e rápida evolução ao longo do tempo geológico.

Os palinomorfos são separados e classificados, de modo geral, em dois grandes grupos: marinhos (aquáticos) e continentais (terrestres).

A seguir serão brevemente apresentados os aspectos mais importantes relativos aos principais tipos de palinomorfos continentais (miósporos) e marinhos (cistos de dinoflagelados) registrados para a área de estudo.

6.2 MIÓSPOROS: GRÃOS DE PÓLEN E ESPOROS

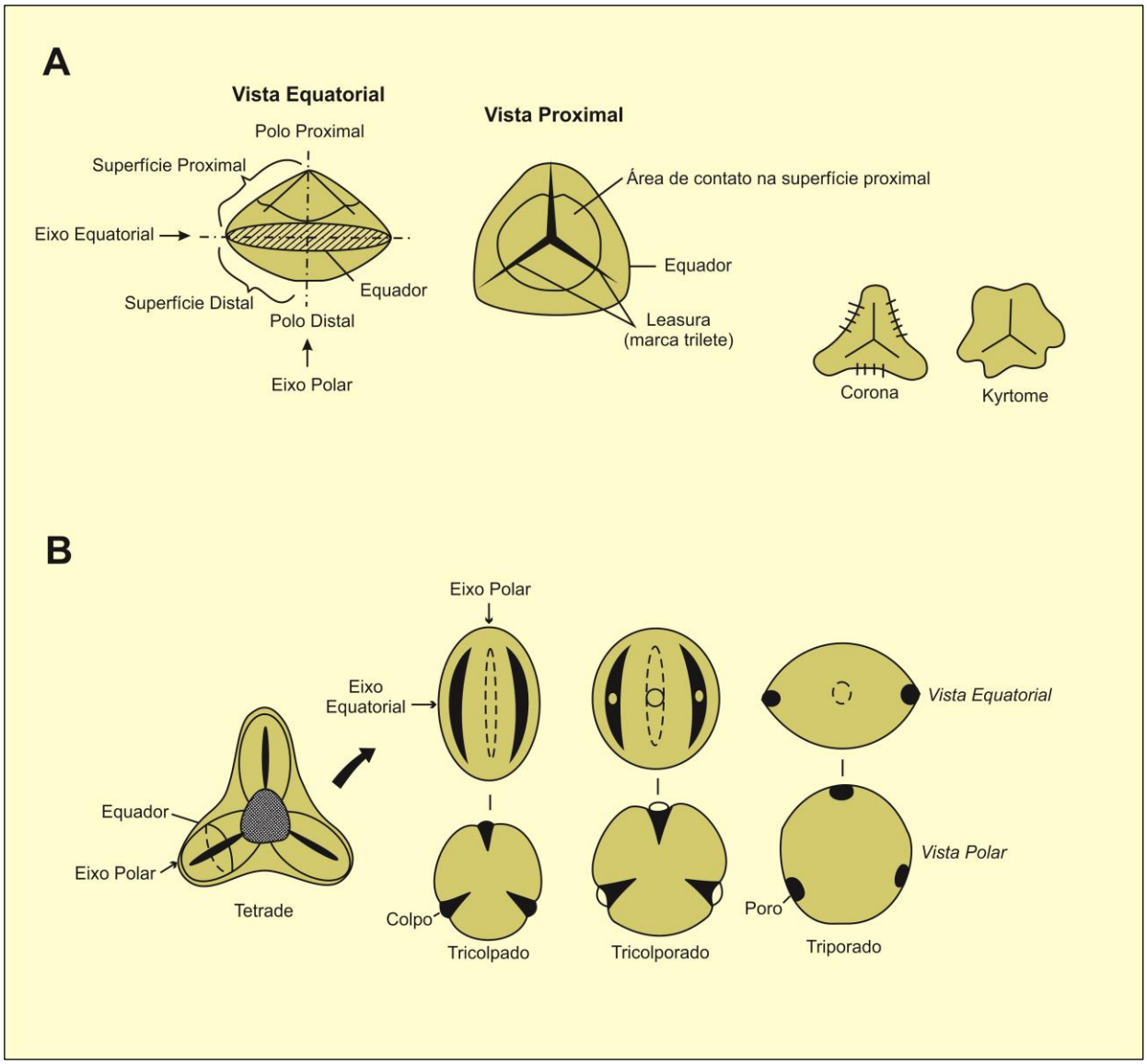
Os esporos e grãos de pólen são produzidos durante o ciclo de vida das plantas, sendo os esporos originados a partir das plantas inferiores (briófitas e pteridófitas), como as

samambaias, e os grãos de pólen, pelas plantas superiores (gminospermas e angiospermas), por exemplo, as coníferas. Ambos os tipos de grão possuem paredes que são altamente resistentes aos ataques microbianos e aos efeitos de temperatura e pressão que se processam após o soterramento, conforme Traverse (1988). São produzidos em vastos números, sendo facilmente carreados pelas águas e pelo vento para os sedimentos de fundo de rios, lagos e oceanos. Tais características atribuem um alto valor bioestratigráfico a estes microfósseis, particularmente, no que diz respeito à correlação de depósitos marinhos e continentais. A partir do conhecimento da ecologia da planta-mãe, os mióporos podem ser bastante úteis nos estudos paleoecológicos e paleoambientais.

Morfologicamente, os miósporos possuem uma ornamentação bastante variada de suas paredes, cujas estruturas os descrevem como psilados (sem ornamentação), clavados, baculados, reticulados, rugulados, dentre outros (Traverse, 2007). Os grãos de pólen apresentam os mesmos tipos de ornamentação observados nos esporos, porém mostram uma estruturação mais complexa da exina, a qual apresenta uma variação morfológica mais pronunciada. Conforme Faegri & Iversen (1950 *apud* Faegri & Iversen, 1976), a exina dos grãos de pólen divide-se em duas paredes (endexina e ectexina). Da ectexina projetam-se columelas que podem ser livres distalmente (atectadas), parcialmente (semitectada), ou totalmente conectadas (tectadas), formando um teto. Já os esporos possuem paredes que podem ser homogêneas ou finamente lamelares, formadas por um exospório e um perispório, mais externo ao exospório (Kremp, 1968, Traverse, *op.cit*.). Comumente, possuem a parede (esporoderma) formada por uma camada, mas podem, eventualmente, apresentar duas, que se mostram em contato (acavados), ou separadas (cavados), formando um espaço entre elas. No caso dos tipos cavados, a cavação desenvolve-se, comumente, nas regiões distais ou equatoriais. Os miósporos possuem formas que variam entre arredondado, triangular a subtriangular, e alongado, para alguns grãos de pólen em vista equatorial.

Esses palinormofos continentais diferenciam-se, principalmente, pela presença, nos esporos, de uma cicatriz de contato, a qual é resultante da união com os outros membros da tétrade original (Fig.6.1). Nos esporos triletes, essa marca possui a forma de um “Y”, sendo constituída por três aberturas ou comissuras, localizadas na face proximal do grão (Traverse, 2007). Nos grãos de pólen, caracteres tais como estruturas em forma de sacos são característicos de algumas espécies de grãos de pólen de gimnospermas, comumente, com um (monossacados) ou dois sacos (bissacados).

Figura 6.1 – Principais aspectos morfológicos diferenciais relativos aos miósporos.



Esporos triletes representantes das briófitas e pteridófitas (A) e grãos de pólen de angiospermas (B). Fonte: modificado de Armstrong & Brasier (2005).

Outros podem apresentar estrias ou plicas na superfície do grão (poliplicados). No que diz respeito às angiospermas, estas se caracterizam pela presença de aberturas germinais denominadas poros, sulcos ou colpos (Fig.6.1), originadas a partir de áreas mais delgadas da parede do grão de pólen, por onde emerge o tubo polínico durante a germinação (Traverse *op.cit*.) Os grãos de pólen que não apresentam aberturas são denominados inaperturados.

Os grãos de pólen ocorrem, de uma maneira geral, como estruturas isoladas, formando mônades, mas, eventualmente, podem constituir díades, tétrades ou, até mesmo, políades.

Todos os aspectos supramencionados relativos à morfologia de grãos de pólen e esporos, tais como forma, ornamentação e estruturação da exina são muito importantes no

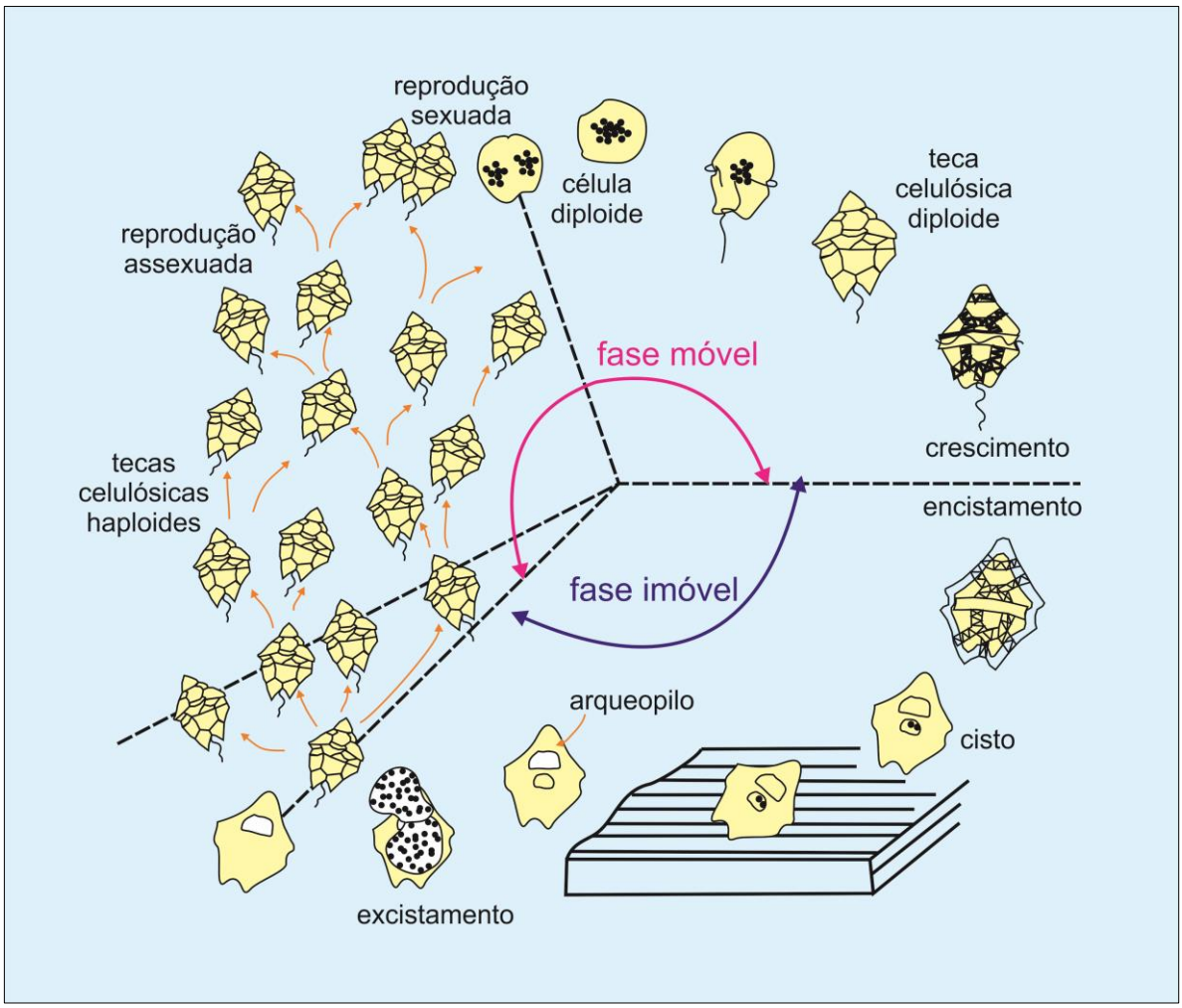
estudo taxonômico destes elementos e são detalhadamente abordados em alguns trabalhos (e.g. Faegri & Iverse, 1976; Playford & Dettmann, 1996; Punt, 2007; Traverse, 2007).

6.3 CISTOS DE DINOFLAGELADOS

Conforme proposto por Fensome *et al*. (1993), os cistos de dinoflagelados estão incluídos no reino Protista, divisão Dinoflagellata, a qual divide-se em *Dinokaryota* e *Syndinea*, com a primeira detentora de quatro classes, como segue: *Dinophyceae*, *latodiniphyceae*, *Noctiluciphyceae* e uma classe indeterminada. Porém todos os dinoflagelados produtores de cistos fossilizáveis estão inseridos na classe *Dinophyceae*, sendo as outras três irrelevantes em estudos palinoestratigráficos.

Os cistos de dinoflagelados de parede orgânica ocorrem em rochas que compreendem o Mesozoico e Cenozoico (Stover *et al*., 1996), com registros desde o Triássico superior (Hochuli & Frank, 2000). São organismos protistas, unicelulares, que apresentam um tipo especial de núcleo eucarionte, conhecido como *dinokaryon* (Fensome *et al*.,1993). Esses microfósseis possuem dimensões que variam entre 20 e 150 μm e apresentam-se como uma parte importante do fitoplâncton oceânico do Cretáceo. Podem ser heterotróficos ou autotróficos, sendo o último modo de nutrição o predominante. Os dinoflagelados possuem um ciclo de vida fortemente controlado por fatores ambientais, principalmente temperatura e disponibilidade de nutrientes, segundo Monteil *et al*. (1993), sendo caracterizado por duas fases (Fig.6.2): uma fase móvel e outra fase imóvel, descrito primeiramente em 1938 por Diwald *apud* Evitt (1985). A teca móvel apresenta dois flagelos propulsores, de forma que o primeiro está alojado transversalmente em um sulco, intitulado cíngulo, e o segundo, longitudinalmente, em uma região deprimida, na superfície ventral do dinocisto, denominada sulco (Fig.6.3). O cisto caracteriza a fase imóvel do ciclo de vida destes organismos e distingue-se pela natureza super-resistente de suas paredes (Williams *et al*., 2004). Conforme Masure (1991) o processo de encistamento resulta da resistência adaptativa do planozigoto (teca celulósica diploide) às condições estressantes, em determinado momento da vida planctônica. No processo de encistamento, a parede celulósica sofre desintegração, e assim, o cisto é sedimentado. Caso as condições ambientais tornem-se novamente favoráveis, o protoplasma excista-se através de uma abertura conhecida como arqueopilo e o ciclo é reiniciado (Evitt, 1985).

Figura 6.2 – Representação esquemática do ciclo de vida dos dinoflagelados.

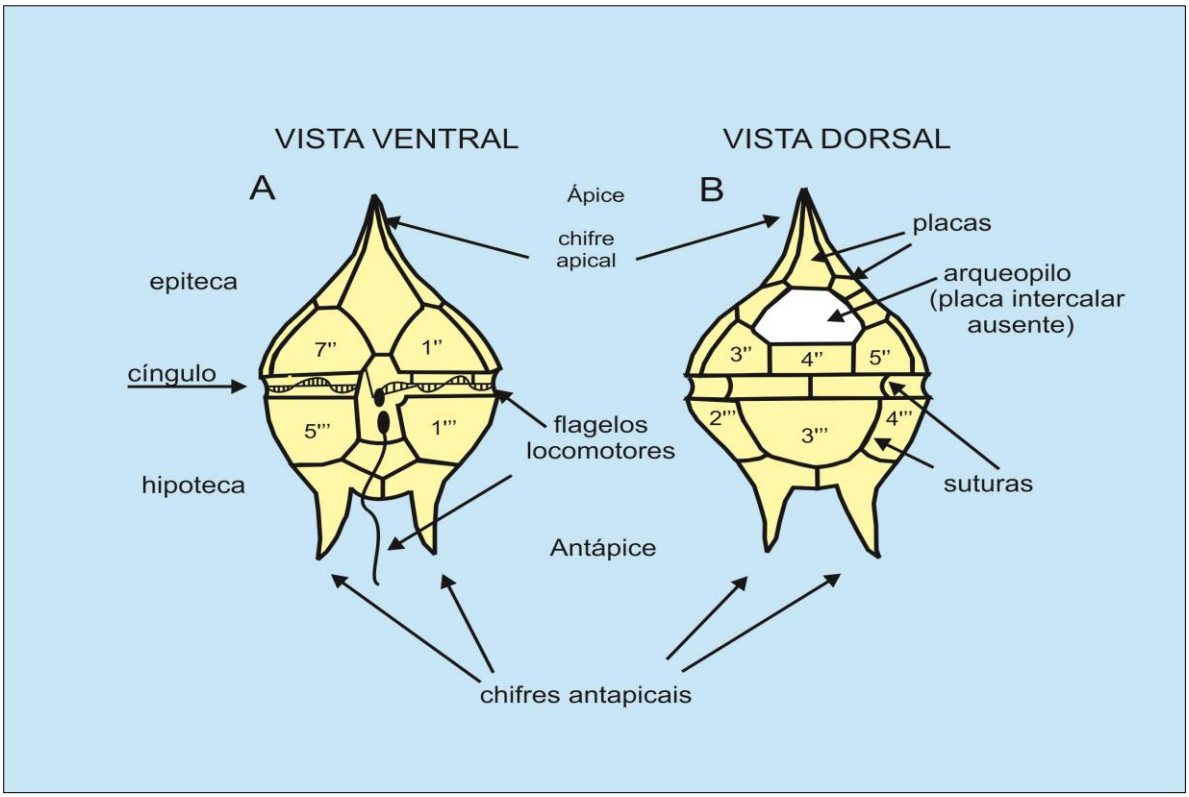


Fonte: modificado de Evitt (1985).

Os cistos de dinoflagelados são muito diversos morfologicamente e possuem composição química variável, podendo ser calcária, orgânica ou silicosa, tendo como predominante a constituição orgânica por dinosporina, substância semelhante à esporopolenina encontrada nos grãos de pólen e esporos. Mostram uma estruturação de suas paredes em paraplacas, cujo número e arranjo são conhecidos como paratabulação, a qual reflete a organização das placas constituintes das tecas celulósicas (tabulação), na fase planctônica (Fig.6.3). Os padrões de tabulação funcionam como base para o estudo taxonômico e classificação dos dinocistos em dois grandes grupos principais (Peridinioides e Gonyaulacoides), de forma que um dinocisto ideal deve apresentar os três caracteres principais definidores da paratabulação, a saber: cíngulo, sulco e arqueopilo, de acordo com Arai & Lana (2011). Ambos os grupos aparecem devidamente caracterizados em algumas publicações sobre o tema (e.g. Kofoid, 1909; Taylor, 1980; Evitt, 1985; Arai & Lana, 2011).

Além do trabalho clássico de Evitt (1985), outros estudos abordam esses microfósseis, no que concerne aos seus aspectos morfológicos, tais como descrição das estruturas da parede, tipos e distribuição dos processos, tipos de arqueopilo, dentre outros (e.g. Arai & Lana, 2004, 2011).

Figura 6.3 – Principais feições da teca de um dinoflagelado (A), preservadas em um cisto de dinoflagelado (B) peridinioide, destacando a paratabulação.



Fonte: modificado de Evitt (1985).

6.4 ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS

Os dinoflagelados são predominantemente marinhos. Conforme Taylor (1987), 90% das espécies viventes é marinha. Algumas espécies podem ser eurialinas (tolerante a altas flutuações de salinidade), enquanto outras são intolerantes às variações expressivas deste parâmetro, sendo conhecidas como estenoalinas (Masure, 1991; Stover *et al*., 1996). Eles podem viver em ambientes de condições oceânicas/neríticas, assim como também podem povoar águas salobras e ambientes estuarinos. Os dinoflagelados marinhos são encontrados em todos os regimes climáticos, entretanto mostram uma maior diversidade nos trópicos e uma abundância mais significativa em águas temperadas neríticas (Stover *et al*., *op. cit*.). Em

contrapartida, Wall *et al*. (1977) destacam que tais organismos são mais diversos e abundantes em águas mornas tropicais.

Conforme Taylor (1987), os fatores controladores do crescimento e distribuição desses organismos são: luz, temperatura, salinidade, suprimento de nutrientes, dentre outros. Dale (1976) aponta a temperatura da superfície do mar como um dos fatores ecológicos primários mais importantes. O autor notou que a mudança, de apenas alguns graus, poderia ser suficiente para causar uma diferenciação em províncias biogeográficas, no hemisfério norte. Estudos realizados em sedimentos de fundo do Oceano Atlântico Norte resultaram na delimitação de distintas assembleias de cistos de dinoflagelados, correlatas às diferentes faixas latitudinais e condições climáticas (Turon, 1984). Wall *et al*. (1977) informam que as variações nos padrões de salinidade e temperatura, ao longo do perfil distal-proxinal, interferem, de forma significativa, nas comunidades fitoplanctônicas, refletindo na constituição das associações de fundo. De forma similar, Pross & Brinkhuis (2005) mencionam que os cistos de dinoflagelados, devido as suas estratégias de vida geral, adaptam-se a condições específicas das águas marinhas superficiais, sendo sensíveis as pequenas variações no ambiente, sofrendo o controle efetivo, quanto aos parâmetros ambiemtais supracitados, em um perfil distal-proximal.

A razão entre os cistos de dinoflagelados Peridinioides/Gonyaulacoides é um parâmetro muito útil nas análises paleoecológicas, e pode inferir, segundo Harland (1973), variações de salinidade e proximidade ou distanciamento da linha de costa. Além disso, pode sugerir uma maior intensidade dos fenômenos de ressurgência, no ambiente deposicional (Wall *et al*., *op.cit*.).

Alguns estudos demostram a importância da utilização de "ecogrupos-guias" de cistos de dinoflagelados, nas investigações paleoambientais. Tais pesquisas apontam mudanças efetivas na associação palinólogica ao longo do perfil deposicional *inshore/offshore*, que refletem, provavelmente, as variações na profundidade da lâmina d'água e salinidade. A distribuição dos palinomorfos, temporal e geograficamente, é notadamente controlada pelos ciclos transgressivos e regressivos, no ambiente de deposição. Ademais, tais variações também revelam mudanças paleoceanográficas importantes relativas à temperatura, disponibilidade de nutrientes e oxigênio, estratificação, produtividade e circulação das massas de água (e.g. Köthe, 1990; Lana, 1997; Lana, 1998; Ferreira, 2004, Sluijs *et al*., 2005; Pross & Brinckhuis, 2005; Sluijs, A. & Brinkhuis, H. 2009; Fischer, 2012; Fischer *et al*., 2013).

Investigações da composição das associações palinológicas também ensejam interpretações interessantes de natureza paleobiogeográfica. A título de exemplo é

mencionado o estudo de doutoramento de Arai (2007), no qual o autor descreve a evolução do padrão biogeográfico, durante o Cretáceo, nas bacias da margem continental brasileira. O autor destaca um padrão biogeográfico que define um provincialismo controlado por variáveis paleoceanográficas, destacando-se as tendências de temperatura e circulação oceânica.

A razão entre os palinomorfos autóctones (marinhos) e alóctones (continentais) também demonstra grande eficiência na delimitação de tendências retrogradacionais e progradacionais (Lana, 1997; Ferreira, 2004). Sluijs *et al*. (2005) analisaram seções do Paleógeno, nos hemisférios norte e sul, e verificaram uma pronunciada diferenciação das associações palinológicas ao longo de um perfil distal/proximal. A pesquisa palinoestratigráfica em questão promoveu relevantes constatações sobre o ambiente deposicional, contribuindo na avaliação e interpretação referentes ao transporte e escoamento das partículas sedimentares, assim como das variações relativas do nível do mar. Tais análises também reafirmaram a importância dos cistos de dinoflagelados no tocante à avaliação e entendimento dos mecanismos atuantes nas fases *greenhouse/icehouse*, que atuaram na Terra durante esse período.

O fato dos elementos alóctones, representados pelos miósporos, serem originados pelos vegetais, confere a estes palinomorfos um grande valor paleoecológico para as interpretações paleoambientais, particularmente nas averiguações paleoclimáticas, considerando que a vegetação é fortemente controlada pelo clima. Lana (1997) observou variações efetivas no espectro polínico em sedimentos do Cenomaniano/Turoniano da Bacia Potiguar, que refletem, possivelmente, o resfriamento climático registrado nessa passagem, em baixas latitudes.

Diante da distribuição geográfica da vegetação nas diversas faixas latitudinais, Herngreen *et al*. (1996) individualizaram e definiram, com base na palinoflora, seis províncias palinoflorísticas, para caracterizar o tempo Cretáceo-Paleógeno global, que são: Aquillapollenites, Normapolles, Palmae, Proteaciditres/Nothogagidites, Kahatanga-Lena. A configuração das referidas fitoprovíncias, durante o Cretáceo superior, ocorreu, provavelmente, em decorrência da fragmentação de habitat, resultante da ruptura dos continentes e elevação dos níveis dos mares (Vajda & Bercovici, 2014).

6.5 ASPECTOS BIOESTRATIGRÁFICOS

A palinologia por incluir elementos de origem continental e marinha possibilita a correlação de depósitos em contextos ambientais diversos, o que confere ao método um considerável valor bioestratigráfico.

Os esporos e grãos de pólen, como elementos alóctones, são transportados por longas distâncias pelo fluxo dos rios e por correntes oceânicas (Traverse, 1988), atingindo assim as bacias de captação.

Já os cistos de dinoflagelados destacam-se pela tolerância a determinadas variações de salinidade, que não são suportadas por outros grupos marinhos, a exemplo dos cocolitoforídeos e foraminíferos de testa calcária (Carvalho, 2001; Antonioli & Arai, 2002), sendo assim bastante úteis na datação de seções depositadas em condições marinhas mais restritas. Além disso, ambientes marinhos restritos e rasos, como os ambientes carbonáticos, caracterizam-se pelo baixo aporte de componentes terrígenos, de forma que arcabouços palinoestratigráficos baseados em miósporos não se mostram efetivos em depósitos dessa natureza, a exemplo da Formação Macaé, na Bacia de Campos, como destacado por Arai (2005).

Isto posto, diversos estudos demostraram a importância dos miósporos e cistos de dinoflagelados para a datação e correlação de sedimentos mesozoicos e cenozoicos das bacias sedimentares brasileiras (e.g. Regali *et al*., 1974ab; Dino, 1992; Arai, 1992, 1994; Arai & Botelho-Neto, 1996; Lana, 1997; Carvalho, 2001; Lana & Roesner, 2002; Sarkis, 2002; Ferreira, 2004). Alguns deles destacados na figura 6.4.

Na seção Maastrichtiana/Daniana, alguns cistos de dinoflagelados são reconhecidos mundialmente como fósseis guias eficientes na delimitação da passagem K-Pg, em diversas partes do globo. Como exemplos são destacados o gênero *Dynogymnium* Evitt *et al* 1967 e a espécie *Alisogymnium euclaense* (Cookson and Eisenack) Lentin and Vozzhennikova 1990 (e.g. Drugg, 1967; Evitt, 1985; Williams & Bujak, 1985; Regali, 1991, 1994; Williams *et al*., 1993; Arai, 1994; Lana & Roesner, 2002; Sarkis, 2002) que se extinguem no Maastrichtiano superior. Para o Daniano ressaltam-se as espécies *Damassadinium californicum* (Drugg) Wharton & Willams *et al*. 1993, *Senoniasphaera inonarta* (Drugg) Stover & Evitt 1978 *e Carpatella Cornuta* Grigorovich 1969 (e.g. Hansen, 1977, 1979; Brinkhuis & Leereveld, 1988; Damassa, 1988), com surgimento no Paleoceno inferior, marcando o início do Paleógeno.

Figura 6.4 – Quadro apresenta os arcabouços bioestratigráficos propostos para as bacias sedimentares brasileiras na seção Cretáceo superior-Paleoceno.

<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cronoestratigrafia</td><td>Botelho Neto (1996) / Arai & Botelho (1996) Margem Sudeste</td><td colspan="2">Bacia de Santos Fauth et al. (2012)</td><td colspan="2">Ferreira (2004) Sub-bacia de Sergipe</td><td>Lana & Roesner (2002) Margem Equatorial</td><td>Sarkis (2002) Sarkis et al. (2002) Bacia da Paraíba</td><td>Regali et al. (1974) Bacias Sedimentares Brasileiras</td></tr>
<tr><td>Cistos de dinoflag.</td><td colspan="2">Miósporos</td><td>Miósporos</td><td>Cistos de dinoflag.</td><td>Cistos de dinoflag.</td><td>Cistos de dinoflag.</td><td>Cistos de dinoflag.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">THANETIANO</td><td rowspan="4">Apectodinium homomorphum</td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5"></td><td rowspan="5">Echtricolpites communis</td><td>Muratodinium fibriatum</td><td rowspan="5"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="5">Apectodinium homomorphum</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Apectodinium hyperacanthum</td></tr>
<tr><td rowspan="3">SELANDIANO</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Cerodinium diebelii</td></tr>
<tr><td rowspan="2">DANIANO</td><td>Intervalo II</td></tr>
<tr><td>Phelodinium magnificum</td><td rowspan="2">Indeterminado</td></tr>
<tr><td rowspan="5">MAASTRICHTIANO SUPERIOR</td><td>Dinogymnium sp.</td><td rowspan="2">Dinogymnium spp.</td><td rowspan="5">Gabonisporis vigourouxii</td><td rowspan="5">Gabonisporis sp.</td><td rowspan="5">Dinogymnium spp.</td><td rowspan="2">Dinogymnium spp.</td><td>Intervalo I</td><td rowspan="2">Proteacidites longispinosus</td></tr>
<tr><td>Xenascus ceratioides</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">Yolkinogymnium sp.</td><td rowspan="3">Yolkinigymnium lanceolatum</td><td>Yolkinigymnium spp.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Cribriperidinium cf. wetzelii</td><td rowspan="2">Tricornites elongatus</td></tr>
<tr><td></td></tr>
</table>

7 SISTEMÁTICA TAXONÔMICA

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste ítem é apresentada a classificação sistemática dos cistos de dinoflagelados identificados na seção maastrichtiana/paleocênica. A lista sinonímica das espécies foi elaborada, principalmente, com ênfase nas nomenclaturas diferentes.

Esta etapa foi realizada com base nos seguintes trabalhos: Fensome *et al*. (1993a, 1998), Williams *et al*. (1998), Fensome *et al*. (2008, 2009). Para o reconhecimento dos táxons e comparações taxonômicas, foram selecionadas diversas publicações como referências, como segue: Eisenack & Klement (1964), Eisenack (1967), Lentin & Williams (1975), Stover & Evitt (1978), Eisenack & Kjellström (1971; 1975ab, 1981ab), Cookson & Eisenack (1982), Williams & Bujak (1985), Stover & Williams (1987); Lentin & Williams (1989); Fensome *et al*. (1991, 1993b, 1995), Williams *et al*. (1993), Stover *et al*. (1996), Williams *et al*. (2004), Fauconnier & Masure (2004), Fensome *et al*. (2008, 2009), Slimani *et al* (2010).

Adiante, a classificação sistemática é realizada com foco na abordagem das principais características diagnósticas dos gêneros e espécies identificados, com a comparação e diferenciação entre os táxons, contrapondo com os aspectos mais importantes discutidos na literatura. Foi realizado um estudo taxonômico de 96 táxons de cistos de dinoflagelados, dentre as quais 27 espécies permanecem com taxonomia aberta e despontam como possíveis candidatas a espécies novas, as quais serão motivos para avaliações subsequentes.

As informações relativas à distribuição estratigráfica (Apêndice 18) e paleogeográfica foram coletas com base em algumas referências, tais como segue: Bujak & Williams (1978); Williams & Bujak (1985); Williams *et al* (1993); Powell (1992); Stover *et al*. (1996), Sarkis *et al*. (2002), Fauconnier & Masure (2004), Fensome *et al*. (2008, 2009), Slimani *et al*. (2010). Além das bibliografias citadas, foram utilizados os catálogos com os trabalhos originais de descrições das espécies, mencionados nos parágrafos anteriores, e o banco de dados on-line, com citações internacionais diversas, o *GBIF* (*Global Biodiversity Information Facility*), para a complementação desses dados. No que diz respeito às distribuições dos cistos de dinoflagelados nas bacias brasileiras, foram consultados os trabalhos de Regali *et al.* (1974), Arai (1994), Arai & Botelho (1996), Sarkis *et al.* (2002), Ferreira (2004), Arai (2007), Fischer (2012), Fischer *et al*. (2013), dentre outros.

No que se refere aos miósporos, a identificação dos gêneros e espécies desse grupo foi realizada com base nos trabalhos de Regali *et al*. (1974), Herngreen (1972, 1975), Jansonius

& Hills (1976); Lima (1978a, 1985); Regali (1989, 1991), Dino (1992), Vallati (2010), Barreda *et al*. (2012).

7.2 CLASSIFICAÇÃO SISTEMÁTICA DOS CISTOS DE DINOFLAGELADOS

Reino **PROTISTA**

Divisão **DINOFLAGELLATA** (Bütschli, 1885) Fensome *et al*., 1993

Subdivisão **DINOKARYOTA** Fensome *et al*.,1993

Classe **DINOPHYCEAE** Pascher, 1914

Subclasse **GYMNODINIPHYCIDAE** Fensome *et al*.,1993

Ordem **PTYCHODISCALES** Fensome *et al*.,1993

Família PTYCHODISCACEAE Willey & Hickson, 1909

Subfamília Dinogymnioideae (Sarjeant & Downie, 1974) Fensome *et al*., 1993

Gênero ***Dinogymnium*** Evitt *et al*., 1967 emend.

Lentin & Vozzhennikova, 1990

Espécie-tipo: *D. acuminatum* Evitt et *al*. 1967; p.72, pl.1, figs. 21-23; pl.2, fig. 5; text-figs. 16-18.

Presença de numerosas costelas longitudinais bem marcadas, ao longo da epiteca e hipoteca.

Dinogymnium acuminatum Evitt *et al*., 1967

Estampa 1 – fotos 1, 2

Gymnodinium nelsonense (Cookson) Drugg, 1967; p.9-16, est.1, 2; pl.3, figs1-8, 10, 12, 20.
Gymnodinium kasachstanicum Vozzhennikova, 1967, p.45-46, pl.2, figs.4a-b; pl.3, figs.9a-b.
Dinogymnium kasachstanicum Vozzhennikova, 1967, p.45-46, pl.2, figs.4a-b; pl.3, figs.9a-b.
Dinogymnium microgranulosum Clarke & Verdier, 1967; p. 34–35, pl. 5, figs 7–10; text-fig.14.
Dinogymnium acuminatum Evitt *et al*., 1967; p. 8-16, est. 1,2; pl.3, figs. 1-8, 10, 12, 20; texts-figs 11-23.

Descrição: Está espécie é facilmente identificada pelo formato bicônico ou fusiforme e pela presença de inúmeras costelas longitudinais bem pronunciadas, que convergem em

direção aos polos, os quais são relativamente livres de ornamentação. Parede constituída por diminutos grânulos. Paracíngulo bem marcado delimita a hipoteca e o epiteca, mostrando, o último, dimensões ligeiramente maiores e vértices de contornos arredondados, em relação ao hipocisto, que se revela menor e possui antápice de contorno mais angular. O parassulco não é muito evidente nos exemplares analisados, que mostram um arqueopilo atípico, constituído por duas suturas. Apresenta opérculo preso, e a paratabulação não é assinalada no grão. As dimensões (comprimento x largura) da espécie em questão variam entre 43-98 x 27-52 μm. Quanto ao *Cingulum Index* (100 x razão altura do epiteca/comprimento total do cisto), este varia entre 48 e 53 μm.

Discussão: No material típico, objeto dos estudos de Evitt *et al*. (1967), os números, relativos à variação *Cingulum Index* entre 47 e 60 *μm*, mostram-se compatíveis com os valores observados para os dinocistos estudados nesta tese. Os referidos autores observaram que o cíngulo, em seu lado direito, demonstra um deslocamento em direção ao antápice e um estreitamento na extremidade esquerda. Cookson (1956) indica, nesta espécie, a existência de uma delicada membrana finamente granulada, que geralmente mostra-se parcialmente dobrada longitudinalmente. O autor também aponta uma deformação transversal, em aproximadamente metade de seu comprimento, cuja natureza é de difícil determinação. Vozzhennikova (1967) destacou que muitas das costelas longitudinais que cobrem a superfície do grão tendem a desaparecer em direção aos polos. Conforme Evitt *et al*. (*op.cit*), essa feição leva a formação de áreas dobradas, no ápice e antápice. Os caracteres descritos acima foram observados nos exemplares estudados nesta tese, os quais, provavelmente, são característicos do táxon, contribuindo para a distinção deste das demais espécies pertencentes ao gênero *Dinogymnium*. A espécie *D. heterocostatum* (Deflandre) Evitt *et al*. 1967 diferencia-se da espécie em questão pela presença, na primeira, de costelas de diferentes comprimentos e larguras (Deflandre, 1935), além de apresentar, conforme o presente estudo, interrupções nessas estruturas cerca de 1/3 do comprimento das mesmas, em direção ao paracíngulo, sendo observado nessa espécie um sistema de ramificação mais complexo das costelas em relação ao que foi verificado para a espécie *D. acuminatum*.

Distribuição estratigráfica: Estende-se do Santoniano superior ao Maastrichtiano (Bujak & Williams, 1978; Williams & Bujak, 1985; Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Esta espécie possui uma ampla distribuição mundial, com registros em ambos os hemisférios: (e.g. E.U. A, Evitt et al., 1967; Canadá, Williams, 1975; Senegal, Jain & Millepied, 1975; sul da Espanha, Riegel, 1974; Gabão, Boltenhagen, 1977; México, Helenes, 1984; sul da Índia, Mehrotra & Sarjeant, 1987; noroeste da Tunísia, seção El Haria/ El Kef, Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Brinkhuis & Leereveld, 1988; Colômbia, Duênas Jiménez, 1989; Nigéria, Oloto, 1989; Venezuela, Corpoven, 1994; Tanzânia, Pearson et al., 2004; Gana, Oboh-Ikuenobe, 2005; Marrocos, Slimani *et al*., 2010; Áustria, Mohamed & Wagreich, 2013). No Brasil foi registrada nas bacias de Campos (Arai & Botelho Neto, 1996; Arai *et al*., 2000), Espírito Santo (Regali *et al*., 1974ab), Sergipe (Regali *et al*., 1974ab), Ceará (Arai *et al*., 2000; Lana & Roesner, 2002), Pará-Maranhão (Regali *et al*., 1974ab), Pelotas (Arai, 2005a; Premaor, 2011; Premaor *et al*., 2010), Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; Oliveira, 2011; conforme esta tese) e na Foz do Amazonas (Regali, 1978).

Dinogymnium digitus (Deflandre) Evitt, Clarke & Verdier, 1967

Estampa 1 – fotos 3, 4

Gymnodinium digitus Deflandre, 1935; p.225, text-figs. 7-8.
Gymnodinium digitus Deflandre, 1936b; pl.2, figs.4-5.
Dinogymnium digitus (Deflandre) Evitt *et al*., 1967; p.18-19.

Descrição: Possui forma elipsoidal alongada típica e extremidades arredondadas, características diagnósticas que o difere das outras espécies do gênero. Possui a epiteca consideravelmente maior que a hipoteca, parede lisa a micropunctada, com alguns grânulos distribuídos, de forma esparsa, ao longo do grão. Apresenta algumas dobras que se mostram mais evidentes na epiteca. Paracínculo indicado por reentrâncias laterais e dobras transversais, em aproximadamente 1/3 do comprimento do grão, marcando a base da epiteca. O parassulco não é muito discernível, sendo inferido a partir de algumas dobras longitudinais. A paratabulação não é marcada neste táxon. Arqueópilo indicado por suturas bem sutis na região apical, sendo o opérculo preso. O tamanho (comprimento x largura) desta espécie variou entre 61-65 x 24-26 μm.

Discussão: Conforme Deflandre (1935) ranhuras delicadas podem ser observadas, principalmente, na hipoteca. O autor aponta também um aspecto semelhantemente digitiforme, para ambas as partes da célula (hipoteca e epiteca), sendo esta uma das principais

caraterísticas que definem este táxon e o diferencias das outras espécies do gênero, conforme verificado neste estudo. As dimensões dos exemplares analisados, no presente trabalho, foram relativamente menores em relação àquelas verificadas para o holótipo (68 - 70 μm), além disso, naqueles espécimes, a ocorrência de dobras longitudinais é destacada, principalmente, para a hipoteca.

Distribuição estratigráfica: Ocorre no intervalo Coniaciano – Maastrichtiano (Williams, 1975; Bujak & Williams, 1978; Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Possui uma distribuição ampla, sendo observado em diversas partes do mundo, nos hemisférios norte e sul: (e.g. França, Deflandre, 1935; Gabão, Boltenhagen, 1977; sudeste do Canadá, Bujak & Williams, 1978; Marrocos, Rauscher & Doubinger, 1982; Egito, Scharank, 1987; Antártida, Askin, 1988a; E.U. A., Habib & Miller, 1989; Oceano Índico, Mao & Morh, 1992; Venezuela, Corpoven, 1994; Tanzânia, Pearson *et al*., 2004). No Brasil possui registros nas bacias de Sergipe (Arai *et al*., 2005a, Campos (Arai, 1994) e da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; Oliveira, 2011; conforme esta tese).

Dinogymnium westralium (Cookson & Eisenack) Evitt, Clarke & Verdier, 1967

Estampa 1 – Foto 5

Gymnodinium westralium Cookson & Eisenack, 1958; p.25, pl.1, fig.9.
Dinogymnium westralium (Cookson and Eisenack) Evitt *et al*., 1967; p.23-24.
Dinogymnium westralium May, 1977; p.118.

Descrição: Dinocisto possui epiteca e hipoteca de dimensões aproximadamente iguais, e ápices de âmbito cônico a arredondado, sendo a hipoteca mais arredondada que a epiteca. Arqueopilo evidenciado por duas suturas, na região apical, mostrando-se o opérculo, preso. Sulco longitudinal não é aparente e um cíngulo transversal, pouco profundo, pode ser observado, delimitando as regiões apical e antapical. Parede do dinocisto finamente punctada, com a presença de cristas que correm da região do sulco e convergem em direção aos polos. Dimensões (comprimento x largura) do referido táxon: 70-80 x 52-58 μm.

Discussão: As dimensões do material estudado por Cookson & Eisenack (1958) são relativamente menores que as observadas para o exemplar avaliado nesta tese. Conforme o

aludido autor, o táxon em questão diferencia-se da espécie *D. cretaceum* (Deflandre) Evitt *et al*. 1967 por apresentar maiores dimensões, além de um paracíngulo mais estreito. Foi observado no corrente estudo que o táxon *D. acuminatum* diferencia-se pela presença de costelas menos pronunciadas e paracíngulo menos marcado em *D. westralium*. Além disso, na espécie *D. acuminatum* a epiteca é notadamente maior que a hipoteca, o que não é tão evidente na espécie *D. westralium*.

Distribuição estratigráfica: Cretáceo superior (Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Possui registros em ambos os hemisférios: (e.g. Austrália, Cookson & Eisenack, 1961 apud Eisenack, 1964; U.S.A, Tocher, 1987; Tanzânia, Pearson *et al*., 2004; Gana, Oboh-Ikuenobe, 2005). Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Dinogymnium undulosum Cookson & Eisenack, 1970

Estampa 1 – Foto 6

Dinogymnium undulosum Cookson & Eisenack, 1970; p.138, pl.10, fig.3.

Descrição: Cisto relativamente pequeno, de formato bicônico, com epiteca e hipoteca de tamanhos aproximadamente iguais. As regiões, apical e antapical, possuem contornos arredondados. Parede ornamentada por numerosas costelas longitudinais, que convergem em direção aos polos. Arqueopilo representado por duas suturas, definindo uma abertura em forma de "V", na porção final da epiteca, com o opérculo preso a mesma. Paracíngulo bem marcado e parassulco evidente, na hipoteca e na epiteca. A paratabulação não é indicada. Dimensões (comprimento/largura) deste táxon: 55 x 34 μm.

Discussão: Herngreen (1975) apresenta o *Dinogymnium denticulatum* Alberti 1961 como sinônimo sênior da espécie em discussão, entretanto o nome *Dinogymnium undulosum* é o mais comumente utilizado em estudos taxonômicos. O cisto *D. undulosum* caracteriza-se pela presença de nítidas ondulações nas costelas, caractere que o diferencia de outras espécies do mesmo gênero, como exemplos as espécies *D. acuminatum* e *D. westralium*. Os cistos investigados nesta tese são um pouco menores em relação ao material tipo (Cookson & Eisenack 1970), com dimensão do holótipo (comprimento x largura) 64 x 34 μm.

Distribuição estratigráfica: Ocorre do Coniaciano ao Maastrichtiano (Arai, 1994, 2007; Williams & Bujak, 1985).

Distribuição geográfica: Distribui-se em ambos os hemisférios: (e.g. oeste da Austrália, Cookson & Eisenack, 1970; sudeste do Canadá, Bujak & Williams, 1978; sul da África, Mclachlan & Pieterse, 1978; Marrocos, Rauscher & Doubinger, 1982; leste do Iraque, Al-Ameri & Khoshaba, 1989; Oceano Índico, Mao & Mohr, 1992; Venezuela, Corpoven, 1994; Gana, Oboh-Ikuenobe, 2005). No Brasil ocorre nas bacias de Sergipe (Herngreen, 1975), Espírito Santo (Arai & Botelho Neto, 1996; Botelho, 1996), Campos (Arai, 1994) e da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; Oliveira, 2011; conforme esta tese).

Dinogymnium avellana (Lejeune-Carpentier) Evitt *et al*., 1967

Estampa 1 – Foto 7

Gymnodinium? avellana Lejeune-Carpentier, 1951; p.B309, tex-fig. 3.
*Dinogymnium avellana (*Lejeune-Carpentier) Evitt *et al*., 1967; p.16-17.
*Dinogymnium avellana (*Lejeune-Carpentier) Boltenhagen, 1977; p.76.
*Dinogymnium avellana (*Lejeune-Carpentier) Lejeune-Carpentier & Sarjeant, 1983; p.10-11.

Descrição: Dinocisto caracteriza-se por suas pequenas dimensões, formato aproximadamente bicônico e ápices arredondados. Presença de costelas longitudinais em todo o comprimento do dinocisto, sendo a parede lisa entre as costelas. Paratabulação não evidenciada. Parassulco pouco evidente na hipoteca e paracíngulo bem marcado por uma faixa transversal, pouco profunda, que se alarga nas extremidades e separa a epiteca da hipoteca, as quais apresentam tamanhos aproximadamente iguais. Arqueopilo indicado por duas suturas na porção apical. Opérculo preso ao cisto. Proporções da espécie em questão variam entre 25-40 x 27-39 μm.

Discussão: Cisto bastante comum no material estudado. Facilmente reconhecido pelas pequenas dimensões e forma bicônica arredondada, típica dessa espécie. Conforme Lejeune-Carpentier (1951), a espécie em questão apresenta um sulco longitudinal que não pôde ser tão bem avaliado a partir de um único exemplar. Segundo o autor, este aparece na epiteca como uma forte dilatação que se prolonga em direção aos polos, e limita-se nas proximidades da região apical. Na hipoteca, essa feição apresenta-se mais curta. O parassulco mostrou-se

pouco discernível, nos espécimes estudados na presente tese. Além disso, os cistos aqui avaliados apresentaram dimensões relativamente menores, em relação ao material tipo (23-18 μm), averiguado por Lejeune-Carpentier (*op.cit.*).

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano (Fensome *et al*. 2008).

Distribuição geográfica: Bélgica (Lejeune-Carpentier, 1951); Marrrocos (Prevêt *et al*., 1979); Nigéria (Oloto, 1989); Gabão (MNHN – Paris, sem data). No Brasil foi documentada na Bacia da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; conforme esta tese).

***Dinogymnium* sp. 1**

Estampa 1 – Foto 8

Descrição: Dinocisto pequeno, com ápices de contornos arredondados, sendo a região antapical mais arredondada em relação à região apical, que mostra um formato ligeiramente cônico. Paracíngulo bem marcado, mais evidente no lado direito do grão. Parassulco discernível na hipoteca e paratabulação não indicada. Arqueopilo sugerido por uma fenda na porção final da epiteca, sendo o opérculo preso. Costelas são evidentes na hipoteca e epiteca, as quais partem da região do cíngulo em direção aos polos, e tendem a desaparecer nos ápices, que são, normalmente, mais livres dessas estruturas, em relação às proximidades do cíngulo. Entre as costelas, a parede do cisto apresenta-se lisa. Dimensões (comprimento x largura) deste táxon: 36 x 27 μm.

Discussão: *Dinogymnium* sp.1 assemelha-se ao táxon *Dinogymnium albertii* Vozzhennikova 1967. Porém, o táxon *dinogymnium* sp 1 diferencia-se da espécie *D.albertii* por apresentar hipoteca e epiteca visivelmente diferentes, principalmente no que diz respeito a forma, conforme foi abordado na descrição deste táxon. Em contrapartida, a espécie *D. albertii* apresenta epiteca e hipoteca de forma e ornamentação bastante semelhantes. Nessa espécie o parassulco é de difícil observação, diferentemente da espécie em discussão, que mostra um sulco longitudinal bem marcado no cisto. Além disso, o táxon *Dinogymnium* sp. 1 apresenta dimensões consideravelmente menores em relação à espécie *D. albertii*.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (esta tese).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (esta tese).

***Dinogymnium* sp. 2**

Estampa 1 – Foto 9

Descrição: Cisto caracteriza-se por possuir grandes dimensões, paratabulação não indicada, parassulco não indicado e paracíngulo bem marcado, o qual se torna mais largo em direção às extremidades. Cisto possui numerosas costelas longitudinais, bem pronunciadas e com notáveis ondulações. Essas estruturas estão distribuídas ao longo de todo o comprimento do dinocisto, convergindo para os polos. Parede entre as costelas apresenta-se lisa a finamente granulada. Parassulco evidente, na hipoteca e epiteca. O arqueopilo é inferido a partir de uma abertura, na porção apical, formada a partir de duas suturas. Opérculo preso. Possui dimensões (comprimento/largura) que variam entre 83-107 x 44-87 μm.

Discussão: Este cisto diferencia-se dos táxons *D. acuminatum e D. westralium* por revelar-se relativamente maior. Além disso, *Dinogymnium* sp. 2 possui epiteca significativamente maior que a hipoteca e costelas com visíveis ondulações, diferenciando-a da espécie *D. acuminatum*, que mostra uma epiteca ligeiramente maior que a hipoteca. Quanto à espécie *D. westralium*, esta também apresenta costelas onduladas, porém possui epiteca e hipoteca de tamanho similar.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (esta tese).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (esta tese).

***Dinogymnium* sp. 3**

Estampa 1 – Foto 10

Descrição: Cisto relativamente grande, parede ornamentada por numerosas costelas longitudinais, que convergem em direção aos ápices, mas não alcançam os mesmos. Parede entre as costelas possui ornamentação em grânulos, bem evidente. No ápice, sugere-se a presença de um arqueopilo atípico formado por duas suturas, que tendem a originar uma abertura em forma de "V", sendo opérculo aderente ao cisto. Paracíngulo bem marcado e que se torna mais amplo em direção às extremidades, e parassulco indicado por dobras/ou costelas

longitudinais, evidentes, principalmente, na hipoteca. Epiteca arredondada, consideravelmente maior que a hipoteca, que possui um formato mais cônico em relação a primeira. Dimensões (comprimento x largura) da espécie em questão: 80 x 25 μm.

Discussão: Cisto diferencia-se das outras espécies incluídas no gênero *Dynogymnium*, como as descritas anteriormente, pelo formato fusiforme alongado, delgado e com epiteca significativamente maior que a hipoteca. *Dinogymnium* sp. 3 apresenta também parede fortemente ornamentada entre as costelas.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtriano superior (esta tese).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (esta tese).

Gênero ***Amphigymnium*** Lentin & Vozzhennikova, 1990
Espécie-tipo: *Amphidinium mitratum* Vozzhennikova 1967; pl.1, fig.2.

Presença de dobras longitudinais na epiteca e hipoteca.

Amphigymnium cooksoniae (Boltenhagen) Lentin & Vozzhennikova, 1990
Estampa 1 – fotos 11, 12

Dinogymnium cooksoniae Boltenhagen, 1977; p.75-76, pl.11, figs.5a-c, 6-7.
Amphigymnium cooksoniae (Boltenhagen) Lentin & Vozzhennikova, 1990; p.30.

Descrição: Cisto pequeno, de formato elipsoide, com ápice e antápice de contornos arredondados. Parede delicadamente granular e com dobras longitudinais, na epiteca e hipoteca, mas que se concentram, principalmente, na epiteca. Possui epiteca consideravelmente maior que a hipoteca. Uma faixa levemente deprimida (paracíngulo) limita as regiões apical e antapical. Parassulco perceptível no cisto, indicado por algumas dobras longitudinais na hipoteca. Paratabulação não é definida no cisto. Arqueopilo sutilmente indicado por duas suturas na região apical. Opérculo aderente ao cisto. Tamanhos (comprimento x largura) variam entre 46-60 x 25-35 μm.

Discussão: A espécie *Amphigymnium cooksoniae* é muito semelhante à espécie *Alysogymnium euclaense*, a qual, conforme Lentin & Vozzhennikova (1990), diferencia-se da espécie em questão por apresentar epiteca cônica e com costelas e/ou dobras e hipoteca subsférica e lisa (sem costelas ou dobras). O espécime avaliado, nesta tese, difere do material típico (Boltenhagen, 1977) por apresentar, notadamente, epiteca maior que a hipoteca.

Distribuição estratigráfica: O material típico provém do Campaniano, segundo Boltenhagen (1977). Cretáceo superior, de acordo com Fensome *et al*. (2008).

Distribuição geográfica: antiga USSR (Lentin and Vozzhennikova, 1990); Gabão (Boltenhagen, 1977). Brasil, Bacia da Paraiba (esta tese).

Gênero ***Alisogymnium*** Lentin & Vozzhennikova, 1990

Espécie-tipo: *Dinogymnium euclaense* Cookson & Eisenack, 1970; p.139, pl.10, figs. 9-12.

Lentin & Vozzhennikova (1990) erigiram o gênero *Alisogymnium* para os tipos que apresentam hipoteca arredondada e lisa, sem dobras ou costelas.

Alisogymnium euclaense (Cookson & Eisenack)
Lentin & Vozzhennikova, 1990
Estampa 2 – fotos 1, 2

Dinogymnium euclaense Cookson & Eisenack, 1970; p.139, pl.10, figs. 9-12.
Alisogymnium euclaense (Cookson & Eisenack) Lentin & Vozzhennikova, 1990; Apêndice A, fig.35.

Descrição: Cisto pequeno, com epiteca de contorno cônico, ornamentada por costelas longitudinais e hipocista mais arredondada e praticamente lisa (livre de costelas). Epiteca e hipoteca são separadas por um paracíngulo, bem marcado e relativamente profundo. A paratabulação não é indicada e o parassulco é delineado por dobras longitudinais, que partem da região cingular e prolongam-se, na epiteca e hipoteca, em direção aos polos, porém sem atingí-los. Presença de um arqueopilo atípico, visível como uma abertura em forma de "V", na região apical. Opérculo preso. Dimensões (comprimento x largura) variam entre 49-55 x 21-30 μm.

Discussão: A espécie *A. euclaense* diferencia-se do táxon *Amphigymnium cooksoniae*, principalmente, pela presença, neste último, de dobras bem marcadas, na epiteca e hipoteca. Os exemplares da espécie *A. euclaense*, avaliados no presente estudo taxonômico, apresentam tamanhos relativamente maiores do que os observados para o material típico (32-42 x 19-30 μm), analisado por Cookson & Eisenack (1970a).

Distribuição estratigráfica: Santoniano ao Maastrichtiano (Williams & Bujak, 1985); Cretáceo superior (Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Possui uma ampla distribuição no globo, sendo observado em ambos os hemisférios (e.g. Bacia Eucla, Austrália, Cookson & Eisenack, 1970a; Holanda e Dinamarca, Wilsom, 1974; sudoeste da África, 1978; Marrocos, Prêvét et al., 1979; Madagascar, Herngreen *et a*l., 1982; Egito, Scharank, 1984; México, Helenes, 1984; Planície Costeira Atlântica, E.U.A Habib & Miller, 1989; Nigéria, Oloto, 1989; oeste do Canadá, Harker *et al*., 1990; Marrocos, Slimani *et al*., 2010; nordeste da Tunísia, seção d'Ellès, M'Hamdi et al., 2012). No Brasil, distribui-se nas bacias do Ceará (Arai, 2005a), Sergipe (Arai, 2005a), Campos (Arai, 1994; Arai & Botelho Neto, 1996), e da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; Oliveira, 2011; conforme esta tese).

Alisogymnium* cf. *A. euclaense (Cookson & Eisenack)
Lentin & Vozzhennikova, 1990
Estampa 2 – foto 3

Dinogymnium euclaense Cookson & Eisenack, 1970; p.139, pl.10, figs. 4.
Alisogymnium euclaense (Cookson & Eisenack) Lentin & Vozzhennikova, 1990; Apêndice A, fig. 35.

Descrição: Espécie simples, em aspectos gerais, epiteca apresenta âmbito cônico e hipoteca, contorno mais arredondado. Parede praticamente lisa, com apenas algumas dobras incipientes, principalmente, na epiteca. Paracíngulo bem marcado por uma faixa transversal profunda, em aproximadamente 1/3 do comprimento do grão, que se torna mais ampla lateralmente. Parassulco não muito discernível no exemplar estudado, sugerido por pequenas dobras, que partem da região cingular. Paratabulação não indicada e arqueopilo apical atípico,

não muito evidente no cisto em questão. Opérculo preso. Dimensões desta espécie (comprimento/largura): 55 x 34 μm.

Discussão: A espécie em questão é muito similar morfologicamente ao táxon *A. euclaense*, porém, conforme Cookson & Eisenack (1970), difere deste por apresentar epiteca praticamente lisa e livre de costelas ou dobras. Além disso, o táxon *Alisogymnium* cf. *A. euclaense* mostra os lados, que constituem a epiteca, ligeiramente côncavos, assim como observado nos exemplares avaliados neste trabalho. Foi verificado, a partir da presente análise, a existência de costelas mais pronunciadas, na epiteca, na espécie *A.euclaense*.

Distribuição estratigráfica: Cretáceo superior (Cookson & Eisenack, 1970).

Distribuição geográfica: Bacia Eucla, Austrália (Cookson & Eisenack, 1970a). No Brasil possui registro na Bacia da Paraíba, em consonância com esta tese.

Gênero ***Yolkinigymnium*** Lentin & Vozzhennikova, 1990
Espécie-tipo: *Dinogymnium lanceolatum* May, 1977; p.115, pl.2, figs. 9,10.

Caracterizado pela sua forma extremamente delgada e alongada, com epicisto em forma de "lança".

Yolkinigymnium lanceolatum *(*May) Lentin & Vozzhennikova, 1990
Estampa 2 – fotos 4, 5

Dinogymnium lanceolatum May, 1977; p.115, pl.2, figs.9-10.
*Yolkinigymnium lanceolatum (*May) Lentin & Vozzhennikova, 1990; p.30.

Descrição: Cisto facilmente reconhecido pela sua forma delgada e extremamente alongada, com razão comprimento/largura maior que 10. Possui paracíngulo sutilmente indicado por pequenas dobras transversais e arqueopilo indistinto. Paratabulação não indicada. Epiciso lanceolado e evidentemente longo, com hipoteca sendo 1/4, aproximadamente, do comprimento do cisto. Possuem comprimentos que variaram entre 230-261 μm.

Discussão: Em decorrência de sua forma exageradamente alongada e frágil, esta espécie apresenta-se, usualmente, intensamente dobrada e/ ou fragmentada, o que dificultou um pouco a descrição destes cistos e a verificação dos parâmetros morfométricos. Porém por serem recorrentes na seção, foi possível avaliar um número relevante de exemplares, colaborando para o reconhecimento da espécie.

Distribuição estratigráfica: Campaniano superior ao Maastrichtiano superior (May, 1977, 1980; Firth, 1987; Fensome *et al.*, 2008).

Distribuição geográfica: Possui registros nos E.U.A (May, 1977; Firth, 1987); No Brasil a espécie em questão foi documentada nas bacias de Espírito Santo (Arai & Botelho Neto, 1996; Botelho Neto, 1996), Campos (Arai, 1994; Arai & Botelho Neto, 1996), Santos (Fauth *et al*., 2012) e da Bacia da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; Oliveira, 2011; nesta tese).

Subclasse **PERIDINIPHYCIDAE** Fensome *et al*., 1993
Ordem **GONYAULACALES** Taylor, 1980
Subordem GONYAULACINEAE Fensome *et al*., 1993
Família GONYAULACACEAE Lindemann, 1928
Subfamília GONYAULACOIDEAE Fensome *et al*., 1993

Gênero ***Achomosphaera*** Evitt, 1963
Espécie-tipo: *Hystrichosphaeridium ramuliferum* Deflandre, 1937; pl. 14, fig. 5.

Feições parassuturais ausentes, paratabulação indicada, normalmente, pela organização dos processos gonais e intergonais, no cisto, e, eventualmente, por algumas linhas parassuturais sutis, que podem ser observadas em todo o cisto ou localmente.

Achomosphaera ramulifera (Deflandre) Evitt, 1963
Estampa 2 – fotos 6 - 9

Hystrichosphaeridium ramuliferum Deflandre, 1937; p.74-75, pl.14, figs. 5-6; pl.17, fig.10.
Hystrichosphaeridium rehdense Maier, 1959; p.317-318, pl.32, figs. 3, 4.
Achomosphaera ramulifera (Deflandre) Evitt, 1963; p.163, fig.4.
Spiniferites ramiliferus (Deflandre) Reid, 1974; p.608-609.

Descrição: Cisto corado a próximo-corado, relativamente grande e caracterizado por processos longos a medianos, corpo central elipsoidal a romboidal. A espécie *A.ramulifera* apresenta, como principal característica diagnóstica, a existência de ramificações complexas, que conferem ao cisto uma "exuberância", característica desse táxon. Presença de processos geralmente ocos e fechados distalmente, bifurcados (intergonais) e trifurcados (gonais), os quais mostram também ramificações secundárias. Cristas e septos parassuturais não são evidentes, porém algumas linhas aparecem, sutilmente desenhadas, na parede do cisto, inferindo a paratabulação gonyaulacoide, que não é muito clara. A paratabulação também é sugerida a partir da quantidade e conformação dos processos gonais e intergonais, no cisto. A Parede entre os processos é lisa a finamente granulada, com endofragma e perifragma unidos, exceto na base dos processos. Possui arqueopilo pré-cingular (tipo P3"), com opérculo livre. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 72-95 μm; corpo central 44-64 μm; Processos 13-18 μm.

Discussão: A partir das descrições do material tipo, Deflandre (1937) descreve as ramificações complexas, representativas de uma ornamentação a que o autor se refere como particularmente elegantes. Deflandre (*op.cit.*) descreve essas ramificações como um "buquê de três chifres delgados", de forma que, em alguns espécimes, tais "chifres" terminam em dois pequenos espinhos. May (1980) menciona a presença, neste táxon, de processos cingulares que se fundem, especialmente, nas margens laterais do cisto. São processos menos complexos, reflexos das ramificações primárias. Davey & Williams (1966a) verificaram linhas, fracamente impressas, na superfície do cisto, delimitando os limites das paraplacas. Os caracteres supramencionados foram observados nos exemplares avaliados na corrente tese. May (*op.cit.*) também aponta, eventualmente, a presença de cristas parassuturais fracamente desenvolvidas, principalmente, na superfície dorsal do cisto, conectando a base dos processos intergonais e contribuindo para a definição da paratabulação. Porém, tais feições parassuturais não são evidentes nos espécimes analisados na corrente pesquisa palinológica. Os espécimes analisados no presente estudo mostram dimensões do corpo central relativamente mais expressivas em relação àquelas observadas para o holótipo (Deflandre, *op. cit.*), para o qual foi determinada uma variação de 35-45 μm. Em contrapartida, o tamanho total (incluindo os processos) dos cistos em questão é compatível com o aferido para o holótipo (entre 90-100 μm).

Distribuição Estratigráfica: Cenomaniano ao Campaniano (Bujak & Williams (1978); Cretáceo superior (Fensome *et al*., 2008); outros registros apontam ocorrências deste táxon desde o Valanginiano superior (Gocht, 1959) ao recente (Reid, 1974).

Distribuição geográfica: Este táxon também possui uma extensa distribuição geográfica, possuindo registros nos hemisférios norte e sul (e.g. França, Deflandre, 1937; Gabão, Boltenhagen, 1977; Marrocos, PANGAEA, 1981; Dinamarca e Suécia, Hultberg, 1985; Bahamas, PANGAEA, 1985; Argentina, Quattrochio *et al*., 1986; Canadá, Ioannides, 1986; Nigéria, Oloto, 1989; leste da França, Gorin & Monteil, 1990; E.U.A, Harker et al., 1990; noroeste da Alemanha, Köthe, 1990; Antártida, Tocher,1991; Oceano Índico, Mao & Mohr, 1992; Venezuela, Corpovem, 1994; Japão, PANGAEA, 1999; Austrália Sluijs *et al*., 2003; Gana, Oboh-Ikuenobe, 2005; Portugal, White *et al*., 2005). No Brasil, a espécie em questão foi reconhecida na Bacia da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; esta tese).

Achomosphaera ramulifera* subsp. *perforata (Davey & Williams) Lentim &Williams, 1973

Estampa 2 – Foto 6

Achomosphaera ramulifera var. *perforata* Davey and Williams, 1966a; p.50, pl.5, figs.1-4.
Achomosphaera ramulifera subsp. *perforata* (Davey & Williams) Lentim & Williams, 1973; p.10.

Descrição: Cisto corado, contorno aproximadamente romboidal, com processos bifurcados e trifurcados, portando algumas ramificações secundárias, que conferem certa complexidade na estruturação dos mesmos. Caracterizam-se por apresentar perfurações na base dos processos ou mais distalmente. Paratabulação indicada por feições parassuturais de relevo baixo entre os processos, cujo número e posicionamento, no cisto, são parâmetros que sugerem a paratabulação do tipo gonyaulacoide. Paracíngulo sugerido por linhas parassuturais transversais, abaixo do arqueopilo, na porção média do cisto. Parassulco não evidente. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3”), com opérculo livre. Parede lisa entre os processos, com autofragma e perifragma unidos, exceto na região relativa à base dos mesmos. Táxon de tamanho médio a grande: total (incluindo os processos) 82 μm*;* corpo central 49-51 μm; processos 15-19 μm.

Discussão: Conforme Davey & Williams (1966a), esse táxon é considerado uma variação da espécie *A. ramulifera* por apresentar feição típica que apresenta processos fenestrados (perfurados) proximalmente, e, eventualmente, distalmente. Tal feição foi verificada nos exemplares avaliados e descritos nesta tese, diferenciando-os da espécie *A.ramulifera* subsp. *ramulifera*. O táxon em análise possui primeiro registro no Maastrichtiano superior, conforme o presente estudo.

Distribuição estratigráfica: Eoceno inferior, conforme Fensome *et al*. (2008); Maastrichtiano superior, conforme esta tese.

Distribuição geográfica: Baía de Whitecliff, Inglaterra (Davey & Williams, 1966a); Brasil, Bacia da Paraíba (esta tese).

Achomosphaera ramulifera* subsp. r*amulifera (Davey & Williams) Lentim &Williams, 1973

Estampa 2– Fotos 7, 8

Hystrichosphaeridium ramuliferum Deflandre, 1937; p.74-75, pl.14, figs. 5-6; pl.17, fig. 10.
Achomosphaera ramulifera var. *ramulifera* Davey & Williams, 1966a*;* p.50.
Achomosphaera ramulifera subsp. *ramulifera* (Davey & Williams) Lentim & Williams, 1973; p.10.

Descrição: Cisto grande, de contorno elipsoidal a romboidal, corado, com processos gonais e intergonais longos. Esse tipo apresenta dois tipos de processos, sendo uns mais simples, delgados e sólidos, bifurcados a trifurcados e outros mais complexos, ocos, irregularmente ramificados, apresentando bifurcações secundárias em vários níveis, o que confere ao cisto certa complexidade, quanto a estruturação das projeções, típica deste táxon. Paracíngulo sugerido por linhas parassuturais tênues. Parassulco não evidente e paratabulação goyaulacoide indicada por feições parassuturais de relevo baixo, fracamente delineadas na parede do cisto e pela conformação de seus processos. Parade lisa a finamente granulada, única, com endofragma e perifragma unidos, exceto na base das projeções. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"), sendo o opérculo livre. Os tamanhos dessas formas variaram conforme os parâmetros, como segue: total (incluindo os processos) 72-82 μm*;* corpo central 44-54 μm; Processos 13-18 μm.

Discussão: Neste trabalho foi observado que este táxon diferencia-se da espécie *A.ramulifera* subsp. *perforafa* pela complexidade e dimensões de seus processos, que são mais longos e possuem bifurcações secundárias em diversos níveis. Além disso, na espécie *A.ramulifera* subsp. *ramulifera* não são verificados os processos fenestrados típicos observados em *A. ramulifera* subsp. *perforata*, descritos por Davey & Williams (1966a).

Distribuição estratigráfica: Cretáceo (Deflandre, 1937).

Distribuição geográfica: França (Deflandre, 1937); Baía de Whitecliff, Inglaterra (Davey & Williams, 1966a); Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Achomosphaera* r*amosasimilis Fensome *et al*., 1991

Estampa 2 – Foto 9

Hystrichosphaeridium ramuliferum Deflandre, 1937 b; p.74-75, pl.14; figs. 5-6; pl.17, fig.10.
Achomosphaera ramulifera subsp. *ramosasimilis* Yun Hey-su, 1981; p.14-15, pl.1, figs. 1-8; text-fig.3b.
Achomosphaera ramulifera subsp. *ramosasimilis* Fensome *et al*., 1991; figs.1-2 - p.719; fig.4 - p.721.
Achomosphaera ramosasimilis Londeix *et al*., 1999; p.86.

Descrição: Cisto corado a próximo-corado, relativamente grande, processos normalmente trifurcados, os quais podem apresentar bifurcações distais, discerníveis, em alguns desses processos. Parede lisa entre os processos, portando linhas parassuturais entre as bases dos mesmos, as quais são indicativas da paratabulação, relativamente bem marcada no cisto. Paracíngulo bem marcado por linhas parassuturais transversais, na porção equatorial do cisto, e parassulco evidente por linhas parassuturais longitudinais, que partem da região cingular. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"), com opérculo livre. Tamanhos do cisto variam, como segue: total (incluindo os processos) 88-95 μm*;* corpo central: 56-64 μm; processos 14-18 μm.

Discussão: A espécie em questão diverge da espécie *A. ramulifera* subsp. *ramulifera* por apresentar processos consideravelmente mais delgados, normalmente trifurcados, sem a ocorrência das ramificações complexas e irregulares observadas no último táxon. Em relação

à espécie *A.ramulifera* subsp. *perforata*, a forma *Achomosphaera ramosasimilis* diferencia-se daquela por não apresentar os processos perfurados típicos dessa subespécie. Conforme Yun key-su (1981), a denominação "ramosasimilis" deve-se às similaridades observadas entre as espécies *A. ramosasimilis* e *Spiniferites ramosus*, entretanto, observou-se no corrente estudo que a primeira diferencia-se da última pela ausência dos septos parassuturais ligando os processos, que caracterizam os cistos da espécie *Spiniferites ramosus*.

Distribuição estratigráfica: Santoniano inferior (Fensome *et al*., 2008); Neógeno (Londeix *et al*., 1999); Maastrichtiano superior, conforme esta tese.

Distribuição geográfica: França (Deflandre, 1937); Alemanha (Yun Hey-su, 1981); Mar Mediterrâneo (Londeix *et al*., 1999); Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Achomosphaera* sp. 1**

Estampa 2 – Foto 10

Descrição: Cisto próximo-corado, pequeno, de contorno elipsoidal, portando processos gonais e intergonais, trifurcados e bifurcados, respectivamente, podendo apresentar ramificações secundárias. Parede única, com autofragma e perifragma unidos entre os processos, porém não aderentes na base dos mesmos. Feições parassuturais de relevo baixo, sutilmente delineadas, podem ser observadas entre as bases dos processos, e são sugestivas da paratabulação do tipo gonyaulacoide. O posicionamento e número de processos gonais e intergonais também são indicativos da paratabulação. Paracíngulo indicado, na porção equatorial do cisto, por linhas parassuturais transversais, localizadas abaixo do arqueopilo. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"), sendo o opérculo livre. Parassulso não evidente no cisto. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 45-56 μm; corpo central 36 μm; processos 9-10 μm.

Discussão: O táxon em questão diferencia-se da espécie *A. ramulifera* por apresentar processos mais delgados, menos complexos em relação às ramificações, além de apresentar dimensões relativamente menores, em relação à espécie supracitada.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior, conforme esta tese.

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Achomosphaera* sp. 2**

Estampa 2 – Foto 11

Descrição: Cisto próximo-corado pequeno, subesférico, processos medianos a curtos, simples, trifurcados e bifurcados, sólidos e fechados distalmente. Parede granulada, com autofragma e perifragma unidos, com exceção para a base dos processos. Paracíngulo evidente por linhas parassuturais transversais, abaixo do aqueopilo. Parassulco não evidente e paratabulação indicada pela posição e número de processos, bem como pelas linhas parassuturais que delimitam as paraplacas, no cisto. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"). Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 48 μm*;* corpo central 37 μm; processos 6-9 μm.

Discussão: *Achomosphaera* sp. 2 distingue-se das outras espécies avaliadas do gênero *Achomosphaera* por ser relativamente pequena e pela ornamentação característica do corpo central, sendo que a maioria dos tipos descritos apresenta corpo central predominantemente liso.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior, conforme esta tese.

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Gênero ***Spiniferites*** (Mantell) Sarjeant, 1970

Espécie-tipo: *Xanthidium ramosum* Ehrenberg, 1838; pl. 1, fig. 5.

Feições parassuturais bem marcadas por cristas ou septos conectando as bases dos processos gonais e intergonais, que refletem a paratabulação gonyaulacoide.

Spiniferites ramosus* subsp. *ramosus (Ehrenherg)

Davey & Williams, 1966

Estampa 2 – Foto 12

Xanthidium ramosum Ehrenherg, 1838; pl.1, figs. 1-5.

Xanthidium furcatum Ehrenherg, 1838; pl.1, figs. 12-14.

Spiniferites ramosus (Ehrenherg) Mantell, 1854; p.239.

Geodia? tripunctata Sarjeant, 1964a; p.175.

Ovum hispidum subsp. *ramosum* (Ehrenberg) Eisenack, 1931; p.112.

Hystrichosphaera ramosa (Ehrenberg) Deflandre, 1937; p. 64.

Hystrichosphaera furcata (Ehrenberg) Deflandre, *1937; p. 61*.

Bion ramosum (Ehrenberg) Eisenack, *1938; p.243*, pl. 16, fig. 5).

Galea korykos Sarjeant, 1983; p.91-92,

Hystrichosphaeridium echinoides Maier, 1959; 318–319, pl. 32, figs 5–6.

Areoligera birama Maier, 1959; 304, pl. 29, fig. 2.

Baltisphaeridium korykos (Maier) Sarjeant, 1964; p.176.

Ovum hispidum subsp. *furcatum* (Ehrenberg) Downie & Sarjeant, 1965; p.174.

Baltisphaeridium echinoides (Maier) Downie & Sarjeant, 1965; p.90.

Spiniferies ramosus subsp.*ramosus* (Ehrenberg) Davey & Williams, 1966; P.32.

Chiropteridium? korykos (Maier) Lentin & Williams, 1973; p.25.

Spiniferites furcatus (Ehrenberg) Lentin&Williams, 1973; p.128.

Hystrichosphaera ramosa subs. *ramosa* (Ehrenherg) Davey & Williams, 1966; p.33, pl.1, fig. 1- 6.

Hystrichosphaera bulloidea Harland, 1977b; p.101-102.

Spiniferites bulloidea Lentin and Williams, 1981; p.259.

Homotryblium distinctum Jain & Garg, 1982; p.69.

Gonyaulax spinifera (Claparède and Lachmann) Dodge, 1989; p.289.

Descrição: Cisto corado, suturocavado, de tamanho médio, corpo central apresenta formato ovoidal, com processos gonais e intergonais, originando, eventualmente, ramificações mais complexas. Pequenas bifurcações terminais podem ser observadas, em alguns desses processos, em suas porções terminais. Presença de septos parassuturais bem desenvolvidos, unindo as bases dos processos. Paratabulação indicada pelos septos e cristas parassuturais. Paracíngulo bem marcado por cristas parassuturais bem delineadas. Parassulco não evidente no cisto. Parede lisa, com autofragma e perifragma unidos, excento na base dos processos e região parassutural. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3") e opérculo livre. Dimensões desta espécie: total (incluindo os processos) 65-70 μm; corpo central 42-50 μm; processos 10-20 μm.

Discussão: Nesta espécie, os septos parassuturais que ligam as bases dos processos (gonais e intergonais) são facilmente observados, uma vez que se apresentam bem desenvolvidos, evidenciando a paratabulação Gonyaulacoide. Essa feição basicamente diferencia este táxon da espécie *Achomosphaera ramosasimilis*, que se caracteriza pela ausência de septos ou cristas parassuturais.

Distribuição estratigráfica: Cretáceo superior, conforme Fensome *et al*. (2008). Alguns registros, porém, apontam ocorrências da espécie *S. ramosus* do Valanginiano ao Holoceno (Williams & Bujak, 1985; Fensome *et al*., 2009).

Distribuição geográfica: A espécie *S.ramosus* distribui-se globalmente em ambos os hemisférios, norte e sul: (e.g. Marrocos, Rauscher & Doubinger, 1982; Índia, Jain & Garg, 1982; E.U.A, Firth, 1987; Senegal, Jan du Chêne, 1988; Habib & Miller, 1989; Nigéria, Oloto, 1989; Venezuela, Corpoven, 1994; Bacia Neuquén, Argentina, Papú *et al*. (1999); Gana, Masure *et al*., 2005). No Brasil este táxon foi documentado na Bacia da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; Oliveira, 2011; este trabalho) e Bacia de Pelotas (Fischer, 2012).

Spiniferites ramosus* subsp. *reticulatus (Davey & Williams) Lentim & Williams, 1973

Estampa 3 – Foto 1

Hystrichosphaera ramosa subsp. *reticulata* Davey & Williams 1966; p.38, pl.1, figs. 2-3.

Spiniferites ramosus subsp. *reticulatus* (Davey & Williams) Lentim & Williams 1973; p.130.

Descrição: Cisto pequeno, suturocavado, corpo central esférico e reticulado, entre os processos. Processos médios, em geral, trifurcados, os quais podem mostrar pequenas bifurcações terminais. Alguns processos possuem aspecto aproximadamente cônico. Septos parassuturais evidentes entre as bases dos processos. Os septos e cristas parassuturais são indicativos da paratabulação gonyaulacoide. Parassulco não indicado e paracíngulo sugerido por cristas parassuturais, na porção equatorial do cisto, abaixo do arqueopilo. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"). Opérculo livre. Este táxon apresenta as seguintes dimensões: total (incluindo os processos) 62-68 μm; corpo central 43-46 μm; processos 8-13 μm.

Discussão: O táxon em questão pode ser separado da espécie *S. ramosus* subsp. *ramosus* por apresentar ornamentação tipicamente reticulada do corpo central. Além disso, a espécie *S. ramosus* subsp. *reticulatus* apresenta processos menores, ramificações menos complexas, com a presença de processos diferenciados, que foram destacados por Davey & Williams (1966) como subcônicos. Neste trabalho consta o resgistro mais recente deste táxon.

Distribuição estratigráfica: Cenomaniano, conforme Fensome *et al*. (2008). Maastrichtiano superior, conforme este trabalho.

Distribuição geográfica: Baía de Whitecliff, Inglaterra (Davey & Williams, 1966a). Bacia da Paraíba (este trabalho).

Spiniferites supparus Drugg, 1967

Estampa 3 – Foto 2

Hystrichosphaera supparus Drugg 1967; p.24, pl.4, figs.5-6.

Spiniferites supparus (Drugg) Sarjeant, 1970, p.77.

Descrição: Cisto pequeno a médio, suturocavado, ovoidal, parede com dupla camada, lisa a finamente granulada, com o endofragma e perifragma unidos, exceto na base dos processos e ao longo das parassuturas. Distalmente, amplas membranas ligam os processos, os quais se mostram delgados, simples, bifucardos ou trifurcados, fechados ou capitados, em sua porção terminal. Paracíngulo e parassulco pouco evidentes, com paratabulação sugerida pelos septos parassuturais. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3") e opérculo livre. Dimensões do referido táxon: total (incluindo os processos) 60-67μm; corpo central 35-43 μm; processos 6-16 μm.

Discussão: Os exemplares avaliados da espécie supracitada apresentam dimensões relativamente menores em relação ao material tipo (corpo central 42-67 μm; processos 17 μm) analisado por Drugg 1967. Conforme este autor, a espécie *S. supparus*, embora possua alguma semelhança com a espécie *S. furcatus* (Ehrenberg) Lentin & Williams1973, distingue-se desta pela natureza de seus processos, que se mostram mais largos na base e frequentemente interconectados por membranas. Drugg (*op.cit*) menciona também que as

camadas (interna e externa) que compõem a parede do cisto separam-se em uma área ampla, originando uma capsula interna, a qual é bem discernível na espécie *Spiniferites supparus*.

Distribuição estratigráfica: Cretáceo superior-Paleoceno (Drugg, 1967); Maastrichtiano-Daniano (Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Formação Moreno, Canyon Escarpado, Califórnia (Drugg, 1967). Brasil, Bacia da Paraíba, conforme esta tese.

Spiniferites pseudofurcatus (Klumpp) Sarjeant, 1970

Estampa 3 – Foto 3

Hystrichokibotium pseudofurcatus Klumpp, 1953; p.388, pl.16, figs.12-14.
Hystrichosphaera buccina Lentin & Williams, 1973; p.126;
Hystrichosphaera tertiaria Gocht, 1969; p.32.
Spiniferites pseudofurcatus (Klumpp) Sarjeant, 1970; p.76.
Achomosphaera alcicornu May, 1980; p.64.

Descrição: Cisto corado, grande, corpo central elipsoidal, processos medianos. Processos alargam-se em sua porção terminal, com margens recortadas, conferindo as mesmas um aspecto irregular, não sendo, porém, bifurcados ou trifurcados. Paracíngulo bem marcado divide o cisto em epicisto e hipocisto, sendo o parassulco também evidente, ambos indicados por cristas parassuturais baixas, também sugestivas de uma paratabulação gonyaulacoide. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"), com opérculo livre. Parede lisa a granulada, com autofragma e perifragma unidos, exceto na base dos processos e região parassutural. Dimensões: total (incluindo os processos) 83-123 μm; corpo central 51-81 μm; processos 13-20 μm.

Discussão: Foi verificado a partir do presente estudo que este táxon difere de outras espécies do gênero *Spiniferites* por não apresentar processos com ramificações claramente bifurcadas ou trifurcadas, como as observadas em outras espécies do referido gênero, tais como *S. ramosus* e *S. supparus*. A espécie *S. pseudofurcatus* possui, conforme descrições de Wall (1967), processos constituídos por espinhos que tendem a permanecer paralelos e frequentemente conectados por delicadas membranas.

Distribuição estratigráfica: Paleoceno superior ao Mioceno superior, conforme Williams & Bujak (1985). Porém, alguns registros apontam o surgimento deste táxon no Barremiano superior (Bellow, 1982).

Distribuição geográfica: Alemanha (Gocht, 1969); Bélgica (Foucher & Robaszynski, 1977); New Jersey (May, 1980); E.U.A (Whitney, 1984); Nigéria (Edet, 1992). No Brasil a espécie foi documentada na Sub-bacia de Sergipe (Ferreira, 2004), Bacia de Pelotas (Fischer, 2012); Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Spiniferites* sp. 1**

Estampa 3-Foto 4

Descrição: Cisto pequeno, próximo-corado, constituído por processos gonais e intergonais, relativamente curtos, interligados por septos parassuturais baixos. Parede lisa, separação do autofragma e perifragma visível, apenas nos septos parassuturais e na base dos processos. Paracíngulo e parassulco não discerníveis. Paratabulação sugerida pela estruturação dos processos no cisto e pelas parassuturas. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"). Opérculo livre. Dimenões deste táxon: total (incluindo os processos) 55 μm; corpo central 38 μm; processos 6-10 μm.

Discussão: Este táxon diferencia-se das espécies registradas e discutidas acima pelas suas dimensões relativamente menores e pelo aspecto de seus processos, também mais curtos e significativamente menos complexos, no que diz respeito às ramificações.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Spiniferites* sp. 2**

Estampa 3 – Foto 5

Descrição: Cisto grande, corado, acavado, portando processos gonais e intergonais longos. Parede lisa, constituída por perifragma e edofragma unidos, exceto na base dos processos e região parassutural. Cristas parassuturais baixas são visíveis, no cisto, unindo as bases dos processos. As cristas parassuturais e a organização dos processos refletem a paratabulação. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"). Paracíngulo sugerido por linhas

parassuturais transversais, na região equatorial, abaixo do arqueopilo. Parassulco indistinto. Dimensões: total (incluindo os processos) 109 μm; corpo central 73 μm; processos 20-35 μm.

Discussão: *Spiniferites* sp. 2 diferencia-se da espécie *S. pseudofurcatus* por apesentar uma densidade menor de processos, que também são mais longos. Além de mais numerosos, os processos, na forma *S. pseudofurcatus*, possuem extremidades largas e planas. Além disto, o táxon *Spiniferites* sp. 2 também não apresenta ramificações tão aparentes e septos parassuturais tão desenvolvidos quanto foi possível observar na espécie *S. ramosus*.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Gênero ***Hafniasphaera*** Hansen 1977

Espécie-tipo: *Hafniasphaera hyalospinosa* Hansen 1977, p. 13-14, fig. 18A.

Presença de estruturas vesiculadas na parede do cisto, as quais estão distribuídas também ao longo dos processos. Paratabulação evidenciada por cristas ou linhas parassuturais, frequentemente delineadas, na parede do cisto, a partir do alinhamento das vesículas.

Hafniasphaera fluens Hansen, 1977

Estampa 3 – fotos 6, 7

Hafniasphaera fluens Hansen, 1977; p. 16, figs. 13-14, 19C-D.

Descrição: Cisto próximo-corado, pequeno, de contorno aproximadamente esférico. Parede vesiculada, formada por duas camadas, cujas vesículas se intercomunicam, constituindo um fino retículo, como ornamentação marcante deste táxon. Essas vesículas também estão presentes nos processos gonais (trifurcados) e intergonais (bifurcados), os quais são delgados e podem apresentar ramificações secundárias. Pequenas bifurcações terminais podem ser observadas, em alguns desses processos. Paratabulação evidente no cisto, com linhas parassuturais bem discerníveis, originadas a partir do alinhamento das vesículas. Paracíngulo largo, sugerido por linhas parassuturais transversais, e parassulco indicado por suturas longitudinais bem delineadas. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3”). Opérculo livre. As

dimensões desta forma são: total (incluindo os processos) 51 μm; corpo central 40 μm; processos 5-12 μm.

Discussão: Conforme Hansen (1977), esta espécie possui processos semelhantes aos observados na espécie *S. ramosus*, sendo, porém, constituídos por inúmeras vesículas, mais largas que as verificadas no corpo central. Além disso, os exemplares de *H. fluens*, analisados nesta tese, expressam processos, em geral, mais delgados e com ramificações menos complexas, em relação ao táxon *S. ramosus.* Quanto à espécie *Hafniasphaera septata* (Cookson & Eisenack) Hansen 1977, é difícil diferenciá-la da espécie *H. fluens*, com base nas descrições de Hansen (1977). No presente trabalho são destacadas parassuturas bem delineadas para a forma *H. fluens*, que definem a paratabulação, feição não tão evidente na forma *H. septata*, embora muitas das espécies estudadas, segundo Hansen (*op.cit*.), possuíssem uma boa definição da paratabulação. Ressalta-se que a espécie *H. septata* ocorre no Paleógeno, entre o Paleoceno e o Eoceno inferior (Ypresiano), conforme Williams & Bujak (1985) e Powell (1992). Já o táxon *H. fluens* possui altas frequências, no Maastrichtiano superior, como observado no corrente estudo.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano ao Eoceno inferior (Hansen, 1977; Köthe, 1990).

Distribuição geográfica: (Dinamarca, Dania, Hansen, 1977; México, Helenes, 1984; sul da Escadinávia, Hultberg, 1985; Senegal, Jan du Chêne, 1988; Marrocos, Soncini & Rauscher, 1988; U.S.A, Habib & Miller, 1989; noroeste da Alemanha, Kêthe, 1990; Paquistão, Kêthe *et al*., 1988; Brasil, Sarkis *et al*., 2002; Arai, 2007). No Brasil ocorre na Bacia da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; Oliveira, 2011; este trabalho).

Hafniasphaera graciosa Hansen, 1977

Estampa 3 – foto 8, 9

Hafniasphaera graciosa Hansen, 1977; p.26, pl.5, fig.11-12; fig.18B-D.

Descrição: Cisto corado, de contorno ovoidal e processos médios a longos. Corpo central constituído por pequenas vesículas, as quais também estão presentes ao longo dos processos gonais e intergonais. Parede composta por duas camadas (endofragma e

perifragma), com feições parassuturais bem evidentes, representadas por cristas baixas, originadas a partir do alinhamento das vesículas, entre as bases dos processos. Tais feições, junto à conformação dos processos no cisto, definem a paratabulação gonyaulacoide neste táxon. Paracíngulo e parassulco sugeridos por linhas parassuturais transversais e longitudinais, respectivamente. Em geral, processos simples e morfologicamente semelhantes, ocos e abertos distalmente, podendo apresentar ramificações secundárias, representadas por pequenas ramificações terminais, que podem ser visualizadas em alguns deles. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"), com opérculo livre. As dimensões deste táxon são: total (incluindo os processos) 67 μm; corpo central 50 μm; processos 11-21 μm.

Discussão: Conforme Hansen (1977), as vesículas que ornamentam a parede do cisto estão confinadas no endofragma, mas os processos também podem conter essas estruturas. Já no perifragma estão delineadas as parassuturas, descritas, pelo autor, como dobras extremamente finas, originadas dessa camada mais externa, que constitui a parede do cisto. No material tipo, foram observados também processos cingulares diferenciados, que se revelaram mais complexos e ramificados. Essas feições foram avaliadas e identificadas nos exemplares descritos na presente pesquisa. Conforme esta tese, foi observado que o táxon *H. graciosa* diferencia-se do táxon *H. fluens* em alguns aspectos, como segue: presença, na espécie *H.graciosa*, de vesículas mais sútis, menores (< que 0.5 μm) e menos numerosas. Além disso, esta espécie é consideravelmente maior, portando processos mais longos e largos que aqueles observados na espécie *H. fluens*. Adicionalemnte, os processos em formato de "trombeta" (antes da ramificação) presentes no táxon *H.graciosa*, conforme as descrições de Hansen (*op.cit*), caracterizam essa espécie, diferenciando-a de outros táxons incluídos no gênero *Hafniasphaera*.

Distribuição estratigráfica: Daniano (Fensome *et al*., 2008); Maastrichtiano-Daniano (Hansen, 1977).

Distribuição geográfica: Dinamarca (Hansen, 1977). No Brasil foi registrada na Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Hafniasphaera* sp. 1**

Estampa 3 – Foto 10

Descrição: Cisto próximo-corado, relativamente pequeno, processos gonais e intergonais pequenos a médios. Parede composta por endofragma e perifragma unidos, exceto na base dos processos e parassuturas. Corpo central de contorno subesférico, contendo inúmeras vesículas e feições parassuturais, representadas por cristas baixas, que unem as bases dos processos. Paratabulação evidente pelas cristas parassuturais e estruturação dos processos, no cisto. Paracíngulo e parassulco indicados por linhas parassuturais transversais e longitudinais, respectivamente, bem visíveis. Na porção terminal de ambos os tipos de processos podem ser observadas pequenas bifurcações secundárias. As estruturas vesiculares concentram-se, sobretudo, no corpo central, mas podem ser observadas também nos processos, em especial, na base dos mesmos. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"), com opérculo livre. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 56 μm; corpo central 37-39 μm; processos 9-12 μm.

Discussão: Forma muito semelhante à espécie *H. fluens*, diferenciando-se desta, que apresenta vesículas mais homogeneamente distribuídas e mais evidentes e numerosas, nos processos. Além disso, no táxon *Hafniasphaera* sp. 1 foram observadas cristas baixas unindo as bases dos processos, as quais estão ausentes no táxon *H. fluens*.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paríba (este trabalho).

***Hafniasphaera* sp. 2**

Estampa 3 – Foto 11

Descrição: Cisto próximo-corado, pequeno, processos pequenos a medianos, bifurcados e trifurcados, que mostram ramificações secundárias, conferindo certa complexidade aos processos, os quais apresentam vesículas, bem evidentes, ao longo de seus comprimentos. Parede formada por endofragma e perifragma unidos, exceto na base das projeções e região parassutural. Paratabulação indicada por cristas parassuturais bem marcadas e pelo número e disposição dos processos gonais e intergonais, no cisto. Paracíngulo largo e bem delineado por cristas transversais, na porção equatorial do grão. Parassulco não discernível. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"), com opérculo livre. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 42-46 μm; corpo central 25-38 μm; processos 5-11 μm.

Discussão: *Hafniasphaera* sp. 2 pode ser separada das demais espécies do gênero *Hafniasphaera*, registradas anteriormente, pelas diminutas dimensões, parede relativamente lisa e com vesículas distribuídas de forma mais esparsa. Além disso, a forma em questão apresenta ramificações mais complexas de seus processos, em comparação aos demais táxons averiguados no presente estudo.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paríba (este trabalho).

Gênero ***Impagidinium*** Stover & Evitt, 1978

Espécie-tipo: *Leptodinium dispertitum* Cookson & Eisenack, 1965; p. 122-123, pl. 12, figs. 5-7.

Possui uma organização das paraplacas do tipo gonyaulacoide, evidenciando um padrão específico de organização das paraplacas antapicais, caracterizado por Williams *et al*. (1993) e denominado *sexiform hypocystal pattern*. Além disso, possuem cristas ou septos parassuturais, que bordejam as paraplacas e refletem a paratabulação, nos cistos deste gênero. Usualmente, não apresentam uma projeção apical diferenciada.

Impagidinium dispertitum **(Cookson & Eisenack) Stover & Evitt, 1978**

Estampa 3 – Foto 12

Leptodinium dispertitum Cookson & Eisenack, 1965; p.122-123, pl.12, figs.5-7.
Impagidinium dispertitum (Cookson & Eisenack) Stover & Evitt, 1978; p.165.

Discussão: Cisto proximado, pequeno, acavado e ausência de um chifre apical. Apresenta um corpo central subesférico, que mostra septos ou cristas parassuturais baixas, transparentes, que limitam as placas no cisto e evidenciam a paratabulação gonyaulacoide, bem marcada neste táxon. Paratabulação também inferida a partir do arqueopilo. Paracíngulo e parassulco são bem delineados. Paracíngulo relativamente amplo, indicado por septos transversais, na porção equatorial do cisto, os quais dividem a região cingular em seis paraplacas. As paredes que constituem as paraplacas são finamente granuladas a escabradas.

Arqueopilo pré-cingular, origininado a partir do desprendimento da placa (P3”). Dimensões da espécie em questão (comprimento x largura) do cisto: 46 x 43 μm.

Discussão: Os exemplares analisados, no corrente trabalho, possuem dimensões menos significativas, em comparação àquelas avaliadas para o material tipo analisado por Cookson & Eisenack (1965), cujas dimensões (comprimento x largura) variaram entre 55-80 μm e 48-86 μm. Conforme Cookson & Eisenack (1961), a espécie *I. dispertitum* assemelha-se bastante à espécie *I. maculatum*, diferenciando-se desta pela ornamentação das paraplacas, que se apresentam, na última espécie, distintamente pontilhada. Nesse táxon, a área correspondente à superfície ventral do cisto é, usualmente, dividida, e não contínua ao parassulco, como ocorre na forma *I. dispertitum*. Williams *et al*. (1993) descrevem os cistos da espécie *I. dispertitum* como acavados e destacam uma paratabulação do tipo gonyaulacoide, com um *sexiform hypocystal pattern*, padrão devidamente discutido e caracterizado pelos citados autores. Além disso, mencionam a existência de paraplacas retangulares ou pentagonais na região pré-cingular. As feições acima mencionadas encontram-se parcialmente evidentes, nos exemplares registrados nesta tese. No atual estudo consta o registro desta espécie em seção mais antiga.

Distribuição estratigráfica: Eoceno superior (Fensome *et al*., 2008). Limite Cretáceo/Paleógeno (este trabalho).

Distribuição geográfica: Victoria, Austrália (Cookson & Eisenack, 1965); Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Impagidinium aff. *I.dispertitum* (Cookson & Eisenack) Stover & Evitt, 1978

Estampa 4 – Foto 1

aff. *Leptodinium dispertitum* Cookson & Eisenack, 1965; p.122-123, pl.12, figs.5-7.
aff. *Impagidinium dispertitum* (Cookson & Eisenack) Stover & Evitt, 1978; p.165.

Descrição: Cisto proximado, pequeno, acavado, de contorno subesférico, ausência de qualquer “chifre” ou processo apical diferenciado. Paratabulação gonyaulacoide bem marcada por cristas parassuturais baixas, hialinas, as quais delimitam as paraplacas. Estas são constituídas por paredes que mostram ornamentação visivelmente escabrada. Paracíngulo e

parassulco indicados por septos ou cristas parassuturais transversais e longitudinais, respectivamente. O parassulco caracteriza-se por uma faixa longitudinal contínua, da região apical à antapical. Essa feição é evidente principalmente na região antapical. Arqueopilo pré-cingular (P3"), que também é indicativo da paratabulação, no cisto. Opérculo livre. Dimensões deste táxon (comprimento x largura): 42 x 36 μm.

Discussão: O táxon descrito acima é morfologicamente semelhante à espécie *I.dispertitum*, exceto pela ornamentação fortemente escabrada das paredes que constituem as paraplacas, na espécie *Impagidinium* aff. *I.dispertitum*. O táxon *I.dispetirum* caracteriza-se por possuir parede do cisto lisa a delicadamente granulada.

