



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 476

**PALINOLOGIA DA FORMAÇÃO PIRABAS, NOS MUNICÍPIOS
DE PRIMAVERA E SALINÓPOLIS, NORDESTE DO ESTADO
DO PARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada por:

CARLA BATISTA DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. José Tasso Felix Guimarães (ITV)

**BELÉM
2016**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Batista da Silva, Carla, 1986-
Palinologia da Formação Pirabas, nos municípios de
Primavera e Salinópolis, nordeste do estado do Pará,
Brasil / Carla Batista da Silva. - 2015.

Orientador: José Tasso Felix Guimarães.
Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal do Pará, Instituto de Geociências,
Programa de Pós-Graduação em Geologia e
Geoquímica, Belém, 2015.

1. Palinologia - Pará, Nordeste. 2.
Formações (Geologia) - Pará, Nordeste. 3.
Geologia estratigráfica - Oligoceno. 4. Geologia
estratigráfica - Mioceno. I. Título.

CDD 22. ed. 571.84520981



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**PALINOLOGIA DA FORMAÇÃO PIRABAS, NOS MUNICÍPIOS
DE PRIMAVERA E SALINÓPOLIS, NORDESTE DO ESTADO
DO PARÁ, BRASIL**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR
CARLA BATISTA DA SILVA

**Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOLOGIA.**

Data de Aprovação: 30 / 04 / 2016

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Tasso Felix Guimarães – Orientador
Doutor em Geologia (Geologia marinha/sedimentologia) - ITV

Prof.^a Dr.^a Maria Judite Garcia – Membro
Doutora em Geociências (Geologia Sedimentar) – USP

Prof. Dr. Orangel Antonio Aguilera Socorro – Membro
Doutor em Ciências (Zoologia) – UFF

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) pela infraestrutura utilizada na realização deste trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Laboratório de Sedimentologia (GSED) do Instituto de Geociências pelo espaço que tornou possível a preparação química das amostras.

Ao Instituto Tecnológico Vale (ITV), pela estrutura disponível para análise e descrição das amostras.

Ao meu Orientador Prof^o Dr. Tasso Guimarães, sempre disponível e prestativo para me guiar no desenvolvimento do trabalho. Obrigada!

RESUMO

Durante a transição Paleogeno - Neógeno, a costa amazônica (Brasil) apresentava taxas muito baixas de sedimentação e influxo de sedimentos siliciclásticos supridos por uma antiga bacia hidrográfica, que permitiu formação de extenso e espesso depósito carbonático. Com o desenvolvimento do leque do Rio Amazonas no Mioceno superior, estes depósitos podem ter representado o último estágio de sedimentação carbonática em ambientes transicionais do litoral amazônico. A integração de dados de fácies e análise palinológica de um furo de sondagem de Primavera/PA (FPPR-160) juntamente com a reavaliação da sistemática palinológica de Cunha (2013) de um afloramento da praia do Atalaia em Salinópolis/PA, permitiu a identificação de uma laguna conectada à uma plataforma marinha rasa depositada entre o Oligoceno superior e Mioceno inferior. A ocorrência de *Retibrevitricolporites grandis* no testemunho FPR – 160, em amostras retiradas da base do testemunho, logo acima de rochas cristalinas do embasamento, atribuiu uma idade máxima de Oligoceno superior para então a base da Formação Pirabas. A presença das espécies *Retitrescolpites irregularis*, *Psilatricolporites crassoexinatus* e *Retibrevitricolporites grandis* somado à ausência da espécie *Zonocostites ramonae* e *Deltoidospora adriennis*, pode indicar que houve considerável influência continental sobre os depósitos ou ocorrência de um ambiente marinho com áreas de mangue restritas. A ocorrência de *Mauritiidites franciscoi*, *P. crassoexinatus*, *R. irregularis*, *Malvacipolloides maristellae* e *Z. ramonae* no perfil estratigráfico feito na praia do Atalaia (Salinópolis/PA), sugere idade de Mioceno inferior para o topo desta unidade, interpretado como um paleoambiente lagunar bordejado por vegetação de manguezal.

Palavras-chave: Palinologia. Formação Pirabas. Oligoceno superior. Mioceno inferior. Salinópolis-PA. Primavera-PA. Pará.

ABSTRACT

During the Paleogene - Neogene transition, the Amazon coast (Brazil) presented very low rates of sedimentation and influx of siliciclastic sediments supplied by an ancient river basin, which allowed the formation of extensive and thick carbonate deposit. According to the development of Amazon fan in the upper Miocene, these deposits may have represented the last stage of carbonate sedimentation in transitional environments of the Amazon coast. The integration of facies and pollen analysis of a drill hole from Primavera/PA (FPR-160 core) and reassessment of pollen systematic of Cunha (2013) from an outcrop in Salinópolis/PA, allowed the identification of a lagoon connected to a shallow marine platform formed between the upper Oligocene and lower Miocene. The occurrence of *Retibrevitricolporites grandis* in FPR-160 core in the basal portion of the core, which is just above the crystalline basement rocks, provided a maximum age restricted to the upper Oligocene for the base of the formation Pirabas. The presence of *Retitrescolpites irregularis*, *Psilatricolporites crassoexinatus* and *Retibrevitricolporites grandis* together with the absence of *Zonocostites ramonae* and *Deltoidospora adriennis* may indicate that there was considerable continental influence on the deposits or occurrence of a marine environment with restricted mangrove areas. The occurrence