Distribuição estratigráfica: Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Subfamília CRIBROPERIDINIOIDEAE Fensome *et al*., 1993

Gênero ***Cribroperidinium*** Neale & Sarjeant, 1962

Espécie-tipo: *Cribroperidinium sepimentum* Neale & Sarjeant, 1962; pl.19, fig.4; text-fig.3a-b.

Caracterizado por uma paratabulação gonyaulacoide marcada por septos ou cristas parassuturais, que limitam as paraplacas. Estas possuem, no hipocisto, um padrão de organização descrito como *Inclined Sexiform*, o qual é definido e devidamente caracterizado por Williams *et al* (1993).

***Cribroperidinium? pyrum* (Drugg) Stover & Evitt 1978**

Etampa 4 – Foto 3

Gonyaulax pyra Drugg 1967; p.14, pl.1, fig.17; pl.9, fig.6.

Gonyaulacysta? pyra Drugg 1967; p.14, pl.1, fig.17; pl.9, fig.6.

Cribroperidinium? pyrum (Drugg) Stover & Evitt 1978; p.150.

Descrição: Cisto proximado, grande, acavado, epicisto e hipocisto de contornos aproximadamente esféricos, presença de uma pequena projeção na região apical. Parede finamente punctada. Apresenta feições parassuturais representadas por cristas baixas, de contornos irregulares. Tais feições delimitam as paraplacas e indicam a paratabulação gonyaulacoide, também inferida a partir do arqueopilo. Paracíngulo proeminente indicado por parassuturas transversais, na região equatorial do cisto, imediatamente abaixo do arqueopilo. Parassulco sugerido por parassuturas longitudinais, especialmente no hipocisto, não tão evidentes. Arqueopilo pré-cingular ($P_{3"}$) e opérculo livre, bem discerníveis no cisto. Proporções desta espécie (comprimento x largura) 91 x 79 μm.

Discussão: Drugg (1967) descreve no material tipo a presença de feições parassuturais inconspícuas e fracamente denticuladas. Tais feições também foram observadas nos fósseis analisados neste trabalho e atribuídos ao táxon *Cribroperidinium? Pyrum*. Os aspectos ressaltados acima separam essa espécie das espécies *Cribroperidinium* sp. 1 (descrita adiante neste trabalho) e C. *Tenuitabulatum* (Gerlach) Helenes 1984. A presença de uma parede finamente punctada também é um caractere diferencial da espécie C.? *Pyrum*, em relação aos outros dois táxons citados acima.

Distribuição estratigráfica: Cretáceo superior ao Paleoceno (Drugg, 1967; Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Formação Moreno, Canyon Escarpado, California (Drugg, 1967); Tunísia, na seção El Kef/El Haria (Brinkhuis & Leereveld, 1988); Norte da África (Marrocos, Slimani *et al*., 2010). No Brasil a espécie foi documentada na Bacia da Paraíba (esta tese).

***Cribroperidinium* sp. 1**

Estampa 4 – Foto 2

Descrição: Cisto proximado, acavado, aproximadamente ovoidal, de tamanho médio, parede lisa, relativamente espessa. Paracíngulo indicado, na porção equatorial do cisto, por cristas parassuturais transversais, separa o epicisto do hipocisto, de tamanhos praticamente iguais e ápices arredondados. Feições parassuturais são evidentes, sendo representadas por cristas que circusncrevem as paraplacas e são sugestivas da paratabulação gonyaulacoide.

Esta espécie caracteriza-se pela ocorrência de um “chifre” pequeno e pontiagudo na região apical. Parassulco indicado por feições parassuturais, principalmente no hipocisto. Arqueopilo pré-cingular (P3”) e opérculo livre. Dimensões (comprimento x largura) da referida espécie: 46 x 40 μm.

Discussão: O táxon em questão destaca-se pela ocorrência de uma estrutura, denominada “piloma”, localizada na região do paracíngulo, abaixo do arqueopilo. Foi observada também para essa forma a ocortrência de parassuturas bem marcadas. Tais feições auxiliam na distinção deste táxon das outras formas avaliadas para o gênero *Cribroperidinium*.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Gênero ***Cordosphaeridium*** Eisenack, 1963 emend. He Chengquan, 1991
Espécie-tipo: *Hystrichosphaeridium inodes* Klumpp, 1953; pl. 18, figs. 1-2.

As espécies deste gênero caracterizam-se pelo aspecto fibroso do perifragma e de seus processos. Ausência de feições parassuturais, com paratabulação inferida a partir da organização dos processos no cisto (normalmente um processo por paraplaca) e pelo arqueopilo pré-cingular (tipo P3”).

Cordosphaeridium fibrospinosum Davey & Williams, 1966a emend. Davey, 1969
Estampa 4 – foto 4

Cordosphaeridium fibrospinosum Davey & Williams, 1966; p. 86, pl. 5, fig. 5.
Cordosphaeridium fibrospinosum Bujak *et al*., 1980; pl. 7, fig. 3,6.
Emmetrocysta? fibrospinosa (Davey & Williams) Sarjeant, 1981; p. 123.
Tityrosphaeridium? fibrospinosum (Davey & Williams) Jain & Garg, 1986; p.121.
Cordosphaeridium fibrospinosum (Davey & Williams) Lentin & Williams, 1989; p. 74.

Descrição: Cisto próximo-corado, grande, acavado, de contorno ovoidal. Processos intratabulares fibrosos, cilíndricos, sendo um por paraplaca, caracteristicamente grossos,

fenestrados e abertos distalmente, portando extremidades irregulares. É evidente no cisto a presença de espinhos no corpo central, os quais se estendem ao longo dos processos. Parede constituída por duas camadas unidas (endofragma e perifragma), com perifragma fibroso. Feições parassuturais não são discerníveis, sendo a paratabulação indicada pela organização dos processos, no cisto e pelo arqueopilo pré-cingular (P3"). Opérculo livre. Paracíngulo sugerido por alguns processos na região equatorial do grão. Parassulco indicado por outros processos menores e delgados. Dimensões desta espécie: total (incluindo os processos) 88-90 μm; corpo central 51-72 μm; comprimento dos processos 8-15 μm; largura dos processos 5-21 μm.

Discussão: O táxon em análise diferencia-se das espécies *C. inodes, C. exilimurum* e *C.gracile* por possuir processos consideravelmente mais curtos, grossos e pela presença de espinhos, nos processos e corpo central.

Distribuição estratigráfica: Ypresiano-Lutetiano (Powell, 1992); Maastrichtiano inferior-Oligoceno inferior (Williams *et al*., 1993); Eoceno inferior (Williams *et al*., 1998).

Distribuição geográfica: Possui ampla distribuição geográfica, como segue: (e.g. sul da Inglaterra, Davey & Williams, 1966; Bujak *et al*., 1980; sul da África, Davey, 1969; Espanha, Caro, 1973; E.U.A, Benson, 1976; Canadá, Bujak & Williams, 1978; sudoeste da Nigéria, Jan du Chêne & Adedlrã, 1985; sul da Índia, Jain & Garg, 1986a; noroeste da Tunísia, seção El Haria/El Kef, Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Nova Zelândia, Wilosn, 1988; Turquia, Ertug *et al*., 1990; França, Gorin & Monteil, 1990; noroeste da Alemanha, Köthe, 1990; Israel, Eshet *et al*., 1992; Bacia do Colorado, Guerstein & Juciel, 2001). No Brasil foi registrado nas bacias de Sergipe (Ferreira, 2004), de Pelotas (Fischer, 2012; Fischer *et al*., 2013) e da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; este trabalho).

Cordosphaeridium inodes (Klumpp) Eisenack, 1963 emend. Morgenroth, 1966

Estampa 4 – foto 5

Hystrichosphaeridium inodes Klumpp, 1953; p. 391, pl. 18, figs. 1-2.

Cordosphaeridium inodes (Klumpp, 1953) Eisenack, 1963; p. 261, pl. 29, fig. 3.

Cordosphaeridium inodes (Klumpp, 1953) Eisenack 1963 emend. Morgenroth, 1968; p. 549, pl. 46, figs. 1-8.

Cordosphaeridium sangchamallae Jain & Garg, 1986b; p. 64-65.

Descrição: Cisto próximo-corado, grande, acavado, subesférico, parede relativamente grossa, constituída por duas camadas (endofragma e perifragma). Corpo central de aspecto fibroso, característico do perifragma, cujas fibras prolongam-se para os processos. Processos ocos e longos, fibrosos, fenestrados e distalmente abertos. Paracíngulo e parassulco indicados por processos diferenciados, menores e delgados. Paratabulaçao gonyaulacoide indicada pela conformação dos processos, no cisto (um por paraplaca) e pelo arqueopilo. Arqueopilo pré-cingular (P3"). Dimensões do referido táxon: total (incluindo os processos) 87 μm; corpo central 43-49 μm; Processos 15-26 μm; largura dos processos 4-10 μm.

Discussão: Esta espécie caracteriza-se e deferencia-se das demais espécies do gênero *Cordosphaeridium* pela presença de processos normalmente mais longos e delgados. Conforme Eisenack (1963), os processos originam-se a partir da camada fibrosa, que constitui a parede do cisto, mais especificamente o perifragma. Nos exemplares avaliados no presente estudo, foi possível observar o prolongamento das fibras que partem do corpo central em direção aos processos.

Distribuição Estratigráfica: Maastrichtiano ao Oligoceno inferior (Willams & Bujak, 1977; Powell, 1992).

Distribuição geográfica: Este táxon possui uma ampla distribuição geográfica, em ambos os hemisférios (e.g. Alemanha, Klumpp, 1953; costa sul da Inglaterra, ilha de Wight, E.U.A, Eisenack, 1963; Victoria, Austrália, Cookson & Eisenack, 1967; Califórnia, E.U.A; Drugg, 1967; leste do Canadá, Williams & Bujak, 1977; Prèvôt, *et al*., 1979; Nigéria, Jan du Chêne, 1980; Argentina, Gamerro & Archangelsky, 1981; Marrocos, Rauscher & Doubinger, 1982; Índia, Jain & Garg, 1986b; Suécia-Dinamarca, Hultberg & Malmgren, 1987; noroeste da Tunísia, seção El Haria/El Kef, Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Israel, Eshet *et al*., 1992; Bacia Neuquén, Argentina, Papú *et al*. (1999); Marrocos, Silimani *et al*., 2010). Possui registros nas bacias de Sergipe (Ferreira, 2004) e da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002).

Cordosphaeridium* aff. *C. commune Corradini 1973

Estampa 4 – Foto 6

aff. *Cordosphaeridium commune* Corradini 1973; p.151, pl.22, figs. 1a-b; pl.33, figs. 1-3.
aff. *Achomosphaera communis* (Corradini) Sarjeant, 1981; p.122.

aff. *Cordosphaeridium commune* (Corradini) Lentin &Williams, 1985; p.70.

Descrição: Cisto caracteriza-se por suas grandes dimensões e processos significativamente longos. O perifragma apresenta-se grosseiramente granular e sutilmente fibroso, sendo as fibras mais evidentes, na base dos processos. Processos intratabulares relativamente homogêneos, em tamanho e forma (cilíndricos a teniados), delgados e longos, largos na base, estreitando-se em direção ao ápice, onde se formam estruturas em forma de "roseta", com a exibição de pequenos espinhos, ligeiramente visíveis, em alguns deles. Ausência de feições parassuturais, sendo a paratabulação indicada pela estruturação dos processos, no cisto (um por paraplaca) e pelo arquepilo pré-cingular (P3"). Parassulco e paracíngulo não indicados. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 135 μm; corpo central 62-80 μm; processos 38-40 μm.

Discussão: Corradini (1973) informa que, no táxon *C. commune*, eventualmente, alguns processos, quando adjacentes, aparecem unidos por cristas, proximalmente. Ainda de acordo com esse autor, o táxon em questão apresenta entre 28 e 32 processos, que podem variar quanto à largura, conforme a posição destes no corpo central, em contrapartida, não mostram grandes variações quanto ao comprimento. Todos os apectos acima mencionados foram observados nos exemplares avaliados na corrente pesquisa, exceto no que diz respeito ao número de processos, que são menos numerosos, em relação ao verificado para o material tipo, estudado por Corradini (*op.cit.*).

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Daniano (este trabalho). A espécie *C. commune* ocorre do Cretáceo superior ao Paleoceno (Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Brasil, bacia da Paraíba (esta tese).

Cordosphaeridium exilimurum Davey & Williams, 1966

Estampa 4 – Foto 7

Cordosphaeridium exilimurum Davey & Williams, 1966; p.87-88, pl.11, fig.2.
Cordosphaeridium valianta Jain, 1982; p.52.

Descrição: Cisto grande, corado, acavado, corpo central subesférico. Possui numerosos processos, de larguras variáveis e relativamente longos. Ausência de feições

parassuturais, sendo a paratabulação indicada pelo número e organização dos processos, no cisto (neste táxon é possível observar mais de um processo por paraplaca) e pelo arqueopilo pré-cingular (P3"). Paracíngulo e parassulco não muito evidentes, sugerido por processos diferenciados, menores e mais delgados. Perifragma fibroso, com a presença de espinhos, que se prolongam para os processos. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 85 μm; corpo central 55-56 μm; processos 16-23 μm.

Discussão: O cisto em questão diferencia-se da espécie *C. inodes* pela presença de espinhos em sua parede e de processos delgados e morfologicamente diversos. Em relação à espécie *C. fibrospinosum*, o táxon *C. exilimurum* mostra processos mais longos e delgados, em detrimento dos processos curtos e largos, que definem a primeira.

Distribuição estratigráfica: Eoceno inferior (Fensome *et al*., 2008). Paleoceno (Brinkhuis & Zachariasse, 1988). Maastrichtiano superior-Paleoceno (este trabalho).

Distribuição geográfica: O táxon em questão foi registrado no sul da Inglaterra (Davey & Williams, 1966; Bujak *et al*., 1980); na Índia (Jain, 1982); no noroeste da Tunísia, na seção El Haria/El Kef (Brinkhuis & Zachariasse, 1988); Marrocos (Slimani *et al*., 2010); Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Cordosphaeridium robustum Gocht, 1969 emend. Sarjeant, 1981

Estampa 4 – Foto 8

Cordosphaeridium inodes subsp. *robustum* Gocht, 1969; p.42, pl.2, figs.1-2.
Cordosphaeridium robustum Sarjeant, 1981; p.105-106.

Descrição: Cisto grande, acavado e de contorno oval. Caracteriza-se por suas dimensões avantajadas e processos fibrosos curtos, delgados, bases largas, ligeiramente cônicos e abertos distalmente. Ausência de feições parassuturais, sendo a paratabulação indicada pela organização dos processos (intratabulares, um por paraplaca) e pelo arqueopilo pré-cingular (P3"), caracteristicamente largo. Paracíngulo não discernível e parassulco sugerido por alguns processos diferenciados, que se apresentam menores e mais delgados. Endofragma liso e perifragma fibroso, granuloso a finamente puncturado. Dimensões da

referida espécie: total (incluindo os processos) 90 μm; corpo central 57-65 μm; processos 8-19 μm.

Discussão: O táxon em análise pode ser distinto das demais espécies do gênero *Cordosphaeridium*, avaliadas anteriormente, por suas grandes dimensões, arqueopilo largo e processos fibrosos, levemente cônicos e relativamente curtos. Este trabalho registra a ocorrência mais antiga da espécie *Cordosphaeridium robustum*.

Distribuição estratigráfica: Eoceno, conforme Fensome *et al*. (2008); Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Hamburgo, Alemanha (Gocht, 1969); Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Gênero ***Damassadinium*** Fensome *et al*., 1993

Espécie-tipo: *Danea mutabilis* Morgenroth, 1968; p. 542-544, pl. 43, figs. 4-7.

Processos penitabulares arranjados em grupos e que definem um padrão, para as espécies incluídas neste gênero, indicativo da paratabulação. Uma projeção diferenciada pode ser observada em cada um dos polos do cisto.

Damassadinium californicum (Drugg) Fensome *et al*., 1993

Estampa 4 – foto 9

Palmnickia californica Drugg, 1967; p.30, pl.5, figs.14, 15; pl.9, fig.8.
Danea mutabilis Morgenroth, 1968; p.542-543, pl.43, figs.5-9; pl.44, figs.1-3.
Samlandia californica (Drugg) Lentin & Williams, 1977b; p.141.
Danea californica (Drugg) Damassa, 1979; p.193.
Danea californica (Drugg) Stover & Evitt 1978; p.152.
Damassadinium californicum (Drugg) Fensome *et al*., 1993; p.90.

Descrição: Cisto grande, próximo-corado, de contorno elipsoidal, acavado, apresentando uma extensão antapical diferenciada. Parede relativamente espessa, formada por duas camadas, evidentes no cisto, a qual se apresenta micropunctada. Presença de vários

processos filamentosos e laminares, penitabulates, sendo organizados em grupos pós-cingulares e pré-cingulares, os quais se concentram nas extremidades do corpo central, e presumivelmente, limitam as paraplacas no cisto, e refletem a paratabulação. Na região apical, verificam-se processos filamentosos a fibrosos arranjados em uma estrutura em forma de "coroa", e, por vezes, verifica-se uma projeção bem proeminente a partir dessa área. Paracíngulo sugerido por processos diferenciados, de aspecto delgado e lamelar, visíveis, principalmente, nas extremidades do cisto. Parassulco não discernível. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3") e opérculo livre. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 103-110 μm; corpo central 58-69 μm; processos 9-16 μm.

Discussão: Conforme Drugg (1967), em alguns espécimes, é difícil reconhecer um padrão no arranjo dos processos. Nos exemplares avaliados neste estudo, entretanto, é possível observar os processos arranjados em grupos pós e pré-cingulares, em um padrão bem definido.

Distribuião estratigráfica: Paleoceno (Williams & Bujak, 1977; Williams & Bujak, 1985; Powell, 1992; Williams *et al*., 1993; Hardenbol *et al*., 1998; Williams *et al*., 2004; Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Este táxon possui ampla distribuição geográfica: (e.g. Formação Moreno, Canyon Escarpado, California, E.U.A, Drugg, 1967; leste do Canadá, Williams & Bujak, 1977; sudoeste da Turquia, Erkmen & Sadek, 1981; México, Helenes, 1984; Dinamarca, Hultberg, 1986; noroeste da Tunísia, Brinkhuis & Leereveld, 1988; Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Costa do Marfim, Masure *et al*., 1998; Venezuela, Corpoven, 1994; plataforma continental do Uruguai, Daniers & Guerstien, 2004; Gana, Masure *et al*., 2005; Awad & Oboh-Ikuenobe (2016); Marrocos, Slimani *et al*., 2010; Patagônia, Argentina, Barreda *et al*., 2012). No Brasil, foi documentada nas bacias de Pelotas (Fischer, 2012) e da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; Oliveira, 2011; este trabalho).

Gênero ***Hystrichokolpoma*** Klumpp, 1953 emend.Williams & Downie, 1966

Espécie-tipo: *Hystrichokolpoma cinctum* Klumpp, 1953; p. 388, pl. 17, figs. 3-5a.

Os cistos relativos a este gênero são raros no material estudado, além disso, as formas avaliadas apresentam-se, de uma maneira geral, mal preservadas, o que dificultou a identificação, em nível específico, destas formas. Frequentemente, as espécies do referido

gênero apresentam processos de formas heterogêneas, comumente, de bases largas, quadradas e contornos aproximadamente cilíndricos. De acordo com Williams *et al*. (1993), estes cistos mostram normalmente dois tipos de processos, em relação a forma e tamanho. Conforme Stover & Evitt (1978), os cistos em questão, geralmente, apresentam processos largos, que mostram um formato quadrado, em seção transversal, e refletem o contorno das paraplacas. Já Foucher (2004) ressalta que os processos antapicais revelam-se maiores e de contornos diferenciados, em relação às projeções pré e pós-cingulares. Stover & Evitt (*op. cit.*) informam, ainda, que o perfil dos processos difere consideravelmente entre as espécies que compõem o gênero *Hystrichokolpoma*, sendo, porém, razoavelmente constantes dentro de uma mesma espécie.

Hystrichokolpoma proprium (Marheinecke) Foucher, 2004

Estampa 4 – Foto 10

Hystrichosphaeridium proprium Marheinecke, 1992; p.60-61, pl.11, fig. 4-8.
Hystrichokolpoma proprium (Marheinecke) Foucher, 2004; p.283, pl.40, figs. 1-7.

Descrição: Cisto corado, de dimensões medianas, portando processos de aspecto tubiforme e bases relativamente largas. Os processos antapicais, pós e pré-cingulares são caracteristicamente semelhantes quanto a forma, porém diferenciados quanto ao tamanho (processos antapicais são mais amplos). Processos tubiformes mais delgados podem ser observados e marcam as áreas no cisto relativas ao paracíngulo e parassulco. As projeções mostram margens irregulares. Parede lisa, com endofragma e perifragma unidos entre os processos, exceto sob os mesmos. Paratabulação refletida, substancialmente, pela forma e estruturação dos processos, no cisto. Arqueopilo apical do tipo tA pode ser visualizado a partir de sutura típica em "zigue-zague", aparente. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 80 μm; corpo central (diâmetro equatorial) 58 μm, (comprimento sem o opérculo) 46 μm; processos antapicais 36 μm, pré e pós-cingulares, 20-25 μm.

Discussão: Conforme Foucher (2004), estes tipos desenvolvem processos com bordas distais espinhosas. Tal feição também é distinta nos espécimes avaliados e discutidos, nesta tese, assim como abordado na descrição da espécie.

Distribuição estratigráfica: Esta espécie distribui-se no Maastrichtiano superior (Foucher 2004 apud Fauconnier & Masure, 2004). No Brasil, o táxon em questão ocorre no intervalo Maastrichtiano-Ypresiano (Fischer *et al*. 2013).

Distribuição geográfica: A espécie em análise foi registrada na Alemanha (Marheinecke, 1992; Foucher 2004 apud Fauconnier & Masure, 2004). No Brasil possui registros nas bacias de Pelotas (Fischer *et al*. 2013) e da Paraíba (este trabalho).

Hystrichokolpoma* aff. *H.proprium (Marheinecke) Foucher, 2004

Estampa 4 – Foto 11

aff. *Hystrichosphaeridium proprium* Marheinecke, 1992; p.60-61, pl.11, fig. 4-8.
aff. *Hystrichokolpoma proprium* (Marheinecke) Foucher, 2004; p.283, pl.40, figs. 1-7.

Descrição: Cisto corado pequeno, acavado, possui contorno subcircular, com a presença de processos intratabulares longos e morfologicamente heterogêneos, alguns dos quais se mostram caracteristicamente inflados. Na porção apical, é possível observar um processo de contorno aproximadamente cilíndrico, oco e consideravelmente expandido, principalmente, em sua porção médio-proximal, o qual tende a estreitar-se, distalmente. Os processos pré e pós-cingulares são mais delgados e expandidos em direção ao ápice (aspecto tubular). Parede granulada, constituída por endofragma e perifragma, que são unidos entre os processos, mas não sob os mesmos. Parassulco e paracíngulo não observados (provavelmente por uma questão de preservação). A paratabulação é indicada basicamente pela forma e estruturação dos processos, no cisto, que refletem o contorno e conformação das paraplacas, na espécie em questão. Arqueopilo apical do tipo tA, com sutura típica em "zigue-zague". Opérculo livre. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 46 μm; corpo central (diâmetro equatorial) 22-24 μm; comprimento dos processos11-17 μm.

Discussão: Processos, consideravelmente mais delgados, marcam bem as áreas cingular e sulcal, nos cistos incluídos no gênero *Hystrichokolpoma,* de acordo com Stover & Evitt (1978). Essas projeções, entretanto, não foram verificadas, para a espécie em questão, provavelmente, devido a problemas relativos à preservação. Na espécie *H. proprium*, os processos pré e pós-cingulares são morfologicamente semelhantes, segundo Foucher (2004), como também averiguado e confirmado no presente trabalho. Porém, a espécie em questão,

Hystrichokolpoma aff. *H.proprium*, mostra dimensões relativamente menores e processos antapicais diferenciados, ao contrário do que Foucher (2004 apud Fauconnier & Masure, 2004) menciona para a espécie *H. proprium*, quando advoga que a mesma possui processos antapicais semelhantes aos pré e pós-cingulares, além de proporções relativamente maiores.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Hystrichokolpoma* sp. 1**

Estampa 4 – Foto 12

Descrição: Cisto grande, próximo-corado, de contorno aproximadamente esférico, portando processos de bases largas e quadradas, que mostram um âmbito aproximadamente cilíndrico. Na porção antapical, os processos possuem dimensões mais significativas e são distalmente expandidos e com margens fortemente irregulares. Outras projeções também podem ser observadas, as quais se apresentam mais delgadas e com ápices ligeiramente expandidos, sendo ocasionalmente recortados ou irregulares. Esses processos mais delgados são indicativos do paracíngulo e parassulco, no cisto. O arqueopilo apical, do tipo tA, mostra típica sutura em "zigue-zague". Parede delgada mostra-se lisa a delicadamente granulada, com endofragma e perifragma intimamente relacionados, exceto sob os processos. Paratabulação indicada, principalmente, pelas formas dos processos, que indicam o contorno das placas e refletem a conformação destas no cisto. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 130 μm; corpo central (diâmetro equatorial) 44 μm; comprimento dos processos 9-32 μm.

Discussão: Este táxon diferencia-se das espécies, anteriormente descritas, por apresentar processos de bases largas e contornos cilíndricos, os quais são significativamente mais curtos. Esta espécie também é notadamente maior que as espécies *H. proprium* e *Hystrichokolpoma* aff. *H. proprium.*

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Hystrichokolpoma* sp. 2**

Estampa 5 – Foto 1

Descrição: Cisto corado, grande, acavado, apresentando processos de dois tipos. As projeções antapicais são amplamente desenvolvidas, exibindo bases largas, quadradas, desenvolvendo um aspecto geral cilíndrico. Por outro lado, os processos pré e pós-cingulares exprimem contorno tubular, sendo delgados e expandidos distalmente. As margens destes apêndices, de maneira geral, revelam-se irregulares. Processos mais delgados marcam o parassulco e paracíngulo. As formas dos processos refletem o contorno das paraplacas e, portanto, inferem a paratabulação no cisto. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 90 μm; corpo central (dimensão equatorial) 45-50 μm; processos 17-20 μm.

Discussão: A espécie *Hystrichocolpoma* sp. 2 caracteriza-se e diferencia-se das espécies supramencionadas por apresentar notadamente dois tipos de processos com margens irregulares, aparentemente serreadas.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Gênero *Disphaerogena* (Wetzel) Sarjeant 1985

Espécie-tipo: *Disphaerogena carposphaeropsis* Wetzel 1933b; p.51, pl.4, fig.34.

Gênero caracteriza-se pela presença de processos fibrosos intratabulares, conectados distalmente por membranas e fitas, formando pontes que tendem a constituir uma espécie de "túnel" paracingular. Processos diferenciados são frequentemente observados, nas regiões apical e antapical.

Disphaerogena carposphaeropsis (Wetzel) Sarjeant, 1985

Estampa 5 – foto 2

Disphaerogena carposphaeropsis Wetzel, 1933b; p.51, pl.4, fig.34.
Cyclapophysis monmouthensis Benson, 1976; p.183, pl.1, figs. 9-12, pl.2, fig.1.

Disphaerogena carposphaeropsis (Wetzel) Sarjeant, 1985; p.141-142, pl.3, figs.1, 4.

Descrição: Cisto grande, corado, acavado, esférico a subesférico. Este táxon possui processos intratabulares longos e fibrosos, com destaque para a ocorrência de uma protusão apical e um processo antapical, diferenciados. Processos pré-cingulares e pós-cingulares conectados distalmente por membranas filamentosas, formando pontes, que constituem um "túnel", na porção equatorial do cisto, indistintamente interrompido ao longo de sua extensão. Ausência de processos cingulares. Paratabulação gonyaulacoide inferida a partir da disposição dos processos no cisto e pelo arqueopilo. Paracíngulo e parassulco não evidentes. Arqueopilo largo, pré-cingular do tipo P, formado a partir do desprendimento da placa 3", sendo o opérculo livre. Parede espessa, composta por duas camadas bem distintas no cisto, sendo fibrosa e microgranulada. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 96-98 μm; corpo central 57-61 x 63-69 μm; processos 18-21 μm.

Discussão: Assim como avaliado por Corradini (1973) em relação à espécie *D.lemniscata*, este táxon é, normalmente, morfologicamente bastante variável, no que diz respeito ao tamanho dos processos e desenvolvimento das membranas em forma de fita, que interligam os mesmos. Ressalta-se que tais feições podem não ser tão aparentes, em algumas formas. Assim, por vezes, estes cistos podem apresentar grande similaridade com as espécies do gênero *Cordosphaeridium*, dificultando a tarefa de identificação e classificação dos mesmos, de forma efetiva. As variações morfológicas supracitadas também foram observadas em exemplares identificados em seção do Cretáceo superior, na América do Sul (Prámparo & Papú, 2002). No intervalo analisado, entretanto, esta forma mostra altas frequências relativas, principalmente no Maastrichtiano, o que possibilitou o estudo comparativo de diversos espécimes, e, por consequência, uma identificação e classificação mais precisa da espécie em questão.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Paleoceno (Benson, 1976; Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Fensome *et al*., 2008). No Brasil, as ocorrências são reportadas, principalmente, ao Maastrichtiano (Arai, 2007).

Distribuição geográfica: Observada em diversas partes do globo (e.g. região dos Bálcãs, Wetzel, 1933b; Sarjeant, 1985b; E.U.A, Benson, 1976; Dinamarca, Heilmann-Clausen, 1985; Tunísia, Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Turquia, Ertug *et al*., 1990; Israel,

Eshet *et al*., 1992; Bacia de Neuquén, Argentina, Palamarczuk & Habib, 2001; Província de Mendoza, Argentina, Prámparo & Papú, 2002, 2006; Bacia do Colorado, Argentina, Guerstein *et al*., 2005; Marrocos, Slimani *et al*., 2010). No Brasil, a referida espécie foi registrada nas bacias do Ceará (Lana & Roesner, 2002), Campos (Arai *et al*., 2000), Pelotas (Fischer *et al*., 2013; Premaor, 2016) e da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002, Oliveira, 2011, este trabalho).

Disphaerogena lemniscata (Corradini) Lentin & Williams, 1989

Estampa 5 – Fotos 3,4

Cordosphaeridium? lemniscatum Corradini, 1973; p.152-153, pl.22, figs. 4ª-b, 5; pl.33, figs.2,4; pl.39, fig.2.
Cyclapophysis lemniscata (Corradini) Benson, 1976; p.182.
Plethysyrinx lemniscata (Corradini) Sarjeant, 1981; p.106.
Disphaerogena lemniscata (Corradini) Lentin & Williams, 1989; p.118.

Descrição: Cisto corado, grande, acavado, de contorno esférico a subesférico. Processos intratabulares, fibrosos, longos, robustos, distalmente abertos e com margens irregulares. Tais processos (pós e pré-cingulares) apresentam-se distalmente unidos por membranas filamentosas igualmente fibrosas e bem desenvolvidas. Parede espessa, composta por duas camadas, sendo o endofragma liso e o perifragma fibroso a granular. Processos apicais e antapicais livres e relativamente mais delgados são frequentemente observados. Feições parassuturais não discerníveis, sendo a paratabulação indicada pelo arqueopilo e estruturação dos processos, no cisto. Parassulco e paracíngulo não marcados. Arqueopilo largo, pré-cingular (tipo P3"), sendo o opérculo livre. Dimensões do referido táxon: total (incluindo os processos) 94-121 μm; corpo central 55-65 x 63-79 μm; processos 15-32 μm.

Discussão: A espécie *D. lemniscata* caracteriza-se por apresentar processos mais robustos e membranas amplamente desenvolvidas conectando os mesmos, diferenciando-se nesses parâmetros da espécie *D. carposphaeropsis*. Ademais, a razão entre o diâmetro do corpo central e comprimento dos processos é menor na forma *D. lemniscata*, que mostra processos significativamente mais longos. Segundo Corradini (1973), essa espécie mostra uma alta variação intraespecífica em relação à forma do corpo central, tamanho dos processos e desenvolvimento das membranas em forma de fita que interligam os mesmos. Muitas vezes,

os processos antapicais e apicais podem não ser facilmente reconhecidos. Assim, por vezes, estes cistos podem mostrar grande similaridade com o gênero *Cordosphaeridium* (principalmente com as espécies *C. inodes* e *C. filosum*), dificultando a identificação e classificação da espécie em questão, de forma efetiva. Em relação aos exemplares avaliados nesta tese, estes se mostram relativamente maiores em relação ao material tipo (Corradini, *op.cit.*), são de comuns a frequentes na associação palinológica, o que tornou possível a análise de diversos exemplares, possibilitando, assim, a plena observação de todos os caracteres definidores da espécie *D. lemniscata*.

Distribuição estratigráfica: Cretáceo superior ao Paleoceno (Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Itália (Corradini, 1973); Marrocos (Slimani *et al*., 2010). No Brasil, possui ocorrências na Bacia da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; Oliveira, 2011; este trabalho).

Gênero ***Operculodinium*** Wall, 1967

Espécie-tipo: *Hystrichosphaeridium centrocarpum* Deflandre & Cookson, 1955; p. 272-273, pl. 8, figs. 3-4.

Caracterizado pela presença de inúmeros processos atabulares curtos a longos, distalmente fechados e capitados. Opéculo livre, geralmente, bem evidente.

Operculodinium israelianum (Rossignol) Wall, 1967

Estampa 5 – foto 5

Hystrichosphaeridium israelianum Rossignol, 1962; p. 132, pl. 2, fig. 3.
Baltisphaeridium israelianum (Rossignol) Downie & Sarjeant, 1965; p.91.
Operculodinium israelianum (Rossignol) Wall, 1967; p. 111, pl. 16, figs. 3-4.

Descrição: Cisto proximado, acavado, de tamanho médio, contorno esférico a subesférico, apresentando inúmeros processos atabulares curtos, sólidos, de bases largas, distalmente fechados e sutilmente capitados. Parede constituída por endofragma e perifragma unidos entre os processos, sendo fortemente ornamentada por um microreticulo. Feições

parassuturais não são evidentes, sendo a paratabulação, normalmente, sugerida, apenas, pelo arqueopilo pré-cingular (tipo P3"), largo e trapezoidal. Paracíngulo não muito discernível, mas, eventualmente, pode ser indicado pelo alinhamento de alguns processos, na região equatorial, logo abaixo do arqueopilo. Parassulco não é marcado. Dimensões desta espécie: total (incluindo os processos) 56-61 μm; corpo central 54-58 μm; processos 2-3 μm.

Discussão: Os exemplares avaliados apresentam processos relativamente menores quando comparados ao material tipo (Rossignol, 1964). Fensome *et al.* (2009) apontam que muitos destes microfósseis, com processos excessivamente longos, assinalados na literatura como *O. israelianum*, provavelmente, pertencem à espécie *O. entrocarpum*. Embora semelhantes em muitos aspectos, esses táxons são visivelmente distintos morfologicamente, especificamente, no que diz respeito à forma dos processos. Tais feições são tratadas e discutidas adiante, quando da descrição e comparação taxonômica, relativas à espécie *O. centrocarpum*.

Distribuição estratigráfica: Daniano ao Pleistoceno (Rossignol, 1962; Klasz *et al*., 1987; Jan du Chêne, 1987). No Brasil, foi registrada entre o Maastrichtiano e o Eoceno (Ferreira, 2004).

Distribuição geográfica: Israel (Rossignol, 1962); Mar do Caribe (Wall, 1967); norte da África (Marrocos, Slimani *et al*., 2010). No Brasil, este táxon possui registros na Sub-bacia de Sergipe (Ferreira, 2004) e Bacia da Paraíba (este trabalho).

Operculodinium centrocarpum (Deflandre & Cookson) Wall, 1967

Estampa 5 – fotos 6, 7

Hystrichosphaeridium sp. a Cookson, 1953; p. 115, pl. 2, figs. 26-27.
Hystrichosphaeridium sp. b Cookson, 1953; p. 115, pl. 2, figs. 28.
Hystrichosphaeridium centrocarpum Deflandre & Cookson, 1955; p. 272-273, pl. 8, figs. 3-4.
Baltisphaeridium centrocarpum (Deflandre & Cookson) Gerlach, 1961; p. 192, pl. 28, fig.9.
Cordosphaeridium centrocarpum (Deflandre & Cookson) de Coninck, 1965; p. 33.
Cordosphaeridium tiara subsp. *centrocarpum* (Deflandre & Cookson) Morgenroth, 1966a; p.26.
Operculodinium centrocarpum (Deflandre & Cooson) Wall, 1967; p. 111, pl. 16, figs. 1, 2, 5.

Cordosphaeridium? microtriainum subsp. centrocarpum (Deflandre & Cookson) de Coninck, 1969; p.32.
Cleistophaeridium centrocarpum (Deflandre & Cooson) Jiabo, 1978; p. 61.

Descrição: Cisto do tipo próximo-corado, acavado, de dimensões bastante variáveis (pequeno a grande) e aproximadamente elipsoidais a subesféricos. Apresenta numerosos processos sólidos, atabulares, medianos, delgados, de tamanho e forma similares, bases largas, distalmente fechados e capitados. Parede composta por endofragma e perifragma aderentes, com corpo central finamente reticulado a granular. Não possui feições parassuturais, sendo a paratabulação sugerida, basicamente, pelo arqueopilo. Paracíngulo, normalmente, não indicado, mas, ocasionalmente, sugerido pelo alinhamento de alguns processos. Parassulco não discernível. Apresenta arqueopilo pré-cingular, largo e de formato subtrapezoidal (tipo P3"), com opérculo livre. Dimensões desta espécie: total (incluindo os processos) 60-135 μm; corpo central 47-116 μm; processos 6-20 μm.

Discussão: Conforme Wall (1967), *O. israelianum* é fundamentalmente similar ao *O. centrocarpum*, de forma que estes se diferenciam, apenas, pela presença, naquela espécie, de espinhos relativamente curtos, sendo esta uma característica consistente e diagnóstica da mesma. Deflandre & Cookson (1955) citam uma feição presente na espécie *O. Centrocarpum*, que pode auxiliar na tarefa de diferenciação desse cisto do táxon *O. israelianum*, que seria a presença de processos com ápices ligeiramente alargados, formando uma franja constituída por dez ou mais espinhos curvados (processos "capitados", como destacados no presente trabalho). Para Wall (*op.cit.*), essa feição, relativa às porções finais dos processos (distalmente capitados/aculeados) não é tão evidente em *O. israelianum*.

Distribuição estratigráfica: Cretáceo ao Holoceno (Powell, 1992). Em conformidade com Ferreira (2004), o táxon em questão ocorre do Maastrichtiano ao Eoceno superior.

Distribuição geográfica: Austrália **(**Deflandre & Cookson 1955); norte da Europa (Morgenroth, 1966a); região costeira de Bohai (Jiabo, 1978); norte da África (Marrocos, Slimani *et al*., 2010). No Brasil, ocorre na Sub-bacia de Sergipe, de acordo com Ferreira (2004), nas bacias de Pelotas (Fischer *et al*., 2013; Premaor, 2016), Santos (Griggs, 1981), Campos (Oliveira, 2003), da Paraíba (este trabalho) e no Grupo Barreiras, nordeste do Pará (Arai, 1997).

Gênero ***Thalassiphora*** Eisenack & Gocht, 1960 emend. Benedek & Gocht, 1981

Espécie-tipo: *Pterospermopsis pelagica* Eisenack, 1954; pl. 12, fig. 17.

Os cistos incluídos neste gênero são constituídos por pericisto (subesférico a lenticular) e endocisto (subesférico), conforme Stover & Evitt (1978). Os cistos são cavados e, consoante os aludidos autores, o perifragma e endofragma podem revelar-se pouco ou amplamente separados, em alguns pontos. Isso promove a formação de uma feição que caracteriza bem o grupo, sendo constituída por uma estrutura semelhante a uma membrana, unida ao corpo central e evidente, principalmente, em suas extremidades.

Thalassiphora pelagica (Eisenack) Benedek & Gocht, 1981

Estampa 5 – Fotos 8, 9

Pterospermopsis pelagica Eisenack, 1954; p. 71, pl. 12, figs. 17-18.

Thalassiphora pelagica (Eisenack) Eisenack & Gocht, 1960; p.513, text. -figs.1-3.

Disphaeria pelagica (Eisenack) Norvich, 1973; p. 46.

Descrição: Cistos grandes, cavados e proximados, apresentando tipicamente uma membrana (pericisto) que se funde ao corpo central subesférico (endocisto). O endocisto mostra-se mais espesso que o pericisto. O arqueopilo é distinto no cisto, apresentando contorno aproximadamente retangular. Paracíngulo e parassulco não indicados. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"), com opérculo livre. O cisto não exibe feições parassuturais, sendo a paratabulação indicada apenas pelo arqueopilo. Dimensões deste táxon: total (com as membranas) 121-130 μm; diâmetro do corpo central 82-90 μm.

Discussão: Assim como avaliado na corrente pesquisa palinoestratigráfica, Eisenack & Gocht (1960) descrevem a membrana, que caracteriza os cistos em questão, como uma extensão plana a partir do corpo central e não como uma protuberância da borda. Eisenack (1954) informa, para este táxon, a presença de uma curta e afiada quilha, na porção posterior da membrana. Williams *et al*. (1993) ressaltam que esta projeção perifragmal pode não estar presente no cisto, localizando-se, usualmente, na porção antapical, quando presente. Nos exemplares avaliados nesta tese, esta última feição não foi verificada. Para Cookson & Eisenack (1961), tal projeção, que se assemelha a uma pequena cauda, na periferia do grão, diferencia a espécie *T. pelagica* da espécie *T. velata* Deflandre & Cookson 1955. Ressalta-se que a forma *T. velata* ocorre, apenas, a partir do Lutetiano, conforme Hardenbol *et al*. (1998).

Em comparação à espécie *T. patula* (Williams & Downie) Stover and Evitt 1978, o táxon *T. pelagica* mostra perifragma mais grosseiramente ornamentado, além da ausência das fibrilas, radialmente conectadas, como observadas na primeira. É importante mencionar que a espécie *T. patula* encontra-se cronoestratigraficamente restrita ao Eoceno inferior (Williams & Bujak, 1985; Williams *et al*., 1993; Stover *et al*., 1996).

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano-Oligoceno inferior, segundo Williams & Bujak (1985). Já Powell (1992) ressalta as ocorrências deste táxon entre o Cretáceo e Mioceno inferior.

Distribuição geográfica: Prússia Oriental **(**Eisenack & Gocht, 1960); distribui-se no hemisfério norte, conforme Williams & Bujak (1985) e Williams *et al*. (1993); Marrocos, Slimani *et al*. (2010). No Brasil, possui registros na Sub-bacia de Sergipe (Ferreira, 2004), Bacia de Santos (Griggs, 1981), Bacia do Espírito Santo (Botelho Neto, 1996), Bacia de pelotas (Premaor, 2016) e na Bacia da Paraíba (Oliveira, 2011; este trabalho).

Subfamília LEPTODINIOIDEAE Fensome *et al*., 1993

Gênero ***Oligosphaeridium*** Davey & Williams, 1966
Espécie-tipo: *Xanthidium tubiferum* var. *complex* White, 1842; pl.4, fig.11.

Cistos apresentam processos cilíndricos a tubiformes, sendo um por paraplaca. Processos são abertos, expandidos distalmente, com margens ramificadas, serreadas, perfuradas a aculeadas. De acordo com Stover & Evitt (1978), o número de processos varia entre 18 e 21. Paracíngulo livre de processos. Arqueopilo apical, do tipo tA.

Oligosphaeridium complex* subsp. *complex (White) Davey & Williams, 1966
Estampa 5 – Fotos 11, 12

Xanthidium tubiferum var. c*omplex* White, 1842; p.39, pl.4, fig.11.
Hystrichosphaeridium elegantulum Lejeune-Carpentier, 1940; p.22, text-figs.11-12.
*Hystrichosphaeridium comple*x (White) Deflandre, 1946; p.11.
Oligosphaeridium complex (White) Davey & Williams, 1966; p.71, pl.7, figs. 1-2; pl.10, fig.3; text-fig.14.

Oligosphaeridium cephalum Sah *et al*., 1970; p.147; pl.2, figs. 22-23.
Hystrichosphaeridium maranhensis Regali *et al*., 1974; p.291, pl.23, fig.3.
Geodia? irregularis Merrill, 1895; p.16; text-fig.4.

Descrição: Cisto corado, pequeno, de contorno subcircular, portando alguns processos intratabulares longos, de âmbito tubular, sendo um por paraplaca. Os processos são abertos, ocos, expandidos distalmente, exibindo bordas irregulares, portadoras de estruturas semelhantes a espinhos, simples ou ramificados, os quais se revelam livres distalmente. A estruturação dos processos, no cisto, reflete a paratabulação gonyaulacoide, neste táxon. Parede constituída por endofragma e perifragma, apresentando-se o último liso. Esses componentes da parede aparecem, normalmente, unidos entre os processos. Paracíngulo indicado pela ausência de processos. Quanto ao parassulco, este pode ser inferido a partir da presença de processos, especificamente, três processos, que se mostram mais delgados e menores, em relação aos demais. Arqueopilo apical, do tipo tA, indicado por sutura típica em "zigue-zague". Apresenta opérculo livre. Dimensões desta espécie: corpo central (comprimento sem o opérculo x diâmetro equatorial) 34 x 34 μm; comprimento dos processos 23-32 μm.

Discussão: Fauconnier & Cornu (2004) descrevem, para a espécie em questão, a ocorrência de processos tubulares, com margens distais aculeadas, sendo portadora de diversos espinhos, os quais não se encontram unidos por trabéculas lisas, assim como também revelado nesta tese. Davey & Williams (1966) informam que os processos tubiformes não ultrapassam o número de 18. No corrente estudo foi observado um número aproximado de 15 processos, para o espécime avaliado. Marcas circulares podem ser observadas, no ponto de inserção dos processos no corpo central, conforme Williams *et al*. (1993). Essa feição, entretanto, não foi observada, no exemplar analisado no presente trabalho. Williams *et al*. (op. cit.) informam que o táxon *O. patulum* Riding & Thomas 1988 diferencia-se da espécie *O. complex* por possuir processos vasiformes, distalmente multifurcados e com numerosas digitações. Já Fauconnier & Cornu (op. cit.) destacam, em relação à espécie *O. asterigerum* (Gocht) Davey & Williams 1969, a ocorrência de espinhos finos e longos margeando as bordas dos processos dessa última forma, diferenciando-a da espécie *O. complex*, a qual, adicionalmente, caracteriza-se, conforme constatado nesta tese, por ramificações mais complexas dos espinhos presentes nas margens de seus processos, em comparação aqueles observados no táxon *O. asterigerum*. Ressalta-se que as espécies *O. asterigerum* e *O. patulum*

foram documentadas em estratos de idade Hauteriviano inferior e Kimmeridgiano superior (Fauconnier & Cornu, 2004), respectivamente.

Distribuição estratigráfica: Senoniano (Fauconnier & Cornu, 2004; Fensome *et al.* 2008). Porém, conforme Williams & Bujak (1985), esta espécie ocorre do Berriasiano superior ao Eoceno médio/superior. Stover *et al*. (1996) informam que a distribuição do táxon *O. complex* ocorre entre o Valanginiano e Paleoceno. Já Williams *et al*. (1993) destacam as ocorrências desta forma do Valaginiano inferior ao Lutetiano. No Brasil, a espécie em questão ocorre entre o Aptiano superior e o Maastrichtiano superior, conforme Arai (2007). A espécie *O.complex* foi documentada também no Daniano, conforme Sarkis *et al*. (2002) e na seção de idade Maastrichtiano-Ypresiano, segundo Fischer *et al*. (2013).

Distribuição geográfica: Esta espécie possui uma ampla distribuição geográfica, sendo observada em várias partes do globo (e.g. Texas, Merrill, 1895;Austrália, Cookson & Eisenack, 1961; Costa do Marfim, Vachey & Jardiné, 1962; E.U.A, California, Drugg, 1967; Assam, Índia, Sah *et al*., 1970; sul da Suécia, Kjellström, 1973; Senegal, Jain & Millepied, 1975; Dinamarca, Hansen, 1977; Nova Jersey, E.U.A, Koch & Ollson, 1977; sudoeste da África, alto-mar, Davey, 1978; noroeste da Europa, Duxbury, 1978; Índia, Mehrotra & Sinha, 1978; Argentina, Pöthe de Baldis, 1984; México, Helenes, 1984; Nova Zelândia, Wilson, 1984a; Ártico do Canadá, Ioannides, 1986; noroeste da Alemanha, Marheinecke, 1986, 1992; E.U.A, margem atlântica, Tocher, 1987; Turquia, Ertug *et al*., 1990; oeste do Canadá-Wyoming-Texas, E.U.A, Harker *et al*., 1990; Antártida, Tocher, 1991; Israel, Eshet *et al*., 1992; Colômbia, Prössl, 1992; sul do Oceano Índico, Mao & Mohr, 1992; Venezuela, Corpoven, 1994; Grã-Bretanha, Fauconnier & Cornu, 2004; Gana, Oboh-Ikuenobe *et al*., 2005). No Brasil, este táxon distribui-se nas bacias Pará-Maranhão (Regali *et al*., 1974ab), São Luis, Barreirinhas (Regali *et al*., 1974ab), Ceará (Lana & Roesner, 2002), Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; Oliveira, 2011, este trabalho), Sergipe (Carvalho, 2001), Espirito Santo (Botelho Neto, 1996), Campos (Arai, 1992; Nascimento *et al*., 2015), Santos (Masure & Arai, 2003) e Pelotas (Fischer *et al*., 2013).

Subfamília Incertae Fensome *et al*., 1993

Gênero ***Fibrocysta*** Stover & Evitt, 1978

Espécie-tipo: *Cordosphaeridium bipolare* Cookson & Eisenack, 1965; p. 135, pl. 16, fig. 7-8.

As espécies deste gênero apresentam processos que portam delicadas fibras. Possuem arqueopilo pré-cingular, e caracterizam-se pela ocorrência de duas projeções diferenciadas, em ambos os polos.

Fibrocysta axialis (Eisenack) Stover & Evitt, 1978

Estampa 6 – fotos 1, 2

Cordosphaeridium axiale Eisenack, 1965; p. 38, pl. 6, fig. 4-5.
Lanternosphaeridium axiale (Eisenack) Morgenroth,1966; p. 38-39.
Amphorosphaeridium axiale; (Eisenack) Davey, 1969; p. 35.
Fibrocysta axialis (Eisenack) Stover & Evitt, 1978; p. 155.

Descrição: Cisto corado, acavado, de dimensões medianas, contorno elipsoidal e longitudinalmente simétrico. Portador de processos, normalmente, atabulares, de tamanhos aproximados, fibrosos, sólidos, com bases relativamente mais largas e distalmente fechados, podendo apresentar também tipos expandidos ou ramificados. As fibras são visíveis, principalmente, na base dos processos. Apresentam duas protusões (processos diferenciados), em cada um dos polos, bem características, possuindo a apical, porção terminal alargada, plana e ramificada, sendo a antapical, mais delgada e simples, em termos gerais. Paracíngulo sugerido por faixa transversal entre alinhamentos de processos, na porção equatorial do cisto, a qual delimita o epicisto e o hipocisto. Hipocisto apresenta-se visivelmente mais largo e amplo. Parassulco indistinto. Arqueopilo largo bem evidente, pré-cingular (do tipo P3'') e de contorno aproximadamente retangular, sendo o opérculo livre. Feições parassuturais ausentes, de forma que a paratabulação é definida, apenas, pelo arqueopilo. Parede apresenta-se lisa, entre os processos. Dimensões desta espécie: total (incluindo os processos) 99-116 x 109-140 μm; diâmetro do corpo central 57-68 x 73-101 μm; comprimento dos processos 10-16 μm; comprimento do processo antapical 14-15 μm.

Discussão: A espécie *F.axialis* apresenta processos relativamente mais espessos e com ápices irregulares, os quais se revelam fechados e sutilmente expandidos distalmente. Corpo central liso a finamente reticulado. Essas feições a diferencia das outras espécies pertencentes ao referido gênero.

Distribuição Estratigráfica: Paleoceno inferior-Rupeliano (Williams & Bujak, 1985). Cretáceo-Daniano (Powell, 1992); Priaboniano-Rupeliano (Stover *et al*., 1996).

Distribuição geográfica: norte da Europa Ocidental (Morgenroth, 1966a); África do Sul (Davey, 1969); Dinamarca (Hansen, 1977); Nigéria (Jan du Chêne & Adedlrã, 1984); sul da Escadinávia (Hultberg, 1985); Senegal (Jan du Chêne, 1988); sul da Inglaterra (Jolley & Spinner, 1989); Austrália (Brinkhuis *et al*., 2003). No Brasil foi documentada na Sub-bacia de Sergipe (Ferreira, 2004) e Bacia da Paraíba (este trabalho).

Fibrocysta licia (Jain *et al*.) Stover & Evitt, 1978

Estampa 6 - foto 3

Lanternosphaeridium licium Jain *et al*., 1975; p. 10, pl. 4, figs. 51-53.
Fibrocysta licia (Jain *et al*.) Stover & Evitt, 1978; p. 155.

Descrição: Cisto corado, acavado, de dimensões medianas, contorno ovoidal, bilateralmente simétrico. Mostra uma parede relativamente espessa e superfície grosseiramente ornamentada, apresentando-se granular e fibrosa. As fibras são visíveis, principalmente, na base dos processos. Presença de inúmeros processos medianos, de tamanhos heterogêneos, atabulares, delgados e distalmente truncados, acuminados ou ramificados. Processsos, apical e antapical, diferenciados, sendo o antapical, expandido e ramificado distalmente, com ornamentação granular evidente. Parassulco indistinto e paracíngulo marcado por uma faixa, levemente deprimida, entre feições transversais de relevo baixo (semelhantes a dobras) na região equatorial do grão. Arqueopilo amplo, de âmbito aproximadamente retangular, pode ser observado. Opérculo livre. Feições parassuturais ausentes, sendo a paratabulação indicada, essencialmente, pelo arqueopilo. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 85 x 76 μm; diâmetro do corpo central 44 x 60 μm; comprimento dos processos 9-14 μm; comprimento da protusão antapical 18 μm; comprimento do protusão apical 19 μm.

Discussão: A espécie *F. licia* apresenta processos acuminados, de aspecto afilado a ramificado, em contraste às projeções observadas para a forma *F. axialis*. Outro aspecto marcante para a primeira espécie diz respeito à ornamentação grosseira do corpo central, com grânulos e fibras bem discerníveis.

Distribuição estratigráfica: O holótipo abrange o Daniano (Jain *et al*., 1975; Fensome *et al*., 2008). De acordo com Powell (1992), a referida espécie possui amplitude estratigráfica desde o Cretáceo, e estende-se até o Daniano. No Brasil, foi registrada no Paleoceno (Ferreira, 2004).

Distribuição geográfica: Índia, Assam, Formação Langpar (Corradini, 1972; Jain *et al*., 1975); Tunísia, na seção El Kef/El Haria (Brinkhuis & Leereveld, 1988); Brasil (Ferreira, 2004); seção Ouled Haddou, norte do Marrocos, Slimani *et al*. (2010). No Brasil este táxon ocorre na Sub-bacia de Sergipe (Ferreira, 2004) e Bacia da Paraíba (este trabalho).

Fibrocysta klumppiae (Corradini) Stover & Evitt, 1978

Estampa 6 – Foto 4

Cordosphaeridium klumppiae Corradini, 1973; p.152, pl.22, figs. 2a-c.
Fibrocysta klumppiae (Corradini) Stover & Evitt, 1978; p.155.

Descrição: Cisto grande, corado, acavado, contorno ovoidal, portando inúmeros processos fibrosos, longos, delgados e aculeados distalmente. Alguns desses processos podem estar unidos proximalmente, na região pós-cingular. Projeção antapical diferenciada destaca-se por sua extremidade expandida e ramificada. Parede relativamente espessa, constituída por perifragma de aspecto granular. Parassulco indistinto. Paracíngulo sugerido pelo alinhamento de processos pequenos, dispostos paralelamente, na porção equatorial do cisto. Arqueopilo pré-cingular largo e amplo, observado, sendo o opérculo livre. Não apresenta feições parassuturais, com paratabulação indicada, apenas, pelo arqueopilo. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 107 x 93 μm; diâmetro do corpo central 76 x 56 μm; comprimento dos processos 10-23 μm; comprimento do processo apical 16 μm.

Discussão: Corradini (1972) descreve, para a espécie *F. klumppiae*, uma estrutura em forma de roseta, caracterizada por espinhos aproximadamente regulares, nas porções mais distais dos processos. Tal feição foi verificada nos exemplares avaliados nesta tese e auxilia na diferenciação desse táxon de outras espécies do gênero *Fibrocysta*, a exemplo das espécies *F. axialis e F. licia,* discutidas anteriormente. A forma em discussão diferencia-se das duas últimas espécies por apresentar também processos um pouco mais longos e com aspecto fibroso mais evidente.

Distribuição estratigráfica: Cretáceo-Paleoceno (Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Apeninos (região norte), conforme Corradini (1973). No Brasil a espécie foi registrada na Bacia da Paraíba (este trabalho).

Gênero ***Amphorosphaeridium*** Davey, 1969

Espécie-tipo: *Amphorosphaeridium fenestratum* Davey, 1969c; pl.3, figs.1-2.

Cistos apresentam perifragma fibroso e processos não tabulares, também fibrosos. Esses processos, normalmente, são diferenciados entre as porções apical e antapical. São frequentes os processos com bordas irregulares e ramificadas. Usualmente, paratabulação indicada, apenas, pelo arqueopilo.

Amphorosphaeridium* aff. *A. majus (Lejeune-Carpentier) Lejeune-Carpentier and Sarjeant, 1981

Estampa 6 – Foto 5

aff. ? *Polysphaeridium major* Lejeune-Carpentier, 1940; p.B220-B221; text-fig.13.
aff. *Amphorosphaeridium majus* (Lejeune-Carpentier) Lejeune-Carpentier & Sarjeant, 1981; p.12.

Descrição: Cisto grande, corado, acavado, de contorno subesférico, portando inúmeros processos não tabulares, sendo tubulares, ocos e fibrosos. Apicalmente, os processos revelam-se razoavelmente mais longos, expandidos distalmente e com bordas irregulares (ramificadas). Na porção oposta, os processos são mais curtos e possuem extremidades mais simples, aparentemente abertas. Perifragma mostra-se fibroso, sendo as fibras visíveis, principalmente, no ponto de inserção dos processos no corpo central. Paracíngulo e parassulco não discerníveis. Arqueopilo amplo, de forma sensivelmente trapezoidal, sendo o opérculo livre. A paratabulação é, basicamente, inferida a partir do arqueopilo. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 102 μm; corpo central (comprimento x largura) 62 μm; processos 18-24 μm.

Discussão: O táxon em questão possui afinidade com a forma *A. majus*, diferenciado-se desta, essencialmente, pela extremidade dos seus processos. Nos cistos observados e

avaliados na presente tese não são tão evidentes as extremidades dos processos, caracterizados por suas bordas fortemente irregulares e ramificadas (terminadas em diminutos espinhos), como verificadas na espécie *A. majus*. Lejeune-Carpentier (1940) descreve, para o holótipo referente a essa espécie, processos relativamente curtos (menor que a metade do diâmetro do corpo central) em relação ao corpo central bem desenvolvido (diâmetro do corpo central no material tipo: 55 e 70 μm). O autor destaca também a presença de um número elevado de processos (45 ou mais), variáveis quanto a espessura, possuindo aqueles mais largos, extremidades diferenciadas, como também observadas e caracterizadas nesta tese. Excetuando-se o aspecto das bordas dos processos na espécie *A. majus*, todos os outros traços morfológicos foram observados na espécie designada, no presente estudo, como *Amphorosphaeridium* aff. *A.majus.*

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior, conforme esta tese. A distribuição da espécie *A. majus* ocorre no Cretáceo superior, em conformidade com Fensome *et al*. (2008). No Brasil, ocorre entre o Campaniano inferior e Maastrichtiano inferior, segundo Arai (2007).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Amphorosphaeridium* sp. 1**

Estampa 6 – Foto 6

Descrição: Cisto grande, corado, acavado, subesférico a ovoidal, apresentando processos não tabulares, tubulares, fibrosos, ocos, sendo as porções apical e antapical do cisto diferenciadas quanto aos mesmos. As projeções apicais mostram-se relativamente menores e portam extremidades, que se revelam truncadas ou abertas distalmente. Já as antapicais são mais longas, com extremidades expandidas e ramificadas distalmente (terminadas em pequenos espinhos). Parede formada por endofragma e perifragma unidos entre os processos, mostrando-se o perifragma, claramente fibroso. As fibras são bem evidentes, no corpo central e base dos processos. Paracíngulo e parassulco não marcados no cisto. Feições parassuturais ausentes, sendo a paratabulação indicada, fundamentalmente, pelo arqueopilo pré-cingular (do tipo P3"). Opérculo livre. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 105 μm; corpo central (comprimento x largura) 80 x 60 μm; processos 18-26 μm.

Discussão: O cisto em análise distingue-se da espécie *Amphorosphaeridium majus* por apresentar uma densidade menos expressiva de processos, além de um arqueópilo de contorno aproximadamente trapezoidal, porém menos amplo.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Amphorosphaeridium* sp. 2**

Estampa 6 – Foto 7

Descrição: Cisto próximo-corado, de dimensões medianas e portador de vários processos fibrosos atabulares. Perifragma fibroso, sendo as fibras bem evidentes ao longo dos processos. Os processos apicais são relativamente mais curtos, espessos e com bordas irregulares. Já os antapicais são mais longos, delgados e possuem extremidades simples. Em geral, tais projeções revelam-se abertas distalmente. Dois processos adjacentes podem, eventualmente, ligar-se proximalmente. Paracíngulo e parassulco não indicados no cisto. Arqueopilo pré-cingular (do tipo P3") amplo, mostra-se mais largo que alto, e possui contorno vagamente trapezoidal. Paratabulação inferida, apenas, com base no arqueopilo. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 82 μm; corpo central (comprimento x largura) 56 x 42 μm; processos 16-25 μm.

Discussão: Este táxon é distinto dos demais representantes do gênero pelo aspecto do arqueopilo (mais largo que alto) e pela presença de processos relativamente mais largos, na porção apical. Além disso, esta forma, em termos gerais, é relativamente menor em relação aos táxons acima considerados.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Amphorosphaeridium* spp.**

Estampa 6 – Fotos 8, 9

Descrição: Cistos grandes, corados a próximo-corados, constituído por perifragma fibroso e granular e processos igualmente fibrosos e não tabulares. Paracíngulo e parassulco não marcados no cisto. Arqueopilo pré-cingular (do tipo P3") e opérculo livre. Paratabulação indicada, basicamente, pelo arqueopilo. Dimensões desta forma: Total (incluindo os processos) 140 μm; Corpo central (comprimento x largura) 60-120 x 40-80 μm; processos 16-20 μm.

Discussão: Foram observados alguns cistos atribuídos ao gênero *Amphorosphaeridium*, que por limitações de ordem essencialmente tafonômica, não foi possível classificá-los em nível específico ou alocá-los nas espécies que foram mantidas em nomenclatura aberta.

Família AREOLIGERACEAE Evitt 1963

Gênero ***Areoligera*** Lejeune-Carpentier 1938

Espécie-tipo: *Areoligera senonensis* Lejeune-Carpentier 1938; p. 164, text-fig. 2.

Apresenta compressão dorso-ventral primária e grupos de processos penitabulares complexos adjacentes. A ocorrência de processos isolados é frequente. Regiões médio-ventral e médio-dorsal reduzidas em processos (tamanho e número) ou mesmo livres de ornamentação. Não possui feições parassuturais, sendo a paratabulação indicada pelo arqueopilo e organização dos processos penitabulares, no cisto.

Areoligera senonensis Lejeune-Carpentier, 1938

Estampa 6 – Foto 10

Areoligera senonensis Lejeune-Carpentier, 1938; p. B164, text. fig. 2.

Descrição: Cisto próximo-corado, acavado, de dimensões medianas, contorno lenticular a subcircular, evidenciando compressão dorso-ventral primária. Possui complexos de processos penitabulares unidos, em sua porção médio-proximal, por membranas. Eventualmente, alguns desses processos podem unir-se mais distalmente, o que confere a essas projeções um aspecto ramificado. Esses complexos de processos possuem extremidades livres, sendo constituídos por projeções delgadas, simples, acuminadas a capitadas. Estes se organizam de forma a delimitar áreas livres de ornamentação na superfície do cisto e concentram-se nas extremidades do corpo central, de forma que as superfícies médio-dorsal e médio-ventral estão, consistentemente, livres de projeções. A estruturação dos processos e as

suturas que delimitam o arquepilo definem a paratabulação, neste táxon. Paracíngulo sugerido pela ausência de processos e o parassulco indicado a partir de um deslocamento de parassutura, na superfície ventral e região equatorial do cisto, em direção à feição que limita o arqueopilo. Possui arqueopilo apical, do tipo tA (1-4'), caracterizado por margens em "zigue-zague", sendo o opérculo livre. Parede fracamente granulada, composta por perifragma e endofragma intimamente ligados. Dimensões deste táxon: corpo central (diâmetro equatorial x comprimento sem o opérculo) 63-68 μm; processos 9-28 μm; total 80-87 μm.

Discussão: Conforme Lejeune-Carpentier (1938), alguns processos podem apesentar-se fenestrados e são, geralmente, confluentes desde a sua origem, constituindo uma série de arcos, que delimitam áreas no cisto, de tamanhos e contornos diferenciados, denominadas "praias". Conforme constatado no presente estudo, é provável que tais áreas delimitadas por processos reflitam a organização das paraplacas, no cisto. Williams *et al*. (1993) mencionam, para a espécie *A. senonensis*, a presença de complexos processos de bases baixas, de onde partem alguns ou vários processos simples, os quais encontram-se desconectados distalmente.

Distribuição estratigráfica: Distribui-se do Campaniano ao Eoceno médio (Williams & Bujak, 1985).

Distribuição geográfica: Bélgica (Lejeune-Carpentier, 1938); E.U.A (Tocher, 1987); sul da Índia, Mehrotra & Sarjeant (1987); noroeste daTunísia, na seção El Haria/El Kef (Brinkhuis & Zachariasse, 1988); Bacia Neuquén, Argentina, Papú *et al*. (1999); Marrocos, Slimani *et al*. (2010); Brasil, Bacia da Paraíba (esta tese).

Areoligera coronata (Wetzel) Lejeune-Carpentier, 1938

Estampa 6 – Fotos 11, 12

Hystrichosphaera pinicillata f. coronata Wetzel, 1933b; p.41, pl.4, fig.17.
Areoligera coronata (Wetzel) Lejeune-Carpentier, 1938; p.168.
Areoligera medusettiformis (Wetzel) Lejeune-Carpentier, 1938; p.169.
Areoligera rhizopodiphora (Wetzel) Lejeune-Carpentier, 1938; p.169.

Descrição: Cisto grande, acavado, aspecto lenticular, apresentando compressão dorso-ventral. Parede finamente granulada, delgada, sendo constituída por endofragma e perifragma

intimamente ligados. Apresenta grupos complexos de processos intratabulares a penitabulares, de aspecto ramificado-recortado. Estes se encontram unidos, em sua porção médio-proximal, por membranas e apresentam extremidades caracteristicamente livres, capitadas a afiladas, compondo estruturas que lembram uma "coroa". Esses grupos de processos concentram-se nas extremidades do cisto e mostram-se pouco ou amplamente desenvolvidos em relação ao corpo central, delimitando áreas, no cisto, que refletem a organização das paraplacas. As regiões médio-dorsal e médio-ventral encontram-se, normalmente, livres de processos. A paratabulação também pode ser inferida a partir do arqueopilo apical do tipo tA (1-4'), caracterizado por margens em "zigue-zague". Paracíngulo sugerido pela ausência de processos ou pelo alinhamento de processos delgados e retilíneos, na região equatorial do cisto. Parassulco, em geral, visível como uma feição recortada, que tende a deslocar-se em direção à sutura que delimita o arqueopilo. Dimensões desta espécie: total (incluindo os processos) 87-94 μm; corpo central (diâmetro equatorial x comprimento sem o opérculo) 65-69 μm; processos 11-32 μm.

Discussão: Neste táxon, os complexos de processos delimitam áreas, na superfície do cisto, denominadas de "praias" por Lejeune-carpentier (1939), as quais, em alguns pontos, mostram-se circundadas por conjuntos de processos bem desenvolvidos, mostrando, alguns deles, algumas perfurações (processos fenestrados). Em outras áreas, tais complexos mostram-se visivelmente menos desenvolvidos, de acordo com o mesmo autor. A espécie *A. coronata* pode ser diferenciada da espécie *A. senonesis* pela presença, na primeira, de membranas bem desenvolvidas unido os processos. Já na espécie *A. senonensis* é frequente a presença de processos afilados ligados por membranas de relevo baixo, sendo livres na maior parte de seu comprimento, em consonância com o presente estudo. Foi observado que a espécie *A. medusettiformis* Wetzel 1933 diferencia-se da forma *A. coronata* por apresentar complexos de processos delgados unidos por estruturas que foram definidas por Fauconier & Socini (2004) como trabéculas ou membranas perfuradas formando espinhos livres em suas extremidades.

Distribuição estratigráfica: Campaniano ao Eoceno médio (Wilson, 1974; Williams & Bujak, 1977).

Distribuição geográfica: Distribui-se principalmente no hemisfério norte (e.g. norte da Alemanha, Wetzel, 1933; Bélgica, Lejeune-Carpentier, 1938; sul da Suécia, Hultberg,

1985; sul da Índia, Mehrotra & Sarjeant, 1987; Dinamarca, Hansen, 1977; sudeste do Canadá, Bujak & Williams, 1978; Senegal, Juan du Chêne, 1988; Austrália, McMinn, 1988; Marrocos, Soncini & Rauscher, 1988; Planície Costeira Atlântica dos E.U.A, Habib & Miller, 1989; França, Gorin & Monteil, 1990; sul da Província de Mendonza, na Argentina, Prámparu & Papú, 2002; Fischer, 2012; Alemanha, Fauconnier & Soncini, 2004). No Brasil, esta espécie possui ocorrências nas bacias de Pelotas (Fischer, 2012) e da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002; este trabalho).

Gênero ***Adnatosphaeridium*** Williams & Downie 1966 emend.Stancliffe & Sarjeant 1990
Espécie-tipo: *Adnatosphaeridium vittatum* Williams & Downie 1966; p. 215, pl. 24, text-fig. 56.
Cisto tipicamente constituído por complexos anulares formados a partir de processos tubulares unidos por trabéculas lisas. Não são observados processos livres nesse táxon. Conforme Fauconier & Rauscher (2004), tais projeções constituem uma extensão do perifragma.

Adnatosphaeridium buccinum Hultberg, 1985
Estampa 7 – Foto 1

Adnatosphaeridium buccinum Hultberg, 1985; p.106, pl.1, figs.A-B.

Descrição: Cisto de dimensões medianas, contorno subesférico, constituído por complexos de processos penitabulares a intratabulares unidos distalmente por trabéculas delgadas e lisas. Os processos, em geral, são achatados e possuem extremidades bucinadas, ocasionalmente, terminando em uma superfície ampla e fenestrada. Paracíngulo e parassulco não discerníveis. Arqueopilo apical, do tipo tA, indicado por sutura em "zigue-zague". Possui opérculo livre. Ausência de feições parassuturais, sendo a paratabulação gonyaulacoide sugerida pela conformação dos processos no cisto. Parede lisa a granulada composta por endofragma e perifragma unidos entre os processos, exceto nos mesmos. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 76-80 μm; corpo central (comprimento sem o opérculo x diâmetro equatorial) 28-30 x 39-40 μm; comprimento dos processos 20-22 μm.

Discussão: Fauconier & Rauscher (2004) destacam, para a espécie em questão, processos finos e de hastes achatadas, distalmente ramificados, às vezes, terminados em uma

plataforma perfurada, constituindo seções constantes. Tais feições foram destacadas nesta tese, caracterizando e diferenciando a espécie *A. buccinum* de outras formas incluídas no gênero *Adnatosphaeridium*. Conforme os autores supramencionados, em comparação a referida espécie, o táxon *A.vittatum* Williams & Downie 1966 caracteriza-se por processos largos e extremidades distais serrilhadas, possuindo os mesmos, comprimentos constantes (holótipo: < 20 μm), compondo seções variáveis. Quanto à espécie *A. filiferum* (Cookson & Eisenack) Williams & Downie1969, esta exibe processos largos, distalmente ramificados e longos (holótipo: 40 a 50 μm), com comprimentos variáveis, instituindo seções também variáveis. Morgenroth (1966) aponta, para a última espécie, ramificações secundárias muito finas (semelhantes a "fios de cabelo") nos pontos de união entre os processos.

Distribuição estratigráfica: Abrange o Maastrichtiano superior (Fauconier e Rauscher, 2004; Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Escandinávia (Hultberg, 1985; Fauconier e Rauscher, 2004). Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Adnatosphaeridium robustum (Morgenroth) de Coninck 1975; p.47-48.

Estampa 7 – Foto 2

Cannosphaeropsis robustum Morgenroth, 1966; p.19, pl.4, fig.1.
Adnatosphaeridium robustum (Morgenroth) De Coninck, 1975; p.47-48.

Descrição: Cisto corado, grande, formado por amplos processos notadamente delgados e cilíndricos interligados em suas extremidades por trabéculas também igualmente delgadas. Corpo central de âmbito subesférico a elipsoidal, com superfície granular. Parassulco e paracíngulo não indicados no cisto. Ausência de feições parassuturais, sendo a paratabulação gonyaulacoide sugerida pela estruturação dos processos, de distribuição penitabular a intratabular. Arqueopilo apical, do tipo tA, indicado por sutura de borda irregular, sendo o opérculo livre. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 98 μm; corpo central (comprimento sem o opérculo x diâmetro equatorial) 30-40 x 46-48 μm; comprimento dos processos 20-23 μm.

Discussão: Fauconier & Rauscher (2004) informam que o táxon em questão apresenta processos finos e longos (holótipo: < 26 μm) e raramente ramificados distalmente, unidos por trabéculas de larguras variáveis e não ornamentadas, assim como avaliado e verificado nesta tese. Foi verificado que estes aspectos, basicamente, diferenciam a espécie *A. robustum* das espécies citadas anteriormente. Fauconier & Rauscher (*op.cit.*) destacam que essas projeções constituem seções relativamente constantes. Morgenroth (1966) ressalta, para a espécie *A. robustum*, longos espinhos, os quais surgem a partir da cápsula central e são conectados distalmente por fortes fios. Conforme o referido autor, tais projeções e suas articulações, distalmente, com frequência, apresentam pequenos orifícios. Tal feição, entretanto, encontra-se pouco evidente nos exemplares estudados na corrente pesquisa palinoestratigráfica.

Distribuição estratigráfica: Eoceno inferior, de acordo com Fauconnier & Rauscher (2004). No Brasil, foi verificado em depósitos de idade Maastrichtiano/Lutetiano, conforme Fischer (2012).

Distribuição geográfica: norte da Europa ocidental (Morgenroth, 1966); Bélgica (De Coninck, 1975); mar do Labrador, mar da Noruega, Irlanda (PANGAEA); Brasil, Bacia de Pelotas (Fischer, 2012) e Bacia da Paraíba (esta tese).

Gênero ***Glaphyrocysta*** Stover & Evitt, 1978

Espécie-tipo: *Cyclonephelium retiintextum* Cookson, 1965; p. 49-50, pl. 11, fig. 4.

Apresentam compressão dorso-ventral primária e vários complexos de processos unidos por trabéculas, os quais originam uma rede bastante intricada, que caracteriza as espécies incluídas neste gênero. Ocasionalmente, processos isolados podem estar presentes. As regiões médio-ventral e médio-dorsal apresentam-se reduzidas ou totalmente livres de processos. Paratabulação indicada principalmente pelo arqueopilo.

Glaphyrocysta espiritosantensis (Regali *et al*.) Arai, 2004

Estampa 7 – foto 3

Hystrichosphaeridium espiritosantensis Regali *et al*., 1974; pl.24, fig.3.

Areoligera espiritosantensis (Regali *et al*.,) Lentin & Williams, 1981; p.18.

Glaphyrocysta espiritosantensis (Regali *et al*.) Arai, 2004; p.246; pl31, figs. 1-3.

Descrição: Cisto grande, acavado, de formato lenticular a subcircular evidenciando a compressão dorso-ventral primária. Parede delgada, finamente granulada, constituída por autofragma que desenvolve processos complexos. Processos penitabulares a intratabulares ligados distalmente por membranas. Essa organização dos processos forma uma rede muito complexa e intricada, distalmente, com aspecto ramificado-recortado. Processos simples, delgados e acuminados, por vezes, aparecem isolados em alguns pontos do epicisto e hipocisto. Os grupos de processos estão consistentemente localizados nas extremidades do corpo central, sendo as porções médio-dorsal e médio-ventral, geralmente, livres de processos. Paracíngulo fracamente discernível por uma porção deprimida entre os complexos de processos pré e pós-cingulares. Parassulco inferido a partir de uma porção recortada do cisto na região médio-ventral, e que tende a deslocar-se em direção a linha parassutural que delimita o arqueopilo. O arqueopilo é apical, do tipo tA (com margens em "zigue-zague"), formado a partir do desprendimento de um conjunto de placas da região apical. Apresenta opérculo livre. Não possui feições parassuturais distintas, sendo a paratabulação inferida principalmente pelo arqueopilo e subordinadamente pela estruturação dos complexos de processos, os quais não se apresentam claramente delimitados no cisto. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 86-88 μm; corpo central (diâmetro x comprimento, sem o opérculo) 43-53 x 53-68 μm; processos 8-28 μm.

Discussão: Conforme Regali *et al*., (1974), a espécie avaliada pode apresentar um âmbito subcircular bilobado, apresentando processos que são originados a partir das regiões médio-ventral e médio-dorsal do corpo central e são unidos por uma membrana lisa e dilacerada, por 2/3 de seus comprimentos, de acordo com Arai (2004). Foi observado nos espécimes avaliados que o táxon *G. espiritosantensis* assemelha-se à espécie *G. exuberans* (Deflandre and Cookson) Stover & Evitt, 1978, sendo, porém, os processos, na última forma, mais intrinsecamente relacionados distalmente, mostrando uma estruturação consideravelmente menos complexa dos mesmos em comparação ao que foi possível observar na forma *G. espiritosantensis*. É importante ressaltar que a espécie *G. exuberans* provém do Paleógeno.

Distribuição estratigráfica: Santoniano superior ao Maastrichtiano superior**,** conforme Regali *et al*. (1974) e Arai (2007). Fischer (2012) informa a ocorrência do táxon em análise no intervalo Maastrichtiano/Paleoceno.

Distribuição geográfica: Este táxon ocorre nas bacias Pará-Maranhão, Espirito Santo, Sergipe (Regali *et al*., 1974), Ceará (Lana & Roesner, 2002) e Pelotas (Fischer, 2012).

Glaphyrocysta divaricata (Williams & Downie) Stover & Evitt, 1978

Estampa 7 – Foto 4

Cyclonephelium divaricatum Williams & Downie, 1966; p. 223-224, pl. 25, fig. 1, text-fig. 60.
Glaphyrocysta divaricata (Williams & Downie) Stover & Evitt, 1978; p. 49-50.

Descrição: Cisto grande, acavado, de contorno lenticular a subesférico, mostrando compressão dorso-ventral. Parede lisa a sutilmente granulada, constituída por autofragma que forma processos complexos. Tais processos são penitabulares a intratabulares, conectados distalmente por membranas delicadas e perfuradas, formando uma rede complexa e intricada. Inúmeros processos isolados retilíneos, acuminados ou bífidos também podem ser observados, em especial, na região médio-ventral do cisto. Paracíngulo sugerido por uma faixa levemente deprimida na região equatorial, que não apresenta processos e limita as regiões pré e pós-cingular. Parassulco marcado por feição na superfície médio-ventral, que se estende do hipocisto ao epicisto e desloca-se sutilmente para a direita em direção à linha sutural que delimita o arqueopilo. Paratabulação indicada essencialmente pelo arqueópilo apical, do tipo tA (com margens em "zigue-zague). Possui opérculo livre. Dimensões da forma em questão: corpo central (diâmetro x comprimento sem opérculo) 42 x 40 μm; processos 10-25 μm.

Discussão: Conforme Williams & Downie (1966), os processos, na espécie avaliada, mostram, em suas extremidades, feições que se assemelham a espinhos. Conforme os mesmos autores, esses processos formam complexos unidos por trabéculas ou membranas perfuradas. Para Michoux & Soncini (2004), os cistos pertencentes a este táxon possuem processos que não se encontram organizados em complexos, mas distribuem-se de forma uniforme, na periferia do corpo central. Estes estão unidos por membranas que portam espinhos distalmente, os quais são formados pela disposição e estruturação dos processos no cisto, conforme foi observado nos exemplares estudados.

Distribuição estratigráfica: Daniano ao Eoceno inferior **(**Köthe, 1990; Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Londres (Williams & Downie, 1966); Brasil, Sub-bacia de Sergipe (Ferreira, 2004) e Bacia da Paraíba (este trabalho).

Glaphyrocysta castelcasiense* subsp. *promimentum (Marheinecke) Michoux & Soncini, 2004

Estampa 7 – Foto 5

Cyclonephelium castelcasiense subsp. *promimentum* Marheinecke, 1992; p.73-74, pl.5, fig. 1-4.
Glaphyrocysta castelcasiense subsp. *promimentum* (Marheinecke) Michoux & Soncini, 2004; pl.30, figs. 8-10.

Descrição: Cisto grande, acavado, de corpo lenticular a bilobado e compressão dorso-ventral. Apresenta processos penitabulares, que se prolongam a partir da periferia do corpo central e são unidos por uma membrana perfurada amplamente desenvolvida distalmente. A porção médio-ventral apresenta-se totalmente livre de processos. Parede delgada, lisa a finamente granulada, apesentando a membrana o mesmo aspecto. Não possui feições parassuturais, sendo a paratabulação indicada, principalmente, pelo arqueopilo e, complementarmente, pela organização dos processos no cisto. Paracíngulo indistinto e parassulco indicado a partir de parassuturas longitudinais, que partem da região médio-ventral do cisto e, normalmente, prolongam-se para alcançar a sutura irregular superior, feição que delimita o arqueopilo. Apresenta arqueopilo apical, do tipo tA (com margens em "zigue-zague") e opérculo livre. Dimensões desta espécie: total (incluindo os processos) 79 μm; corpo central (diâmetro x comprimento sem opérculo) 69 x 54 μm; processos 14-37 μm.

Discussão: Conforme Michoux & Soncini (2004), nesta espécie, as membranas não portam espinhos em suas extremidades, desenvolvendo-se lateralmente, de forma contínua. Tais aspectos diferenciam o táxon em questão da espécie *G. divaricata*.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano (Michoux & Soncini, 2004). De acordo com Powell (1992), a espécie *Glaphyrocysta castelcasiense* estende-se até o Daniano, assim como também observado na presente tese.

Distribuição greográfica: noroeste da Tunísia, na seção El Haria/El Kef (Brinkhuis & Zachariasse, 1988); Baixa Saxônia, Alemanha (Marheinecke, 1992); norte da Alemanha (Michoux & Soncini, 2004); Marrocos, Slimani *et al*. (2010). Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Glaphyrocysta semitecta (Bujak in Bujak *et al*., 1980)

Estampa 7 – foto 6

Cyclonephelium semitectum Bujak *in* Bujak *et al*., 1980; p.46-50, pl.14, figs.2-9; text-fig.13.
Glaphyrocysta semitecta (Bujak in Bujak *et al*.) Lentin & Williams, 1981; p.111.

Descrição: Cisto grande, acavado, corpo central lenticular, mostrando compressão dorso-ventral. Parede visivelmente granulada, composta por autofragma que se modifica para constituir processos complexos. Presença de processos penitabulares unidos distalmente por uma membrana granulada e variavelmente perfurada, a qual tende a formar uma estrutura relativamente contínua, semelhante a um "teto". Ausência de feições parassuturais, sendo a paratabulação indicada, principalmente, pelo arqueopilo e, secundariamente, pela conformação dos processos no cisto. Parassulco sugerido por parassuturas longitudinais, que se deslocam para a direita em direção à linha parassutural superior, que define o arqueopilo. Paracíngulo indistinto. Apresenta arqueopilo apical, do tipo tA (com margens em "zigue-zague") e opérculo livre. Dimensões deste táxon: corpo central (diâmetro equatorial x comprimento sem o opérculo 62 x 53 μm; processos 20 - 25 μm.

Discussão: Conforme Michoux & Soncini (2004), neste táxon, os processos encontram-se organizados em grupos complexos a partir da região periférica do corpo central. Essas membranas, distalmente, não portam espinhos, sendo bem desenvolvidas lateralmente e dorsalmente. A estruturação dos processos no corpo central diferencia a espécie em discussão da forma *Glaphyrocysta castelcasiense* subsp. *promimentum* (Marheinecke) Michoux & Soncini 2004, conforme observado neste trabalho. Na última espécie, os processos não são claramente discerníveis da estrutura em membrana que os une. Já no tipo *G. semitecta*, é

possível diferenciar bem, na periferia do cisto, os processos da membrana que os une distalmente.

Distribuição estratigráfica: Eoceno superior segundo Michoux & Soncini (2004). Maastrichtiano superior (esta tese).

Distribuição geográfica: sul da Inglaterra (Bujak *et al*., 1980); no noroeste da Tunísia, na seção El Haria/ El Kef (Brinkhuis & Leereveld, 1988); Marrocos, Slimani *et al*. (2010). Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Glaphyrocysta assamica (Jain *et al*.) Jain, 1982

Estampa 7 – Foto 7

Cyclonephelium (?) assamicum Jain *et al*., 1975; p.11, pl.5, figs.61-62; pl.6, fig. 73.
Glaphyrocysta assamica (Jain *et al*.) Jain, 1982; p.52.

Descrição: Cisto corado, grande, acavado, corpo central de aspecto lenticular, mostrando compressão dorso-ventral. Presença de processos muito longos e fibrosos, concentrados na periferia do corpo central e unidos distalmente por fina membrana, formando "pontes". Parassulco indicado por parassuturas que se deslocam para a direita em direção a linha recortada superior, a qual delimita o arqueopilo. Paracíngulo sugerido por uma faixa transversal levemente deprimida entre os processos pré e pós-cingulares. Arqueopilo apical indicado por sutura típica em zigue-zague, localizada na porção terminal do epicisto, após o paracíngulo. Possui parede delgada, formada por autofragma que se modifica para formar processos complexos, apresentando-se lisa entre estes. A região médio-ventral do cisto apresenta-se livre de processos. Não possui feições parassuturais, sendo a paratabulação indicada principalmente pelo arqueopilo. Dimensões do referido táxon: total 119 μm; corpo central (diâmetro equatorial x comprimento sem o opérculo) 76 x 52 μm; processos 28-39 μm.

Discussão: Para Michoux & Soncini (2004) é inviável a determinação do tipo de arqueopilo na espécie *G. assamica* considerando somente as ilustrações relativas à descrição dessa espécie, o que torna a forma *G. assamica* uma espécie problemática. Por outro lado, Jain *et al*. (1975) mencionam a existência, nesse táxon, de um polo distal destacado, formando um arqueopilo apical. Quanto ao cisto observado no presente estudo, este é muito semelhante

ao táxon apresentado por Michoux & Soncini (*op. cit.*), porém com arqueopilo claramente discernível na epiteca. A espécie em análise distingue-se das demais formas pertencentes ao gênero *Glaphyrocysta*, descritas e discutidas anteriormente, nesta tese, pela ocorrência dos processos longos e fibrosos que caracterizam a mesma.

Distribuição estratigráfica: Ocorre no Daniano, de acordo com Michoux & Soncini (2004), assim como também registrado nesta tese.

Distribuição geográfica: Assam, Índia (Jain *et al*., 1975; Michoux & Soncini, 2004). Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Glaphyrocysta retiintexta (Cookson) Stover & Evitt, 1978

Estampa 7 – Foto 8

Cyclonephelium retiintextum Cookson, 1965a; p.88, pl.11, fig.4.
Glaphyrocysta retiintexta (Cookson) Stover & Evitt, 1978, p.50.

Descrição: Cisto corado, grande, acavado, corpo central lenticular, mostrando compressão dorso-ventral. Apresenta processos penitabulares, médios a longos, unidos distalmente por trabéculas planas e sutilmente perfuradas, formando uma rede relativamente complexa e intricada. Essa rede localiza-se, preferencialmente, na periferia do corpo central, deixando livre a região mais central do cisto. Parede delgada, finamente granulada, com autofragma originando processos consideravelmente complexos. Não possui feições parassuturais, com paratabulação indicada principalmente pelo arqueopilo, e de forma complementar, pela estruturação dos processos. Arqueopilo apical, do tipo tA, sendo o opérculo livre. Parassulco e paracíngulo indistintos no cisto. Dimensões desta espécie: diâmetro total (incluindo os processos) 134 μm; corpo central (diâmetro equatorial x comprimento sem o opérculo) 98 x 85 μm; processos 20-35 μm.

Discussão: O táxon em questão guarda alguma semelhança em relação à espécie *G. pastielsii*. Corforme Sarjeant (1986), na forma *G. pastielsii*, os processos também estão relacionados por trabéculas, formando distalmente uma rede complexa, porém, na mencionada espécie, observa-se a presença de trabéculas secundárias, que sustentam mais distalmente esses processos**.** Além disso, o táxon *G. pastielsii* mostra uma rede de processos

mais densa e intricada em relação àquela observada para a forma *G. retiintexta*, que se mostra consideravelmente mais "frouxa", conforme verificada nesta tese.

Distribuição estratigráfica: Cretáceo superior-Paleoceno (Cookson, 1965; Cookson & Eisenack, 1965). No Brasil, a espécie em análise foi documentada entre o Paleoceno superior e Eoceno inferior (Fischer, 2012).

Distribuição geográfica: sudeste da Austrália (Cookson, 1965); América do Norte (E.U.A, Tocher, 1987); sul da Província de Mendonza, na Argentina, Prámparu & Papú (2002). No Brasil, a espécie foi documentada nas bacias de Pelotas (Fischer, 2012) e da Paraíba (este trabalho).

***Glaphyrocysta* sp. 1**

Estampa 7 – Foto 9

Descrição: Cisto grande, corado, acavado, mostrando compressão dorso-ventral. Parede lisa a finamente granulada. Processos longos concentram-se na periferia do corpo central e estão ligados praticamente ao longo de todo o seu comprimento, formando amplas membranas, relativamente contínuas e variavelmente perfuradas. Superfície do corpo central praticamente livre de processos. Tais processos são pouco discerníveis na rede intricada e complexa formada pelos mesmos. Paracíngulo e parassulco indistintos. Não possui feições parassuturais, sendo a paratabulação indicada principalemnte pelo arqueopilo, de forma que a organização dos processos no cisto também pode sugerir a conformação das paraplacas. Arqueopilo apical (tA) evidente a partir de uma linha sutural irregular bem discernível no epicisto. Dimensões deste táxon: diâmetro total (incluindo os processos) 80; corpo central (diâmetro equatorial x comprimento sem o opérculo) 58 x 53 μm; processos/membrana 22-27 μm.

Discussão: Cisto apresenta um aspecto geral bem diferente em relação às outras espécies pertecentes ao Gênero *Glaphyrocysta*, anteriormente discutidas, caracterizando-se pela presença de processos que se unem para formar uma ampla membrana, variavelmente perfurada e razoavelmente contínua, nas extremidades do corpo central.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Glaphyrocysta* sp. 2**

Estampa 7 – Foto 10

Descrição: Cisto grande, acavado, próximo-corado, de âmbito lenticular, mostrando compressão dorso-ventral primária. Processos penitabulares filamentosos, relativamente curtos, unidos ao longo de seu comprimento por delicadas membranas, que conferem um aspecto difuso e descontínuo a essas projeções. Superfície do corpo central livre de processos, os quais se originam e concentram-se na periferia do cisto. Parassulco e paracíngulo indistintos. Arqueopilo apical (tipo tA) bem evidente no epicisto. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 120 μm; corpo central (diâmetro equatorial x comprimento sem o opérculo) 91 x 60 μm; processos 10-17 μm.

Discussão: Cisto caracteriza-se e diferencia-se das outras formas pelo aspecto visivelmente difuso de suas projeções.

Distribuição estratigráfica: Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Gênero ***Membranophoridium*** (Gerlach) emend. Stover & Evitt, 1978

Espécie-tipo: *Membranophoridium aspinatum* Gerlach1, 1961; pl.29, fig.7.

Não apresenta uma estruturação de processos ou grupos de processos penitabulares unidos por trabéculas/ e ou membradas, de forma a constituir uma rede complexa e intricada. Os cistos que compõem este gênero portam membranas que formam uma feição em forma de “franja”, meridionalmente, a qual se encontra interrompida na região antapical, conferindo um aspecto lobado a essa porção do cisto. Essas formas são comuns na seção em estudo, porém problemas de ordem tafonômica afetaram estes grãos de estrutura muito delicada, impossibilitando a classificação de muitos dos espécimes observados, em nível específico.

Membranophoridium aspinatum Gerlach, 1961

Estampa 7 – Foto 11

Chiropteridium aspinatum Brosius, 1963; p.114, pl.48, fig.1.
Chiropteridium aspinatum Gocht, 1969; p.123, pl.61, figs. 1-3.
Membranophoridium aspinatum Gerlach, 1961; p.199-201, pl.29, figs. 7-8.

Descrição: Cisto grande, próximo-corado, apresenta corpo central finamente granular e de contorno lenticular, mostrando compressão dorso-ventral. Parede constituída por endofragma e perifragma, que estão separados localmente para formar uma estrutura membranosa, variavelmente perfurada, principalmente, nas proximidades da inserção desta no corpo central. Essa membrana tende a constituir uma espécie de "franja", não muito longa, na região meridional do cisto. A membrana apresenta-se interrompida de forma abrupta, na porção antapical, originando dois lobos desiguais e arredondados, claramente discerníveis. Parassulco indicado por feições longitudinais, na superfície médio-ventral do cisto, que tendem a deslocar-se para a direita em direção a linha sutural, que delimita o arqueopilo. Paracíngulo geralmente não é indicado. Possui arqueopilo apical, do tipo tA (sutura em "zigue-zague"), sendo o opérculo livre. Não possui feições parassuturais, sendo a paratabulação inferida com base apenas no arqueopilo. Possui opérculo livre. Dimensões deste táxon: total (incluindo as projeções) 92 x 75 μm; corpo central (diâmetro equatorial x comprimento sem o opérculo) 61-80 x 56-64 μm; comprimento da projeção membranosa 11-24 μm.

Discussão: O táxon em questão pode ser diferenciado de outras espécies do gênero pela presença de membranas contínuas, relativamente simples e de relevo baixo, contornando a cápsula central. Outro aspecto importante diz repeito a presença de dois lobos, de contornos arredondandos e comprimentos aproximadamente iguais, na região antapical do cisto. Neste estudo destaca-se o resgistro mais antigo desta espécie.

Distribuição estratigráfica: Oligoceno inferior ao Mioceno inferior (Williams *et al*., 1993; Fensome *et al*., 2008). Ocorre no Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: noroeste da Alemanha (Gerlach, 1961); Hamburgo, Alemanha (Gocht, 1969); Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Membranophoridium* sp. 1**

Estampa 7 – Foto 12

Descrição: Cisto grande, corado, portando membranas bastante longas e desenvolvidas, na região meridional do cisto. Parede não muito espessa, sendo a separação entre endofragma e perifragma observada nos pontos de desenvolvimento das estruturas membranosas. Tais projeções mostram-se lateralmente contínuas e variavelmente perfuradas, em toda a sua extensão. Na região antapical, essa estrutura apresenta-se interrompida, sendo o seu comprimento consideravelmente menor. A membrana mostra-se heterogeneamente desenvolvida, sendo significativamente mais desenvolvida, em alguns pontos. Parassulco e paracíngulo indistintos. Paratabulação inferida com base no arqueopilo apical, do tipo tA, com evidente sutura em "zigue-zague". Opérculo livre no epicisto. Dimensões deste táxon: total (incluindo as projeções) 99 x 60 μm; corpo central (diâmetro equatorial x comprimento sem o opérculo) 53 x 45 μm; comprimento das projeções 6-42 μm.

Discussão: Este táxon possui uma ampla membrana variavelmente perfurada em toda a sua extensão e desenvolvida principalmente em um dos lados do cisto. Tal feição o diferencia da espécie *M. aspinatum*, que mostra uma membrana consideravelmente mais curta e perfurada, normalmente, nas proximidades do ponto de inserção desta no corpo central, sendo também mais homogeneamente distribuída em torno da cápsula.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Subordem INCERTA

Família INCERTA

Gênero ***Exochosphaeridium*** Davey *et al*., 1966

Espécie-tipo: *Exochosphaeridium phragmites* Davey *et al*. *in* Davey *et al*., 1966; pl.2, figs. 9-10.

Cistos constituídos por autofragma fibroso, cujas fibras tornam-se evidentes no corpo central e processos, principalmente na porção mais proximal dos últimos. Ocasionalmente, é possível observar um processo apical diferenciado, mais espesso e variavelmente ramificado distalmente. Em relação aos processos, estes são comumente simples e fechados em suas extremidades. Normalmente, a paratabulação é indicada apenas pelo arqueopilo.

Exochosphaeridium bifidum (Clarke & Vedier) Clarke *et al*., 1968

Estampa 8 – Fotos 1, 2

Baltisphaeridium bifidum Clarke & Verdier, 1967; p.72, pl.17, figs. 5-6, text-fig. 30.
Exochosphaeridium bifidum (Clarke & Vedier) Clarke *et al*., 1968; p.182.

Descrição: Cisto próximo-corado, acavado, de tamanho médio. Corpo central de âmbito subesférico, portando vários processos não tabulares. Esses processos são sólidos e apresentam-se, em geral, expandidos e fechados distalmente. Alguns deles exibem uma bifurcação em sua porção terminal. Possuem uma parede relativamente espessa, a qual exibe microperfurações e estriações, que se prolongam para os processos, sendo as últimas feições evidentes, principalmente, na base dos mesmos. Alguns desses processos podem estar unidos proximalmente. Paracíngulo e parassulco não indicados. Paratabulação indicada somente pelo arqueopilo pré-cingular (tipo P3"). Opérculo livre. Dimensões da referida forma: total (incluindo os processos) 63 μm; corpo central (diâmetro) 45 μm; processos 14-16 μm.

Discussão: De acordo com Clarke & Vedier (1967), este táxon possui como características diagnósticas principais: parede espessa (entre 2-3 mícrons de espessura); corpo central e base dos processos, usualmente, exibem uma estriação aparente; presença de processos longos, ligeiramente bífidos ou expandidos em sua totalidade. Os caracteres observados para os espécimes avaliados, nesta tese, corroboram as observações supramencionadas a partir do material tipo (Clarke & Vedier, *op.cit*.), sendo verificado que tais feições separam a espécie *E. bifidum* dos demais táxons incluídos no gênero *Exochosphaeridium*.

Distribuição estratigráfica: Cretáceo superior (Clarke & Verdier, 1967). Documentada também no Daniano, conforme Damassa (1979). No Brasil, possui registros do Cenomaniano superior ao Maastrichtiano superior (Arai, 2007). Sarkis *et al*. (2002) destacam a ocorrência desta espécie também no Daniano.

Distribuição geográfica: Esta espécie possui uma ampla distribuição geográfica, de forma que possui registros em diversas áreas do globo, em ambos os hemisférios: (e.g. ilha de Wight, Inglaterra, Clarke & Verdier, 1967; sul da África, Davey, 1969; Dinamarca-Holanda, wilson, 1974; Maryland, Senegal, Jain & Millepied, 1975; sudoeste da África, alto-

mar, Davey, 1978; Ártico do Canadá, Ioannides, 1986; noroeste da Alemanha, Marheinecke, 1986, 1992; Egito, Schrank, 1987; E.U.A, margem atlântica, Tocher, 1987; Antártida, Askin, 1988a; Jan du Chêne, 1988; Marrocos, Soncini & Rauscher, 1988; Turquia, Ertug *et al*., 1990; Israel, Eshet *et al*., 1992; Venezuela, Corpoven, 1994; Austrália, leste da Tasmânia, Brinkhuis *et al*., 2003; Gana, Oboh-Ikuenobe *et al*., 2005). No Brasil, esta espécie possui registros nas bacias Potiguar (Lana, 1997) e da Paraíba (Sarkis, 2002; Sarkis *et al*., 2002, este trabalho).

***Exochosphaeridium* sp. 1**

Estampa 8 – Foto 3, 4

Descrição: Cisto próximo-corado, varia entre pequeno e médio, contorno aproximadamente esférico, acavado e portador de inúmeros processos não tabulares. Corpo central mostra-se fibroso, micropuctado a microrreticulado. Os processos são igualmente fibrosos, sendo as fibras mais evidentes no ponto de inserção destes no corpo central. Além disso, tais projeções revelam-se simples, sólidas, sendo, alguns tipos, acuminados, e outros, expandidos distalmente. Paracíngulo e parassulco não são marcados no cisto. Arqueopilo pré-cingular (tipo P3"), sendo o opérculo livre. Paratabulação indicada apenas pelo arqueopilo. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 46-63 μm; corpo central (Diâmetro) 31-42 μm; comprimento dos processos 8-14 μm.

Discussão: O táxon *Exochosphaeridium* sp. 1 diferencia-se da espécie *E. bifidum* pela presença de processos mais numerosos e relativamente mais delgados, na primeira. Além disso, não estão presentes, na espécie em questão, os típicos processos bífidos observados para a forma *E. bifidum*.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Exochosphaeridium* sp. 2**

Estampa 8 – Foto 5

Descrição: Cisto próximo-corado, dimensões medianas, contorno aproximadamente esférico, portando inúmeros processos atabulares. Corpo central notadamente fibroso e

microrreticulado. Os processos também são fibrosos, sendo essa feição mais evidente na base dos mesmos. Processo diferenciado, consideravelmente espesso e ramificado distalmente, pode ser observado na porção apical do cisto. Paracíngulo e parassulco não indicados. Paratabulação inferida a partir do arqueopilo pré-cingular (tipo p3"). Apresenta opérculo livre. Dimensões do tipo em questão: total (incluindo os processos) 58 μm; corpo central (diâmetro) 42 μm; processos 8-10 μm.

Discussão: Este táxon, em relação aos descritos anteriormente, possui processos geralmente acuminados, em detrimento dos tipos expandidos distalmente, frequentemente observados nas espécies *E. bifidum* e *Exochosphaeridium* sp. 1. Além disso, a espécie *Exochosphaeridium* sp. 2 possui um processo apical diferenciado, mais largo e ramificado em sua porção terminal.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Exochosphaeridium* sp. 3**

Estampa 8 – Foto 6

Descrição: Cisto próximo-corado, pequeno, de âmbito subcircular, com vários processos atabulares. Esses processos são normalmente sólidos e fibrosos, sendo, alguns tipos, acuminados, e outros, expandidos distalmente. Corpo central também é visivelmente fibroso. Parassulco e paracíngulo não indicados. Arqueopilo pré-cingular, do tipo P3", sendo o opérculo livre. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 35-46μm; corpo central (diâmetro) 26-37μm; processos 3-5 μm.

Discussão: O referido táxon diferencia-se das espécies *E. bifidum* e *Exochosphaeridium* sp 1 por apresentar processos relativamente mais curtos em comparação àqueles observados naquelas espécies.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Exochosphaeridium* sp. 4**

Estampa 8 – Foto 7

Descrição: Cisto próximo-corado, grande, de contorno subesférico, portando inúmeros processos atabulares. Corpo central mostra-se fibroso principalmente na base dos processos. Os processos, em geral, revelam-se expandidos ou acuminados distalmente. Dentre os citados apêndices, alguns são diferenciados e localizam-se nas porções apical e antapical, possuindo os mesmos, bases mais largas e extremidades visivelmente truncadas. Outros processos encontram-se unidos proximalmente. Paracíngulo e parassulco não são indicados. Paratabulação indicada somente com base no arqueopilo pré-cingular, do tipo P3". Opérculo livre. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 82 μm; corpo central (diâmetro) 72 μm; comprimento dos processos 17-20 μm.

Discussão: Este cisto pode ser diferenciado dos demais táxons supracitados pela ocorrência de processos apicais e antapicais diferenciados, conforme descrito acima.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Gênero ***Cleistosphaeridium*** Davey et al., 1966 emend. Eaton *et al*., 2001

Espécie-tipo: *Cleistosphaeridium diversispinosum* Davey et al., 1966; p.167, pl.10, fig.7.

Cistos corados, apresentando corpo central subesférico a ovoidal. Algumas formas pertencentes ao referido gênero mostram compressão dorso-ventral. Arqueopilo apical e processos normalmente atabulares, de forma e tamanhos similares, normalmente, distalmente fechados. Outros cistos podem apresentar processos penitabulares, que mostram conexões proximais, porém, usualmente, livres distalmente.

Cleistosphaeridium placacanthum (Deflandre & Cookson) Eaton *et al*., 2001

Estampa 5 – foto 10

Hystrichosphaeridium placacanthum Deflandre & Cookson, 1955; p. 276-277, pl. 9, figs. 1-3.

Baltisphaeridium placacanthum (Deflandre & Cookson) Downie & Sarjeant, 1965; p. 94.

Impletosphaeridium placacanthum (Deflandre & Cookson) Morgenroth, 1966a; p. 35.
Systematophora placacantha (Deflandre & Cookson) Davey *et al*., 1969; p. 17.
Cleistosphaeridium placacanthum (Deflandre & Cookson) Eaton *et al*., 2001, p.190.

Descrição: Cisto grande, corado, formato lenticular, mostrando compressão dorso-ventral. Processos organizados em complexos penitabulares, e, por vezes, um ou mais processos aparecem conectados, em sua região proximal, por cristas baixas, sendo, porém, normalmente, livres distalmente. Tais projeções possuem formas variáveis, podendo ser simples ou ramificadas, com extremidades pontiagudas a alargadas. Paratabulação indicada pela organização dos grupos de processos, que acompanham os contornos das paraplacas e limitam áreas no cisto, sendo separados de seus vizinhos, por espaços vazios. Paracíngulo sugerido pelo alinhamento de processos delgados e isolados, na região equatorial do grão. Parassulco inferido pela ausência de processos. Possui parede finamente granulada. Arqueopilo apical, do tipo tA, caracterizado por margens em "zigue-zague". Opérculo livre. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 95 μm; corpo central (diâmetro equatorial x comprimento sem o opérculo) 43 x 54 μm; processos 15-20 μm.

Discussão: Este táxon assemelha-se morfologicamente à espécie *Systematophora areolata* Klement 1960, porém pode ser diferenciado da mesma, em alguns aspectos, da forma que segue: a espécie *S. areolata* apresenta contorno elipsoidal e simétrico, além de uma menor densidade de processos, sendo estes mais raros, especialmente, na porção central do cisto. Além disso, esta espécie possui arqueopilo de contorno oval. Quanto à espécie *Cleistosphaeridium placacanthum*, esta apresenta âmbito lenticular e assimétrico, uma maior densidade de processos, inclusive na região central do cisto. O arqueopilo apical é largo, mostrando as margens recortadas típicas ("Zigue-Zague").

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano ao Mioceno superior (Williams & Bujak, 1985; Powell, 1992; Williams *et al*.,1993; Fensome *et al*., 2008).

Distribuição geográfica: Possui ampla distribuição geográfica (e.g. Austrália Deflandre & Cookson, 1955; norte da Europa, Morgenroth, 1966a; França, Gruas-Cavagnetto, 1972; U.S.A., Benson, 1976; leste do Canadá, Williams & Bujak, 1977; África do Sul, McLachlan & Pieterse, 1978; noroeste da Alemanha, Marheinecke, 1986; Nova Zelândia, Wilson, 1988; Bahamas, Gana, Noruega, Atlântico Sul, Angola, Nova Zelândia, PANGAEA).

No Brasil ocorre na Bacia da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002, este trabalho) e Sub-bacia de Sergipe (Ferreira, 2004).

Gênero ***Impletosphaeridium*** (Morgenroth) Islam, 1993

Espécie-tipo: *Impletosphaeridium transfodum* Morgenroth, 1966a; p. 32, pl.10, fig. 5.

Os cistos incluídos neste gênero possuem uma densidade considerável de processos. Esses processos são normalmente simples, distalmente fechados e homogêneos, quanto ao tamanho e forma. Conforme Stover & Evitt (1978), as formas incluídas no gênero acima apresentam arqueopilo incerto, incluindo formas com arqueopilo pré-cingular, apical ou sem indicação dessa feição. Quanto à estruturação dos processos no cisto, de acordo com os mesmos autores, estes podem ser não tabulares, penitabulares e, possivelmente, processos gonais também podem estar presentes.

***Impletosphaeridium* sp. 1**

Estampa 8 – Foto 8

Descrição: Cisto próximo-corado, amplo, apresenta cápsula de âmbito elipsoidal, sendo portador de um número considerável de processos, essencialmente sólidos, distalmente fechados e não tabulares. Tais processos mostram-se, em geral, acuminados ou expandidos, em suas porções terminais. Corpo central revela-se sutilmente granular. Parassulco e paracíngulo não discerníveis no cisto. Arqueopilo notadamente pré-cingular, de contorno poligonal, sendo o opérculo livre. Não possui feições parassuturais, sendo a paratabulação inferida a partir do arqueopilo. Dimensões da forma em questão: total (incluindo os processos) 102 μm; corpo central (diâmetro) 62 μm; comprimento dos processos 16-20 μm.

Discussão: Estes cistos são raros na seção em estudo, sendo separados de outros cistos próximo-corados e morfologicamente semelhantes (no que diz respeito ao aspecto de seus processos), basicamente, pela densidade expressiva de processos observada no gênero *Impletosphaeridium.*

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***? Impletosphaeridium* spp.**

Estampa 8 – Fotos 9, 10

Descrição: Cisto próximo-corado, muito pequeno e hialino, portador de inúmeros processos, bastante delgados e relativamente longos. Esses processos demostram extremidades simples e acuminadas. Paracíngulo e parassulco não são indicados. Arqueopilo pré-cingular, ocasionalemnte, não evidente no cisto. Ausência de feições parassuturais. Proporções destes cistos: total (incluindo os processos) 44 μm; corpo central (diâmetro) 22 μm; comprimento dos processos 10-12 μm.

Discussão: Os cistos em questão são muito pequenos e claros, de forma que tais aspectos dificultaram consideravelmente a tomada dos parâmetros morfométricos necessários para a devida classificação destas formas.

Subordem GONIODOMINEAE Fensome *et al.*,1993

Família GONIODOMACEAE Lindemann, 1928

Subfamília PYRODINIOIDEAE Fensome *et al.*,1993

Gênero ***Alisocysta*** Stover & Evitt, 1978

Espécie-tipo: *Eisenackia circumtabulata* Drugg, 1967; p.15, pl.1, figs. 12-13.

Presença de septos ou cristas, de relevo baixo, de distribuição penitabular, que delimitam as paraplacas e sugerem a paratabulação nos cistos.

Alisocysta circumtabulata (Drugg) Stover & Evitt, 1978

Estampa 8 – fotos 11, 12

Eisenackia circumtabulata Drugg, 1967; p.15, pl.1, figs. 12-13.

Hystrichokolpoma circumtabulata (Drugg) Schumacker-Lambry, 1978; p.42, pl.5, figs.1-6.

Alisocysta circumtabulata (Drugg) Stover & Evitt, 1978. p.20.

Agerosphaera circumtabulata (Drugg) Harland, 1979; p.29.

Descrição: Cisto próximo-corado, pequeno, de contorno elipsoidal, parede espessa, lisa a delicadamente punctada. Caracteriza-se, principalmente, pela presença de cristas ou septos de relevo baixo, formados a partir da parede do cisto e de distribuição penitabular, os quais delimitam as paraplacas e exprimem a paratabulação gonyaulacoide. Paracíngulo indicado pela presença de áreas transversais e aproximadamente alongadas, marcadas pelos septos penitabulares. Parassulco evidenciado por pequenas áreas longitudinais, de contorno sensivelmente poligonal. Arqueopilo apical, do tipo tA, sendo constituído por típica sutura em "zigue-zague". Possui opérculo livre. Dimensões desta espécie: corpo central (largura x altura) 49 x 37 μm.

Discussão: Confome Drugg (1967), esta espécie possui paratabulação idêntica à verificada para o táxon *Eisenackia crassitabulata* Deflandre & Cookson 1955, que é distinto da espécie *A. circumtabulata* por apresentar placas marcadas por cristas altas e por não possuir o interior das mesmas preenchido por uma malha de paredes espessas.

Distribuição estratigráfica: Paleoceno (Williams & Bujak, 1985; Powell, 1992; Stover *et al*., 1996; Hardenbol *et al*., 1998; Williams *et al*., 2004).

Distribuição geográfica: Possui uma ampla distribuição geográfica: (e.g. Canyon Escarpado, California, E.U.A., Drugg, 1967; leste do Canadá, Williams & Bujak, 1977; Bélgica, Schumacker-Lambry, 1978; Romênia, Antonescu & Alexandrescu, 1979; norte da California, Damassa, 1979; sudeste da Inglaterra, Harland, 1979; América do Sul, México, Helenes, 1984; Dinamarca, Heilmann-Clausen, 1985; Austrália, Helby *et al*., 1987; Antártida, Askin, 1988; Tunísia, Brinkhuis & Leereveld, 1988; Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Bacia do Colorado, Guerstein & Juciel , 2001; plataforma continental do Uruguai, Daniers & Guerstien, 2004; Marrocos, Slimani *et al*.; 2010). No Brasil, o táxon em questão foi documentado na Bacia da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002, este trabalho).

Gênero ***Hystrichosphaeridium*** Deflandre 1937

Os cistos deste táxon caracterizam-se por apresentar processos morfologicamente semelhantes, de âmbito tubiforme a cilíndrico, sendo um por paraplaca. De acordo com Masure & Foucher (2004), esses processos são formados a partir do perifragma e refletem a paratabulação

gonyaulacoide. Conforme as verificações de Davey & Williams (1966), os processos raramente excedem o número 30 nos cistos incluídos neste gênero.

Hystrichosphaeridium sp. 1

Estampa 9 – Fotos 1, 2

Descrição: Cisto corado, acavado, de pequenas dimensões e âmbito subcircular. Constitui-se por processos intratabulares, sendo um por paraplaca. Estes são ocos, tubulares, afilados e semelhantes quanto a forma. Tais projeções variam no que diz respeito a largura, mostram-se abertas e são consideravelmente expandidas distalmente, outras se revelam truncadas. Esses processos exibem bordas lisas ou prolongam-se em diversos espinhos (número aproximado de 4 a 6). Na base dos processos, é notável um espessamento que forma um arco, no ponto de inserção destes no cisto. Parede do cisto é lisa, sendo constituída por endofragma e perifragma intimamente relacionados entre os processos. Parassulco e paracíngulo inferidos a partir da ocorrência de alguns processos consideravelmente mais delgados. Ausência de feições parassuturais, de forma que a organização dos processos no cisto reflete a paratabulação gonyaulacoide. Arqueopilo apical, do tipo tA, com típica sutura em "zigue-zague". O opérculo é livre. Dimensões deste táxon: total (incluindo os processos) 43 μm; corpo central (diâmetro equatorial) 25 x 22 μm; comprimento dos processos 10-13 μm.

Discussão: O táxon em questão difere da espécie *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg) Davey & Williams (1966), em decorrência de a última espécie exibir processos visivelmente mais desenvolvidos (holótipo 27-29 μm), abertos distalmente e com bordas circulares inteiras ou serrilhadas, conforme as descrições de Davey & Williams (1966). Além disso, os espécimes relativos ao táxon *H. tubiferum* mostram diâmetros do corpo central relativamente maiores (holótipo 34 x 33 μm) em relação a espécie designada nesta tese como *Hystrichosphaeridium* sp. 1. Em comparação a espécie *Hystrichosphaeridium tenuitubatum* Marheinecke 1992, embora esta mostre bordas das projeções muito semelhantes àquelas observadas em *Hystrichosphaeridium* sp.1 (margem que prolonga-se para formar espinhos), aquela espécie mostra processos relativamente mais longos (holótipo 25-32 μm), assim como também são consideravelmente maiores e não exibem uma variação tão significativa no que diz respeito a largura de seus processos, como foi possível observar para o táxon avaliado na presente tese. Em relação à espécie *Hystrichosphaeridium latirictum* Davey & Williams 1966, esta exprime processos muito semelhantes aos analisados para o tipo *Hystrichosphaeridium*

sp. 1, os quais, igualmente, caracterizam-se como distalmente expandidos, com extremidades que podem prolongar-se em espinhos. Porém, na espécie *H. latirictum* é possível observar uma diversidade de morfotipos em relação às bordas de seus processos, sendo verificadas bordas circulares, ovaladas a quadradas, que podem mostrar-se serreadas, onduladas ou aculeadas, de acordo com as observações de Davey & Williams (1966). Os espécimes avaliados nesta tese e designados como *Hystrichosphaeridium* sp.1 são raros, de forma que não foi possível averiguar, efetivamente, as variações relativas às extremidades das projeções. Além disso, destaca-se, para o material tipo (Davey & Williams, *op.cit.*) relativo à espécie *H. latirictum*, um corpo central de proporções menos expressivas (diâmetro 11-20 μm).

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Hystrichosphaeridium* sp. 2**

Estampa 9 – Foto 3

Descrição: Cisto corado, pequeno e de âmbito sensivelmente esferoidal. Possui processos intratabulares, relativamente largos, ocos, abertos e dilatados em suas extremidades. As bordas mostram-se irregulares e tendem a prolongar-se de maneira a constituir espinhos finos. Outros processos, em contrapartida, expõem extremidades truncadas e margens lisas. Processos mais delgados também podem ser verificados e marcam as porções parassulcal e paracingular, no cisto. Feições parassuturais não são discerníveis, sendo a paratabulação inferida a partir dos processos intratabulares, sendo um por paraplaca. Sutura em "zigue-zague" visível, revelando o arqueopilo apical do tipo tA e o opérculo livre. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 45; corpo central (diâmetro) 30 x 25 μm; processos 10-15 μm.

Discussão: De forma geral, esta forma pode ser diferenciada de outras espécies do gênero em questão pela presença de processos relativamente largos, com margens que se prolongam para formar pequenos espinhos afilados. Especificamente, em relação às formas *Hystrichosphaeridium* sp. 1 e *H. latirictum*, a espécie *Hystrichosphaeridium* sp. 2 separa-se daquelas por apresentar processos pré e pós-cingulares, em geral, mais grossos e homogêneos em relação à largura, em detrimento das dimensões variáveis observadas naquelas espécies.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Hystrichosphaeridium* sp. 3**

Estampa 9 – Fotos 4, 5

Descrição: Cisto de tamanho médio, acavado, portando processos, em geral, delgados, porém processos um pouco mais largos também podem ser observados, na região apical. Esses processos são expandidos distalmente e terminam em espinhos afilados, outros tipos mostram-se truncados. Paracíngulo pode ser inferido a partir do alinhamento de processos mais delgados e distalmente truncados. Paratabulação indicada pela conformação dos processos no cisto. Arqueopilo apical indicado por visível sutura em "zigue-zague". O opérculo encontra-se preso ao cisto. Dimensões desta forma: total (incluindo os processos) 60 μm; diâmetro do corpo central 30 x 35 μm; processos 7-10 μm.

Discussão: Este cisto diferencia-se das outras espécies descritas do gênero *Hystrichosphaeridium* por apresentar processos consideravelmente delgados e curtos, em relação às dimensões do corpo central (1/3 do diâmetro do corpo central ou menos). Além disso, a espécie *Hystrichosphaeridium* sp. 3 apresenta-se relativamente uniforme quanto à largura de seus processos. Dentre os táxons avaliados neste trabalho, a referida espécie guarda mais semelhanças com a espécie *Hystrichosphaeridium* sp. 1, diferenciando-se desta em decorrência dos processos pré e pós-cingulares visivelmente heterogêneos quanto a largura e relativamente mais longos, averiguados para a última espécie. Além disso, a forma *Hystrichosphaeridium* sp. 1 exibe corpo central de proporções menos expressivas, em detrimento das proporções mais significativas deste parâmetro reconhecidas para a espécie *Hystrichosphaeridium* sp. 3, também mais ampla em proporção total.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Hystrichosphaeridium* spp.**

Estampa 9 – Foto 6

Descrição: Em termos gerais, são cistos pequenos, corados, com um processo por paraplaca, os quais refletem a paratabulação gonyaulacoide. Em alguns exemplares, foi possível observar a sutura de padrão irregular, na porção mais superior do cisto, delimitando o arqueopilo apical. São observados processos relativamente homogêneos quanto a forma e comprimento, porém variáveis quanto à largura. Projeções mais delgadas são evidentes e marcam a área paracingular. Parede do cisto mostra-se lisa a granulada. Dimensões destes cistos: total (incluindo os processos) 34-42 μm; corpo central (diâmetro) 20-30 μm; processos 10-18 μm.

Discussão: Os espécimes, designados na corrente tese como *Hystrichosphaeridium* spp, são cistos frequentemente muito pequenos, claros, mal preservados, os quais se apresentam, por vezes, muito fragmentados. Esses aspectos acabaram impossibilitando uma avaliação mais precisa dos parâmetros morfométricos e, dessa forma, uma identificação e classificação destes cistos em nível específico.

Ordem PERIDINIALES Haeckel, 1894
Subordem PERIDININEAE Fensome *et al*., 1993
Família PERIDINIACEAE Ehrenberg, 1831
Subfamília DEFLANDREOIDEAE Bujak & Davies, 1983

Gênero ***Cerodinium*** Vozzhennikova, 1963
Espécie-tipo: *Deflandrea diebelii* Alberti, 1959b; p.99, pl.9, figs. 18-21.

Cistos circuncavados a cornucavados, com a presença de um "chifre" apical e dois "chifres" antapicais, curtos a longos. Corpo central possui contorno esférico característico. Paracíngulo bem marcado. Arqueopilo intercalar possui forma aproximadamente trapezoidal, sendo mais largo do que alto.

Cerodinium diebelii (Alberti) Lentim & Williams, 1987
Estampa 9 – Foto 7

Deflandrea diebelii Alberti, 1959b; p.99, pl.9, figs. 18-21.
Ceratiopsis diebelii (Alberti) Vozzhennikova, 1967; p.159.
Cerodinium diebelii (Alberti) Lentim & Williams, 1987; p.114.

Descrição: Cisto peridinioide, corpo central arredondado, tamanho relativamente grande, portando delicadas estrias longitudinais. Caracteristicamente cornucavado a circuncavado, com três projeções (chifres), sendo uma apical e duas antapicais. Tais projeções são consideravelmente longas e mais espessas em sua porção basal, afilando-se em direção ao ápice. Os chifres antapicais encontram-se unidos proximalmente, sendo estes mais curtos e frequentemente diferentes, no que diz respeito ao comprimento. Parede do cisto apresenta estriações longitudinais delicadas, porém aparentes. Parassulco sutilmente delineado por feições longitudinais que se assemelham a pequenas dobras, evidentes no hipocisto. Paracíngulo bem marcado. Arqueopilo intercalar, tipo I (2a), de contorno aproximadamente trapezoidal, apresentando-se mais largo do que alto. Paratabulação indicada somente pelo arqueopilo. Dimensões do táxon em questão: total (com os chifres) 130-180 μm; largura 66-84 μm; chifres antapicais 22-35μm; chifre apical 39-52 μm.

Discussão: Esta espécie é bem caracterizada e facilmente identificada pelo contorno circular de seu corpo central e pelos chifres, apical e antapicais, consideravelmente longos. Tais feições, basicamente, a diferenciam das outras espécies do gênero *Cerodinium*, conforme Alberti (1959), assim como verificado também no presente trabalho. O referido autor descreve o arqueopilo como uma feição de contorno trapezoidal arredondado, imediatamente anterior a região apical, e tão largo quanto alto, em consonância com Williams *et al*. (1993). Além disso, Alberti (*op. cit.*) cita a presença de uma membrana delicada e finamente pontilhada, envolvendo o corpo central. Nos exemplares avaliados nesta tese, a cavação foi verificada ao redor do corpo central e chifres, sendo mais evidente nas porções apical e antapical. Além disso, os cistos mostram um arqueopilo caracteristicamente mais largo do que alto. Segundo Vozzehennikova (1967), a espécie *C. deibelii* mostra-se assimétrica, através de seu eixo longitudinal e apresenta o chifre apical ligeiramente curvado. Williams *et al*. (*op. cit.*) apontam, ainda, para a espécie em questão, a presença de chifres homogeneamente cônicos, bem como a presença de estrias e delicadas dobras no endocisto, que raramente ultrapassam os limites da cápsula. Nos cistos analisados no corrente estudo, tais estriações foram observadas também, ainda que fracamente, nos apêndices, embora sejam mais perceptíveis no endocisto.

Distribuição estratigráfica: Esta espécie ocorre do Santoniano ao Daniano (Jan Du Chêne, 1977; Williams, 1977; Van Stuijvenberg & Jan du Chêne, 1981; Williams & Bujak, 1985; Williams *et al*. 1993). De acordo com Powell (1992), o táxon em questão estende-se até

o Paleoceno superior (Thanetiano), já os trabalhos de referência mais atuais (Williams *et al*., 2004; Fensome *et al*., 2008), determinam a extinção deste táxon no Selandiano.

Distribuição geográfica: Este táxon possui uma ampla distribuição espacial, sendo observado em ambos os hemisférios, em diversas partes do globo (e.g. Alemanha, Alberti, 1959; Sibéria, Vozzehennikova, 1967; Dinamarca, Wilson, 1974; Canadá, Williams & Bujak, 1977; Nova Zelândia, Wilson, 1984; Holanda, Herngreen *et al*., 1986; Austrália, Helby *et al*., 1987; noroeste da Tunísia, seção El haria/El Kef, Brinhkuis & Zachariasse, 1988; Senegal, Jan du chêne, 1988; Marrocos, Soncini & Rauscher, 1988; leste dos E.U.A, Habib & Miller, 1989; sul da Nigéria, Oloto, 1989; leste da França, Gorin & Monteil, 1990; Israel, Eshet *et al*., 1992; Oceano Índico, Mao & Mohr, 1992; Venezuela, Corpoven, 1994; Bacia do Colorado, Argentina, Quattrocchio & Sarjeant, 1996; Tanzânia, Pearson *et al*. (2004); Gana, Oboh-Ikeunobe *et al*., 2005; Awad & Oboh-Ikuenobe, 2016; Groelândia, Lyck & Stemmerik, 2008; Marrocos, Slimani *et al*. 2010). No Brasil, possui registros na Su-bacia de Sergipe (Ferreira, 2004), nas bacias de Almada (Arai, 2005a), da Paraíba (Sarkis et al., 2002; Oliveira, 2011; este trabalho) e Pelotas (Fischer, 2012; Fischer *et al*., 2013).

Cerodinium striatum (Drugg) Lentin & Williams, 1987

Estampa 9 – Foto 8

Deflandrea striata Drugg, 1967; p.18, pl.2, figs.13-14.
Cerodinium striatum (Drugg) Lentin & Williams, 1987; p.115.

Descrição: Cisto grande, cornucavado, portando três projeções bem desenvolvidas. Os chifres apresentam-se mais largos na base e afilam-se distalmente. Os chifres antapicais são ligeiramente menores e sutilmente unidos proximalmente. Corpo central amplo e de contorno aproximadamente elipsoidal, constituído por várias estrias longitudinais paralelas. Parede apresenta uma única camada, relativamente delgada. Paracíngulo bem marcado na porção equatorial do cisto por feições transversais de relevo baixo, que se assemelham a dobras. Parassulco amplo, sultilmente delineado no hipocisto por linhas ou dobras longitudinais. Arqueopilo intercalar, do tipo I (2a), largo, trapezoidal a subcircular. Opérculo pouco distinto. Feições parassuturais ausentes, sendo a paratabulação indicada, essencialmente, pelo arqueopilo. Dimensões deste táxon: total (com os chifres) 140 μm; largura 82 μm.

Discussão: De acordo com Drugg (1967), este táxon mostra, no corpo central, a presença de inúmeras cristas baixas e sulcos, que conferem ao grão uma aparência visivelmente estriada. O autor também menciona o arqueopilo como normalmente indistinto, sendo o opérculo livre, o qual se desprende do cisto, primeiramente, a partir de sua extremidade mais inferior. Esta última feição também é notável no exemplar estudado nesta tese. A espécie em análise difere da forma *C. diebelii* pela presença de chifres mais curtos, estriações bem marcadas no corpo central e arqueopilo pouco discernível.

Distribuição estratigráfica: Daniano, de acordo com Drugg (1967), estendendo-se até o Thanetiano, conforme Powell (1992). No Brasil, possui registros do Campaniano ao Maastrichtiano, conforme Regali *et al*. (1974ab).

Distribuição geográfica: Canyon Escarpado, California (Durgg, 1967); Brasil (Regali *et al*., 1974b); Gana (Oboh-Ikeunobe *et al*., 2005); Marrocos (Slimani *et al*., 2010). No Brasil, foi registrado na Plataforma Continental do Maranhão, de Sergipe e nas bacias de Sergipe-Alagoas, Espírito-Santo (Regali *et al*., 1974b), Pelotas (Fischer *et al*., 2013) e da Paraíba (este trabalho).

***Cerodinium* sp. 1**

Estampa 9 – Foto 9

Descrição: Cisto peridinioide, grande, de contorno subcircular, cornucavado, apresentando projeções, uma apical e duas antapicais, relativamente curtas. Os chifres antapicais não se apresentam unidos proximalmente. Esse cisto possui paracíngulo bem marcado e parassulco indistinto. Parede apresenta diversas estriações logitudinais, distribuídas de forma irregular, no cisto. Arqueopilo intercalar, do tipo I (2a), evidente, mostrando formato aproximadamente trapezoidal, sendo mais largo do que alto. Não possui feições parassuturais, sendo a paratabulação indicada pelo arqueopilo. Dimensões desta espécie: total (com os chifres) 106 μm; chifre apical 21 μm; chifres antapicais 17 μm; largura 71 μm.

Discussão: O presente táxon diferencia-se da espécie *C.diebelii* por possuir chifres significativamente mais curtos e separados, proximalmente, além de apresentar um paracíngulo mais discernível, no cisto.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior ao Daniano (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

***Cerodinium* sp. 2**

Estampa 9 – Fotos 10, 11

Descrição: Cisto grande, corpo central aproximadamente elipsoidal a subcircular. Presença de três projeções bem desenvolvidas, uma apical e duas antapicais, de comprimentos aproximadamente iguais, sendo as antapicais consideravelmente mais delgadas. Corpo central sutilmente ornamentado por várias estrias longitudinais. Paracíngulo fracamente delineado por feições transversais de relevo baixo, na porção equatorial do cisto. Parassulco não discernível. Arqueopilo do tipo intercalar, evidente, de contorno aproximadamente trapezoidal. Opérculo mostra-se parcialmente preso. Paratabulação indicada basicamente pelo arqueopilo. Dimensões deste táxon: total (com os chifres) 102 μm; largura 44 μm; chifre apical 21 μm; chifres antapicais 17-21 μm.

Discussão: O presente táxon guarda certa semelhança com as espécies *C. diebelii* e *C. striatum*, diferenciando-se destas em alguns aspectos, como segue: a forma *Cerodinium* sp. 2 não apresenta processos tão longos como os observados em *C. diebelii*, além disso não se mostra circuncavado como a última espécie. Em relação ao tipo *C. striatum*, esta apresenta estrias mais evidentes no corpo central e processos antapicais significativamente mais largos, em relação ao que foi averiguado para a forma *Cerodinium* sp. 2. Em ambas as espécies, *C.diebelii* e *C.striatum*, as projeções antapicais encontram-se unidas, proximalmente.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Gênero ***Manumiella*** Bujak & Davies, 1983

Espécie-tipo: *Broomea seelandica* Lange, 1969; pl.3, fig.3.

Cistos são bicavados a cincuncavados, possuem pericisto e endocisto claramente discerníveis, com pericisto de âmbito subromboidal. Na porção antapical, é possível observar duas

projeções subdesenvolvidas, sendo, conforme Bujak & Davies (1983), a esquerda mais desenvolvida do que a direita. Possuem paracíngulo e parassulco fracamente marcados. Apresentam compressão dorso-ventral, de acordo com Stover & Williams (1987). Evitt (1985) inclui o gênero *Manumiella* no complexo *Deflandrea*, cujos componentes são caracterizados por uma paratabulação peridinioide, com organização dorsal do epicisto do tipo penta ou hexa e arqueopilo constituído a partir das placas intercalares anteriores, incluindo também algumas pré-cingulares, eventualmente. São raros no material estudado.

? Manumiella cretacea (Cookson) Bujak & Davies, 1983

Estampa 9 – Foto 12

Deflandrea? cretacea Cookson, 1956; p.184-185, pl.1, figs. 1-7.
? Manumiella cretacea (Cookson) Bujak & Davies, 1983; p.161.

Descrição: Cisto grande e consideravelmente largo, bicavado a ligeiramente circuncavado. Na porção antapical, é possível observar duas projeções pouco desenvolvidas. Exibe, em termos gerais, um âmbito aproximadamente romboidal. A região apical mostra-se côncava e possui forma arredondada. O corpo central revela-se ligeiramente elipsoidal. Parassulco longitudinal e paracíngulo transversal, não marcados no cisto. Paratabulação indicada, essencialmente, pelo arqueopilo intercalar, do tipo I (2a), de contorno ligeiramente poligonal. O opérculo mostra-se preso ao cisto. Uma membrana externa (pericisto) pode ser verificada circundando o corpo central (endocisto), a qual se revela grosseiramente granulada. Já o corpo central apresenta-se liso. Dimensões desta forma: total (incluindo a membrana externa) 84 μm; corpo central (comprimento x largura) 60 x 75 μm.

Discussão: Conforme Cookson (1956), este cisto constitui-se por uma face plana e outra convexa. O autor também ressalta a incidência de um chifre antapical ligeiramente mais desenvolvido em relação ao seu vizinho. Além disso, descreve a ocorrência de uma cápsula oval amplamente desenvolvida, que preenche boa parte da porção mais externa do cisto, designada como "reservatório externo". Segundo Williams *et al*. (1993), essas formas caracterizam-se por um pericisto de contorno elíptico, igualmente bem desenvolvido, demostrando, antapicalmente, moderada ou nenhuma indicação dos "chifres". Tais feições encontram-se claramente discerníveis nos cistos analisados e discutidos no corrente estudo e diferencia a espécie em questão de outros tipos incluídos no gênero *Manumiella*.

Distribuição estratigráfica: Santoniano ao Daniano, conforme Stover *et al*. (1996); Campaniano inferior ao Eoceno superior, de acordo com Williams *et al*. (1993).

Distribuição geográfica: Victoria, Austrália (Cookson, 1956); Europa (Stover *et al*., 1996). No Brasil, esta espécie foi registrada na Bacia do Ceará (Lana & Roesner, 2002) e na Bacia da Paraíba (este trabalho).

Gênero ***Palaeocystodinium*** Alberti, 1961

Espécie-tipo: *Palaeocystodinium golzowense* Alberti, 1961; p. 20, pl. 7, fig. 12.

Cisto de formato elipsoidal alongado, portando dois "chifres", um em cada polo do grão. Parassulco e paracíngulo, comumente, não marcados. Ocasionalmente, pode desenvolver no chifre antapical, uma projeção secundária, caracterizada por Stover & Evitt (1978) como um esporão lateral.

Palaeocystodinium lidiae (Górka) Davey, 1969

Estampa 10 – foto 1

Leiofusa lidiae Górka, 1963; p. 37-39, pl. 5, fig. 6.
Palaeocystodinium lidiae (Górka, 1963) Davey, 1969; p. 12.

Descrição: Cisto grande, de contorno fusiforme a elipsoidal alongado, cornucavado a circuncavado. Possui dois chifres delgados e relativamente desenvolvidos, um em cada polo do cisto. Parede mostra-se lisa a finamente granulada. Paracíngulo fracamente indicado pela ocorrência de dobras transversais na porção médio-superior do cisto. Parassulco indistinto. Arqueopilo intercalar, do tipo I (2a), de formato aproximadamente trapezoidal, mostrando-se mais alto do que largo. Apresenta opérculo livre. Feições parassuturais ausentes, sendo a paratabulação indicada apenas pelo arqueopilo. Dimensões do referido táxon: comprimento (incluindo os chifres) 100-170 μm; largura 32-54 μm; comprimento dos chifres 22-35 μm.

Discussão: Este táxon apresenta chifres medianos e delgados, apresentando a base destes, mais homogênea, em relação à espessura destes apêndices, em sua extensão total (bases mais estreitas).

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano (Fensome *et al*., 2008). No Brasil, possui ocorrências no Maastrichtiano superior (Arai, 2007). De acordo com Ferreira (2004), a referida espécie é comum na seção paleocênica e Fischer *et al*. (2013) apontam a espécie no intervalo entre o Maastrichtiano e Ypresiano. Premaor *et al*. (2010) reconheceu está espécie em seção de idade Campaniano.

Distribuição geográfica: Polônia (Górka, 1963); África do Sul (Davey, 1969); Bacia do Colorado, Guerstein & Juciel (2001); Bacia Neuquén, Argentina, Papú *et al*. (1999); sul da Província de Mendonza, na Argentina, Prámparu & Papú (2002); plataforma continental do Uruguai (Daniers & Guerstien, 2004); Gana, Oboh-Ikuenobe *et al*. (2005). No Brasil a espécie em questão foi documentada nas bacias de Almada (Arai, 2005a), Sergipe (Ferreira, 2004), Pelotas (Premaor *et al*., 2010; Fischer *et al*. 2013) e da Paraíba (este trabalho).

Palaeocystodinium? hyperxanthum (Vozzhennikova) Vozzhennikova, 1967

Estampa 10 – Foto 2

Cystodiniopsis? *hyperxantha* Vozzhennikova, 1963; fig.20.
Palaeocystodinium? hyperxanthum (Vozzhennikova) Vozzhennikova, 1967; p.152.

Descrição: Cisto grande, cornucavado a circuncavado, com a presença de dois chifres, um em cada um dos polos do cisto. Tais projeções apresentam-se mais largas em sua porção mais basal e tornam-se afiladas mais distalmente. Endocisto apresenta a forma de uma elipse alongada, apresentando-se relativamente espesso. Algumas dobras são discerníveis na parede do cisto. Paracíngulo fracamente inferido por dobras transversais na porção médio-superior, imediatamente abaixo do arqueopilo. Parassulco indistinto. Arqueopilo intercalar, do tipo I (2a), de contorno trapezoidal, com opérculo livre discernível. Não possui feições parassuturais, com a paratabulação indicada apenas a partir do arqueopilo. Dimensões deste táxon: comprimento (incluindo os chifres) 130-151μm; largura 38-45 μm; comprimento dos chifres 35-47μm.

Discussão: De acordo com Vozzhennikova (1963), na espécie *Palaeocystodinium? Hyperxanthum*, o endocisto modifica-se para formar os dois longos chifres observados nesse táxon. A referida espécie mostra processos relativamente mais curtos em relação à espécie P. *golzowense*, além de apresentar um endocisto de forma elipsoidal arredondada.

Distribuição estratigráfica: Paleoceno (Fensome *et al*., 2008). No Brasil, possui registros do Maastrichtiano ao Paleógeno (Fischer, 2012).

Distribuição geográfica: oeste da Sibéria (Vozzhennikova 1963); Rússia (Lentin & Vozzhennikova, 1990); Bacia do Colorado, Argentina (Quattrocchio & Sarjeant, 1996). No Brasil, possui registros nas bacias de Pelotas (Fischer, 2012) e da Paraíba (este trabalho).

Palaeocystodinium golzowense Alberti, 1961

Estampa 10 – fotos 3, 4

Palaeocystodinium golzowense Alberti, 1961; p. 20, pl. 7, fig. 10-12; pl. 12, fig. 16.

Descrição: Cisto consideravelmente grande, cornucavado a cincuncavado. Apresenta endocisto delgado e longo, de aspecto fusiforme, o qual porta dois chifres, um apical e outro antapical, ambos amplamente desenvolvidos e bem afilados distalmente. Parede lisa a finamente granulada, portando algumas dobras. Paracíngulo fracamente indicado pela presença de algumas dobras transversais na porção média do cisto, abaixo do arqueopilo. Parassulco não indicado. Arqueopilo intercalar, do tipo I (2a), mais alto do que largo, de contorno trapezoidal-arredondado. Paratabulação indicada, essencialmente, pelo arqueopilo. Dimensões deste táxon: comprimento (incluindo os processos) 143-176 μm; comprimento do endocisto 60-100 μm; largura 30-44 μm; chifres 42-50 μm.

Discussão: Alberti (1961) descreve o referido táxon como ligeiramente achatado dorso-ventralmente. Além disso, o referido autor menciona que, na espécie em questão, o endocisto mostra-se intimamente ligado a camada mais externa que compõe o cisto, denominada pericisto. Entretanto, Alberti (*op. cit.*) destaca também que, normalmente, o endocisto encontra-se separado do pericisto, apical e antapicalmente, assim como observado por Williams *et al*. (1993). Nos exemplares avaliados nesta tese, as feições citadas acima estão claramente discerníveis, evidenciando as relações relativas entre o endocisto e pericisto, com cavação bem evidente, principalmente, na região dos chifres. Esta espécie também se destaca pelos chifres amplamente desenvolvidos, e forma característica, fusiforme, relativamente delgada e longa.

Distribuição estratigráfica: Eoceno superior-Oligoceno superior, de acordo com Fensome *et al*. (2008). Segundo Williams & Bujak (1985) e Williams *et al*. (1993), este táxon ocorre entre o Eoceno inferior e Mioceno superior. Nas bacias da margem continental brasileira, possui ocorrências no Maastrichtiano superior, conforme Arai (2007).

Distribuição geográfica: norte da Alemanha (Alberti, 1961); Gabão (Boltenhagen, 1977); Romênia (Antonescu & Alexandrescu (1979); Geórgia, E.U.A (Firth, 1987); noroeste da Tunísia, seção El Haria/ El Kef (Brinkhuis & Zachariasse, 1988); Nova Zelândia (Wilson, 1988); sul da Província de Mendonza, na Argentina, Prámparu & Papú (2002); Marrocos (Slimani *et al*., 2010); Gana, oeste da África, Awad & Oboh-Ikuenobe (2016). No Brasil este táxon foi documentado nas bacias de Sergipe (Ferreira, 2004) e da Paraíba (Sarkis *et al*., 2002, este trabalho).

Palaeocystodinium* cf. *P. australinum (Cookson) Lentin & Williams, 1976

Estampa 10 – Fotos 5, 6

Cf. *Svalbardela australina* Cookson, 1965; p.140, pl.25, figs. 1-4.
Cf. *Palaeocystodinium australinum* (Cookson) Lentin & Williams, 1976; p.89.

Descrição: Cisto grande, circuncavado a cornucavado, de formato fusiforme, terminando em dois longos chifres pontiagudos, em suas porções apical e antapical. As projeções apresentam-se mais largas proximalmente, em direção ao ponto de inserção no endocisto, possuindo tamanhos aproximados. O chifre antapical mostra uma projeção secundária, pequena e pouco desenvolvida. Parede do cisto apresenta-se lisa a finamente granulada. Paracíngulo fracamente marcado por algumas dobras transversais, na porção médio-superior do grão. Parassulco não indicado. Arqueopilo intercalar é pouco distinto no cisto. Paratabulação não evidente, sendo indicada, essencialmente, pelo arqueopilo. Dimensões da referida espécie: comprimento (incluindo as projeções) 135 – 140 μm; largura 40 μm; chifres 25-32 μm.

Discussão: Cookson (1965) menciona, para a espécie *P. australinum*, a presença de uma parede mais fina (membrana) envolvendo o endocisto, a qual pode ser discernível também nas porções apical e antapical da célula (nos chifres). Tal caractere está presente nos exemplares avaliados nesta tese e reflete às relações relativas aos componentes da parede que

envolve o cisto. Em decorrência disso, no presente trabalho, os cistos classificados como *Palaeocystodinium cf. P. australinum* foram caracterizados como circuncavados a cornucavados. O autor mencionado acima destaca também um arqueopilo pequeno, de contorno hexagonal, portanto lados que alternam entre curtos ou mais longos, para a espécie *P. australinum*, porém nem sempre distinto no cisto. Um arqueopilo pouco distinto também foi destacado na corrente pesquisa palinoestratigráfica, o qual, entretanto, mostrou-se relativamente discernível, em um dos exemplares analisados. Ressalta-se que os espécimes aqui avaliados foram atribuídos com incerteza à espécie *P. australinum*, também, por apresentar dimensões significativamente menores em relação ao holótipo (Cookson, *op.cit.*), que possui 270 μm de comprimento e 54 μm de largura. O táxon em questão, assinalado como *Palaeocystodinium cf. P. australinum*, pode ser diferenciado das demais espécies descritas para o gênero *Palaeocystodinium*, essencialmente, por apresentar um segundo chifre vestigial pouco desenvolvido, projetando-se a partir do chifre antapical principal.

Distribuição estratigráfica: O táxon *Palaeocystodinium* cf. *P. australinum* ocorre no Maastrichtiano superior (este trabalho). Quanto à espécie *P. australinum*, esta ocorre do Campaniano superior ao Paleoceno superior (Williams & Bujak, 1985). Nas bacias da margem continental brasileira, esse táxon foi registrado no Maastrichtiano superior, de acordo com Arai (2007).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Palaeocystodinium bulliforme Ionnides, 1986

Estampa 10 – foto 7

? S*valbardella* sp. Wilson, 1971; pl. 2, fig. 14.
Palaeocystodinium bulliforme Ionnides, 1986; p. 31, pl. 17, fig. 2-5.

Descrição: Cisto grande, circuncavado e cornucavado, apresentando dois chifres bem desenvolvidos, em ambos os polos da célula. Essas projeções são caracteristicamente largas na maior parte de seu comprimento, tornando-se delgadas mais distalmente. Pericisto e endocisto claramente discerníveis, principalmente, nas porções apical e antapical. Endocisto é relativamente espesso mostrando um contorno aproximadamente elipsoidal. Quanto ao

pericisto, este se apresenta como uma ampla membrana transparente encobrindo o endocisto. Parede predominantemente lisa, sendo que pequenos grânulos distribuídos de forma esparsa, podem ser observados. Arqueopilo intercalar do tipo I (2a). Paracíngulo e parassulco indistintos. Não apresenta feições parassuturais aparentes, de forma que a paratabulação é inferida a partir, apenas, do arqueopilo. Dimensões deste táxon: comprimento (incluindo os chifres) 134 μm; largura 55 μm; projeções 21-38 μm.

Discussão: Na espécie em análise o pericisto desenvolve-se para formar chifres amplos e homogeneamente largos em boa parte de seu compromento, afilando em sua porção mais terminal. Apresenta endocisto consideravelmente espesso e pericisto que se mostra como uma ampla membrana transparente sobre o primeiro. Os limites entre pericisto e endocisto mostram-se bem discerníveis no cisto. Tais feições contribuem para separar este táxon de outras espécies do gênero *Palaeocystodinium*.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano/Paleoceno inferior (Fensome *et al*., 2008). No Brasil, possui ocorrências na seção pelocênica/eocênica (Ferreira, 2004) e na seção de idade Thanetiano/Ypresiano (Fischer *et al*., 2013).

Distribuição geográfica: Ilha de Devon, Canadá (Ionnides, 1986); Marrocos, Slimani *et al*. (2010). No Brasil ocorre na Sub-bacia de Sergipe (Ferreira, 2004), na Bacia de Pelotas (Fischer *et al*., 2013) e na Bacia da Paraíba (este trabalho).

Gênero ***Andalusiella*** Riegel, 1974

Espécie-tipo: *Andalusiella mauthei* Riegel, 1974; p.357-360, pl.2, figs. 1-7.

Cistos possuem um contorno romboidal e a presença, preferencialmente, de dois "chifres" antapicais, os quais se apresentam caracteristicamente desiguais. Mostram paracíngulo e parassulco marcados no cisto. Ausência de um endocisto claramente discernível. Williams *et al* (1993) descrevem, para a porção antapical, uma curta protusão semelhante a um esporão, que se estende da base do chifre antapical ou de sua proximidade. Os referidos autores destacam também a presença de um arqueopilo de tamanho moderado, o qual se mostra tão largo quanto alto, sendo o opérculo, embora, tipicamente livre, frequentemente observado *in loco,* assim como foi verificado em alguns exemplares avaliados no corrente estudo. Williams

et al. (*op.cit*) informam que os tipos relativos a *Andalusiella* spp ocorrem do Campaniano inferior ao Daniano. No Brasil, os cistos incluídos no gênero em questão possuem registros em depósitos do Campaniano ao Maastrichtiano, conforme Regali *et al*. (1974) e Arai (2007).

Andalusiella mauthei Riegel, 1974 emend. Riegel & Sarjeant, 1982

Estampa 10 – Fotos 8, 9

Palaeocystodinium sp. A Regali *et al*., 1974; p.192, pl.25, fig. 3.
Andalusiella mauthei Riegel, 1974; p.357-360, pl.2, figs.1-7; text-figs.5A-B, 6A-B.

Descrição: Cisto grande, cornucavado, de contorno romboidal. Possui um proeminente chifre apical e dois chifres antapicais, caracteristicamente desiguais. Os chifres antapicais são pontiagudos distalmente e apresentam-se unidos por suas bases, sendo que o chifre esquerdo é visivelmente menos desenvolvido que o direito, mais longo. Parede lisa a finamente granulada, mostrando aspecto amassado, em alguns espécimes. Não foi possível observar, neste táxon, uma cápsula interna (endocisto) bem discernível. A separação entre endocisto e pericisto é discernível apenas nas porções apical e antapical. Paracíngulo e Parassulco, normalmente, são claramente indicados no cisto, sendo o paracíngulo marcado por algumas dobras transversais e o parassulco apontado por uma cicatriz flagelar, de contorno circular, no hipocisto. Arqueopilo intercalar (2a), de contorno trapezoidal, pode ser observado. Apresenta opérculo livre. A paratabulação é indicada pelo arqueopilo e paracíngulo. Dimensões desta espécie: comprimento (incluindo os chifres) 135-142 μm; largura 25-40 μm; projeções (chifres) 30-37 μm.

Discussão: Riegel (1974) descreve, para este táxon, a presença de uma parede interna, mais espessa e outra externa, mais fina (membrana), as quais se encontram intimamente relacionadas no cisto, sendo possível verificar uma separação sútil, na região dos chifres. Assim como esse autor, Regali *et al*. (1974) descrevem a existência de uma membrana mais externa, transparente e lisa, envolvendo o cisto. Nos espécimes avaliados no presente trabalho foi possível observar uma nítida separação entre o perifragma e endofragma, nas porções apical e antapical. Conforme Riegel (*op.cit*), a espécie em questão possui indicações de uma paratabulação peridinioide. Por outro lado, Stover & Evitt (1978) destacam a ausência, em geral, de feições parassuturais e informam que a paratabulação é indicada, basicamente, pelo arqueopilo e paracíngulo, assim como destacado e verificado na presente pesquisa. De acordo

com Riegel (*op.cit*), a espécie *A. mauthei* difere da espécie *P. australinum* em alguns pontos, como segue: aspecto dos chifres antapicais e ausência de paracíngulo e parassulco definidos, para a última espécie. Esta tese destaca, para o táxon *A. mauthei*, um chifre secundário (menor), mais desenvolvido e localizado mais proximalmente em relação ao chifre principal (mais longo).

Distribuição estratigráfica: ?Cretáceo superior (Fensome *et al*., 2008). No Brasil, ocorre em estratos maastrichtianos, conforme Regali *et al*. (1974ab). De acordo com Arai (2007), está espécie possui registros entre o Campaniano e Maastrichtiano.

Distribuição geográfica: sul da Espanha (Riegel, 1974; Riegel & Sarjeant, 1982); Marrocos (Slimani *et al.*, 2010); Tanzânia, Pearson *et al*. (2004). No Brasil, distribui-se nas Plataformas continentais do Maranhão, Alagoas e Sergipe e bacias Sergipe-Alagoas, Espírito Santo (Regali *et al*., 1974), Pará-Maranhão (Beurlen & Regali, 1987) e Ceará (Lana & Roesner, 2002).

Andalusiella gabonensis (Stover & Evitt) Wrenn & Hart, 1988

Estampa 10 – Foto 10

Svalbardella australina Malloy, 1972; pl.1, fig.17.
Palaeocystodinium sp. B Regali *et al*., 1974; p.292, pl.25, fig.5.
Palaeocystodinium gabonensis Stover & Evitt, 1978; p.115.
Andalusiella gabonensis (Stover & Evitt) Wrenn & Hart, 1988; p.362.

Descrição: Cisto grande, cornucavado, de aspecto geral fusiforme, apresentando dois chifres, um em cada polo da célula. Estas expansões mostram-se pontiagudas e, ocasionalmente, truncadas distalmente, sendo observadas duas projeções na porção antapical, uma delas rudimentar (fracamente desenvolvida). Paracíngulo marcado por dobras transversais na porção médio-superior, tipicamente interrompido. Arqueopilo intercalar, de contorno pentagonal e vértices arredondados. Parassulco indicado por cicatriz flagelar, de contorno circular, visualizada, normalmente, entre algumas dobras transversais, na extremidade anterior do cisto, sendo indicativa da região ventral. Apresenta opérculo livre. Feições parassuturais ausentes, sendo a paratabulação indicada pelo arqueopilo e paracíngulo.

Dimensões desta forma: comprimento (incluindo os apêndices) 140 μm; largura 45 μm; apêndices 28-30 μm.

Discussão: Regali *et al*. (1974) mencionam a presença de uma membrana externa transparente e lisa, envolvendo a cápsula interna. No presente trabalho, uma sútil separação entre o endofragma e perifragma foi observada, apenas, nas porções apical e antapical, mais precisamente, em torno dos chifres. A espécie em questão pode ser diferenciada do táxon *A. mauthei* pelo aspecto geral mais alongado desta última e pela disposição dos seus chifres antapicais, os quais se encontram unidos mais proximalmente, nesta espécie.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano (Fensome *et al*., 2008). No Brasil, esta espécie distribui-se do Campaniano ao Maastrichtiano, conforme Regali *et al*. (1974ab) e Arai (2007).

Distribuição geográfica: oeste da África, Gabão (Malloy, 1972); Ilha Seymour, Antártida (Wrenn & Hart, 1988); Marrocos, Slimani *et al*. (2010). No Brasil, possui registros na Plataforma Continental do Maranhão e nas bacias de Sergipe-Alagoas (Regali *et al*., 1974b), Pará-Maranhão (Beurlen & Regali, 1987) e Ceará (Lana & Roesner, 2002).

***Andalusiella* sp. 1**

Estampa 10 – Foto 11

Descrição: Cisto grande, de aspecto geral fusiforme e amplamente alongado, portando chifres relativamente curtos, um, na região apical e dois, na região antapical. A projeção apical mostra-se relativamente espessa, tornando-se mais afilada em sua extremidade. Quanto aos chifres antapicais, estes são unidos proximalmente e revelam-se delgados e desiguais, no que diz respeito ao comprimento. Paracíngulo indicado por delicadas dobras transversais, na porção médio-superior do cisto. Cicatriz flagelar também discernível, na porção média, abaixo do paracíngulo. Arqueopilo amplo, de contorno trapezoidal e vértices arredondados, pode ser observado. Opérculo é livre. Não apresenta feições parassuturais, sendo a paratabulação indicada pelo paracíngulo e arqueopilo. Dimensões da referida forma: comprimento (incluindo os apêndices) 134 μm; largura 37 μm; apêndices 13-18 μm.

Discussão: A espécie em questão difere do táxon *A. polymorpha* (Malloy) Lentin & Williams (1977) por mostrar forma geral fusiforme alongada, em detrimento daquela verificada para a última espécie, que mostra forma elipsoidal a esférica. Além disso, conforme Malloy (1972), a espécie *A. polymorpha* apresenta chifres antapicais desiguais, possuindo o menor 1/2 a 1/3 do comprimento de seu vizinho. Além disso, o referido autor atribui a esse táxon indicações pouco claras de parassulco e paracíngulo. Neste trabalho, verificou-se, para a forma designada como *Andalusiella* sp. 1, a ocorrência de chifres fortemente desiguais, sendo um significativamente menor em relação ao outro, exibindo ainda, arqueopilo de contorno aproximadamente trapezoidal e com vértices arredondados, em oposição ao arqueopilo de contorno hexagonal, apresentado pelo táxon *A. polymorpha*.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano superior (este trabalho).

Distribuição geográfica: Brasil, Bacia da Paraíba (este trabalho).

Família CONGRUENTIDIACEAE Schiller, 1935
Subfamília CONGRUENTIDIOIDEAE Schiller, 1935

Gênero ***Phelodinium*** Stover & Evitt, 1978
Espécie-tipo: *Deflandrea pentagonalis* Corradini, 1973; p. 175, pl. 28, fig. 3.

Os cistos incluídos neste gênero são cornucavados, possuem contornos subromboidal a pentagonal e lados côncavos. Presença de três "chifres", um apical e dois antapicais, curtos a relativamente longos. Mostram paracíngulo marcado por cristas baixas ou dobras, que estão bem delineadas no cisto.

Phelodinium tricuspe (Wetzel) Stover & Evitt, 1978
Estampa 10 – Foto 12

Peridinium tricuspis Wetzel, 1933; pl.2, fig.14.
Phelodinium tricuspe (Wetzel) Stover & Evitt, 1978; p.118.

Descrição: Cisto grande, cornucavado, possui lados côncavos e contorno geral aproximadamente romboidal a pentagonal, mostrando compressão dorso-ventral peridinioide.

Presença de três chifres bem desenvolvidos e, usualmente, pontiagudos distalmente. Chifres antapicais semelhantes e consideravelmente espessos, na maior parte de seu comprimento, afilando-se em direção ao ápice. Parede apresenta-se dobrada ou amassada, sendo lisa a fracamente ornamentada. Feições parassuturais ausentes, sendo a paratabulação indicada pelo arqueopilo e paracíngulo. Paracíngulo sugerido por dobras transversais bem visíveis. Parassulco não discernível. Arqueopilo intercalar, do tipo I (2a), largo, de formato ligeiramente triangular, apresentando a margem inferior coincidente com o paracíngulo. Dimensões desta espécie (comprimento incluindo os chifres x largura): 115 x 70 μm.

Discussão: Esta espécie pode ser diferenciada de outros cistos incluídos no gênero *Phelodinium* pela presença de chifres bem desenvolvidos, longos e largos em sua porção médio-proximal, que tendem, distalmente, a mais delgados. Conforme Lejeune-Carpentier (1942), este táxon mostra processos substancialmente iguais e que fazem, em relação ao outro, um ângulo de 45°. Arqueopilo mostra-se mais estreito em direção a sua porção apical, sendo sua borda antapical aderente à região cingular. Paracíngulo indicado por lábios proeminentes, que se projetam para o exterior. Tais feições mostram-se bem evidentes nos exemplares avaliados nesta tese.

Distribuição estratigráfica: Maastrichtiano ao Paleoceno superior (Williams *et al*. 1985); Cretáceo superior (Fensome *et al*. 2008). No Brasil, o táxon em análise foi registrado no Campaniano (Premaor *et al*., 2010).

Distribuição geográfica: Alemanha (Wetzel, 1933). No Brasil, a espécie foi documentada na Bacia de Pelotas (Premaor *et al*., 2010; Fischer, 2012; Fischer *et al*., 2013); Bacia da Paraíba (esta tese).

8 PROPOSTA PRELIMINAR DE ZONEAMENTO BIOESTRATIGRÁFICO

Nesta etapa propõe-se a construção de um arcabouço bioestratigráfico a partir da aplicação de zonas de intervalo, cujos limites (topo e base) foram definidos com base nos eventos de última ocorrência dos palinomorfos. Dado que o enfoque desta tese são os cistos de dinoflagelados, as zonas de miósporos são utilizadas para respaldar o arcabouço bioestratigráfico proposto com base naqueles palinomorfos marinhos, que propiciaram uma maior resolução à seção avaliada.

É importante ressaltar que nessa fase da pesquisa foi possível reconhecer inúmeras espécies características, destacadas a seguir, relevantes para a determinação e caracterização das diversas zonas definidas para a área de estudo.

O zoneamento proposto pode ser observado na figura 8.1. Os bioeventos que caracterizam e definem as zonas sugeridas podem ser visualizados nas tabelas de distribuição estratigráfica dos microfósseis (Apêndices 1 a 6), nas figuras 8.2, 8.3 e 8.4 e nas figuras 9.3, 9.7 e 9.10 (vide seção 9). As fotomicrografias das espécies que atuaram na elaboração do zoneamento abaixo estão disponíveis nas estampas 1 a 10, de dinocistos e estampas 11 e 12, de miósporos.

8.1 ARCABOUÇO BIOESTRATIGRÁFICO BASEADO NOS MIÓSPOROS (ZONAS DE INTERVALO SUPERIOR)

Zona *Ariadnaesporites spinosus*

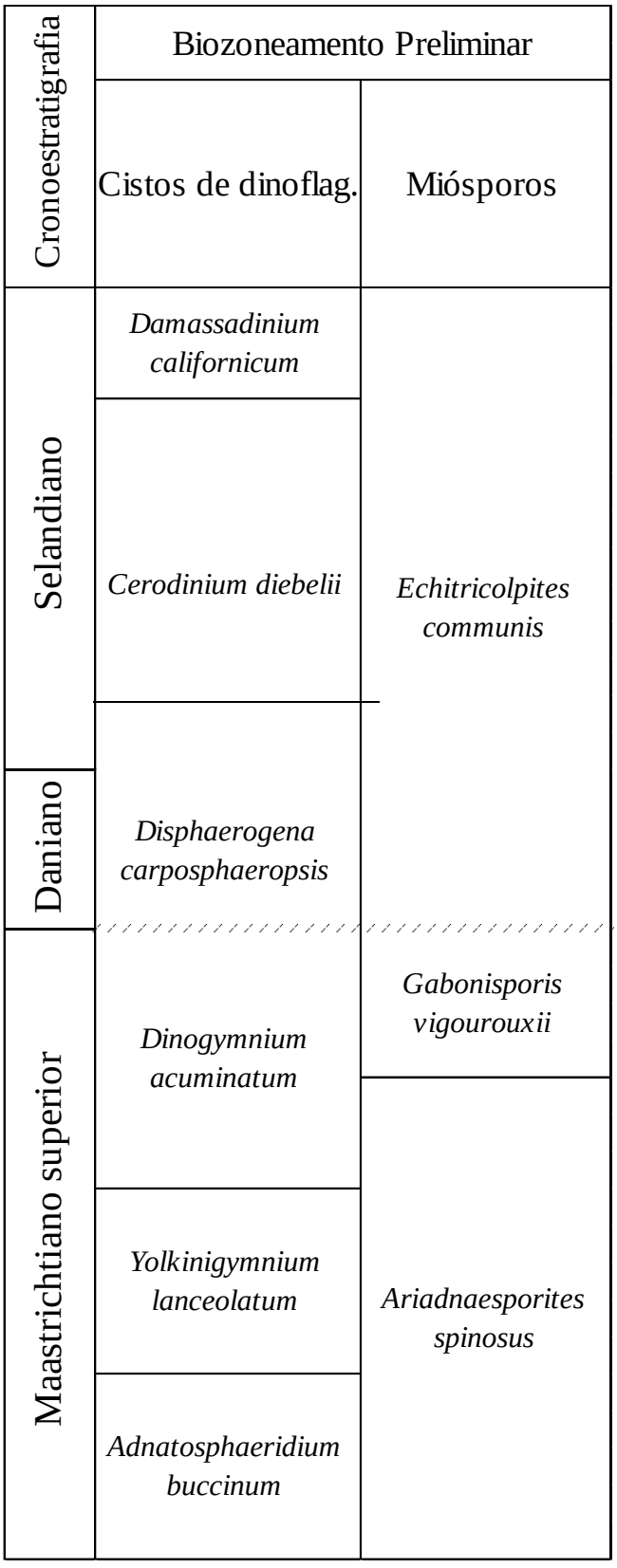
Definição: Possui seu limite superior definido com base na última ocorrência local da espécie *Ariadnaesporites spinosus*, sendo sua base indefinida.

Caracterização: Apresenta em seu topo a última ocorrência local da espécie *Crassitricolporites brasiliensis*, além de ocorrências pontuais da espécie *Zlivisporis blanenis*. Possui frequências representativas de miósporos, principalmente, de esporos triletes, incluídos nos táxons *G.vigourouxii* e *Cicatricosisporites* spp.

Cronoestratigrafia: Maastrichtiano.

Seções de referência: Pedreira Cipasa 05-26 m; Pedreira Nassau, 0,4-29,6 m.

Figura 8.1 – Arcabouço bioestratigráfico proposto para a seção maastrichtiana-paleocênica da Bacia da Paraíba.



Escala do tempo de acordo com Gradstein *et al*. (2004).

Observações: De acordo com Regali *et al*. (1974ab), a associação composta pelas espécies *L.novomexicanum*, *Z.blanensis*, *A.spinosus*, *Gabonisporis vigourouxii*, *A.magnus* e *C.brasiliensis* extinguem-se nas biozonas *Tricornites elongatus* e *Proteacidites longispinosus* e auxiliam, portanto, a delimitar o Maastrichtiano. As espécies *T.elongatus* e *P.longispinosus* não foram observadas nos afloramentos avaliados no presente estudo. Em consonância com Regali *et al*. (*op.cit*.), ambas as espécies encontram-se limitadas ao Maastrichtiano, possuindo o último táxon distribuição restrita à Plataforma Continental do Maranhão. Já a forma *T.elongatus* possui registros nas plataformas continentais do Maranhão e de Sergipe e nas bacias de Sergipe-Alagoas, Almada e do Espírito Santo. Na Sub-bacia de Sergipe, Ferreira (2004) evidencia, para a Área do Baixo de Mosqueiro, a ausência das biozonas *Crassitricolporites brasiliensis*, *Tricornites elongatus* e *Proteacidites longispinosus* (Regali *et al*. *op.cit*.), de forma que a autora atribui a inexistência desses depósitos a fatores como: a atuação de eventos erosivos durante o Maastrichtiano e Paleoceno, provincialismo e/ou áreas fontes com vegetação subdesenvolvida. Ferreira (*op.cit.*) utilizou o nível de última ocorrência dos exemplares do gênero *Gabonisporis* para marcar o topo do Cretáceo na Sub-bacia de Sergipe. Para a Bacia da Paraíba, Regali (1994) aponta as ocorrências dos mióporos *Ariadnaesporites* spp., *Z.blanensis* e *G.vigourouxii*, destacando os eventos de extinção das mesmas como relevantes na definição do limite K-Pg, assim como confirmado nesta tese. No corrente trabalho, a espécie *Ariadnaesporites spinosus* possui última ocorrência abaixo do topo da zona *Gaboisporis vigourouxii* e, portanto, abaixo do limite K-Pg. Lana & Botelho-Neto (1989), na Bacia Potiguar, posicionaram o limite K-Pg no nível das últimas ocorrências dos gêneros *Aquilapollenites*, *Crassitriapertites* e *Crassitricolporites*. Vajda & Bercovici (2012) destacam as espécies *G.vigourouxii*, *Aqilapollenites magnus* e *Crassitricolporites brasiliensis* como extintas no limite K-Pg, no Hemisfério Sul. Nesta tese, os gêneros *Aquilapollenites*, *Crassitricolporites* e *Crassitriapertites* exibem últimas ocorrências abaixo do limite K-Pg. Regali *et al.* (1989) mencionam que as angiospermas que originam estes miósporos de exina consideravelmente espessa, como os incluídos nos gêneros *Crassitriapertites* e *Crassitricolporites* caracterizam a flora do Maastrichtiano.

Zona *Gabonisporis vigourouxii*

Definição: Apresenta limites superior e inferior definidos a partir, respectivamente, das últimas ocorrências locais das espécies *Gabonisporis vigourouxii* e *Ariadnaesporites spinosus*.

Caracterização: Apresenta uma representatividade significativa de esporos triletes, caracterizando-se por frequências relativamente mais baixas da espécie *G.vigourouxii*. Complementarmente, nesta zona, registra-se o evento de última ocorrência local da espécie *Lycopodiumsporites novomexicanum*, em seu topo, assim como as extinções em seu interior das espécies *Aquilapollenites magnus*, *Crassitriapertites vanderhammeni*, *Crassitriapertites uesugui* e do gênero *Gabonisporis* spp.

Cronoestratigrafia: Maastrichtiano.

Seções de referência: Pedreiras Cipasa, 26-35,3 m e Nassau, 29,6-33 m.

Observações: A espécie *G. vigourouxii* denota uma ocorrência expressiva, sendo observada em praticamento toda a seção maastrichtiana. Este é um dos aspectos relevantes, que conferem ao táxon interessante valor bioestratigráfico. Esta zona possui originalmente a sua base definida a partir da última ocorrência da espécie *Tricesticillus* sp., que delimita o topo do Maastrichtiano inferior, de acordo com Fauth *et al*. (2012), em zoneamento proposto para a Bacia de Santos. O miósporo *Tricesticillus* sp., porém, não foi registrado na área de estudo. A zona proposta nesta tese marca o topo do Maastrichtiano, corroborando o zoneamento de Fauth *et al*. (*op.cit*.).

Zona *Echitricolpites communis*

Definição: Esta zona apresenta limites superior e inferior determinados a partir das últimas ocorrências locais das espécies *Echitricolpites communis e Gabonisporis vigourouxii*, respectivamente.

Caracterização: Esta zona é descrita, adicionalmente, pela ausência dos miósporos típicos do cretáceo, especificamente das espécies *G.vigourouxii*, *A.spinosus*, *A.magnus* e *C.brasiliensis*. Registra-se, ainda, a ocorrência pontual da espécie *Proxapertites* sp e o surgimento da espécie *Proxapertites operculatus*, nesta zona. Os espécimes do gênero *Proxapertites* são comuns, na zona em questão, além de uma maior expressão dos grãos de pólen monocolpados. Os grãos de pólen, de forma geral, demonstraram maior expressão, nesta zona.

Cronoestratigrafia: Paleoceno.

Seção de referência: Pedreira Poty, intervalo 17,11-29,5 m.

Observações: Conforme o zoneamento de Regali *et al*. (1974a), o surgimento do táxon *P.operculatus* ocorre no Paleoceno e distribui-se na Zona *Proxapertites operculatus* (P-500), do Paleoceno-Eoceno inferior, sendo, portanto, o evento de primeira ocorrência desse táxon um relevante marcador do início do Paleoceno, na seção em estudo. De acordo com Regali (1994), o gênero *Proxapertites* é comumente observado na associação palinológica relativa à base do Paleógeno, contribuindo para a caracterização desse período, assim como verificado no presente trabalho. Já a espécie *E.communis* distribui-se na zona *Apectodinium homomorphum* (P-510), de Regali *et al*. (*op.cit*.), do Paleoceno, revelando-se, assim, sua ocorrência um evento interessante na delimitação do intervalo em questão na seção avaliada, estendendo-se até o topo desta. Regali (*op.cit*.) menciona que o grão de pólen *E.communis* surge no Maastrichtiano superior e extingue-se no fim do Paleoceno.

8.2 ARCABOUÇO BIOESTRATIGRÁFICO BASEADO NOS CISTOS DE DINOFLAGELADOS (ZONAS DE INTERVALO SUPERIOR)

Zona *Adnatosphaeridium buccinum*

Definição: Esta zona é delimitada em seu limite superior pela última ocorrência local da espécie *Adnatosphaeridium buccinum*, sendo a sua base indefinida.

Caracterização: Nesta zona ocorrem altas frequências de cistos de dinoflagelados, principalmente, distingui-se, especialmente, pelas frequências significativas de espécimes dos gêneros *Palaeocystodinium* e *Andalusiella*. Mostram-se também abundantes os cistos pertencentes aos gêneros *Amphorosphaeridium*, *Glaphyrocysta* e *Achomosphaera*. No interior desta zona são registradas as primeiras ocorrências locais das espécies *Disphaerogena carposphaeropsis*, *Cordosphaeridium inodes*, *Cordosphaeridium fibrospinosum*, *Hafniasphaera fluens*, *Palaeocystodinium bulliforme*, *Palaeocystodinium lidiae*. Registram-se, ainda, as ocorrências pontuais das formas *Andalusiella gabonensis* e *Andalusiella mauthei*.

Cronoestratigrafia: Maastrichtiano superior (porção basal).

Seções de referência: Pedreira Cipasa, 0,5-10,4 m.

Observações: Destaca-se a seguir algumas considerações sobre o valor bioestrtratigráfico dos táxons que definem e caracterizam a zona supracitada. Quanto ao táxon *A. buccinum*, o holótipo possui distribuição estratigráfica no Maastrichtiano superior, de acordo com Fauconier e Rauscher (2004) e Fensome *et al*. (2008). Já a espécie *Disphaerogena carposphaeropsis* tem reconhecido, em trabalhos internacionais de referência, o seu primeiro aparecimento, no Maastrichtiano superior (e.g. Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Norh-Hansen & Dam, 1997; Prámparo & Papú, 2006; Slimani *et al*., 2010; Tabara *et al*., 2017). O referido evento foi essencial para delimitar a base do Maastrichtiano superior nesta tese. Os táxons *C.inodes, C.fibrospinosum* e *H.fluens* surgem, conforme a literatura, no Maastrichtiano (Williams *et al*., 1993; Willams & Bujak, 1977; Powell, 1992). Na Bacia da Paraíba, estas formas, similarmente, foram previamente registradas no Maastrichtiano superior (Sarkis *et al*., 2002; Arai, 2007.). No que diz respeito ao gênero *Palaeocystodinium*, este mostrou frequências expressivas na zona aqui proposta, com ênfase nas espécies *P.lidiae* e *P.bulliforme*, com primeiras ocorrências registradas, do mesmo modo, no Maastrichtiano (Fensome *et al*., 2008), sendo, a espécie *P.lidiae*, verificada nas bacias brasileiras, desde o Maastrichtiano superior, conforme Arai (2007). As espécies *A. mauthei* e *A. gabonensis*, também restritas à zona em questão, apresentam suas últimas ocorrências no Maastrichtiano, conforme apontadas na literatura, para as bacias brasileiras (Regali *et al*., 1974a; Arai, 2007). Regali (1994) menciona os gêneros *Palaeocystodinium* e *Andalusiella* como formas importantes para caracterizar o Maastrichtiano do Brasil.

Zona *Yolkinigymnium lanceolatum*

Definição: Limites superior e inferior desta zona foram determinados a partir da última ocorrência do táxon *Yolkinigymnium lanceolatum* e da última ocorrência local do táxon *Adnatosphaeridium buccinum*.

Caracterização: Esta zona apresenta números expressivos de cistos de dinoflagelados, caracterizando-se, principalmente, por frequências bastante expressivas da espécie *Disphaerogena carposphaeropsis* e do gênero *Cordosphaeridium*. Outros táxons são abundantes nesta zona, tais como *Hafniasphaera fluens*, *Exochospaheridium* spp. e *Spiniferites* spp. Além destas formas, nesta zona são frequentes os táxons *Glaphyrocysta espiritosantensis, Alisogymnium euclaense*, *Disphaerogena lemniscata*, *Hafniasphaera* spp., *Achomosphaera* spp., *Hystrichosphaeridium* spp., *Dinogymnium* spp.

Cronoestratigrafia: Maastrichtiano superior (porção basal).

Seções de referência: Pedreiras Nassau 13,0-24,5 m e Cipasa 10,3-24,1 m.

Observações: Nos zoneamentos de Arai & Botelho-Neto (1996) e Lana & Roesner (2002), esta zona é originalmente delimitada, em sua base, pelos dinocistos *Odontochitina costata* e *Cribroperidinium* cf. *wetzelii*, respectivamente. Tais espécies, todavia, não foram observadas na seção em estudo, sendo atribuído para marcar a base da referida zona o evento de extinção do cisto *A. buccinum.* Na Bacia de Santos, o topo da zona *Yolkinigymnium lanceolatum* demilita a porção mais basal do Maastrichtiano superior (Fauth *et al*., 2012), assim como verificado por Lana & Roesner (*op.cit*) para a Bacia do Ceará, que atribuiram a referida zona à parte inicial do Maastrichtiano superior. Na Bacia do Ceará, Lana & Roesner (2002) ressaltam, assim como neste trabalho, altas frequências da espécie *D.carposphaeropsis*, assim como, do gênero *Cordosphaeridium* nesta zona.

Zona *Dinogymnium acuminatum*

Definição: Limites superior e inferior estabelecidos com base nas últimas ocorrências dos táxons *Dinogymnium acuminatum* e *Yolkinigymnium lanceolatum*, respectivamente.

Caracterização: Os cistos de dinoflagelados demonstram frequências relativamente mais baixas nesta zona. São abundantes os espécimes dos táxons *Hafniaspahera fluens*, *Spiniferites* spp. e *Exochosphaeridium* spp. A zona em questão caracteriza-se, particularmente, pelos números significativos dos cistos da espécie *Disphaerogena carposphaeropsis* e do gênero *Cordosphaeridium*. São frequentes, nesta seção, os táxons *Disphaerogena lemniscata* e *Achomosphaera* spp. Esta zona encerra as últimas ocorrências locais dos táxons *Dinogymnium* spp., *Alisogymnium euclaense* e *Glaphyrocysta espiritosantensis*, que, de forma semelhante, mostraram-se frequentes nesta biozona.

Cronoestratigrafia: Maastrichtiano superior.

Seções de referência: Pedreira Nassau 24,5-35 m e Pedreira Cipasa 24,1-35,3m.

Observações: Os eventos de extinção dos cistos que caracterizam a zona proposta acima revelaram-se bastante úteis na individualização do topo do Maastrichtiano. Os táxons *Dinogymnium* spp e *Alisogymnium euclaense* são mundialmente reconhecidos como fósseis

guias para a definição da seção supramencionada (e.g. Boltenhagen, 1977; Helenes, 1984; Williams & Bujak, 1985; Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Oloto, 1989; Williams *et al*. 1993; Corpoven, 1994; Sarkis *et al*., 2002; Tanzânia, Pearson *et al*., 2004; Oboh-Ikuenobe, 2005; Slimani *et al*., 2010; Slimani & Toufiq, 2013; Tabara *et al*., 2017). Dentre as espécies conhecidas do gênero *Dinogymnium*, Arai (2007) cita a forma *D.acuminatum* como a mais representativa, o que pôde ser confirmado também na presente tese. Brinkhuis & Leereveld (1988), semelhantemente, observaram uma consistente ocorrência da forma *D. acuminatum* no topo do Maastrichtiano, em El Haria/El Kef, na Tunísia. No nordeste da Tunísia, na seção d'Ellès, M'Hamdi *et al*. (2012) observaram raras ocorrências dos táxons *A.euclaense* e *Dinogymnium* spp. no Maastrichtiano terminal, sendo o limite K-Pg marcado pelo acme da espécie *Manumiella seelandica*, biovento este não registrado na Bacia da Paraíba. Regali (1994) aponta que o nível de extinção do gênero *Dinogymnium* spp define o limite K-Pg, na Bacia da Paraíba. Igualmente, na Bacia Potiguar, Lana & Botelho (1989) posicionaram o limite K-Pg na extinção das formas incluídas no gênero supracitado. Regali (1991), em zoneamento proposto para as bacias costeiras brasileiras, estabeleceu a extinção das espécies *D.acuminatum*, *D.digitus* e *A. euclaense* no topo da zona *Tricornites elongatus*, de Regali *et al*. (1974a), do Maastrichtiano. Lana & Roesner (2002) concluíram que o topo da biozona *Dinogymnium* spp posiciona-se sempre abaixo da palinozona *Tricornites elongatus*, de Regali *et al*. (1974a). Arai (2007) defende, em relação ao táxon *A.euclaense*, que sua última ocorrência seria um *datum* importante para delimitar um nível mais basal dentro do Maastrichtiano superior, de aplicação inter-regional, considerando a ocorrência conspícua da referida espécie em todas as bacias brasileiras. A distribuição da forma *A.euclaense* nos afloramentos avaliados mostra que esta espécie possui última ocorrência local na zona *Dinogymnium* acuminatum, atuando como importante espécie acessória no estabelecimento do topo desta biozona, corroborando o zoneamento de Williams *et al*. (2004) que expõem as últimas ocorrências desses táxons no topo do Maastrichtiano. Já o táxon *G.espiritosantesis* possui última ocorrência na zona *Tricornites elongatus*, do Maastrichtiano, conforme Regali *et al*. (1974a), aparecendo também como um potencial fóssil-guia atuando em uma possível subdivisão do Maastrichtiano superior na área de estudo, com última ocorrência sendo verificada abaixo do topo da zona *Dinogymnium acuminatum.*

Zona *Disphaerogena carposphaeropsis*

Definição: Possui seus limites superior e inferior estabelecidos com base nos eventos locais de última ocorrência dos táxons *Dispaherogena carposphaeropsis* e *Dinogymnium* spp., respectivamente.

Carcterização: A zona mostra frequências significativas de cistos de dinoflagelados, e destaca-se, principalmente, por números representativos da espécie *Damassadinium californicum*. Os cistos incluídos nos gêneros *Glaphyrocysta* e *Cordosphaeridium* também são frequentes nesta biozona. Além dos eventos citados, registram-se, no interior da zona em questão, ocorrências pontuais das formas S*piniferites supparus*, *Glaphyrocysta castelcasiense* e *Glaphyroctsta assamica*. Acrescenta-se às ocorrências supracitadas as primeiras ocorrências locais das espécies *Fibrocysta licia* e *Damassadinium californicum*, na porção mais basal desta biozona.

Cronoestratigrafia: Daniano.

Seção de referência: Pedreira Poty, 17,11-17,3 m.

Observações: Conforme Fensome *et al*. (2008), a espécie *D.carposphaeropsis* possui última ocorrência no Selandiano. Já Powell (1992) cita a extinção desta espécie no Thanetiano, na zona NP 5 de nanofósseis calcários (Martini, 1971) e zona D3, de cistos de dinoflagelados, de Costa & Manum (1988). Existe um consenso global de que as primeiras ocorrências das formas *D. californicum* (e.g. Drugg, 1967; Hansen, 1977; Helenes, 1984; Williams & Bujak, 1985; Brinkhuis & Zacahriasse, 1988; Brinkhuis & Leereveld, 1988, Williams *et al*., 1993; Sarkis *et al*., 2002; Daniers & Guerstien, 2004; Slimani *et al*., 2010; Awad & Oboh-Ikuenobe, 2016; Tabara *et al*., 2017) e *A.circumtabulata* (e.g. Helenes, 1984; Williams & Bujak, 1985; Brinkhuis & Zacahriasse, 1988; Sarkis *et al*., 2002; Daniers & Guerstien, 2004; Slimani *et al*., 2010; Tabara & Slimani, 2015) representam um *datum* importante para o reconhecimento do Daniano, sendo, portanto, conspícuo em várias seções ao redor do globo. Brinkhuis & Zacahriasse (1988), na seção do limite K-Pg, em El Haria, noroeste da Tunísia, apresentam a primeira ocorrência do táxon *D. californicum* na base do Paleógeno, a qual é calibrada na porção basal da zona NP1, equivalente ao Daniano (Martini, 1971). Na mesma seção, Brinkhuis & Leereveld (1988) registram a sucessão de bioventos de cistos de dinoflagelados, como segue: O surgimento do táxon *Damassadinium californicum* aproximadamente 10 cm

cm acima do limite K-Pg; alguns centrímetros acima foi registrada a ocorrência da forma *A.circumtabulata*; o táxon *C.? pyrum* apresenta seu nível de extinção no nível da primeira ocorrência dessa última espécie; e a espécie *F.licia* possui nível de extinção 0,5 m acima do limite. A sucessão dos bioeventos supramencionados também pôde ser observada na seção K-Pg da Pedreira Poty avaliada na corrente tese e ocorreram entre as zonas *Disphaerogena carposphaeropsis* e *Cerodinium diebelii*. No nodeste da Tunísia, na seção d'Ellès, M'Hamdi *et al*. (2013) verificaram a presença do cisto *D. californicum* no Daniano basal. Assim como para os fósseis guias citados anteriormente, o valor bioestratigráfico de algumas das espécies acima mencionadas é destacado, sendo consideradas características da seção em estudo: O táxon *S.supparus* distribui-se entre o Maastrichtiano e Daniano (Fensome *et al*., 2008). A forma *Glaphyrocysta castelcasiense* possui última ocorrência no Daniano, na zona NP2, de nanofósseis calcários, de Martini (*op.cit*.) e zona D1, de cistos de dinoflagelados, de Costa & Manum (*op.cit*.), conforme Powell (1992). Em consonância com Michoux & Soncini (2004), a forma *Glaphyrocysta assamica* possui distribuição estratigráfica no Daniano. Todos os eventos descritos acima, associados à extinção dos táxons característicos do Maastrichtiano, em especial dos cistos *Dinogymnium* spp, *A.euclaense* e *Y.lanceolatum*, subsidiam a definição da base do Paleógeno, e, assim, caracterizam a Passagem K-Pg na área de estudo.

Zona *Cerodinium diebelii*

Definição: A referida zona possui seus limites superior e inferior definidos pelas últimas ocorrências locais das espécies *Cerodinium diebelii* e *Disphaerogena carposphaeropsis*, respectivamente.

Caracterização: Os cistos de dinoflagelados são abundantes, sendo frequentes, sobretudo, os espécimes do gênero *Fibrocysta*, especificamente as espécies *Fibrocysta licia* e *Fibrocysta axialis*. Revelam-se frequentes nesta biozona as formas do gênero *Impagidinium*. Esta zona encerra em seu topo as extinções locais das espécies *Fibrocysta licia*, *Fibrocysta axialis*, *Palaeocystodinium lidiae*. Além disso, esta zona inclui as ocorrências dos táxons *Alisocysta circumtabulata*, *Cribroperidinium? pyrum*. Ressalta-se, ademais, o evento de primeira ocorrência local da espécie *Glaphyrocysta divaricata*, concorrente com o topo da zona em questão.

Cronoestratigrafia: Selandiano.

Seção de referência: Pedreira Poty, 17,15-19,8 m.

Observações: Alguns autores apontam a última ocorrência da espécie *C. diebelii* no Daniano (Williams *et al*., 1993; Williams & Bujak, 1985), dentro da zona NP3 de nanofósseis calcários, de Martini (1971). Em contrapartida, outros trabalhos de referência apontam a extinção da referida espécie no Selandiano (Hardenbol *et al*., 1998; Williams *et al*., 2004; Fensome *et al*., 2008), dentro da zona NP5 de nanofósseis calcários, de Martini (*op.cit*.). Já Powell (1992) cita a extinção do táxon *C.diebelii* no Thanetiano, nas zonas NP7 de nanofósseis calcários, de Martini (*op.cit*.) e D4, de cistos de dinoflagelados, de Costa e Manum (1988). Ressalta-se, da mesma forma, o valor bioestratigráfico de algumas formas que auxiliaram na caracterização da zona em proposição: a forma *A.circumtabulata*, de acordo com Powell (1992), possui distribuição restrita ao Thanetiano, nas zonas NP5 de nanofósseis calcários (Martini, *op.cit.*) e D3, de cistos de dinoflagelados (Costa & Manum, *op.cit*). Hardenbol *et al*. (1988) propõem a extinção de *A.circumtabulata* no Daniano, na zona NP4 de nanofósseis calcários (Martini, 1971 *op.cit*.), e Williams *et al*. (2004), no Thanetiano. Jain *et al*. (1975) destacam que o holótipo relativo à espécie *F.licia* apresenta amplitude estratigráfica que abrange o Daniano, enquanto Powell (1992) menciona a distribuição estratigráfica deste cisto entre o Cretáceo e Daniano, com extinção nas zonas NP4 de nanofósseis calcários (Martini op.cit.) e D2, de cistos de dinoflagelados (Costa & Manum, *op.cit*.). No presente estudo, a referida espécie abrange o intervalo correspondente ao Paleoceno (Daniano-Thanetiano), ocorrendo desde a porção mais basal da zona *Disphaerogena carposphaeropsis* até o topo da zona *Cerodinium diebelii*. Além disso, ressalta-se a relevância, na zona aqui proposta, do evento de primeira ocorrência da espécie *G.divaricata*, que, conforme Köthe (1990) e Fensome *et al*. (2008), possui surgimento registrado no Daniano, em seções avaliadas por Köthe (*op.cit*.), na Alemanhã. Na Sub-bacia de Sergipe, a última ocorrência do táxon *Palaeocystodinium lidiae* é utilizada como auxiliar para delimitar o Paleoceno, de acordo com Ferreira (2004).

Zona *Damassadinium californicum*

Definição: Possui limites superior e inferior delimitados pelas últimas ocorrências locais das espécies *Damassadinium californicum* e *Cerodinium diebelii*, respectivamente.

Caracterização: Verificou-se uma tendência geral decrescente dos números de cistos dinoflagelados que retomam o crescimento no topo da biozona. São comuns os táxons *Operculodinium* spp., *Spiniferites* spp. *Glaphyrocysta* spp. e *Hystrichosphaeridium* spp. Mais

raramente, são citadas as espécies *Hafniasphaera fluens*, *Coedosphaeridium inodes*, *Cleistosphaeridium placacanthum*, *Thalassiphora pelágica* e Glaphyrocysta *divaricata*.

Cronoestratigrafia: Selandiano.

Seção de referência: Pedreira Poty, 19,8-29,5 m.

Observações: Conforme alguns trabalhos de referência, o dinocisto *Damassadinium californicum* apresenta última ocorrência no Daniano (Williams & Bujak, 1985; Williams *et al*.; 1993), na zona NP3 de nanofósseis calcários, de Martini (1971). Powell (1992) admite a última ocorrência desta espécie no Thanetiano, na zona D3, de cistos de dinoflagelados (Costa & Manum, 1988) e zona NP5 (Martini, *op.cit*.). Já Fensome *et al*. (2008) mencionam a extinção da referida espécie no Selandiano, assim como destacado por Hardenbol *et al*. (1998) e Williams *et al*. (2004).

8.3 BIOESTRATIGRAFIA DOS AFLORAMENTOS AVALIADOS

Para a observação dos bioeventos descritos adiante para cada pedreira avaliada, ver figuras 8.2, 8.3 e 8.4.

8. 3.1 Pedreiras Cipasa

Na pedreira acima foram individualizadas as zonas *Gabonisporis vigourouxii* (26-35,3 m) e *Ariadnaesporites spinosus* (0,5-26 m), de miósporos e as zonas *Dinogymnium acuminatum* (25,30-35,3 m), *Yolkinigymnium lanceolatum* (10,4-25,30 m) e *Adnatosphaeridium buccinum* (0,5-10,3 m), de dinocistos, todas correspondentes ao intervalo Maastrichtiano, corroboradas por alguns estudos palinoestratigráficos de referência (Regali *et al*., 1974; Regali, 1994; Arai & Botelho-Neto, 1996; Lana & Roesner, 2002; Fauth *et al*., 2012). Conforme a literatura, a espécie-guia *A.buccinum* possui holótipo que se distribui no Maastrichtiano superior (Fauconier e Rauscher, 2004; Fensome *et al*., 2008). Este táxon deve ser rastreado em avaliações subsequentes como forma de reafirmar o seu valor bioestratigráfico para o reconhecimento da seção maastrichtiana na Bacia da Paraíba.

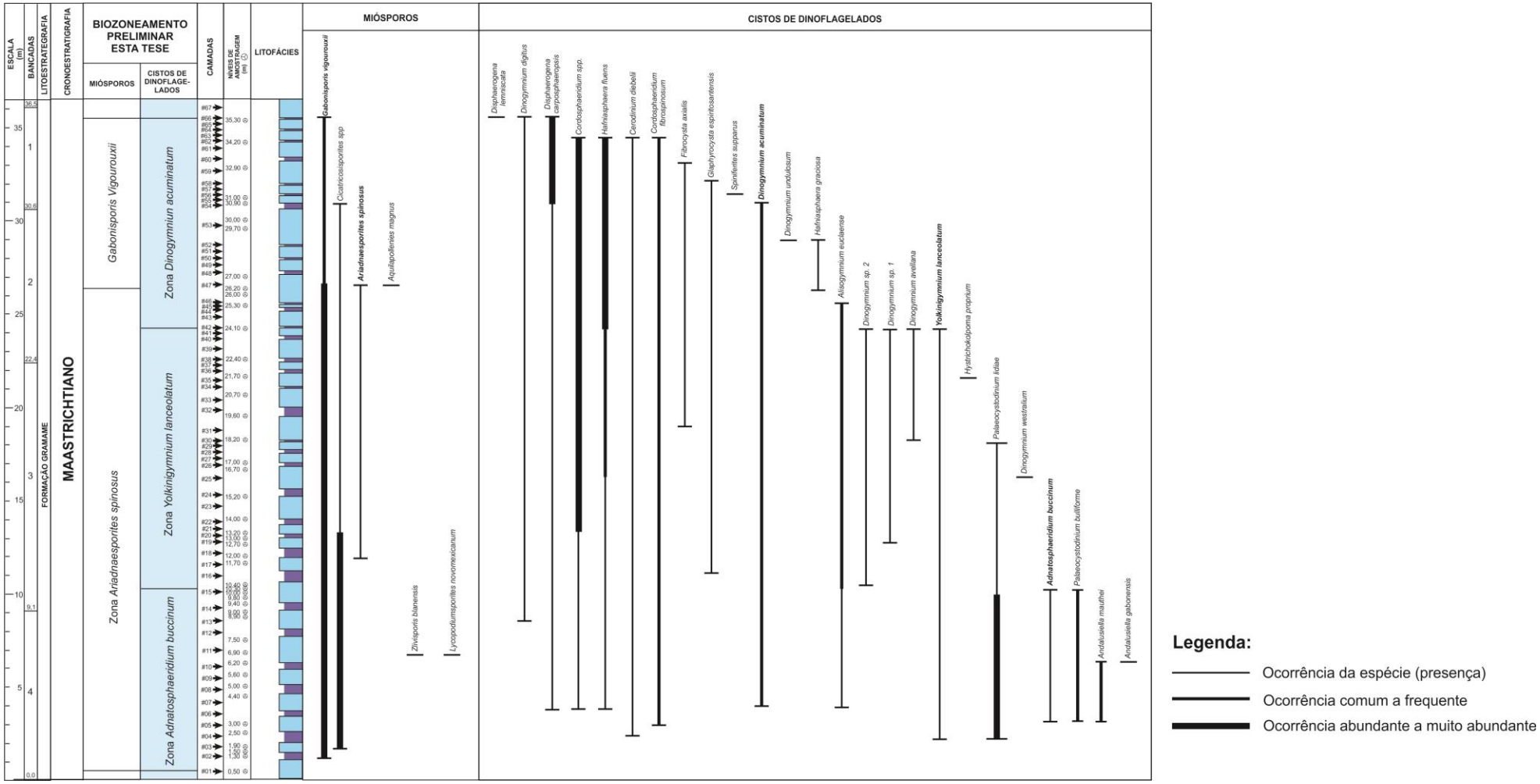
No tocante a distribuição estratigráfica dos miósporos, especificamente, os fóssseis definidores das zonas *Gabonisporis vigourouxii* e *Ariadnaesporites spinosus*, notou-se que a espécie *G.vigourouxii* apresenta uma ocorrência bastante consistente ao longo da Pedreira

Cipasa, apresentando-se muito abundante nesta seção. A forma guia *A.spinosus* é comum, mostrando ocorrências contínuas entre 13,2 e 26 m. Outras espécies, auxiliares na datação do Maastrichtiano, em consonância com Regali *et al*. (1974), tais como *Z.blanensis* e *L. novomexicanum*, registraram ocorrências mais pontuais nessa pedreira.

No que diz respeito aos cistos de dinoflagelados, fazem parte da associação palinólogica que atua na caracterização da seção maastrichtiana, as espécies *D. acuminatum*, *D.digitus*, *D.undulosum*, *D.avellana*, *D.westralium*, *Y.lanceolatum*, *Dinogymnium* sp. 1, *Dinogymnium* sp. 2, *A.buccinum*, *A.euclaense*, *D.carposphaeropsis*, *H.fluens*, *C.idones*, *C.fibrospinosum*, *D.lemniscata*, *G.espirisantensis*, *Spiniferites supprus*, *A.buccinun*, *P.lidiae*, *A.gabonensis* e *A.mauthei*. Sobre os fósseis guias das zonas supracitadas, aqueles incluídos no gênero *Dinogymnium* são frequentes e revelaram ocorrências recorrentes entre 3 e 35,3 m, sendo a espécie *D.acuminatum* a mais expressiva no afloramento investigado. Já a forma guia *Y.lanceolatum*, esta se revelou comum e expõe ocorrência relativamente consistente entre 0,5 e 25,3 m, em especial na porção mais inferior do intervalo em questão, entre 0,5 e 6,2 m. O táxon *D.carposphaeropsis* demonstra altas frequências (muito abundantes entre 31 e 35,3 m) na seção em estudo, em especial na zona *Dinogymnium acuminatum*, sendo sua primeira ocorrência um bioevento relevante para a demarcação do Maastrichtiano superior, conforme a literatura (Norh-Hansen & Dam, 1997; Brinkhuis & Zachariasse, 1988).

As espécies *A.euclaense* e *G.espiritosantensis* possuem um importante valor bioestratigráfico (Regali *et al*., 1974ab; Williams & Bujak, 1985; Arai, 2007) e, assim, destacam-se como formas características destes depósitos. A espécie *A.euclaense* mostrou-se comum na seção avaliada, com última ocorrência local (26,2 m) acima do nível de útlima ocorrência (24,1 m) da espécie *Y.lanceolatum*, dentro da zona *Dinogymnium acuminatum*. Já a espécie *G.espiritosantensis* apresentou-se muito abundante na seção avaliada, auxiliando na determinação do topo do Maastrichtiano (Regali *et al*., 1974), com última ocorrência local (31 m), do mesmo modo, dentro da zona *Dinogymnium acuminatum*, abaixo do topo desta. O gênero *Andalusiella* é comum na seção mais inferior da Pedreira Cipasa, possuindo os táxons *A.gabonensis* e *A. mauthei* amplitudes estratigráficas locais dentro da zona *Adnatosphaeridium buccinum*, os quais contribuem para a delimitação do Maastrichtiano, em consonância com Regali *et al*. (1974ab) e Arai (2007). Esta zona é, ainda, marcada por ocorrências constantes do gênero *Palaeocystodinium*, que exibem abundâncias expressivas, com destaque para as espécies *P.lidiae* e *P.bulliforme*. Os gêneros *Andalusiella* e *Paleocystodinium s*ão reconhecidos por apoiar a distinção da seção maastrichtiana nas bacias brasileiras (Regali *et al*., 1974; Regali, 1994).

Figura 8. 2 – Distribuição dos palinomorfos ao longo da Pedreira Cipasa.



Em evidência, os eventos de última ocorrência dos microfósseis que definem as zonas propostas. Perfil litológico de Lima (2002).

8.3.2 Pedreira Nassau

Foram reconhecidas para este afloramento duas biozonas de miósporo, a zona *Gabonisporis vigourouxii* (30,3-33 m) e *Ariadnaesporites spinosus* (0,4-30,3 m) e três biozonas de dinocistos, as zonas *Dinogymnium acuminatum* (25,30-33 m), *Yolkinigymnium lanceolatum* (13,2-25,30 m) e *Adnatosphaeridium buccinum* (0,4-13,2 m). As espécies guias que definem estas zonas datam o Maastrichtiano mais superior, em conformidade com alguns estudos palinoestratigráficos disponíveis na literatura (e.g. Regali *et al*., 1974ab; Albertão, 1993; Albertão *et al*., 1994; Regali, 1994; Arai & Botelho-Neto, 1996; Lana & Roesner, 2002; Ferreira, 2004; Fauth *et al*., 2012).

A espécie guia *Gabonisporis vigourouxii* é muito abundante e apresenta uma ocorrência consistente em todo o afloramento. Quanto à espécie *A.spinosus*, embora menos expressiva, registra ocorrências relativamente sucessivas entre 0,4 e 29,6 m, sendo frequente no referido intervalo.

Outras espécies de miósporos, consideradas auxiliares para datar o intervalo avaliado, são destacadas como diagnósticas do intervalo Maastrichtiano (Regali *et al*., 1974ab; Lana & Botelho-Neto, 1989) as formas *L.novomexicanum*, *Z.blanensis*, *A.magnus*, *Crassitriapertites vanderhammeni*, *Crassitriapertites uesugui*, *C.brasiliensis*, que registram ocorrências mais pontuais através da seção avaliada, à exceção do táxon *A.magnus*, que se revelou comum nessa seção, e mostra uma ocorrência um pouco mais consistente.

Quanto aos cistos de dinoflagelados, destacam-se na associação palinológica, como formas relevantes na caracterização da seção maastrichtiana, os táxons: *A.euclaense*, *A.cooksoniae*, *D.carposphaeropsis*, *D.lemniscata*, *H.fluens*, *C.inodes*, *C.fibrospinosum*, *P.lidiae*, *D.acuminatum*, *D. digitus*, *D. undulosum*, *D.westralium*, *D. avellana*, *Dinogymnium* sp. 1, *Dinogymnium* sp. 2, *Dinogymnium* sp. 3, *G.espiritosantensis*, *Y.lanceolatum*, *A.buccinum*. As formas guias incluídas no gênero *Dinogymnium* são muito abundantes e ocorrem regularmente em praticamente todo o afloramento avaliado, com destaque para a espécie *D.acuminatum*, que se mostrou mais representativa na área de estudo. Quanto a espécie *Y.lanceolatum*, esta se mostrou comum, com ocorrências mais pontuais entre 7 e 24,5 m, assim como a espécie *A.buccinum* entre 0,4 e 13 m, que, porém, é mais rara na Pedreira Nassau. As espécies acima citadas são as principais formas guias reconhecidas para essa pedreira, as quais a literatura atribui um relevante valor bioestratigráfico para a datação e refinamento da seção maastrichtiana (Norh-Hansen & Dam, 1997; Williams & Bujak, 1985;

Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Williams *et al*. 1993; Arai & Botelho-Neto, 1996; Lana & Roesner, 2002; Fauconier e Rauscher, 2004; Fensome *et al*., 2008; Fauth *et al*., 2012).

Em relação às demais espécies supramencionadas, que atuaram na individualização dos depósitos em análise, destacam-se como espécies características dos mesmos, os dinocistos *A.euclaense*, *G.espiritosantensis* e *D.carposphaeropsis*. Estas delimitam o topo do Maastrichtiano (Regali *et al*., 1974ab; Norh-Hansen & Dam, 1997; Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Williams & Bujak, 1985, Arai, 2007,), possuindo os primeiros táxons últimas ocorrências locais dentro da biozona *Dinogymnium acuminatum*. A espécie *A.euclaense* é frequente e ocorre de forma bem consistente em praticamente todo o afloramento, enquanto a forma *G.espiritosantensis* ocorre de maneira mais pontual entre 10 e 31,90 m, mostrando-se, da mesma forma, frequente neste intervalo. Já a espécie *D.carposphaeropsis* demonstra altas frequências na seção em estudo, especificamente entre 15 e 33 m, mostrando abundância relativa entre frequente e muito abundante na maior parte do aludido intervalo.

8.3.3 Pedreira Poty

Nessa Pedreira, para o Cretáceo, foram definidas uma zona de miósporo, a zona *Ariadnaesporites spinosus* (5-16,2 m), e duas zonas de cistos de dinoflagelados, a zona *Yolkinigymnium lanceolatum* (5-16 m) e zona *Dinogymnium acuminatum*. (16-16,2 m). Para o Paleógeno, foram determinadas uma zona de miósporo, a zona *Echitricolpites communis* (18,2-29,5 m) e três zonas de dinocisto, as zonas *Disphaerogena carposphaeropsis* (17,1-17,3), *Cerodinium diebelii* (17,3-24,9 m) e *Damassadinium californicum* (24,9 -29,5 m). Ressalta-se a ocorrência de um intervalo indeterminado (sem recuperação de palinormofos), entre o topo da zona *D.acuminatum* e a base da zona *D. carposphaeropsis* (entre 16,5 e 17 m).

Na zona *Ariadnaesporites spinosus*, a espécie *G.vigourouxii*, na Pedreira Poty, é registrada de forma relativamente consistente entre 9,6 e 16,2 m e possui última ocorrência local no topo desta zona, apresentando-se frequente neste intervalo. Outros táxons típicos da seção maastrichtiana, como as espécies *A.magnus* e *C.brasiliensis* (Regali *et al*., 1974) distribuem-se de forma pontual através deste intervalo.

As zonas *Yolkinigymnium lanceolatum* e *Dinogymnium acuminatum* definem o Maastrichtiano superior, em comformidade com os zoneamentos de Lana & Roesner (2002) e Fauth *et al*. (2012). Os dinocistos relevantes para a definição da seção supramencionada são representados pelas espécies guias *D. acuminatum*, *D.digitus*, *D.westralium*, *D.undulosum*, *Dinogymnium* sp. 1, *Dinogymnium* sp. 2, *Dinogymnium* sp. 3 *A. euclaense*, além das espécies

características *C.inodes*, *C.fibrospinosum*, *D.carposphaeropsis*, *D.lemniscata*, *H.fluens*, *G.espiritosantensis*, *P.lidiae*, *P.bulliforme*.

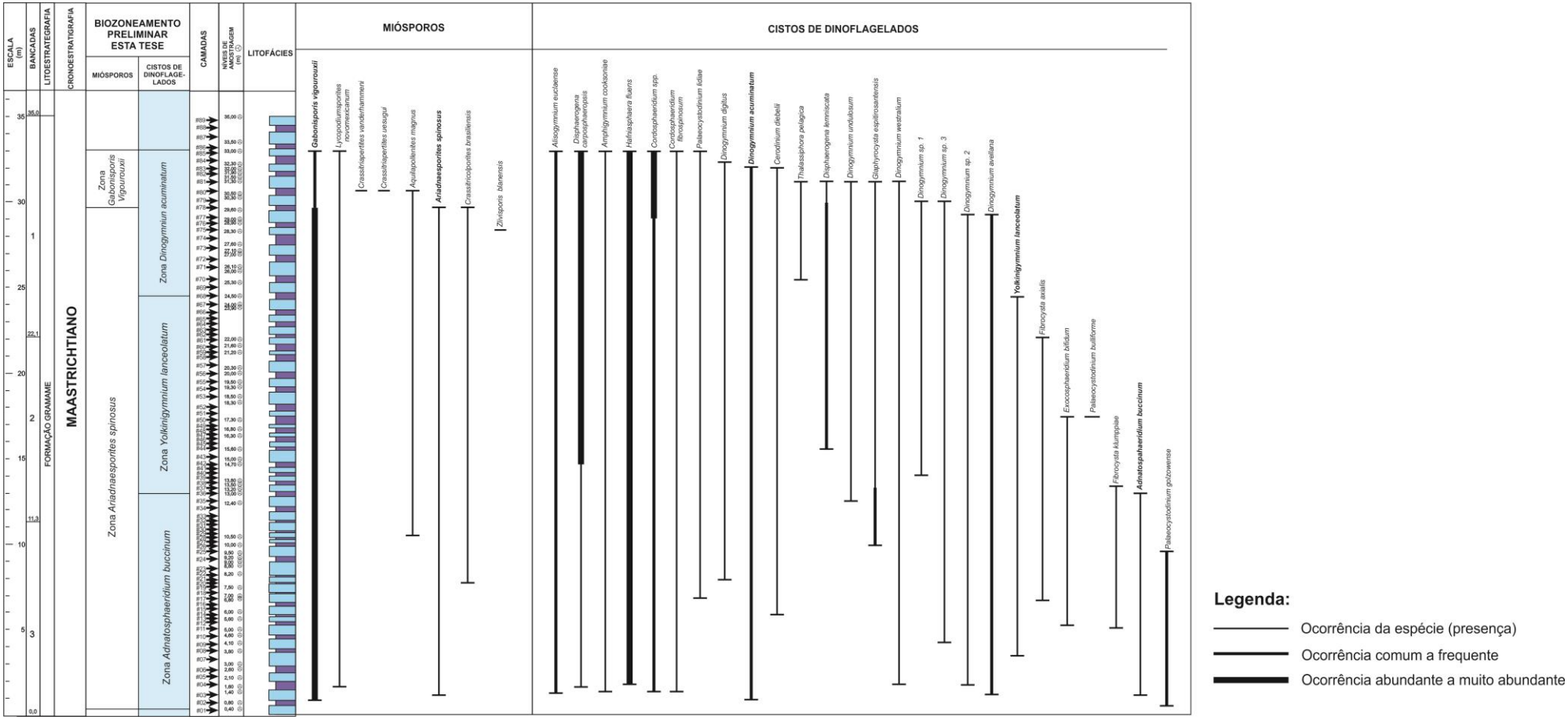
O gênero *Dinogymnium* é frequente e exibe uma ocorrência mais contínua entre 9,6 e 16 m, com maior expressividade da espécie *D.acumiatum*. O táxon *A.euclanse* é comum e, da mesma forma, revela uma distribuição regular neste intervalo. Quanto às formas guias que definem a zona *Yolkinigymnium lanceolatum*, a espécie *A.buccinum*, que define a base desta zona, não foi registrada na Pedreira Poty, com o registro apenas da espécie *Y. lanceolatum*, entre 9,6 e 15,8 m, que define o limite superior desta zona.

A zona *Echitricolpites communis*, de miósporos, e as zonas *Disphaerogena carposphaeropsis*, *Cerodinium diebelii* e *Damassadinium californicum*, de dinocistos, limitam o Paleoceno na porção médio-superior da Pedreira Poty (17,11-29,5 m). A zona *Disphaerogena carposphaeropsis*, especificamente, difine a base do Paleógeno (17,11-17,3 m). Na porção médio-superior da seção paleocênica, seguem-se as zonas *Cerodinium diebelii* e *Damassadinium californicum*, com a última delimitando o topo da seção avaliada.

Além da espécie *E.communis*, outros miósporos ocorrem na seção relativa ao Paleógeno e distinguem essa seção, em conformidade com Regali *et al*. (1974), são eles: *P. operculatus*, *L.proxapertitoides*, *Proxapertites* sp. No que diz respeito aos dinocistos, as últimas ocorrências locais das espécies *Disphaerogena carposphaeropis*, *Cerodinium diebelii* revelaram-se bioeventos importante na determinação do Paleoceno, em conformidade com alguns trabalhos de referência (Powell, 1992; Williams *et al*., 2004; Fensome *et al*., 2008), tal como a ocorrência da forma *Damassadinium californicum*, que conforme a literatura possui amplitude estratigráfica restrita ao Paleoceno (Williams & Bujak, 1977; Williams & Bujak, 1985; Powell, 1992; Williams *et al*., 1993; Hardenbol *et al*., 1998; Williams *et al*., 2004; Fensome *et al*., 2008). Powell (1992) atribui a ultima ocorrência da espécie *D. carposphaeropsis* abaixo do nível da última ocorrência da espécie *C. diebelii*, assim como observado nesta tese. Atuam como formas auxiliares na determinação do Paleoceno, os táxons: *G.divaricata*, *F.licia*, *A.circumtabulata*, *C.? pyrum*, *S.supparus*, *G.assamica*, *D.lemniscata*.

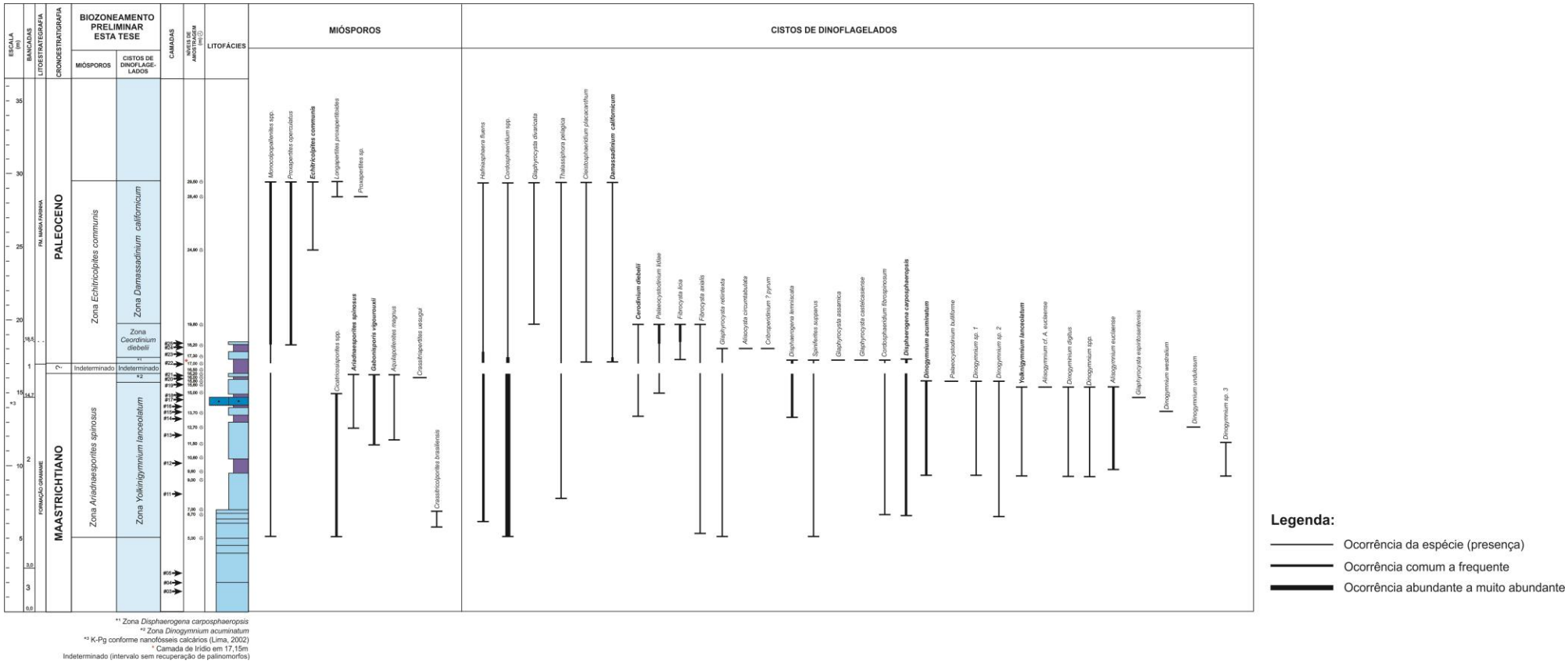
As espécies *D.californicum* e *A.circumtabulata*, cujo valor bioestratigráfico para a datação da base do Paleógeno é reconhecido internacionalmente (Drugg, 1967; Hansen, 1977; Helenes, 1984; Williams & Bujak, 1985; Brinkhuis & Zacahriasse, 1988; Brinkhuis & Leereveld, 1988, Williams *et al*., 1993), foram determinantes para o estabelecimento deste *datum*, mostrando-se a primeira frequente, notadamente em 17,15 m, e cuja primeira ocorrência foi registrada em 17,1 m, dentro da zona *Disphaerogena carposphaeropsis*. Já a forma *A.circumtabulata* ocorre em 18,2 m, dentro da zona *Cerodinium diebelii*.

Figura 8.3 – Distribuição dos palinomorfos ao longo da Pedreira Nassau.



Em evidência, os eventos de última ocorrência dos microfósseis que definem as zonas propostas. Perfil litológico de Lima (2002).

Figura 8.4 – Distribuição dos palinomorfos ao longo da Pedreira Poty.



Em evidência, os eventos de última ocorrência dos microfósseis que definem as zonas propostas. Perfil litológico de Lima (2002) e da Fundação Paleontológica Phoenix, conforme comunicação pessoal de Souza-Lima (2017).

As primeiras ocorrências, na seção avaliada, das espécies *F.licia* e *G.divaricata*, sobressaem como importantes bioventos auxiliares na distinção desta seção (Köthe, 1990; Fensome *et al*., 2008), particurlamente, a forma *F.licia*, que é comum e possui distribuição mais consistente no intervalo em discussão (17,12-19,8 m), entre as zonas *Disphaerogena carposphaeropsis* e *Cerodinium diebelii*, destacando-se, com distribuição estratigráfica atribuída ao Daniano (Jain *et al*., 1975; Fensome *et al*., 2008).

Concluiu-se em relação às espécies *C.? pyrum*, *S.supparus*, *G.assamica*, conforme citação de alguns trabalhos (Michoux & Soncini, 2004; Fensome *et al*., 2008), que estas podem ser interessantes para o reconhecimento do Paleoceno na área de estudo. Ressalta-se que os referidos táxons requerem um maior detalhamento de suas ocorrências, a partir de futuras avaliações, de forma a prover um maior embasamento em relação ao uso desses dinocistos como possíveis espécies características desse intervalo, na Bacia da Paraíba.

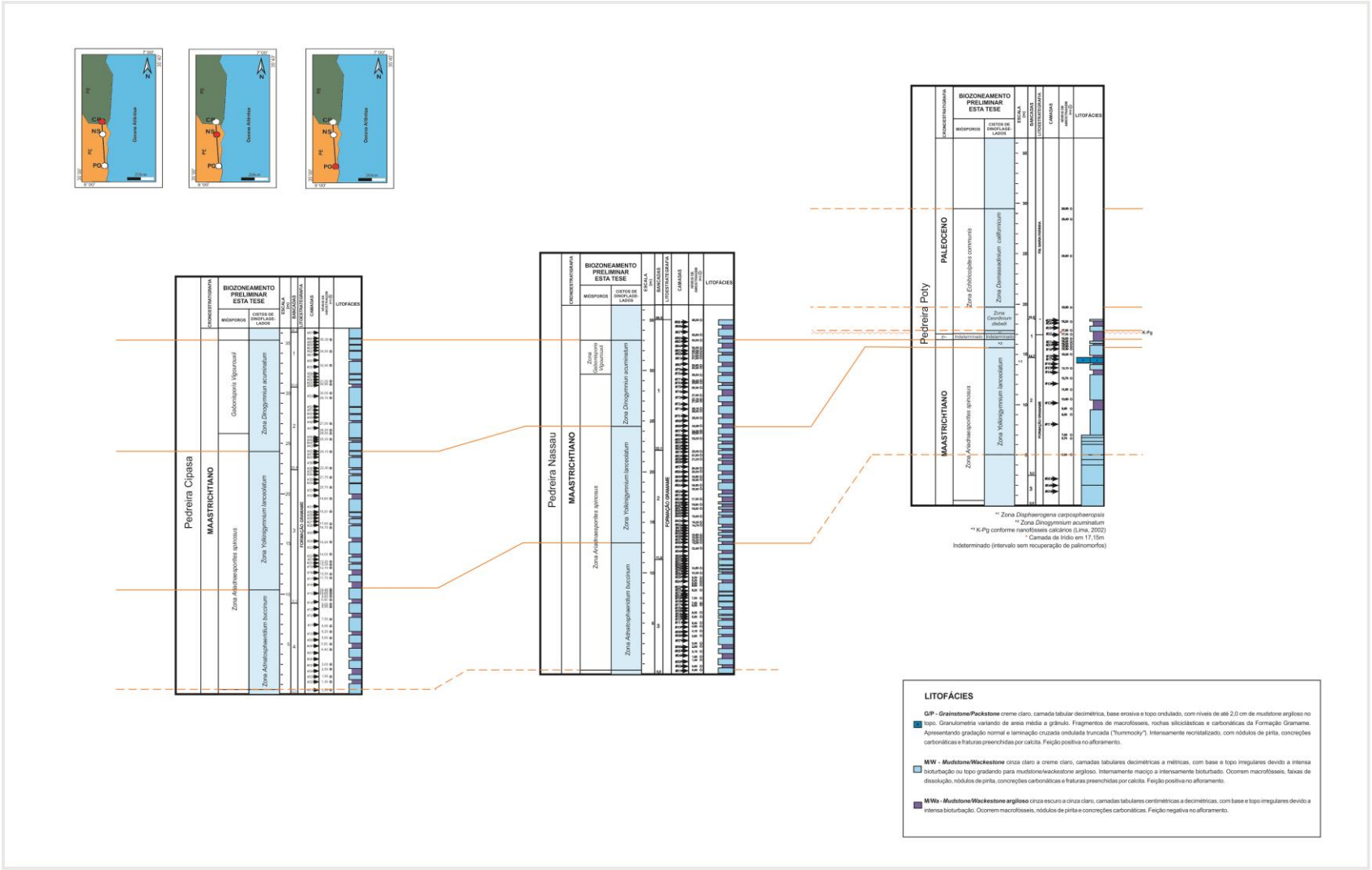
8.4 CORRELAÇÃO BIOCRONOESTRATIGRÁFICA DOS AFLORAMENTOS

A correlação biocronoestratigráfica dos afloramentos avaliados nesta tese pode ser visualizada na figura 8.5, sendo detalhada adiante.

A partir da análise palinoestratigráfica para a área de estudo foi possível diagnosticar, nos afloramentos avaliados, depósitos relativos ao Maastrichtiano superior, e depósitos alusivos ao Paleoceno. O intervalo correspondente ao Paleógeno está presente, apenas, na porção médio-superior da Pedreira Poty. Há relatos na literatura sobre a existência de depósitos representantes desta seção mais nova na Pedreira Nassau (Ilha de Itapessoca), de acordo com Souza (2006). Na corrente pesquisa, nessa pedreira, apenas foram verificados depósitos correspondentes ao Cretáceo superior. Já Albertão & Martins Jr. (2006) destacam a ocorrência de rochas do Paleógeno na área da Ponta do Funil, distante 30 km da Pedreira Poty, localizada ao norte, em direção ao Estado da Paraíba (vide Figs. 1.1 e 1.2, seções 1 e 2, respectivamente).

São apresentadas para a seção maastrichtiana duas zonas de miósporo (zonas *Gabonisporis vigourouxii* e *Adnatosphaeridium spinosus*) e três zonas de cistos de dinoflagelados (*Dinoginogymnium acuminatum*, *Yolkinigymnium lanceolatum* e *Adnatosphaeridium buccinum*). A zona *Dinogymnium acuminatum* marca o topo do Cretáceo (65,50 Ma) e as duas últimas zonas delimitam, na seção em estudo, um Maastrictiano superior mais antigo.

Figura 8.5 – Correlação biocronoestratigráfica dos afloramentos estudados.



Perfis litológicos modificados de Lima (2002). Especificamente a Pedreira Poty apresenta a compilação de dados oriundos de Lima (2002) e dados internos da Fundação Paleontológica Phoenix, disponibilizados a partir de comunicação pessoal de Souza-Lima (2017).

Quanto ao intervalo relativo ao Paleógeno foram propostas quatro zonas, a zona de miósporo *Echitricolpites communis* e as zonas sucessivas *Disphaerogena carposphaeropsis*, *Cerodinium diebelii* e *Damassadinium californicum*, de cistos de dinoflagelados, todas datando o Paleoceno (55,80 Ma).

Os palinomorfos *G.vigourouxii*, *A.spinosus*, *A.magnus*, *C.brasiliensis*, *A. euclaense*, *G. espiritosantensis*, *A. buccinum*, *Dinogymnium* spp, *Yolkinigymnium lanceolatum* definem o intervalo Maastrichtiano. Enquanto os palinomorfos *P.operculatus*, *E.communis*, *Proxapertites* sp., *Disphaerogena carposphaeropsis*, *D.californicum*, *A.circumtabulata*, *C.diebelii*, *F.licia*, *G.divaricata* e *C.diebeli* indicam o Paleoceno. Os táxons *Alisogymnium euclaense, Glaphyrocysta espiritosantensis, F.licia* e *G.divaricata* despontam como possíveis espécies auxiliares para a determinação do Maastrichtiano e Paleoceno na área de estudo e merecem apreciações futuras (Apêndices 1 a 6, Figs. 8.2, 8.3 e 8.4).

A zona *Dinogymnium acuminatum*, pouco representativa, e a ausência da biozona *G.vigourouxii*, no topo da sequência maastrichtiana, na Pedreira Poty, assim como a total ausência de biozonas indicativas do Paleógeno, nas Pedreiras Cipasa e Nassau, sugerem a ocorrência de eventos de natureza diversa, relacionados ao tectonismo intrínseco a cada região e as variações do nível do mar, ocorridos entre o Cretáceo superior e Paleógeno, como serão abordados a seguir.

Pressupõe-se que a Pedreira Poty, no intervalo correspondente à biozona *Dinogymnium acuminatum*, estaria relacionada a um compartimento estrutural mais alto, sendo esta equivalente a uma seção condensada, conforme comunicação pessoal de Souza-Lima (2017). A não detecção da zona *G.vigourouxii*, provavelmente, também está inserida nesse contexto. Após o Turoniano, a Bacia entrou em um processo contínuo de subsidência (Petri, 1987; Feitosa & Feitosa, 1986), e nesse cenário, imagina-se, conforme Barbosa *et al*. (2003), que essa região, na Sub-bacia Olinda, onde localiza-se a Pedreira Poty, e mais próxima ao Lineamento Pernambuco, estivesse mais alta do que a região norte da faixa da bacia (vide Fig. 2.2, seção 2), permanecendo fora do alcance do mar por boa parte do Cretáceo superior, chegando a transgressão, portanto, mais tarde na porção sul da Bacia da Paraíba. Por outro lado, o início do ciclo regressivo ainda no Maaastrichtiano superior (Barbosa *et al*., 2003; Souza-Lima *et al*., 1996) pode ter resultado na deposição de seções consideravelmente mais delgadas na porção mais superior deste intervalo, correlato à zona *Dinogymnium* acuminatum, conforme constatado no corrente estudo. De acordo com Barbosa (2004), esta regressão processou-se de forma rápida, o que pode ser indicativo de um novo

evento de reativação e soerguimento da bacia em estudo, fato que conforme este autor necessita de investigações mais aprofundadas.

Em contrapartida, Barbosa (2004) cita que a ausência de registros do Paleógeno na região mais a norte da Bacia da Paraíba, onde se situam as pedreiras Cipasa e Nassau, é resultado da exposição e erosão diferenciada da plataforma carbonática, que ocorreram em decorrência de comportamentos estruturais inerentes a essa região, a qual estaria localizada em um compartimento estrutural mais alto nesse período. Barbosa (*op.cit*) destaca que a seção paleocênica, relativa à Formação Maria Farinha, estaria restrita aos baixos estruturais, na Sub-bacia Olinda. Nas sub-bacias Alhandra e Miriri esta unidade litoestratigráfica provavelmente teria sido removida por erosão ou impedida de depositar-se devido ao evento de regressão que marcou o Paleoceno, e que foi potencializado por efeito do soerguimento tectônico, caracterizando uma regressão forçada, e mais intensa nestas sub-bacias. Ainda conforme este autor o preenchimento sedimentar processou-se de forma diferenciada dentre as sub-bacias, especificamente na Sub-bacia Olinda, que respondeu de maneira singular aos ciclos transgressivo-regressivos que marcaram a seção maastrichtiana-paleocênica, quando comparada às sub-bacias Alhandra e Miriri, reflexo provavelmente dos efeitos diferenciados do tectonismo. Dados de poços também indicam que os movimentos tectônicos paleocênicos influenciram de certa forma a cobertura carbonática cretácea, porém segundo Barbosa (*op.cit.*) tais eventos carecem de maiores informações a partir de um estudo mais detalhado desses fenômenos.

8.5 LOCALIZAÇÃO DO LIMITE K-Pg NA PEDREIRA POTY

Todos os eventos biológicos descritos a seguir podem ser observados nas tabelas de distribuição bioestratigráfica dos palinomorfos (Apêndices 5 e 6) e na figura 8.4 .

A transição Cretáceo-Paleógeno, na Pedreira Poty, foi observada entre 16,2 e 17,1 m, intervalo equivalente às camadas C a F (Figs. 8.5, 8.6, 8.8 e 8.9), com as últimas ocorrências dos táxons cretáceos, observadas em 16,2 m (camada C). Ressalta-se a ocorrência de um intervalo estéril entre o topo da zona *Dinogymnium acuminatum* (16,2 m) e a base da zona *Disphaerogena carposphaeropsis* (17,11 m), de forma que a referida passagem pode estar no intervalo entre 16,2 e 17,1 m. Este intervalo estéril, possivelmente, está relacionado aos eventos catastróficos que marcaram o limite K-Pg e que podem ter propiciado as condições pouco eficientes para a preservação dos microfósseis, como discutido a seguir, com base em

alguns estudos realizados na seção de interesse. Os níveis sem recuperação de palinomorfos, 16,5 e 17 m, são representativos, respectivamente, das camadas C e D.

De acordo com Albertão & Martins Jr. (2006), o topo da camada C seria o registro final do Cretáceo, e a camada D, a base do Paleógeno, e evidenciam a deposição originada a partir de um tsunami, resultante do impacto extraterrestre de grandes proporções contra a superfície da Terra, exposto e discutido em inúmeros estudos de referência (e.g. Alvarez *et al*., 1980; Hildebrand *et al*., 1991; Albertão 1993; Albertão *et al*., 1994ab; Albertão & Martins Jr. 1996a,b; Albertão & Martins Jr., 2006; Renne *et al*., 2013).

Albertão (1993) destaca, para a camada D, características sedimentológicas indicativas de deposição em ambiente de alta energia, onde ocorreu uma rápida deposição de sedimentos, evidenciada pela granodecrescência ascendente em direção ao topo e granulometria grossa na base dessa camada. Barbosa (2007) destaca para o Maastrichtiano superior a instalação o início de um evento regressivo na Bacia da Paraíba, que teria resultado na instauração de condições de mais alta energia, em ambiente de plataforma interna a sublitoral, onde a paleogeografia era mais rasa (Barbosa *et al*., 2006; Barbosa, 2007).

Entre 16 e 16,2 m foram visualizadas as últimas ocorrências dos táxons típicos do Cretáceo, representados, principalmente, pelo miósporo *G.viogourouxii* e pelos cistos de dinoflagelados do gênero *Dinogymnium*. A espécie *D.californicum* aparece 90 cm acima, em 17,11 m, a partir da última ocorrência dos táxons supracitados, delimitando a base do Paleógeno, na Pedreira Poty.

A localização do limite Cretáceo/Paleógeo ainda é um tema bastante controverso e que vem sendo fortemente discutido no meio científico na busca pela elucidação dos eventos que marcaram essa passagem, sendo esta estabelecida em diferentes níveis estratigráficos, conforme diferentes estudos e métodos (Fig. 8.7), como detalhado a seguir.

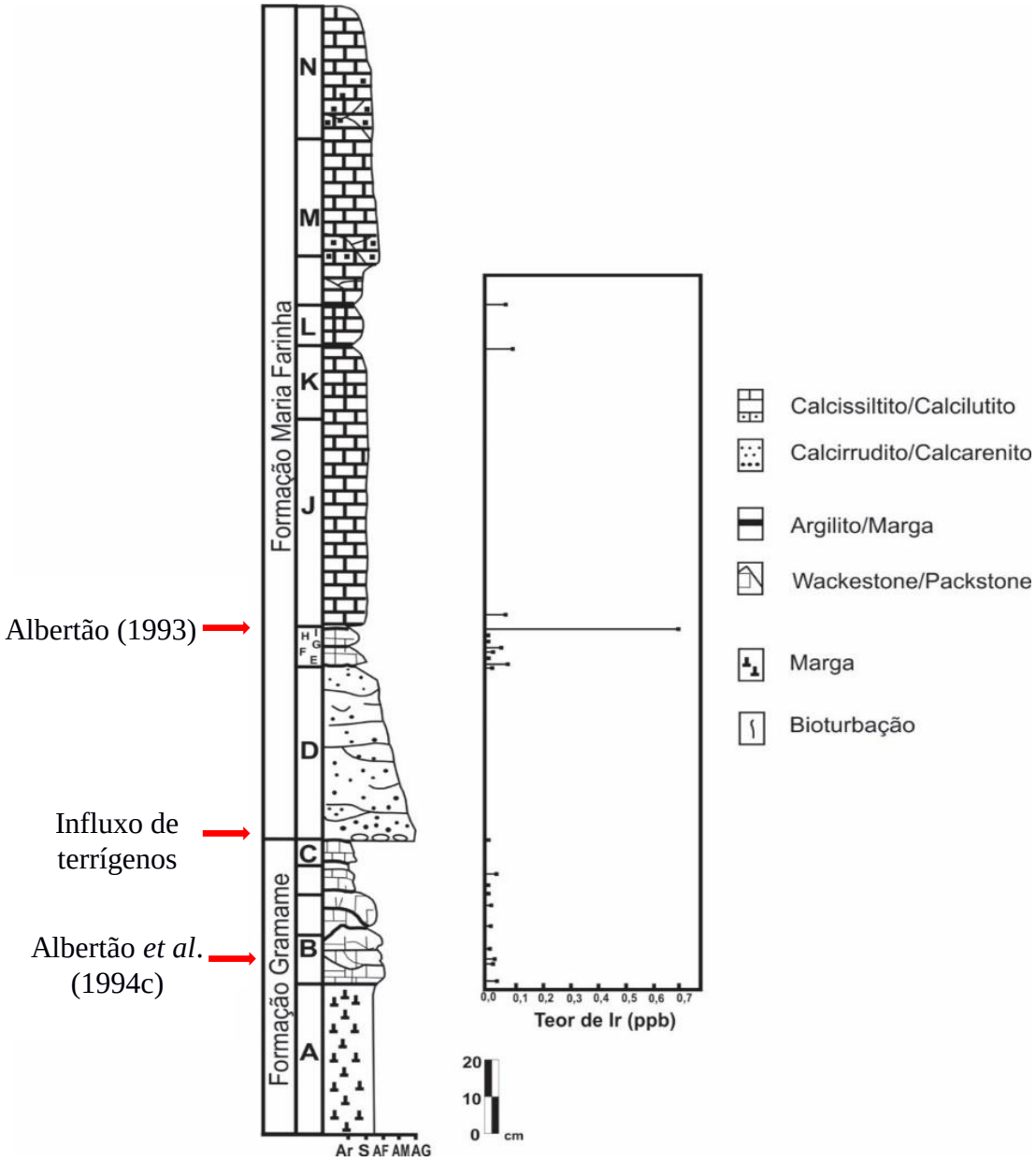
A primeira localização do limite K-Pg foi abordada por Albertão (1993), que determinou este nível na camada I, a partir de evidências micropaleontológicas e geoquímicas, principalmente, a anomalia do irídio. Outra localização foi o topo da camada B, determinada a partir da confirmação de ocorrências de foraminíferos planctônicos danianos (Albertão *et al*., 1994c; Koutsoukos, 1996; Koutsoukos, 1998).

Estudos baseados nos nanofósseis calcários indicam a localização da passagem K-Pg entre as camadas C e D (Lima *et al*., 2002 e Andrade *et al*., 2010), consoante Albertão & Martins Jr. (2006). Já no presente trabalho as primeiras formas danianas apareceram na camada F (17,11 m), onde foi estabelecida a base do Paleógeno (Fig.8.6), 11 cm acima da camada D (17,00 m), onde não houve registros de palinomorfos e 4 cm abaixo da camada de

irídio ou camada I (17,15 m), onde foi demarcado inicialmente o limite K-Pg por Albertão (1993), conforme já mencionado.

Uma estimativa visual da matéria orgânica presente na lâmina palinológica pertinente à elevação de 17,00 m demonstrou uma quantidade expressiva de matéria orgânica lenhosa, de provável origem continental, que sugere uma importante mudança no ambiente deposicional, que resultou em um maior aporte de material terrígeno (Fig. 8.6).

Figura 8. 6 – Localização do limite K-Pg, conforme Albertão (1993) e Albertão *et al*. (1994c).



É apontado também a localização desta passagem nesta tese e o importante influxo de terrígenos observado na camada D. No presente estudo, a transição K-Pg está entre as camadas C e F. Fonte: modificado de Albertão (1993); Albertão *et al*. (1994).

O aumento no influxo de terrígenos evidencia a tendência regressiva que se instaurou na bacia em estudo, notadamente, no Paleoceno inferior (Lima & Koutsoukos, 2002; Fauth & Koutsoukos, 2002; Albetão & Martins Jr., 2006; Koutsoukos, 2006; Neumann *et al*., 2009). Diante disso, o nível 17 m, na seção avaliada, representaria o presumível início de um ciclo regressivo, destacado na porção mais inferior da Formação Maria Farinha.

A situação controversa e ambígua, acima exposta, a respeito das diversas interpretações quanto à localização do K-Pg, foi anteriormente abordada por Albertão & Martins Jr. (1996a), que mencionam a possibilidade de contaminação pós-deposional através de biortubação, a partir de processos biogênicos, a qual propiciou a migração de microfósseis de estratos mais recentes para estratos mais antigos, espisódio já comprovado em outras localidades avaliadas do limite K-Pg, conforme Albertão (1993).

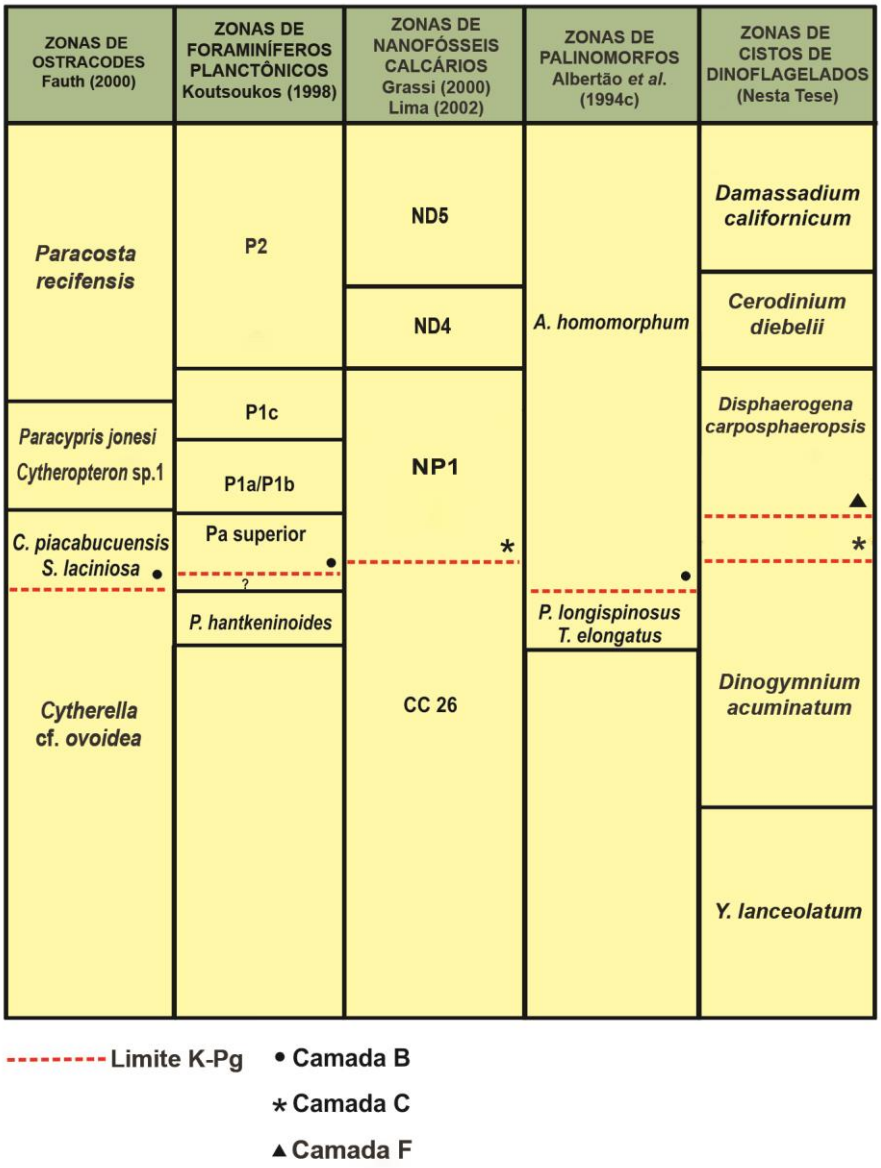
Mencionam-se, além disso, os eventos erosivos e os resultantes episódios de retrabalhamento que marcaram a passagem K-Pg. No corrente estudo, evidências de retrabalhamento de depósitos maastrichtianos foram observadas nas camadas limites (camada F) e no topo do afloramento, indentificado a partir da ocorrência do esporo *Gabonisporis vigourouxii* (17,11 e 29,5 m), tipicamente maastrichtiano, na zona *Echitricolpites communis*, do Paleógeno. De acodo com Albertão & Martins Jr. (2006), evidências geológicas e geoquímicas nas camadas que constituem o limite K-Pg apontam para a ocorrência de um evento catastrófico nas proximidades dessa passagem. A base da camada D é marcada por uma abrupta base erosiva (contato lítico entre as formações Gramame e Maria Farinha), que demarca o início do referido evento de ordem catastrófica, tendo as camadas E a I, como os registros prováveis de seu final. Para Albertão (1993) e Albertão & Martins Jr. (1996a), os processos deposicionais envolvidos na formação da camada D são avaliados como decorrentes da provável atuação de um tsunami. Conforme Albertão & Martins Jr. (*op.cit*.), dentre outras implicações, este evento teria provocado um forte retrabalhamento de sedimentos, singularmente, nas camadas D e M. Como resultado deste cenário, fósseis mais antigos e fósseis *in situ*, mais novos, podem aparecer fortemente misturados nas camadas do limite K-Pg (Camadas D-H).

8. 6 CORRELAÇÕES COM O MÉTODO DOS NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS

A correlação do zoneamento proposto por palinologia com outros métodos bioestratigráficos foi realizada para prover calibração à seção em estudo, na qual foi empregado o método de nanofósseis calcários (Fig. 8.8).

Ressalta-se que foi realizada a integração e correlação com as zonas de nanofósseis calcários, da seção maastrichtiana, representada nos afloramentos Cipasa e Nassau. Essas biozonas foram determinadas com base nas mesmas amostras analisadas por palinologia, nesta tese. A datação desses aforamentos, por nanofósseis calcários, encontra-se disponível em Lima (2002), e foi efetuada com base no zoneamento internacional de Perch-Nielsen (1985). Na Pedreira Poty, essas relações foram inferidas, em decorrência das análises para ambos os métodos (palinologia e nanofósseis calcários) terem sido realizadas em amostras distintas.

Figura 8.7 – Correlação das zonas de cistos de dinoflagelados conforme esta tese com outros zoneamentos realizados na seção K-Pg da Pedreira Poy.



Evidencia as divergências observadas quanto à localização deste limite. Fonte: modificado de Fauth (2000).

Com base nos dados supracitados, depreende-se, para o Cretáceo superior, que os topos das zonas *Dinogymnium acuminatum* e *Yolkinigymnium lanceolatum* são correlatos à zona de nanofósseis calcários CC26, equivalente ao Maastrichtiano, de Perch-Nielsen (1985). Já a zona *Adnatosphaeridium buccinum* mostrou boa correlação com a zona de nanofósseis calcários CC 25 A, de Perch-Nielsen (*op.cit*.), cujo topo é correlacionado a esta zona. Na Pedreira Poty a correlação inferida com os dados de nanofósseis calcários demonstrou que a zona *Disphaerogena carposphaeropsis* é equivalente à zona NP1 de Martini (1971), do Daniano, estabelecida nessa seção por Lima *et al*. (2002). No zoneamento internacional de Powell (1992), entretanto, as espécies-guias *Disphaerogena carposphaeropsis*, *Cerodinium diebelii* e *Damassadinium californicum* possuem suas últimas ocorrências relacionadas ao Thanetiano, equivalente às zonas NP5 e NP7 de nanofósseis calcários, de Martini (*op.cit*).

Ressalta-se que Lima (*op.cit*.) não contemplou toda a seção da Pedreira Poty equivalente ao Paleógeno, ademais o limite K-Pg foi delimitado em 14,2 m. No presente trabalho, as últimas formas do Maastrichtiano foram verificadas em 16,2 m e as primeiras formas do Paleógeno em 17,11 m, sendo delimitada a transição K-Pg, neste intervalo, por palinologia, conforme discutido anteriormente (item 8.5).

Alguns autores analisaram a situação supramencionada, na tentaiva de buscar explicações para as divergências verificadas quanto à localização deste limite, as quais foram mais detalhadamente abordadas no item 8.4, desta seção.

Dentre as constatações sobre as referidas questões, Albertão & Martins Jr. (2006) destacaram prováveis alterações na sucessão original da biota atribuídas aos eventos catastróficos que marcaram a passagem K-Pg. Outro ponto a ser considerado diz respeito aos diferentes padrões de extinção durante essa transição apresentados pelos diversos grupos de microfósseis diante da progressiva redução da diversidade biótica durante o Maastrichtiano, abordados em alguns estudos de referência (Keller & MacLeod, 1995; MacLeod *et al*., 1997), de forma que a natureza seletiva das extinções possivelmente relaciona-se, em parte, às importantes mudanças oceanográficas globais e de longo prazo que ocorreram neste intervalo (Keller & Macleod, 1995). Brinkhuis & Zachariasse (1988) mencionam que os dinoflagelados não apresentaram taxas aceleradas de extinção diante de tais mudanças, embora tenham sido observadas modificações drásticas nas associações palinológicas através do limite K-Pg. Por outro lado o grupo dos foraminíferos planctônicos mostrou uma extinção significativa das espécies cretáceas, precedida por uma diminuição efetiva de suas abundâncias no topo do Maastrichtiano na seção El Kef, noroeste da Tunísia.

8.7 CORRELAÇÕES COM OUTRAS BACIAS BRASILEIRAS

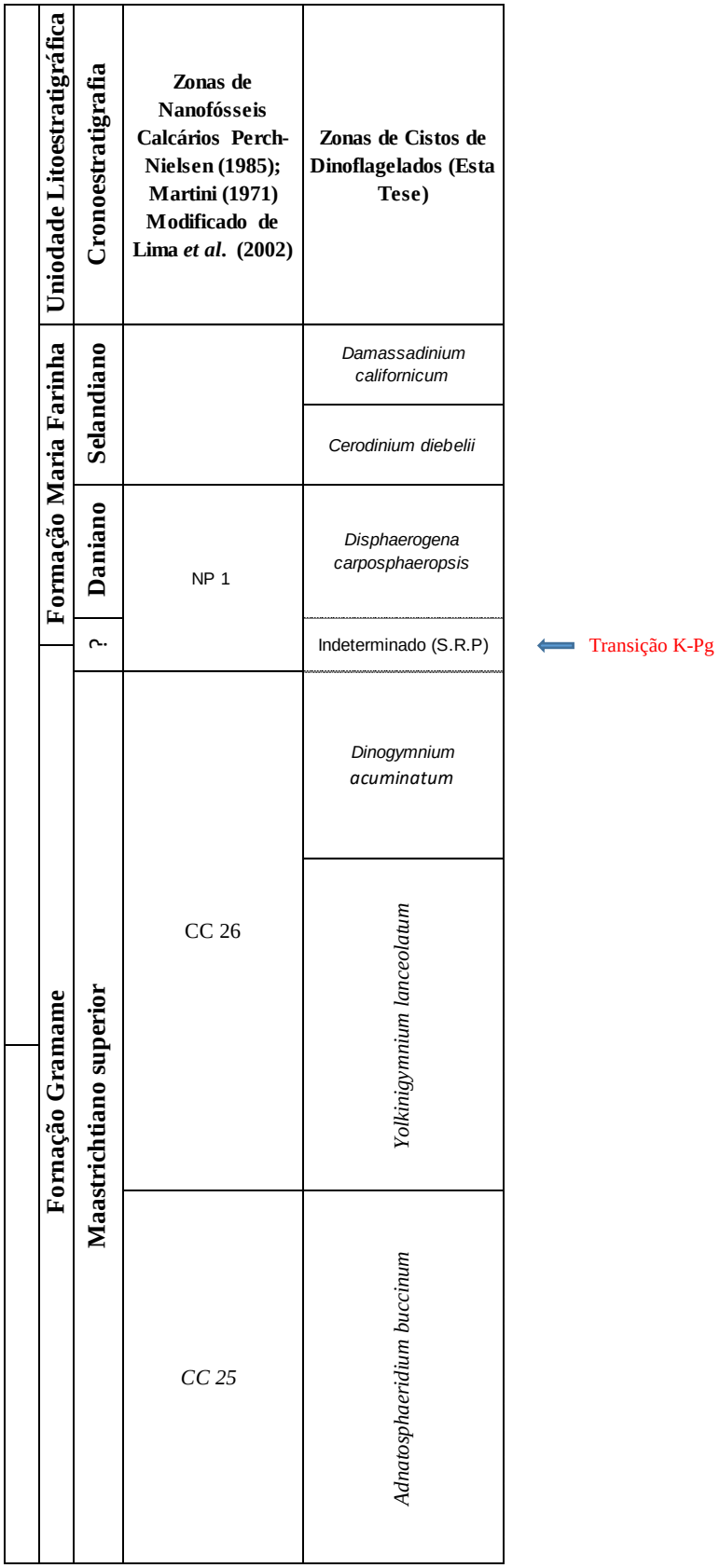
O zoneamento proposto para a área de estudo pode ser correlacionado com alguns arcabouços de referência, tais como Arai & Botelho-Neto (1996), Lana & Roesner (2002), Ferreira (2004) e Fauth *et al*. (2012), conforme apresentado na figura 8.9.

Arai & Botelho-Neto (1996) propuseram para as bacias brasileiras da margem sudeste uma sucessão de três zonas de cistos de dinoflagelados: *Yolkinigymnium* spp., *Xenascus ceratioides* e *Dinogymnium* spp. Destas, apenas a zona *Xenascus ceratioides* é ausente na área de estudo.

Na margem equatorial, a espécie guia *Xenascus ceratioides* foi observada, porém, de forma extremamente esporádica, o que inviabilizou o reconhecimento desta biozona, conforme constatado por Lana & Roesner (2002). Estes autores, entretanto, alcançaram o estabelecimento, nas bacias da margem equatorial, das zonas sucessivas *Yolkinigymnium* sp. e *Dinogymnium* spp., assim como realizado no corrente estudo, o que comprova que estes eventos são comuns também à margem leste. Nesta tese foi possível estabeler uma zona mais basal com topo abaixo da zona *Yolkimigymnium lanceolatum*, a zona *Adanatosphaeridium buccinum*, potencialmente correlacionável à zona *Cribroperidium cf. wetzelii*, de Lana & Roesner (*op.cit*.). Na Bacia de Santos, da mesma forma, Fauth *et al*. (2012) determinaram, para a seção maastrichtiana, as zonas *Yolkinigymnium lanceolatum* e *Dinogymnium* spp., corroborando os trabalhos supracitados, assim como as zonas de cistos de dinoflagelados aqui propostas. Além destas zonas, Fauth *et al*. (*op.cit*) estabeleceram também a zona de miósporo *Gabonisporis vigourouxii*, para o Maastrichtiano superior, semelhantemente definida e caracterizada para Bacia da Paraíba, de acordo com a corrente pesquisa palinológica. Além desta, para o Maastrichtiano superior, foi estabelecida, adicionalmente, a zona *Ariadnaesporites spinosus*, com topo abaixo da zona *Gabonisporis vigourouxii*.

Regali (1991), em estudo palinológico realizado nas bacias costeiras, principalmente, na Bahia e Maranhão, reconheceu em comum com a área de estudo, os táxons *D.acuminatum*, *Dinogymnium digitus*, *A.euclaense* e *C. diebelii*, com extinção destes no topo da zona *Tricornites elongatus* (Regali *et al*., 1974), do Maastrichtiano. Dos táxons supracitados, nesta tese, apenas o cisto *C.diebelii* não demonstrou extinção no topo do Maastrichtiano, ultrapassando o limite K-Pg, fazendo-se presente também no Paleógeno.

Figura 8.8 – Correlação das zonas de cistos de dinoflagelados com as zonas de nanofósseis calcários.



Para o Paleógeno, essa correlação é inferida a partir dos dados bioestratigráficos da Pedreira Poty. Intervalo indeterminado (S.R.P) – sem recuperação de palinomorfos.

Lana & Botelho-Neto (1989), a partir de dados de poços das bacias Potiguar e Santos, caracterizaram o limite K-Pg da Bacia Potiguar a partir da associação composta pelos gêneros *Dinogymnium, Aquilapollenites, Crassitriapertites* e *Crassitricolporites*, também observada na Bacia da Paraíba, de acordo com este trabalho. Além destas formas, foram visualizados na seção marinha (Coniaciano/Santoniano-Paleoceno) vários cistos atribuídos ao gênero *Palaeocystodinium* e a espécie *C.diebelii*, na Bacia Potiguar, igualmente, registrados na seção avaliada nesta tese. Já no Neocretáceo da Bacia de Santos são reportadas pelos autores acima citados as ocorrências de algumas formas em comum com a seção maastrichtiana da bacia em estudo, a exemplo dos gêneros *Cerodinium*, *Palaeocystodinium* e *Andalusiella*, e especificamente, a forma *P.lidiae*. Para a seção em questão foi definida por Lana & Botelho-Neto (*op.cit*.) a zona *Tricornites elongatus*, do Maastrichtiano, de Regali *et al*. (1974), a partir das ocorrências do cisto de dinoflagelado *Dinogymnium acuminatum* e do pólen *Crassitricolporites brasiliensis*, ambas, semelhantemente, registradas no Maastrichtiano superior da Bacia da Paraíba. Em relação à zona *Tricesticillus* sp., relacionada ao Campaniano-Maastrichtiano inferior, e sugerida de forma informal por Lana & Botelho-Neto (*op.cit*.), esta não foi verificada na área de estudo em decorrência da ausência da forma guia *Triscesticillus* sp., nos depósitos maastrichtianos. Quanto à seção paleocênica da Bacia de Santos, foi destacada a zona *Apectodinium homomorphum*, caracterizada pelas ocorrências das espécies guias *A.homomorphum* e *E.communis* (Lana & Botelho-Neto, *op.cit*.), sendo o diocisto *A.homomorphum* não observado em seção correlata avaliada na Pedreira Poty, com registro apenas do miósporo *E.communis*.

Arai (1994) caracteriza o Cretáceo superior da Bacia de Campos com base na associação composta pelos cistos do gênero *Dinogymnium* e pela espécie *Yolkinigymnium lanceolatum*, além dessas espécies é destacada como ocorrência comum às seções avaliadas nesta tese, a espécie *Disphaerogena carposphaeropsis*, sendo sua primeira ocorrência registrada no Maastrichtiano superior por aquele autor, na Bacia de Campos. O cisto *D.carposphaeropsis* também foi observado previamente na seção da Pedreira Poty, relativa ao K-Pg, por Sarkis *et al*. (2002), assim como os táxons *Dinogymnium* spp. e *Y.lanceolatum*, ambos extintos no topo do Cretáceo, conforme os últimos autores. No corrente estudo, todavia, o cisto *Y.lanceolatum* mostrou última ocorrência abaixo do nível onde foi observada a última ocorrência das formas incluídas no gênero *Dinogymnium*, que delimita o topo do Maastrichtiano terminal, bioeventos cronocorrelatos com os zoneamentos propostos para a margem sudeste (Botelho-Neto, 1996; Arai & Botelho-Neto, 1996, Fauth *et al*., 2012) e equatorial (Lana & Roesner, 2002).

Figura 8.9 – Correlação da seção Maastrichtiano/Paleoceno da Bacia da Paraíba com outras bacias brasileiras.

Cronoestratigrafia											
	Botelho Neto (1996) / Arai & Botelho (1996) Margem Sudeste	Bacia de Santos Fauth *et al*. (2012)		Ferreira (2004) Sub-bacia de Sergipe		Lana & Roesner (2002) Margem Equatorial	Sarkis (2002) Sarkis *et al*. (2002)	Regali *et al*. (1974) Bacias Sedimentares Brasileiras	Bacia da Paraíba (Esta tese)	
	Cistos de dinoflag.	Miósporos		Miósporos	Cistos de dinoflag.	Cistos de dinoflag.	Cistos de dinoflag.	Cistos de dinoflag.	Cistos de dinoflag.	Miósporos
THANETIANO					*Muratodinium fibriatum*					
SELANDIANO	*Apectodinium homomorphum*			*Echtricolpites communis*	*Apectodinium hyperacanthum*			*Apectodinium homomorphum*	*Damassadinium californicum*	*Echitricolpites communis*
					Cerodinium diebelii				*Cerodinium diebelii*	
DANIANO							Intervalo II		*Disphaerogena carposphaeropsis*	
	Phelodinium magnificum						Indeterminado		Indeterminado	Indeterminado ← K-Pg
MAASTRICHTIANO SUPERIOR	*Dinogymnium* sp.	*Dinogymnium* spp.	*Gabonisporis vigourouxii*	*Gabonisporis* sp.	*Dinogymnium* spp.	*Dinogymnium* spp.	Intervalo I	*Proteacidites longispinosus*	*Dinogymnium* spp.	*Gabonisporis vigourouxii*
	Xenascus ceratioides								*Yolkinigymnium lanceolatum*	*Ariadnaesporites spinosus*
	Yolkinogymnium sp.	*Yolkinigymnium lanceolatum*				*Yolkinigymnium* spp.		*Tricornites elongatus*	*Adnatosphaeridium buccinum*	
						Cribriperidinium cf. *wetzelii*				

Destaca-se o limite K-Pg, conforme esta tese. Escala do tempo de acordo com Gradstein *et al*. (2004).

Na Sub-bacia de Sergipe, Ferreira (2004) destaca em zoneamento proposto para a Área do baixo de Mosqueiro, a ocorrência da zona *Cerodinium diebelii*, delimitando o Selandiano nesta Sub-bacia, com topo dentro da zona de nanofósseis calcários NP5 (Martini, 1971), a qual também foi verificada na porção mais superior da Pedreira Poty, conforme este trabalho. Além destas, foram delimitadas, para o Paleógeno da Bacia da Paraíba, a zona *Disphaerogena carposphaeropis*, com topo abaixo da zona *Cerodinium diebelii* e a zona *Damassadinium californicum*, com topo acima desta última biozona.

Junto com a espécie *A.circumtabulata*, a forma *P.lidiae* foi sugerida no presente trabalho como espécie acessória importante para a delimitação do Paleoceno, conforme observado também por Ferreira (2004), para a Sub-bacia de Sergipe. Sarkis *et al*. (2002) também observaram as espécies *A.circumtabulata* e *D.califorcicum*, destacadas pelos autores como espécies importantes na caracterização da associação delimitada para a seção daniana da Pedreira Poty, na Bacia da Paraíba.

8.8 CORRELAÇÃO COM OUTRAS SEÇÕES NO MUNDO

Nesta etapa, foi realizada uma análise comparativa entre as associações palinológicas apresentadas para a área de estudo e as registradas em outras regiões do mundo, no intervalo Maastrichtiano-Paleoceno, quanto à distribuição estratigráfica e paleogeográfica das principais formas guias e características, para a seção avaliada. Foram ponderadas as seções localizadas em faixas latitudinais mais próximas ao contexto da Bacia da Paraíba, no intervalo de interesse, considerando que a distribuição estratigráfica dos cistos de dinoflagelados sofre o controle efetivo da latitude, conforme destacado por Williams *et al*. (2004), que advogam que as amplitudes estratigráficas das espécies incluídas nesse grupo de microfósseis raramente são síncronas entre as diversas regiões do globo onde ocorrem.

A figura 8.10 apresenta as localidades onde foram destacadas as associações presentes no intervalo em estudo, e semelhantes à associação observada no presente trabalho.

Figura 8.10 – Localidades consideradas no estudo comparativo da seção avaliada com outras seções.

MAASTRICHTIANO SUPERIOR	PALEOCENO
Senegal (Jain & Millepied, 1975), **Gabão** (Boltenhagen, 1977), **sul da África** (Mclachlan & Pieterse, 1978), **México** (Helenes, 1984), **sul da Índia** (Mehrotra & Sarjeant, 1987), **Egito** (Scharank, 1984; 1987); **noroeste da Tunísia** (seção El Haria/ El Kef, Brinkhuis & Leereveld, 1988; Brinkhuis & Zachariasse, 1988; seção d'Ellès, M'Hamdi *et al*., 2012), **Nigéria** (Oloto, 1989), **Colômbia** (Duênas Jiménez, 1989), **Venezuela** (Corpoven, 1994), **Bacia do Colorado, Argentina** (Quattrocchio & Sarjeant, 1996), **sul da Província de Mendonza**, **Argentina, Formação Jagüel, Perfil Cerro Butaló** (Prámparu & Papú, 2002), **Bacia Neuquén, Argentina**, (Palamarczuk, 2002); **Tanzânia** (Pearson *et al*., 2004), **Gana** (Oboh-Ikuenobe, 2005) e **Marrocos** (Slimani *et al*., 2010; Slimani & Toufiq, 2013),	**noroeste da Tunísia** (seção El Haria/ El Kef, Brinkhuis & Leereveld, 1988; Brinkhuis & Zachriasse, 1988), **México** (Helenes, 1984), **Austrália** (Helby *et al*., 1987), **sul da Índia** (Mehrotra & Sarjeant, 1987), **Senegal** (Jan du Chêne, 1988), **Israel** (Eshet et al., 1992), **Venezuela** (Corpoven, 1994), **Bacia do Colorado, Argentina** (Quattrocchio & Sarjeant, 1996), **Costa do Marfim** (Masure *et al*., 1998), **Gana** (Masure *et al*., 2005; Awad & Oboh-Ikuenobe, 2016), **região costeira da Tanzânia** (Pearson *et al*., 2004) **Patagônia, Argentina** (Barreda *et al*., 2012), **Marrocos** (Slimani *et al*., 2010; Slimani & Toufiq, 2013), **nordeste da Tunísia, seção d'Ellès** (M'Hamdi *et al*., 2012).

9 ANÁLISE PALEOECOLÓGICA E INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL

Este capítulo aborda os aspectos paleoecológicos e paleoambientais na seção Cretáceo superior e Paleoceno, a partir da interpretação das tendências das curvas de abundância e diversidade, dos diversos grupos de palinomorfos ao longo dos afloramentos avaliados na presente tese. Contrapondo estes dados com o que existe disponível na literatura sobre o valor paleoecológico dos palinomorfos, foi possível determinar características importantes do ambiente deposicional, no intervalo de interesse.

Ressalta-se, nesta etapa da pesquisa, a análise da distribuição de associações características de cistos de dinoflagelados (ecogrupos), ao longo das seções avaliadas, sendo estes grupos potenciais indicadores de ambientes marinhos, desde o nerítico interno a oceânico, conforme reconhecido em diversos estudos de referência (e.g. Brinkhuis, 1994; Jaramillo & Oboh-Ikuhenobe, 1999; Van Mourik & Brinkhuis, 2001; Sluijs et al., 2005; Pross & Brinkhuis, 2005).

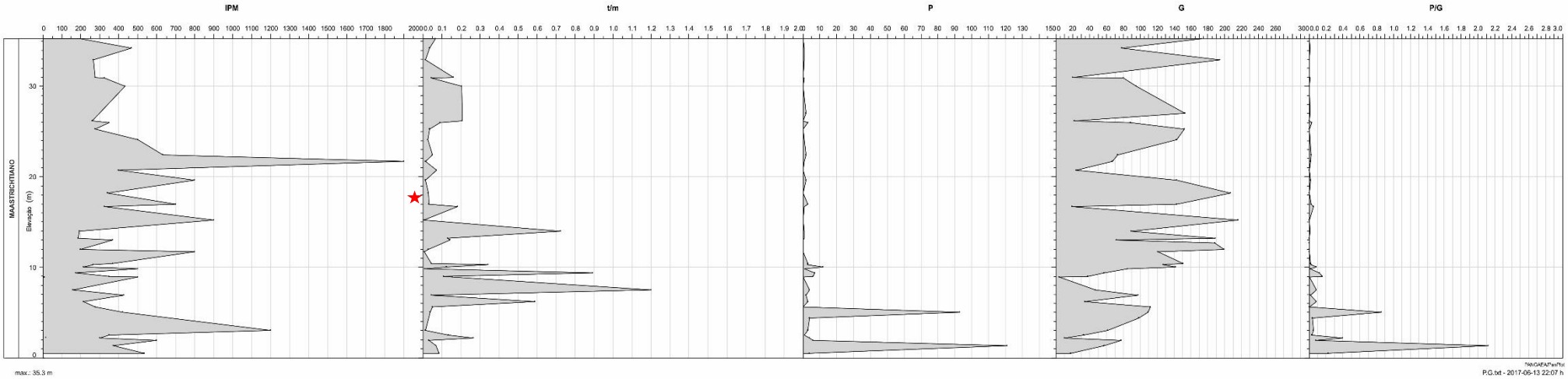
As associações de cistos de dinoflagelados determinadas na seção Cretáceo/Paleógeno da Bacia da Paraíba foram correlacionadas com outras bacias, com destaque para aquelas localizadas em baixas latitudes, a fim de prover informações sobre a paleoecologia e os padões de distribuição destes microfósseis.

9.1 PEDREIRA CIPASA

9.1.1 Integração e interpretação dos dados

Os dados palinológicos obtidos apontam, para a porção médio-inferior da Pedreira Cipasa, entre 5 e 14 metros, uma maior influência de sedimentos continentais, corroborado pelos valores menos expressivos do índice IPM, ou índice de marinidade, e valores mais significaticos do índice t/m, ou índice de continentalidade, com o estabelecimento de fácies marinhas proximais no referido intervalo (Fig.9.1).

Figura 9.1 – Representação das tendências das curvas relativas aos índices de diversidade t/m (índice de continentalidade), IPM (índice de marinidade) e P/G (razão cistos peridinioides/cistos gonyaulacoides), na Pedreira Cipasa.



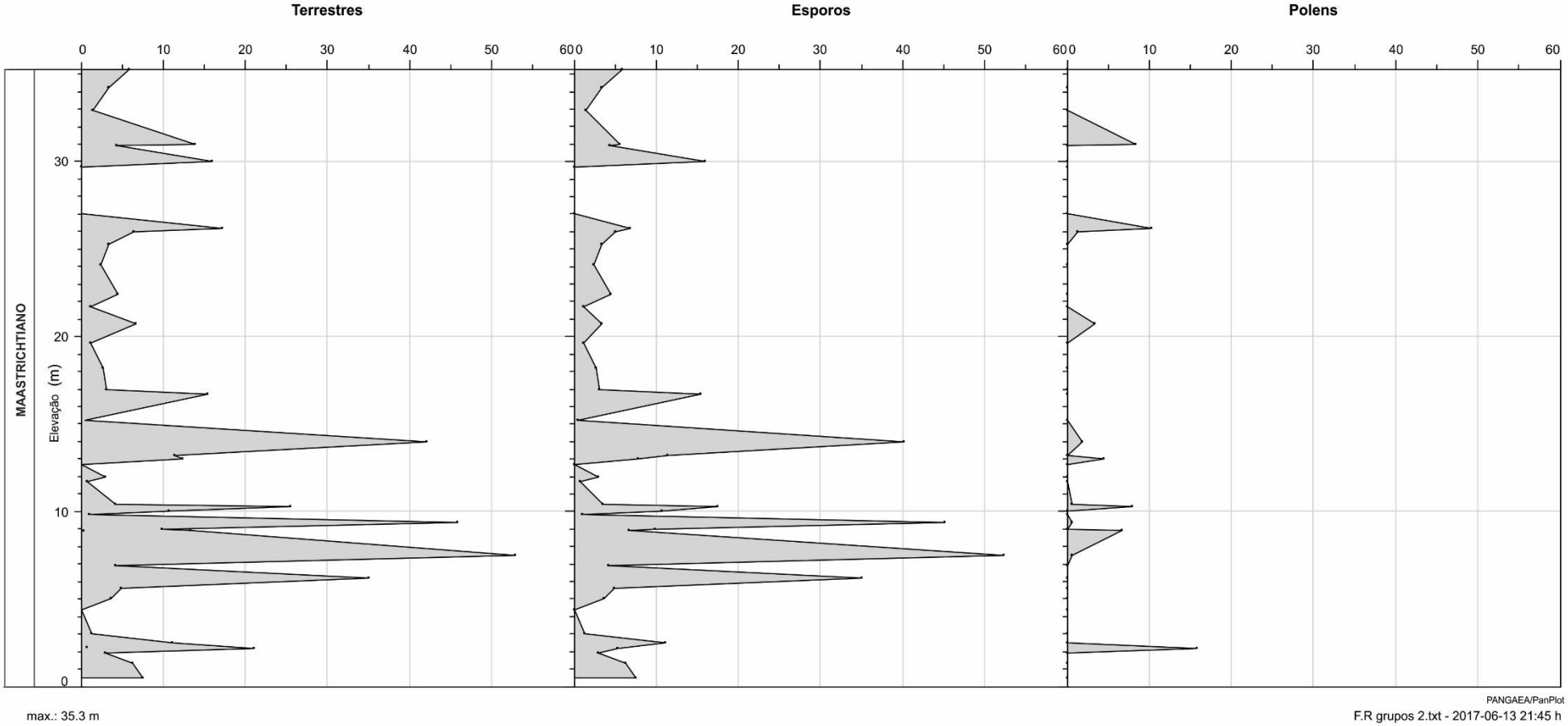
Estes parâmetros inferem as variações do nível do mar e paleoprodutividade no ambiente deposicional.

★ Baixas frequências de palinomorfos terrígenos.

Helenes *et al*. (1998), em estudos realizados na área de Barinas, Venezuela Ocidental, sugerem que os valores baixos do índice de marinidade são indicativos da influência marcante do continente no ambiente deposicional, inferindo uma maior proximidade da linha de costa. Em seções do Cretáceo superior da Bacia Este, na Vezenuela, Helenes & Somoza (1999), estabeleceram que os valores abaixo de 250, assim como os observados para boa parte dos níveis amostrados no intervalo supramencionado (valor médio 329,8 para o intervalo 5-14m), indicam um maior influxo de água doce, inferindo ambientes parálicos a batiais. Os números mais elevados da razão t/m, para a mesma seção, corroboram a interpretação dos autores supracitados, cujos valores mais expressivos são também sugestivos de forte influência do continente no ambiente deposicional, e relacionam-se a um evento progradacional, de acordo com Prauss (2001). Entre 0,5 e 5 m, os valores de IPM são mais expressivos (valor médio 559,1), e o inverso é observado para o índice t/m, determinando-se, para essa porção mais basal, um aporte menos significativo do continente. Para a porção médio-superior, entre 14 e 24 m, foram relatados os maiores valores quanto ao índice IPM (valor médio 722,1), e os menores números quanto a razão t/m, para o mesmo intervalo. Já entre 24 e 33,5 m, estes parâmetros mostram um crescente influxo de terrígenos no topo, com a curva relativa ao índice de marinidade exibindo tendência decrescente. Este incremento de elementos terrígenos nessa seção mais superior, entretanto, não se mostra tão efetivo quanto o verificado para a porção médio-inferior da Pedreira Cipasa, no intervalo 5-14 m (Fig.9.1). Os valores mais representativos do índice IPM inferem condições marinhas normais, de acordo com Helenes *et al*. (*op.cit*.). Os valores altos de IPM, acima de 500, são relacionados a condições marinhas de deposição, em ambientes neríticos (Helenes & Somoza, *op.cit*.).

Por outro lado, o maior ou menor influxo de terrígenos no sítio deposicional, além de indicar a distância da linha de costa, fornece importantes indícios sobre as variações de umidade ao longo da seção em estudo, e, portanto, indicam um aumento considerável da umidade entre 5 e 14 m, conforme dados descritos acima (Fig.9.1). Os picos expressivos de abundância de esporos de pteridófitas, neste intervalo, reforça esta interpretação (Figs. 9.2 e 9.3). Conforme Arai & Coelho (2001), estes elementos possuem uma relação intrínseca com climas subtropicais úmidos.

Figura 9.2 – Representação das tendências das curvas de frequência relativa (percentuais) dos grupos de palinomorfos terrestres (alóctones), na Pedreira Cipasa, com destaque para os esporos de pteridófitas.

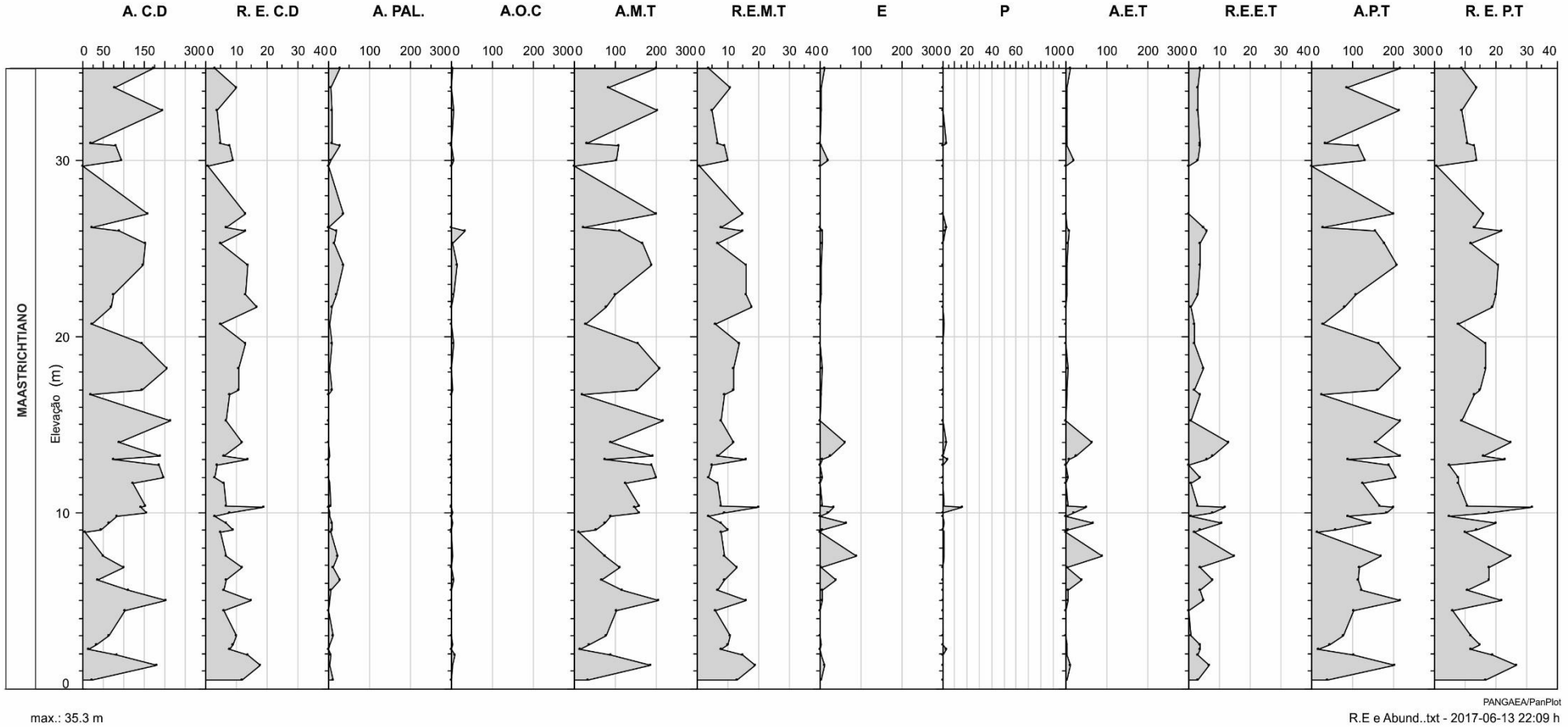


Lima (2002) destaca, com base nos parâmetros geoquímicos encabeçados pelos grupos SiO_2 e CaO, para o intervalo supramencionado, climas predominantemente mais úmidos, que se tornam evidententemente mais secos em direção ao topo, assim como foi verificado nesta tese, e demonstrado pelos números menos expressivos dos elementos alóctones na seção sobrejacente (14-24 m). Lima (*op.cit*.) destaca que o aspecto serrilhado das curvas que representam aqueles parâmetros (grupos SiO2 e CaO) indica as fortes oscilações entre climas mais úmidos e mais secos, observadas na seção basal-intermediária do afloramento em questão. Estas oscilações também são notáveis, no intervalo 5-14 m, nas curvas representativas dos índices t/m, abundância e riqueza específica de miósporos, sendo indicativas das referidas variações de umidade no ambiente deposicional (Figs. 9.1 e 9.3).

Para as análises do índice IPM, acima consideradas, outros grupos de palinomorfos marinhos foram importantes, principalmente, o representado pelos palinoforaminíferos, que demonstraram uma maior relevância (valor médio de abundância, 22) entre 23 e 27 m, onde os miósporos mostraram-se pouco expressivos (Fig.9.3). Em pesquisa palinológica realizada em sedimentos atuais, na região do delta do rio Orinoco, na Venezuela, Golfo de Paria, e regiões plataformais adjacentes, Muller (1959) verificou que o padrão de distribuição dos palinoforaminíferos evidenciou maiores concentrações destes palinomorfos em ambientes marinhos plataformais, em comparação com ambientes sedimentares estuarinos e litorâneos sob forte influência de sedimentação deltáica, onde estes são praticamente ausentes, conforme Traverse (1988). Ramirez (2004) concluiu a partir de estudos realizados na seção eocênica da costa leste do lago Maracaibo, na Venezuela, que estes palinomorfos estariam relacionados às condições plataformais mais externas. Tais interpretações corroboram as baixas frequências de palinoforaminíferos (valores médios de abundância 6,9-9,3) para a porção inferior da Pedreira Cipasa, especialmente entre 5 e 14 m, onde foi verificado um influxo de terrígenos mais relevante (Fig.9.1 e Fig.9.3).

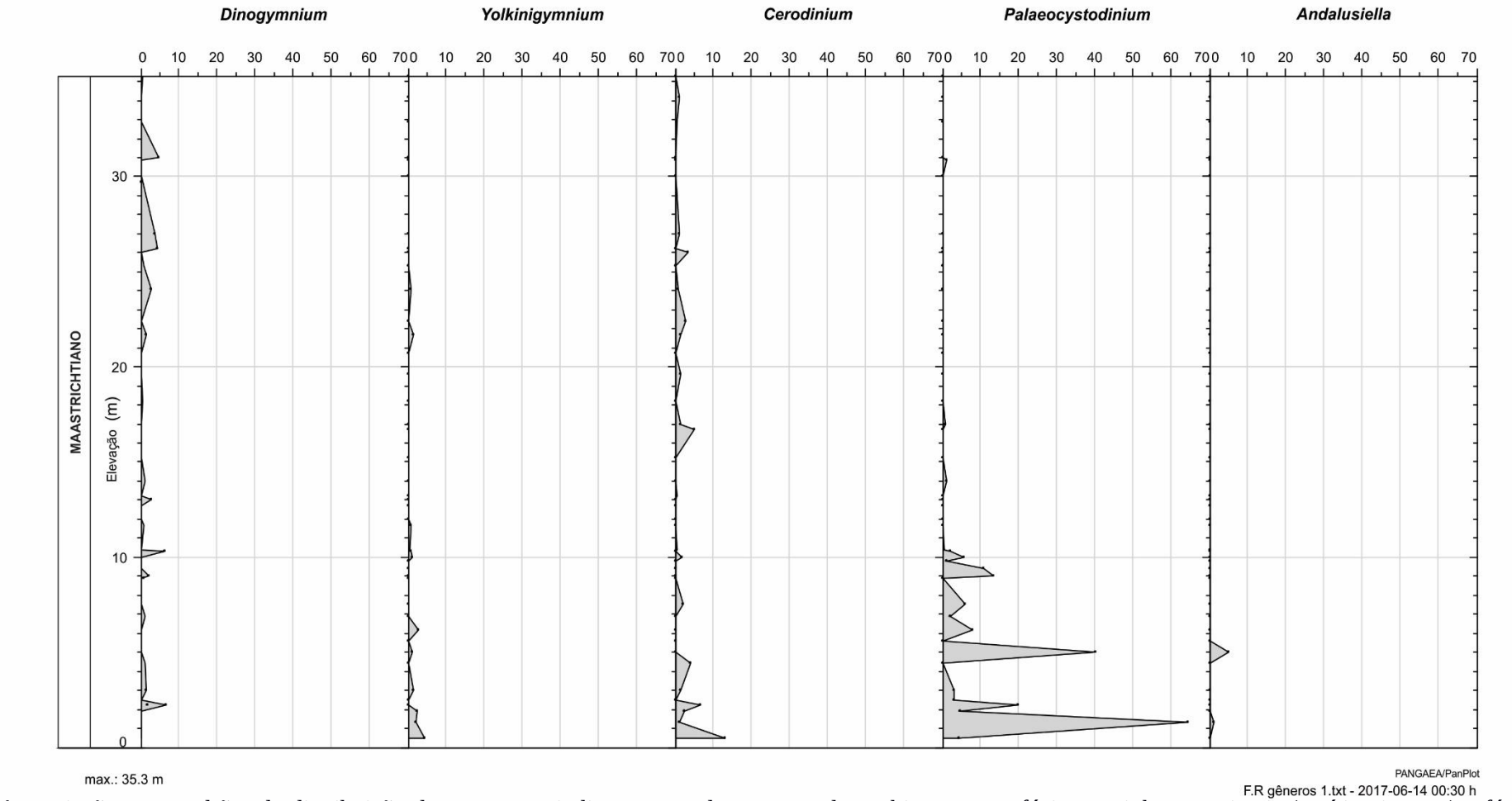
Qunto ao índice P/G, entre 0,5 e 10 m, foram constatados os maiores valores no que diz respeiro a essa razão. É neste intervalo onde estão concentrados os cistos da subfamília Defladreoideae, representada principalmente pelo gênero *Palaeocystodinium* (Figs. 9.1 e 9.4a). Os dados supracitados apontam para o estabelecimento de boas condições de paleoprodutividade. Em direção ao topo da seção os números do índice P/G são reduzidos, inferindo baixa paleoprodutividade para o intervalo em questão (Fig. 9.1).

Figura 9.3 – Gráfico de tendências dos parâmetros utilizados na descrição e interpretação paleoecológica da Pedreira Cipasa.



A.C.D – Abundância de cistos de dinoflagelados; R.E.C.D - Riqueza específica de cistos de dinoflagelados; A.PAL. – Abundância de palinoforaminíferos; A.O.C – Abundância de ovos de crustáceos; A.M.T – Abundância de marinhos total; R.E.M.T – Riqueza específica de marinhos total; E-esporos; P- Polens; A.E.T – Abundância de esporomorfos total (Miósporos); R.E.E.T - Riqueza específica de esporomorfos total (Miósporos); A.P.T – Abundância de palinomorfos total; R.E.P.T – Riqueza específica de palinomorfos total.

Figura 9.4a – Apresenta a tendência de distribuição dos valores de frequência relativa (percentuais) dos ecogrupos de cistos de dinoflagelados ao longo da Pedreira Cipasa.

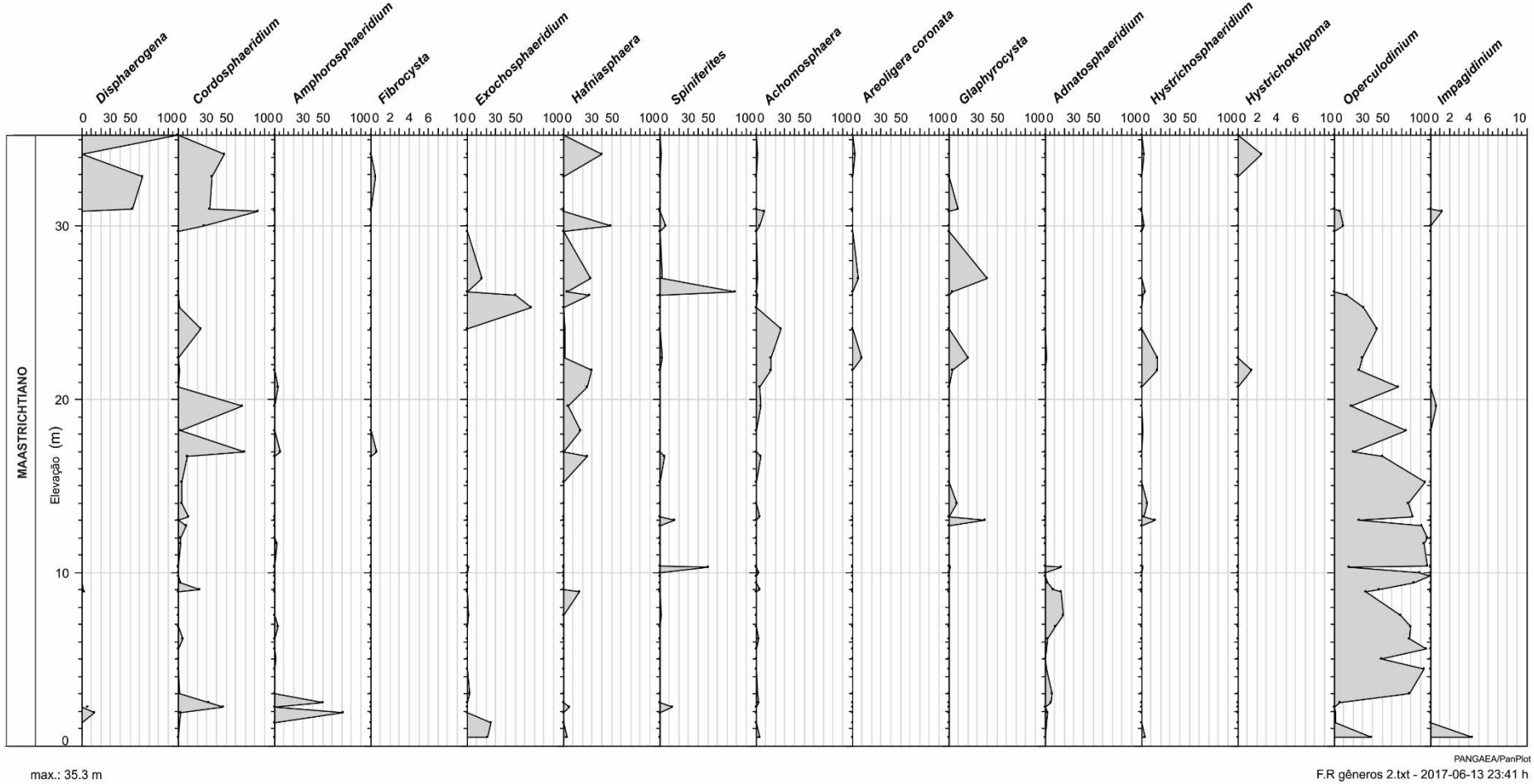


As variações nos padrões de distribuição destes grupos indicam as mudanças no paleoambiente, entre fácies marinhas proximais (nerítico interno) e fácies marinhas distais (nerítico externo), refletindo as variações do nível do mar.

Harland (1973) advoga que a distribuição da razão entre os cistos de dinoflagelados peridinioides e gonyaulacoides ao longo de uma seção aponta as variações de salinidade e influência do continente no sítio deposicional. Alguns estudos ressaltam que a dominância dos cistos do tipo peridinióide na associação palinológica estaria relacionada a uma maior proximidade da linha de costa (e.g. Leckie *et al*.1990, Sluijs *et al*., 2005). Outros estudos correlacionam as altas frequências de cistos peridinioides a melhores condições de disponibilidade de nutrientes, derivadas, provavelmente, do forte influxo de material oriundo do continente, em ambiente tropicais a subtropicais (e.g. Eshet *et al*., 1994; Brinkhuis *et al*., 1998; van Mourik *et al*., 2001; Ramirez, 2004; Sluijs *et al*., 2005). Na seção em estudo, os valores crescentes da razão P/G, acompanhados de números expressivos do índice t/m, em boa parte do intervalo 0,5-10 m (Fig. 9.1), corroboram as interpretações acima, sendo as mudanças na produtividade do ambiente marinho função da transferência de nutrientes dentro da zona fótica. Outros estudos também abordaram a relação entre incrementos nos números dos cistos peridinioides relacionados a uma melhor produtividade de ambientes costeiros-neríticos e oceânicos, a partir de uma maior disponibilidade de nutrientes, consequência de uma mistura mais efetiva das massas de água estratificadas ou de fenômenos de ressurgência (Pross & Brinkhuis, 2005, Sluijs *et al*., 2005), estes últimos eventos, normalmente, são acompanhados de itensa produtividade, de acordo com Marret (1994). Consoante Powell *et al*. (1992), os cistos peridinioides são representados, predominantemente, por dinoflagelados heterotróficos, enquanto os gonyaulacoides são associados, principalmente, aos dinoflagelados autotróficos. O último grupo aponta condições marinhas normais (Köthe, 1990; Wilpshaar & Leereveld, 1994), sendo mais abundantes na seção em estudo, a partir de 10 m em direção ao topo da seção, onde é inexpressiva a frequência das formas peridinioides, acompanhada dos valores mais representativos do índice IPM, com a transição de fácies marinhas proximais para fácies marinhas mais distais (Fig.9.1).

Em a relação à distribuição dos ecogrupos guias de cistos de dinoflagelados foi observada uma maior expressividade do gênero *Operculodinium*, especialmente, entre 2,5 e 15 m (Fig.9.4b). Este gênero estaria relacionado a condições neríticas rasas, em consonância com Brinkhuis *et al*. (1992). Estes cistos foram tentativamente relacionados a lâminas d'água mais rasas por Köthe (1990) e águas costeiras por Pross & Brinkhuis (2005).

Figura 9.4b – Apresenta a tendência de distribuição dos valores de frequência relativa (percentuais) dos ecogrupos de cistos de dinoflagelados ao longo da Pedreira Cipasa.



As variações nos padrões de distribuição destes grupos indicam as mudanças no paleoambiente, entre fácies marinhas proximais (nerítico interno) e fácies marinhas distais (nerítico externo), refletindo as variações do nível do mar.

Entre 0,5 e 2,5 m, os cistos incluídos neste gênero são pouco expressivos em relação a seção sobrejacente, destacando-se, neste intervalo mais basal, os complexos *Disphaerogena-Cordosphaeridium* (com maior expressividade do gênero *Cordosphaeridium*), *Amphorosphaeridum-Exochosphaeridium*, além do complexo *Palaeocystodinium-Andalusiella-Cerodinium* (grupo Deflandreoideae), sendo os dois últimos os mais representativos desta seção (Fig.9.4ab). Alguns trabalhos indicam o gênero *Exochosphaeridium* (*Exochosphaeridium phragmites*) como indicativo de águas marinhas rasas associadas com alto teor de carbonato (e.g. Lamolda & Mao, 1999; Peyrot *et al*., 2012). Já o complexo *Palaleocystodinium-Andalusiella-Cerodinium*, relativamente expressivo entre 0,5 e 10 m, sugere, para o referido intervalo, uma maior proximidade da linha de costa, associados a valores mais significativos do índice t/m e valores menos expressivos do índice IMP. Entre 0,5 e 2,5 m, a influência do continente no sítio deposicional não se mostra tão significativa, quanto na seção sobrejacente, conforme demonstrado pelas curvas dos índices de diversidade IPM e t/m, sendo os altos valores da razão P/G, neste intervalo (0,5-2,5 m), provavelmente, função das mudanças na disponibilidade de nutrientes no ambiente deposicional, relacionadas a uma mistura mais eficiente das massas de água, com relativo incremento de material terrígeno, subordinadamente (Figs. 9.1 e 9.4a). Conforme Köthe (1990), os cistos de dinoflagelados pertencentes a subfamília Defladreoideae são mais numerosos em fácies marinhas proximais, assim como em fácies marinhas costeiras e oceânicas com boa disponibilidade de nutriente (Pross & Brinkhuis, 2005; Sluijs *et al*., 2005), conforme discutido anteriormente. Concluiu-se, portanto, que estes cistos são tolerantes a águas superficiais com baixas salinidades (Sluijs *et al*., 2008) e preferem ambientes que apresentem, sobretudo, um alto suprimento de nutriente e alimento (Sluijs *et al*., 2005). Sluijs & Brinkhuis (2009) apontam frequências representativas de cistos peridinioides no MTPE (evento máximo termal do Paleoceno/ Eoceno), de forma que este grupo pode, adicionalmente, ser um bom indicador de águas superficiais mais quentes.

Dentro do intervalo 2,5 e 15 m são observados, em alguns níveis, abundâncias mais notáveis de alguns grupos pertencentes aos complexos *Areoligera-Adnatosphaeridium-Glaphyrocysta* (grupo Areoligeraceae) e *Hafniasphaera-Spiniferites-Achomosphaera* (Fig.9.4b) Os gêneros *Areoligera*, *Glaphyrocysta* e *Adnatosphaeridium* estariam relacionados a ambiente marinho marginal ou nerítico interno, em baixas e médias latitudes, enquanto o gênero *Spiniferites* relaciona-se a ambiente nerítico externo (Brinkhuis, 1994; Van Mourik & Brinkhuis, 2001; Sluijs *et al*. 2005, Pross & Brinkhuis, 2005).

Na seção acima o primeiro grupo é mais significativo, de forma que a predominância dos gêneros *Areoligera*, *Glaphyrocysta* e *Adnatosphaeridium* estaria relacionada a ambientes marinhos costeiros (nerítico interno), e de alta energia, associados aos cistos pertencentes ao gênero *Operculodinium* (Brinkhuis, 1994; Pross & Brinkhuis, 2005), possuindo este último táxon altas frequências no intervalo em destaque. Em análises estatísticas sobre a paleoecologia desses grupos, Sluijs & Brinkhuis (2009) verificaram uma relação positiva entre os gêneros *Areoligera* e *Operculodinium*. Por outro lado, os referidos autores identificarm uma relação inversa entre os táxons *Spiniferites* e *Areoligera*, utilizando a razão entre as abundâncias dos cistos pertencentes a estes gêneros para identificar tendências transgressivas. Assim, na seção avaliada, os cistos do gênero *Operculodinium*, associados às ocorrências das espécies pertencentes aos grupos Areoligeraceae e Defladreoideae, e a um relevante influxo terrígeno, revelaram condições marinhas mais próximas à linha de costa. No intervalo 2,5-15 m, o complexo S*piniferites-Hafniasphaera-Achomosphaera* apresenta ocorrências, de uma forma geral, bastante pontual (Fig.9.4b).

Köthe (1990) menciona o complexo *Areoligera, Glaphyrocysta* e *Adnatosphaeridium* como indicativo de condições marinhas abertas e fases transgressivas, além de sugerir águas superficiais mais quentes. Altas frequências do gênero *Areoligera* também estariam relacionadas às altas temperaturas, sendo o grupo observado dentro do MTPE (Máximo termal do Paleoceno-Eoceno), como apontado por Sluijs & Brinkhuis (*op.cit*.). Similarmente, os gêneros *Spiniferites* e *Achomosphaera* estariam relacionados a fases transgressivas, com o incremento em suas porporções à medida que são alcançadas lâminas d'água mais profundas, em consonância com Köthe (*op.cit*). Stover *et al*. (1996) salientam que os gêneros *Areoligera*, *Glaphyrocysta* e *Adnatosphaeridium* mostram abundâncias mais expressivas em ambientes plataformais relativamente afastados da linha de costa.

Na Pedreira Cipasa, o complexo *Spiniferites-Hafniasphaera-Achomosphaera* mostra-se mais representativo a partir de 15 m em direção ao topo da seção, onde também passa a ser mais significante a presença dos cistos que integram o complexo *Disphaerogena-Cordosphaerdium*, principalmente, no topo desse afloramento. Quanto ao complexo *Areoligera-Glaphyrocysta-Adnatosphaeridium*, este apresenta, de forma geral, baixas frequências nesta porção médio-superior da Pedreira Cipasa (Fig, 9.4b), com abundâncias mais expressivas registradas pontualmente (22,4 e 27 m).

De acordo com Stover *et al*. (1996), os exemplares do gênero *Cordosphaeridium* são relacionados com uma deposição a uma relativa distância da linha de costa, sendo abundantes no MTPE, de acordo com Sluijs & Brinkhuis (2009), fornecendo indícios das

paleotemperaturas no ambiente deposicional, sugestivos, dessa forma, de massas de água mais quentes, assim como apontado nas análises de Köthe (1990). Conforme Van Mourik & Brinkhuis (2001), este gênero estaria associado a ambiente nerítico externo, assim como o complexo *Spiniferites-Hafniasphaera-Achomosphaera* (Brinkhuis, 1994; Pross & Brinkhuis, 2005). O gênero *Cordosphaeridium*, entretanto, sugere condições mais proximais em relação às inferidas pelo último grupo (Köthe, 1990).

A partir dos 15 m foram mais significativos os valores do índice IPM, observando-se o inverso em relação aos números do índice t/m, com indicações da menor influência do continente até os 26 m, instalando-se, no intervalo em questão, fácies marinhas mais distais, e um amumento da umidade, o que foi demonstrado por Lima (2002), com base em parâmetros geoquímicos, conforme abordado anteriormente. A partir desta elevação, as curvas dos índices IPM e t/m sugerem um maior influxo de terrígenos no topo da seção, entre 26 e 33,5 m, porém não tão representantativo quanto o destacado para a porção médio-inferior do afloramento avaliado (5-14 m). Uma maior representatividade do complexo *Cordosphaeridium-Disphaerogena*, entre 30 e 33,5 m, corrobora a interpretação para uma tendência de raseamento, no topo da seção (Figs. 9.1 e 9.4b). No intervalo subjacente (15-30 m), a situação é inversa, com os cistos do complexo *Spiniferites-Hafniasphaera-Achomosphaera* apresentando ocorrências relativamente mais expressivas, associadas com abundâncias menos significativas do gênero *Cordosphaeridium*.

Ressalta-se que o gênero *Operculodinium* ainda constitui parte importante da associação até os 25m, embora possua números descrecentes a partir de 15 m, praticamente desaperecendo, na porção mais superior da Pedreira Cipasa, corroborando a interpretação para um maior distancioamento da linha de costa para este intervalo, entre 15 e 33,5 m. Este intervalo demonstra, portanto, a transição entre o ambiente nerítio interno e externo, com o desaparecimento ou diminuição da associação de cistos de dinoflagelados indicativa de ambientes proximais, assim como a predominância de gêneros indicativos de condições mais distais (Fig.9.4b). Van Mourik & Brinkhuis (2001) advogam que o gênero *Operculodidium* mostra-se presente no transecto marinho nerítico interno-nerítico externo-oceânico.

A integração dos dados acima, relativos aos índices de diversidade (IPM, t/m e P/G) e à distribuição dos ecogrupos, ao longo do afloramento, demonstraram, sobretudo, as variações do nível do mar através da seção maastrichtiana. Foi possível observar, em termos gerais, para a porção médio-superior (15-33 m) da Pedreira Cipasa, predominantemente, o estabelecimento de fácies marinhas mais distais (nerítico externo) e baixa paleoprodutividade, em detrimento das fácies marinhas mais proximais (ambientes costeiros/nerítico interno) e

mais alta paleoprodutividade, destacadas para a porção médio-inferior (0,5-15 m). Os gêneros típicos de ambientes oceânicos, como os táxons *Imagidinium* e *Hytrichokolpoma* (Brinkhuis, 1994; Van Mourik & Brinkhuis, 2001; Pross & Brinkhuis, 2005), revelaram ocorrências bastante pontuais e baixas frequências relativas (2-4%), no referido afloramento, corroborando as interpretações acima (Figs. 9.1. e 9.4).

9.2 PEDREIRA NASSAU

9. 2.1 Integração e interpretação dos dados

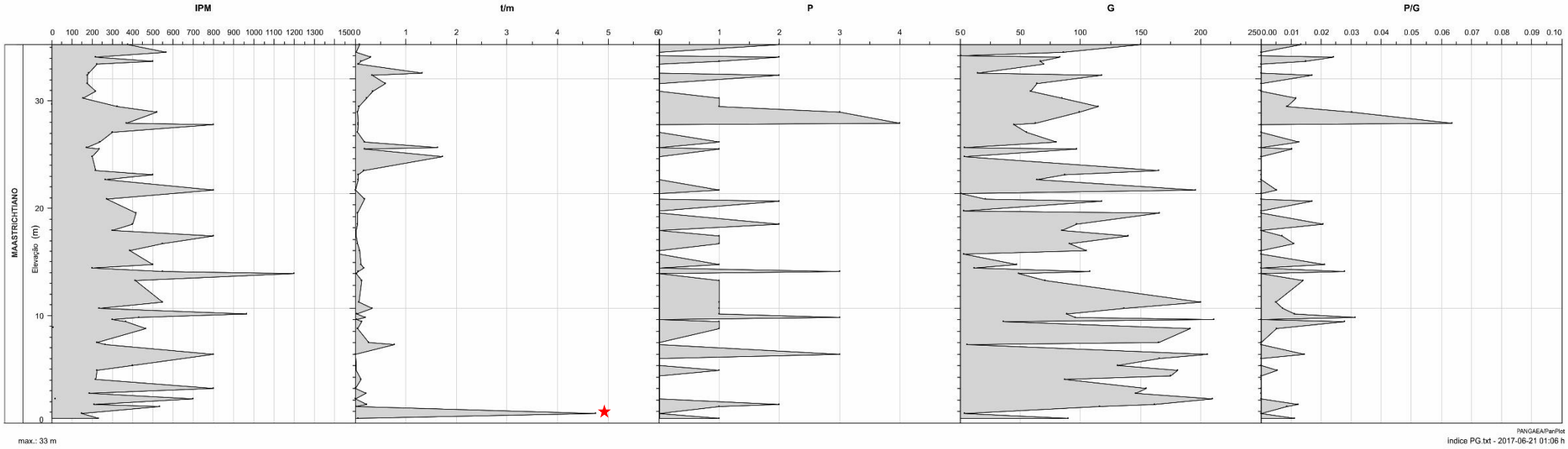
No afloramento em estudo, o intervalo 0,4-6 m é marcado pela expressiva ocorrência do gênero *Operculodinium*, o que sugere uma deposição em condições neríticas rasas a médias (Brinkhuis *et al*., 1992; Brinkhuis, 1994). Entre 6 e 14 m, a tendência decrescente das frequências dos cistos incluídos neste gênero, e o aparecimento e tendência crescente das concentrações dos cistos pertencentes ao complexo *Spiniferites-Hafniasphaera-Achomosphaera* apontam para a deposição de fácies marinhas mais distais, neste intervalo. Os valores do índice IPM são mais significativos entre 0,4 e 14 m, embasando as interpretações acima (Fig. 9.5 e 9.8b).

O aumento nas proporções dos espécimes que compõem o complexo *Spiniferites-Hafniasphaera-Achomosphaera* sugere aprofundamento da lâmina d'água (Köthe, 1990), em ambiente nerítico externo (Brinkhuis, 1994; Sluijs *et al*., 2005). O grupo mostra também pleno desenvolvimento em condições ótimas de salinidade e oxigênio (Marshall & Batten, 1988; Courtinat *et al*., 1991).

Entre 14 e 33 m, a tendência decrescente dos percentuais relativos ao complexo *Spiniferites-Hafniasphaera-Achomosphaera*, e as altas frequências dos cistos pertencentes ao complexo *Cordosphaeridum-Disphaerogena* apontam para um raseamento em direção ao topo da Pedreira Nassau (Fig.9.8b), além de indicar a instalação de massas de águas mais quentes (Köthe *op.cit*.; Sluijs & Brinkhuis, 2009).

Esta tendência progadante em direção ao topo da seção é confirmada pelos índices IPM e t/m, que demonstraram o aumento da continentalidade entre 18 e 33 m (Fig, 9.5). Neste intervalo, os picos significativos de abundância de esporos de pteridófitas (Fig.9.6) são sugestivos do aumento de umidade nesta seção, em consonância com alguns estudos (Dino, 1992; Arai & Coelho, 2001).

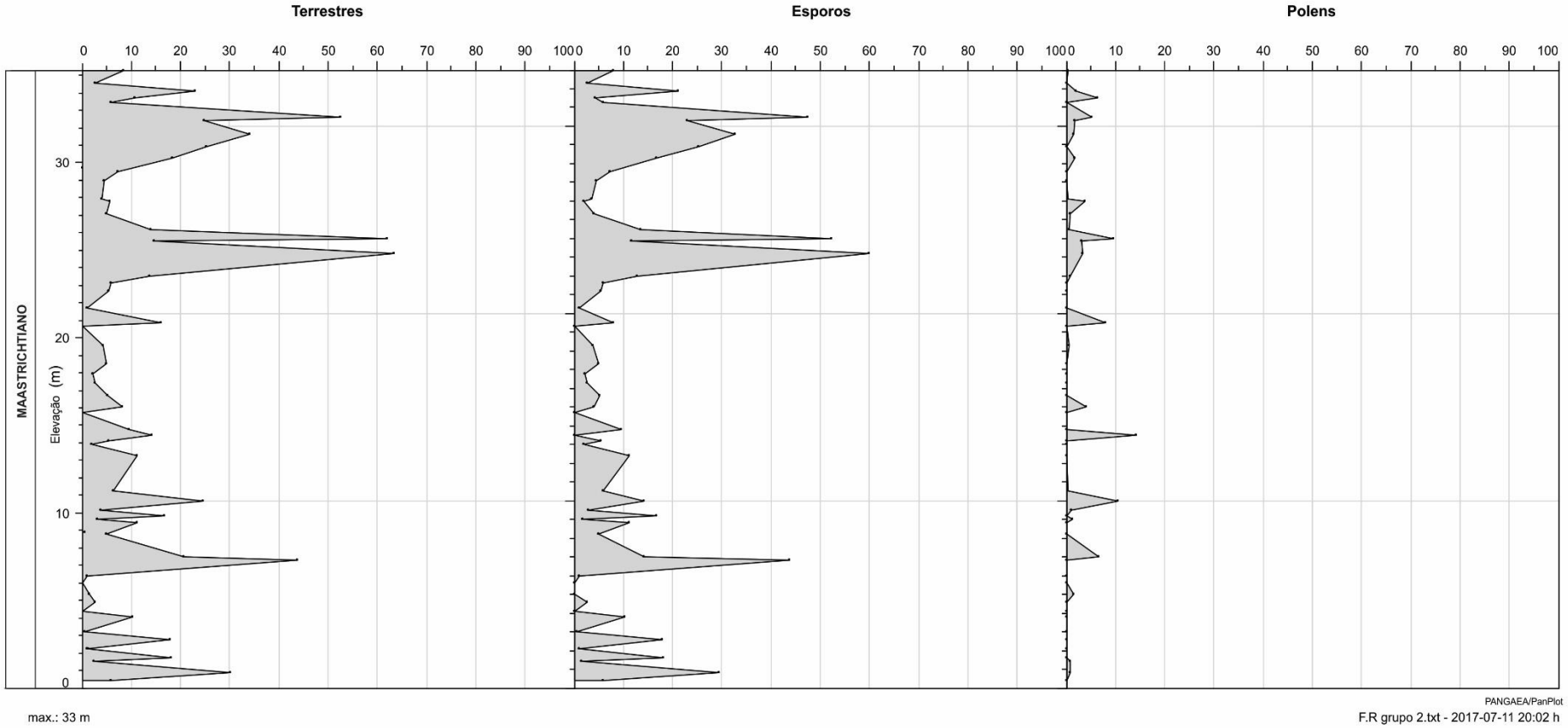
Figura 9.5 – Representação das tendências das curvas relativas aos índices de diversidade t/m (índice de continentalidade), IPM (índice de marinidade) e P/G (razão cistos peridinioides/cistos gonyaulacoides), na Pedreira Nassau.



Estes parâmetros inferem as variações do nível do mar e paleoprodutividade no ambiente deposicional.

★ Baixas frequências de palinomorfos marinhos.

Figura 9.6 – Representação das tendências das curvas de frequência relativa (percentuais) dos grupos de palinomorfos terrestres (alóctones), na Pedreira Nassau, com destaque para os esporos de pteridófitas.

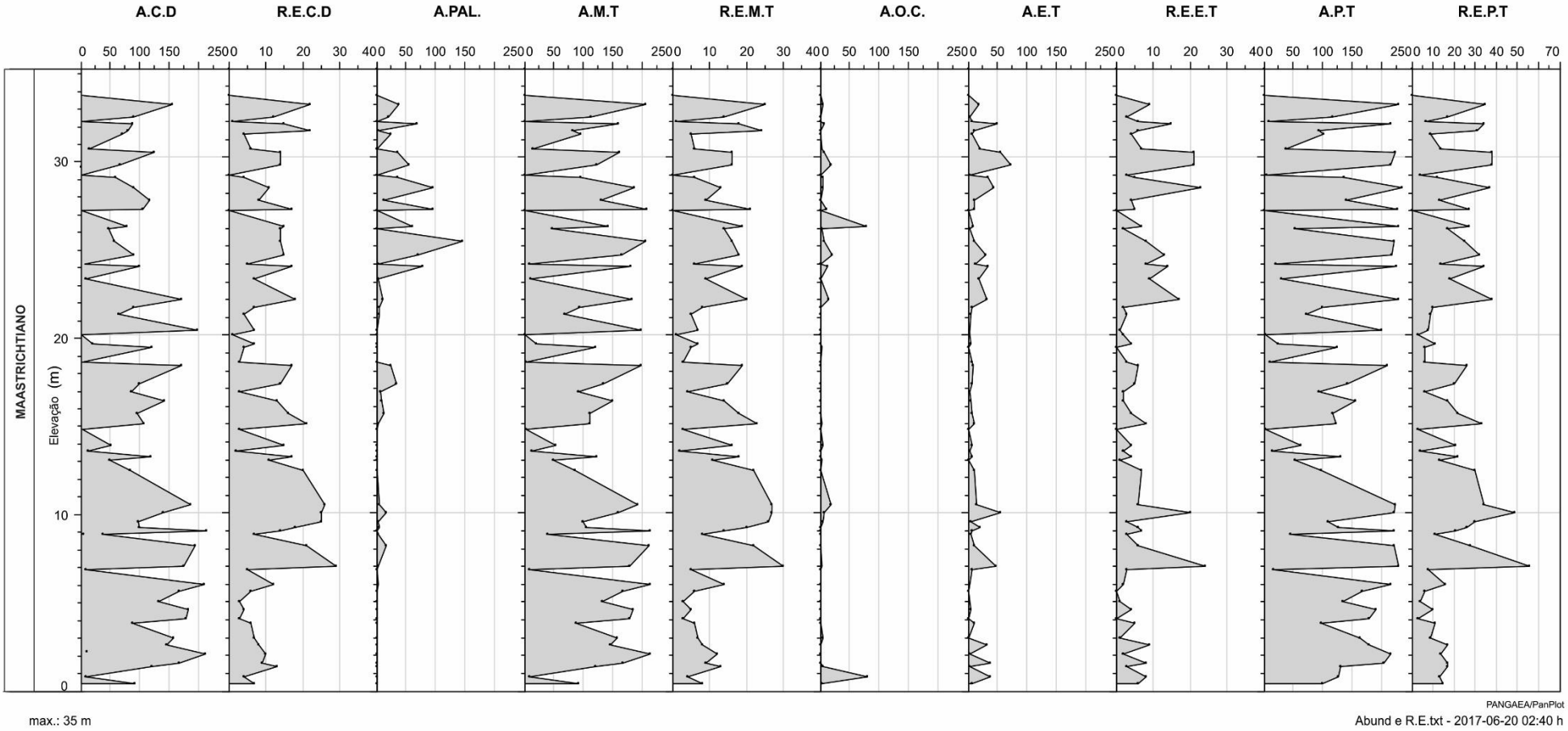


Lima (2002) a patir de parâmetros geoquímicos, especificamente, dos grupos encabeçados por SiO_2 e Cao, de forma semelhante, evidenciou um aumento da umidade no topo desta seção. O autor também destacou, em relação à Pedreira Nassau, a ocorrência de climas que alternaram significativamente entre mais úmidos e mais secos, na porção basal, tendendo a consideravelmente mais seco na porção intermediária. No presente estudo, as curvas relativas aos parâmetros de abundância e riqueza específica de mióspos (Fig. 9.7) apresentaram um padrão bastante semelhante, observado-se uma significativa oscilação dos valores destes parâmetros na porção mais inferior deste afloramento (0,4-12 m), e uma expressiva redução dos mesmos na porção média da pedreira (12-21 m), indicativa do estabelecimento de condições mais secas neste intervalo. Este forte padrão oscilatório, na seção em estudo, também verificada na porção mais superior do afloramento em questão, seria atribuído a alternância entre períodos mais secos e mais úmidos, durante o Maastrichtiano, o qual também foi mencionado por Lima (2002), em relação ao comportamento das curvas de SiO_2 e CaO.

Entre 23 e 33 m, foi possível constatar um aumento expressivo nos valores representativos da abundância de palinoforaminífero (Fig. 9.7). Lister & Batten (1988) advogam que as altas frequências de palinoforaminíferos estariam relacionadas a ambientes marinhos costeiros e plataformais rasos. Já Muller (1959) ressalta que estes são praticamente ausentes em ambientes estuarinos e litorâneos, sob forte influência de sedimentação deltáica. Por outro lado, Tyson (1995) menciona que estes microfósseis podem estar associados a ambientes marinhos mais distais, livres do aporte de material proveniente do continente.

Ainda no intervalo acima foi possível notar uma ocorrência mais representativa de ovos de crustáceos (Fig. 9.7). Estes elementos, porém, ainda apresentam conhecimento e aplicação incipientes em palinologia, conforme destacado por Lana (2008). Estudos realizados nos carbonatos do Albiano inferior a médio das bacias de Campos e Santos ressaltaram que os *blooms* deste grupo provavelmente reflitam condições geológicas de alta produtividade de copépodes planctônicos, porém em massas de água com disponibilidade reduzida de oxigênio, o que teria inibido fortemente a eclosão dos ovos, os quais afundaram e foram posteriormente incorporados ao sedimento. Pórem, outros *blooms* têm sido registrados em distintas seções de bacias em diferentes idades e contextos sedimentares, o que implica na necessidade de realização de estudos integrados da microfauna e microflora associadas, além dos aspectos sedimentológicos que permitam um melhor entendimento do valor paleoecológico das abundâncias anômalas de ovos dos crustáceos, em análises palinológicas (Lana *et al*., 2007).

Figura 9.7 – Gráfico de tendência dos parâmetros utilizados na descrição e interpretação paleoecológica da Pedreira Nassau.



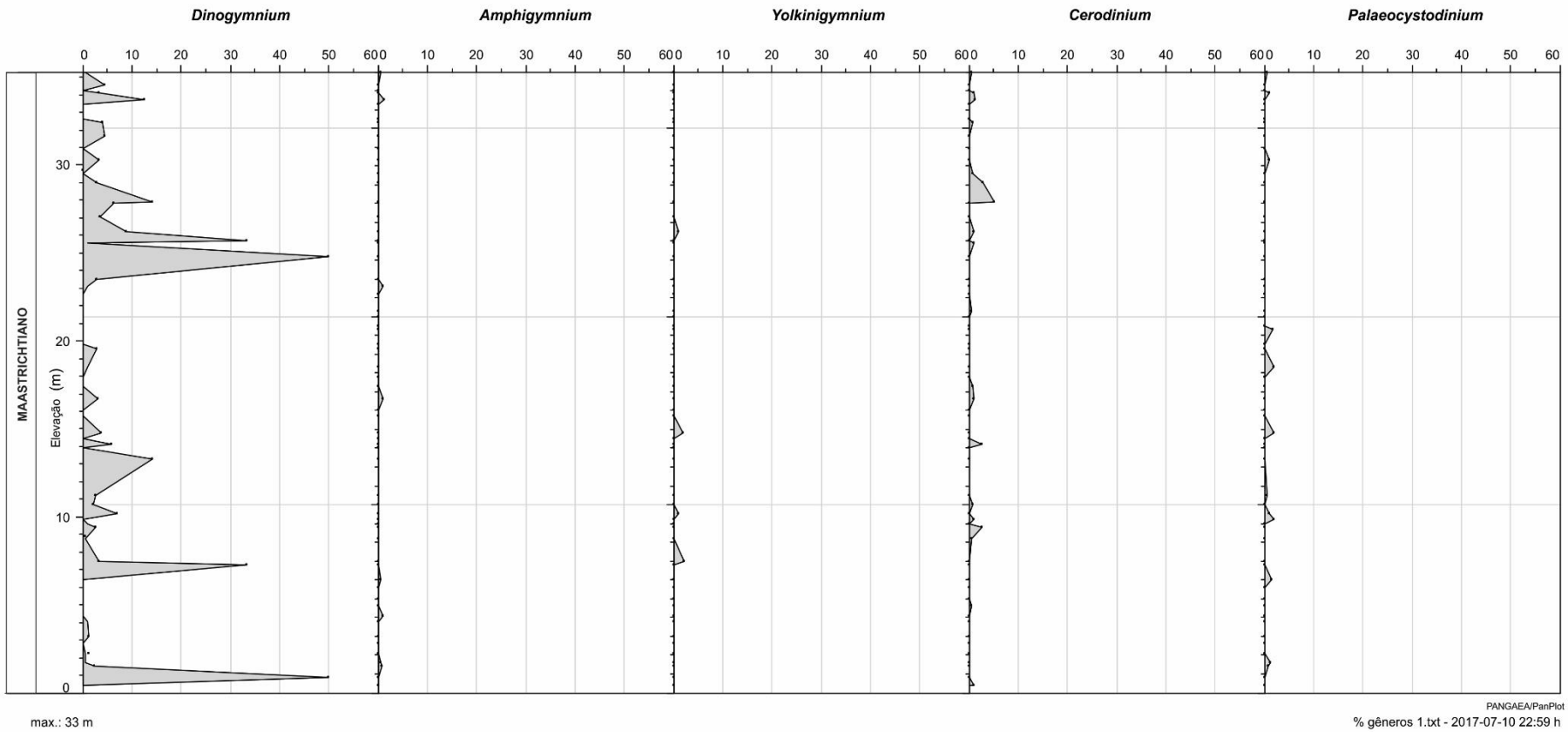
A.C.D – Abundância de cistos de dinoflagelados; R.E.C.D - Riqueza específica de cistos de dinoflagelados; A.PAL. – Abundância de palinoforaminíferos; A.O.C – Abundância de ovos de crustáceos; A.M.T – Abundância de marinhos total; R.E.M.T – Riqueza específica de marinhos total; E-esporos; P- Polens; A.E.T – Abundância de esporomorfos total (Miósporos); R.E.E.T - Riqueza específica de esporomorfos total (Miósporos); A.P.T – Abundância de palinomorfos total; R.E.P.T – Riqueza específica de palinomorfos total.

Para o Quaternário da Bacia de Campos, por exemplo, foi realizada a avaliação da distribuição das frequências dos morfotipos de ovos de copépodes encontrados nos sedimentos, e de suas relações ecológicas com outros grupos de palinormorfos marinhos e continentais, demonstrando que aqueles microfósseis possuem uma correlação positiva tanto com os palinomorfos marinhos quanto com os palinomorfos continentais (Gravato & Carvalho, 2008). Na seção em estudo, foram observados dois episódios de abundâncias mais expressivas de ovos de crustáceos (*blooms*), em 0,8 e 26,1 m, que evidenciaram uma relação inversa em relação às curvas de abundância e riqueza específica de cistos de dinoflagelados e uma relação positiva com as curvas destes mesmos parâmetros, no que diz respeito aos miósporos.

Na Pedreira Nassau, de uma forma geral, não foram registradas ocorrências expressivas dos táxons costeiros, pertencentes aos grupos Areoligeraceae e Deflandreoide (Figs. 9.8ab), e relacionados à deposição em ambiente nerítico interno (Van Mourik & Brinkhuis, 2001; Brinkhuis, 1994; Sluijs *et al*., 2005), corroborando as interpretações anteriormente discutidas para o afloramento em análise. As baixas frequências de cistos do tipo peridinióide na Pedreira Nassau inferem também condições de baixa paleoprodutividade, evidenciada pelos valores pouco representativos da razão P/G (Fig.9.5). A dominância dos cistos gonyaulacoides (Fig.9.5), na seção avaliada, aponta para condições marinhas normais (Kothe, 1990; Wilpshaar & Leereveld, 1994), e um relativo distanciamento da linha de costa.

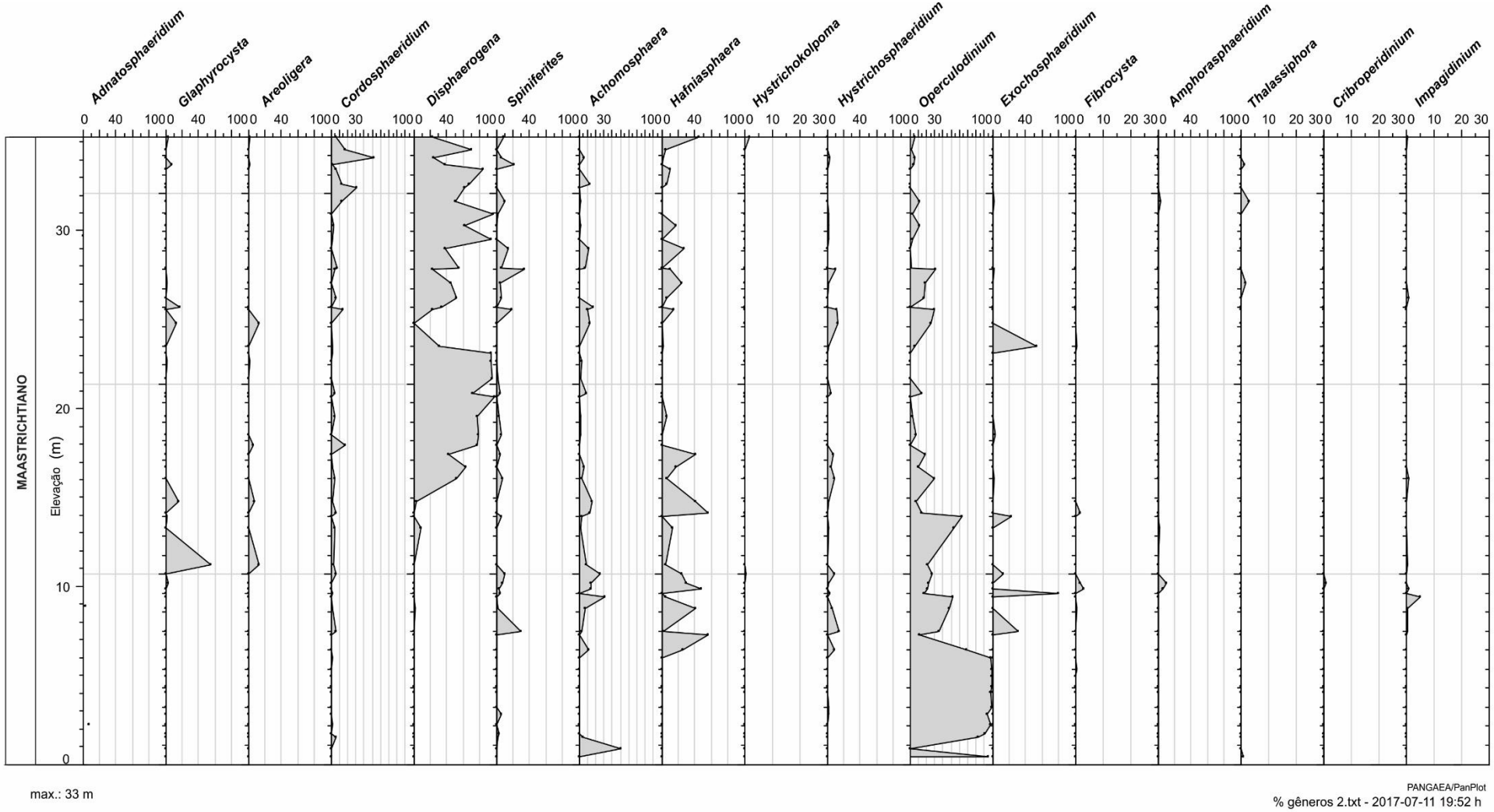
Outros cistos, tais como os gêneros *Thalassiphora*, *Impagidinium* e *Hystrichokolpoma*, foram registrados na seção em estudo. O primeiro gênero (espécie *T.pelagica*) é um indicador de condições euxínicas, em ambientes que apresentam estratificação/eutrofização na porção superior da coluna d'água e depleção de oxigênio na porção mais inferior (Köthe, 1990; Pross & Schmiedl, 2002; Sluijs *et al*., 2005). Os dois últimos gêneros, indicativos de condições oceânicas (Pross & Brinkhuis, 2005), assim como a espécie *T. pelágica*, apresentaram ocorrências pouco expressivas no afloramento avaliando (Fig.9.8b), corroborando as interpretações para essa seção, que sugerem deposição em ambiente nerítico, assim como uma boa disponibilidade de oxigênio nas águas de fundo. Pross (2001) observou, em sedimentos do Oligoceno inferior, da Alemanha, em intervalos caracterizados com depleção de oxigênio, que as altas frequências de cistos de dinoflagelados da espécie *T.pelagica* são acompanhadas de baixas diversidades de cistos de dinoflagelados. Conforme este autor, aparentemente, esta espécie conseguiu adaptar-se às condições de depleção de oxigênio das águas de fundo, o que não foi possível para a maioria das espécies.

Figura 9.8a – Apresenta a tendência de distribuição dos valores de frequência relativa (percentuais) dos ecogrupos de cistos de dinoflagelados ao longo da Pedreira Nassau.



As variações nos padrões de distribuição destes grupos indicam as mudanças no paleoambiente, entre fácies marinhas proximais (nerítico interno) e fácies marinhas distais (nerítico externo), refletindo as variações do nível do mar.

Figura 9.8b – Apresenta a tendência de distribuição dos valores de frequência relativa (percentuais) dos ecogrupos de cistos de dinoflagelados ao longo da Pedreira Nassau.



As variações nos padrões de distribuição destes grupos indicam as mudanças no paleoambiente, entre fácies marinhas proximais (nerítico interno) e fácies marinhas distais (nerítico externo), refletindo as variações do nível do mar.

Na seção em estudo, em geral, foi observada uma riqueza específica representativa de cistos de dinoflagelados (valor médio 10,6), com níveis onde foi possível constatar a presença de 26 a 29 espécies na amostra, em 7 e 10,5 m (Fig.9.7).

A partir da integração dos dados acima discutidos, relativos aos índices de diversidade e distribuição dos ecogrupos guias de cistos de dinoflagelados (Figs. 9.5 e 9.8), notou-se, de uma maneira geral, a instalação de fácies marinhas mais distais na porção médio-inferior (0,4-14 m) da Pedreira Nassau, com a instalação de lâminas d' água relativamente mais profundas entre 6 e 14 m. Já na porção médio-superior deste afloramento, foi detectada uma tendência de raseamento em direção ao topo, entre 14 e 33 m. Foram destacadas baixa paleoprodutividade ao longo de toda a seção avaliada e deposição relacionada a ambiente nerítico externo, com as variações relativas do nível do mar destacadas ao longo do afloramento, a partir das mudanças nas frequências das associações de cistos de dinoflagelados.

9.3 PEDREIRA POTY

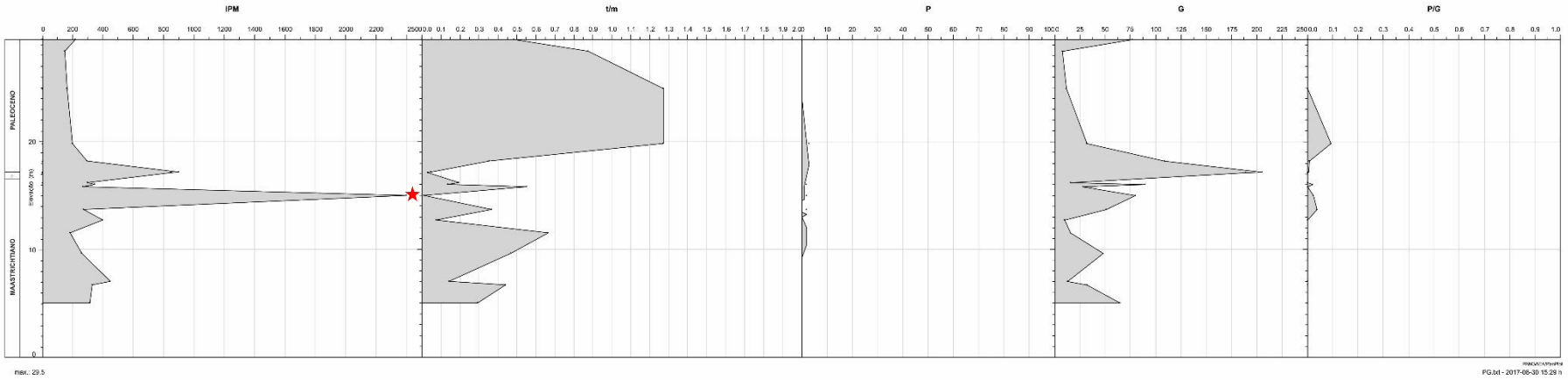
9.3.1 Integração e interpretação dos dados

A partir das análises paleoecológicas para este afloramento foi possível observar o estabelecimento de fácies marinhas mais distais para a porção médio-inferior da Pedreira Poty (5-17,1 m), interpretadas a partir dos mais elevados índices de IPM observados para a referida seção, indicando condições marinhas normais (Helenes *et al*, 1998). Os menores valores referentes ao índice t/m também foram verificados nessa seção (valor médio 0,2). Os dados apontam, entretanto, para certa influência do continente no ambiente deposicional, que se torna menos significativa em direção ao topo deste intervalo (Fig.9.9).

Lima (2002) destaca que no Maastrichtiano os resultados geoquímicos a partir dos grupos encabeçados por SiO_2 e CaO mostraram uma forte oscilação destes valores, apontando para variações importantes, entre condições mais úmidas e mais secas, no Maastrichtiano. Tais oscilações encontram-se bem evidentes nas curvas representativas da abundância e riqueza específica de miósporos, no afloramento em estudo, no intervalo 5-16,2 m (Fig.9.10).

Os picos de abundância dos esporos de peteridófita, entre 9,6 e 12 m (Fig.9.11), apontam estas variações de umidade ao longo do Maastrichtiano e inferem o estabelecimento de condições mais úmidas, conforme Arai & Coelho (2001). Tais elementos decrescem em direção ao topo do Maastrichtiano e nas camadas relativas à passagem K-Pg (16,5-17,15).

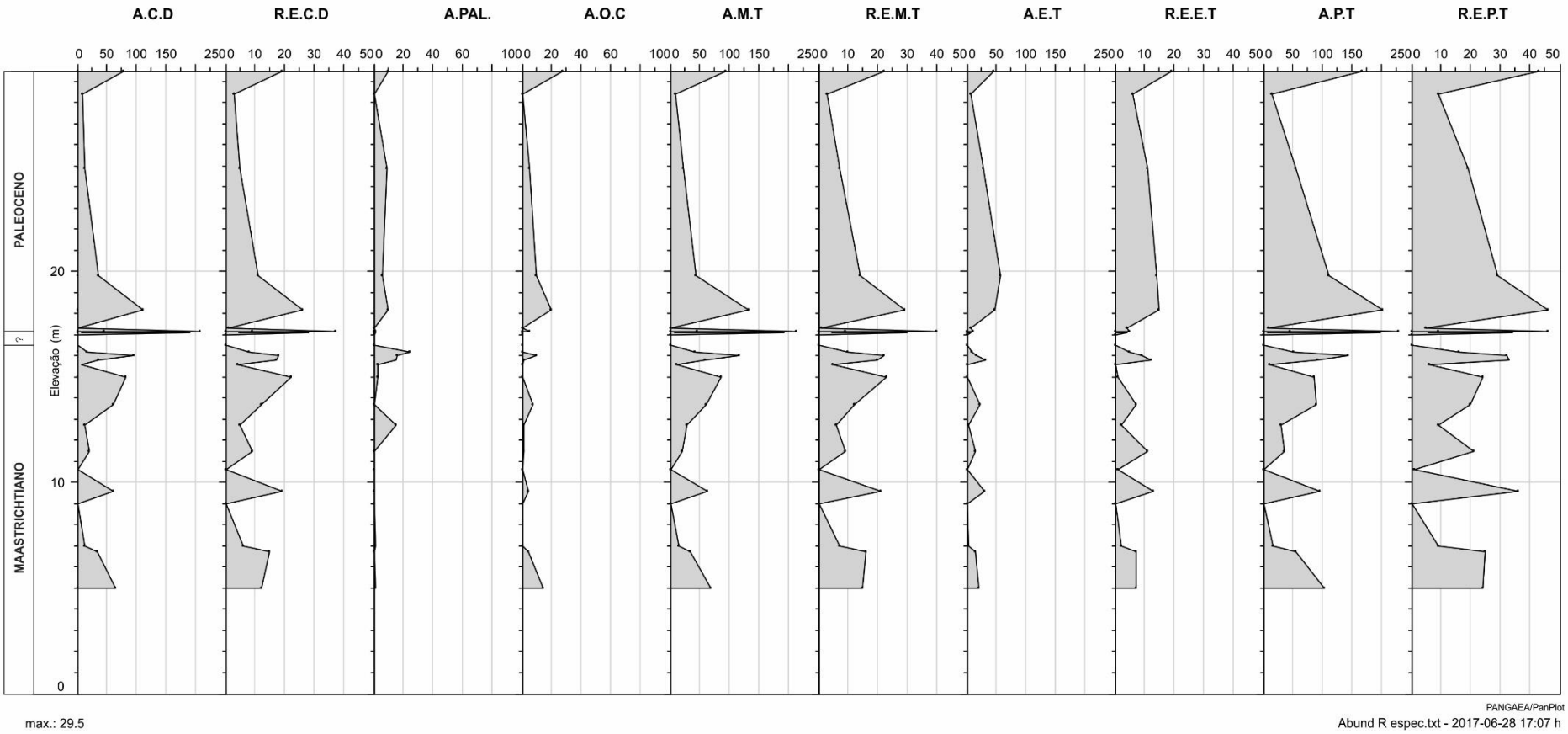
Figura 9.9– Representação das tendências das curvas relativas aos índices de diversidade t/m (índice de continentalidade), IPM (índice de marinidade) e P/G (razão cistos peridinioides/cistos gonyaulacoides), na Pedreira Poty.



Estes parâmetros inferem as variações do nível do mar e paleoprodutividade no ambiente deposicional.

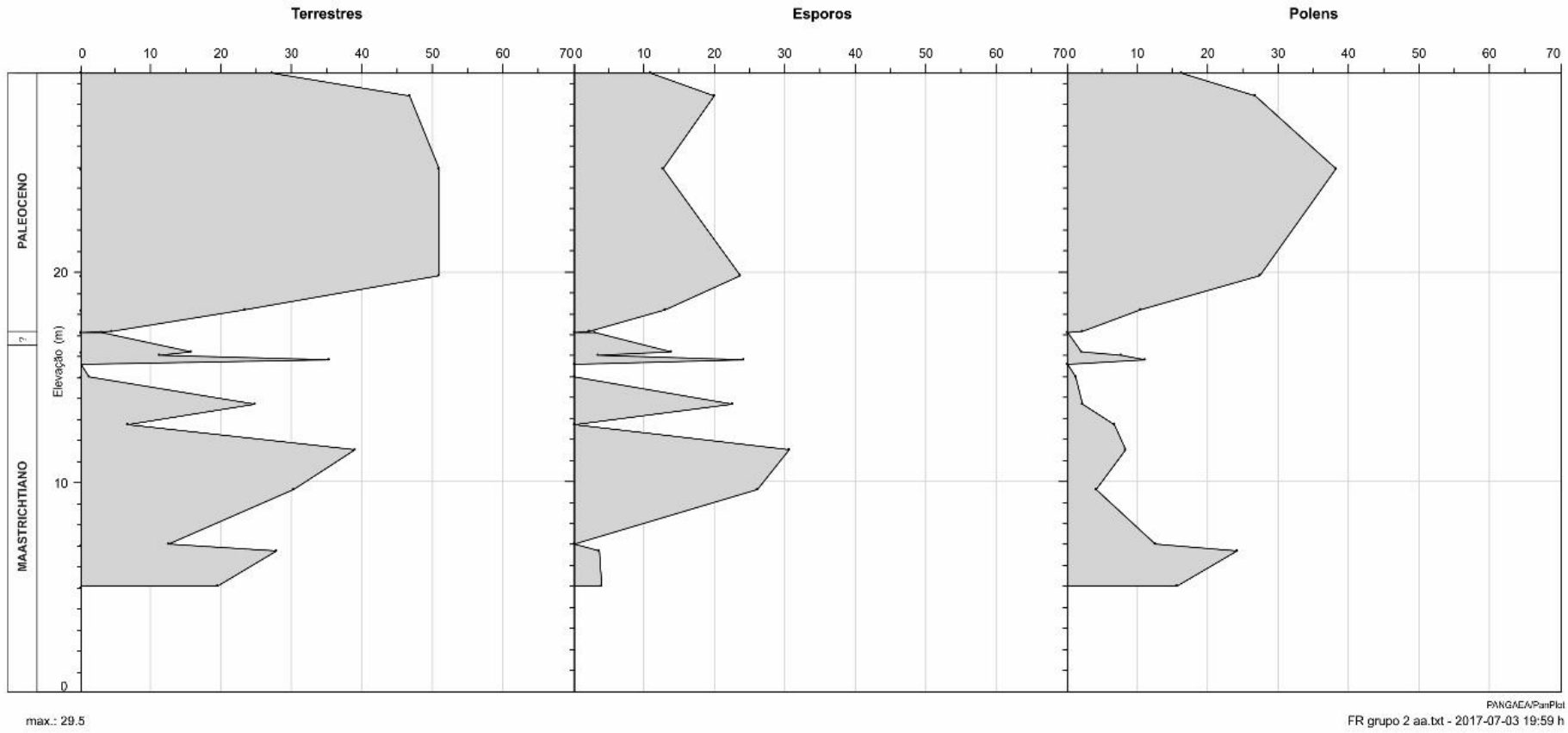
★ Baixa frequência de palinomorfos terrestres.

Figura 9.10 – Gráfico de tendências dos parâmetros utilizados na descrição e interpretação paleoecológica da Pedreira Poty.



A.C.D – Abundância de cistos de dinoflagelados; R.E.C.D - Riqueza específica de cistos de dinoflagelados; A.PAL. – Abundância de palinoforaminíferos; A.O.C – Abundância de ovos de crustáceos; A.M.T – Abundância de marinhos total; R.E.M.T – Riqueza específica de marinhos total; E-esporos; P- Polens; A.E.T – Abundância de esporomorfos total (Miósporos); R.E.E.T - Riqueza específica de esporomorfos total (Miósporos); A.P.T – Abundância de palinomorfos total; R.E.P.T – Riqueza específica de palinomorfos total.

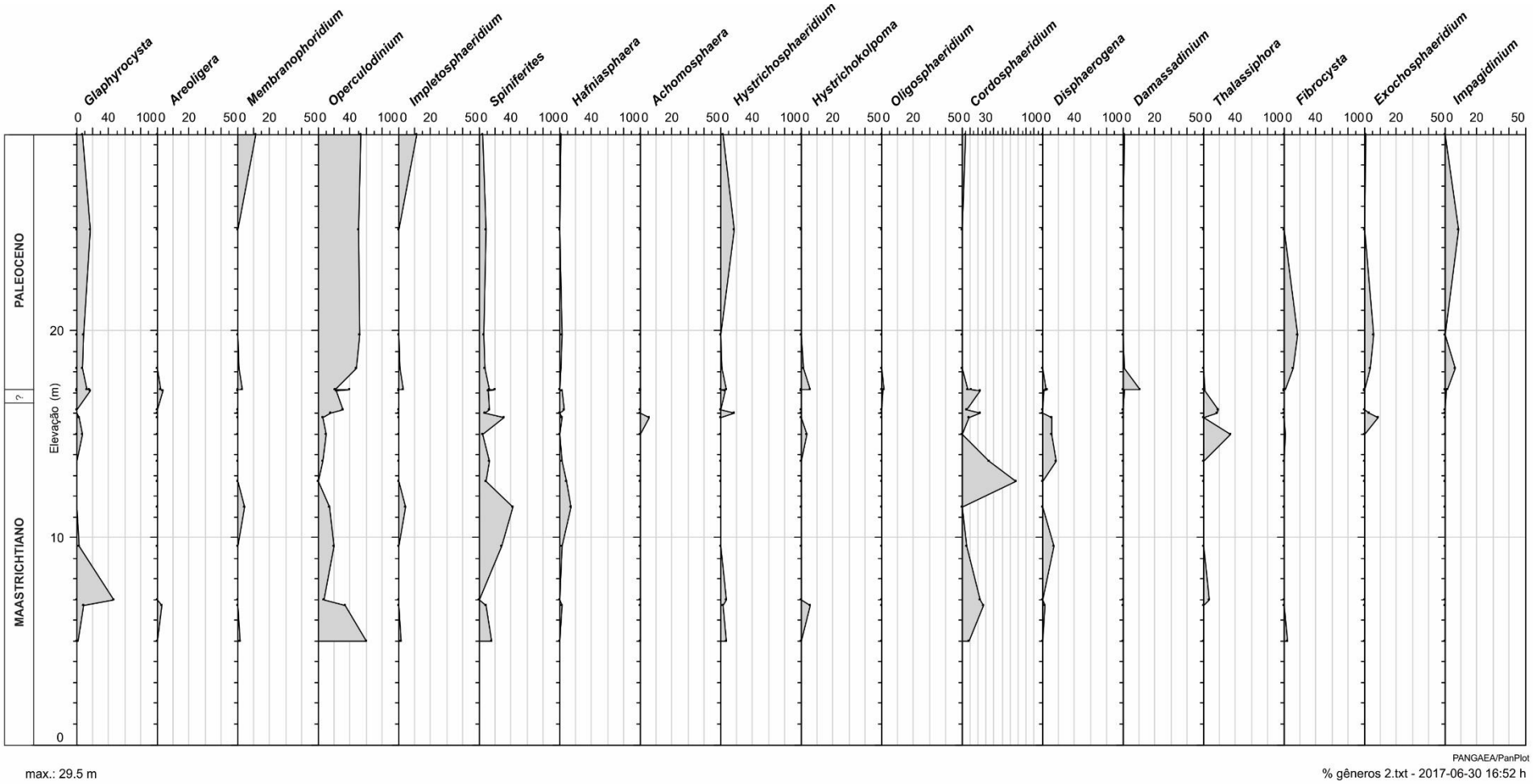
Figura 9.11 – Representação das tendências das curvas de frequência relativa (percentuais) dos grupos de palinomorfos terrestres (alóctones), com destaque para os esporos de pteridófitas, na Pedreira Poty.



Na seção mais superior (17,15-29,5 m), os valores destes elementos continentais voltam a crescer e apontam para o reestabelecimento de condições mais amenas neste intervalo (Figs. 9.10 e 9.11). As concentrações expressivas de grãos de pólen neste intervalo também dão suporte a esta inferência. São representativas as formas de angiospermas, considerando que os grãos de pólen triporados e tricolpados, em seu processo evolutivo, tornaram-se abundantes em condições climáticas mais amenas, em consonância com Chateauneuf & Reyre (1974). Já a baixa representativa de grãos de pólen de gminospermas, tais como os bissacados, na seção em estudo, apontam baixos relevos na área fonte. Conforme Dino (1992), os números elevados destes elementos relacionam-se a terras altas, mais frias e úmidas.

A associação de cistos de dinoflagelados, no intervalo 5-16,2 m, é representada pelo gênero *Operculodinium*, associado à presença de exemplares do gênero *Glaphyrocysta*, entre 5 e 7 m, caracterizando ambientes marinhos mais proximais (Pross & Brinkhuis, 2005). A partir de 7 m, em direção ao topo do Maastrichtiano (16,2 m), sobressaem os gêneros pertencentes aos complexos *Cordosphaeridium-Disphaerogena* e *Spiniferites-Hafniasphaera-Achomosphaera* (Fig.9.12), que dominam em ambiente nerítico externo (Brinkhuis, 1994; Van Mourik & Brinkhuis, 2001; Ramírez, 2004; Pross & Brinkhuis, 2005; Sluijs *et al*., 2005). Ressalta-se, para o intervalo K-Pg, a deposição em lâminas d'água relativamente rasas e quentes, corroborada pelas interpretações acima. No topo deste intervalo, entre 13 e 17,1 m, verificou-se uma redução nas frequências dos cistos dos grupos que caracterizam a seção médio-inferior do afloramento em estudo e são evidentes picos de abundância mais expressivos da espécie *T. pelagica* (Fig.9.12), que são relacionados a eventos de estratificação/eutrafização das massas de água, caracterizados pela redução na disponibilidade de oxigênio das águas de fundo (Köthe, 1990; Pross & Schmiedl, 2002; Sluijs *et al*., 2005). Estes eventos podem ter relação com os efeitos produzidos pelos eventos catastróficos que marcaram o limite K-Pg. Em sedimentos pelágicos e hemipelágicos do Eoceno superior, da Itália, estudos mostraram que blooms de *T. pelagica* possui relação intrínseca com incrementos acentuados da produtividade e/ou resfriamento das massas de água, possivelmente relacionado com impactos de meteoros ou mecanismos de *feedback* associados (Vonhof *et al*., 2000).

Figura 9.12 – Apresenta a tendência de distribuição dos valores de frequência relativa (percentuais) dos ecogrupos de cistos de dinoflagelados ao longo da Pedreira Poty.



As variações nos padrões de distribuição destes grupos indicam as mudanças no paleoambiente, entre fácies marinhas proximais (nerítico interno) e fácies marinhas distais (nerítico externo), refletindo as variações do nível do mar.

Na porção médio-superior deste afloramento (17,1-29,5 m) são destacadas as ocorrências dominantes dos gêneros *Operculodinium, Glaphyrocysta-Membranophoridium* (grupo Areoligeraceae) com ocorrência do gênero *Fibrocysta*, subordinadamente (Fig. 9.12). A associação entre os componentes da família Areoligeraceae e exemplares do gênero *Operculodinium* e *Fibrocysta* é relacionada, conforme algumas pesquisas, a ambiente costeiro/ marinho nerítico interno (Brinkhuis, 1994; Pross & Brinkhuis, 2005), o que sugere a deposição de fácies marinhas mais proximais, na seção em análise. Tal interpretação é corroborada pelos índices IPM (valor médio 204,5) e t/m (valor médio 0,8), que também demostraram um aumento significativo da influência do continente neste intervalo, principalmente entre 18 e 20 m (Fig.9.9). Helenes & Somoza (1999) estabeleceram que os valores do índice IPM abaixo de 250, como os observados na seção em questão, representam um forte indicativo de um mais expressivo influxo de água doce no ambiente de sedimentação. A forte tendência de crescimento dos valores do índice t/m, conforme foi verificado no referido intervalo, em relação a seção subjacente (5-16,2 m), apontam para um padrão fortemente progradante, conforme ressaltou Prauss (2001), em estudos realizados pelo autor na seção Kirchrole I, na Alemanha.

A partir dos dados acima apresentados relativos à distribuição dos índices de diversidade e ecogrupos guias de cistos de dinoflagelados (Figs. 9.9 e 9.12), foi possível estabelecer para a seção médio-inferior (5-16,2 m) da Pedreira Poty (Maastrichtiano superior), um paleoambiente de águas rasas, com relativa influência do continente, em ambiente predominantemente nerítico externo. Já para a porção médio-superior (17,1-29,5 m) (Paleoceno), os dados dos parâmetros supracitados apontam para uma deposição em ambiente marinho mais proximal /nerítico interno.

9.4 INTEGRAÇÃO DOS AFLORAMENTOS ESTUDADOS

A distribuição dos cistos de dinoflagelados, apoiada nos dados dos índices de diversidade, mostrou, em geral, para o Maastrichtiano, a deposição de fácies marinhas mais distais, com a dominância de um ambiente nerítico externo. Para o Paleógeno, verificou-se a correlação com fácies marinhas proximais e ambiente nerítico interno (Fig.9.13).

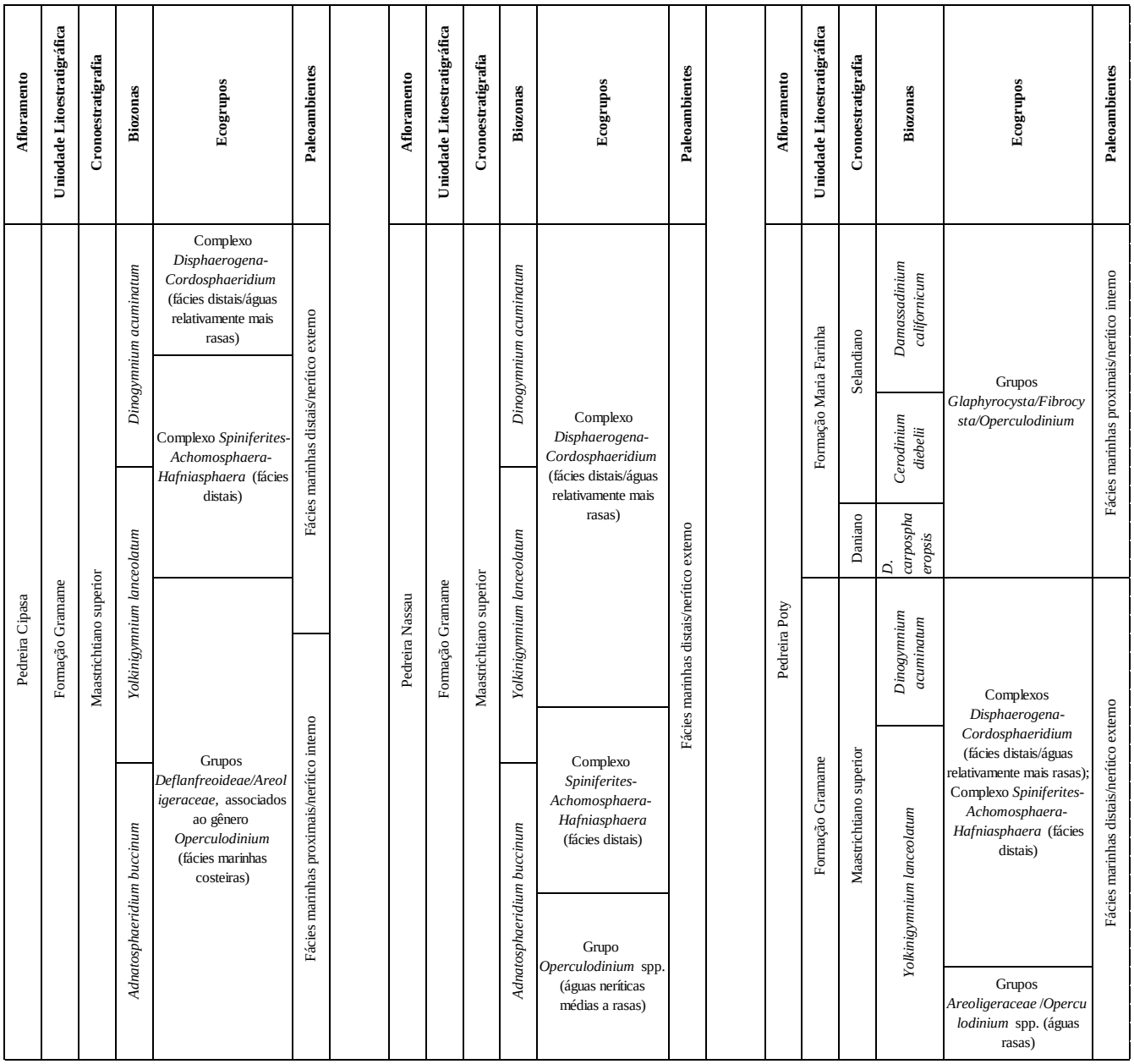
Foi possível, na seção K-Pg, avaliar as variações relativas do nível do mar, determinadas pelas mudanças nas associações dos cistos de dinoflagelados e nos valores dos índices t/m e IPM. A análise da distribuição dos ecogrupos de cistos de dinoflagelados mostrou uma boa correlação com o modelo sistemático proposto por Brinkhuis (1994), para a

seção Eoceno/Oligoceno, do nordeste da Itália, baseado na sequência de ótimos de abundância de cistos goyaulacoides verificados ao longo do transecto nerítico interno – oceânico, como segue: grupos *Homotryblium*, *Areoligera/Glaphyrocysta*, *Operculodinium*, *Cleistosphaeridium*, *Cordosphaeridium*, *Areoligera-Enneadocysta*, *Spiniferites*, *Nematosphaeropsis-Cannosphaeropsis* e *Impagidinium*, conforme pode ser observado na figura 9.14. Além deste trabalho, as interpretações paleoecológicas, como descritas adiante, foram baseadas em alguns estudos (e.g. Köthe, 1990; Brinkhuis *et al*., 1992, 1998; Van Mourik & Brinkhuis, 2001; Sluijs *et al*., 2005; Pross & Brinkhuis, 2005; Sluijs & Brinkhuis, 2009), abordados anteriormente, quando da descrição paleoecológica realizada para cada afloramento estudado.

Evidenciando as variações eustáticas supracitadas, na Pedreira Cipasa, por exemplo, na porção médio-inferior (2,5-15 m), foram estabelecidas fácies marinhas costeiras em um ambiente nerítico interno, determinadas pela presença dos cistos pertencentes aos grupos Deflandreoideae e Areoligeraceae, associados ao gênero *Operculodinium* e valores significativos do índice t/m (Figs. 9.1 e 9.4). Barbosa (2004) salienta que na porção inferior desta pedreira houve uma maior participação da fase terrígena, interpretada a partir do aumento nos valores de SiO_2, Al_2O_3 e MgO. De acordo com o referido autor, é possível que os aumentos destes parâmetros sejam decorrentes do raseamento da plataforma por efeito de um pulso tectônico. Em direção ao topo da seção foram caracterizadas fácies marinhas mais distais, em ambiente nerítico externo, a partir da associação composta pelos complexos *Spiniferites-Hafniasphaera-Achomosphaera* e *Cordosphaeridium-Disphaerogena*. Entre 14 e 30 m, o complexo *Spiniferites-Hafniasphaera-Achomosphaera* mostra-se mais expressivo, caracterizando um aprofundamente da lâmina d'água, neste intervalo. Entre 30 e 35,3 m, as altas frequências do complexo *Cordosphaeridium-Disphaerogena* determinam uma tendência de raseamento. Os valores dos índices IPM e t/m demostraram também uma maior influência do continente no topo da Pedreira Cipasa, a partir de 25 m. Barbosa (2004), da mesma forma, aponta para a porção mais superior deste afloramento, um novo aumento na participação terrígena, com base no aumento dos valores dos elementos SiO_2 e Al_2O_3.

Nas Pedreiras Nassau e Poty, um ambiente predominantemente marinho nerítico externo foi determinado para a seção Maastrichtiana, a partir do domínio na associação palinológica destes últimos complexos (*Spiniferites-Hafniasphaera-Achomosphaera* e *Cordosphaeridium-Disphaerogena*), associados a uma presença também significativa do gênero *Operculodinium*. As mudanças nas proporções destes grupos evidenciaram as variações relativas do nível do mar ao longo destas seções (Figs. 9.8b e 9.12).

Figura 9.13 – Apresenta a síntese da interpretação paleoambiental para a seção Cretáceo/Paleógeno da Bacia da Paráiba.



Determinação dos ambientes marinhos que variaram entre nerítico interno a externo, no Cretáceo superior. Destaca-se o estabelecimento de fácies mais distais no topo do Maastrichtiano, e, no Paleógeno, dominam as fácies marinhas proximais, que caracterizam ambiente marinho nerítico interno.

Na Pedreira Nassau, foi verificada uma tendência de raseamento em direção ao topo do afloramento, com o aumento das frequências dos cistos do complexo *Cordosphaeridium-Disphaerogena*, entre 14 e 33 m. Na seção subjacente, dominam os cistos do complexo *Spiniferires-Hafniasphaera-Achomosphaera*, estabelecendo condições marinhas relativamente mais distais no intervalo 0,4-14m, principalmente entre 6 e 14 m, onde também são menos representativos os cistos do gênero *Operculodinium*. Os valores dos índices IPM e t/m corroboram para um aumento da continentalidade em direção ao topo da seção, principalmente entre 18 e 33 m (Figs. 9.5 e 9.8b). Na Pedreira Poty, no Maastrichtiano (intervalo 5-16,2m), a participação efetiva na associação dos cistos de dinoflagelados dos complexos *Spiniferires-Hafniasphaera-Achomosphaera* e *Cordosphaeridium-Disphaerogena*, associados a uma maior influência, na porção mais basal, dos cistos da família Areoligeraceae, associados aos cistos do gênero *Operculodinium* apontam, para este intervalo, uma deposição em águas rasas, relativamente distantes da linha de costa, que, no entanto, demonstraram certa influência do continente a partir da presença da associação tipicamente costeira composta pelos gêneros *Glaphyrocysta* e *Operculodinium*. A influência continental descresce em direção ao topo do Maastrichtiano, com a predominância dos cistos dos complexos *Spiniferires-Hafniasphaera-Achomosphaera* e *Cordosphaeridium-Disphaerogena*, tendência corroborada pelos valores dos índices IPM e t/m (Figs. 9.9 e 9.12). Já na porção médio-superior (17,1-29,5 m) desta pedreira, no Paleógeno, verificou-se uma associação bem distinta da seção subjacente, composta pelos gêneros *Operculodinium*, *Glaphyrocysta*, *Membranophoridium* e *Fibrocysta*, que apontam para o estabelecimento, neste intervalo, de fácies marinhas proximais, em ambiente nerítico interno. Estudos anteriores salientam paleobatimetrias relacionadas a ambiente nerítico médio para o Paleógeno da Bacia da Paraíba (e.g. Albertão, 1993; Koutsoukos, 1996a). Os números relativos aos índices IPM e t/m indicam, semelhantemente, uma tendência progradante para o Paleógeno, no presente estudo. Estes dados corroboram com a interpretação do evento regressivo que teria marcado a Bacia da Paraíba na base do Paleógeno, sendo caracterizado por forte influxo terrígeno, conforme evidenciado na seção paleocênica da Pedreira Poty, e demonstrado na curva eustática global (Haq *et al*., 1988).

De acordo com Souza (1999), a sequência sedimentar representativa da Formação Maria Farinha seria o indício da fase regressiva no preenchimento lítico da Bacia da Paraíba, sendo caracterizada, conforme Souza-Lima *et al*. (1996), por alguma dolomitização em direção ao topo, somada a um forte influxo de siliciclásticos para dentro da Bacia, de acordo com Albertão & Martins Jr. (2006). Estes autores ressaltaram, para esta formação, em direção

ao topo da seção, uma tendência geral de gradual decréscimo de $CaCO_3$, o aumento de sedimentos margosos, e a dominância dos foraminíferos bentônicos sobre os planctônicos.

Este influxo de material derivado do continente foi significativo nas Pedreiras Nassau e Poty, também durante o Maastrichtiano. Na Pedreira Cipasa a influência do continente mostrou-se menos significativa na porção médio-superior deste afloramento (Figs. 9.2 e 9.3), correspondente à porção médio-superior da zona *Yolkinigymnium lanceolatum* e zona *Dinogymnium* spp. Isso pode ser indicativo de condições de deposição em ambiente mais distal para essa localidade, durante este intervalo. Na seção relativa a Mina Cipasa, Barbosa (2004) meniona que os valores menores dos parâmetros TiO_2, SiO_2 e K_2O, em comparação com as seções maastrichtianas das minas Poty e Itapessoca (Nassau), apontam, de uma maneira geral, uma menor influência da fonte terrígena, encontrando-se aquela localidade sob uma maior influência marinha. Os valores relativos aos índices IPM e t/m, avaliados para a Pedreira Cipasa, no presente estudo, corroboram as interpretações acima. Nessa Pedreira, em geral, foram observados os menores valores do índice t/m, além de números mais relevantes do índice IPM (Fig. 9.1). Além disso, via de regra, os valores mais expressivos de P_2O_5, na Pedreira Cipasa, inferem condições mais eficientes de circulação na plataforma, favorecendo uma maior disponibilidade de nutrientes, e, portanto, paleoprodutividades mais elevadas, conforme Barbosa (*op.cit*). Esta constatação é corroborada pelos mais altos valores, observados nesta pedreira, quanto à razão P/G, especialmente, na porção mais basal da seção em estudo (Fig.9.1).

De maneira semelhante, Lima (2002) abordou, para a seção maastrichtiana da Bacia da Paraíba, uma tendência geral de rebaixamento do nível do mar, em direção ao topo da seção, corroborada pela curva eustática global (Haq *et al*., 1988). Koutsoukos (2006), na Pedreira Poty observou uma clara mudança na assembleia de foraminíferos bentônicos, compatível com uma queda acentuada do nível do mar, na transição K-Pg. A tendência progradante evidenciada por estes autores encontra-se bem representada na seção estudada por esta tese, especialmente nas pedreiras Nassau e Poty, sendo mais evidente na primeira. Na Pedreira Poty, os valores do parâmetro t/m são crescentes entre 5 e 12 m. A partir de 12 m, observou-se uma notável tendência de oscilação dos valores dos índices t/m e IPM em direção as camadas do limite K-Pg, e uma significatica redução dos números do índice t/m, entre 16 e 17,15 m (Fig. 9.9). O comportamente da curva de isótopos de oxigênio ($\delta^{18}O$) na Bacia da Paraíba, conforme Nascimento *et al*. (2011) também demonstram uma forte flutuação dos valores deste parâmetro em direção ao Maastrichtiano superior, talvez, associada à instabilidade climática causada pelos múltiplos impactos de meteoritos que podem ter

precedido a transição K-Pg. Assim, os bioeventos acima citados, possivelmente, devem ter relação com estes fenômenos que caracterizararm a passagem Cretáceo/paleógeno e influenciaram as formas de vida, com destaque para os impactos sobre a flora. Algumas pesquisas mencionam que houve na passagem K-Pg o desaparecimento de uma grande diversidade de plantas terrestes (Marshall, 1998), com o florescimento de formas oportunistas, seguida de um pulso de comunidades pioneiras e posterior recuperação da diversidade biótica, no Paleógeno (Vajda & Bercovicci, 2014). Quanto aos cistos de dinoflagelados, estes parecem não ter sido significamente afetados pela progressiva redução da diversidade biótica durante o Maastrichtiano (MacLeod *et al*., 1997). O presente estudo revelou que das espécies viventes no Maastrichtiano, 33,3 % não passaram para o Paleógeno, com destaque paras os representantes dos gêneros *Dinogymnium*, *Alisogymnium* e *Yolkinigymnium*. Brinkhuis & Zachariasse (1988) destacam que os dinoflagelados não apresentaram taxas aceleradas de extinção diante dos efeitos advindos dos eventos do K-Pg, embora tenham sido observadas modificações relevantes nas associações palinológicas através deste intervalo, conforme reveladas também na corrente tese.

Lima (2002) ressalta, ainda, para a seção maastrichtiana da Bacia da Paraíba, um crescente aumento de material siliciclático e climas que tendem a mais úmidos, em direção ao topo da seção, e que voltam a tornar-se mais secos nas imediações do limite K-Pg, onde ocorre uma menor influência de material siliciclástico. Nascimento *et al*. (2011) também destacam que houve, na transição K-Pg, um significativo decréscimo dos valores de SiO_2 e Al_2O_3, corroborando os dados de Lima (*op.cit*.). Esta tendência que revela a menor influência de material derivado do continente nas camadas do limite K-Pg, de forma semelhante, foi observada na presente tese, conforme supramencionado (Fig.9.9).

Considerando os grandes domínios climáticos, interpretados para o intervalo Maastrichtiano/Paleoceno, com base em dados litológicos, paleontológicos, sedimentológicos e geoquímicos, a Bacia da Paraíba estaria inserida dentro do contexto dos domínios tropical a árido (Parrish *et al*., 1982; Golonka *et al*., 1994).

De uma maneira geral, a presença marcante de miósporos na seção maastrichtiana é indicativa da influência de climas relativamente úmidos nesta idade. A interpretação de climas quentes e úmidos para a seção maasstrichtiana/paleocênica da Bacia da Paraíba é corroborada pela contribuição efetiva dos miósporos nos depósitos deste intervalo. Os esporos de pteridófitas ocorrem em proporções relevantes, e conforme Schrank (1987), estas plantas se desenvolviam em ambientes úmidos próximos a rios e lagos de águas rasas.

A presença de alguns gêneros de cistos de dinoflagelados também inferem paleoclimas predominantemente quentes para a seção em estudo, dentre os quais são citados os gêneros *Cordosphaeridium*, *Glaphyrocysta*, *Areoligera*, e aqueles pertencentes ao grupo *Defladreoideae*, os quais inferem paleotemperaturas mais altas das massas d'água. Lima (2002) aponta temperaturas predominantemente amenas para a seção maastrichtiana na Bacia da Paraíba, que se tornaram mais elevadas em direção ao limite K-Pg, indicadas pelos valores relativamente elevados de $\delta^{18}O$.

9.5 COMPARAÇÕES COM OUTRAS SEÇÕES

Nesta etapa foram avaliados os padrões de distribuição dos cistos de dinoflagelados na seção Cretáceo superior-Paleoceno, comparativamente com outras seções (vide fig. 10.1, seção 10).

9.5.1 Padrões de distribuição dos ecogrupos de cistos de dinoflagelados

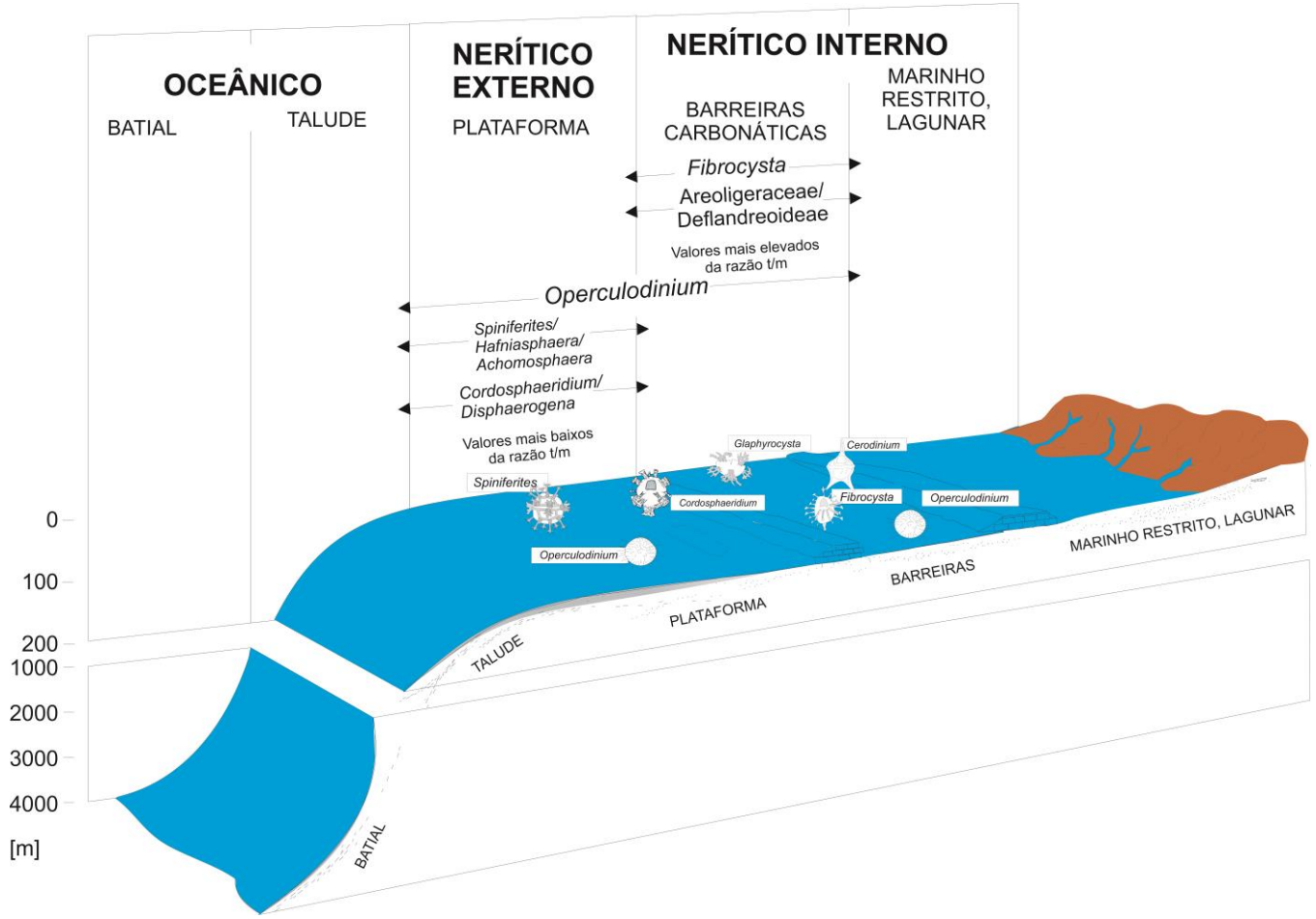
Na seção Ouled Haddou, no Marrocos, o intervalo relativo ao limite K-Pg é caracterizado pelas ocorrências expressivas dos grupos *Cordosphaeridium, Manumiella seelandica, Spiniferites, Senegalinium, Areoligera* e *Glaphyrocysta* (Slimani *et al*., 2010). Os autores verificaram a presença das espécies *C.inodes, C.exilimurum, Spiniferite ramosus* subsp. *ramosus*, que também caracterizaram a seção K-Pg da Bacia da Paraíba, possuindo as duas primeiras formas, altas frequências, na seção avaliada nesta tese. Slimani *et al*. (op.cit.) advogam que as mudanças (tendências crescentes ou decrescentes) nas abundâncias dos grupos *Glaphyrocysta* e *Spiniferites* são indicativos de variações no ambiente deposicional, entre ambientes marinhos mais próximos à linha de costa a ambientes marinhos abertos. Estas relações também foram evidênciadas na seção em estudo, sendo bastante úteis na determinação dos paleoambientes e das variações relativas do nível do mar, conforme discutido anteriormente neste capítulo, no item 9.4 (Figs. 9.4, 9.8 e 9.12).

Na seção Cerro Butaló, na Argentina, Prámparo & Papú (2006) observaram que o grupo *Spiniferites-Achomosphaera* mostrou-se mais comum no intervalo onde ocorrem os números mais significativos da razão cistos de dinoflagelados/miósporos. Por outro lado, o grupo *Glaphyrocysta-Areoligera* foi mais abundante em níveis com uma maior influência dos palinomorfos continentais. Estas relações também foram constatadas na seção Cretáceo/Paleógeno da Bacia da Paraíba (Figs. 9.1, 9.4, 9.9 e 9.12).

Na Bacia do Níger, Nigéria, Oboh-Ikuenobe *et al*. (2017) estudaram a seção de idade Paleoceno-Eoceno inferior e observaram na associação palinológica o grupo *Cordosphaeridium* (e.g. *Cordosphaeridium, Damassadinium, Fibrocysta*) que domina a assembleia entre o Selandiano superior e Thanetiano médio, sendo indicativo de paleotemperaturas mais quentes. Os cistos do gênero *Cordosphaeridium* também são abundantes na Bacia da Paraíba, na seção Cretáceo-Paleógeno, sendo, porém, mais representativos no Maastrichtiano. Já os gêneros *Damassadinium e Fibrocysta* possuem frequências mais representativas no Paleógeno. No Selandiano superior, os autores supracitados mencionam as ocorrências comuns a frequentes do gênero *Glaphyrocysta*, associadas a um expressivo influxo de terrígenos, caracterizado por altas frequências de palinomorfos terrestres, indicando condições de mais alta energia em ambiente nerítico interno (Wall *et al*.,1977; Sluijs & Brinkhuis, 2009). Estes bioeventos, semelhantemente, foram registrados no Paleoceno da Bacia da Paraíba, e foram muito úteis para a caracterização do ambiente deposicional no intervalo em questão (Figs. 9.9 e 9.12).

Em seção do Paleógeno, em Gana, Oeste da África, Awad & Oboh-Ikuenobe (2016) relataram a presença do gênero *Operculodinium* em todas as amostras em percentuais superiores a 10%. Na seção paleocênica avaliada nesta tese o gênero *Operculodinium* mostra-se presente em praticamente toda a seção, em percentuais superiores a 40 %, na maior parte do intervalo em questão. O grupo pode ser observado em vários tipos de ambientes desde o marinho restrito a oceânico, mas com ótimos de abundância em ambientes mais proximais (Brinkhuis, 1994, Pross & Brinkhuis, 2005). Abundâncias mais significativas destes cistos reportadas a ambientes mais distais tem sido atribuída por alguns estudos a processos de transporte e redeposição (e.g. Wall *et al.*, 1977; Harland, 1983; Brinkhuis, *op.cit*.). Altas frequências do gênero *Glaphyrocysta* são reportadas para o Paleoceno superior, por Oboh-Ikuenobe *et al*. (*op.cit.*), sendo indicativa de águas quentes, em ambiente marinho interno de alta energia (Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Köthe, 1990; Eshet *et al*., 1992; Brinkhuis, 1994; Slimani *et al*., 2010). Este gênero apresentou frequências significativas no Paleógeno da Bacia da Paraíba. Oboh-Ikuenobe *et al*. (op.cit.) destacam que as mudanças observadas na associação palinológica ao longo do Paleógeno, relativas as dominâncias entre táxons indicaticos de condições marinhas mais distais (eg. *Spiniferites, Hafniasphaera)* para táxons que inferem deposição em condições marinhas costeiras, refletem as variações relativas do nível do mar, no ambiente deposicional. Estas mudanças, de maneira semelhante, foram destacadas para seção Cretáceo/Paleógeno da Bacia da Paraíba, conforme esta tese (Figs. 9.4, 9.8 e 9.12).

Figura 9.14 – Modelo esquemático da distribuição das associações/complexos dos cistos de dinoflagelados ao longo do perfil proximal-distal, no intervalo Maastrichtiano superior-Paleoceno, da Bacia da Paraíba.



Proposto a partir da aplicação do modelo de Brinkhuis (1994) para a seção Eoceno/Oligoceno, do nordeste da Itália, que se baseia nos ótimos de abundância dos grupos gonyaulacoides. Além disso, foram consideradas as indicações paleoecológicas sugeridas pelas diversas associações de cistos de dinoflagelados abordadas nos estudos de Sluijs *et al*. 2005 e Pross & Brinkhuis, 2005 Fonte: adaptado de Brinkhuis (1994); Sluijs *et al*. (2005); Pross & Brinkhuis (2005).

10 ASPECTOS PALEOBIOGEOGRÁFICOS

De acordo com Williams *et al*. (1990), a distribuição biogeográfica e o provincialismo dos cistos de dinoflagelados são condicionados, principalmente, pelas mudanças nas condições climáticas e nos padrões de circulação das correntes oceânicas (Fig.10.1). A palinoflora também é fortemente controlada pelos padrões latitudinais (Fig. 10.2).

10.1 PROVINCIALISMO DOS CISTOS DE DINOFLAGELADOS PERIDINIOIDES

No Cretáceo superior, as associações de cistos de dinoflagelados demonstraram um notável provincialismo paleobiogeográfico, relacionado, sobretudo, aos cistos do tipo peridinioide (Brinkhuis & Leereveld, 1988; Brinkhuis *et al*., 1988; Arai *et al*., 2000). Nas bacias brasileiras, o provincialismo mostrou-se muito atuante nas associações de cistos peridinioides do Cretáceo superior, conforme verificado por Lana & Botelho-Neto (1989), em pesquisas que abordaram este tema nas bacias de Santos e Potiguar. Neste intervalo, Arai *et al*. (2000) evidenciaram as diferenças quanto a estas associações entre as bacias ao longo da margem continental brasileira, e demonstrou que as bacias da margem sul e sudeste são caracterizadas pelas ocorrências dos táxons *Amphidiadema, Chatangiella, Manumiella, Nelsoniella* e *Xenikoon*, que são raros nas bacias do norte e nordeste. Estas últimas bacias são caracterizadas pela presença de uma associação na qual predominam os cistos dos gêneros *Cerodinium* e *Senegalinium*. Estes eventos também foram observados na Bacia do Gabão (Boltenhagen, 1977). Na Bacia da Paraíba, para o Maastrichtiano, foi observada uma maior representatividade do gênero *Cerodinium* e ocorrências raras do gênero *Manumiella*. Já no Paleógeno foram registradas as espécies do gênero *Cerdodinium*, em especial a espécie *C.diebelii*.

Lentim & Williams (1980) apontaram a existência de dististas assembleias, notadamente do Cretáceo superior, cujas distribuições estariam relacionadas a diferentes condições paleoclimáticas (paleolatitudes e paleotemperaturas), de forma que tais associações foram agrupadas em três principais suítes: suítes de Malloy, Williams e McIntyre. Dentre as suítes supramencionadas, a associação caracterizada na Bacia da Paraíba, para este intervalo, estaria relacionada a suíte de Malloy (tropical), com algumas diferenças. A suíte de Malloy (Lentim & Williams, *op.cit*.) é caracterizada pelos táxons *Andalusiella*, *Cerodinium*, *Phelodinium* e *Senegalinium*, com o gênero *Palaeocystodinium* ocorrendo subordinadamente. Na bacia em estudo, os gêneros *Palaeocystodinium e Cerodinium* foram os mais

representativos, dentre os cistos da subfamília Deflandreoideae. Os cistos do gênero *Senegalinium* não foram registrados, e os táxons *Andalusiella* e *Phelodinum* ocorreram de foma mais rara. De acordo com os autores supracitados, os gêneros *Chatangiella, Laciniadinium, Spinidinium* e *Trithyridinium* encontram-se ausentes na Suíte de Malloy. A ausência das espécies destes gêneros na seção cretácea da Bacia da Paraíba assegura a correlação da associação palinológica caracterizada no presente trabalho, com a suíte em questão, que se situa no domínio de Tétis, em águas tropicais a subtropicais, de acordo com Lentin & Williams (*op.cit*.).

Associações características da Suíte de Malloy também foram reconhecidas nas bacias de Santos e Potiguar (Lana e Botelho-Neto, 1989). Os autores reconheceram para o Cretáceo superior uma assembleia rica nos gêneros *Cerodinium, Andalusiella, Lejeunecysta* e *Senegalinium*, consideradas como restritas a pelolatitudes tropicais a subtropicais. Algumas espécies características de águas mais frias (*Chatangiella*) foram registradas, especialmente na Bacia de Santos, posicionando esta bacia entre as suítes de Malloy (tropical) e Williams (temperada). Influência de espécies características de climas mais frios, ainda que raras, também foi relatada para a Bacia de Potiguar, registrada para a idade Campaniano. A referida bacia foi relacionada com a Suíte de Malloy, conforme Lana & Botelho-Neto (*op.cit*.). Formas que integram a associação que caracteriza a suíte de Malloy, com destaque para os gêneros *Cerodinium, Palaeocystodinium e Andalusiella*, foram reconhecidas também em outras bacias da margem continental brasileira: Sub-bacia de Sergipe e bacias do Ceará, Pará-Maranhão e Almada.

Espécies comuns à Suíte de Williams, como os gêneros *Chantagiella* e *Trithyridinium*, não foram observados na seção maastrichtiana da bacia em estudo, conforme ressaltado anteriormente. Sarkis (2002), a partir de estudos na seção K-Pg da Pedreira Poty, enfatiza uma associação palinológica característica da Suíte de Malloy e menciona apenas a ocorrência rara e duvidosa do gênero *Trithyridinium*, o que corrobora às observações acima. Arai *et al*. (2000) advoga que o provincialismo no Maastrichtiano é menos pronuncioado devido a ocorrência predominante de espécies cosmopolitas (e.g. *Areoligera* spp., *Cerodinium diebelii*, *Dinogymnium* spp., *Disphaerogena carposphaeropsis*, and *Glaphyrocysta* spp.). Todos estes táxons foram registrados na área de estudo e são representativos da seção K-Pg, dentre os quais a espécie *C.diebelii*, que é citada por Arai *et al*. (*op.cit.*) como frequente a abundante em zonas tropicais.

A associação relativa aos cistos peridinioides, na seção Haddou, nordeste do Marrocos, demostrou uma dominância de cistos atribuídos a Suíte de Malloy, com o registro dos gêneros

Andalusiella, *Cerodinium*, *Lejeunecysta* e *Senegalinium*. Foram observadas ocorrências esporádicas de exemplares dos gêneros atribuídos a Suíte de Williams, como *Chatangiella*, *Spinidinium e Trithyrodinium* (Slimani *et al*., 2010). As associações avaliadas nesta tese diferenciam-se das registradas para a seção Haddou pela ausência dos gêneros *Lejeunecysta* e *Senegalinium*, e das espécies que caracterizam climas mais frios.

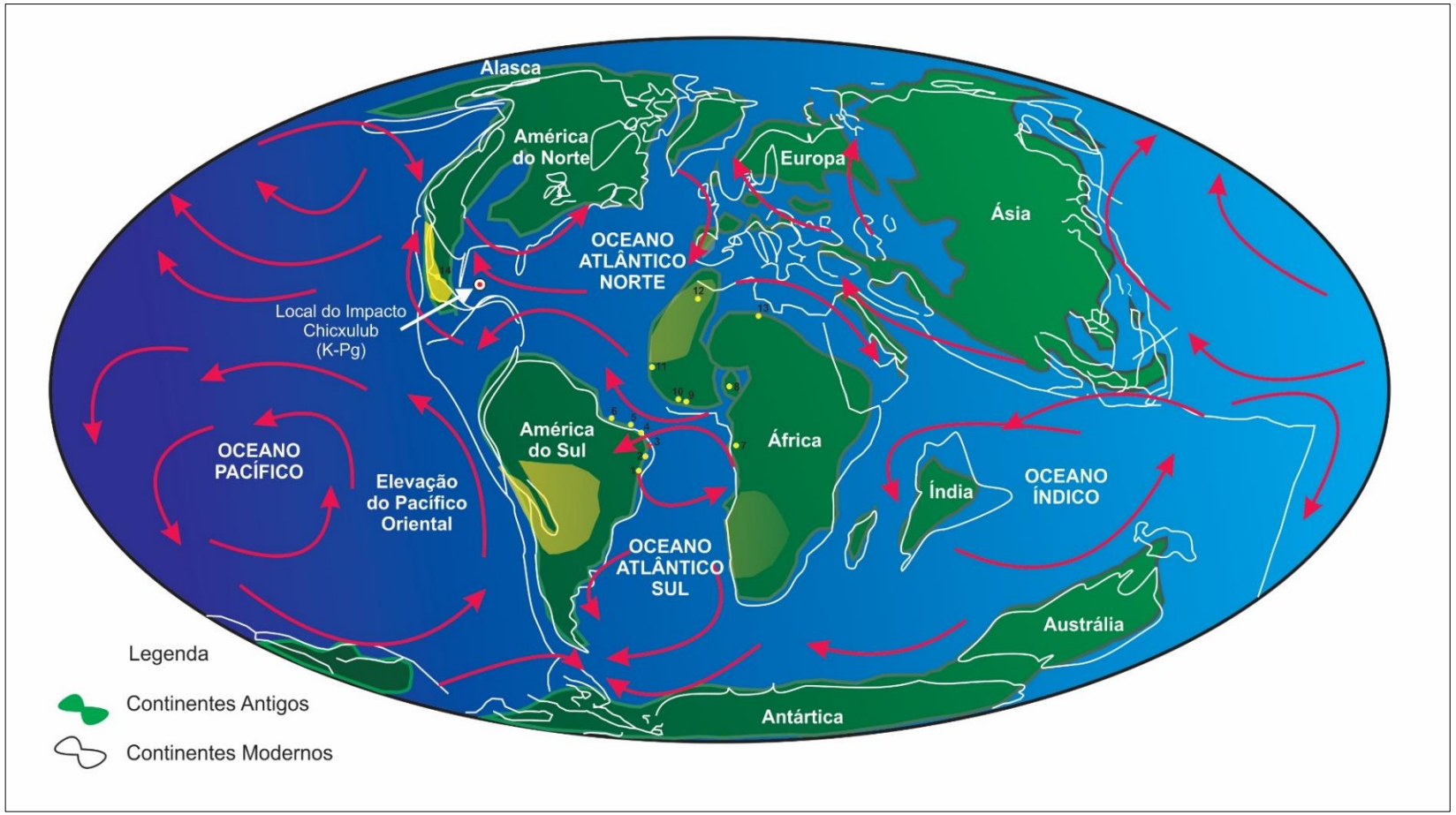
A associação que caracteriza a província tropical a subtropical foi também citada em depósitos do intervalo Campaniano-Daniano, do Senegal (Jan du Chêne, 1988), Tunísia (Brinkhuis & Zachariasse, 1988) e México (Helenes & Téllez-Duarte, 2002).

Na seção El kef (Tunísia), Brinkhuis & Leereveld (1988) concluiram que houve um alto grau de provincialiasmo em relação à associação de cistos de dinoflagelados do Maastrichtiano, em escala mundial. Os autores ressaltam que a referida associação é apenas comparável com regiões de baixas latitudes da Espanha, índia e California, possuindo, entretando, marcantes diferenças em relação às associações observadas para o noroeste da Europa. Por outro lado, no Daniano, estas associaçãos mostram características mútuas, o que demonstra o descréscimo do provincialismo a partir do Paleógeno. A redução do provincialismo através do K-Pg provavelmente está relacionada a mecanismos que foram eficientes em escala global e reflete os eventos que marcaram essa passagem. Na seção acima, é observado, comumente, no Maastrichtiano superior, o grupo *Senegalinium-Andalusiella*. O último gênero também se mostrou representativo na seção maastrichtiana da Bacia da Paraíba, especialmente na Pedreira Cipasa. Arai (2007) menciona que os exemplares do gênero *Andalusiella* tendem a desaparecer fora dos trópicos, sugerindo que a paleolatitude 30°N seria uma barreira para este grupo. O referido gênero foi registrado no sul da Espanha e nas bacias da África setentrional e tropical (e.g. Tunísia, Brinkhuis & Zachariasse, 1988; Costa do Marfim, Masure *et al*., 1996; Gabão, Boltenhagen, 1977).

10.2 PROVÍNCIAS PALINOFLORÍSTICAS

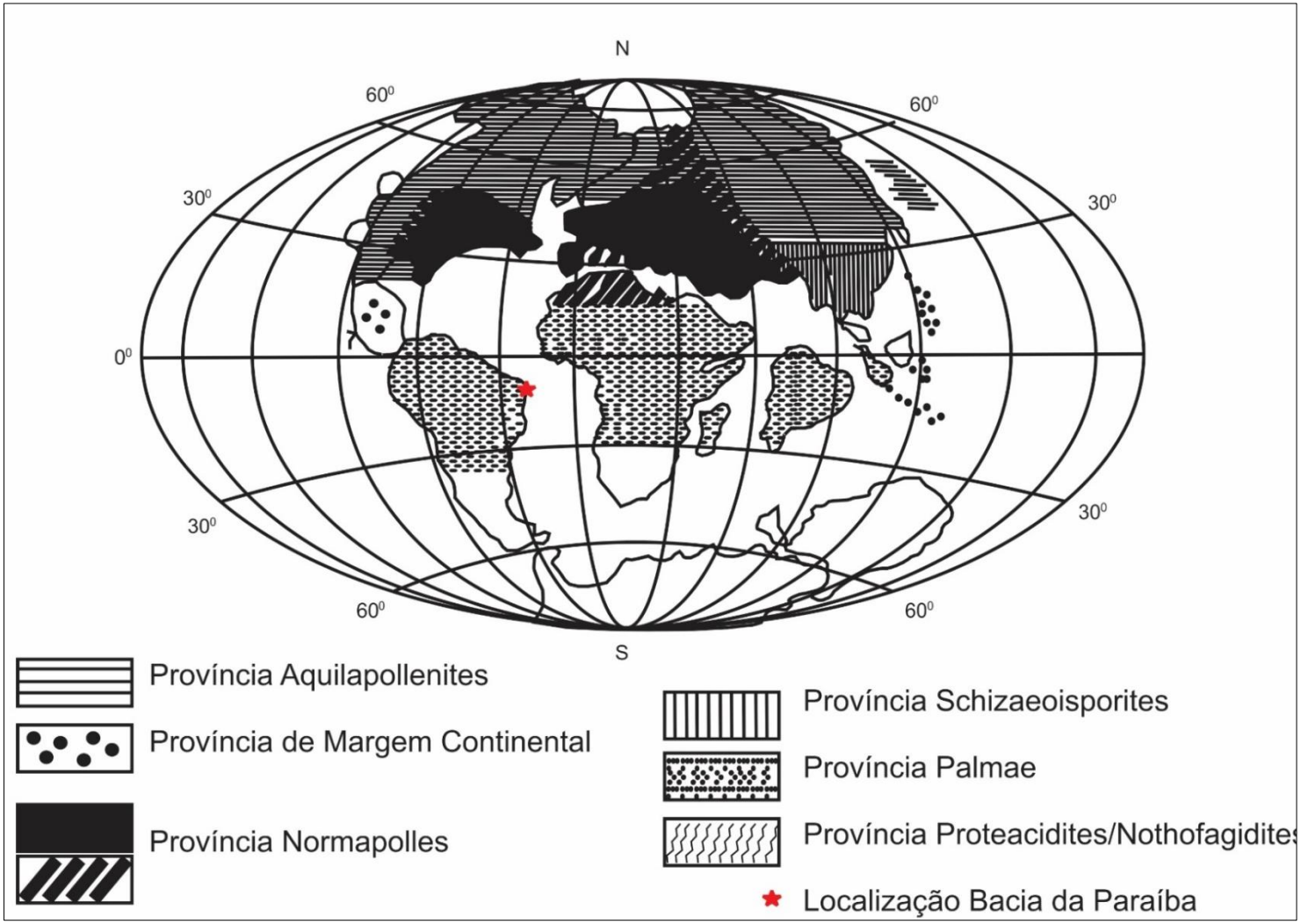
A palinoflora presente na seção maastrichtiana/paleocênica foi tentativamente relacionada às províncias palinoflorísticas definidas por Herngreen *et al*. (1996), para o intervalo compreendido entre o Neocretáceo e Paleógeno. Assim, considerando-se a localização paleogeográfica da Bacia da Paraíba, percebe-se como dominante, para essa área, a Província Palmae (Fig. 10.2).

Figura 10.1 - Mapa mostra a localização das seções utilizadas nas comparações paleoecológicas.



O padrão latitudinal e das correntes oceânicas são os principais condicionantes da distribuição paleogeográfica do grupo. Tal configuração, provavelmente, contribuiu para o provincialismo demonstrado por estes microfósseis, principalmente no Cretáceo superior, e explicam as semelhanças verificadas, quanto ao padrão de distribuição das associações, entre as referidas seções e a Bacia da Paraíba. 1,2, 3, 4, 5 e 6 (bacias de Almada, Sergipe, Paraíba, Potiguar, Ceará e Pará-Maranhão, respectivamente, Arai, 2007); 7 (Gabão, Boltenhagen, 1977); 8 (Nigéria, Oboh-Ikuenobe *et al*., 2017); 9 (Gana, Awad & Oboh-Ikuenobe, 2016); 10 (Costa do Marfim, Masure *et al*., 1996); 11 Senegal (Jan du Chêne, 1988); 12 (Marrocos, Slimani *et a*l., 2010); 13 (Tunísia, Brinkhuis & Leereveld, 1988); 14 (México, Helenes & Téllez-Duarte, 2002). Fonte: modificado de Hay (1996); Lima (2002); Scotese (2010).

Figura 10.2 - Distribuição das províncias palinoflorísticas no Cretáceo/Paleógeno.



Fonte: modificado de Herngreen *et al*. (1996).

A paleoflora e palinoflora relacionadas a esta província apontam para a dominância de climas quentes e úmidos (Herngreen, 1980).

Na Província Palmae, definida por Herngreen (1980), são numerosos, os espécimes dos gêneros *Psilamonocolpites, Retimonocolpites, Longapertites, Proxapertites, Mauritiidites, Buttinia e Constantinisporis*. Subordinadamente são destacados os grãos de pólen triporados e sincolporados. Para América do Sul, foi evidenciada uma associação com características endêmicas, sendo composta por grãos de pólen efedróides, como os *Steevesipollenites* spp., grãos de pólen de parede espessa, como os *Crassitricolpites* spp., e grãos de pólen notofagoides, como os *Psilastephanocolporites* spp. Em relação a seção em estudo, em comum com a Bacia da Paraíba, são destacadas as espécies pertencentes aos gêneros *Proxapertites* (*P.operculatus, Proxapertite* sp.), *Longapertites* (*L.proxapertitoides*), *Crassitriapertites*, (*C. uesugui*, *C. vanderhammeni*) e *Crassitricolporites* (*C. brasiliensis*), representantes dos grãos de pólen de parede espessa, efedróides (*Gnetaceapollenites* spp., *Equisetosporites* spp.), além dos grãos de pólen triporados. Vajda & Bercorvici (2011) destacam, como incluídas na Província Palmae, algumas espécies chaves extintas no limite K-Pg, e também observadas na área de estudo, como os miósporos *A. magnus*, *G. vigourouxii* e *C. brasiliensis*.

11 CONCLUSÕES

A partir da análise palinoestratigráfica desenvolvida na seção Cretáceo/Paleógeno da Bacia da Paraíba, foi possível alcançar as seguintes constatações:

1. Foram identificadas e descritas 96 espécies de cistos de dinoflagelados, dentre as quais 27 espécies permanecem com taxonomia aberta e despontam como possíveis candidatas a espécies novas, as quais serão motivos para avaliações subsequentes.

2. Os cistos de dinoflagelados foi o grupo mais representativo na área de estudo e mostrou-se bastante efetivo na datação e refinamento da seção carbonática, representada pelas formações Gramame e Maria Farinha.

2.1. A partir destes microfósseis foram definidas, para a seção Cretáceo/Paleógeno, seis zonas: as zonas *Adnatosphaeridium buccinum*, *Yolkinigymnium lanceolatum* e *Dinogymnium* spp., para o Maastrichtiano superior, e zonas *Disphaerogena carposphaeropsis*, *Cerodinium diebelii* e *Damassadinium californicum*, para o Paleoceno. Algumas espécies foram reconhecidas como coadjuvantes para a caracterização da seção avaliada, dentre as quais são citadas as espécies *A.mauthei* e *A. gabonensis*, *G.espiritosantensis* e *A.euclaense*, para o Maastrichtiano. No Paleógeno, são citadas as ocorrências das espécies *P. lidiae* e *F. licia*, *G. divaricata*, como relevantes na datação do Paleoceno (Selandiano). Destaca-se, ainda, para este intervalo, a primeira ocorrência da espécie *A.circumtabulata*, que é um *datum* reconhecido internacionalmente para a determinação da base do Paleógeno (Daniano).

2.2. Os bioeventos de cistos de dinoflagelados que concorreram para a definição e caracterização do zoneamento proposto nesta tese foram registrados em outras seções, notadamente na África e América do Sul. Quanto às bacias marginais brasileiras, foi possível correlacionar o zoneamento proposto com outros arcabouços bioestratigráficos, notadamente, das bacias das margens equatorial e sudeste.

2.3. A correlação do zoneamento proposto com base nos cistos de dinoflagelados, com o método dos nanofósseis calcários, para a seção Maastrichtiana, demostrou que os topos das zonas *Yolkinigymnium lanceolatum* e *Dinogymnium* spp. são correlacionados à zona CC26, de nanofósseis calcários. No que diz respeito à zona *Adnatosphaeridium buccinum*, está mostrou

uma boa correlação com a zona CC25A, de nanofósseis calcários, com topo correlato ao topo desta biozona. No Paleógeno, a zona *Disphaerogena carposphaeropsis* foi tentativamente correlacionada à zona NP1, de nanofósseis calcários.

2.4. A transição K-Pg foi determinada entre 16,2 e 17,1 m, na Pedreira Poty, sendo observadas, em 16,2 m as últimas formas do Cretáceo. As primeiras formas do Paleógeno, particularmente, do cisto *D. californicum*, foi verificada em 17,1 m. Observou-se que os cistos de dinoflagelados não foram tão afetados pelos eventos que marcaram a passagem K-Pg, em comparação com outros grupos planctônicos, a exemplo dos nanofósseis calcários e foraminíferos. Nesta passagem, foi observada a extinção de 33,3 % do total das espécies de cistos de dinoflagelados que viviam no Maastrichtiano, com destaque para os cistos dos gêneros *Dinogymnium*, *Yolkinigymnium* e *Alisogymnium*. Ressalta-se, entretanto, que houve através do intervalo Cretáceo superior/Paleoceno, significativas mudanças na composição das associações destes microfósseis. A seção relativa ao evento K-Pg apenas pôde ser observada na pedreira supracitada, que se localiza na porção sul da Sub-bacia Olinda. Nas pedreiras Nassau e Cipasa, localizadas mais a norte da bacia em estudo, o limite K-Pg não foi reconhecido.

3. A partir das mudanças verificadas na distribuição dos ecogrupos de cistos de dinoflagelados, aliadas às informações obtidas a partir do comportamento das curvas de abundância e dos índices de diversidade (IPM, t/m e P/G), foi possível inferir variações importantes no ambiente de deposição, tais como variações relativas do nível do mar, disponibilidade de oxigênio e nutrientes (estratificação/eutrofização da coluna d' água) e temperaturas das águas superficiais.

3.1. A interpretação paleoecológica foi baseada na distribuição dos cistos de dinoflagelados, que foram organizados em complexos. Destacaram-se, na seção maastrichtiana/paleocênica, os complexos *Spiniferites-Achomosphaera-Hafniasphaera*, *Cordosphaerdium-Disphaerogena* e *Glaphyrocysta-Areoligera*, associados ao gênero *Operculodinium*, que é representativo em praticamente toda a seção avaliada.

3.2. Para o Maastrichtiano, foi evidenciado um ambiente predominantemente nerítico externo, com base nas abundâncias mais representativas dos complexos *Spiniferites-Achomosphaera-Hafniasphaera* e *Cordosphaeridium-Disphaerogena.* Em contrapartida, no Paleógeno, é

notável a ocorrência do complexo *Glaphyrocysta-Areoligera*, associada às ocorrências relevantes dos gêneros *Operculodinium* e *Fibrocysta*. Esta associação sugere uma deposição em ambiente marinho nerítico interno. Os valores crescentes do índice t/m, e o comportamento inverso observado quanto ao índice IPM, no Paleógeno, corroboram as interpretações acima. As baixas frequências de táxons típicos de ambientes oceânicos, como os gêneros *Hytrichoklpoma* e *Impagidinium* confirmam a interpretação de um ambiente nerítico para a seção avaliada. A ocorrência inexpressiva da espécie *T. pelágica* é indicativa de condições ótimas de oxigênio e massas de água não estratificadas, para a seção Cretáceo superior-Paleoceno. Além disso, são sugeridas, para o intervalo em questão, baixas paleoprodutividades, e condições marinhas normais, indicadas pelos valores pouco representativos da razão P/G. Apenas na porção mais basal da Pedreira Cipasa foram observadas condições de paleoprodutividade mais elevadas, considerando as ocorrências mais expressivas de cistos de dinoflagelados peridinioides neste intervalo, que se deve, provavelmente, a uma maior disponibilidade de nutrientes, derivada de um maior influxo do continente, no ambiente deposicional.

3.3. A análise da distribuição dos ecogrupos de cistos de dinoflagelados mostrou uma boa correlação com o modelo sistemático proposto por Brinkhuis (1994), baseado na sequência de ótimos de abundância de cistos gonyaulacoides, verificados ao longo do transecto nerítico interno-oceânico, como segue: *Homotryblium*, *Areoligera/Glaphyrocysta*, *Operculodinium*, *Cleistosphaeridium*, *Cordosphaeridium*, *Areoligera-Enneadocysta*, *Spiniferites*, *Nematosphaeropsis-Cannosphaeropsis* e *Impagidinium*.

4. Constatou-se que as associações de cistos de dinoflagelados verificadas para a seção Cretáceo superior-Paleoceno da Bacia da Paraíba são comparáveis com aquelas observadas em regiões de baixas latitudes, no norte e oeste da África. Estas mostraram relação também com as associações observadas em seções no México e Argentina. Nestas localidades o padrão de distribuição destes microfósseis demonstrou alguns aspectos semelhantes com a seção avaliada na presente tese. Tais ocorrências comuns das associações de cistos de dinoflagelados com a bacia em estudo, provavelmente, deve-se ao padrão de circulação das correntes oceânicas e condições climáticas, condicionantes importantes na determinação da paleobiogeografia do grupo.

4.1. Foi verificado um pronunciado provincialismo para a Bacia da Paraíba, no Maastrichtiano. Este foi evidenciado a partir da associação de cistos do tipo peridinioide, a partir do registro dos gêneros *Paleocystodinium*, *Cerodinium*, *Andalusiella* e *Phelodinium*, associados à Suíte de Malloy, a qual está relacionada ao domínio de Tetis, em águas tropicais a subtropicais. A associação que caracteriza a Suíte de Malloy possui registros conspícuos nas bacias da margem leste e equatorial brasileiras. Além disso, foi reconhecida também em localidades da África setentrional e tropical.

4.2. Quanto à palinoflora, esta foi tentativamente relacionada à Província Palmae, que infere a predominância de climas quentes e úmidos. A associação observada na área de estudo, e relacionada a referida província, é composta pelos seguintes táxons: *P.operculatus*, *Proxapertite* sp., *L.proxapertitoides*, *C. uesugui*, *C. vanderhammeni* e *C. brasiliensis*, *Gnetaceapollenites* spp., *Equisetosporites* spp., *A. magnus*, *G. vigourouxii* e *C. brasiliensis*, além de grãos de pólen triporados.

REFERÊNCIAS

Albertão, G.A. 1993. Abordagem interdisciplinar e epistemológica sobre as evidências do limite Cretáceo-Terciário, com base em leituras efetuadas no registro sedimentar das bacias da costa leste brasileira. Dissertação de Mestrado, Univerisdade Federal de Ouro Preto, 2 Volumes, 251p.

Albertão, G.A.; Koutsoukos, E.A.M. & Regali, M.P.S.; Attrep Jr., M.; Martins Jr., P.P. 1994a. The Cretaceous-Tertiary boundary in Southern low-latitude regions: preliminary study in Pernambuco, northeastern Brazil. *Terra Research*, **6**: 366-375.

Albertão, G.A.; Martins Jr.; P.P. Koutsoukos, E.A.M. 1994b. O limite Cretáceo-Terciário na bacia de Pernambuco/Paraíba: característica que define um marco estratigráfico relacionado com um evento catastrófico de proporções globais. *Acta Geológica Leopoldensia*, **17**(39/1): 203-219.

Albertão, G.A.; Regali, M.P.S.; Koutsoukos, E.A.M.; Martins Jr., P.P. 1994c. O registro micropaleontológico, com base em foraminíferos e palinomorfos, no limite Cretáceo-Terciário (K-T), bacia de Penambuco/Paraíba (PE/PB), nordeste do Brasil – Inferências Paeoambientais. *Acta Geológica Leopoldensia*, **17** (39/1): 131-145.

Albertão, G.A & Martins Jr. 1996a. Stratigraphic record and geochemistry of the Crataceous-Tertiary (K-T) boundary in the Pernambuco-Paraíba (PE/PB) basin northeastern Brazil. In: Jardiné, S.; Klasz, I. & Debenay, J.P. (Eds.), Géologie de I´Afrique et de I`Atlantique Sud. *Actes colloques Angers*, **1**: 403-411.

Albertão, G.A. & Martins Jr., P.P., 2002. Petrographic and geochemical studies in the Cretaceous-Tertiary boundary, Pernambuco-Paraíba Basin, Brazil. In Buffetaut, E.; Koeberl, C. (eds.). *Geological and biological effects of impact events*. Springer-Verlag, pp. 167-196.

Albertão, G.A. & Martins Jr., P.P. 2006. Estratos Calcários da Pedreira Poty (Paulista), PE: Evidências de Evento Catastrófico no primeiro Registro do Limite K-T descrito na América do Sul. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*, **102**: 1-14.

Almeida, C.B.; Cruz, L.R.; Jardim de Sá, E.F.; Vasconcelos, P.M.P.; Medeiros, W.E. 2005. Tectônica e relações estratigráficas na Sub-bacia de Pernambuco, NE do Brasil: contribuição ao conhecimento do rifte Atlântico Sul. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **13**(2): 167-180.

Antonioli, L. & Arai, M. 2002. O registro da Ecozona Subtilisphaera na Formação Codó (Cretáceo Inferior da Bacia do Parnaíba, Nordeste do Brasil): seu significado paleogeográfico. In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 6, São Pedro, *Boletim*...Rio Claro: UNESP, 2002. p.25-30.

Antunes, R.L. & Melo, J.H.G. de 2001. Micropaleontologia e Estratigrafia de Seqüências. In: Ribeiro H.J.P.S. (eds.). *Estratigrafia de Seqüências – Fundamentos e aplicações*. Editora Unisinos, Rio Grande do Sul, 137-218.

Alberti, G. 1959b. Zur Kenntnis der Gattung Deflandrea Eisenack (Dinoflag.) in der Kreide und im Alttertiär Nord- und Mitteldeutschlands. *Mitteilungen aus dem Geologischen Staatsinstitut in Hamburg*, **28**: 93-105, pl.8-9.

Alvarez, L.W.; Asaro, F.; Michel, H.V.1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science*, **208** (4448): 1095-1108.

Alvarez, W.; Claeys, P.; Kieffer. S.W. 1995. Emplacement of Cretaceous–Tertiary boundary shocked quartz from Chicxulub crater. *Science*, **269**: 930-935.

Andrade, G. C. C. 2010. Nanofósseis Calcários do Maastrichtiano Superior ao Daniano do Poço Poty, Bacia da Paraíba, Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 126p.

Arai, M. 1992. Dinoflagellates from the middle Cretaceous in the offshore Campos Basin, southeastern Brazil. In: Simpósio Sobre as Bacias Cretácicas Brasileiras, 2, Rio Claro, *Resumos Expandidos*, 27-29.

Arai, M. 1994. Dinoflagelados do Cretáceo Superior (Turoniano – Maastrichtiano) da Bacia de Campos, plataforma continental do Sudeste Brasileiro. In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 3, Rio Claro, *Boletim de Resumos*, 59-61.

Arai, M. 2005a. Biodiversité des dinoflagellés de la marge brésilienne de l'Atlantique Central et de l'Atlantique Sud: outil traceur des échanges entre l'Atlantique Nord et l'Atlantique Sud au Crétacé moyen et supérieur. Mémoire (Diplôme d'Études Supérieures de Sciences) – Université Pierre et Marie Curie, Paris, 177f.

Arai.M. 2005. Histórico da Palinoestratigrafia marinha no Brasil com ênfase em Dinoflagelados Cretáceos. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, **63** (3): 371-384.

Arai, M. 2007. Sucessão das Associações de Dinoflagelados (Protista, Pyrrhophyta) ao Longo das Colunas Estratigráficas do Cretáceo das Bacias da Margem Continental Brasileira: Uma Análise sob Ponto de Vista Paleoceanográfico e Paleobiogeográfico. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 18 p.

Arai, M. & Botelho Neto, J. 1996. Biostratigraphy of the marine Cretaceous of the southern and southeastern Brazilian marginal basins, based on dinoflagellates. *Samc News*, **6**: 15-16.

Arai, M.; Botelho Neto, J.; Lana, C. C.; Pedrão, E. 2000. Cretaceous dinoflagellate provincialism in Brazilian marginal basins. *Cretaceous Research*, **21**: 351-366.

Arai, M. & Coelho, P. S. M. (2001). Aferição do valor paleoecológico dos palinomorfos fósseis por meio de análise estatística: exemplo a partir da microflórula Albo-Aptiana da Bacia do Araripe. *Boletim de Geociencias da Petrobras*, 36 p.

Arai, M. & Lana, C.C. 2004. Dinoflagelados. In: Ismar Souza Carvalho. (Coord.). *Paleontologia.* Interciência, Rio de Janeiro, v.2: 327-350.

Arai, M.; LANA, C. C. 2011. Dinoflagelados. In: Carvalho, I. S. (ed.*). Paleontologia: microfósseis, paleoinvertebrados*. Rio de Janeiro: Interciência, v.2. p. 137-166.

Arai, M. & Viviers, M. C. 2013. Dinoflagellate cyst superdominance assemblages from the Upper Cretaceous of the Santos Basin, offshore SE Brazil, and their palaeoecological significance. In: Lewis, J. M., Marret, F. & Bradley, L. (eds). *Biological and Geological Perspectives of Dinoflagellates*. The Micropalaeontological Society, *Special Publications*. Geological Society, London, 285–292.

Armstrong, H.A & Brasier, M.D. 2005. Microfossils. 2a. ed. Oxford, Blackwell, 296p.

Asmus, H. E. & Carvalho, J. C. 1978. Condicionamento tectônico da sedimentação nas bacias marginais do Nordeste do Brasil (Sergipe-Alagoas e Pernambuco-Paraíba). PROJETO REMAC – Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil. Rio de Janeiro, Petrobras/Cenpes. 4:1-24.

Asmus, H. E. & Porto, R. 1972. Classificação das bacias sedimentares brasileiras, segundo a tectônica de placas. Congresso Brasileiro de Geologia, 26, Belém, 1972. *Anais*... Soc. Bras. Geol., **1**: 67 – 90.

Asharat, A.R. & Stinnesbeck, W. 1988. Pollen and sporen an der Kreide-Tertiar grenze in staate Pernambuco, NE Brasilein. *Palaeont*. ABT. b, **208** (1-3):39-51.

Askin, R.A. 1988. Campanian to Paleocene palynological succession of Seymour and adjacent islands, northeastern Antarctic Peninsula. In: Geology and Paleontology of Seymour Island, Antarctic Peninsula. Boulder: *Geological Society of America, Memoir*, **169**: 131 – 153.

Awad, W.K. & Oboh-Ikuenobe, F.E., 2016. Early Paleogene dinoflagellate cysts from ODP Hole 959D, Côte d'Ivoire-Ghana Transform Margin, West Africa: new species, biostratigraphy and paleoenvironmental implications. *J. Afr. Earth Sci*. **123**, 123–144.

Barbosa, J.A. 2004. Evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtiano/Paleoceno: formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil. Dissertação de Mestrado, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 230p.

Barbosa, J.A. 2007. A deposição carbonática na faixa costeira Recife-Natal: aspectos estratigráficos, geoquímicos e paleontológicos. Tese de Doutorado, Centro de tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 107-114.

Barbosa, J.A & Lima Filho. 2005. Os domínios da bacia da Paraíba. In: Congresso Brasileiro de P& D em Petróleo e Gás, 3, Salvador, *Anais*, 50p.

Barbosa, J.A & Lima Filho. 2006. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife-Natal: observações em dados de poços. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, **14** (1): 287-306.

Barbosa, J. A.; Lima Filho, M.; Neumann, V.H.; Neto, J.C.J. & Araújo, J.A.A. 2008. Potencial exploratório das bacias da paraíba e da plataforma de natal, NE do Brasil. Rio Oil & Gas Expo and Conference, IBP1746_08, 2-8.

Barbosa, J.A.; Lima Filho, M.de; Jesus Neto, J.C.de; Neumann, V.H.; Ribeiro, F.S.; Batista, A.P. 2009. Depósitos Albianos da Faixa Costeira da bacia de Pernambuco: proposição de uma

nova unidade estratigráfica, a Formação Suape. In: Congresso Brasileiro de P& D em Petróleo e Gás, 5, Fortaleza, *Anais*, 50 p.

Barbosa, J.A.; Sales Viana, M.S.; Neumann, V.H. 2006. Paleoambientes e Icnofácies da Seqüência Carbonática da Bacia da Paraíba (Cretáceo-Paleogeno), Nordeste do Brasi. *Revista Brasileira de Geociências*, **36**: 73-90.

Barbosa, J.A.; Souza, E.M.; Lima Filho, M.F.; Neumann, V.H. 2003. A estratigrafia da Bacia Paraíba: uma reconsideração. *Estudos Geológicos*, **13**: 89-108.

Barbosa, J. A.; Souza, E. M.; Lima Filho, M.; Neumann, V. H. 2004. The stratigraphic evolution of the Paraíba Basin, NE Brazil, A basic analysis using sequence stratigraphy tools. Am. Assoc. Petr. Geol., Annual Meeting., Dallas, *Abstratcts* in CD Rom.

Barreda V.D.; Cu´neo N.R.; Wilf P.; Currano E.D & Scasso RA. & Brinkhuis, H. (2012) retaceous/Paleogene Floral Turnover in Patagonia: Drop in Diversity, Low Extinction, and a Classopollis Spike. *PLoS ONE* **7** (12): e52455. i: 10.1371/journal.pone.0052455.

Batten, D.J. & Lister, J.K. 1988. Early Cretaceous dinoflagellate cysts and chlorococcalean algae from freshwater and low salinity palynofacies in the English Wealden. *Cretaceous Research*, **9**: 337-367.

Benson, D.G. 1976. Dinoflagellate taxonomy and biostratigraphy at the Cretaceous-Tertiary boundary, Round Bay, Maryland. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, **12** (4): 169-233.

Berner, R. A. 1990. Atmospheric Carbon Dioxide Levels over Phanerozoic Time Science; Sep 21, 249, 4975; ProQuest Medical Library p. 1382.

Beurlen, K. 1959. Observações sobre a Formação Maria Farinha Estado de Pernambuco. Escola de Geologia do Recife, *Arq. Geol*. **1**: 5-15.

Beurlen, K. 1967a. Estratigrafia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **16**(1): 43-53.

Beurlen, K. 1967b. Paleontologia da faixa sedimentar costeira Recife-João Pessoa. *Boletim da sociedade Brasileira de Geologia*, **16**(1): 73-79.

Beurlen, K. 1967c. A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. In: Cong. Bras. Geologia, 21, Curitiba, *Anais,* 151-158.

Bijl, P. K; Schouten, S.; Sluijs, A.; Reichart, G.; Zachos, J.C. & Brinkhuis, H. 2009. Early Palaeogene temperature evolution of the southwest Pacific Ocean, *Nature*, **461**: 776–779, doi: 10.1038/ nature08399.

Bohor, B.F.; Foord, E.E.; Modreski, P.J.; Triplehorn, D.M.1984. Mineralogic evidence for an impact event at the Cretaceous-Tertiary boundary. *Science*, **224** (4651): 867-869.

Boltenhagen, E. 1977. Microplancton du Crétacé Supérieur du Gabon. Paris, *Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique*, **151**: 25 est. (Cahiers de Paléontologie).

Botelho Neto, J. 1996. Porção norte da Plataforma de Regência, Bacia do Espírito Santo: caracterização, palinoestratigrafia e evolução paleoambiental. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, 163p.

Bowman V. C. & Francis, J. E.; Askinb, R. A.; Riding, J. B.; Swindle, G. T. 2014. Latest Cretaceous-earliest Paleogene vegetation and climate change at the high southern latitudes: palynological evidence fromSeymour Island, Antarctic Peninsula. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* **408:** 26-47.

Brinkhuis, H. 1994. Late Eocene to Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Priabonian type area (Northeast Italy): biostratigraphy and paleoenviromental interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **107**: 121-163.

Brinkhuis, H.; Bujak, J.P.; Smit, J.; Versteegh, G.J.M.; Visscher, H. 1998. Dinoflagellate-based sea surface temperature reconstructions across the Cretaceous-Tertiary boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **141**: 67-83.

Brinkhuis, H. & Leereveld, H. 1988. Dinoflagellate cysts from the Cretaceous/Tertiary boundary sequence of El Kef, northwest Tunisia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **56**: 5-19.

Brinkhuis, H.; Powell, J.A. & Zevenboom, D. 1992. High-resolution dinoflagellate cyst stratigraphy of the Oligocene/Miocene transition interval in northwest and central Italy. In: Head, M.J. & Wrenn, J.H. (eds.), *Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts and acritarchs*. Americam Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, Texas, p. 219-258.

Brinkhuis H., Sengers S., Sluijs A., Warnaar J.; Williams G.L. 2003. Latest Cretaceous – earliest Oligocene and Quaternary dinoflagellate cysts, ODP Site 1172, East Tasman Plateau. In: Exon N.F., Kennett J.P., Malone M.J., editors. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **189**: 1–48.

Brinkhuis, H. & Shiøler, P. 1996. Palinology of the Geuthemmerberg Cretaceous/Tertiary boundary section (Limburg, SE Netherlands), *Geologie en Mijnbouw*, **75**: 193-213.

Brinkhuis, H. & Zachariasse, W.J. 1988. Dinoflagellate cysts, sea level changes and planktonic foraminifers across the Cretaceous-Tertiary boundary at El Haria, Northwest Tunisia. Mar. *Micropaleontol*. **13** (2): 153-191.

Brosius, M. 1963. Plankton aus dem nordhessischen Kasseler Meeressand (Oberoligozän). *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, **114** (1): 32-56, pl.1-8.

Bujak, J.P. & Williams, G.L. 1979. Dinoflagellate diversity through time. *Marine Micropaleontology*. **4**: 1-12.

Bujak, J.P. & Davies, E.H. 1983. Modern and fossil Peridiniineae. *American Association of Stratigraphic Palynologists, Contributions Series*, **13**: 203 p., 12 pl.
Bujak, J.P., Downie, C., Eaton, G.L. & Williams, G.L. 1980. Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Eocene of southern England. *Special Papers in Palaeontology*, **24:** 100 p., pl.1-22.

Campanha, V.A 1999. O Cretáceo Miriri (K) no cenário da estratigrafia regional da Bacia Pernambuco-Paraíba. *In*: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 5, Serra Negra, *Boletim de Resumos*, **1**: 143-147.

Carvalho, M. A. 2001. Paleoenvironmental reconstruction based on palynological and palynofacies analyses of the Aptian – Albian succession in the Sergipe Basin, northeastern Brazil.150f. Tese (Doutorado) - Universidade de Heidelberg, Heidelberg, (Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Naturwissenschaftlich-Mathematischen Gesamtfakultät der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg).

Chamley, H. & Robert, C. 1979. Late Cretaceous to eraly Paleogene environmental evolution expressed by the Atlantic clay sedimentation, in Cretaceous/Tertiary Boundary Events Symposium, II. Proceedings, Christensen W.K. & Christensen & Birkelund, eds., U. of Copenhagen, Denmark, p. 71-77.

Chang, H.K.; Kowsmann, R.O.; Figueiredo, A.M.F. 1990. Novos conceitos sobre o desenvolvimento das bacias marginais do leste brasileiro. In Raja Gabaglia, G. P. & Milani, E. J. (Coords.), *Origem e evolução de baciassedimentares*. Petrobrás, Rio de Janeiro, 269-289.

Chenet, A.-L., Courtillot, V., Fluteau, F., Gerard, M., Quidelleur, X., Khadri, S.F.R., Subbarao, K.V. and Thordarson, T. 2009. Determination of rapid Deccan eruptions across the Cretaceous-Tertiary boundary using paloemangnetic secular variation: 2. Constraints from analysis of eight new sections and synthesis for a 3500 mthick composite section. Jour. Geophys. Res., v.114, B06103, doi: 10.1029/2008JB005644.

Clarke, R.F.A., Davey, R.J., Sarjeant, W.A.S. & Verdier, J.-P. 1968. A note on the nomenclature of some Upper Cretaceous and Eocene dinoflagellate taxa. *Taxon*, **17**: 181-183.

Clarke, R.F.A. & Verdier, J.-P.1967: An investigation of microplankton assemblages from the Chalk of the Isle of Wight, England. Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Afdeeling Natuurkunde, *Eerste Ree*ks, **24** (3):1-96, pl.1-17.

Clemens, W.A.; Archibald, J.D.; Hickey L.J. 1981. Out with a whimper, not a bang. *Paleobiology*, **7**: 293-298.

Cohen, K.M.; Finney, S.C.; Gibbard, P.L.; Fan, J. -X. 2013. (actualizado). The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes **36**: 199-204. Disponível em <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-SpanishAmerDraft.pdf>. Acesso em 17 jan. 2017.

Cookson, I.C. 1956. Additional microplankton from Australian Late Mesozoic and Tertiary sediments. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, **7** (1): 183-191, pl.1-2.

Cookson, I.C. 1965a. Cretaceous and Tertiary microplankton from southeastern Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **78** (1): 85-93, pl.9-11.

Cookson, I.C. 1965b. Microplankton from the Paleocene Pebble Point Formation, south-western Victoria. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **78**: 137-141, pl. 24-25.

Cookson, I.C. & Cranwell, L.M. 1967. Lower tertiary microplankton, spores and pollen grains from southernmost Chile. Micropaleontology, **13** (2): 204-216.
Cookson, I.C. & Eisenack, A.1958: Microplankton from Australian and New Guinea Upper Mesozoic sediments. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **7** (1): 19-79, pl.1-12.

Cookson, I.C. & Eisenack, A. 1965a. Microplankton from the Browns Creek Clays, sw. Victoria. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **79**: 119-131, pl.11-15.

Cookson, I.C. & Eisenack, A.1970a. Cretaceous microplankton from the Eucla Basin, Western Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **83** (2):137-157, pl.10-14.

Cookson, I.C. & Eisenack, A. 1982. Mikrofossilien aus australischen mesozoischen und tertiären Sedimenten.Zweiter Teil. *Palaeontographica*, Abteilung B, **184** (1-3) 23-63.

Corradini, D. 1973. Non-calcareous microplankton from the Upper Cretaceous of the northern Apennines. *Bollettino della Società paleontologica italiana*, **11**: 119-197, pl.19-39.

Córdoba, V. C.; Jardim de Sá, E.F.; Sousa, D.C.; Antunes, A.F. 2007. Bacia de Pernambuco-Paraíba. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, **15** (2): p. 391-403.

Costa, L.I. & Manum, S.B. 1988. *The description of the interregional zonation of the Paleogene (D1-D15) and the Miocene (D16-D20)*. In: Vinken, R. (ed.). *The northwest European Tertiary basin: results of the International Geological Correlation Programme*, Project n. 124, Geologisches Jahrbuch, Reihe A, n. 1000, p. 321-330.

Courtinat, B.; Crumière, J.P.; Méon, H.; Schaaf, A.1991. Les associations des kystes des dinoflegellés du Cénomanien-Turonien de Vergons (Bassin Vocontien France). *Geobios*, **6**: 649-666.

Damassa, S.P. 1979b. Danian dinoflagellates from the Franciscan Complex, Mendocino County, California. *Palynology*, **3**: 191-207, pl.1-5.

Damon, P.E. 1968. The relationship between terrestrial factors and climate. In: Mitchell Jr., J.M. (ed.). *Causes of Climate Change*. Boston: American Meteorological Society, 1968. p. 106-111 (Meteorological Monographs, v. 8, n. 30).

De Coninck, J. 1965. Microfossiles planctoniques du sable Yprésien à Merelbeke. Dinophyceae et Acritarcha. *Mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, Classe des sciences, Collection in-8°*, **36** (2):1-55, pl.1-14.

De Coninck, J. 1969. Dinophyceae et Acritarcha de l'Yprésien du sondage de Kallo. *Mémoires de l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique*, **161**: 1-67, pl.1-17.

De Coninck, J. 1975: Microfossiles à paroi organique de l'Yprésien du Bassin Belge. *Service géologique de Belgique*, Professional Paper, **12**: 1-151, pl.1-22.

Dale, B., 1976: Cyst formation, sedimentation, and preservation: factors affecting dinoflagellate assemblages in Recent sediments from Trondheimsfjord, Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **22**: 39-60.

Daners, G. & Guerstein, G.R. 2004. Quistes de dinoflagelados de las sedimentitas marinas del Cretácico tardío-Eoceno en la plataforma continental uruguaya. In: VEROLAVSKY, G.; Ubilla, M.; Martínez, S. (coordanadores), *Cuencas Sedimentarias de Uruguay; Geología, Paleontología y Recursos Naturales*: Cenozoico. Montevideo, División Relaciones y Actividades Culturales de Facultad de Ciencias, 37-62.

Dastas, N.R.; Chamberlain Jr, J.A.; Garb, Matthew P. 2014. Cretaceous-Paleogene Dinoflagellate Biostratigraphy and the age of the Clayton Formation, Southeastern Missouri, USA. *Geosciences*, **(4)**: 1-29.

Davey, R.J. 1969c. The evolution of certain Upper Cretaceous hystrichospheres from South Africa. *Palaeontologia Africana*, **12**: 25-51, pl.1-4.

Davey, R.J., Downie, C., Sarjeant, W.A.S. & Williams, G.L. 1969. Generic reallocations. In: Davey, R.J., Downie, C., Sarjeant, W.A.S. & Williams, G.L., Appendix to "Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts"; British Museum (Natural History) *Geology, Bulletin*, Appendix to Supplement **3**: 15-17.

Davey, R.J. 1978. Marine Cretaceous palynology of Site 361, Leg 40, off southwestern Africa. In: Bolli, H.M.; Ryan, W.B.F., et al. (eds.) Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. U.S. Government. Printing Office, Washington, 40: 883 - 913.

Davey, R.J. & Williams, G.L. 1966a. IV. The genera *Hystrichosphaera* and *Achomosphaera*. In: Davey, R.J., Downie, C., Sarjeant, W.A.S. and Williams, G.L., Studies on Mesozoic and Cainozoic dinoflagellate cysts; British Museum (Natural History) Geology, *Bulletin*, Supplement 3, p.28-52.

Deflandre, G. 1935: Considérations biologiques sur les microorganisms d'origine planctonique conservés dans les silex de la craie. *Bulletin biologique de la France et de la Belgique*, **69**: 213-244, pl.5-9.

Deflandre, G. 1936b: Microfossiles des silex crétacés. Première partie. Généralités. Flagellés. *Annales de paléontologie*, **25**: 151-191, pl.1-10.

Deflandre, G. 1937b. Microfossiles des silex crétacés. Deuxième partie. Flagellés incertae sedis. Hystrichosphaeridés. Sarcodinés. Organismes divers. *Annales de paléontologie*, **26**: 51-103 (al. 3-55), pl.11-18 (al. pl.8-15).

Deflandre, G. 1946b. Remarques sur la systématique des hystrichosphaeridés. *Comptes rendus de la Société géologique de France*, **7**: 110-111.

Deflandre, G. & Cookson, I.C. 1955. Fossil microplankton from Australian Late Mesozoic and Tertiary sediments. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research,* **6** (2): 242-313, pl.1-9.

Dino, R. 1992. Palinologia, Bioestratigrafia e Paleoecologia da Formação Alagamar-Cretáceo da Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da USP, 299p.

Downie, C. & Sarjeant, W.A.S. 1965: Bibliography and index of fossil dinoflagellates and acritarchs. Geological Society of America, *Memoir*, **94**: 1-180.

Drugg, W.S. 1967. Palynology of the Upper Moreno Formation (Late Cretaceous- Paleocene) Escarpado Canyon, California. *Palaeontographica*, **120**: 1-71.

Eaton, G.L., Fensome, R.A., Riding, J.B. & Williams, G.L. 2001. Re-evaluation of the status of the dinoflagellate cyst genus Cleistosphaeridium. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **219** (1/2): 171-205.

Eggert, H.; Koeberl, C.; Wagreich, M.; Stradner, H. 2009.The Cretaceous–Paleogene (K/Pg) boundary at Gams, Austria: nannoplankton stratigraphy and geochemistry of a bathyal northwestern Tethyan setting Stratigraphy, 6: 333-347.

Eisenack, A. 1931: Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs. 1. *Paläeontologische Zeitschrift*, **13** (1-2): 74-118, pl.1-5.

Eisenack, A. 1938c. Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs IV. *Paläeontologische Zeitschrift*, **19** (3-4): 217-243 pl.15-16.

Eisenack, A. 1954b. Mikrofossilien aus Phosphoriten des samländischen Unteroligozäns und über die Einheitlichkeit der Hystrichosphaerideen. *Palaeontographica, Abteilung A*, **105** (3-6): 49-95, pl.7-12.

Eisenack, A. 1963b. *Cordosphaeridium* n.g., ex *Hystrichosphaeridium*, *Hystrichosphaeridea*. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **118**: 260-265, pl.29.

Eisenack, A. 1965b. Über einige Mikrofossilien des samländischen und norddeutschen Tertiärs. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **123** (2): 149-159, pl.14-15.

Eisenack, A. 1967. Katalog der fossilen dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien. 1967. Band I. Dinoflagellaten. 1. Ergänzungslieferung. III + 241p.; E. Schweizerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany.

Eisenack, A. & Cookson, I.C. 1960. Microplankton from Australian Lower Cretaceous sediments. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **72**: 1-11, pl.1-3.

Eisenack, A. & Gocht, H. 1960. Neue Namen für einige Hystrichosphären der Bernsteinformation Ostpreussens. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, **11**:511-518.

Eisenack, A.E. & Kjellström, G. 1971. Katalog der fossilen dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien. Band I. Dinoflagellaten. 2. Ergänzungslieferung. III + 1125p.; E. Schweizerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany.

Eisenack, A.E. & Kjellström, G. 1972. Katalog der fossilen dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien. Band II. Dinoflagellaten. III + 1132p.; E. Schweizerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany.

Eisenack, A.; Kjellström, G. 1975a: Katalog der Fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und Verwandten Mikrofossilien. Band I. Dinoflagellaten. 3. Ergänzungslieferung. III+254p.; E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany.

Eisenack, A.; Kjellström, G. 1975b: Katalog der Fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und Verwandten Mikrofossilien. Band II. Dinoflagellaten. 1. Ergänzungslieferung. III+518p.; E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany.

Eisenack, A.; Kjellström, G. 1981a: Katalog der Fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und Verwandten Mikrofossilien. Band I. Dinoflagellaten. 4. Ergänzungslieferung. III+124p.; E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany.

Eisenack, A.; Kjellström, G. 1981b: Katalog der Fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und Verwandten Mikrofossilien. Band II. Dinoflagellaten. 2. Ergänzungslieferung. III+462p.; E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany.

Eisenack, A.E. & Klement, K.W. 1964. Katalog der fossilen dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien. Band I. Dinoflagellaten. Ergänzungslieferung. II + 888 p.; Schweizerbart´sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany.

Ehrenberg, C.G. 1838. Über das Massenverhältniss der jetzt lebenden Kiesel-Infusorien und über ein neues Infusorien-Conglomerat als Polierschiefer von Jastraba in Ungarn. Königlich Akademie der Wissenschaften zu Berlin, *Abhandlungen*, 1836, **1**: 109-135.

Erdtman, G. 1952. *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms: na introduction to Palynology*. Almqvist & Wiksell, Stockholm, 539p.

Eshet, Y.; Almogi-Labin, A.; Bein, A. 1994. Dinoflagellate cysts, paleoproductivity and upwelling systems: a Late Cretaceous example from Israel. *Marine Micropaleontology*, **23**: 231-240.

Eshet, Y.; Moshkovitz, S.; Habib, D.; Benjamini, C.; Magaritz, M. 1992. Calcareous nannofossil and dinoflagellate stratigraphy across the Cretaceous-Tertiary boundary at Hor Harar, Israel. *Marine Micropaleontology*, **18**: 199-228.

Evitt, W.R. 1963. A discussion and proposals concerning fossil dinoflagellates, hystrichospheres, and acritarchs, I. National Academy of Sciences, Washington, *Proceedings*, **49**: 158-164.

Evitt, W.R. 1985. Sporopollenin dinoflagellate cysts: their morphology and interpretation. Amarican Association of Stratigrapher Palynologists. *Monograph Series*, **1**: 1333 p.

Evitt, W.R., Clarke, R.F.A. and Verdier, J.-P. 1967. Dinoflagellate studies III. Dinogymnium acuminatum n. gen., n.sp. (Maastrichtian) and other fossils formerly referable to Gymnodinium Stein. *Stanford University Publications, Geological Sciences*, **10** (4): 1-27, pl.1-3.

Faegri, K. & Iversen, J. 1975. *Textbook of Pollen Analysis*. Munksgaard, Copenhagen, 486p.

Faegri, K. & Iversen, J. 1976. Textbook of Modern Pollen Analysis. Ejnar Munksgaard, Copenhagen. 168p.

Fauconnier, D. & Masure, E. Eds. 2004. Les dinoflagellés fossiles: guide pratique de détermination. Groupe de travail Dinoflagellés. 600 pp. BRGM Ed., Collection Scientifique, Orléans.

Fauth, G. 2000. The Cretaceous-Tertiary (K-T) boundary ostracodes from the Poty Quarry, Pernambuco-Paraíba Basin, northeastern Brazil: systematics biostratigraphy, palaeoecology and palaeobiogeography. Tese de Doutorado, Ruprecht-Karls-Universität, 157p.

Fauth, F.; Colin, J.; Koutsoukos, E.A.M.; Bengtson, P. 2005. Cretaceous–Tertiary boundary ostracodes from the Poty quarry, Pernambuco, northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, **19**: 285–305.

Fauth, G. & Koutsoukos, E.A.M. 2002. Inferências paleoecológicas a partir de associações de ostracodes marinhos do Maastrichtiano e Daniano na Bacia de Pernambuco-Paraíba. In: Castro, J.C.; Dias-Brito, D. & Musacchio, E.A. 273 (Eds.), Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil/Simpósio sobre el Cretácico de América del Sur, 6/2, São Pedro, *Boletim* ..., 1:266-265.

Fauth, G.; Santos, A. S.; Vieira, C. E. L.; Bergue, C. T.; Musacchio, E.A.; Ferreira, E. P.; Helenes, J.; Carvalho, M.A; Viviers, M.C.; Fauth, S. B. 2012. Bioestratigrafia integrada do Cretáceo Superior da Bacia de Santos: ostracodes, carófitas e palinomorfos. *Boletim de Geociências. Petrobras*, **20** (1/2): 229-258. |

Feijó, F. P.1994. Bacia Pernambuco-Paraíba. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, **8** (1): 143 – 148.

Feitosa. E. C. & Feitosa, F. A. C. 1986. Considerações sobre a Bacia Potiguar – Bacia Costeira Pernambuco-Paraíba Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco Série Estudos Geológicos. 8: 71-78. HAUPT, B.J.; SEIDOV, D. 2001. Warm deep-water ocean conveyor during Cretaceous time. *Geology*, **29** (4): 295-298.

Fensome, R.A., Gocht, H.; Stover, L.E. & Williams, G. 1991. The Eisenack Catalog of fossil dinoflagellates. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, Germany, *New Series*, v.1, p. 6-789.

Fensome, R.A., Gocht, H.; Stover, L.E. & Williams, G. 1993b. The Eisenack Catalog of fossil dinoflagellates. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, Germany, *New Series*, v.2, p. 829-1461.

Fensome, R.A., Gocht, H & Williams, G. 1995. The Eisenack Catalog of fossil dinoflagellates. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, Germany, *New Series*, v.3, p. 1463-2008.

Fensome R.A.; MacRae R.A.; Williams G.L. 2008. DINOFLAJ2, Version 1. American Association of Stratigraphic Palynologists, Data Series no. 1. Disponível em <http://dinoflaj.smu.ca > Acesso em 23.09.2016.

Fensome, R.A.; Riding, J.B.; Taylor, F.J.R. 1996. Dinoflagellates. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (eds.), Palynology: principles and applications. Americam Association of Stratigraphy Palynologists Foundation, Dallas, Texas, 1: 107-169.

Fensome, R.A; Mackae, A.; Williams, G.L. 1998. Dinoflagellate Classification Database. Disponível em < www.http://agcwwwbio.ns.ca/dinoflaj>. Acesso em 18 jan.2016.

Fensome, R.A., Taylor, F.J.R., Norris, G., Sarjeant, W.A.S., Wharton, D.I. & Williams, G.L. 1993a. A classification of fossil and living dinoflagellates. *Micropaleontology, Special Publication*, **7**: 351.

Fensome, R.A.; Williams, G.L.; MacRae, R.A. 2009. Late Cretaceous and Cenozoic fossil dinoflagellates and other palynomorphs from the Scotian Margin, offshore eastern Canada. *Journal of Systematic Palaeontology*, 1-79.

Ferreira, E.P. 2004. Palinoestratigrafia e Caracterização de paleambientes da seção Paleocênica-Eocênica da Bacia de Sergipe. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 68-69 p.

Fischer, T.V. 2012. Palinoestratigrafia e paleoambientes de depósitos paleógenos da bacia de Pelotas, RS, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 69-156 p.

Fischer, T.V.; Souza, P. A.; Helenes, J.; Arai, M. 2013. Associações palinológicas do Paleógeno da Bacia de Pelotas (Poço BP-1, Brasil) e seu significado estratigráfico. São Paulo, UNESP, *Geociências*, 32 (4): 677-695.

Font, E; Adatte, T; Lacerda, L.D.; A.; Sial, N.; Keller, G. 2016. Mercury anomaly, Deccan volcanism and the end-Cretaceous Mass Extinction. *Geology*, DOI: 10.1130/G37451. 1.

Gamerro, J.C. & Archangelsky, S. 1981. Palinozonas neocratácicas Y terciarias de la plataforma continental argentina em la cuenca del Colorado, Revista Esp. *Micropaleont* **12** (1): 119-140.

GBIF Backbone Taxonomy. GBIF Secretariat. Disponível em <https://doi.org/10.15468/39omei> Acesso via GBIF.org em 17 jan.2017.

Gerlach, E. 1961. Mikrofossilien aus dem Oligozän und Miozän Nordwestdeutschlands, unter besonderer Berücksichtigung der Hystrichosphaeren und Dinoflagellaten. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **112** (2): 143-228, pl.25-29.

Germeraad, J.H.; Hopping, C.A.; Muller, J. 1968. Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **6**: 189-348.

Gocht, H. 1969. Formengemeinschaften alttertiären Mikroplanktons aus Bohrproben des Erdölfeldes Meckelfeld bei Hamburg. *Palaeontographica, Abteilung B*, **126**: 1-100, pl.1-11; pl.1-2.

Golonka, J.; Ross, M.I. & Scotese, C.R. 1994. Phanerozoic paleogeographic and paleoclimatic modeling maps. In: Embry, A.F.; Beauchamp, B. & Glass, D.J. (Eds.),

PANGEA: Global Environments and Resources. Canadian Society of Petroleum Geology, Memoir 17, 1-48.

Goodman, D.K. 1979. Dinoflagellate “communities” from the Lower Eocene Nanjemoy Formation of Maryland, U.S.A. *Palynology*, **3**:169-190.

Gordon, W.A. 1973. Marine life and ocean surface currents in the Cretaceous. *Journal of Geology*, **81**: 269-284.

Górka, H. 1963. Coccolithophoridés, dinoflagellés, hystrichosphaeridés et microfossiles incertae sedis du Crétacé supérieur de Pologne. *Acta Palaeontologica Polonica*, **8**: 1-83.

Gradstein, F.M. e 37 outros. 2004. *A Geologic Time Scale*. Cambridge University Press. 589p.

Grassi, A. A. 2000. O limite Cretáceo-Terciário nas bacias de Pernambuco-Paraíba e Campos: um estudo multidisciplinar com ênfase na bioestratigrafia de nanofósseis calcários Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 246p.

Gravato, A.G. & Carvalho, M.A. 2008. Os ovos de copépodes no registro palinológico do Quaternário da Bacia de Campos. XII Simpósio de Paleobotânicos e Palinólogos. Florianópolis, SC, Brasil. Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología, "Revisitando a Coluna White. Ampliando fronteiras": *Boletim de Resumos*, 88p.

Gregory, W.A. & Hart, G.F. 1992. Towards a predictive model for the palynologic response to sea-level changes. *Palaios*, **7**: 3-33.

Guerstein, G.R. & Junciel, G.L. 2001. Quistes de dinoflagelados del Cenozoico de la Cuenca del Colorado, Argentina. *Ameghiniana*, **38**: 299-316.

Guerstein, G.R.; Junciel, G.L.; Guler, M.V.; Daners, G. 2005. Diconodinium lurense sp. nov., a late Maastrichtian to Danian dinoflagellate cyst from southwest Atlantic basins. *Ameghiniana*, **42** (2): 329-338.

Habib, D. & Miller, J.A. 1989. Dinoflagellate species and organic facies evidence of marine transgression and regression in the Atlantic Coastal plain. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. *Palaeoecol*. **74** (1/2):23-47.

Hansen, J. M. 1977. Dinoflagellate stratigraphy and echinoid distribution in Upper Maastrichtian and Danian deposits from Denmark. *Bull. Geol. Soc*. Den. **26**:1-26.

Hansen, J.M. 1979. Dinoflagellate zonation around the boundary. In: Birkelund, T. & Bromley, R.G. (Eds.). *Cretaceous/Tertiary Boundary Events Symposium, Proceedings*. 1:136-141.

Hardenbol, J.; Thierru, J.; Farley, M. B.; Jacquin, T.; Graciansky, P. C. de & Vail, P.R. 1998. Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Framework of European Basins. In: Graciansky, P. C.de; Hardenbol, J.; Jacquin, T. & Vail, P. R. (eds.), *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*. Tulsa, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. p. 3-13 (SEPM. Special Publication 60).

Harland, R. 1973. Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Bearpaw Formation (Upper Campanian) of Southern Alberta, Canada. *Paleontology,* **16**: 665-706.

Harland, R. 1977b. Recent and Late Quaternary (Flandrian and Devensian) dinoflagellate cysts from marine continental shelf sediments around the British Isles. *Palaeontographica, Abteilung B*, **164**: 87-126, pl.1-4

Harland, R. 1979a. *Agerasphaera* nov. gen., an 'Eisenackia'-like dinoflagellate cyst from the Thanet Sands (Paleocene) of southeast England. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **28**: 27-35, pl.1-2.

Harland, R., 1983. Distribution maps of Recent dinoflagellate cysts in bottom sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent seas. *Palaeontology*, **26:** 321-387.

Haq, B.U.; Hardenbol, J. & Vail, P.R. 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of relative sea-level change. In: Wilgus, C.K. et al. (eds.), *Sea-level changes: an integrated approach*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication **42**: 71-108.

Hashimoto, A.T. 1995. Contribuição ao estudo do relacionamento da palinologia e a estratigrafia de seqüências. Análise da seção do Cretáceo médio/Superior da Bacia de Santos, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 130p.

Hay, W.W. 1996. Tectonics and climate. *Geologische Rundschau*, **85**:409-437.

Helby, R.; Morgan, R.; Partridge, A.D. 1987. *A palynological zonation of the Australian Mesozoic*. In: Jell, P.A. (Ed.). Studies in Australian Mesozoic Palynology. Association of Australasian Palaeontologists, p.1-94.

Helenes, J. 1984. Morphological analysis of Mesozoic-Cenozoic Cribroperidinium (Dinophyceae), and taxonomic implications. *Palynology*. **8**: 107-137.

Helenes, J. & Cabrera, D. 2003. Oligocene-Miocene palynomorph assemblages from Eastern Venezuela. *Palynology*, 27: 5-25.

Helenes, J.; Guerra, C. de & Vasquez, J. 1998. Palynology and Chronostratigraphy of the Upper Cretaceous in the subsubsurface of the Barinas Area, Western Venezuela. The Americam Association of Petroleum Geologists Bulletin, 82 (7): 1308-1328.

Helenes, J. & Somoza, D. 1999. Palynology and sequence stratigraphy of the Cretaceous of eastern Venezuela. *Cretaceous Research*, **20**: 447-463.

Helenes, H.; Somoza, D.; Guerra, C. & Vasquez, J. 2002. Dinoflagelados Y Estratigrafía Cretácicos de la Cuenca Oriental de Venezuela. In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 6, São Pedro, *Boletim de Resumos*, 169-173.

Helenes J. & Te´llez-Duarte M.A. 2002. Paleontological evidence of the Campanian to Early Paleocene paleogeography of Baja California. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, **186**: 61–80.

Herngreen, G.F.W. 1972. Some new pollen from the Upper Senonian of Brazil. *Pollen et Spores*, **14** (1): 97-112.
Herngreen, G.F.W. 1975a. Palynology of middle and Upper Cretaceous strata in Brazil. Meded. Rijks. *Geol. Dienst*. N.S. **26** (3): 39-91.

Herngreen, G.F.W. 1975b. An Upper Senonian pollen assemblage of borehole 3-PIA-10-AL, State of Alagoas, Brasil. *Pollen et Spores*, **27** (1): 93-140.

Herngreen, G.F.W. 1980. Cretaceous microfloral provinces. *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen*, **19**: 79-82.

Herngreen, G.F.W.; Kedves, M.; Rovnina, L.V. & Smirnova, S.B. 1996. Cretaceous palynofloral provinces: a review. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association on Stratigraphic Palynologists Foundation, p. 1157-1188.

Hildebrand, A.R.; Penfield, G.T.; Kring, D.A.; Pilkington, M.; Camargo, A.Z.; Jacobson, S.B.; Boynton, W.V. 1991. Chicxulub crater: a possible Cretaceous/Tertiary boundary impact crater on the Yucatán Peninsula. *Geology*, Tulsa, **19**: 867-869.

Hochuli, P.A. & Frank, S.M. 2000. Palinology (dinoflagellate cysts, spore-pollen) and stratigraphy of the Lower Carnian Raibl Group in the Eastern Swiss Alps. *Eclogae geologicae Helvetiae*, **93**: 429-443.

Hultberg, S.U. 1985c. Systematic paleontology. In: Hultberg, S.U., Dinoflagellate Studies of the Upper Maastrichtian and Danian in Southern Scandinavia, p.104-189; Department of Geology, University of Stockholm, Stockholm, Sweden. (Published thesis.)

Ioannides, N.S. 1986. Dinoflagellate Cysts from Upper Cretaceous-Lower Tertiary sections, Bylot and Devon Islands, Arctic Archipelago. Geological Survey of Canada, *Bulletin*, 371: 47p.

Jain, K.P. 1982. Cenozoic dinoflagellate cysts and acritarchs from sedimentary formations of India, a critical review. *Palaeontological Society of India, Special Publication*, **1**:50-56.

Jain, K.P. & Garg, R. 1986a. Upper Paleocene dinoflagellate cysts and acritarchs from Vriddhachalam, Cauvery Basin, southern India. *Palaeontographica, Abteilung B*, **198**: 101-132, pl.1-6.

Jain, K.P. & Garg, R. 1982: Revision of some dinoflagellate cysts from Meghalaya, India. *Journal of the Palaeontological Society of India*, **27**: 68-70.
Jain, K.P.; Sah, S.C.D. & Singh, R.Y. 1975. Fossil dinoflagellates across Maestrichtian-Danian boundary in Lower Assam, India. *The Palaeobotanist*, **22**: 1-18, pl.1-7.

Jain, K.P. & Millepied, P. 1975. Cretaceous microplankton from Senegal basin, W. Africa, Pt. II. Systematics and Biostratigraphy. *Geophytology*, **5**: 126-171.

Jansonius, J. & McGregor, D.C., 1996. Introduction. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (eds.), *Palynology: Principles and Applications*, American Association of tratigraphic Palynologists, v. 1, p. 1-10.

Jansonius, J. & Hills, L.V. 1976. Genera file of fossil spores. Special publication, Dept. Geology-University Calgary, Canada.

Jan du Chêne, R. 1977. Palynostratigraphie (Maastrichtian-Eocène inférieur) des Flyschs du Schlieren (Canton d'Obwald, Suisse centrale). *Revue de Micropaléontologie*, **20**: p.147-156.

Jan Du Cheˆne R.E. 1988. Etude syste´matique des kystes de dinoflagelle´ s de la Formation des Madeleines (Danian du Se´ne´ gal). *Cahiers de Micropale´ontologie*, **2** (3–4): 147–174.

Jaramillo, C. & Oboh-Ikuenobe, F. E. 1999 Sequence stratigraphic interpretations from palynofacies, dinocyst and lithological data Upper Eocene-Lower Oligocene strata in southern Mississipi and Alabama, U.S. Gulf Coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **145**: 259-302.

Kauffman, E. G. & Walliser, O. H. (eds.) .1990. Extinction Events in Earth History. Lecture Notes in Earth Sciences 30, Springer, Berlin Heidelberg New York. 432p.

Kegel, W. 1954. Nota sobre os microfósseis do fosfato Cretáceo de Pernambuco. *Bol. soc. Bras. Geol.*, **3**: 25p.

Kegel, W. 1955. Geologia do fosfato de Pernambuco. Div. Geol. *Min. DNPM. Bol*. **157**: 54p.

Keller, G.; Li, L. & MacLeod, N. 1995. The Cretaceous/Tertiary boundary stratotype section at El Kef, Tunisia: how catastrophic was the mass extinction? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **119**: 221-254.

Keller, G., 2001. The end-cretaceous mass extinction: year 2000 assessment. J. Planet. *Space Sci*. **49**: 817– 830.

Keller, G. 2005. Impacts, volcanism and mass extinction: random coincidence or cause and effect? Australian Journal of Earth Sciences, **52**: 725 – 757.

Keller, G., Adatte, T., Bajpai, S., Mohabey, D.M., Widdowson, M., KhoSLA, A., sharma, R., khosla, S. C., Gertsch, B., Fleitmann, D. & Sahni, A. 2009b. K-T transition in Deccan traps and intertrappean beds in central India mark major marine Seaway across India. Earth Planet. *Sci. Lett*., **282**: 10-23.

Keller, G., Adatte, T., Gardin, S., Bartolini, A. & Bajpai, S. 2008. Main Deccan volcanism phase ends near the K-T boundary: Evidence from the Krishna-Godavari Basin, SE India. Earth Planet. *Sci. Lett.*, **268**: 293-311.

Keller, G.; Adatte, T.; Hollis, C.; Ordóñez, M.; Zambrano, I.; Jiménez, N.; Stinnesbeck, W.; Aleman, A.; Hale-Erlich, W. 1997b. The Cretaceous-Tertiary boundary event in Equador reduced biotic effects due to eastern boundary current setting. *Marine Micropaleontology,* **31**: 97-133.

Keller, G., Adatte, T., Stinnesbeck, W., Luciani, V., Karoui, N. & Zaghbib-Turki, D. 2002. Paleoecology of the Cretaceous- Tertiary mass extinction in planktic foraminifera. *Paleogeog., Paleoclimat., Paleoecol*., **178**: 257-298.

Keller, G., Khosl, A, S.C., Sharma, R., Khosla, A., Bajpai, S. and Adatte, T. 2009a. Early Danian planktic foraminifera from Cretaceous-Tertiary intertrappean beds at Jhilmili, Chhindwara District, Madhya Pradesh, India. Jour. Foram. *Res*., **39**: 40-55.

Keller, G. & Lindinger, M., 1989. Stable isotope, TOC and $CaCO_3$ record across the Cretaceous/Tertiary Boundary at El Kef, Tunisia. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* **73** (3/4): 243-265.

Keller, G.; Stinnesbeck, W., Adatte, T.; Stüben, D. Multiple impacts across the Cretaceous–Tertiary boundar. *Earth-Science Reviews*, **1283**: 1-37.

Kennett, J.P. & Stott, L.D. 1991. Abrupt deep-sea warming, palaeoceanographic changes and benthic extinctions at the end of the Palaeocene. *Nature*, **353**: 225-229.

Klumpp, B., 1953: Beitrag zur Kenntnis der Mikrofossilien des mittleren und oberen Eozän. *Palaeontographica, Abteilung A*, **103**: 377-406, pl.16-20.

Kofoid, C.A. 1909. On Peridinium Steini Jörgensen, with a note on the unity of the genus. *Zoolog. Anzeiger*, **32**: 177-183.

Köthe, A. 1990. Paleogene dinoflagellates from northwest Germany – biostratigraphy and paleoenvironment. *Geologisches Jahrbuch*. Reihe A, **118**: 3-118.

Koutsoukos, E.A.M. 1995. Reply to Stinnesbeck W. and Keller G. The Cretaceous-Tertiary boundary in Southern low-latitude: preliminary study in Pernambuco, northeastern Brazil-Comments and Reply. *Terra Nova*, **7**: 375-382.

Koutsoukos, E.A.M. 1996a. The Cretaceous-Tertiary boundary at Poty, NE Brazil – Event stratigraphy and palaeoenvironments. 1994. In: Jardiné, S.; Klasz, I. & Debenay, J.-P. (eds.) Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud, 16, Angers, *Actes*, **1**: 413 – 431.

Koutsoukos, E.A.M. 1996b. Phenotypic experiments into new pelagic niches in early Danian planktonic foraminifera: aftermath of the K/T boundary event. In: Hart, M.B. (ed.), Biotic Recovery from Mass Extinctions Events. *Geological Society, Special Publication*, **102**: 319-335.

Koutsoukos, E.A.M. 1998a. An extraterrestrial impact in the early Danian: a secondary K/T boundary event? *Terra-Nova*, **10**: 68-73.

Koutsoukos, E.A.M. 1998b. Upper Cretaceous palaeogeography of the Sergipe Basin, NE Brazil: area of the Divina Pastora and Mosqueiro Lows. Zentralblatt für geologie und Paläontologie, Teil I (H. 11/12):1325- 1337, Stuttgart

Koutsoukos, E.A.M. 2006. The Cretaceous-Paleogene Boundary at the Poty Section, NE Brazil: Foraminiferal Record and Sequence of Events - A Review. *Anuário do Instituto de Geociências*, **29** (1): 95-107.

Lana, C.C.1997. Palinologia e Estratigrafia Integrada da Seção Cenomaniano Médio-Turoniano Inferior da Porção Centro-Leste da Bacia Potiguar, NE do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 39p.

Lana, C.C. 1998. The palaeoenvironmental distribution of the upper Cenomanian – lower Turonian dinocyst assemblages of Potiguar basin, Northeastern Brazil. In: Internatinal Conference on Modern and Fossil Dinoflagellates, 6, Trondheim, *Abstracts*, 1:90.

Lana. C.C. 2008. Tintinídeos orgânicos fósseis: registros raros em bacias marginais brasileiras. XII Simpósio de Paleobotânicos e Palinólogos. Florianópolis, SC, Brasil. Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología, "Revisitando a Coluna White. Ampliando fronteiras": Boletim de Resumos, 113p.

Lana, C. C. & Botelho Neto, J. 1989. Evidências de provincialismo entre os dinoflagelados peridinóides do Cretáceo Superior – Paleoceno das bacias de Santos e Potiguar, Brasil. In: Congr. Bra. Paleo, 11, Curitiba, *Anais*, 353-371.

Lana, C.; Arai, M. & Lopes, R.M. 2007. Significado paleoambiental de blooms de ovos de copépodes do Albiano inferior a médio das bacias de Campos e Santos (sudeste brasileiro). ISBN 978-85-7193-185-5 – Paleontologia: Cenários de Vida. Editora Interciência, p. 489-495.

Lana, C.C.; Arai, M. & Roesner, E.H. 2002. Dinoflagelados fósseis da seção cretácea marinha das bacias marginais brasileiras: um estudo comparativo entre as margens equatorial e sudeste. In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 6, São Pedro, Boletim *de Resumos*, 247-252.

Lana, C.C. & Roesner, E. H. 2002. Biocronoestratigrafia de dinoflagelados da seção cretácea marinha das bacias do Ceará e Potiguar, Margem Equatorial Brasileira. In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 6, São Pedro, *Boletim de Resumos*, 239-245.
Lamolda, M. A. & Mao, S. 1999. The Cenomanian–Turonian boundary event and dinocyst record at Ganuza (northern Spain), *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol*., **150**: 65–82.

Leckie, D.A.; Singh, C.; Doodarzi, F.; Wall, J.H. 1990. Organic-rich, radiactive marine shale: A case study of a shallow-water condensed section, Cretaceous Shaftesbuty Formation, Alberta, Canadá. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **60**: 101-117.

Lejeune-Carpentier, M. 1938a. L'étude microscopique des silex. *Areoligera*: nouveau genre d'Hystrichosphaeridée. (Sixième note.) *Annales de la Société géologique de Belgique*, **62**: B163-B174.

Lejeune-Carpentier, M. 1940. L'étude microscopique des silex. Systématique et morphologie des "tubifères". (Huitième note.) *Annales de la Société géologique de Belgique*, **63**: B216-B236.

Lejeune-Carpentier, M. 1951. L'étude microscopique des silex. *Gymnodinium* et *Phanerodinium* (Dinoflagellates) de Belgique. (Treizième note.) *Annales de la Société géologique de Belgique*, **74**: B307-B315.

Lejeune-Carpentier, M. & Sarjeant, W.A.S. 1981. Restudy of some larger dinoflagellate cysts and an acritarch from the Upper Cretaceous of Belgium and Germany. *Annales de la Société géologique de Belgique*, **104**: 1-39, pl.1-6.

Lejeune-Carpentier, M. & Sarjeant, W.A.S.1983: Restudy of some smaller dinoflagellate cysts from the Upper Cretaceous of Belgium. *Annales de la Société géologique de Belgique*, **106**: 1-17, pl.1-2.

Lentin, J.K. & Williams, G.L. 1973: Fossil dinoflagellates: index to genera and species. *Geological Survey of Canada, Paper*, **73-42**: 176 p.

Lentin, J.K. & Williams, G.L. 1975. Fossil dinoflagellates: index to genera and species.Supplement 1. *Canadian Journal of Botany*, **53**: 2147-2157.

Lentin, J.K. & Williams, G.L. 1976. A monograph of fossil peridinioid dinoflagellate cysts. *Bedford Institute of Oceanography, Report Series*, no.BI-R-75-16, 237 p.

Lentin, J.K. & Williams, G.L. 1977b. Fossil dinoflagellates: index to genera and species, 1977 edition. *Bedford Institute of Oceanography*, *Report Series*, no.BI-R-77-8, 209 p.

Lentin, J.K. & Williams, G.L. 1980. Dinoflagellate provincialism with emphasis na campaniane peridiniaceans. American Association of Stratigraphic Palynologists, Contribuitions *Series*, **7**, 47 pp.

Lentin, J.K. & Williams, G.L. 1981. Fossil dinoflagellates: index to genera and species, 1981 edition. Bedford Institute of Oceanography, *Report Series*, **81-12**: 345 p.

Lentin, J.K. & Williams, G.L. 1985. Fossil dinoflagellates: index to genera and species, 1985 edition. *Canadian Technical Report of Hydrography and Ocean Sciences*, **60**: 451 p.

Lentin, J.K. & Williams, G.L. 1987. Status of the fossil dinoflagellate genera *Ceratiopsis* Vozzhennikova 1963 and *Cerodinium* Vozzhennikova 1963 emend. *Palynology*, **11**: 113-116.

Lentin, J.K. & Williams, G.L. 1989. Fossil dinoflagellates: index to genera and species, 1989 edition. American Association of Stratigraphic Palynologists, Contributions *Series*. **20**: 473p.

Lentin, J.K. & Vozzhennikova, T.F.1990. Fossil dinoflagellates from the Jurassic, Cretaceous and Paleogene deposits of the USSR - a re-study. *American Association of Stratigraphic Palynologists, Contributions Series*, **23**: 221, pl.1-16.

Lewis. J. Dodge, J.D. & Powell, A.J. 1990. Quaternary dinoflagellate cysts from the upwelling system offshore peru, Holle 686B, ODP leg 112. In: SUESS, E, VON HUENE, R., *et al*. proc. ODP, *Scientific Results, College Station*, **112**: 323-327.

Lima, F. H. O. 2002. Análise Estratigráfica Integrada do Maastrichtiano (Formação Gramame) da Bacia de Pernambuco-Paraíba – NE do Brasil: Caracterização Faciológica e Evolução Paleambiental. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, xxip.

Lima, F. H. O & Koutsoukos, E. A. M. 2002. Calcareous nannofossil biostratigraphy in the maastrichtian of the Pernambuco-Paraíba Basin, NE Brazil. In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 6, São Pedro, *Boletim de Resumos*, 279-284.

Lima, F. H. O & Koutsoukos, E. A. M. 2004. Petrografia e microfácies das rochas carbonáticas da Formação Gramame (Maastrichtiano), bacia de Pernambuco-Paraíba, NE – Brasil. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 42, Araxá, *Boletim de resumos*, em CD-Rom.

Lima, M.C.F. & Araújo, M.P. 1993. Preparação de amostras para análises palinológicas. Petrobras/Cenpes, Rio de Janeiro, 13p. (comunicação técnica, SEBIPE, n.34/96).

Lima Filho, M. F. 1998. Análise Estratigráfica e Estrutural de Bacia Pernanbuco. Tese de Doutorado, Inst. Geociências, USP, 139p.

Lima Filho, M. F.; Barbosa, J.A.; Neumann, V.H.; Souza, E.M. 2005. Evolução Comparativa da Bacia de Pernambuco e da Bacia da Paraíba. In: X Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos/ IV International Symposium on Tectonics, Curitiba, *Anais*, 5p.

Lima Filho, M. F., Monteiro, A. B., Souza, E. M. 1998. Carbonate sections of the Paraiba and Pernambuco Basins, Northeastern Brazil: Implications for the late stages of opening of Southern Atlantic Ocean. Alicante (Espanha), 15th, Intern. Cong. Sediment., *Abstracts*, 504 – 505.

Lima Filho, M.F. & Szatimari, P. 2002. Ar-Ar geochronology of volcanic rocks of the Cabo magmatic province (CMP) - Pernambuco Basin- In: Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados, Bélem. *Atas* **2**: p.59.

Lima, M.R, 1978a. Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil). São Paulo, Instituto de Geociências, USP, Tese de Doutoramento, 338p.

Lima, M. R. 1985. Primeiros Resultados Palinológicos de Sedimentos da Bacia Costeira Pernambuco-Paraíba. In: Crongresso Brasileiro de Palerontologia, 9, Fortaleza, *Anais*, 10p.

Lister, J.K. & Batten, D.J. 1988. Stratigraphic and Palaeo-environment distribution of Early cretaceous dinoflagellate cysts in the Hurlands Farm Borehole, West Sussex, England. *Palaeontolographica* Abt. B, Stuttgart, **210** (1/3): 9-89.

Londeix, L., Benzakour, M., de Vernal, A., Turon, J.-L. & Suc, J.- P. 1999. Late Neogene dinoflagellate cyst assemblages from the Strait of Sicily, central Mediterranean Sea: paleoecological and biostratigraphical implications. In: Wrenn, J.H., Suc, J.-P. & Leroy, S.A.G. (editores), The Pliocene: Time of Change, p.65-91; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, U.S.A.

Mabesoone, J. M. 1996b. Considerações estratigráfico-sedimentológicas sobre a Formação Beberibe (Bacia Pernambuco-Paraíba). In: Congr. Bras. Geologia, 39, Salvador. *Anais*, 1: 219-221.

Mabesoone, J. M. & Alheiros, M. M. 1988. Origem da bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba. *Rev. Bras. Geoc.*, **18** (4): 476-482.

Mabesoone, J. M. & Alheiros, M. M. 1993. Evolution of the Pernambuco-Paraíba-Rio Grande do Norte Basin and the problem of the South Atlantic conection. Geologie en Mijnbouw. *Kluwer Academic Publishers*, **71**: 351-362.

Mabesoone, J. M.; Tinoco, I.M.; Coutinho, P. N. 1968. The Mesozoic-Tertiary boundary in northeastern Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology.* **4**: 161-185.

Mabesoone, J. M.; Viana, M. S. S.; Lima Filho, M. F. 1999. Late mesozoic history of sedimentary basins in NE brazilian Borborema province before the final separation of South America and Africa paleogeography. In: Simpósio do Cretáceo do Brasil, 4, *Boletim de Resumos*, 621-626.

Macleod, N. & 21 outros. 1997. The Cretaceous-Tertiary boundary biotic transition. *Journal of the Geological Society*, **154**: 265-292.

Maier, D. 1959. Planktonuntersuchungen in tertiären und quartären marinen Sedimenten. Ein Beitrag zur Systematik, Stratigraphie und Ökologie der Coccolithophorideen, Dinoflagellaten und Hystrichosphaerideen vom Oligozän bis zum Pleistozän. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **107** (3): 278-340 pl.27-33.

Mantell, G.A. 1854. The Medals of Creation; or, First Lessons in Geology and the Study of Organic Remains; Second Edition. 930 p., 6 pl. (em dois volumes); Henry G. Bohn, London, U.K.

Malloy, R.E. 1972. An Upper Cretaceous dinoflagellate cyst lineage from Gabon, west Africa. *Geoscience and Man*, **4**: 57-65, pl.1.

Marheinecke, U. 1992. Monographie der Dinozysten, Acritarcha und Chlorophyta des Maastrichtium von Hemmoor (Niedersachsen). *Palaeontographica, Abteilung B*, **227**: (1-6): 173, pl.1-30.

Marret, F. 1994. Distribution of dinoflagellate cysts in recent marine sediments from east Equatorial Atlantic (Gulf of Guinea). *Rev. Paleobot. Palynol*., Amsterdam, **84** (1/2): 1-22.

Marshall, C.R. 1998. Mass extinction probed. *Nature*, **392**: 17-120.

Marshall, K.L.& Batten, D.J.1988. Dinoflagellate cyst associations in Cenomanian-Turonian "black shale" sequences of Northern Europe. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **54**: 85-103.

Martini, E., 1971. Standard Palaeogene calcareous nannoplankton zonation. *Nature*, **226**:560-561.

Masure, E. & Arai, M. 2003. Les kystes de dinoflagellés du Crétacé moyen de la marge atlantique brésilienne, le bassin de Santos. *Revue de Micropaléontologie*, **46**: 47-64.

Martins Jr., P.P.; Albertão, G.A.; Haddad, R. 2000. The Cretaceous-Tertiary boundary in the context of impact geology and sedimentary record – an analytical review of 10 years of researches in Brazil. *Rev. Bras. Geoc*. **30** (3): 456-461.

Masure, E. 1984. L´indice de diversité et les dominances des "communautés "de kystes de dinoflagellés: marqueurs bathymétriques; forage 398 D, croisière 47 B. *Bull. Soc.Geol.France*, **26**(1): p.93-111.

Masure, E. 1991. *Macroevolution dês Dinophycea (Triple approche: biologique, paleontologique, moleculaire).* Univ.Pierre-et-Marie-Curie, Paris, (Paris VI). 205 p.

Masure, E., Rauscher, R., Dejax, J., Schuler, M., Ferré, B. 1998. Cretaceous-Paleocene palynology from the C^ote d'Ivoire-Ghana transform margin, sites 959, 960, 961, and 962. In: Proceedings of the Ocean Drilling Program, *Scientific Results*, **159**: 253-276.

Masure, E.; Tea, J.; Yao, R. 1996.The dinoflagellate Andalusiella: emendation of the genus, revision of species, A. ivoirensis Masure, Tea and Yao, sp. nov. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **91**: 171-186.

Maury C. J. 1930. O Cretáceo da Parahyba do Norte. *Monografia* do Serv. Geol. Min. Rio de Janeiro, 8:1-305.

May, F.E. 1977. Functional morphology, paleoecology, and systematics of Dinogymnium tests. *Palynology*, **1**: 103-121, pl.1-3.

May, F.E. 1980. Dinoflagellate cysts of the Gymnodiniaceae, Peridiniaceae, and Gonyaulacaceae from the Upper Cretaceous Monmouth Group, Atlantic Highlands, New Jersey. *Palaeontographica, Abteilung B*, **172**: 10-116, pl.1-23.

McLean, D.M. 1985. Deccan Traps mantle degassing in terminal Cretaceous marine extinctions. Cretaceous Research, 6: 235-259.

Mehrotra, N.C. & Sarjeant, W.A. 1987. Late Cretaceous to Early Tertiary dinoflagellate cysts from Narasapur Well-l, Godavari-Krishna Basin, South India. Geobios, 20 (2): 149-191.

Menor, E. A.; Dantas, J. R.; A., Sobrinho, A. C. P.1977. A sedimentação fosfática em Pernambuco e Paraíba: revisão de novos estudos. Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, Campina Grande, *Anais* 6: 1-27.

Merrill, J.A. 1895. Fossil sponges of the flint nodules in the Lower Cretaceous of Texas. Museum of Comparative Zoology, Harvard College, *Bulletin (Geology Series III)*, **28** (1): 1-26, pl.1.

M'Hamdi, A.; Slimani, H.; Ismail-Lattrache, K.B. & Soussi, M. 2013. Dinoflagellate cyst biostratigraphy from the Cretaceous-Palaeogene boundary at Ellès, Tunisia. *Revue de micropaleontologie*, **56** (1): 27-42.

Mohamed, O; Piller, W.E.; Egger, H. 2012. The dinocyst record across the Cretaceous/Palaeogene boundary of a bathyal mid-latitude Tethyan setting: Gosau roup, Gams Basin, Austria. *Cretaceous Research*, **35**: 143-168.

Mohamed, O. & Wagreich, M. 2013. Organic-walled dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Well Höflein 6 in the Cretaceous-Paleogene Rhenodanubian Flysch Zone (Vienna Basin, Austria). *Geologica Carpathica*, **64** (3): 209-230.

Moldowan, M.J.; Dahl, J.; Jacobson, S.R.; Huizinga, B.J.; Fago, F.J.; Watt, D.S.; Peters, K.E. 1996. Chemostratigraphic reconstruction of biofacies: molecular evidence linking cyst-forming dinoflagellates with pre-Triassic ancestors. *Geology*, **24**: 159-162.

Montanari, A.; Hay, R.L.; Alvarez, W.; Asaro, F.; Michel, H.V.; Alvarez, L.W.; Smit, J.1983. Spheroids at the Cretaceous-Tertiary boundary are altered impact droplet of basaltic composition. *Geology*, **11**: 668-671.

Monteil, E.; Feist-Burkhardt, S.; Gorin, G.; Michoux, D.1993. Utilization des kystes de dinoflagellés en géologié sedimentaire (Biostratigraphie, paléoenvironment, stratigraphie séquentielle). Genève. Université de Genève. *Cours de 3ème cycle Romand en Science de laTere*, 86p.

Morgan, L. E.; Mundil, R.; Smit, J. 2013. Time scales of critical events around the Cretaceous–Paleogene boundar. *Science*, 339: 684-787.

Morgenroth, P. 1966a. Mikrofossilien und Konkretionen des nordwesteuropäischen Untereozäns. *Palaeontographica, Abteilung B*, **119** (1-3): p.1-53, pl.1-11.

Morgenroth, P. 1968. Zur Kenntnis der Dinoflagellaten und Hystrichosphaeridien des Danien. *Geologisches Jahrbuch, Hannover*, **86:** 533-578, pl.41-48.

Moshkovitz, S. & Habib, D. 1993. Calcareous nannofossil and dinoflagellate stratigraphy of the Cretaceous-Tertiary boundary, Alabama and Georgia. *Micropaleontology*, **39**: 167-197.

Muller, J. 1959. Palynology of recent Orinoco delta and shelf sediments: Reports of the Orinoco Shelf Expedition. *Micropaleontology*, **5** (1): 1-32.

Muniz, G. C. B. 1993. *Novos moluscos da Formação Gramame, Cretáceo Superior dos Estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil.* Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, Publicação Especial 1, 202 p.

Nascimento-Silva, M.V. *et al*. 2011. Cretaceous-Paleogene transition at the Paraíba Basin, Northeastern, Brazil: Carbon-isotope and mercury subsurface stratigraphies, *Journal of South American Earth Sciences*, **32**: 379-392, doi:10.1016/j.jsames.2011.02.014.

Neumann, V.H.; Barbosa, J.A.; Nascimento-Silva, M.V.; Sial, A.N. & Lima-Filho, M.F. 2009. Sedimentary development and isotope analysis of deposits at the Cretaceous/Palaeogene transitionin the Paraíba Basin, NE Brazil. *Geologos*, **15** (2): 103–113.

Nóbrega, V.A. & Alheiros, M.M. 1991. Petrografia do arenito Beberibe, Bacia Pernambuco-Paraíba. In: Simp. Gol. Nordeste, 11, Natal, *Atas*, 75-77.

Nohr-Hansen, H. & Dam, G. 1997. Palynology and sedimentology across a new marine Cretaceous-Tertiary boundary section on Nuussuaq, West Greenland. *Geology*, **25** (9) 851-854.

Norvick, M.S.1973. The microplankton genus *Disphaeria* Cookson and Eisenack emend. *Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Bulletin*, **140**: 45-46.

Oboh-Ikuenobe. F.E.; Antolinez-Delgado, H. & Awad, W. 2017. Dinoflagellate cyst assemblages, biostratigraphy and paleoenvironment of a Paleocene-Early Eocene sedimentary succession in the northern Niger Delta Basin: Comparison with low, mid and high latitude regions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **481**: 29–43.

Oboh-Ikuenobe, F.E., Yepes, O., Gregg, J.M., 1998. Palynostratigraphy, palynofacies, and thermal maturation of CretaceousePaleocene sediments from the C^ote d'Ivoire-Ghana transform margin. In: Mascle, J., Lohmann, G.P., Moullade, M. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*. **159**: 277-318.

Officer, C.B. & Drake, C.L.1983. The Cretaceous-Tertiary transition. *Science*. **219** (4591):1383-1390.

Okada, H. & Burky, D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Mar. Micropaleontol*. **5** (3): 321-5.

Oliveira, E. P. 1940. História e pesquisa do petróleo no Brasil. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Ser. Publi. Agrícola, 205p.

Oliveira, M. A. 2011. Análise palinológica, bioestratigráfica e paleoambiental dos sedimentos maastrichtianos/paleocenos da Bacia da Paraíba. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 69-89 p.

Oliveira, M.M.F. 1978. Estudo faciológico da Formação Maria Farinha. Recife: Dissertação de Mestrado, CTG, UFPE, 113p.

Palamarczuk, S. & Habib, D. 2001. Dinoflagellate evidence of the Cretaceous-Paleogene Boundary in Argentina (*abstract*). GSA Annual meeting, *Abstract*: 27662htm.

PANGAEA - Publishing Network for Geoscientific and Environmental Data. Disponível em < https://www.gbif.org/occurrence > Acesso via BBIF.org em 10 out.2017.

Pantic, N. & Bajaktarevic, Z. 1988. "Nannoforaminifera" in palynological preparations and semar-slides from Mesozoic and Terciary deposits in Central and Southeast Europe. *Revue de Paléobiologie, Benthos'86 Special*, **2**: 953-959.

Papú, O. H.; Prámparo, M. B.; Náñez, C.; Concheyro, A. 1999. Palinología y micropaleontologia de la Formación Jagüel (Maastrichtiano-Daniano), perfil Opaso, Cuenca Neuquina, Argentina. In: Simposio Paleógeno de América Del Sur, Buenos Aires, 1996, *Anales*...Buenos Aires, Subsecretaría de Minería de la Nación, Servicio Geológico Minero Argentino, 33: 17-31.

Parrish, J.T.; Ziegler, A.M. & Scotese, C.R. 1982. Rainfall patterns and the distribution of coals and evaporites in the Mesozoic and Cenozoic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **40**:67-101.

Parry, C. C.; whitley, P.K.J.; Simpson, R.D.H. 1981. Integration of palynological and sedimentalogical methods ins facies analysis of the Brent Formation. In: Illing, L.V., Hobson, G.D. (eds.) *Petroleum Geology of the Continental Shelf of North West Europe*. Heyden, London, 205-215.

Patzkowsky, M.E.; Smith, L.H.; Markwick, P.J.; Engberts, C.J. & Gyllenhaal, E.D. 1991. Application of the Fujita-Ziegler paleoclimate model: Early Permian and Late Cretaceous examples. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **86**: 67-85.

Pearson, P. N.; Nicholas, C.J.; Singano, J. M.; Bown, P. R.; Coxall, H. K.; van Dongen, B. E.; Huber, B. T.; Karega, A.; Lees, J.A.; Msaky, E.; Pancost, R. D.; Pearson, M. & Roberts, A.P. 2004. Paleogene and Cretaceous sediment cores from the Kilwa and Lindi areas of coastal Tanzania: Tanzania Drilling Project Sites 1–5. *Journal of African Earth Sciences* **39:** 25–62.

Perch-Nielsen, K. 1985a. Mesozoic calcareous nannofossil. In: Bolli, H.M.; Saunders, J.B. & Perch-Nielsen, K. (Eds.). *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, pp. 329-426.

Petri, S. 1987. Cretaceous paleogeograpphic maps of Brazil. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. **59**:117-168.

Peyrot, D.; Barroso-Barcenilla, F.& Feist-Burkhardt, S. 2012. Palaeoenvironmental controls on late Cenomanian–early Turonian dinoflagellate cyst assemblages from Condemios Central Spain), *Rev. Palaeobot.Palynol*.**180**: 25-14.

Playford, G. & Dettmann, M. E. 1996. Spores; in: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (eds.), Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1: 227-260. Playford, G. & Dettmann, M. E. 1996. Spores; *in*: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1: 227-260.

Powell, A. J. 1992. Dinoflagellate cysts of the Tertiary System. In: Powell, A.J. (Ed.). *A Stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts*. Chapman & Hall, London, 155-229.

Powell, A.J.; Lewis, J. & Dodge, J.D. 1992. The palynological expressions of post-Paleogene upwelling: a review. – In: Summerhayes, C.P.; Prell, W.L. & Emeis, K.C., eds., *Upwelling Systems: Evolution since the Early Miocene*: (The Geological Society), London, 215–226.

Prámparo, M.B. & Papú, O.H. 2006. Late Maastrichtian dinoflagellate cysts from the Cerro Butaló section, southern Mendonza province, Argentina. *Journal of Micropaleontology*, **25**: 23-33.
Prámparo, M.B. & Papú, O.H. 2002. Palinoestratigrafia del Maastrichtiano superior, Cerro Butaló, sur de Mendoza Province. In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 6, São Pedro, *Boletim de Resumos*, 163-167.

Prauss, M. 2001. Sea-level changes and organic-walled phytoplanckton response in a LateAlbian epicontinental setting, Lower Saxony basin, NW Germany. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, n. 174, p. 221-249.

Prauss, M.L. 2009. The K/Pg boundary at Brazos-River, Texas, USA — An approach by marine palynology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **283**: 195–215.

Prauss, M. & Riegel, W. 1989. Evidence from phytoplankton associations fro causes of black shale formations in epicontinental seas. *Neues Jahrbuch Geologie für Paläntologie*, 671-682.

Premaor, E. 2011. Palinologia da seção albiana-campaniana da Bacia de Pelotas (RS): implicações bioestratigráficas e paleoambientais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 38-47 p.

Premaor, E., Souza, A.P., Arai, M. & Helenes, J. 2010. Palinomorfos do Campaniano (Cretáceo Superior) da Bacia de Pelotas, Rio Grande do Sul: implicações bioestratigráficas e paleoambientais. *Pesquisas em Geociências*, **37** (1): 63-79.

Pross, J., 2001b. Paleo-oxygenation in Tertiary epeiric seas: evidence from dinoflagellate cysts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **166**, 369–381.

Pross, J. & Schiedl, G. 2002. Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Upper Rhine Graben (SW Germany): paleoenvironmental and paleoclimatic implications. *Marine Micropaleontology*, **45** (1): 1-24.

Pross, J. & Brinkhuis, H. 2005. Organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene; a synopsis of concepts. *Paläontologische Zeitschrift*, **79** (1): 53–59.

Prössl, K. F. 1992. Preliminary results of palynological investigations on the Cretaceous of Colombia, South America. *Review of Palaeobotany and Palynology*. **71** (992): 255-26.

Punt, W., Hoen, P.P, Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **143**(1-2): 1-81.

Quattrocchio, M. E. & Ruiz, L.C. 1999. Paleoambiente de la Formación Pedro Luro (Maastrichtiano?-Paleoceno), em base a palinomorfos, Cuenca del Colorado, Argentina, *Ameghiniana*, **36** (1): 37-47.

Quattrocchio, M.E. & Sarjeant, W.A.S. 1996. Early Palaeocene (Danian) dinoflagellates from the Colorado Basin, Argentina. *Revista Española de Micropaleontologia*, **28**: 111-138.

Quattrocchio, M. E. & Sarjeant, W. A. S. 2003. Dinoflagellates from the Chorrillo Chico Formation (Paleocene) of southern Chile. *Ameghiniana*, **40**: 129–153.

Quattrocchio, M. & Volkheimer, W. 2000. Danian microfloral provinces in Argentina. *Revista Española de Paleontología*, **15** (1): 3-11.

Rahat, M. 1968. Observations on the life cycle of Peridinium Westii in a mixed culture. *Israel Journal Botany*, **17**: 200-206.

Ramírez, R.A. 2004. Middle to Late Eocene dinoflagellate cysts and fungal spores from theeast coast of the Maracaibo Lake, Venezuela (biostratigraphy, palaeocology ande taxonomy), Tese de Doutorado, Geowissenchaften Fakultät der Eberhard-Karls-Universität Tübingen. 29-36p.

Rand, H. M. & Mabesoone, J. M. 1982. Northeastern Brazil and the final separation of South America and Africa. *Paleogeogaphyr., Paleoclimatology., Paleoecology*. **38**: 163-183.

Regali, M.S.P. 1971. Palinologia dos sedimentos cenozóicos da Foz do Rio Amazonas. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 96p.

Regali, M.S.P. 1980. Palinoestratigrafia da bacia do Ceará. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriú, *Anais*, 5: 3118-3129.

Regali, 1989. Evolução da paleoflora no Cretáceo nas margens equatorial e nordeste do Brasil. *Revista Escola de Minas*, **42** (4): 17-33.

Regali, M.S.P. 1991. O Limite K-T no Brasil/Evolução de um gênero oportunista. *Revista da Escola de Mina*, Ouro Preto, **44** (1): 36-41.

Regali, M.S.P. 1994. O limite K-T no Brasil. *Acta Geologica Leopoldensia*, **17** (39/2): 473-484.

Regali, M.S.P. 1983. Palinocronoestratigrafia da Bacia Potiguar. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 8, Rio de Janeiro, *Boletim de Resumos*, 81p.

Regali, M.S.P.; Uesugui, N.; Santos, A.S. 1974a. Palinologia dos sedimentos Meso-Cenozóicos do Brasil (I). *Boletim técnico da Petrobras*, **17** (3): 177-191.

Regali, M.S.P.; Uesugui, N.; Santos, A.S. 1974b. Palinologia dos sedimentos Meso-Cenozóicos do Brasil (II). *Boletim técnico da Petrobras*, **17** (4): 263-301.

Reid, P.C. 1974. Gonyaulacacean dinoflagellate cysts from the British Isles. Nova Hedwigia, **25**: 579-637, pl.1-4.

Renne, P. R.; Deino, A. L.; Hilgen, F. J.; Kuiper, K. F.; Mark, D. F.; Mitchell, W. S.; Mundil, M.R.; Smit, J. 2013. Time scales of critical events around the Cretaceous–Paleogene boundary Science, **339**: 684-687.

Ribeiro, H.J.P.S. 2001. Fudamentos de Estratigrafia de Seqüências. In: Ribeiro H.J.P.S. (org.). *Estratigrafia de Seqüências – Fundamentos e aplicações*. Editora Unisinos, São Leopoldo, 99-134.

Riegel, W. 1974. New forms of organic-walled microplankton from an Upper Cretaceous assemblage in southern Spain. *Revista española de micropaleontología*, **6** (3): 347-366, pl.1-3.

Riegel, W. & Sarjeant, W.A.S. 1982. Dinoflagellate cysts from the Upper Cretaceous of southern Spain: new morphological and taxonomic observations. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **162**: 286-303.

Robert, C. & Maillot, H. 1983. Paleoenvironmental significance of clay mineralogical and geochemical data, Southwest Atlantic, Deep Sea Drilling Project Legs 36 e 71. doi: 10.2973/dsdp.proc.71.111.

Robinson, N.; Ravizza, V.; Coccioni, R.; Peucker-Ehrenbrink, B.; Norris. R. 2009. A high resolution marine 187Os/188Os record for the late Maastrichtian: distinguishing the chemical fingerprints of Deccan volcanism and the KP impact event Earth Planet. Sci. Lett., 281: 159-168.

Rossignol, M. 1962. Analyse pollinique de sédiments marins quaternaires en Israël II. - Sédiments pleistocènes. *Pollen et Spores*, **4** (1):121-148, pl.1-2.

Sah, S.C.D.; Kar, R.K. & Singh, R.Y. 1970. Fossil microplankton from the Langpar Formation of Therriaghat, south Shillong Plateau, Assam, India. *The Palaeobotanist*, **18**: 143-150, pl.1-2.

Santos, M.E.M; Cassab, R.T; Fernandes, A.C.S.; Campos, D.A.; Brito, I.M.; Carvalho, I.S.; Tinoco, I.M.; Duarte, L.; Carvalho, M.S & Lima, M.R. 1994. The Pernambuco-Paraíba Basin. *In*: Beurlen, G.; Campos, D.A. & Viviers, M.C. (eds.). Stratigraphic range of Cretaceous of mega and macrofossilis of Brazil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, 245-272.

Sarjeant, W.A.S., 1964a. Taxonomic notes on hystrichospheres and acritarchs. *Journal of Paleontology*, **38** (1): 173-177.

Sarjeant, W.A.S. 1970. The genus Spiniferites Mantell, 1850 (Dinophyceae). *Grana*, **10**: 74-78.

Sarjeant, W.A.S. 1981. A restudy of some dinoflagellate cyst holotypes in the University of Kiel Collections. II. The Eocene holotypes of Barbara Klumpp (1953); with a revision of the genus *Cordosphaeridium* Eisenack, 1963. *Meyniana*, **33**: 97-132, pl.1-6.

Sarjeant, W.A.S. 1983: A restudy of some dinoflagellate cyst holotypes in the University of Kiel collections. IV. The Oligocene and Miocene holotypes of Dorothea Maier (1959). *Meyniana*, **35**: 85-137, pl.1-7.

Sarjeant, W.A.S. 1985b. A restudy of some dinoflagellate cyst holotypes in the University of Kiel collections: VI. Late Cretaceous dinoflagellate cysts and other palynomorphs in the Otto Wetzel collection. *Meyniana*, **37**: 129-185, pl.1-7.

Sarkis, M.F.R.de. 2002. Palinoestratigrafia com Base em Dinoflagelados do Limite Cretáceo-Terciário, Pedreira Poty, Bacia de Pernambuco-Paraíba, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 32 p.
Sarkis, M.F.R.; Arai, M.; Koutsoukos, E.A.M. 2002. Dinoflagelados do limite Cretáceo – Terciário (K-T), Pedreira Poty, Bacia de Pernambuco-Paraíba, Nordeste do Brasil. In: Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil, 6, São Pedro, *Boletim de Resumos*, 271-277.

Schrank, E. 1987. Palaeozoic and Mesozoic palynomorphs from northeast Africa (Egypt and Sudan) with special reference to Late Cretaceous pollen and dinoflagellates. Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen, Reihe A, **75** (1): 249-310.

Schulte, P.; Alegret, L.; Arenillas, I.; Arz, J.A.; Barton, P.J.; Bown, P.R.; Bralower, T.J.; Christeson, G.L.; Claeys, P.; Cockell, C.S.; Collins, G.S.; Deutsch, A.; Goldin, T.J.; Goto, K.; Grajales-Nishimura, J.M.; Grieve, R.A.F.; Gulick, S.P.S.; Johnson, K.R.; Kiessling, W.; Koeberl, C.; Kring, D.A.; MacLeod, K.G.; Matsui, T.; Melosh, J.; Montanari, J.V. Morgan, C.R. Neal, D.J. Nichols, R.D. Norris, E. Pierazzo, G. Ravizza, Rebolledo-Vieyra, A. M.; Reimold, W.U.; Robin, E.; Salge, T.; Speijer, R.P.;. Sweet, A.R; Urrutia-Fucugauchi, J.; Vajda, V.; Whalen, M.T.; Willumsen, P.S. 2010. The Chicxulub asteroid impact and mass extinction at the Cretaceous–Paleogene boundary Science, **327**: 1214-1218.

Schumacker-Lambry, J. 1978. Palynologie du Landenien inférieur (Paléocène) à Gelinden-Overbroek/Belgique. Relations entre les microfossiles et le sédiment. 157 p., 18 pl.; Université de Liège, Laboratoire de Paléobotanique et de Paléopalynologie, Liège, Belgium.

Sial, A.N & 11 outros. 2014. High-resolution Hg chemostratigraphy: A contribution to the distinction of chemical fingerprints of the Deccan volcanism and Cretaceous–Paleogene Boundary impact event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **414**: (2014) 98–115.

Sial, A.N. & 12 outros. 2016. Mercury enrichment and Hg isotopes in Cretaceous–Paleogene boundary successions: Links to volcanism and palaeoenvironmental impacts. *Cretaceous Research*, **66**: 60-81

Scotese, C.R. 1997. Paleogeographic Atlas: PALEOMAP Progress Report 90-0497. Department of Geology, University of Texas at Arlington, 37 pp.

Scotese, C. R. 2001. Atlas of Earth History. Paleogeography PALEOMAP Project, Arlington, Texas. 1: 52 p.

Scotese, C.R. 2010. Paleomap Project. Disponível em < http://www.scotese.com/earth.htm>. Acesso em 21 mar. 2017.

Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie em Mijnbouw,* **56**: 37-65.

Slimani, H.; Louwyeb, S.; Toufiq, A. 2010. Dinoflagellate cysts from the Cretaceous–Paleogene boundary at Ouled Haddou, southeastern Rif, Morocco: biostratigraphy, paleoenvironments and paleobiogeograph. *Palynology*, **34** (1): 90 –124.

Slimani. H. & Toufiq. A. 2013. A Cretaceous–Palaeogene boundary geological site, revealed by planktic foraminifera and dinoflagellate cysts, at Ouled Haddou, eastern external Rif Chain, Morocco. *Journal of African Earth Sciences*. **88**: 38-52.

Sluijs, A., Brinkhuis, H., Crouch, E. M., John, C. M., Handley, L., Munsterman, D., Bohaty, S., M., Zachos, J. C., Reichart, G.-J., Schouten, S., Pancost, R. D., Sinninghe Damst´ e, J. S., 25 Welters, N. L. D., Lotter, A. F., Dickens, G. R. 2008a. Eustatic variations during the Paleocene- Eocene greenhouse world, Paleoceanography, 23, PA4216, doi: 10.1029/2008PA001615.

Sluijs, A. & Brinkhuis, H. 2009. A dynamic climate and ecosystem state during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum – inferences from dinoflagellate cyst assemblages at the New Jersey Shelf*. *Biogeosciences Discuss*. **6:** 5163–5215.

Sluijs, A.; Pross, J.; Brinkhuis, H. 2005. From greenhouse to icehouse; organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene. *Earth Sciences Review*, **68**: 281-315.

Sluijs, A., R¨ ohl, U., Schouten, S., Brumsack, H.-J., Sangiorgi, F., Sinninghe Damst´ e, J. S., and Brinkhuis, H. 2008b. Arctic late Paleocene–early Eocene paleoenvironments with special emphasis 30 on the Paleocene-Eocene thermal maximum (Lomonosov Ridge, Integrated

Ocean Drilling Program Expedition 302), *Paleoceanography*, 23, PA1S11, doi: 10.1029/2007PA001495.

Smit, J. & Klaver, G. 1981. Sanidine spherules at the Cretaceous-Tertiary boundary. *Nature*, **285**: 47-49.

Smith, A.G.; Smith, D.G. & Funnell, B.M. 1994. Atlas of Mesozoic and CenozoicCoastlines. Cambridge University Press, pp. 1-50.

Souza, E. M. 1999. Levantamento radiométrico das unidades estratigráficas da Bacia Paraíba. Dissertação de Mestrado, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 152 p.

Souza, E.M. 2006. Estratigrafia da sequência clástica inferior (andares Coniaciano-Maastrichtiano Inferior) Bacia da Paraíba, e suas implicações paleogeográficas. Tese de Doutorado, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 350p.

Souza-Lima, W.; Albertão, G.A.A & Lima, F.H.O. 2003. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia Pernambuco-Paraíba. *Fundação Paleontológica Phoenix*, **55**: 1-6.

Souza-Lima, W.S.; Santos, P.R.S.; Galm, P.C.; Ortiz, J.D. 1996. Preliminary biostratigraphic and palaeontological survey in Pernambuco-Paraíba Basin, Northeastern Brazil. SAMC News (IGCP 381), (5): 31-33.

Souza-Lima, W.; Santos, P.R.S.; Galm, P. C.; Ortiz, J. D. 1996. Preliminary biostratigraphic and palaeontological survey in the Pernambuco-Paraíba Basin, northeastern Brazil. In: Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, *Anais*, 7: 432-435.

Stinnesbeck, W.S. & Reyment, R.A. 1988. Note on a further occurence of Soudanella laciniosa Apostolescu in northeastern Brazil. *Journal of African Earth Sciences*, **7** (5/6):779-781.

Stinnesbeck, W.; Ashraf, A.R; Perch-Nielsen, K. 1991. Estudos Paleontológicos no Limite Cretáceo-Terciário no Estado de Pernambuco. In: Mabesoone, J.M. (Coord.). Revisão Geológica da Faixa Sedimentar Costeira de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. *Estudos e Pesquisas – Série B*, **10**: 141-156.

Stinnesbeck, W.; Barbarin, J.M.; Keller, G.; Lopez-Oliva, J.G.; Piunik, D.A.; Lyons, J.B.; Officer, C.B.; Adatte, T.; Graup, G.; Rocchia, R.; Robin, E. 1993. Deposition of channel deposits near the Cretaceous-Tertiary boundary in northeastern Mexico: catastrophic or "normal" sedimentary deposits? *Geology*, Tulsa, **21**: 797-800.

Stinnesbeck, W.S. & Keller, G. 1995. The Cretaceous-Tertiary boundary in southern lowlatitude regions: preliminary study in Pernambuco, northeastern Brazil – Comments and Reply. *Terra Nova*, **7**: 375-382.

Stinnesbeck, W.S. & Keller, G. 1996a. Environmental changes across the Cretaceous-Tertiary in northeastern Brazil. In: Macleod, N. and Keller, G. (Eds.). *Cretaceous-Tertiary mass extinctions: biotic and environmental changes*. W.W. Norton, 451-469.

Stinnesbeck, W.S. & Keller, G. 1996b. *K-T* boundary coarse-grained siliciclastic deposits in northeastern México and northeastern Brazil: evidence for a mega-tsunami or sea level changes. In: Ryder, G., Fastovsky, D., Gartner, S. (Eds.). The Cretaceous-Tertiary event and other catastrophes in earth history. *Geological Society Of America, Special Papers* 307: 197-209.

Stover, L.E.; Brinkhuis, H.; Damassa, S.P.; De Verteuil, L.; Helby, R.J.; Monteil, E.; Partridge, A.D.; Powell, A.J.; Riding, J.B.; Smelron, M.; Williams, G.L. 1996. *Mesozoic Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes*. In: Jansonius, J. & McGregor, D.C. (eds.), Palynology: Principles and Applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 2: 641-750.

Stover, L.E. & Evitt, W.R. 1978. Analyses of pre-Pleistocene organic-walled dinoflagellates. Stanford University Publications, *Geological Sciences*. v. 15, p. 300.

Stover, L.E. & Williams, G.L. 1987: Analyses of Mesozoic and Cenozoic organic-walled dinoflagellates 1977-1985. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series* **18:** 1-243.

Ţabără, D.1 & Slimani, H. 2015. Tenth Romanian Symposium on Paleontology: Cluj-Napoca, 16-17 October 2015: *abstracts* and field trip guide / ed. by Ioan I. Bucur, Iuliana Lazăr, Emanoil Săsăran. - Cluj-Napoca: Presa Universitară Clujeană.

Ţabără, D., Slimani, H., Mare, S., Chira, C.M. 2017. Integrated biostratigraphy and palaeoenvironmental interpretation of the Upper Cretaceous to Paleocene succession in the northern Moldavidian Domain (Eastern Carpathians, Romania), *Cretaceous Research*, doi: 10.1016/ j.cretres.2017.04.021.

Taylor. F.J.R. 1980. On dinoflagellate evolution. *BioSystems*, **13** (1-2): 65-108.

Taylor, F.J.R. 1987. *The Biology of the Dinoflagellates*. Blackwell, Osford, 785p.

Tinoco, I. M. 1967. Micropaleontologia da Faixa Sedimentar Costeira Recife-João Pessoa. Soc. Bras. Geol., *Bol*., **16**: 1p.

Tinoco, I.M. 1969. Foraminíferos do limite Cretáceo-Terciário em Pernambuco (Nordeste do Brasil). Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, p.71.

Tinoco, I. M., 1971. Foraminíferos e a passagem entre o Cretáceo e o Terciário em Pernambuco. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Astronomia, Universidade de São Paulo, 147 p.

Tinoco, I. M. 1976. Foraminíferos planctônicos e a passagem entre o Cretáceo e o Terciário, em Pernambuco, nordeste do Brasil. In: Cong. Brás. Geol., 29, Ouro Preto, *Anais*, 2:17-35.

Torsvik, T. H.; Mosar, J. & Eide, E. A. 2001. Cretaceous–Tertiary geodynamics: a North Atlantic exercise. Geophys. J. Int.146: 850–866.

Traverse, A. 1988. *Palynology*. Unwin Hyman. Boston, 600p.

Traverse A. 2007. Paleopalynology, 2a ed. In: Landman N.L. & Jones D.S., eds. Topics in geobiology. Dordrecht, the Netherlands: Springer, 813p.

Tschudy, R.H. 1961. Palynomorphs as indicators of facies environments in Upper Cretaceous and Lower Tertiary strata, colorado and Wyoming. Wyoming Geological Society. In: 16th Annual Field Conference, *Guidebook*, 53-59.

Tschudy, R.H. 1969. Relationship of palynomorphs to sedimentation. In: Tschudy, R.H., Scott, R.A. (Eds.). *Aspects of Palynology*. Wiley-Interscience, New York, 79-96.

Tucker, M.E. & Wright, V.P. 1990. Carbonate Semimentology. *Black well Science*, 482 p.

Turon, J.-L.1984. Le palynoplancton dans l'environnement actuel de l'Atlantique nord-oriental. E´ volution climatique et hydrologique depuis le dernier maximum glaciaire. Doctorat sciences thesis, Universite´ Bordeaux I, Me´moire de l'Institut de Ge´ologie du Bassin d'Aquitaine, vol.17, 313pp.

Tyson, R.V. 1995. *Sedimentary Organic Matter: Organic Facies and Palynofacies*. Chapman & Hall, London, 615 p.

Tyson, R.V. 1996. Short Course on Palynofacies and Organic Facies. Porto Alegre. Curso de Pós-graduação em Geociências da UFRGS. 112p.

Uesugui, N. 1979. Palinologia: técnica de tratamento de amostras. *Boletim técnico da Petrobras*, **22** (4), 229-240.

Vajda, V.1999. Miospores From Upper Cretaceous-Paleocene Strata in Northwestern Bolivia. *Palynology*, **23**: 181-196.

Vajda & Bercovicci. 2014. The global vegetation pattern across the Cretaceous–Paleogene mass extinction interval: A template for other extinction events. *Global and Planetary Change*, **122**: 29-49.

Vajda, V.; Ian Raine, J.; Hollis, C. J.; Strong, C. P. 2004. Global Effects of the Chicxulub Impact on Terrestrial Vegetation-Review of the Palynological Record from New Zealand Cretaceous/Tertiary Boundary. *Journal Impact into marine and icy environments*, 57-74.

Vallati, P. 2010. Asociaciones palinológicas com angiospermas en el Cretácico Superior de la cuenca Neuquina, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontologia*, Porto Alegre, **13** (2) :143-158.

Van Mourik, C. A and Brinkhuis, H. 2001 Middle to Late Eocene organic-walled dinoflagellate cysts from ODP Leg 171B, offshore Florida. In: Kroon, D., Norris, R.D. and Klaus, A., (Ed.), Western North Atlantic Paleogene and Cretaceous Palaeocenography. Geological Society Special Publication, 101: 225-251.

Vonhof, H.B., Brinkhuis, H., Van der Hoeven, M., Smit, J., Montanari, A., Nederbragt, A.J., 2000. Global cooling accelerated by early late Eocene impacts. *Geology* **28**: 687– 690.

Vozzhennikova, T.F. 1963. Klass Peridineae (Dinoflagellateae). Peridinei, ili dinoflagellaty. In: Kiselev, A. (editor), Tip Pyrrophyta. Pirrofitovye Vodorosli; in: Vakhrameeva, V.A.,

Radchenko, G.P. and Tachmadzhana, A.L. (editors), Tip Pyrrophyta. *Pirrofitovye Vodorosli. Vodorosli, Mochoobraznie, Psilofitovie, Plaonovidnie, Chlenistostebelnie, Paporotniki*; in Orlov, A. (editor), Osnovy Paleontologii, v.14, p.171-186.

Vozzhennikova, T.F. 1967. Iskopaemye peridinei Yurskikh, Melovykh i Paleogenovykh otlozheniy SSSR. 347 p., 121 pl.; Izdatelstvo Nauka, Moscow, U.S.S.R. (Tradução: Lees & Sarjeant, 1971.).

Wall, D. 1965. Modern hystrichospheres and dinoflagellate cysts from the Woods Hole region. *Grana Palynologica*, **6**: 297-314.

Wall, D.; Dale, B.; Lohmann, G. P.; Smith, W. K. 1977. The environment and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments fromregions in the North and South Atlantic Oceans and adjacent seas. *Marine Micropaleontology*, **2**: 121-200.

Wrenn, J.H. & Hart, G.F. 1988. Paleogene dinoflagellate cyst biostratigraphy of Seymour Island, Antarctica. *Geological Society of America, Memoir*, **169**: 321-447.

Wetzel, O. 1933b. Die in organischer Substanz erhaltenen Mikrofossilien des baltischen Kreide-Feuersteins mit einem sediment-petrographischen und stratigraphischen Anhang. *Palaeontographica, Abteilung* A, **78**: 1-110, pl.1-7.

White, H.H. 1842. On fossil Xanthidia. *Microscopical Journal, London*, **11**: 35-40, pl.4.

Williams, G.L. & Bujak, L.P. 1977. Cenozoic palynostratigraphy of offshore eastern Canada. American Association of Stratigraphic Palynologists, *Contributions Series 5A*, **14**-47.

Williams, G. L. & Bujak, J. P.1985. *Mesozoic and Cenozoic dinoflagellates*. In: Bolli, H.M, Saunders, J.B. & Perch-Nielsen, K. (Eds.). Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press, Cambridge, 847-964.

Williams, G.L.; Brinkhuis, H.; Pearce, M.A.; Fensome, R.A.; Weegink, J.W. 2004. Southern Ocean and global dinoflagellate cyst events compared: index events for the Late Cretaceous-Neogene. In: EXON, N.F.; KENNETT, J.P.; MALONE, M.J. (eds.). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, **189**: 1-98.

Williams, G.L.; Lentin, J.K. & Fensome, R.A. 1998. The Lentin and Williams index of fossil dinoflagellates. *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, 817p.

Williams, G.L.; Stover, L.E.; Kidson, E.J.1993. Morphology and stratigraphic ranges of selected Mesozoic-Cenozoic dinoflagellate taxa in the northern hemisphaere. *Geological Survey of Canada Paper*, **92** (10): 137p.

Wilson, G.P. & Arens, N.C. 2001. The evolutionary impact of an epeiric seaway on Late Cretaceous and Paleocene palynofloras of South America. Asociaci6n Paleontológica Argentina. VII International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, Buenos Aires. Publicación Especial 7: 185-189.

Wilson, L.R. & Hoffmeister, W.S. 1952. Small Foraminifera. *Micropaleontolgist*, **26** (6): 28p.

Wilpshaar, M. & Leereveld, H. 1994. Palaeoenvironmental change in the Early Cretaceous Vocontian Basin (SE France) reflected by dinoflagellate cysts. *Rev. Paleobot. Palynol*. **84** (1/2): 121-128.

Willumsen, Pi S. 2012. Three new species of dinoflagellate cyst from Cretaceous–Paleogene (K-Pg) boundary sections at mid-Waipara River and Fairfield Quarry, South Island, New Zealand, *Palynology*, **36** (1): 48-62.

Windley, B.F. 1995. The Evolving Continents. John Wiley & Sons, 526pp.

Zachos, J.C.; Lohmann, K.C.; Walker, J.C.G. & Wise, S.W. 1993. Abrupt climate change and transient climates during the Paleogene: a marine perspective. *The Journal of Geology*, **101**: 191-213.

Zegarra, M. & Helenes, J. 2011. Changes in Miocene through Pleistocene dinoflagellates from the Eastern Equatorial Pacific (ODP Site 1039), in relation to primary productivity. *Marine Micropaleontology*, **81**: 107–121.

Zachos, J. C.; Dickens, G. R. & Zeebe, R. E. 2008. An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon-cycle dynamics. *Nature* **451**: 279-283.

Zhao, J.; Wan, X. Q. & Xi, D. P.; JING, X.; LI, W.; HUANG, Q.; ZHANG J. Y. 2014. Late Cretaceous palynology and paleoclimate change: Evidence from the SK1 (South) core, Songliao Basin, NE China. *Science China: Earth Sciences*, **57**: 2985-2997.

ESTAMPAS
(1-10)

CISTOS DE DINOFLAGELADOS

Estampa 1

1. *Dinogymnium acuminatum*
   Pedreira Cipasa, 3 m, coordenada *England Finder* C34-2.

2. *Dinogymnium acuminatum*
   Pedreira Cipasa, 9 m, coordenada *England Finder* D29-2.

3. *Dinogymnium digitus*
   Pedreira Nassau, 31,5 m, coordenada *England Finder* G33-1.

4. *Dinogymnium digitus*
   Pedreira Nassau, 31,90 m, coordenada *England Finder* K38-1.

5. *Dinogymnium westralium*
   Pedreira Nassau, 1,40 m, coordenada *England Finder* G40.

6. *Dinogymnium undulosum*
   Pedreira Nassau, 31,5 m, coordenada *England Finder* D32-2.

7. *Dinogymnium avellana*
   Pedreira Cipasa, 18, 20 m, coordenada *England Finder* L34-2.

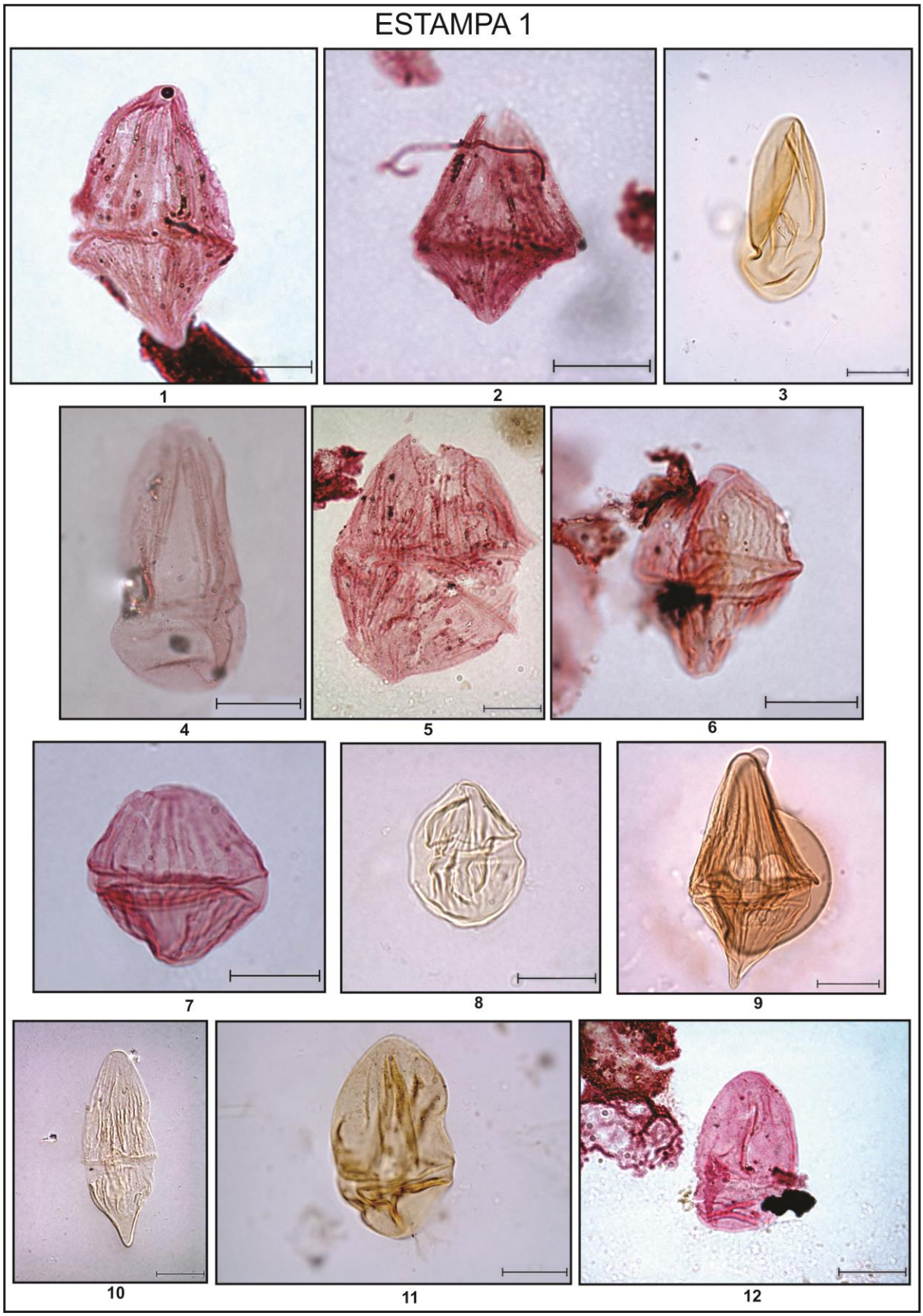
8. *Dinogymnium* sp. 1
   Pedreira Poty; 14,02 m, coordenada *England Finder* D22-1.

9. *Dinogymnium* sp. 2
   Pedreira Poty, 14,02, coordenada *England Finder* F42-4.

10. *Dinogymnium* sp. 3
    Pedreira Poty, 12 m, coordenada *England Finder* E38-2.

11. *Amphigymnium cooksoniae*
    Pedreira Nassau, 31,5 m, coordenada *England Finder* D 24-2.

12. *Amphigymnium cooksoniae*
    Pedreira Nassau, 31,5 m, coordenada *England Finder* P40.



Escala 20 µm

Estampa 2

1.Alisogymnium euclaense
Pedreira Cipasa; 9,1 m; coordenada *England Finder* L-30.

2.*Alisogymnium euclaense*
Pedreira Nassau, 13,80 m, coordenada *England Finder* N 35-1.

3.Alisogymnium cf. *A. euclaense*
Pedreira Poty, 14,08 m, coordenada *England Finder* K50-1.

4.Yolkinigymnium lanceolatum
Pedreira Cipasa, 1,30 m, coordenada *England Finder* L-50.

5.Yolkinigymnium lanceolatum
Pedreira Cipasa, 1,30 m, coordenada *England Finder* O40.

6.*Achomosphaera ramulifera* subsp. *perforata*
Pedreira Nassau, 15 m, coordenada *England Finder* P42-1.

7.Achomosphaera ramulifera subsp. *ramulifera*
Pedreira Nassau, 10 m, coordenada *England Finder* L32-3.

8.Achomosphaera ramulifera subsp. *ramulifera*
Pedreira Nassau, 10,50 m, coordenada *England Finder* G30-2.

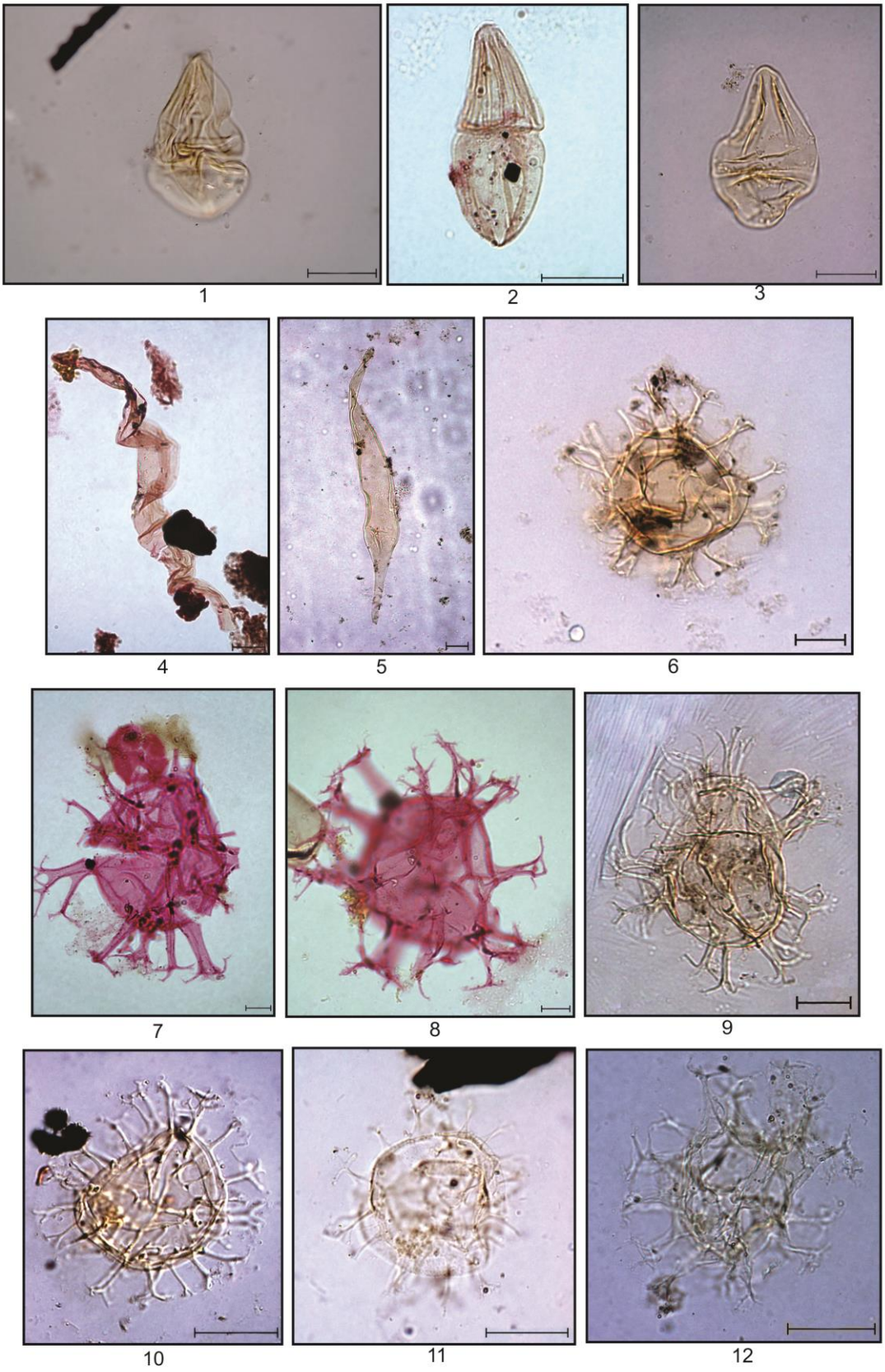
9.Achomosphaera ramosasimilis
Pedreira Nassau, 19,5 m, Coordenada *England Finder* D40.

10.Achomosphaera sp. 1
Pedreira Cipasa, 9,1 m, coordenada *England Finder* T42.

11.Achomosphaera sp. 2
Pedreira Nassau, 30,5 m, coordenada *England Finder* M24-2.

12. Spiniferites ramosus subsp. *ramosus*
Pedreira Poty, 10 m, coordenada *England Finder* G38-1.

ESTAMPA 2



Escala 20 µm

Estampa 3

1. Spiniferites ramosus subsp. *reticulatus*
Pedreira Poty, 14,08 m, coordenada *England Finder* R43.

2.Spiniferites supparus
Pedreira Poty, 18,60 m, coordenada *England Finder* E24.

3.Spiniferites pseudofurcatus
Pedreira Nassau, 15 m, coordenada *England Finder* C30.

4.Spiniferites sp. 1
Pedreira Nassau, 31,5 m, coordenada *England Finder* S37.

5. Spiniferites sp. 2
Pedreira Nassau, 12,40 m, coordenada *England Finder* P52-4.

6.Hafniasphaera fluens
Pedreira Cipasa, 20,70 m, coordenada *England Finde*r H48.

7.Hafniasphaera fluens
Pedreira Nassau, 10 m, coordenada *England Finder* T25-2.

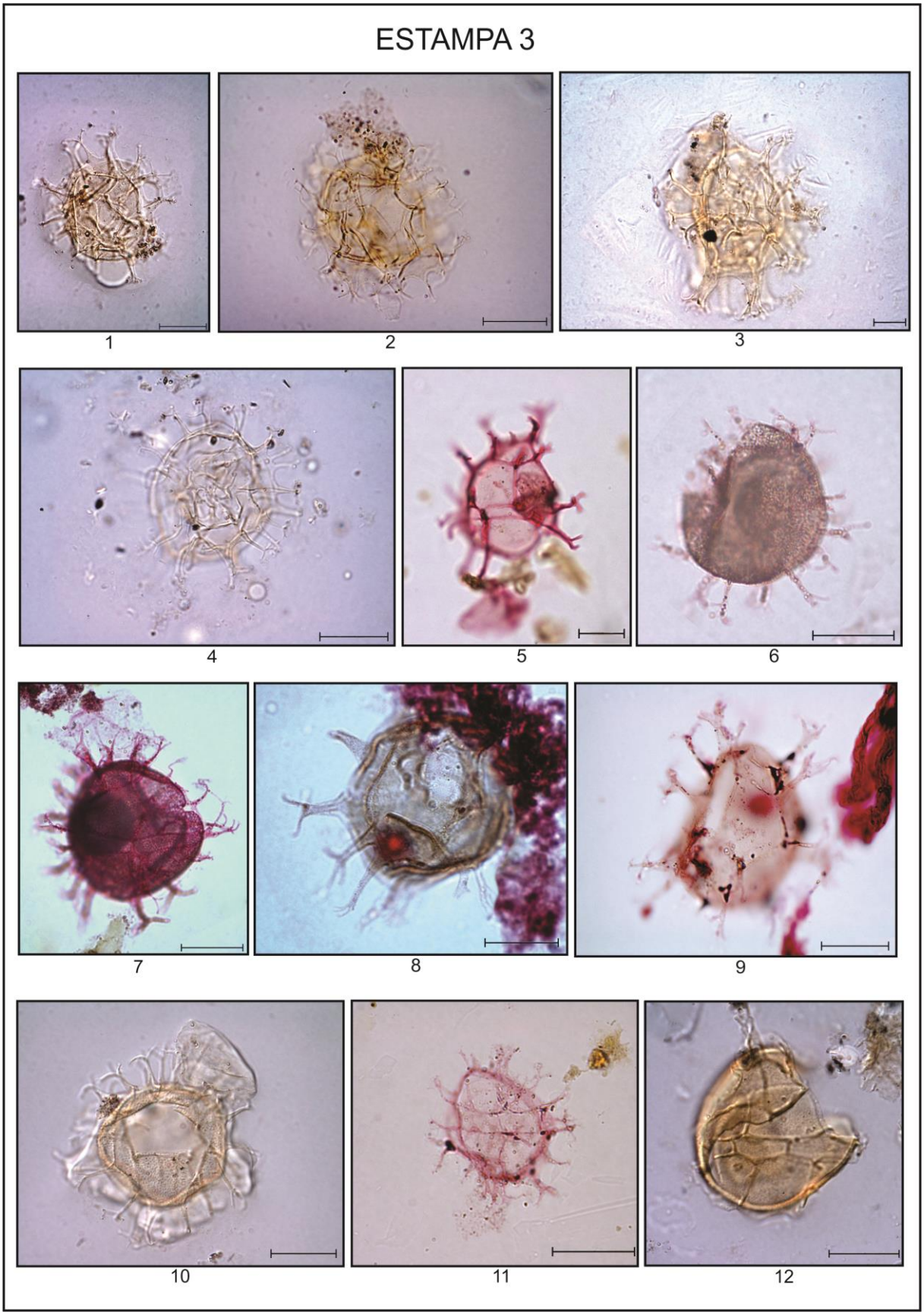
8.Hafniasphaera graciosa
Pedreira Nassau, 13,80 m, coordenada *England Finder R27-4.*

9.Hafniasphaera graciosa
Pedreira Nassau, 13,80 m, Coordenada *England Finder* V52.

10.Hafniasphaera sp. 1
Pedreira Poty, 14,08 m, coordenada *England Finder* X40-3.

11. Hafniasphaera sp. 2
Pedreira Nassau, 25,30 m, coordenada *England Finder* N40.

12.Impagidinium dispertitum
Pedreira Poty, 14,2 m, coordenada *England Finder* K-21.



Escala 20 µm

Estampa 4

1.Impagidinium aff. *I. dispertitum*
Pedreira Poty, 15,5 m, coordenada *England Finder* F50-1.

2.Cribroperidinium sp.1
Pedreira Nassau, 9,50 m, coordenada *England Finder* M40.

3.Cribroperidinium? Pyrum
Pedreira Poty, 15,5 m, coordenada *England Finder* O44-4.

4.Cordosphaeridium fibrospinosum
Pedreira Nassau, 31,90 m, coordenada *England Finder* Q50-4.

5.Cordosphaeridium inodes
Pedreira Nassau, 33 m, coordenada *England Finder* P45-1.

6.Cordosphaeridium aff.*C. commune*
Pedreira Cipasa, 14 m, coordenada *England Finder* F18.

7.Cordosphaeridium exilimurum
Pedreira Cipasa, 17 m, coordenada *England Finder* G40-3.

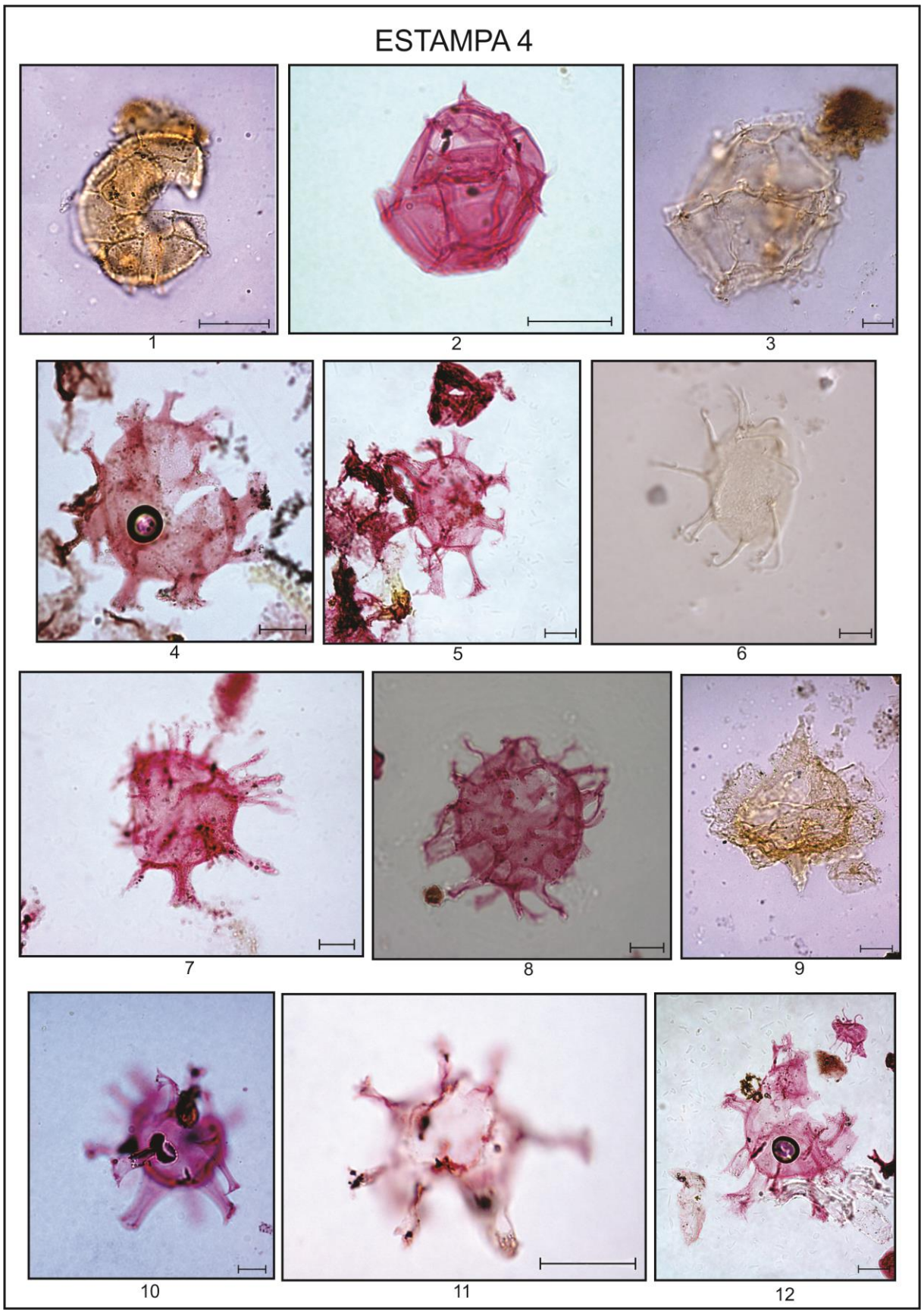
8.Cordosphaeridium robustum
Pedreira Cipasa, 19,60 m, coordenada England Finder U29-3.

9.Damassadinium californicum
Pedreira Poty, 15,2 m, coordenada *England Finder* 46-1.

10.Hystrichokolpoma proprium
Pedreira Cipasa, 21,70 m, coordenada *England Finder* Q31.

11. Hystrichokolpoma aff. *H. proprium*
Padreira Cipasa, 34,20 m, coordenada *England Finder* P22-4.

12. Hystrichokolpoma sp. 1
Pedreira Nassau, 33 m, coordenada *England Finder* M42-1.



Escala 20 µm

Estampa 5

1. Hystrichokolpoma sp. 2
Pedreira Nassau, 10 m, Coordenada *England Finder* C42.

2.Disphaerogena carposphaeropsis
Pedreira Nassau, 25,30 m, coordenada *England Finder* S55.

3.Disphaerogena lemniscata
Pedreira Poty, 15,2 m, coordenada *England Finder* W14-2.

4.Disphaerogena lemniscata
Pedreira Nassau, 20 m, coordenada *England Finder S29-3.*

5. Operculodinium israelianum
Pedreira Nassau, 10 m, coordenada *England Finder* L44.

6.Operculodinium centrocarpum
Pedreira Cipasa, 9,40 m, coordenada *England Finder* L15-2.

7.Operculodinium centrocarpum
Pedreira Cipasa, 5,60 m, coordenada *England Finder* O48-4.

8. Thalassiphora pelagica
Pedreira Poty, 13.7 m, coordenada *England Finder* F44-2.

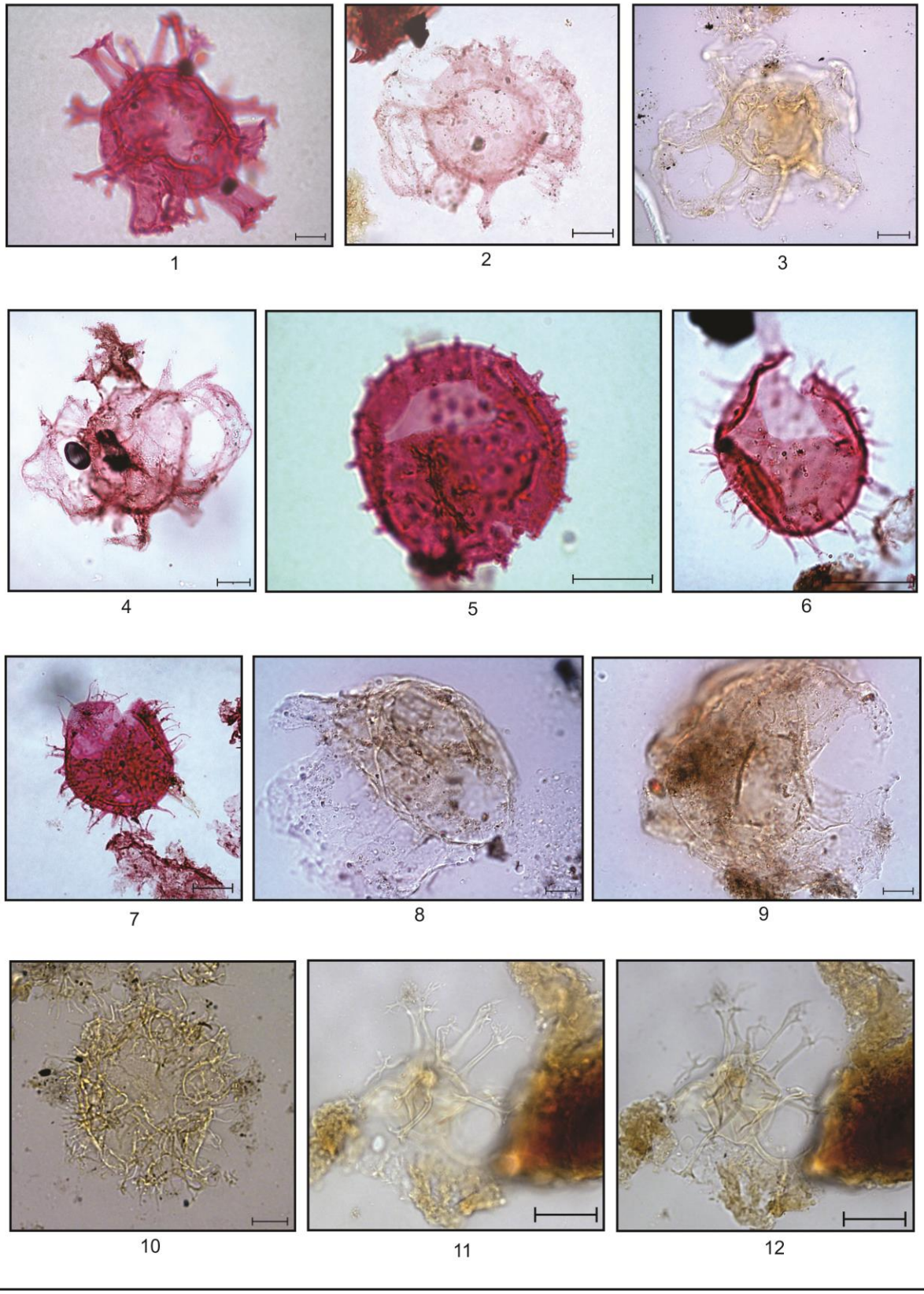
9.Thalassiphora pelagica
Pedreira Poty, 13.7 m, coordenada *England Finder* T-52.

10. Cleistosphaeridium placacanthum
Pedreira Poty, 15,2 m, coordenada *England Finder* N-41-4.

11. Oligosphaeridium complex subsp. *complex*
Pedreira Poty, 14,3 m, Coordenada D-40-1.

12.Oligosphaeridium complex subsp. *complex*
Pedreira Poty, 14,3 m, Coordenada D-40-1.

ESTAMPA 5



Escala 20 µm

Estampa 6

1. Fibrocysta axialis
Pedreira Poty, 18,60 m, Coordenada *England Finder* E-82.

2.Fibrocysta axialis
Pedreira Nassau, 8,20 m, coordenada *England Finder* J46-1.

3. Fibrocysta licia
Pedreira Poty, 17,00 m, coordenada *England Finder* E35-3.

4.Fibrocysta klumppiae
Pedreira Nassau, 9,50 m, coordenada *England Finder S32-3.*

5. Amphorosphaeridium aff. *A. majus*
Pedreira Nassau, 9,20 m, coordenada *England Finder* L44.

6.Amphorosphaeridium sp. 1
Pedreira Nassau, 17,30 m, coordenada *England Finder* R-35-2.

7.Amphorosphaeridium sp. *2*
Pedreira Cipasa, 1,90 m, coordenada *England Finder* O33.

8. Amphorosphaeridium spp.
Pedreira Cipasa, 1,30 m, coordenada *England Finder* Q46.

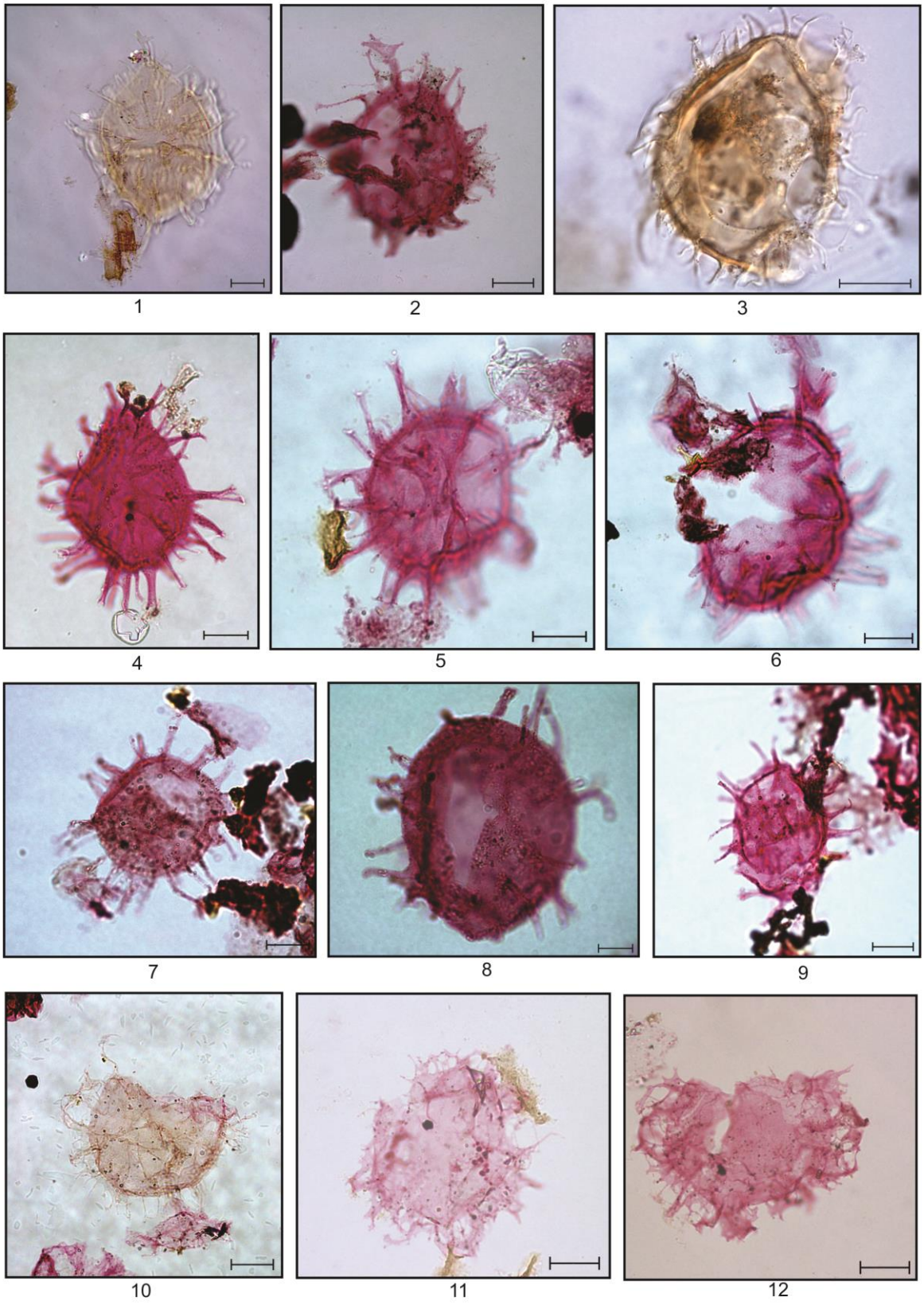
9.Amphorosphaeridium spp.
Pedreira Cipasa, 6,90 m, coordenada *England Finder* K-33.

10.Areoligera senonensis
Pedreira Nassau, 33,00 m, coordenada *England Finder* H-41-2.

11. Areoligera coronata
Pedreira Nassau, 10,50 m, Coordenada J-32-3.

12.Areoligera coronata
Pedreira Nassau, 10,50 m, Coordenada L15-3.

ESTAMPA 6



Escala 20 µm

Estampa 7

1. Adnatosphaeridium buccinum
Pedreira Cipasa, 9,40 m, Coordenada *England Finder* Y-45.

2.Adnatosphaeridium robustum
Pedreira Cipasa, 9,00 m, Coordenada *England Finder* Y-34-2.

3. Glaphyrocysta espiritosantensis
Pedreira Cipasa, 21,70 m, coordenada *England Finder* V-33.

4.Glaphyrocysta divaricata
Pedreira Poty, 18,60 m, coordenada *England Finder* Y-40-1.

5.Glaphyrocysta castelcasiense subsp. *promimentum*
Pedreira Poty, 15,20 m, coordenada *England Finder* L40-2.

6.Glaphyrocysta semitecta
Pedreira Poty, 13,70 m, coordenada *England Finder* R-35.

7.Glaphyrocysta assamica
Pedreira Poty, 15,20 m, coordenada *England Finder* O44-2.

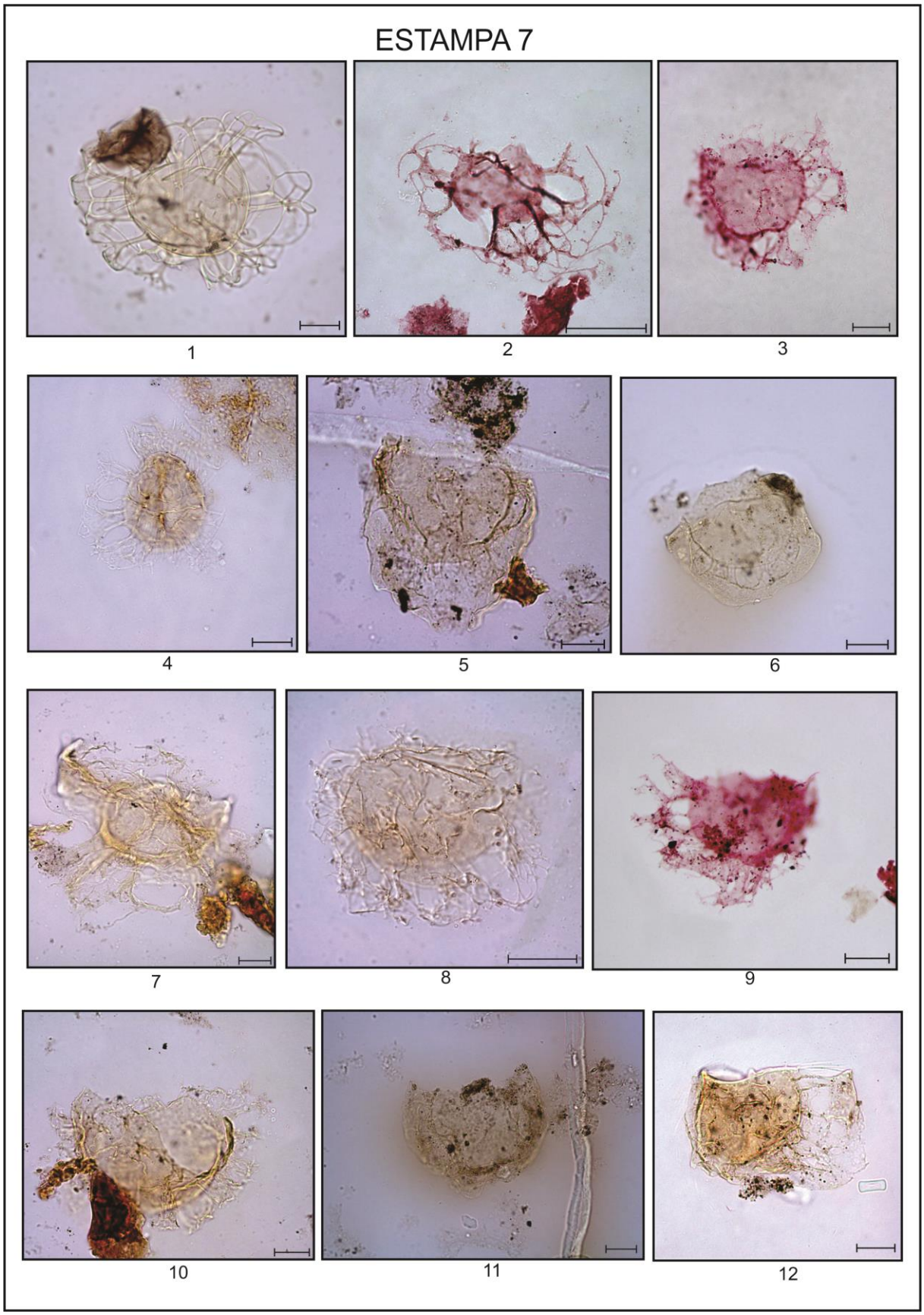
8. Glaphyrocysta retiintexta
Pedreira Poty, 15,50 m, coordenada *England Finder* S43.

9.Glaphyrocysta sp. 1
Pedreira Cipasa, 27,00 m, coordenada *England Finder* P-29-2.

10.Glaphyrocysta sp. 2
Pedreira Poty, 14,08 m, coordenada *England Finder* V-36-1.

11.Membranophoridium aspinatum
Pedreira Poty, 13,70 m, Coordenada *England Finder* Z-34-2.

12.Membranophoridium sp. 1
Pedreira Poty, 14,12 m, Coordenada *England Finder* T-30.



Escala 20 µm

Estampa 8

1. Exochosphaeridium bifidum
Pedreira Cipasa, 9,1 m, Coordenada *England Finder* H18.

2.Exochosphaeridium bifidum
Pedreira Cipasa, 9,1 m, Coordenada *England Finder* H18.

3. Exochosphaeridium sp. 1
Pedreira Nassau, 10,00 m, coordenada *England Finder* E44-2.

4.Exochosphaeridium sp. 1
Pedreira Cipasa, 9,10 m, coordenada *England Finder* D49.

5.Exochosphaeridium sp. 2
Pedreira Nassau, 15,00 m, coordenada *England Finder* G29-3.

6.Exochosphaeridium sp. *3*
Pedreira Nassau, 13,00 m, coordenada *England Finder* F30-4.

7.Exochosphaeridium sp. 4
Pedreira Nassau, 9,00 m, coordenada *England Finder* E23-1.

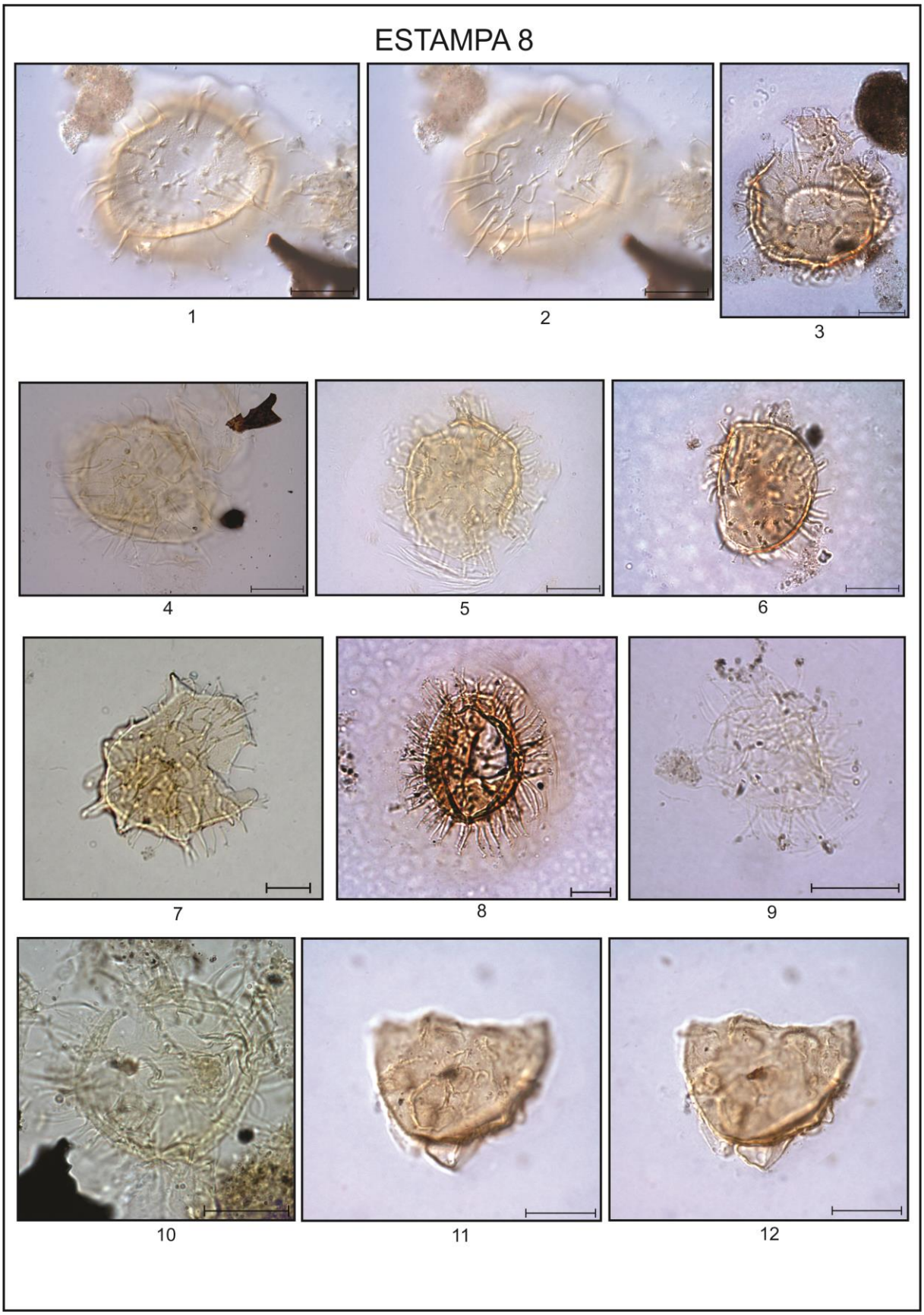
8. Impletosphaeridium sp.1
Pedreira Nassau, 13,00 m, coordenada *England Finder* T41.

9.? Impletosphaeridium spp.
Pedreira Nassau, 15,00 m, coordenada *England Finder* U57-1.

10.? Impletosphaeridium spp.
Pedreira Poty, 15,20 m, coordenada *England Finder* O25.

11.Alisocysta circumtabulata
Pedreira Poty, 15,50 m, Coordenada *England Finder* P48-3.

12.Alisocysta circumtabulata
Pedreira Poty, 15,50 m, Coordenada *England Finder* P48-3.



Escala 20 µm

Estampa 9

1. Hystrichosphaeridium sp. 1
Cipasa, 22,40 m, Coordenada *England Finder* R45.

2.Hystrichosphaeridium sp. 1
Cipasa, 22,40 m, Coordenada *England Finder* R45.

3. Hystrichosphaeridium sp. 2
Pedreira Nassau, 10,00 m, coordenada *England Finder F37*.

4.Hystrichosphaeridium sp. 3
Pedreira Nassau, 23,90 m, coordenada *England Finder* E42.

5.Hystrichosphaeridium sp. 3
Pedreira Nassau, 23,90 m, coordenada *England Finder* E42.

6.Hystrichosphaeridium spp.
Pedreira Nassau, 7,00 m, coordenada *England Finder* Z31-4.

7.Cerodinium diebelii
Pedreira Nassau, 4,60 m, coordenada *England Finder* U37.

8. Cerodinium striatum
Pedreira Poty, 14,02 m, coordenada *England Finder* Q21.

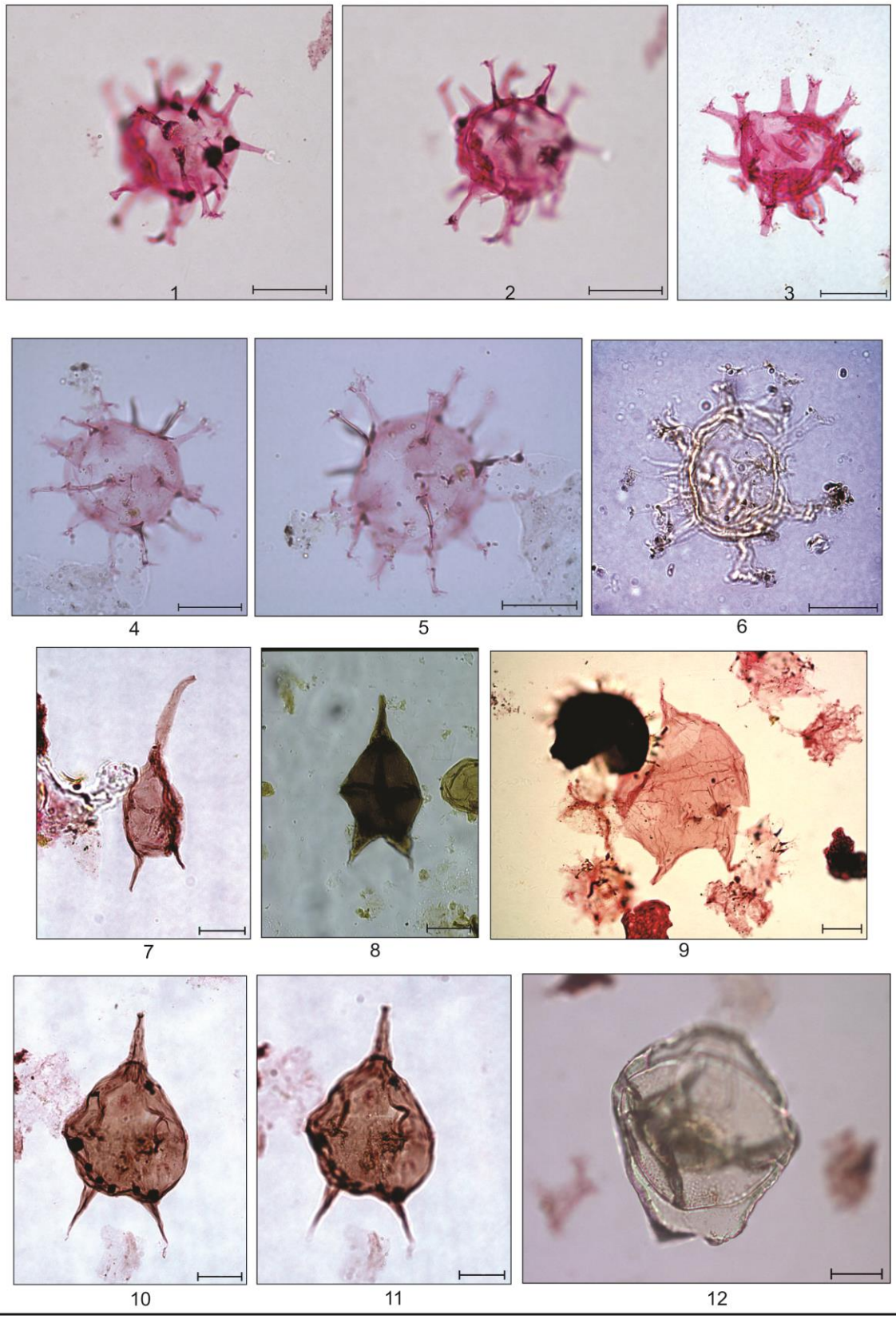
9.Cerodinium sp. 1
Pedreira Nassau, 33,00 m, coordenada *England Finder* P45-1.

10.Cerodinium sp. 2
Pedreira Cipasa, 0,50 m, coordenada *England Finder* C38-2.

11.Cerodinium sp. 2
Pedreira Cipasa, 0,50 m, coordenada *England Finder* C38-2.

12.? Manumiella cretacea
Pedreira Nassau, 30,30 m, coordenada *England Finder* U28-4.

ESTAMPA 9



Escala 20 µm

Estampa 10

1. Palaeocystodinium lidiae
Cipasa, 10,00 m, Coordenada *England Finder* H47.

2.Palaeocystodinium? hyperxanthum
Cipasa, 1,30 m, Coordenada *England Finder* F45.

3. Palaeocystodinium golzowense
Pedreira Nassau, 6,00 m, coordenada *England Finder* G40.

4.Palaeocystodinium golzowense
Pedreira Nassau, 9,20 m, coordenada *England Finder* K46-4.

5.Palaeocystodinium cf. *P. australinum*
Pedreira Nassau, 1,60 m, coordenada *England Finder* D35-2.

6.Palaeocystodinium cf. *P. australinum*
Pedreira Cipasa, 9,10 m, coordenada *England Finder* W35-1.

7.Palaeocystodinium bulliforme
Pedreira Cipasa, 1,30 m, coordenada *England Finder* T37-1.

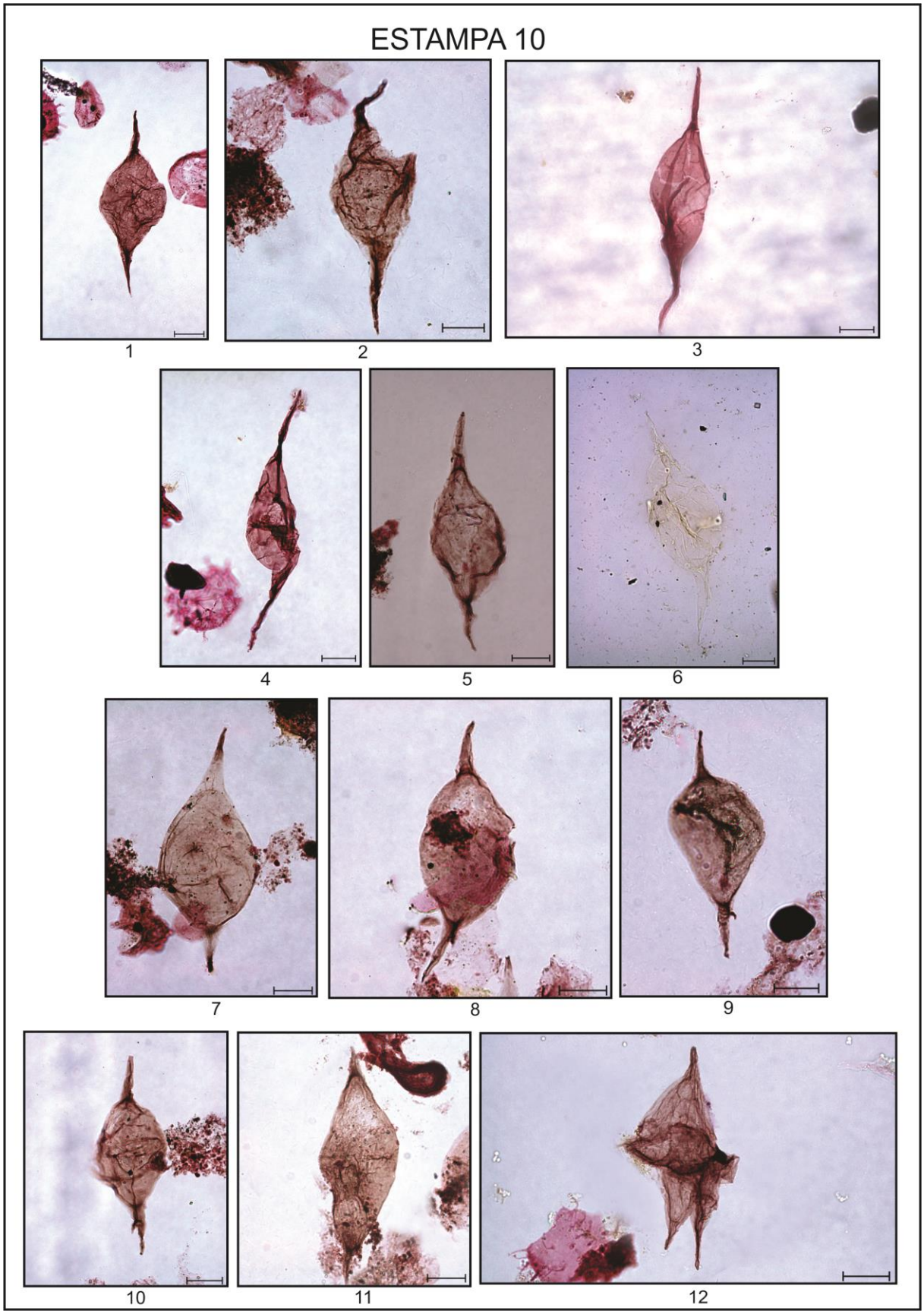
8. Andalusiella mauthei
Pedreira Cipasa, 5,00 m, coordenada *England Finder* Z47.

9.Andalusiella mauthei
Pedreira Cipasa, 1,30 m, coordenada *England Finder* D21-1.

10.Andalusiella gabonensis
Pedreira Cipasa, 5,00 m, coordenada *England Finder* V-40-1.

11.Andalusiella sp. 1
Pedreira Cipasa, 1,30 m, coordenada *England Finder* G32-2.

12.Phelodinium tricuspe
Pedreira Cipasa, 10,40 m, coordenada *England Finder* X38-1.



Escala 20 µm

ESTAMPAS
(11-12)

MIÓSPOROS

Estampa 11

1. *Aquilapollenites magnus*
Poty, 16,00 m, Coordenada England Finder H37.

2.*Ariadnaesporites spinosus*
Cipasa, 16,2 m, Coordenada England Finder F45.

3. *Crassitricolporites brasiliensis*
Pedreira Nassau, 9,50 m, coordenada England Finder G45.

4.*Crassitricolporites brasiliensis*
Pedreira Nassau, 29,6 m, coordenada England Finder K46-4.

5.*Crassitriapertites polymorphus*
Pedreira Nassau, 28,30 m, coordenada England Finder D23-1.

6.*Crassitriapertites uesugui*
Pedreira Nassau, 30,50 m, coordenada England Finder P35-1.

7.*Crassitriapertites uesugui*
Pedreira Nassau, 30,50 m, coordenada England Finder P35-1.

8. *Crassitriapertites vanderhammeni*
Pedreira Nassau, 32,00 m, coordenada England Finder H53-2.

9.*Callialasporites* sp. cf. *Perotrilites* sp. sensu Herngreen (1975)
Pedreira Cipasa, 14,00 coordenada England Finder T42.

10.*Callialasporites* sp. cf. *Perotrilites* sp. sensu Herngreen (1975)
Pedreira Cipasa, 14,00 m, coordenada England Finder L43-2.

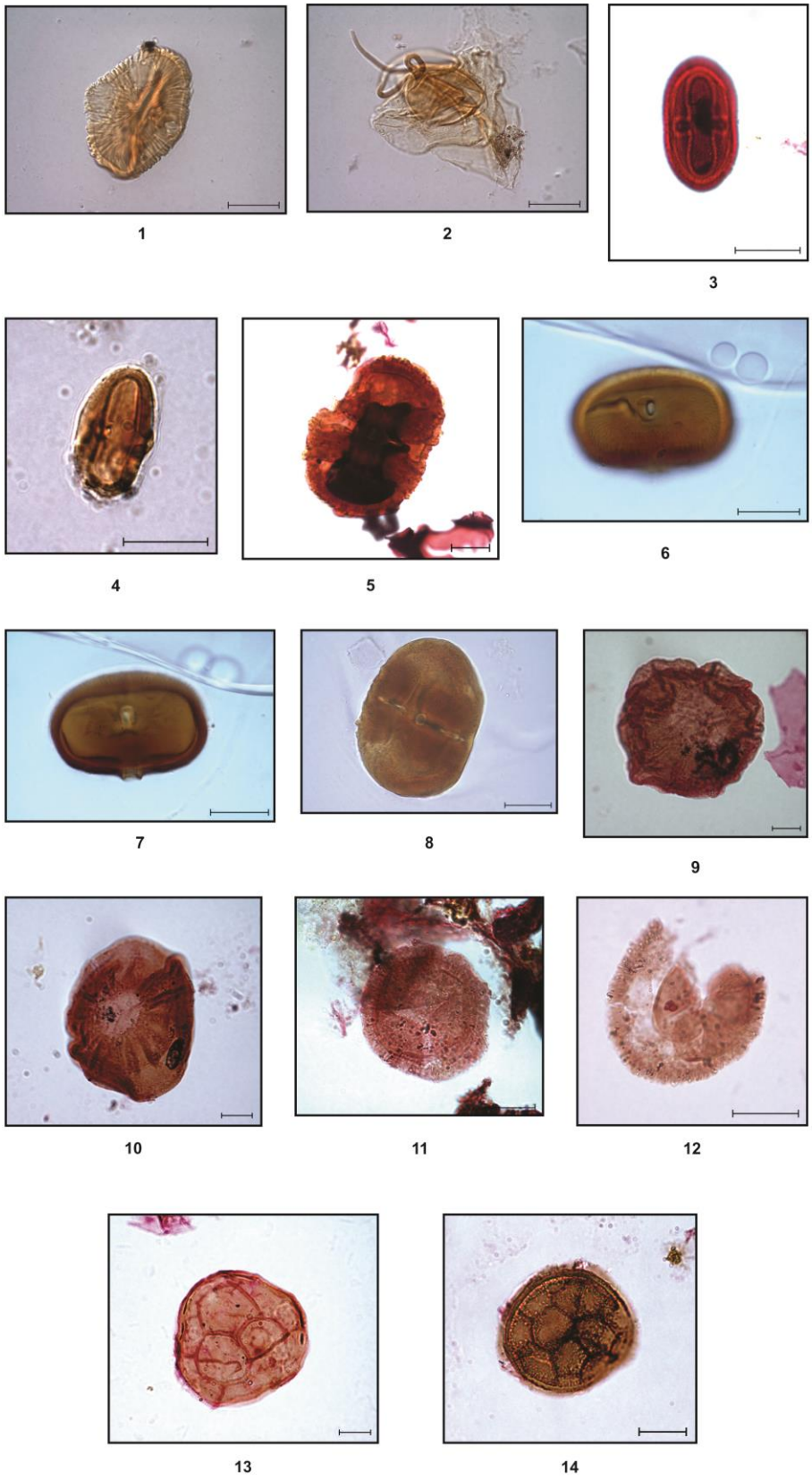
11. *Gabonisporis vigourouxii*
Pedreira Cipasa, 1,90 m, coordenada England Finder C50-2.

12.*Gabonisporis vigourouxii*
Pedreira Nassau, 31,00 m, coordenada England Finder X38-1.

13. *Lycopodiumsporites novomexicanum*
Pedreira Nassau, 33,00 m, coordenada England Finder U40-2.

14. *Zlivisporis blanensis*
Pedreira Cipasa, 7,50 m, coordenada England Finder D20-4.

ESTAMPA 11



Escala 20 µm

Estampa 12

1. Echitricolpites communis

Pedreira Poty, 29,50 m, Coordenada *England Finder* P20.

2.Echitricolpites communis

Pedreira Poty, 29,50 m, Coordenada *England Finder* P20.

3. Proxapertites operculatus

Pedreira Poty, 29,50 m, coordenada *England Finder* M40.

4.Longapertites proxapertitoides

Pedreira Poty, 29,50 m, coordenada *England Finder* D43-4.

*5.*Grão de pólen tricolpado

Pedreira Nassau, 28,10 m, coordenada *England Finder* M34-1.

*6.*Grão de pólen monocolpado

Pedreira Nassau, 23,90 m, coordenada *England Finder* H25.

7. Esproro trilete baculado
Pedreira Nassau 28.10m, coordenada *England Finder*, T25-2.

8.*Perotriletes* sp. *2*
Pedreira Nassau, 12,40 m, coordenada *England Finder* G29.

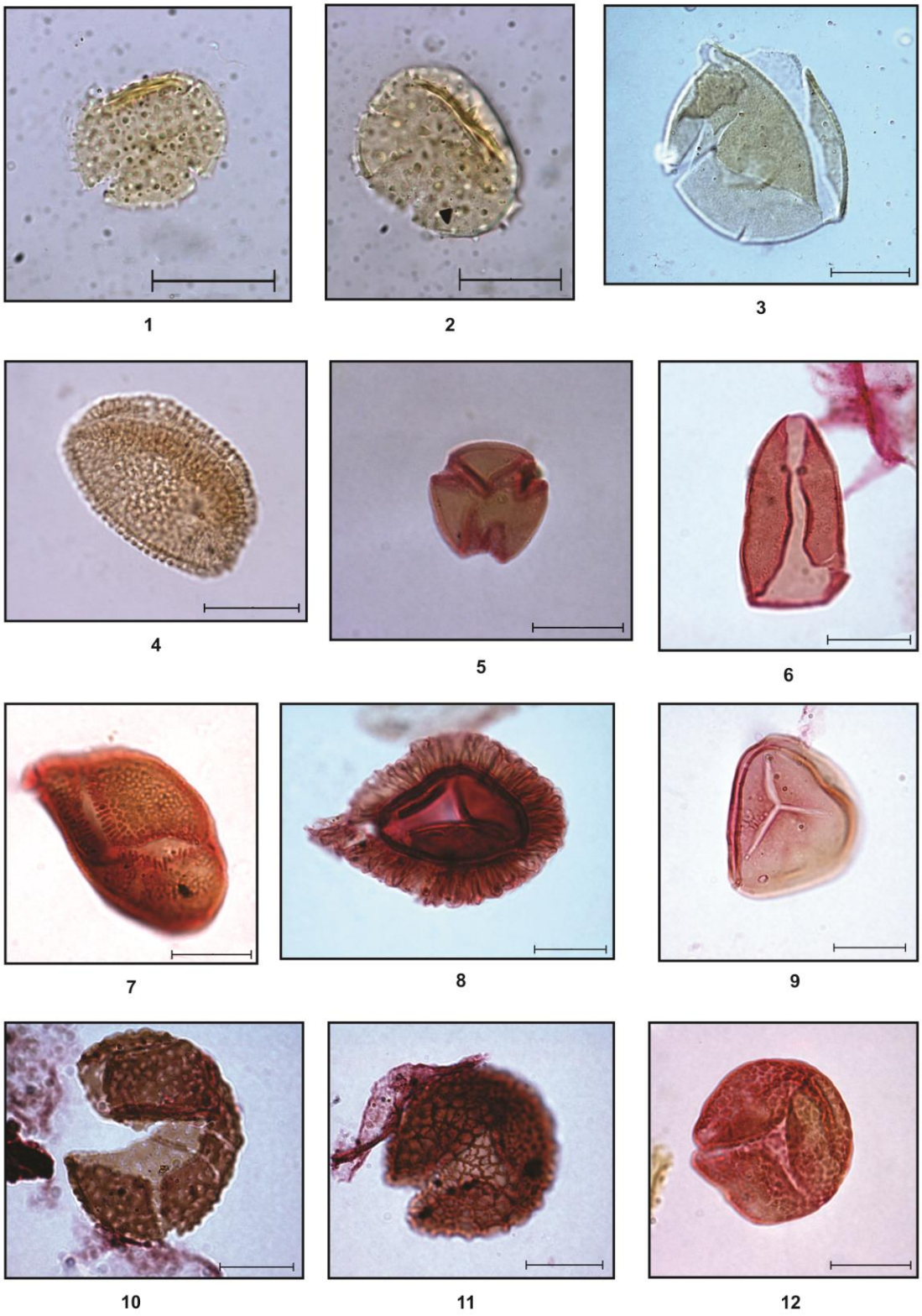
9.Esporo trilete laevigado
Pedreira Cipasa, 14 m, coordenada *England Finder* D20.

10. Esporo trilete reticulado
Pedreira Cipasa, 2,50 m, coordenada *England Finder* X40.

11.Esporo trilete reticulado
Pedreira Cipasa, 7,50 m, coordenada *England Finder* F40.

12. Esporo trilete verrugoso
Pedreira Nassau, 28,30 m, coordenada *England Finder*, L27.

ESTAMPA 12



Escala 20 µm

ESTAMPA
(13)

OUTROS PALINOMORFOS

Estampa 13

1.*Cyclopsiella* sp.
Pedreira Nassau, 33,00 m, coordenada *England Finder* O-40.

2.*Cyclopsiella* sp.
Pedreira Nassau, 30,00 m, coordenada *England Finder* D49.

3.Esporo de fungo
Pedreira Nassau, 32 m, coordenada R32-4.

4.Esporo de fungo
Pedreira Poty, 29,5 m, coordenada *England Finder* K33-1.

5.Ovo de crustáceo
Pedreira Poty, 29,50 m, coordenada *England Finder* E35-3.

6.Ovo de crustáceo
Pedreira Nassau, 33,00 m, coordenada *England Finder* U-55.

7.Ovo de crustáceo
Pedreira Cipasa, 35,3 m, coordenada *England Finder* N32-4.

8.Palinoforaminífero espiralado
Pedreira Cipasa, 22,40m, coordenada *England Finder* F32-4.

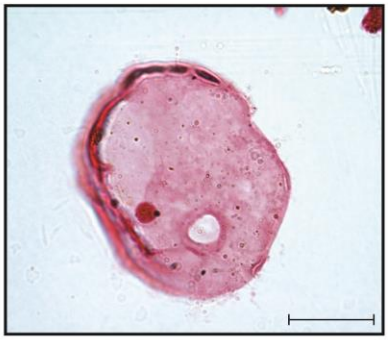
9.Palinoforaminífero espiralado
Pedreira Cipasa, 8,90 m, coordenada *England Finder* L15-1.

10.*Pterospermella sp.*
Pdreira Poty, 29,50 m, coordenada *England Finder* G17.

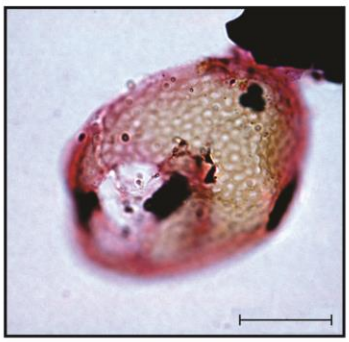
11.*Pterospermella sp.*
Pedreira Nassau, 27,10 m, coordenada *England Finder* D30-1.

12.*Pterospermella sp.*
Pedreira Poty, 6,70 m, coordenada *England Finder* P37-1.

ESTAMPA 13

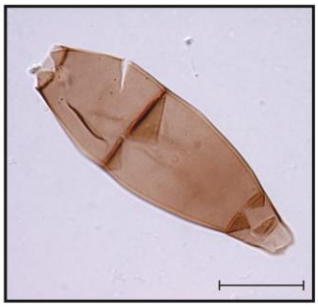


1



2

3

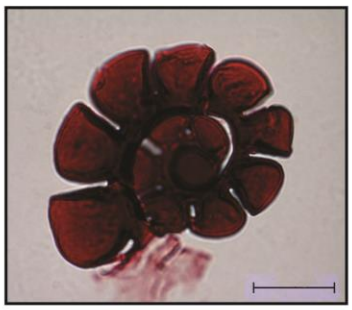


4

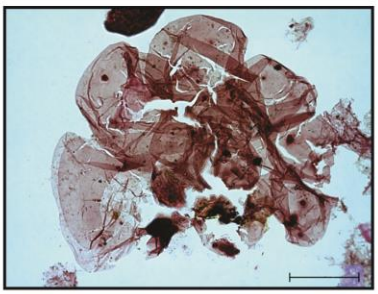
5

6

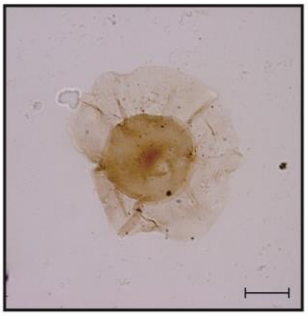
7



8

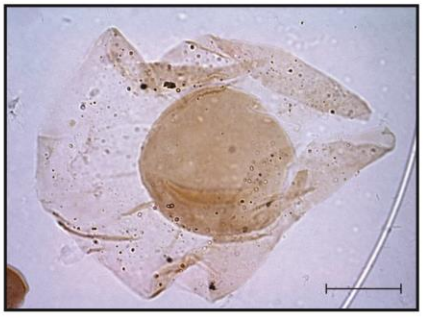


9



10

11



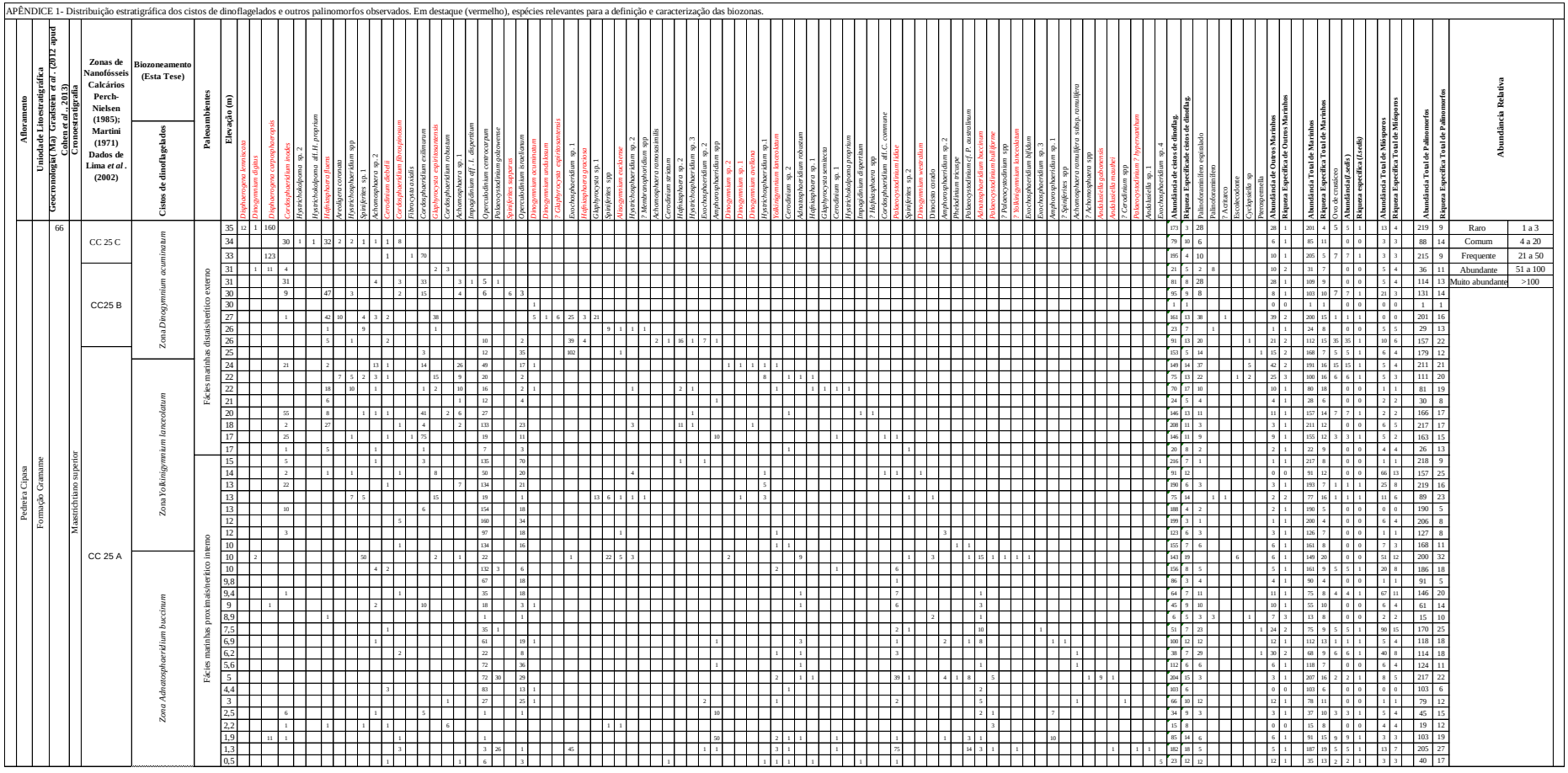
12

Escala 20 µm

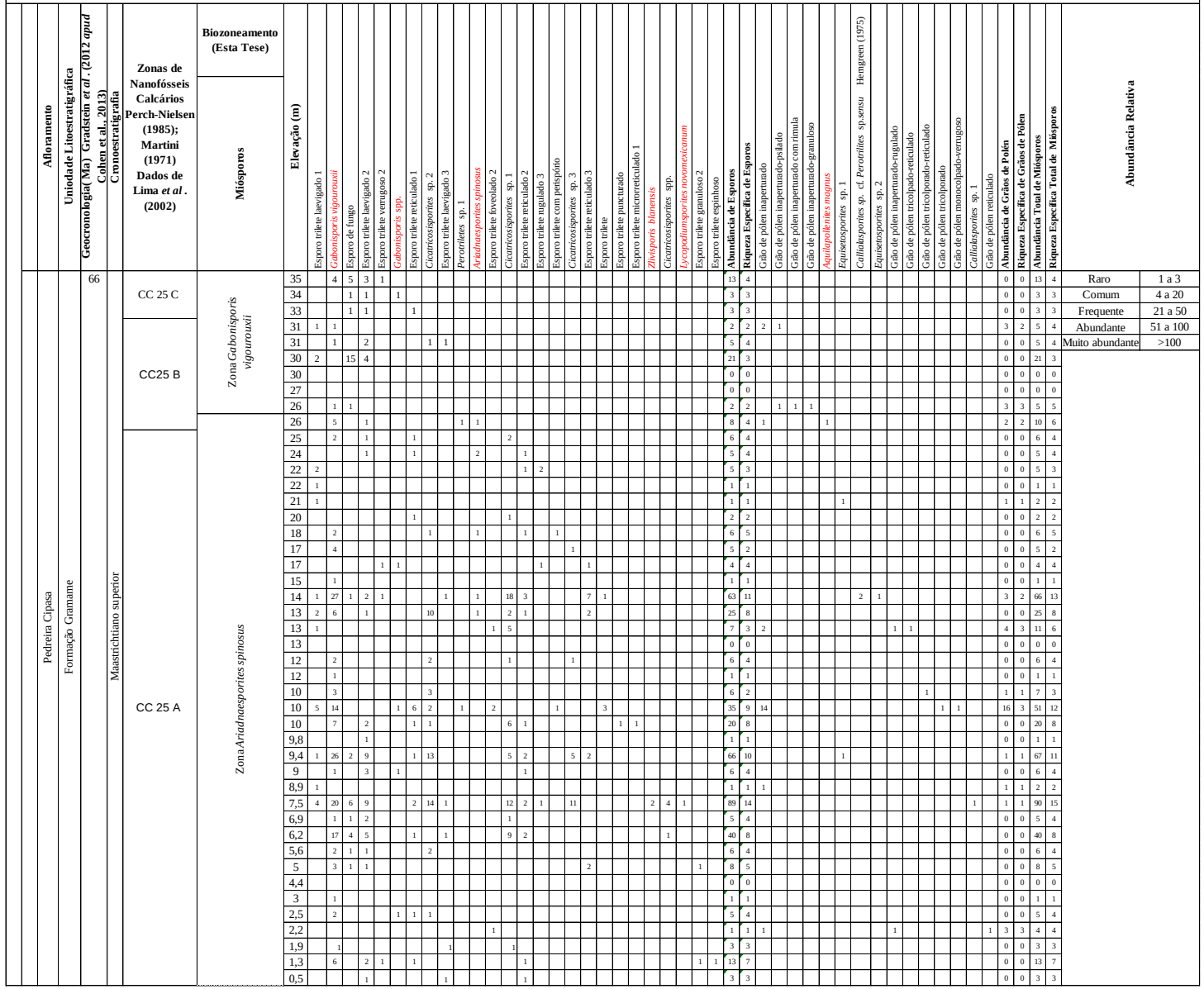
APÊNDICES
(1-6)

TABELAS DE DISTRIBUIÇÃO DOS CISTOS DE DINOFLAGELADOS, MIÓSPOROS E OUTROS PALINOMORFOS.

APÊNDICE 1- Distribuição estratigráfica dos cistos de dinoflagelados e outros palinomorfos observados. Em destaque (vermelho), espécies relevantes para a definição e caracterização das biozonas.



APÊNDICE 2 - Distribuição estratigráfica dos miósporos. Em destaque (vermelho), espécies relevantes para a definição e caracterização das biozonas.



APÊNDICE 3 - Distribuição estratigráfica dos cistos de dinoflagelados e outros palinomorfos. Em destaque (vermelho), espécies relevantes para a definição e caracterização das biozonas.

Afloramento	Unidade Litoestratigráfica	Geocronologia (Ma) Gradstein *et al*. (2012 apud Cohen *et al*., 2013)	Cronoestratigrafia	Zonas de Nanofósseis Calcários Perch-Nielsen (1985); Martini (1971) Dados de Lima *et al*. (2002)	Biozoneamento (Esta Tese) / Cistos de dinoflagelados	Paleoambientes	Elevação (m)	*Glaphyrocysta* sp. 1	*Cordosphaeridium exilimurum*	*Spiniferites* sp. 1	*Alisogymnium euclaense*	*Areoligera senonensis*	*Impagidinium dispertitum*	*Cerodinium* sp. 1	*Disphaerogena carposphaeropsis*	*Spiniferites* sp. 2	*Amphigymnium cooksoniae*	*Hafniasphaera fluens*	*Cordosphaeridium inodes*	*Achomosphaera* sp. 1	? *Hystrichokolpoma* spp.	*Cordosphaeridium fibrospinosum*	*Operculodinium centrocarpum*	*Palaeocystodinium lidiae*	*Hafniasphaera* sp. 1	*Hystrichosphaeridium* sp. 1	*Operculodinium israelianum*	*Areoligera coronata*	*Hystrichokolpoma* sp. 1
Nassau	Formação Gramame	66	Maastrichtiano superior	CC 26 B	S.R.P	Fácies marinhas mais distais/nerítico externo	35																						
							34																						
					Zona *Dinogymnium acuminatum*		33	6	3	12	1	2	1	1	36	1	1	60	6	1	2	1	2	1	10	1	4	1	1
							32								63			2	14			1	1		1		1		
							32		1																				
							32		22	3	2				21	1			22	6		1		1	2				
							32	3		12	5				24	3	1		1	1		1						2	
							31								51				4						7				
							31		1						10			1	1	1									
							30		20		1			1	69				17			2					1		
				CC 26 A			30		2	6					34	1			6	1		1	8						
							29																						
							29			1					47														
							28		3						55					2			6		11		1		
							28					1			95	1			1			1							
							27	1		14	1				37	2				7					13		1		
							27																						
							26		3	4					36				2	4		1	1				1		
							26			12	3				11	4		3					4						
							25			3					25			1					7		11		1		
					Zona *Yolkinigymnium lanceolatum*		25		1	6	1		1	1	47				3			1	14		6	1			
							24				1				2														
							24		3	15					19	3			11	4			6		8	2			
							23				1									1								1	
							22	1	3	1	1				53					1			4		2		1		
				CC 25 C			22		1		1				78	1	1		1										
							21								60													1	
							20								176	3				3					2				
							20																						
							20			1					15				1				1						
							19								112				1					2					
							19								1				1										
							18		3	5	1				116	1			5	3			1		11	1	2		
							17			3	1				78	3			1				5	1					
				CC25 B			17		15			5			65														
							16	1		5					52	1		33		1			4		16	3			
							16								56	1	1	6	2	1					7	3			
							15			2			1		55	2		4	2	2		3	10		2		3	1	
							15								1			1											
							14				2	2			2			11				1	2	1	7			2	
							14																9				3		
							13				1	1						31	3			2	10		19				
				CC25A	Zona *Adnatosphaeridium buccinum*		13	1		3													29				1		
							12				2				7	1		1					35		10	1	6	1	
							11	35	4	1	1	3	1		1	1			1	15		1	23	1	8	1	5	21	
							10		7	11	1					3		21		13			5		11	1	6		
							9,5	1								7		16		7		1	17		12		1	1	
							9,2									3		47		6			10	1	1		8		
							9		2	4	1					5			2				20				1		
							8,8						2	1				2					20						
							8,2		2	1			1		3	1		70	3	12			57		9		11		
							7		3	42	2		1			10		3	2	3		3	8			20	3		
							6,8											1					1		4				
							6										1	54		7		1	106	2		13	1		
							5,6		1										2			1	111			1	50		
							5																100				30		
							4,6												1				160				20		
							4,1										2						130				45		
							3,8		1		1												32			1	52		
							3													1			100			3	50		
							2,6			9									1			1	110		2	2	20		
							2,1		1		1							1	1	2		1	190				12		
							1,6			6	1				1		1		2				152		1				
							1,4									1	1		5	3		3	80				20		
							0,8				1																		
							0,4			1													83				3		

Elevação (m)	*Dinogymnium acuminatum*	*Dinogymnium digitus*	*Spiniferites ramosus*	*Hafniasphaera* sp. 2	? *Areoligera* spp.	*Cerodinium diebelii*	*Spiniferites pseudofurcatus*	*Hystrichosphaeridium* spp.	*Cordosphaeridium robustum*	*Hystrichosphaeridium* sp. 2	*Thalassiphora pelagica*	*Disphaerogena lemniscata*	? *Membranophoridium* spp	*Dinogymnium undulosum*	*Glaphyrocysta espiritosantensis*	*Dinogymnium westralium*	*Achomosphaera* sp. 2	*Dinogymnium* sp. 1	*Dinogymnium* sp. 3	.? *Manumiella cretacea*	*Exochosphaeridium* sp. 1	*Amphorosphaeridium* sp. 1	*Dinogymnium* sp. 2	*Dinogymnium avellana*	? *Hafniasphaera* spp	? *Palaeocystodinium* spp	*Hystrichosphaeridium* sp. 3	? *Cerodinium* spp
35																												
34																												
33																												
32	1	3	1	1	1																							
32																												
32		1				1	1	3	1																			
32	1	1	1			1	1			2	1	6	6	2	3	1												
31												8																
31																	1											
30	1											8		1				1	1	1	1							
30		1									2										1	2	1	1				
29																												
29								1				10																
28	2							2															1		5	1		
28						1						14															2	
27	2			15		1						3					2											1
27																												
26	9					4	1					7					2							2				
26								1	1	1															2		3	
25	1			2				1			1	1												1				
25	5	1																						1				
24															1		1	1										
24	1			2				9				3													5		1	
23	1	2													1												1	
22	2				1			3					1					1			92			1	1			
22												6																
21																	2											
20						1			1			11																
20												1																
20										1																		
19												5																
19									1																			
18							1		1			15					1						3	1				
17								1													1	1						
17																												
16				9		1		8				7																
16	1			3		1		1		1		5					5							2				
15							5	3		3											1						3	
15									1																			
14				2				1							8		8											
14																												
13	6			16		3		1	2								12											
13																					8							
12	4							1	2									2	1			1	3					
11	1														20		1	1					1					
10	2			2		1	1	3		7					1		16				8						2	
9,5	5			1				1		1							6							2				
9,2										1							4					5						
9	1							3		5											141							
8,8														1			10											
8,2						1	2	12									2				1		1					
7	2	1		1			1	1	3	3							1				44			1			1	
6,8																							2	1				
6										5							11											
5,6																												
5																												
4,6						1																						
4,1																												
3,8				1																								
3	1																1		1									
2,6								1																				
2,1								1		1																		
1,6																												
1,4	1		1													1	3						1					
0,8	2																							1				
0,4																												

Elevação (m)	*Achomosphaera ramulifera* subsp. *perforata*	? *Achomosphaera* spp.	*Cerodinium* sp. 2	? *Exocosphaeridium* spp.	*Cordosphaeridium* aff. *C. commune*	*Exochosphaeridium* sp. 2	? *Impletosphaeridium* spp.	*Glaphyrocysta semitecta*	*Yolkinigymnium lanceolatum*	*Fibrocysta axialis*	*Achomosphaera ramulifera* subsp. *ramulifera*	*Achomosphaera ramosasimilis*	*Exocosphaeridium bifidum*	*Palaeocystodinium bulliforme*	*Hafniasphaera graciosa*	*Fibrocysta klumppiae*	*Adnatosphaeridium buccinum*	*Exochosphaeridium* sp. 3	? *Cordosphaeridium* spp.	? *Amphorosphaeridium* spp	Dinoflagelado peridinioide	*Glaphyrocysta* sp. 2	? *Dinogymnium* spp	*Hystrichokolpoma* sp. 2	*Cribroperidinium* sp.1	*Palaeocystodinium golzowense*	*Amphorosphaeridium* aff. *A. majus*	*Amphorosphaeridium* sp. 2	*Impagidinium* aff. *I. dispertitum*	*Exochosphaeridium* sp. 4	? *Yolkinigymnium* spp	? *Yolkinigymnium lanceolatum*	*Palaeocystodinium* cf. *P. australinum*	*Adnatosphaeridium robustum*	? *Thalassiphora* spp.
35																																			
34																																			
33																																			
32																																			
32																																			
32																																			
32																																			
31																																			
31																																			
30																																			
30																																			
29																																			
29																																			
28																																			
28																																			
27	3	1	1																																
27																																			
26				1																															
26					1	1	1																												
25							1	1																											
25									1																										
24																																			
24		6	1																																
23																																			
22										1																									
22																																			
21								1																											
20																																			
20																																			
20											1	1																							
19																																			
19																																			
18																																			
17				1							2		1	1																					
17																																			
16																																			
16																																			
15	1					1	1				1																								
15																																			
14									1						1																				
14																																			
13							6			1	3					1																			
13		1				2	1				1						1	1																	
12												2							2	1	1														
11								20			1											17	1												
10					1	1					6							9						1											
9,5						1		2	1	1	1					1									1	1	1	9							
9,2			1				1			1	5					2										1	1		1						
9						26							1																	1					
8,8											2																								
8,2	1			1						1										1															
7					1	10		2			1																				1	1			
6,8																																			
6											7															1									
5,6																																			
5										1																									
4,6																																			
4,1																																			
3,8																																			
3																																			
2,6																																			
2,1																																			
1,6																										1							1		
1,4																										1									
0,8											4																								
0,4			1														1																	1	1

Elevação (m)	**Abundância de cistos de dinoflag.**	**Riqueza Específica de cistos de dinoflag.**	Palinoforaminífero espiralado	*Cyclopsiella* sp	Escolecodonte	*Pterospermella* sp	? *Cyclopsiellas* spp	Acritarco	**Abundância de Outros marinhos**	**Riqueza Específica de Outros marinhos**	**Abundância Total de Marinhos**	**Riqueza Específica Total de Marinhos**	Ovo de crustáceo	?Alga	**Abundância (*I.sedis*)**	**Riqueza específica (*I.sedis*)**	**Abundância Total de Miósporos**	**Riqueza Específica Total de Miósporos**	**Abundância Total de Palinomorfos**	**Riqueza Específica Total de Palinomorfos**
35	0	0							0	0	0	0			0	0	0	0	0	0
34	0	0							0	0	0	0			0	0	0	0	0	0
33	154	22	37	10	3				50	3	204	25	4		4	1	19	9	227	35
32	90	12	20	3					23	2	113	14			0	0	3	3	116	17
32	1	1							0	0	1	1			0	0	7	6	8	7
32	88	15	68	1		1			70	3	158	18	7		7	1	49	15	214	34
32	79	22	2	1					3	2	82	24	1		1	1	10	6	93	31
31	70	4	25						25	1	95	5			0	0	6	4	101	9
31	15	6							0	0	15	6	3		3	1	20	7	38	14
30	125	14	35	1					36	2	161	16	6		6	1	55	21	222	38
30	67	14	54	1					55	2	122	16	19		19	1	73	21	214	38
29	0	0							0	0	0	0	1		1	1	3	3	4	4
29	59	4	36			1			37	2	96	6	5		5	1	34	5	135	12
28	89	11	95		1				96	2	185	13	5		5	1	43	23	233	37
28	116	8	13						13	1	129	9			0	0	10	4	139	13
27	105	17	96	3	1	1			101	4	206	21	10		10	1	10	5	226	27
27	0	0							0	0	0	0			0	0	0	0	0	0
26	78	15	60		1	1	1		63	4	141	19	77		77	1	9	7	227	27
26	48	14							0	0	48	14	2		2	1	3	2	53	17
25	57	14	146		1				147	2	204	16	6		6	1	11	8	221	25
25	90	15	70	1	4				75	3	165	18	21		21	1	30	13	216	32
24	6	5	2						2	1	8	6			0	0	13	8	21	14
24	99	17	77		3				80	2	179	19	12		12	1	33	14	224	34
23	8	7	2		1				3	1	11	9			0	0	19	9	30	18
22	170	18	10		2				12	2	182	20	14		14	1	31	17	227	38
22	89	7	5						5	1	94	8			0	0	6	2	100	10
21	64	4	4						4	1	68	5	1		1	1	4	3	73	9
20	197	7							0	0	197	7			0	0	2	1	199	8
20	1	1							0	0	1	1			0	0	2	2	3	3
20	21	7							0	0	21	7			0	0	4	4	25	11
19	120	4	1						1	1	121	5	3		3	1	0	0	124	6
19	3	3							0	0	3	3			0	0	7	3	10	6
18	171	17	25		2				27	2	198	19	1		1	1	9	6	208	26
17	100	14	34						34	1	134	15			0	0	7	5	141	20
17	85	3	7						7	1	92	4			0	0	2	2	94	6
16	141	13	9						9	1	150	14	1		1	1	4	2	155	17
16	96	16	13	1					14	2	110	18			0	0	6	4	116	22
15	106	21	3					1	4	2	110	23	2	1	3	2	10	8	123	33
15	3	3							0	0	3	3			0	0	0	0	3	3
14	51	15	1						1	1	52	16	5		5	1	6	4	63	21
14	12	2							0	0	12	2			0	0	2	2	14	4
13	118	17		4					4	1	122	18			0	0	7	4	129	22
13	49	11							0	0	49	11	2		2	1	1	1	52	13
12	84	20			1	1			2	2	86	22	1		1	1	11	7	98	30
11	186	26	5						5	1	191	27	18		18	1	14	6	223	34
10	140	25	16	2					18	2	158	27	7	1	8	2	54	20	220	49
9,5	98	25	2						2	1	100	26	4		4	1	4	3	108	30
9,2	99	18	5	1					6	2	105	20			0	0	21	6	126	26
9	213	14							0	0	213	14			0	0	7	7	220	21
8,8	38	7	2						2	1	40	8			0	0	5	3	45	11
8,2	193	21	17						17	1	210	22			0	0	11	6	221	28
7	175	29	2						2	1	177	30	2	1	3	2	47	24	227	56
6,8	9	5							0	0	9	5			0	0	7	3	16	8
6	209	12	3	1					4	2	213	14			0	0	2	2	215	16
5,6	166	6							0	0	166	6			0	0	0	0	166	6
5	131	3							0	0	131	3			0	0	2	1	133	4
4,6	182	4	1						1	1	183	5	1		1	1	5	4	189	10
4,1	177	3							0	0	177	3			0	0	0	0	177	3
3,8	88	6							0	0	88	6			0	0	10	5	98	11
3	157	7							0	0	157	7	4		4	1	1	1	162	9
2,6	146	8							0	0	146	8			0	0	32	9	178	17
2,1	211	10	1		1				2	2	213	12			0	0	2	2	215	14
1,6	166	9							0	0	166	9			0	0	37	8	203	17
1,4	121	13							0	0	121	13	5		5	1	3	3	129	17
0,8	8	4							0	0	8	4	80		80	1	38	8	126	13
0,4	91	7	1						1	1	92	8	2		2	1	6	6	100	15

Abundância Relativa	
Raro	1 a 3
Comum	4 a 20
Frequente	21 a 50
Abundante	51 a 100
Muito abundante	>100

Legenda:

S.R.P - Sem recuperação de palinomorfos.

APÊNDICE 4- Distribuição estratigráfica dos miósporos. Em destaque (vermelho), espécies relevantes para a definição e caracterização das biozonas.

Afloramento	Unidade Litoestratigráfica	Geocronologia(Ma) Gradstein *et al*. (2012 apud Cohen *et al*., 2013)	Cronoestratigrafia	Zonas de Nanofósseis Calcários Perch-Nielsen (1985); Martini (1971) Dados de Lima *et al*. (2002)	Biozoneamento (Esta Tese) / Miósporos	Elevação (m)	*Gabonisporis vigourouxii*	*Cicatricosisporites* sp. 1	*Lycopodiumsporites novomexicanum*	Esporo trilete laevigado 1	Esporo trilete reticulado 1	Esporo trilete	Esporo trilete reticulado 2	Esporo trilete laevigado 2	Esporo de fungo	*Cicatricosisporites* sp. 2	*Cicatricosisporites* spp.	Esporo trilete rugulado 1	Esproro trilete baculado 2	Esporo trilete foveolado 1	Esporo trilete verrugoso 1	Esporo trilete verrugoso 2	Esporo trilete reticulado 3	*Lycopodiumsporites* sp.	Esproro trilete verrugoso 3	Esproro trilete laevigado 3	Esporo trilete reticulado 4	*Ariadnaesporites spinosus*
Nassau	Formação Gramame	66	Maastrichtiano superior	CC 26 B	S.R.P	35																						
						33,5																						
					Zona *Gabonisporis vigourouxii*	33	2	1	1	4	1	1	2	6														
						32,3	1	1								1												
						32	2								1		1	1										
						31,9	21			2	2	1	5	2	5	1			1	1	1	2	1					
						31,5	1			2					1													
						31,3	2			1			2			1												
						30,5	2	1		13	1				1													
						30,3	15	1	1	7	7	1	1	3	1	2	1				1	2		1	1	1	5	
				CC 26 A	Zona *Ariadnaesporites spinosus*	29,6	23			9			6	1	5	2	3				2	4				2	3	2
						29						1										1						
						28,9	20	6		5							1									2		
						28,3		1		6	1	1		1		5	9	1	1		1					2	2	1
						27,6	7			1	1																1	
						27,1	4			2		2																1
						27																						
						26,1				2	2		1				1										1	1
						26		1																				
						25,3	4	1		1	1					1											1	
						24,5	9			3			1			1		1				1			3	3		4
						24	5	1		1			1													1		1
						23,9	10			3			1	1		3		1		1		1						3
						23,2	10	1		2			1									1				1	1	
						22	5	1		7	2			3		1		1	1			1				1	1	2
				CC 25 C		21,6	5	1																				
						21,2		1		1			2															
						20,3																						2
						20	1																					
						19,5						1			1													
						19,3																						
						18,5		1									1											
						18,3	3			1							1										2	
						17,3	3	1		1	1		1															
				CC25 B		16,8	1	1																				
						16.30				3																1		
						15,6	1			1			3		1													
						15	2	1		1			1															
						14,7																						
						13,8	2			1																	1	2
						13,5																						
						13,2	4	1															1				1	
				CC25A		13				1																		
						12,4	2			2																2		
						10,5	7			1				2												2		
						10	2	6		1	1	9	2		2	1				2			1			1	1	1
						9,5	2			1																		
						9,2	8	3		4			1		1	4												
						9		1		1		1			1													
						8,8	1	2											2									
						8,2	5			2	1			1			1			1								
						7	13			4		1			2		1			1		1				2	1	
						6,8	5			1																		1
						6																1				1		
						5,6																						
						5																						
						4,6	1			1					1		2											
						4,1																						
						3,8	5			1							2					1						1
						3	1																					
						2,6	12		1	2				1	4	2	7									2		1
						2,1				1																		1
						1,6	12	6	1	3						6	5										3	1
						1,4	1	1																				
						0,8	13	8				1			3	1							1				10	
						0,4	1								1				1								1	1

Elevação (m)	Esporo trilete espinhoso	Esporo trilete microrreticulado 1	Esproro trilete baculado 2	Esporo trilete microrreticulado 3	Esproro trilete reticulado 5	Esporo trilete rugulado 2	Esporo trilete foveolado 2	Esporo trilete microrreticulado 2	Esporo trilete foveolado 2	Esporo trilete rugulado 3	*Zlivisporis blanensis*	*Perotriletes* sp. 1	*? Gabonisporis vigourouxii*	*Ariadnaesporites* spp.	Esporo trilete foveolado-reticulado	Esporo trilete laevigado 4	Esproro trilete reticulado-gemado	Esporo trilete puncturado	Esporo trilete rugulado 4	Esporo trilete rugulado 5	*Perotriletes* sp. 2	Esporo tilete cicatrizado-reticulado	Esporo trilete estriado	Abundância de Esporos	Riqueza Específica de Esporos
35																								0	0
33,5																								0	0
33																								18	8
32,3																								3	3
32																								5	4
31,9																								45	13
31,5																								4	3
31,3																								6	4
30,5																								18	5
30,3																								51	17
29,6	1	1	1	1	3	1																		70	18
29							1																	3	3
28,9																								34	5
28,3								2	1	1	1	1	1											39	19
27,6																								10	4
27,1						1																		10	5
27																								0	0
26,1																								8	6
26																								1	1
25,3																								9	6
24,5				1										1	1									29	12
24																1								11	7
23,9						1				1														26	11
23,2					1																			18	8
22										1							1	1						29	15
21,6																								6	2
21,2																								4	3
20,3																								2	1
20																								1	1
19,5																								2	2
19,3																								0	0
18,5																								2	2
18,3																			1					8	5
17,3																								7	5
16,8																								2	2
16.30																								4	2
15,6																								6	4
15																								5	4
14,7																								0	0
13,8																								6	4
13,5																								0	0
13,2																								7	4
13																								1	1
12,4		2						1												1	1			11	7
10,5										1														13	5
10																						1		31	14
9,5																								3	2
9,2																								21	6
9																								4	4
8,8																								5	3
8,2																								11	6
7													1		1						1		3	32	13
6,8																								7	3
6																								2	2
5,6																								0	0
5																								0	0
4,6																								5	4
4,1																								0	0
3,8																								10	5
3																								1	1
2,6																								32	9
2,1																								2	2
1,6																								37	8
1,4																								2	2
0,8																								37	7
0,4																		1						6	6

Elevação (m)	Grão de pólen monolcopado 1	*Crassitriapertites vanderhammeni*	*Crassitriapertites uesugui*	Grão de pólen monocolpado 2	*Aquilapollenites magnus*	Grão de pólen inaperturado 1	*Araucariacites* sp.	*Araucariacites australis*	Grão de pólen tricolpado- verrugoso	Grão de pólen tricolpado	Grão de pólen tricolpado-baculado	Grão de pólen tricolporado	*Crassitricolporites brasiliensis*	*Gnetaceapollenites* spp.	Grão de pólen monocolpado-clavado	Grão de pólen triporado-psilado 1	*Gnetaceapollenites* sp. 1	*Sincolpado* sp.
35																		
33,5																		
33	1																	
32,3																		
32		1	1															
31,9				1	3													
31,5						4	1	1										
31,3																		
30,5			1			1												
30,3									1	1	1	1						
29,6													1	1	1			
29																		
28,9																		
28,3					1							1				1	1	
27,6																		
27,1																		
27																		
26,1														1				
26																		2
25,3																		
24,5																		
24					2													
23,9														5				
23,2					1													
22				1														
21,6																		
21,2																		
20,3																		
20						1												
19,5						1												
19,3																		
18,5																		
18,3						1												
17,3																		
16,8																		
16.30																		
15,6																		
15						1		2									1	
14,7																		
13,8																		
13,5				1		1												
13,2																		
13																		
12,4																		
10,5																		
10					1		1		1									
9,5													1					
9,2																		
9						1												
8,8																		
8,2																		
7													1					
6,8																		
6																		
5,6																		
5																		
4,6																		
4,1																		
3,8																		
3																		
2,6																		
2,1																		
1,6																		
1,4																		
0,8																		
0,4																		

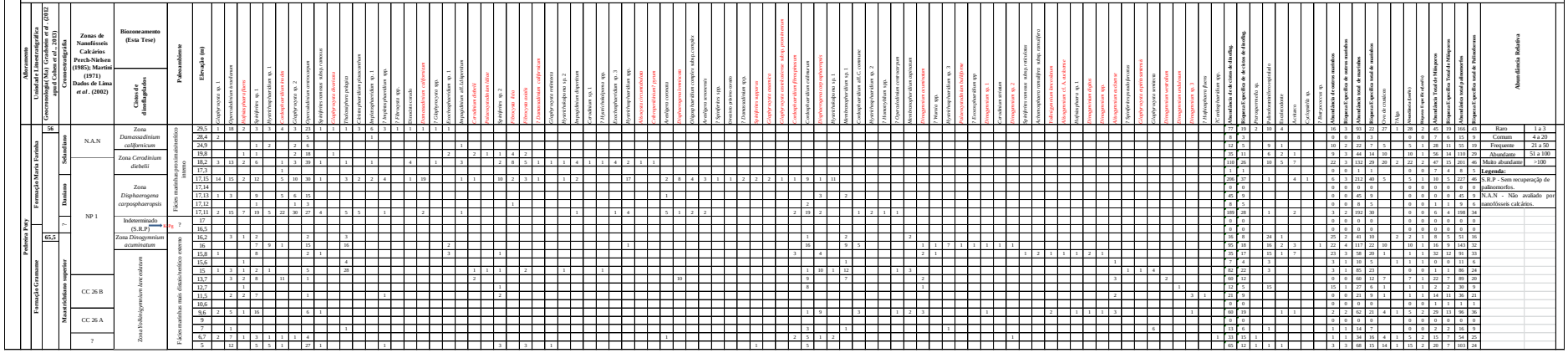
Elevação (m)	Grão de pólen tricolpado-clavado	*Crassitriapertites* spp.	*Gnetaceapollenites* sp. 3	*Gnetaceapollenites* sp. 2	Grão de pólen triporado	Grão de pólen triporado-psilado 2	Grão de pólen pluriaperturado	Grão de pólen inaperturado 2	*Equisetosporites* sp.	Grão de pólen tricolporado-baculado	Grão de pólen reticulado	Grão de pólen inaperturado-foveolado	Ggão de pólen inaperturado-psilado	Grão de pólen inaperturado com envoltório	Grão de pólen inaperturado-espinhoso	Grão de pólen monocolpado-foveolado	Grão de pólen inaperturado-verrugoso	*Callialasporites* spp.	Abundância de Grãos de Pólen	Riqueza Específica de Grãos de Pólen	Abundância Total de Miósporos	Riqueza Específica Total de Miósporos
35																			0	0	0	0
33,5																			0	0	0	0
33																			1	1	19	9
32,3																			0	0	3	3
32																			2	2	7	6
31,9																			4	2	49	15
31,5																			6	3	10	6
31,3																			0	0	6	4
30,5																			2	2	20	7
30,3																			4	4	55	21
29,6																			3	3	73	21
29																			0	0	3	3
28,9																			0	0	34	5
28,3																			4	4	43	23
27,6																			0	0	10	4
27,1																			0	0	10	5
27																			0	0	0	0
26,1																			1	1	9	7
26																			2	1	3	2
25,3	1	1																	2	2	11	8
24,5			1																1	1	30	13
24																			2	1	13	8
23,9				1	1														7	3	33	14
23,2																			1	1	19	9
22						1													2	2	31	17
21,6																			0	0	6	2
21,2																			0	0	4	3
20,3																			0	0	2	1
20																			1	1	2	2
19,5							1												2	2	4	4
19,3																			0	0	0	0
18,5								5											5	1	7	3
18,3																			1	1	9	6
17,3																			0	0	7	5
16,8																			0	0	2	2
16.30																			0	0	4	2
15,6																			0	0	6	4
15									1										5	4	10	8
14,7																			0	0	0	0
13,8																			0	0	6	4
13,5																			2	2	2	2
13,2																			0	0	7	4
13																			0	0	1	1
12,4																			0	0	11	7
10,5										1									1	1	14	6
10									1		3	16							23	6	54	20
9,5																			1	1	4	3
9,2																			0	0	21	6
9											1		1						3	3	7	7
8,8																			0	0	5	3
8,2																			0	0	11	6
7						1		1	1		2	1	2	2	2	1	1		15	11	47	24
6,8																			0	0	7	3
6																			0	0	2	2
5,6																			0	0	0	0
5								2											2	1	2	1
4,6																			0	0	5	4
4,1																			0	0	0	0
3,8																			0	0	10	5
3																			0	0	1	1
2,6																			0	0	32	9
2,1																			0	0	2	2
1,6																			0	0	37	8
1,4																		1	1	1	3	3
0,8																		1	1	1	38	8
0,4																			0	0	6	6

Abundância Relativa	
Raro	1 a 3
Comum	4 a 20
Frequente	21 a 50
Abundante	51 a 100
Muito abundante	>100

Legenda:

S.R.P - Sem recuperação de palinomorfos.

APÊNDICE 5- Distribuição estratigráfica dos cistos de dinoflagelados e outros palinomorfos observados. Em destaque (vermelho), espécies relevantes para a definição e caracterização das biozonas.



APÊNDICE 6 - Distribuição estratigráfica dos miósporos. Em destaque (vermelho), espécies relevantes para a definição e caracterização das biozonas.

Afloramento	Uniodade Litoestratigráfica	Geocronologia(Ma) Gradstein *et al* . (2012 *apud* Cohen *et al* ., 2013)	Cronoestratigráfia	Zonas de Nanofósseis Calcários Perch-Nielsen (1985); Martini (1971) Dados de Lima *et al* . (2002)	Biozoneamento (Esta Tese) Miósporos	Elevação (m)	Esporo de fungo	Esporo trilete reticulado 1	Esporo trilete laevigado 1	Esporo trilete microrreticulado 2	Esporo trilete laevigado 2	Esporo trilete foveolado 2	*Gabonisporis vigourouxii*	Esporo trilete gemado 1	*Perotriletes* sp. 2	Esporo trilete laevigado 3	Esporo trilete baculado 1	Esporo trilete verrugoso 2	Esporo trilete	Esporo trilete foveolado 3	Esporo trilete rugulado 1	Esporo trilete rugulado 2	Esporo trilete verrugoso 1	Esporo trilete reticulado 2	*Cicatricosisporites* sp. 1	*Ariadnaesporites spinosus*	Esporo trilete gemado 2	*Cicatricosisporites* sp. 2	*Perotriletes* sp. 1	Esporo trilete verrugoso 2	*Cicatricosisporites* spp.	Esporo trilete reticulado 3	*? Gabonisporis vigourouxii*	*Ariadnaesporites* sp	Esporo trilete esférico	**Abundância de Esporos**	**Riqueza Específica de Esporos**	Grão de pólen inapertrurado 1	Grão de pólen monocolpado 1	Grão de pólen reticulado	Grão de pólen psilado	Grão de pólen moconolpado-reticulado	? *Classopollis* spp. (retrabalhamento)	Grão de pólen inapertrurado-reticulado	Grçao de pólen tricolpado-reticulado	Grão de pólen inapertrurado-verrugoso	*Proxapertites operculatus*	Grão de pólen triporado	Grão de pólen inapertrurado 2	*Echitricolpites communis*	*Longapertites proxapertitoides*	*Proxapertites* sp.	*Equisetosporites* sp. 1	Grão de pólen mococolpado 2 (grande)	*Estefanoporado* sp.	? Grão de Pólen	*Araucariacites* sp.	Grão de pólen bissacado	Grão de pólen tricolporado-reticulado	*Aquilapollenites magnus*	*Crassitriapertites* sp.	*Callialasporites* sp. 1	*Crassitriapertites uesugui*	Grão de pólen verrugoso	*Crassitricolporites brasiliensis*	**Abundância de Grãos de Pólen**	**Riqueza Específica de de Grãos de Pólen**	**Abundância Total de Miósporos**	**Riqueza Específica Total de Miósporos**
Pedreira Poty	Formação Maria Farinha	56	Selandiano	N.A.N	Zona *Echitricolpites communis*	29,5	6		2	2	1	1	1	2	1	2																				18	9	1	9	3	5					2	2	2	1	1	1															27	10	45	19
						28,4			1		1						1																			3	3	2													1	1														4	3	7	6
						24,9	3		1		1					1		1																		7	5	7	8	2										2			1	1												21	6	28	11
						19,8	5	1	12		4						1		1	2																26	7	1	8		8							2							1	4	6									30	7	56	14
				NP 1		18,2	5	4	4							3			7		1	1	1													26	8	9	5		3					1	1											1	1							21	7	47	15
						17,3	1												1					1												3	3	4																												4	1	7	4
			Daniano			17,15	1		1										2	1																5	4				5																									5	1	10	5
						17,14																														0	0																													0	0	0	0
						17,13																														0	0																													0	0	0	0
						17,12																														0	0	1																												1	1	1	1
						17,11		1					3						1		1															6	4																													0	0	6	4
			?		Indeterminado (S.R.P)	17																														0	0																													0	0	0	0
					K-Pg	16,5																														0	0																													0	0	0	0
	Formação Gramame	66	Maastrichtiano superior		Zona *Ariadnaesporites spinosus*	16,2	2		1				2													2										7	4	1																												1	1	8	5
						16	1		1				1			1									1											5	5				8																			1	1	1				11	4	16	9
						15,8	2						12	1					1						1		1	2	1	1						22	9	8	1		1																									10	3	32	12
						15,6																														0	0																													0	0	0	0
						15																														0	0				1																									1	1	1	1
				CC 26 B		13,7	3						5						1		2				6						3					20	6	2																												2	1	22	7
						12,7																														0	0	1																									1			2	2	2	2
						11,5	1	1	1				2								1							1			2	1	1			11	9	1					2																							3	2	14	11
				CC 26 A		10,6																			1											1	1																													0	0	1	1
						9,6	4						11								1			1	1	2				1	1			2	1	25	10				1																			1				2		4	3	29	13
						9																														0	0																													0	0	0	0
						7																														0	0	1																											1	2	2	2	2
				?		6,7	1	1																												2	2	2		2	3	5																							1	13	5	15	7
						5	1	2																	1											4	3				12	1		2	1																					16	4	20	7

Abundância Relativa	
Raro	1 a 3
Comum	4 a 20
Frequente	21 a 50
Abundante	51 a 100
Muito abundante	>100

Legenda:

S.R.P - Sem recuperaçãp de palinomorfos.

N.A.N - Não avaliado por nanofósseis calcários.

APÊNDICES
(7-15)

ANÁLISES QUANTITATIVAS

APÊNDICE 7 - Distribuição das frequências relativas dos gêneros de cistos de dinoflagelados na Padreira Cipasa.

Elevação (m)	*Dinogymnium*	*Yolkinigymnium*	*Cerodinium*	*Palaeocystodinium*	*Andalusiella*	*Disphaerogena*	*Amphorosphaeridium*	*Cordosphaeridium*	*Exochosphaeridium*	*Fibrocysta*	*Hafniasphaera*	*Spiniferites*	*Achomosphaera*	*Areoligera*	*Glaphyrocysta*	*Adnatosphaeridium*	*Hystrichosphaeridium*	*Hystrichokolpoma*	*Operculodinium*	*Impagidinium*	Cistos de dinoflag. Total	*Disphaerogena*	*% Disphaerogena*	*% Amphorosphaeridium*	*Dinogymnium*	*% Yolkinigymnium*	*% Cerodinium*	*% Palaeocystadinium*	*% Andalusiella*	*% Cordosphaeridium*	*% Fibrocysta*	*% Exochosphaeridium*	*% Hafniasphaera*	*% Spiniferites*	*% Achomosphaera*	*% Areoligera*	*% Glaphyrocysta*	*% Adnatosphaeridium*	*% Hystrichosphaeridium*	*% Hystrichokolpoma*	*% Operculodinium*	*% Impagidinium*	Cistos de dinoflag. Total
35,3	1	0	0	0	0	172	0	0	0		0	0	0		0	0	0	0	0	0	173	172	99,42	0	0,58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173
34,2	0	0	1	0	0	0	0	38	0		32	1	1	2	0	0	2	2	0	0	79	0	0	0	0	0	1,27	0	0	48,101	0	0	40,5	1,27	1,27	2,53	0	0	2,53	2,53	0	0	79
32,9	0	0	1	0	0	123	0	70	0	1	0	0	0		0	0	0	0	0	0	195	123	63,08	0	0	0	0,51	0	0	35,897	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	195
31	1	0	0	0	0	11	0	7	0		0	0	0		2	0	0	0	0	0	21	11	52,38	0	4,76	0	0	0	0	33,333	0	0	0	0	0	9,52	0	0	0	0	0	21
30,9	0	0	0	1	0	0	0	67	0		0	0	7		0	0	0	0	5	1	81	0	0	0	0	0	0	1,23	0	82,716	0	0	0	0	8,64	0	0	0	0	0	6,1728	1,23	81
30	0	0	0	0	0	0	0	26	0		47	6	4		0	0	3	0	9	0	95	0	0	0	0	0	0	0	0	27,368	0	0	49,5	6,32	4,21	0	0	0	3,16	0	9,4737	0	95
29,7	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
27	6	0	2	0	0	0	0	1	25		45	4	3	10	65	0	0	0	0	0	161	0	0	0	3,73	0	1,24	0	0	0,6211	0	15,5	28	2,48	1,86	6,21	40,4	0	0	0	0	0	161
26,2	1	0	0	0	0	0	0	0	0		1	18	0		1	0	1	0	0	0	23	0	0	0	4,35	0	0	0	0	0	0	0	4,35	78,3	0	0	4,35	0	4,35	0	0	0	23
26	0	0	3	0	0	0	1	0	46		25	0	2		0	0	2	0	12	0	91	0	0	1,1	0	0	3,3	0	0	0	0	0	50,5	27,5	0	2,2	0	0	0	2,2	0	13,187	0	91
25,3	1	0	0	0	0	0	0	3	102		0	0	0		0	0	0	0	47	0	153	0	0	0	0,65	0	0	0	0	1,9608	0	66,7	0	0	0	0	0	0	0	0	30,719	0	153
24,1	4	1	1	0	0	0	0	35	0		2	0	39		0	0	1	0	66	0	149	0	0	0	2,68	0,671	0,67	0	0	23,49	0	0	1,34	0	26,2	0	0	0	0,67	0	44,295	0	149
22,4	0	0	2	0	0	0	0	0	0		1	2	12	7	15	1	13	0	22	0	75	0	0	0	0	0	2,67	0	0	0	0	0	1,33	2,67	16	9,33	20	1,33	17,3	0	29,333	0	75
21,7	1	1	1	0	0	0	0	1	0		21	0	11		3	0	12	1	18	0	70	0	0	0	1,43	1,429	1,43	0	0	1,4286	0	0	30	0	15,7	0	4,29	0	17,1	1,43	25,714	0	70
20,7	0	0	0	0	0	0	1	0	0		6	0	1		0	0	0	0	16	0	24	0	0	4,17	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	4,17	0	0	0	0	0	66,667	0	24
19,6	0	0	2	0	0	0	0	98	0		8	1	7		0	0	1	0	27	1	146	0	0	0	0	0	1,37	0	0	67,123	0	0	5,48	0,68	4,79	0	0	0	0,68	0	18,493	0,68	146
18,2	1	0	0	0	0	0	0	7	0		38	0	2		0	0	4	0	156	0	208	0	0	0	0,48	0	0	0	0	3,3654	0	0	18,3	0	0,96	0	0	0	1,92	0	75	0	208
17	0	0	2	1	0	0	10	101	0	1	0	0	0		0	0	1	0	30	0	146	0	0	6,85	0	0	1,37	0,68	0	69,178	0,68	0	0	0	0	0	0	0	0,68	0	20,548	0	146
16,7	0	0	1	0	0	0	0	2	0		5	1	1		0	0	0	0	10	0	20	0	0	0	0	0	5	0	0	10	0	0	25	5	5	0	0	0	0	0	50	0	20
15,2	0	0	0	0	0	0	0	8	1		1	0	1		0	0	0	0	205	0	216	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7037	0	0,46	0,46	0	0,46	0	0	0	0	0	94,907	0	216
14	1	0	0	1	0	0	0	4	0		1	0	0		8	0	6	0	70	0	91	0	0	0	1,1	0	0	1,1	0	4,3956	0	0	1,1	0	0	0	8,79	0	6,59	0	76,923	0	91
13,2	0	0	1	0	0	0	0	22	0		0	0	7		0	0	5	0	155	0	190	0	0	0	0	0	0,53	0	0	11,579	0	0	0	0	3,68	0	0	0	2,63	0	81,579	0	190
13	2	0	0	0	0	0	0	0	0		0	12	0		28	0	11	0	20	0	75	0	0	0	2,67	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	37,3	0	14,7	0	26,667	0	75
12,7	0	0	0	0	0	0	0	16	0		0	0	0		0	0	0	0	172	0	188	0	0	0	0	0	0	0	0	8,5106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91,489	0	188
12	0	0	0	0	0	0	0	5	0		0	0	0		0	0	0	0	194	0	199	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97,487	0	199
11,7	1	1	0	0	0	0	3	3	0		0	0	0		0	0	0	0	115	0	123	0	0	2,44	0,81	0,813	0	0	0	2,439	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93,496	0	123
10,4	0	1	1	1	0	0	0	1	0		0	0	0		0	0	0	0	150	0	155	0	0	0	0	0,645	0,65	0,65	0	0,6452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96,774	0	155
10,3	9	1	0	3	0	0	0	0	2		0	73	1		2	24	3	0	22	0	143	0	0	0	6,29	0,699	0	2,1	0	0	0	1,4	0	51	0,7	0	1,4	16,8	2,1	0	15,385	0	143
10	0	2	3	9	0	0	0	0	0		0	0	4		0	0	0	0	138	0	156	0	0	0	0	1,282	1,92	5,77	0	0	0	0	0	0	2,56	0	0	0	0	0	88,462	0	156
9,8	0	0	0	1	0	0	0	0	0		0	0	0		0	0	0	0	85	0	86	0	0	0	0	0	0	1,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98,837	0	86
9,4	0	0	0	7	0	0	0	2	0		0	0	0		0	2	0	0	53	0	64	0	0	0	0	0	0	10,9	0	3,125	0	0	0	0	0	0	0	3,13	0	0	82,813	0	64
9	1	0	0	6	0	1	0	10	0		0	0	2		0	4	0	0	21	0	45	1	2,222	0	2,22	0	0	13,3	0	22,222	0	0	0	0	4,44	0	0	8,89	0	0	46,667	0	45
8,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0		0	1	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,7	0	0	0	0	16,7	0	0	33,333	0	6
7,5	0	0	1	3	0	0	0	0	1		0	1	0		0	10	0	0	35	0	51	0	0	0	0	0	1,96	5,88	0	0	0	1,96	0	1,96	0	0	0	19,6	0	0	68,627	0	51
6,9	1	0	0	2	0	0	4	0	0		0	1	1		0	11	0	0	80	0	100	0	0	4	1	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	11	0	0	80	0	100
6,2	0	1	0	3	0	0	0	2	0		0	0	1		0	1	0	0	30	0	38	0	0	0	0	2,632	0	7,89	0	5,2632	0	0	0	0	2,63	0	0	2,63	0	0	78,947	0	38
5,6	0	0	0	0	0	0	1	0	0		0	0	1		0	2	0	0	108	0	112	0	0	0,89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,89	0	0	1,79	0	0	96,429	0	112
5	0	2	0	82	10	0	4	0	0		1	1	1		0	1	0	0	101	0	204	0	0	1,96	0	0,98	0	40,2	4,9	0	0	0	0,49	0,49	0,49	0	0	0,49	0	0	49,51	0	204
4,4	1	0	4	0	0	0	0	0	0		0	0	0		0	2	0	0	96	0	103	0	0	0	0,97	0	3,88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,94	0	0	93,204	0	103
3	1	1	1	2	0	0	0	1	2		0	0	1		0	5	0	0	52	0	66	0	0	0	1,52	1,515	1,52	3,03	0	1,5152	0	3,03	0	0	1,52	0	0	7,58	0	0	78,788	0	66
2,5	0	0	0	1	0	0	17	11	0		0	0	1		0	2	0	0	2	0	34	0	0	50	0	0	0	2,94	0	32,353	0	0	0	0	2,94	0	0	5,88	0	0	5,8824	0	34
2,2	1	0	1	3	0	0	0	7	0		1	2	0		0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	6,67	0	6,67	20	0	46,667	0	0	6,67	13,3	0	0	0	0	0	0	0	0	15
1,9	0	2	2	4	0	11	61	2	0		0	0	0		0	2	0	0	1	0	85	11	12,94	71,8	0	2,353	2,35	4,71	0	2,3529	0	0	0	0	0	0	0	2,35	0	0	1,1765	0	85
1,3	0	4	2	117	2	0	1	3	46		0	0	0		0	3	0	0	4	0	182	0	0	0,55	0	2,198	1,1	64,3	1,1	1,6484	0	25,3	0	0	0	0	0	1,65	0	0	2,1978	0	182
0,5	0	1	3	1	0	0	0	0	5		1	0	1		0	0	1	0	9	1	23	0	0	0	0	4,348	13	4,35	0	0	0	21,7	4,35	0	4,35	0	0	0	4,35	0	39,13	4,35	23

Apêndice 8 - Análise palinológica quantitativa na Pedreira Cipasa (índices de diversidade)

Elevação (m)	A. C.D	R. E. C.D	Palinof.	Palinof.	P. Total	O.C	A.M.T	R.E.M.T	A.E.T	R.E.E.T	A.P.T	R. E. P.T	IPM	P	G	P/G	t/m
35,3	173	3	28	0	28	5	201	4	13	4	219	9	200	0	172	0	0,065
34,2	79	10	6	0	6	0	85	11	3	3	88	14	466,67	1	78	0,01	0,035
32,9	195	4	10	0	10	7	205	5	3	3	215	9	266,67	1	194	0,01	0,015
31	21	5	2	8	10	0	31	7	5	4	36	11	275	0	20	0	0,161
30,9	81	8	28	0	28	0	109	9	5	4	114	13	325	1	80	0,01	0,046
30	95	9	8	0	8	7	103	10	21	3	131	14	433,33	0	95	0	0,204
27	161	13	38	0	38	1	200	15	0	0	201	16	0	2	153	0,01	0
26,2	23	7	0	1	1	0	24	8	5	5	29	13	260	0	22	0	0,208
26	91	13	20	0	20	35	112	15	10	6	157	22	350	3	88	0,03	0,089
25,3	153	5	14	0	14	5	168	7	6	4	179	12	275	0	152	0	0,036
24,1	149	14	37	0	37	15	191	16	5	4	211	21	500	1	143	0,01	0,026
22,4	75	13	22	0	22	6	100	16	5	3	111	20	633,33	2	73	0,03	0,05
21,7	70	17	10	0	10	0	80	18	1	1	81	19	1900	1	67	0,01	0,013
20,7	24	5	4	0	4	0	28	6	2	2	30	8	400	0	24	0	0,071
19,6	146	13	11	0	11	7	157	14	2	2	166	17	800	2	143	0,01	0,013
18,2	208	11	3	0	3	0	211	12	6	5	217	17	340	0	207	0	0,028
17	146	11	9	0	9	3	155	12	5	2	163	15	700	3	143	0,02	0,032
16,7	20	8	2	0	2	0	22	9	4	4	26	13	325	1	19	0,05	0,182
15,2	216	7	1	0	1	0	217	8	1	1	218	9	900	0	216	0	0,005
14	91	12	0	0	0	0	91	12	66	13	157	25	192,31	1	89	0,01	0,725
13,2	190	6	3	0	3	1	193	7	25	8	219	16	187,5	1	189	0,01	0,13
13	75	14	0	1	1	1	77	16	11	6	89	23	366,67	0	72	0	0,143
12,7	188	4	2	0	2	0	190	5	0	0	190	5	0	0	188	0	0
12	199	3	1	0	1	0	200	4	6	4	206	8	200	0	199	0	0,03
11,7	123	6	3	0	3	0	126	7	1	1	127	8	800	0	121	0	0,008
10,4	155	7	6	0	6	0	161	8	7	3	168	11	366,67	3	151	0,02	0,043
10,3	143	19	0	0	0	0	149	20	51	12	200	32	266,67	3	127	0,02	0,342
10	156	8	5	0	5	5	161	9	20	8	186	18	212,5	12	142	0,08	0,124
9,8	86	3	4	0	4	0	90	4	1	1	91	5	500	1	85	0,01	0,011
9,4	64	7	11	0	11	4	75	8	67	11	146	20	172,73	7	57	0,12	0,893
9	45	9	10	0	10	0	55	10	6	4	61	14	350	6	38	0,16	0,109
8,9	6	5	3	3	6	0	13	8	2	2	15	10	500	0	4	0	0,154
7,5	51	7	23	0	23	5	75	9	90	15	170	25	160	4	47	0,09	1,2
6,9	100	12	12	0	12	1	112	13	5	4	118	18	425	2	97	0,02	0,045
6,2	38	7	29	0	29	6	68	9	40	8	114	18	212,5	3	34	0,09	0,588
5,6	112	6	6	0	6	0	118	7	6	4	124	11	275	0	112	0	0,051
5	204	15	3	0	3	2	207	16	8	5	217	22	420	93	109	0,85	0,039
4,4	103	6	0	0	0	0	103	6	0	0	103	6	0	4	98	0,04	0
3	66	10	12	0	12	0	78	11	1	1	79	12	1200	3	61	0,05	0,013
2,5	34	9	3	0	3	3	37	10	5	4	45	15	350	1	33	0,03	0,135
2,2	15	8	0	0	0	0	15	8	4	4	19	12	300	4	10	0,4	0,267
1,9	85	14	6	0	6	9	91	15	3	3	103	19	600	6	77	0,08	0,033
1,3	182	18	5	0	5	5	187	19	13	7	205	27	371,43	121	57	2,12	0,07
0,5	23	12	12	0	12	2	35	13	3	3	40	17	533,33	4	18	0,22	0,086

APÊNDICE 9 -Análise quantitativa: parâmetros de abundância/frequência relativa (percentuais) e riqueza específica dos grupos de palinomorfos na Pedreira Cipasa.

Elevação (m)	A. C.D	R. E. C.D	Palinof.	Palinof.	P. Total	O.C	A.M.T	R.E.M.T	E	P	A.E.T	R.E.E.T	A.P.T	R. E. P.T	Marinhos	Dinoflaj.	Palinof.	Ovo Crust.	Terrestres	Esporos	Polens
35,3	173	3	28	0	28	5	201	4	13	0	13	4	219	9	91,78082	78,9954	12,78539	2,283105	5,936073	5,936073	0
34,2	79	10	6	0	6	0	85	11	3	0	3	3	88	14	96,59091	89,7727	6,818182	0	3,409091	3,409091	0
32,9	195	4	10	0	10	7	205	5	3	0	3	3	215	9	95,34884	90,6977	4,651163	3,255814	1,395349	1,395349	0
31	21	5	2	8	10	0	31	7	2	3	5	4	36	11	86,11111	58,3333	27,77778	0	13,88889	5,555556	8,333333
30,9	81	8	28	0	28	0	109	9	5	0	5	4	114	13	95,61404	71,0526	24,5614	0	4,385965	4,385965	0
30	95	9	8	0	8	7	103	10	21	0	21	3	131	14	78,62595	72,5191	6,10687	5,343511	16,03053	16,03053	0
29,7	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	100	100	0	0	0	0	0
27	161	13	38	0	38	1	200	15	0	0	0	0	201	16	99,50249	80,0995	18,90547	0,497512	0	0	0
26,2	23	7	0	1	1	0	24	8	2	3	5	5	29	13	82,75862	79,3103	3,448276	0	17,24138	6,896552	10,34483
26	91	13	20	0	20	35	112	15	8	2	10	6	157	22	71,33758	57,9618	12,73885	22,29299	6,369427	5,095541	1,273885
25,3	153	5	14	0	14	5	168	7	6	0	6	4	179	12	93,85475	85,4749	7,821229	2,793296	3,351955	3,351955	0
24,1	149	14	37	0	37	15	191	16	5	0	5	4	211	21	90,52133	70,6161	17,53555	7,109005	2,369668	2,369668	0
22,4	75	13	22	0	22	6	100	16	5	0	5	3	111	20	90,09009	67,5676	19,81982	5,405405	4,504505	4,504505	0
21,7	70	17	10	0	10	0	80	18	1	0	1	1	81	19	98,76543	86,4198	12,34568	0	1,234568	1,234568	0
20,7	24	5	4	0	4	0	28	6	1	1	2	2	30	8	93,33333	80	13,33333	0	6,666667	3,333333	3,333333
19,6	146	13	11	0	11	7	157	14	2	0	2	2	166	17	94,57831	87,9518	6,626506	4,216867	1,204819	1,204819	0
18,2	208	11	3	0	3	0	211	12	6	0	6	5	217	17	97,23502	95,8525	1,382488	0	2,764977	2,764977	0
17	146	11	9	0	9	3	155	12	5	0	5	2	163	15	95,09202	89,5706	5,521472	1,840491	3,067485	3,067485	0
16,7	20	8	2	0	2	0	22	9	4	0	4	4	26	13	84,61538	76,9231	7,692308	0	15,38462	15,38462	0
15,2	216	7	1	0	1	0	217	8	1	0	1	1	218	9	99,54128	99,0826	0,458716	0	0,458716	0,458716	0
14	91	12	0	0	0	0	91	12	63	3	66	13	157	25	57,96178	57,9618	0	0	42,03822	40,12739	1,910828
13,2	190	6	3	0	3	1	193	7	25	0	25	8	219	16	88,12785	86,758	1,369863	0,456621	11,41553	11,41553	0
13	75	14	0	1	1	1	77	16	7	4	11	6	89	23	86,51685	84,2697	1,123596	1,123596	12,35955	7,865169	4,494382
12,7	188	4	2	0	2	0	190	5	0	0	0	0	190	5	100	98,9474	1,052632	0	0	0	0
12	199	3	1	0	1	0	200	4	6	0	6	4	206	8	97,08738	96,6019	0,485437	0	2,912621	2,912621	0
11,7	123	6	3	0	3	0	126	7	1	0	1	1	127	8	99,2126	96,8504	2,362205	0	0,787402	0,787402	0
10,4	155	7	6	0	6	0	161	8	6	1	7	3	168	11	95,83333	92,2619	3,571429	0	4,166667	3,571429	0,595238
10,3	143	19	0	0	0	0	149	20	35	16	51	12	200	32	74,5	71,5	0	0	25,5	17,5	8
10	156	8	5	0	5	5	161	9	20	0	20	8	186	18	86,55914	83,871	2,688172	2,688172	10,75269	10,75269	0
9,8	86	3	4	0	4	0	90	4	1	0	1	1	91	5	98,9011	94,5055	4,395604	0	1,098901	1,098901	0
9,4	64	7	11	0	11	4	75	8	66	1	67	11	146	20	51,36986	43,8356	7,534247	2,739726	45,89041	45,20548	0,684932
9	45	9	10	0	10	0	55	10	6	0	6	4	61	14	90,16393	73,7705	16,39344	0	9,836066	9,836066	0
8,9	6	5	3	3	6	0	13	8	1	1	2	2	15	10	86,66667	40	40	0	13,33333	6,666667	6,666667
7,5	51	7	23	0	23	5	75	9	89	1	90	15	170	25	44,11765	30	13,52941	2,941176	52,94118	52,35294	0,588235
6,9	100	12	12	0	12	1	112	13	5	0	5	4	118	18	94,91525	84,7458	10,16949	0,847458	4,237288	4,237288	0
6,2	38	7	29	0	29	6	68	9	40	0	40	8	114	18	59,64912	33,3333	25,4386	5,263158	35,08772	35,08772	0
5,6	112	6	6	0	6	0	118	7	6	0	6	4	124	11	95,16129	90,3226	4,83871	0	4,83871	4,83871	0
5	204	15	3	0	3	2	207	16	8	0	8	5	217	22	95,39171	94,0092	1,382488	0,921659	3,686636	3,686636	0
4,4	103	6	0	0	0	0	103	6	0	0	0	0	103	6	100	100	0	0	0	0	0
3	66	10	12	0	12	0	78	11	1	0	1	1	79	12	98,73418	83,5443	15,18987	0	1,265823	1,265823	0
2,5	34	9	3	0	3	3	37	10	5	0	5	4	45	15	82,22222	75,5556	6,666667	6,666667	11,11111	11,11111	0
2,2	15	8	0	0	0	0	15	8	1	3	4	4	19	12	78,94737	78,9474	0	0	21,05263	5,263158	15,78947
1,9	85	14	6	0	6	9	91	15	3	0	3	3	103	19	88,34951	82,5243	5,825243	8,737864	2,912621	2,912621	0
1,3	182	18	5	0	5	5	187	19	13	0	13	7	205	27	91,21951	88,7805	2,439024	2,439024	6,341463	6,341463	0
0,5	23	12	12	0	12	2	35	13	3	0	3	3	40	17	87,5	57,5	30	5	7,5	7,5	0

APÊNDICE 10 - Distribuição das frequências relativas (percentuais) dos gêneros de cistos de dinoflagelados na Padreira Nassau.

Elevação (m)	*Dinogymnium*	*Amphigymnium cooksoniae*	*Yolkinigymnium*	*Cerodinium*	*Paleocystodinium*	*Adnatosphaeridium*	*Gluphyrocysta*	*Areoligera*	*Cordosphaeridium*	*Disphaerogena*	*Spiniferites*	*Achomosphaera*	*Hafniasphaera*	*Hystrichokolpoma*	*Hystrichosphaeridium*	*Operculodinium*	*Exochosphaeridium*	*Fibrocysta*	*Amphorosphaeridium*	*Thalassiphora pelagica*	*Impagidinium*	Cistos de dinoflag.total	% *Dinogymnium*	% *Amphigymnium cooksoniae*	% *Yolkinigymnium*	% *Cerodinium*	% *Paleocystodinium*	% *Adnatosphaeridium*	% *Gluphyrocysta*	% *Areoligera*	% *Cordosphaeridium*	% *Disphaerogena*	% *Spiniferites*	% *Achomosphaera*	% *Hafniasphaera*	% *Hystrichokolpoma*	% *Hystrichosphaeridium*	% *Operculodinium*	% *Exochosphaeridium*	% *Fibrocysta*	% *Amphorosphaeridium*	% *Thalassiphora pelagica*	% *Impagidinium*	Cistos de dinoflag.total
33	1	1	0	1	1	0	6	3	10	36	13	1	70	3	1	10	0	0	0	0	1	154	0,65	0,65	0	0,65	0,65	0	3,9	1,95	6,49	23,4	8,44	0,65	45,5	1,95	0,65	6,494	0	0	0	0	0,65	154
32,3	4		0	0	0	0	0	1	15	63	1	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	90	4,44	0	0	0	0	0	0	1,11	16,7	70	1,11	0	4,44	0	0	2,222	0	0	0	0	0	90
32	0		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
31,9	3		0	1	1	0	0	0	46	21	5	6	2	0	3	6	0	0	0	0	0	88	3,41	0	0	1,14	1,14	0	0	0	52,3	23,9	5,68	6,82	2,27	0	3,41	6,818	0	0	0	0	0	88
31,5	10	1	0	1	0	0	6	2	2	30	17	1	0	0	2	4	0	0	0	1	0	79	12,7	1,27	0	1,27	0	0	7,59	2,53	2,53	38	21,5	1,27	0	0	2,53	5,063	0	0	0	1,27	0	79
31,3	0		0	0	0	0	0	0	4	59	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	5,71	84,3	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	70
30,5	0		0	0	0	0	0	0	2	10	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	13,3	66,7	0	13,3	6,67	0	0	0	0	0	0	0	0	15
30,3	5		0	1	0	0	0	0	39	77	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	125	4	0	0	0,8	0	0	0	0	31,2	61,6	0	0	0	0	0	0,8	0,8	0	0	0	0	125
29,6	3		0	0	0	0	0	0	9	34	7	1	0	0	0	8	1	0	2	2	0	67	4,48	0	0	0	0	0	0	0	13,4	50,7	10,4	1,49	0	0	0	11,94	1,49	0	2,99	2,99	0	67
28,9	0		0	0	0	0	0	0	0	57	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96,6	1,69	0	0	0	1,69	3,39	0	0	0	0	0	59
28,3	3		0	0	1	0	0	0	3	55	0	2	16	0	2	11	0	0	0	0	0	89	3,37	0	0	0	1,12	0	0	0	0	61,8	0	2,25	18	0	2,25	12,36	0	0	0	0	0	89
27,6	0		0	1	0	0	0	1	2	109	1	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	116	0	0	0	0,86	0	0	0	0,86	1,72	94	0,86	0	0	0	1,72	3,448	0	0	0	0	0	116
27,1	3		0	3	0	0	1	0	0	40	16	13	28	0	0	1	0	0	0	0	0	105	2,86	0	0	2,86	0	0	0,95	0	0	38,1	15,2	12,4	26,7	0	0	0,952	0	0	0	0	0	105
26,1	11		0	4	0	0	0	0	6	43	5	6	0	0	0	2	1	0	0	0	0	78	14,1	0	0	5,13	0	0	0	0	7,69	55,1	6,41	7,69	0	0	0	2,564	1,28	0	0	0	0	78
26	3		0	0	0	0	0	0	2	11	16	0	5	0	5	15	1	0	0	0	0	48	6,25	0	0	0	0	0	0	0	4,17	22,9	33,3	0	10,4	0	10,4	31,25	2,08	0	0	0	0	48
25,3	2		0	0	0	0	1	0	0	26	3	0	14	0	1	11	0	0	0	1	0	57	3,51	0	0	0	0	0	1,75	0	0	45,6	5,26	0	24,6	0	1,75	19,3	0	0	0	1,75	0	57
24,5	8		1	1	0	0	0	0	5	47	6	0	6	0	1	16	0	0	0	0	1	90	8,89	0	1,111	1,11	0	0	0	0	5,56	52,2	6,67	0	6,67	0	1,11	17,78	0	0	0	0	1,11	90
24	2		0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	33,3	0	0	0	0	0	16,7	0	0	33,3	0	16,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
23,9	1		0	1	0	0	0	0	14	22	18	10	15	0	12	30	0	0	0	0	0	99	1,01	0	0	1,01	0	0	0	0	14,1	22,2	18,2	10,1	15,2	0	12,1	30,3	0	0	0	0	0	99
23,2	4		0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	8	50	0	0	0	0	0	12,5	12,5	0	0	0	12,5	0	0	12,5	25	0	0	0	0	0	8
22	5		0	0	0	0	1	1	3	53	1	1	3	0	3	11	92	1	0	0	0	170	2,94	0	0	0	0	0	0,59	0,59	1,76	31,2	0,59	0,59	1,76	0	1,76	6,471	54,1	0,59	0	0	0	170
21,6	1	1	0	0	0	0	0	0	2	84	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	1,12	1,12	0	0	0	0	0	0	2,25	94,4	1,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89
21,2	0		0	0	0	0	1	1	0	60	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	0	1,56	1,56	0	93,8	0	3,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
20,3	0		0	1	0	0	0	0	1	187	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	197	0	0	0	0,51	0	0	0	0	0,51	94,9	1,52	1,52	1,02	0	0	0	0	0	0	0	0	197
20	0		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19,5	0		0	0	0	0	0	0	1	15	1	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	4,76	71,4	4,76	9,52	0	0	4,76	14,29	0	0	0	0	0	21
19,3	0		0	0	2	0	0	0	1	117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	1,67	0	0	0	0,83	97,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
18,5	0		0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	66,7	33,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
18,3	5		0	0	0	0	0	0	9	131	7	4	11	0	1	5	0	0	0	0	0	171	2,92	0	0	0	0	0	0	0	5,26	76,6	4,09	2,34	6,43	0	0,58	2,924	0	0	0	0	0	171
17,3	1		0	0	2	0	0	0	1	78	6	2	0	0	1	7	3	0	1	0	0	100	1	0	0	0	2	0	0	0	1	78	6	2	0	0	1	7	3	0	1	0	0	100
16,8	0		0	0	0	0	0	5	15	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	5,88	17,6	76,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
16,3	0		0	1	0	0	1	0	0	59	6	1	58	0	11	26	0	0	0	0	0	141	0	0	0	0,71	0	0	0,71	0	0	41,8	4,26	0,71	41,1	0	7,8	18,44	0	0	0	0	0	141
15,6	3	1	0	1	0	0	0	0	2	61	1	6	16	0	5	10	0	0	0	0	0	96	3,13	1,04	0	1,04	0	0	0	0	2,08	63,5	1,04	6,25	16,7	0	5,21	10,42	0	0	0	0	0	96
15	0		0	0	0	0	0	1	5	55	8	4	6	0	9	32	2	0	0	0	1	105	0	0	0	0	0	0	0	0,95	4,76	52,4	7,62	3,81	5,71	0	8,57	30,48	1,9	0	0	0	0,95	105
14,7	0		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	33,3	33,3	0	0	33,3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
13,8	2		1	0	1	0	8	4	1	2	0	8	21	0	1	4	0	0	0	0	0	51	3,92	0	1,961	0	1,96	0	0	15,7	7,84	1,96	3,92	0	15,7	41,2	0	1,96	7,843	0	0	0	0	0	51
13,5	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	12
13,2	7		0	3	0	0	0	1	7	0	0	15	66	0	1	18	0	2	0	0	0	118	5,93	0	0	2,54	0	0	0	0,85	5,93	0	0	12,7	55,9	0	0,85	15,25	0	1,69	0	0	0	118
13	0		0	0	0	1	1	0	0	0	3	2	0	0	0	31	11	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	2,041	2,04	0	0	0	6,12	4,08	0	0	0	63,27	22,4	0	0	0	0	49
12,4	12		0	0	0	0	0	1	4	7	1	2	11	0	2	45	0	0	2	0	0	84	14,3	0	0	0	0	0	0	1,19	4,76	8,33	1,19	2,38	13,1	0	2,38	53,57	0	0	2,38	0	0	84
10,5	5		0	0	1	0	102	24	6	1	2	17	8	0	1	40	0	0	0	0	1	186	2,69	0	0	0	0,54	0	54,8	12,9	3,23	0,54	1,08	9,14	4,3	0	0,54	21,51	0	0	0	0	0,54	186
10	3		0	1	0	0	1	0	8	0	15	35	34	1	13	37	18	0	0	0	0	140	2,14	0	0	0,71	0	0	0,71	0	5,71	0	10,7	25	24,3	0,71	9,29	26,43	12,9	0	0	0	0	140
9,5	7		1	0	1	0	3	1	1	0	7	14	29	0	2	22	1	2	10	0	0	98	7,14	0	1,02	0	1,02	0	3,06	1,02	1,02	0	7,14	14,3	29,6	0	2,04	22,45	1,02	2,04	10,2	0	0	98
9,2	0		0	1	2	0	0	0	0	0	3	15	48	0	1	21	0	3	6	0	1	99	0	0	0	1,01	2,02	0	0	0	0	0	3,03	15,2	48,5	0	1,01	21,21	0	3,03	6,06	0	1,01	99
9	2		0	0	0	0	0	0	4	0	9	0	0	0	8	37	169	0	0	0	0	213	0,94	0	0	0	0	0	0	0	1,88	0	4,23	0	0	0	3,76	17,37	79,3	0	0	0	0	213
8,8	1		0	1	0	0	0	0	0	0	0	12	2	0	0	20	0	0	0	0	2	38	2,63	0	0	2,63	0	0	0	0	0	0	0	31,6	5,26	0	0	52,63	0	0	0	0	5,26	38
8,2	1		0	1	0	0	0	0	5	3	4	15	79	0	12	92	2	1	1	0	1	193	0,52	0	0	0,52	0	0	0	0	2,59	1,55	2,07	7,77	40,9	0	6,22	47,67	1,04	0,52	0,52	0	0,52	193
7	6		4	0	0	0	0	0	12	0	53	5	4	0	25	61	54	0	0	0	1	175	3,43	0	2,286	0	0	0	0	0	6,86	0	30,3	2,86	2,29	0	14,3	34,86	30,9	0	0	0	0,57	175
6,8	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	9	33,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55,6	0	0	11,11	0	0	0	0	0	9
6	0	1	0	0	3	0	0	0	2	0	0	25	54	0	18	143	0	0	0	0	0	210	0	0,48	0	0	1,43	0	0	0	0,95	0	0	11,9	25,7	0	8,57	68,1	0	0	0	0	0	210
5,6	0		0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	163	0	0	0	0	0	166	0	0	0	0	0	0	0	0	2,41	0	0	0	0	0	0,6	98,19	0	0	0	0	0	166
5	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	0	1	0	0	0	131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99,24	0	0,76	0	0	0	131
4,6	0		0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	0	182	0	0	0	0,55	0	0	0	0	0,55	0	0	0	0	0	0	98,9	0	0	0	0	0	182
4,1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	0	0	0	0	0	177	0	1,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98,87	0	0	0	0	0	177
3,8	1		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	86	0	0	0	0	0	88	1,14	0	0	0	0	0	0	0	1,14	0	0	0	1,14	0	1,14	97,73	0	0	0	0	0	88
3	2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	156	0	0	0	0	0	157	1,27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,27	0	0	1,91	99,36	0	0	0	0	0	157
2,6	0		0	0	0	0	0	0	2	0	9	0	2	0	3	136	0	0	0	0	0	146	0	0	0	0	0	0	0	0	1,37	0	6,16	0	1,37	0	2,05	93,15	0	0	0	0	0	146
2,1	1		0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	1	0	2	206	0	0	0	0	0	211	0,47	0	0	0	0	0	0	0	1,42	0	0	0,95	0,47	0	0,95	97,63	0	0	0	0	0	211
1,6	1	1	0	0	2	0	0	0	2	1	6	0	1	0	0	152	0	0	0	0	0	166	0,6	0,6	0	0	1,2	0	0	0	1,2	0,6	3,61	0	0,6	0	0	91,57	0	0	0	0	0	166
1,4	3	1	0	0	1	0	0	0	8	0	2	6	0	0	0	100	0	0	0	0	0	121	2,48	0,83	0	0	0,83	0	0	0	6,61	0	1,65	4,96	0	0	0	82,64	0	0	0	0	0	121
0,8	4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
0,4	0		0	1	0	2		0	0	0	1	0	0	0	0	86	0	0	0	1	0	91	0	0	0	1,1	0	2,198	0	0	0	0	1,1	0	0	0	0	94,51	0	0	0	1,1	0	91

APÊNDICE 11- Análise palinológica quantitativa na Pedreira Nassau (índices de diversidade e abundância).

Elev. (m)	A.C.D	R.E.C.D	Palinof.	A.M.T	R.E.M.T	O.Crust.	A.E.T	R.E.E.T	A.P.T	R.E.P.T	IPM	P	G	P/G	t/m
33	154	22	37	204	25	4	19	9	227	35	377,8	2	150	0,013	0,093
32,3	90	12	20	113	14	0	3	3	116	17	566,7	0	86	0	0,027
32	1	1	0	1	1	0	7	6	8	7	116,7	0	1	0	7
31,9	88	15	68	158	18	7	49	15	214	34	220	2	83	0,024	0,31
31,5	79	22	2	82	24	1	10	6	93	31	500	1	67	0,015	0,122
31,3	70	4	25	95	5	0	6	4	101	9	225	0	70	0	0,063
30,5	15	6	0	15	6	3	20	7	38	14	185,7	0	15	0	1,333
30,3	125	14	35	161	16	6	55	21	222	38	176,2	2	118	0,017	0,342
29,6	67	14	54	122	16	19	73	21	214	38	176,2	0	64	0	0,598
28,9	59	4	36	96	6	5	34	5	135	12	220	0	59	0	0,354
28,3	89	11	95	185	13	5	43	23	233	37	156,5	1	85	0,012	0,232
27,6	116	8	13	129	9	0	10	4	139	13	325	1	115	0,009	0,078
27,1	105	17	96	206	21	10	10	5	226	27	520	3	99	0,03	0,049
26,1	78	15	60	141	19	77	9	7	227	27	371,4	4	63	0,063	0,064
26	48	14	0	48	14	2	3	2	53	17	800	0	45	0	0,063
25,3	57	14	146	204	16	6	11	8	221	25	300	0	55	0	0,054
24,5	90	15	70	165	18	21	30	13	216	32	238,5	1	80	0,013	0,182
24	6	5	2	8	6	0	13	8	21	14	175	0	4	0	1,625
23,9	99	17	77	179	19	12	33	14	224	34	235,7	1	97	0,01	0,184
23,2	8	7	2	11	9	0	19	9	30	18	200	0	4	0	1,727
22	170	18	10	182	20	14	31	17	227	38	217,6	0	165	0	0,17
21,6	89	7	5	94	8	0	6	2	100	10	500	0	87	0	0,064
21,2	64	4	4	68	5	1	4	3	73	9	266,7	0	64	0	0,059
20,3	197	7	0	197	7	0	2	1	199	8	800	1	196	0,005	0,01
20	1	1	0	1	1	0	2	2	3	3	150	0	1	0	2
19,5	21	7	0	21	7	0	4	4	25	11	275	0	21	0	0,19
19,3	120	4	1	121	5	3	0	0	124	6	0	2	118	0,017	0
18,5	3	3	0	3	3	0	7	3	10	6	200	0	3	0	2,333
18,3	171	17	25	198	19	1	9	6	208	26	416,7	0	166	0	0,045
17,3	100	14	34	134	15	0	7	5	141	20	400	2	97	0,021	0,052
16,8	85	3	7	92	4	0	2	2	94	6	300	0	85	0	0,022
16,3	141	13	9	150	14	1	4	2	155	17	800	1	140	0,007	0,027
15,6	96	16	13	110	18	0	6	4	116	22	550	1	91	0,011	0,055
15	106	21	3	110	23	2	10	8	123	33	387,5	0	105	0	0,091
13,8	51	15	1	52	16	5	6	4	63	21	500	1	47	0,021	0,115
13,5	12	2	0	12	2	0	2	2	14	4	200	0	12	0	0,167
13,2	118	17	0	122	18	0	7	4	129	22	550	3	108	0,028	0,057
13	49	11	0	49	11	2	1	1	52	13	1200	0	49	0	0,02
12,4	84	20	0	86	22	1	11	7	98	30	414,3	1	71	0,014	0,128
10,5	186	26	5	191	27	18	14	6	223	34	550	1	200	0,005	0,073
10	140	25	16	158	27	7	54	20	220	49	235	1	136	0,007	0,342
9,5	98	25	2	100	26	4	4	3	108	30	966,7	1	89	0,011	0,04
9,2	99	18	5	105	20	0	21	6	126	26	433,3	3	96	0,031	0,2
9	213	14	0	213	14	0	7	7	220	21	300	0	211	0	0,033
8,8	38	7	2	40	8	0	5	3	45	11	366,7	1	36	0,028	0,125
8,2	193	21	17	210	22	0	11	6	221	28	466,7	1	191	0,005	0,052
7	175	29	2	177	30	2	47	24	227	56	225	0	165	0	0,266
6,8	9	5	0	9	5	0	7	3	16	8	266,7	0	6	0	0,778
6	209	12	3	213	14	0	2	2	215	16	800	3	206	0,015	0,009
5	131	3	0	131	3	0	2	1	133	4	400	0	131	0	0,015
4,6	182	4	1	183	5	1	5	4	189	10	225	1	181	0,006	0,027
3,8	88	6	0	88	6	0	10	5	98	11	220	0	87	0	0,114
3	157	7	0	157	7	4	1	1	162	9	800	0	155	0	0,006
2,6	146	8	0	146	8	0	32	9	178	17	188,9	0	146	0	0,219
2,1	211	10	1	213	12	0	2	2	215	14	700	0	210	0	0,009
1,6	166	9	0	166	9	0	37	8	203	17	212,5	2	162	0,012	0,223
1,4	121	13	0	121	13	5	3	3	129	17	533,3	1	116	0,009	0,025
0,8	8	4	0	8	4	80	38	8	126	13	150	0	4	0	4,75
0,4	91	7	1	92	8	2	6	6	100	15	233,3	1	90	0,011	0,065

APÊNDICE 12 - Análise quantitativa: parâmetros de abundância/frequência relativa (percentuais) e riqueza específica dos grupos de palinomorfos na Pedreira Nassau.

Elev. (m)	A.C.D	R.E.C.D	P	A.M.T	R.E.M.T	O.C	E	P	A.E.T	R.E.E.T	A.P.T	R.E.P.T	Marinhos	Dinoflag.	Palinof.	O.Crust.	Terrestres	Esporos	Polens
33	154	22	37	204	25	4	18	1	19	9	227	35	89,86784	67,84141	16,29956	1,762115	8,370044	7,929515	0,4405286
32,3	90	12	20	113	14	0	3	0	3	3	116	17	97,41379	77,58621	17,24138	0	2,586207	2,586207	0
32	1	1	0	1	1	0	5	2	7	6	8	7	12,5	12,5	0	0	87,5	62,5	25
31,9	88	15	68	158	18	7	45	4	49	15	214	34	73,83178	41,1215	31,7757	3,271028	22,8972	21,02804	1,8691589
31,5	79	22	2	82	24	1	4	6	10	6	93	31	88,17204	84,94624	2,150538	1,075269	10,75269	4,301075	6,4516129
31,3	70	4	25	95	5	0	6	0	6	4	101	9	94,05941	69,30693	24,75248	0	5,940594	5,940594	0
30,5	15	6	0	15	6	3	18	2	20	7	38	14	39,47368	39,47368	0	7,894737	52,63158	47,36842	5,2631579
30,3	125	14	35	161	16	6	51	4	55	21	222	38	72,52252	56,30631	15,76577	2,702703	24,77477	22,97297	1,8018018
29,6	67	14	54	122	16	19	70	3	73	21	214	38	57,00935	31,30841	25,23364	8,878505	34,11215	32,71028	1,4018692
29	0	0	0	0	0	1	3	0	3	3	4	4	0	0	0	25	75	75	0
28,9	59	4	36	96	6	5	34	0	34	5	135	12	71,11111	43,7037	26,66667	3,703704	25,18519	25,18519	0
28,3	89	11	95	185	13	5	39	4	43	23	233	37	79,39914	38,19742	40,77253	2,145923	18,45494	16,7382	1,7167382
27,6	116	8	13	129	9	0	10	0	10	4	139	13	92,80576	83,45324	9,352518	0	7,194245	7,194245	0
27,1	105	17	96	206	21	10	10	0	10	5	226	27	91,15044	46,46018	42,47788	4,424779	4,424779	4,424779	0
26,1	78	15	60	141	19	77	8	1	9	7	227	27	62,11454	34,36123	26,43172	33,9207	3,964758	3,524229	0,4405286
26	48	14	0	48	14	2	1	2	3	2	53	17	90,56604	90,56604	0	3,773585	5,660377	1,886792	3,7735849
25,3	57	14	146	204	16	6	9	2	11	8	221	25	92,30769	25,79186	66,06335	2,714932	4,977376	4,072398	0,9049774
24,5	90	15	70	165	18	21	29	1	30	13	216	32	76,38889	41,66667	32,40741	9,722222	13,88889	13,42593	0,462963
24	6	5	2	8	6	0	11	2	13	8	21	14	38,09524	28,57143	9,52381	0	61,90476	52,38095	9,5238095
23,9	99	17	77	179	19	12	26	7	33	14	224	34	79,91071	44,19643	34,375	5,357143	14,73214	11,60714	3,125
23,2	8	7	2	11	9	0	18	1	19	9	30	18	36,66667	26,66667	6,666667	0	63,33333	60	3,3333333
22	170	18	10	182	20	14	29	2	31	17	227	38	80,17621	74,88987	4,405286	6,167401	13,65639	12,77533	0,8810573
21,6	89	7	5	94	8	0	6	0	6	2	100	10	94	89	5	0	6	6	0
21,2	64	4	4	68	5	1	4	0	4	3	73	9	93,15068	87,67123	5,479452	1,369863	5,479452	5,479452	0
20,3	197	7	0	197	7	0	2	0	2	1	199	8	98,99497	98,99497	0	0	1,005025	1,005025	0
20	1	1	0	1	1	0	1	1	2	2	3	3	33,33333	33,33333	0	0	66,66667	33,33333	33,333333
19,5	21	7	0	21	7	0	2	2	4	4	25	11	84	84	0	0	16	8	8
19,3	120	4	1	121	5	3	0	0	0	0	124	6	97,58065	96,77419	0,806452	2,419355	0	0	0
18,5	3	3	0	3	3	0	2	5	7	3	10	6	30	30	0	0	70	20	50
18,3	171	17	25	198	19	1	8	1	9	6	208	26	95,19231	82,21154	12,01923	0,480769	4,326923	3,846154	0,4807692
17,3	100	14	34	134	15	0	7	0	7	5	141	20	95,03546	70,92199	24,11348	0	4,964539	4,964539	0
16,8	85	3	7	92	4	0	2	0	2	2	94	6	97,87234	90,42553	7,446809	0	2,12766	2,12766	0
16,3	141	13	9	150	14	1	4	0	4	2	155	17	96,77419	90,96774	5,806452	0,645161	2,580645	2,580645	0
15,6	96	16	13	110	18	0	6	0	6	4	116	22	94,82759	82,75862	11,2069	0	5,172414	5,172414	0
15	106	21	3	110	23	2	5	5	10	8	123	33	89,43089	86,17886	2,439024	1,626016	8,130081	4,065041	4,0650407
14,7	3	3	0	3	3	0	0	0	0	0	3	3	100	100	0	0	0	0	0
13,8	51	15	1	52	16	5	6	0	6	4	63	21	82,53968	80,95238	1,587302	7,936508	9,52381	9,52381	0
13,5	12	2	0	12	2	0	0	2	2	2	14	4	85,71429	85,71429	0	0	14,28571	0	14,285714
13,2	118	17	0	122	18	0	7	0	7	4	129	22	94,57364	91,47287	0	0	5,426357	5,426357	0
13	49	11	0	49	11	2	1	0	1	1	52	13	94,23077	94,23077	0	3,846154	1,923077	1,923077	0
12,4	84	20	0	86	22	1	11	0	11	7	98	30	87,7551	85,71429	0	1,020408	11,22449	11,22449	0
10,5	186	26	5	191	27	18	13	1	14	6	223	34	85,65022	83,40807	2,242152	8,071749	6,278027	5,829596	0,4484305
10	140	25	16	158	27	7	31	23	54	20	220	49	71,81818	63,63636	7,272727	3,181818	24,54545	14,09091	10,454545
9,5	98	25	2	100	26	4	3	1	4	3	108	30	92,59259	90,74074	1,851852	3,703704	3,703704	2,777778	0,9259259
9,2	99	18	5	105	20	0	21	0	21	6	126	26	83,33333	78,57143	3,968254	0	16,66667	16,66667	0
9	213	14	0	213	14	0	4	3	7	7	220	21	96,81818	96,81818	0	0	3,181818	1,818182	1,3636364
8,8	38	7	2	40	8	0	5	0	5	3	45	11	88,88889	84,44444	4,444444	0	11,11111	11,11111	0
8,2	193	21	17	210	22	0	11	0	11	6	221	28	95,02262	87,33032	7,692308	0	4,977376	4,977376	0
7	175	29	2	177	30	2	32	15	47	24	227	56	77,97357	77,09251	0,881057	0,881057	20,70485	14,09692	6,6079295
6,8	9	5	0	9	5	0	7	0	7	3	16	8	56,25	56,25	0	0	43,75	43,75	0
6	209	12	3	213	14	0	2	0	2	2	215	16	99,06977	97,2093	1,395349	0	0,930233	0,930233	0
5,6	166	6	0	166	6	0	0	0	0	0	166	6	100	100	0	0	0	0	0
5	131	3	0	131	3	0	0	2	2	1	133	4	98,49624	98,49624	0	0	1,503759	0	1,5037594
4,6	182	4	1	183	5	1	5	0	5	4	189	10	96,8254	96,2963	0,529101	0,529101	2,645503	2,645503	0
4,1	177	3	0	177	3	0	0	0	0	0	177	3	100	100	0	0	0	0	0
3,8	88	6	0	88	6	0	10	0	10	5	98	11	89,79592	89,79592	0	0	10,20408	10,20408	0
3	157	7	0	157	7	4	1	0	1	1	162	9	96,91358	96,91358	0	2,469136	0,617284	0,617284	0
2,6	146	8	0	146	8	0	32	0	32	9	178	17	82,02247	82,02247	0	0	17,97753	17,97753	0
2,1	211	10	1	213	12	0	2	0	2	2	215	14	99,06977	98,13953	0,465116	0	0,930233	0,930233	0
1,6	166	9	0	166	9	0	37	0	37	8	203	17	81,7734	81,7734	0	0	18,2266	18,2266	0
1,4	121	13	0	121	13	5	2	1	3	3	129	17	93,79845	93,79845	0	3,875969	2,325581	1,550388	0,7751938
0,8	8	4	0	8	4	80	37	1	38	8	126	13	6,349206	6,349206	0	63,49206	30,15873	29,36508	0,7936508
0,4	91	7	1	92	8	2	6	0	6	6	100	15	92	91	1	2	6	6	0

APÊNDICE 13 - Distribuição das frequências relativas dos gêneros de cistos de dinoflagelados na Padreira Poty.

Elevação (m)	*Dinogymnium*	*Yolkinigymnium lanceolatum*	*Alisogymnium*	*Cerodinium*	*Palaeocystodinium*	*Glaphyrocysta*	*Areoligera*	*Membranophoridium*	*Operculodinium*	*Impletosphaeridium*	*Spiniferites*	*Hafniasphaera*	*Hystrichosphaeridium*	*Hystrichokolpoma*	*Oligosphaeridium complex*	*Cordosphaeridium*	*Achomosphaera ramulifera*	*Hystrichosphaeridium*	*Hystrichokolpoma*	*Cordosphaeridium*	*Disphaerogena*	*Damassadinium*	*Thalassiphora pelagica*	*Fibrocysta*	*Exochosphaeridium*	*Impagidinium*	Cistos de dinoflag. Total	*% Dinogymnium*	*% Yolkinigymnium lanceolatum*	*% Alisogymnium*	*% Cerodinium*	*% Palaeocystodinium*	*% Glaphyrocysta*	*% Areoligera*	*% Membranophoridium*	*% Operculodinium*	*% Impletosphaeridium*	*% Spiniferites*	*% Hafniasphaera*	*% Achomosphaera ramulifera*	*% Hystrichosphaeridium*	*% Hystrichokolpoma*	*% Oligosphaeridium complex*	*% Cordosphaeridium*	*% Disphaerogena*	*% Damassadinium*	*% Thalassiphora pelagica*	*% Fibrocysta*	*% Exochosphaeridium*	*% Impagidinium*	Cistos de dinoflag. Total
29,5	0		0	0	0	6	0	0	41	9	4	2	3	0		4		3	0	4	0	1	1	1	1	0	77	0	0	0	0	0	7,8	0	12	53	12	5,2	2,6	0	3,9	0	0	5,2	0	1,3	1,3	1,3	1,3	0	77
28,4	0		0	0	0	2	0	0	5	1	0	0	0	0		0		0	0	0	0	0		0	0	0	8	0	0	0	0	0	25	0	13	63	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
24,9	0		0	0	0	2	0	0	6	0	1	0	2	0		0		2	0	0	0	0		0	0	1	12	0	0	0	0	0	17	0	0	50	0	8,3	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	8,3	12
19,8	0		0	2	1	3	0	0	18	0	2	1	0	0		0		0	0	0	0	0		6	2	0	35	0	0	0	5,7	2,86	8,6	0	0	51	0	5,7	2,9	0	0	0	0	0	0	0	17	5,7	0	35
18,2	0		0	1	0	8	0	0	52	1	9	2	2	2		1		2	2	1	0	1	1	13	4	7	110	0	0	0	0,9	0	7,3	0	0,9	47	0,9	8,2	1,8	0	1,8	1,8	0	0,9	0	0,9	0,9	12	3,6	6,4	110
17,3	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1		0	0	1	0	0		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	1
17,15	0		0	1	0	27	5	0	45	6	26	2	17	12	4	15		17	12	15	9	22	3	5	0	3	206	0	0	0	0,5	0	13	2,43	2,9	22	2,9	13	1	0	8,3	5,8	1,9	7,3	4,4	11	1,5	2,4	0	1,5	206
17,13	0		0	0	0	7	1	2	18	0	9	0	0	0		5		0	0	5	3	0		0	0	0	45	0	0	0	0	0	16	2,22	0	40	0	20	0	0	0	0	0	11	6,7	0	0	0	0	0	45
17,12	0		0	0	0	1	0	0	3	0	1	0	0	0		2		0	0	2	0	0		1	0	0	8	0	0	0	0	0	13	0	0	38	0	13	0	0	0	0	0	25	0	0	0	13	0	0	8
17,11	0		0	0	0	32	7	0	43	1	23	7	11	0	2	44		11	0	44	3	2	5	0	1	2	189	0	0	0	0	0	17	3,7	0,5	23	0,5	12	3,7	0	5,8	0	1,1	23	1,6	1,1	2,6	0	0,5	1,1	189
16,2	0		0	0	0	0	0	4	5	0	2	1	0	0		1		0	0	1	0	0	3	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	13	6,3	0	0	0	0	6,3	0	0	19	0	0	0	16
16	3		0	1	1	0	0	9	15	0	7	0	17	0		22		17	0	22	0	0	16	0	3	0	95	3,2	0	0	1,1	1,05	0	0	0	16	0	7,4	0	0	18	0	0	23	0	0	17	0	3,2	0	95
15,8	5	1	1	0	0	1	0	0	2	0	11	1	0	0		3	2	0	0	3	4	0		0	3	0	35	14	2,9	2,9	0	0	2,9	0	0	5,7	0	31	2,9	5,71	0	0	0	8,6	11	0	0	0	8,6	0	35
15,6	0		1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0		0		0	0	0	0	0	4	0	0	0	7	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	7
15	0		0	1	1	6	0	15	9	0	4	1	1	3		1		1	3	1	10	0	28	2	0	0	82	0	0	0	1,2	1,22	7,3	0	0	11	0	4,9	1,2	0	1,2	3,7	0	1,2	12	0	34	2,4	0	0	82
13,7	4		3	2	0	0	0	7	4	0	8	2	0	0		20		0	0	20	10	0		0	0	0	60	6,7	0	5	3,3	0	0	0	0	6,7	0	13	3,3	0	0	0	0	33	17	0	0	0	0	0	60
12,7	2		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0		8		0	0	8	0	0		0	0	0	12	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,3	8,3	0	0	0	0	67	0	0	0	0	0	0	12
11,5	3		2	0	0	0	0	0	3	1	9	3	0	0		0		0	0	0	0	0		0	0	0	21	14	0	9,5	0	0	0	0	4,8	14	4,8	43	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
9,6	7	2	3	0	0	2	0	2	12	0	17	2	0	0		4		0	0	4	9	0		0	0	0	60	12	3,3	5	0	0	3,3	0	0	20	0	28	3,3	0	0	0	0	6,7	15	0	0	0	0	0	60
7	0		0	0	0	6	0	1	1	0	0	0	1	0		3		1	0	3	0	0	1	0	0	0	13	0	0	0	0	0	46	0	0	7,7	0	0	0	0	7,7	0	0	23	0	0	7,7	0	0	0	13
6,7	1		0	0	0	3	1	0	11	0	3	1	1	2		9		1	2	9	1	0		0	0	0	33	3	0	0	0	0	9,1	3,03	0	33	0	9,1	3	0	3	6,1	0	27	3	0	0	0	0	0	33
5	0		0	0	0	1	0	0	39	1	10	0	5	0		6		5	0	6	0	0		3	0	0	65	0	0	0	0	0	1,5	0	1,5	60	1,5	15	0	0	7,7	0	0	9,2	0	0	0	4,6	0	0	65

APÊNDICE 14- Análise palinológica quantitativa na Pedreira Poty (índices de diversidade e abundância).

Elev.(m)	A.C.D	R.E.C.D	P	O.C	A.M.T	R.E.M.T	A.E.T	R.E.E.T	A.P.T	R.E.P.T	IPM	P	G	P/G	t/m
29,5	77	19	10	27	93	22	45	19	166	43	215,7895	0	77	0	0,48
28,4	8	3	0	0	8	3	7	6	15	9	150	0	8	0	0,88
24,9	12	5	9	5	22	7	28	11	55	19	163,6364	0	12	0	1,27
19,8	35	11	6	10	44	14	56	14	110	29	200	3	32	0,09	1,27
18,2	110	26	10	20	132	29	47	15	201	46	293,3333	1	109	0,01	0,36
17,3	1	1	0	0	1	1	7	4	8	5	125	0	1	0	7
17,15	206	37	1	5	212	40	10	5	227	46	900	1	205	0	0,05
17,13	45	9	0	0	45	9	0	0	45	9	0	0	45	0	0
17,12	8	5	0	0	8	5	1	1	9	6	600	0	8	0	0,13
17,11	189	28	1	0	192	30	6	4	198	34	850	0	189	0	0,03
16,2	16	8	24	0	41	10	8	5	51	16	300	0	16	0	0,2
16	95	18	16	10	117	22	16	9	143	32	344,4444	2	90	0,02	0,14
15,8	35	17	15	1	58	20	32	12	91	33	266,6667	0	28	0	0,55
15,6	7	4	3	0	10	5	0	0	11	6	0	0	6	0	0
15	82	22	3	0	85	23	1	1	86	24	2400	2	80	0,03	0,01
13,7	60	12	0	7	60	12	22	7	89	20	271,4286	2	51	0,04	0,37
12,7	12	5	15	1	27	6	2	2	30	9	400	0	10	0	0,07
11,5	21	9	0	1	21	9	14	11	36	21	181,8182	0	16	0	0,67
9,6	60	19	0	4	62	21	29	13	96	36	261,5385	0	48	0	0,47
7	13	6	1	0	14	7	2	2	16	9	450	0	13	0	0,14
6,7	33	15	0	4	34	16	15	7	54	25	328,5714	0	32	0	0,44
5	65	12	1	14	68	15	20	7	103	24	314,2857	0	65	0	0,29

APÊNDICE 15 -Análise quantitativa: parâmetros de abundância/frequência relativa (percentuais) e riqueza específica dos grupos de palinomorfos na Pedreira Poty.

Elev.(m)	A.C.D	R.E.C.D	P	O.C	A.M.T	R.E.M.T	Esporos	Polens	A.E.T	R.E.E.T	A.P.T	R.E.P.T	Marinhos	Dinoflag.	Palinof.	Ovo.Crust.	Terrestres	Esporos	Polens
29,5	77	19	10	27	93	22	18	27	45	19	166	43	56,0241	46,38554	6,024096	16,26506	27,108434	10,84337	16,26506
28,4	8	3	0	0	8	3	3	4	7	6	15	9	53,33333	53,33333	0	0	46,666667	20	26,66667
24,9	12	5	9	5	22	7	7	21	28	11	55	19	40	21,81818	16,36364	9,090909	50,909091	12,72727	38,18182
19,8	35	11	6	10	44	14	26	30	56	14	110	29	40	31,81818	5,454545	9,090909	50,909091	23,63636	27,27273
18,2	110	26	10	20	132	29	26	21	47	15	201	46	65,67164	54,72637	4,975124	9,950249	23,383085	12,93532	10,44776
17,3	1	1	0	0	1	1	3	4	7	4	8	5	12,5	12,5	0	0	87,5	37,5	50
17,15	206	37	1	5	212	40	5	5	10	5	227	46	93,39207	90,7489	0,440529	2,202643	4,4052863	2,202643	2,202643
17,13	45	9	0	0	45	9	0	0	0	0	45	9	100	100	0	0	0	0	0
17,12	8	5	0	0	8	5	0	1	1	1	9	6	88,88889	88,88889	0	0	11,111111	0	11,11111
17,11	189	28	1	0	192	30	6	0	6	4	198	34	96,9697	95,45455	0,505051	0	3,030303	3,030303	0
16,2	16	8	24	0	41	10	7	1	8	5	51	16	80,39216	31,37255	47,05882	0	15,686275	13,72549	1,960784
16	95	18	16	10	117	22	5	11	16	9	143	32	81,81818	66,43357	11,18881	6,993007	11,188811	3,496503	7,692308
15,8	35	17	15	1	58	20	22	10	32	12	91	33	63,73626	38,46154	16,48352	1,098901	35,164835	24,17582	10,98901
15,6	7	4	3	0	10	5	0	0	0	0	11	6	90,90909	63,63636	27,27273	0	0	0	0
15	82	22	3	0	85	23	0	1	1	1	86	24	98,83721	95,34884	3,488372	0	1,1627907	0	1,162791
13,7	60	12	0	7	60	12	20	2	22	7	89	20	67,41573	67,41573	0	7,865169	24,719101	22,47191	2,247191
12,7	12	5	15	1	27	6	0	2	2	2	30	9	90	40	50	3,333333	6,6666667	0	6,666667
11,5	21	9	0	1	21	9	11	3	14	11	36	21	58,33333	58,33333	0	2,777778	38,888889	30,55556	8,333333
10,6	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	100	100	0
9,6	60	19	0	4	62	21	25	4	29	13	96	36	64,58333	62,5	0	4,166667	30,208333	26,04167	4,166667
7	13	6	1	0	14	7	0	2	2	2	16	9	87,5	81,25	6,25	0	12,5	0	12,5
6,7	33	15	0	4	34	16	2	13	15	7	54	25	62,96296	61,11111	0	7,407407	27,777778	3,703704	24,07407
5	65	12	1	14	68	15	4	16	20	7	103	24	66,01942	63,1068	0,970874	13,59223	19,417476	3,883495	15,53398

APÊNDICES
(16-17)

LISTAS DAS ESPÉCIES DE PALINOMORFOS

APÊNDICE 16- LISTA DAS ESPÉCIES DE PALINOMORFOS IDENTIFICADAS NESTA TESE

CISTOS DE DINOFLAGELADOS

Dinogymnium acuminatum Evitt *et al*. 1967

Dinogymnium digitus (Deflandre) Evitt, Clarke & Verdier 1967

Dinogymnium westralium (Cookson & Eisenack) Evitt, Clarke & Verdier 1967

Dinogymnium undulosum Cookson & Eisenack 1970

Dinogymnium avellana (Lejeune-Carpentier) Evitt *et al*. 1967

Dinogymnium sp. 1

Dinogymnium sp. 2

Dinogymnium sp. 3

Amphigymnium cooksoniae (Boltenhagen) Lentin & Vozzhennikova 1990

Alisogymnium euclaense (Cookson & Eisenack)

Alisogymnium cf. *A. euclaense* (Cookson & Eisenack)

*Yolkinigymnium lanceolatum (*May) Lentin & Vozzhennikova 1990

Achomosphaera ramulifera (Deflandre) Evitt 1963

Achomosphaera ramulifera subsp. *perforata* (Davey & Williams) Lentim &Williams 1973

Achomosphaera ramulifera subsp. r*amulifera* (Davey & Williams) Lentim &Williams 1973

Achomosphaera r*amosasimilis* Fensome *et al*. 1991

Achomosphaera sp. 1

Achomosphaera sp. 2

Spiniferites ramosus subsp. *ramosus* (Ehrenherg) Davey & Williams1966

Spiniferites ramosus subsp. *reticulatus* (Davey & Williams) Lentim & Williams 1973

Spiniferites supparus Drugg 1967

Spiniferites pseudofurcatus (Klumpp) Sarjeant 1970

Spiniferites sp. 1

Spiniferites sp. 2

Hafniasphaera fluens Hansen 1977

Hafniasphaera graciosa Hansen 1977

Hafniasphaera sp. 1

Hafniasphaera sp. 2

Impagidinium dispertitum (Cookson & Eisenack) Stover & Evitt 1978

Impagidinium aff. *I.dispertitum* (Cookson & Eisenack) Stover & Evitt 1978

Cribroperidinium cf. *C. conjunctum* (Eisenack & Cookson) Helenes 1984

Cribroperidinium? pyrum (Drugg) Stover & Evitt 1978

Cordosphaeridium fibrospinosum Davey & Williams 1966a emend. Davey 1969

Cordosphaeridium inodes (Klumpp, 1953) Eisenack 1963 emend. Morgenroth 1966

Cordosphaeridium aff. *C. commune* Corradini 1973

Cordosphaeridium exilimurum Davey & Williams 1966

Cordosphaeridium robustum Gocht 1969 emend. Sarjeant 1981

Damassadinium californicum (Drugg) Wharton & Willams *et al*. 1993

Hystrichokolpoma proprium (Marheinecke) Foucher 2004

Hystrichokolpoma aff. *H.proprium* (Marheinecke) Foucher 2004

Hystrichokolpoma sp. 1

Hystrichokolpoma sp.2

Disphaerogena carposphaeropsis (Wetzel) Sarjeant 1985

Disphaerogena lemniscata (Corradini) Lentin & Williams 1989

Operculodinium israelianum (Rossignol) Wall 1967

Operculodinium centrocarpum (Deflandre & Cookson) Wall 1967

Thalassiphora pelagica (Eisenack) Benedek & Gocht 1981

Systematophora placacantha (Deflandre & Cookso) Davey et al. 1969 emend. May 1980.

Oligosphaeridium complex subsp. *complex* (White) Davey & Williams 1966

Fibrocysta axialis (Eisenack) Stover & Evitt 1978

Fibrocysta licia (Jain *et al*.) Stover & Evitt 1978

Fibrocysta klumppiae (Corradini) Stover & Evitt 1978

Amphorosphaeridium aff. *A. majus* (Lejeune-Carpentier) Davey & Williams 1969

Amphorosphaeridium sp. 1

Amphorosphaeridium sp. 2

Amphorosphaeridium spp.

Areoligera senonensis Lejeune-Carpentier 1938

Areoligera coronata (Wetzel) Lejeune-Carpentier 1938

Adnatosphaeridium buccinum Hultberg 1985

Adnatosphaeridium robustum (Morgenroth) de Coninck 1975; p.47-48.

Glaphyrocysta espiritosantensis (Regali *et al*.) Arai 2004

Glaphyrocysta divaricata (Williams & Downie) Stover & Evitt 1978

Glaphyrocysta castelcasiense subsp. *promimentum* (Marheinecke) Michoux & Soncini 2004

Glaphyrocysta semitecta (Bujak in Bujak *et al*., 1980)

Glaphyrocysta assamica (Jain *et al*.) Jain 1982

Glaphyrocysta retiintexta (Deflandre & Cookson, 1955) Stover & Evitt, 1978

Glaphyrocysta sp. 1

Glaphyrocysta sp. 2

Membranophoridium aspinatum Gerlach 1961

Membranophoridium sp. 1

Exochosphaeridium bifidum (Clarke & Vedier) Clarke *et al*. 1968

Exochosphaeridium sp. 1

Exochosphaeridium sp. 2

Exochosphaeridium sp. 3

Exochosphaeridium sp. 4

Impletosphaeridium sp. 1

? Impletosphaeridium spp

Alisocysta circumtabulata (Drugg) Stover & Evitt 1978

Hystrichosphaeridium sp. 1

Hystrichosphaeridium sp. 2

Hystrichosphaeridium sp. 3

Hystrichosphaeridium spp

Cerodinium diebelii (Alberti) Lentim & Williams 1987

Cerodinium striatum (Drugg) Lentin and Williams 1987

Cerodinium sp. 1

Cerodinium sp. 2

? Manumiella cretacea (Cookson) Bujak & Davies 1983

Palaeocystodinium lidiae (Górka) Davey 1969

Palaeocystodinium? hyperxanthum (Vozzhennikova) Vozzhennikova 1967

Palaeocystodinium golzowense Alberti 1961

Palaeocystodinium cf. *P. australinum* (Cookson) Lentin & Williams 1976

Palaeocystodinium bulliforme Ionnides 1986

Andalusiella mauthei Riegel 1974 emend. Riegel & Sarjeant 1982

Andalusiella gabonensis (Stover & Evitt) Wrenn & Hart 1988

Andalusiella sp. 1

Phelodinium tricuspe (Wetzel) Stover and Evitt 1978

MIÓSPOROS

Gabonisporis vigourouxii Boltenhagen 1967

Gabonisporis Boltenhagen 1967

Ariadnaesporites spinosus Hills 1967

Zlivisporis blanensis Pacltova 1961

Lycopodiumsporites novomexicanum Drugg 1967

Aquilapollenites magnus Regali, Uesugui e & Santos 1974

Callialasporites sp. cf. *Perotrilites* sp. sensu Herngreen 1975

Crassitriapertites vanderhammeni Herngreen 1972

Crassitriapertites uesugui Herngreen 1972

Crassitricolporites brasiliensis Herngreen 1972

Lycopodiumsporites sp.

Ariadnaesporites spp.

Ariadnaesporites sp.

Esporo trilete reticulado

Esporo trilete laevigado

Esporo trilete microrreticulado

Esporo trilete gemado

Esporo trilete espinhoso

Esporo trilete puncturado

Esporo trilete estriado

Esporo trilete com perispório

Esporo trilete puncturado

Esporo trilete granuloso

Esporo trilete foveolado-reticulado

Esproro trilete reticulado-gemado

Esporo tilete cicatrizado-reticulado

Perotriletes sp. 1

Perotriletes sp. 2

Esporo trilete baculado

Esporo trilete verrugoso

Esporo trilete foveolado

Esporo trilete rugulado 1

Cicatricosisporites sp. 1

Cicatricosisporites sp. 2

Cicatricosisporites spp.

Grão de pólen reticulado

Grão de pólen psilado

Grão de pólen monocolpado

Grão de pólen moconolpado-reticulado

Grão de pólen monocolpado-clavado

Grão de pólen monocolpado-foveolado

Grão de pólen monocolpado-verrugoso

Grão de pólen inaperturado

Grão de pólen inaperturado-reticulado

Grão de pólen inaperturado-verrugoso

Grão de pólen inaperturado-rugulado

Grão de pólen inaperturado-foveolado

Grão de pólen inaperturado-psilado

Grão de pólen inaperturado com envoltório

Grão de pólen inaperturado-espinhoso

Grão de pólen inaperturado-granuloso

Grçao de pólen tricolpado-reticulado

Grão de pólen tricolpado- verrugoso

Grão de pólen tricolpado-baculado

Grão de pólen tricolpado-clavado

Grão de pólen triporado

Grão de pólen triporado-psilado

Grão de pólen tricolporado

Grão de pólen tricolporado-baculado

Grão de pólen tricolporado-reticulado

Grão de pólen pluriaperturado

Sincolpado sp.

Equisetosporites sp. 1

Equisetosporites sp. 2

Gnetaceapollenites spp.

Gnetaceapollenites sp. 1

Gnetaceapollenites sp. 2

Gnetaceapollenites sp. 3

Estefanoporado sp.

Araucariacites sp.

Araucariacites australis

Grão de pólen bissacado

Grão de pólen tricolporado-reticulado

Crassitriapertites sp.

Crassitriapertites spp.

Callialasporites spp.

Callialasporites sp. 1

Callialasporites sp. 2

Grão de pólen verrugoso

Proxapertites operculatus Van der Hammen 1956

Echitricolpites communis Regali *et al*., 1974

Longapertites proxapertitoides Van der Hammen & Garcia de Mutis 1966

Proxapertites sp.

APÊNDICE 17 - LISTA DOS PALINOMORFOS CITADOS NAS INTERPRETAÇÕES PALINOESTRATIGRÁFICAS

CISTOS DE DINOFLAGELADOS

Manumiella seelandica (Lange) Bujak & Davies 1983

Odontochitina costata Alberti 1961 emend. Clarke & Verdier 1967

Cribroperidinium cf. wetzelii (Lejeune-Carpentier) Helenes, 1984; emend. Lejeune-Carpentier 1946, Lejeune-Carpentier & Sarjeant 1981

Xenascus ceratioides (Deflandre) Lentin & Williams 1973

Apectodinium homomorphum (Deflandre & Cookson) Harland 1979

Phelodinium magnificum (Stanley) Stover & Evitt, 1978

MIÓSPOROS

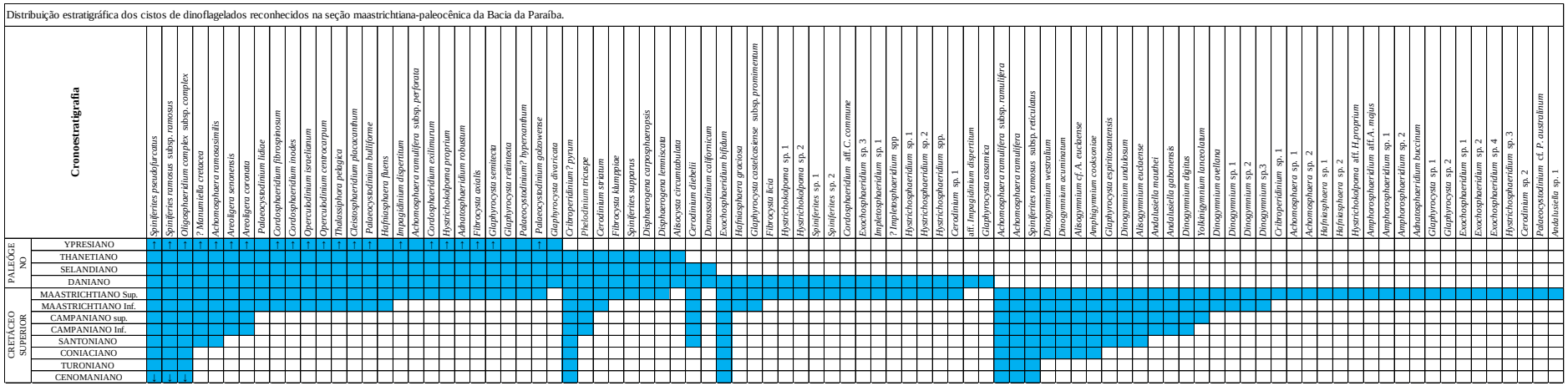
Proteacidites longispinosus Jardiné & Magloire 1965

Tricornites elongatus Regali, Uesugui & Santos 1974

*Tricesticillu*s sp. Stough, 1968

APÊNDICE
(18)

DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DAS ESPÉCIES DE CISTOS DE DINOFLAGELADOS CONFORME A LITERATURA INTERNACIONAL

APÊNDICE 18 – TABELA DE DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS CISTOS DE DINOFLAGELADOS.

Distribuição estratigráfica dos cistos de dinoflagelados reconhecidos na seção maastrichtiana-paleocênica da Bacia da Paraíba.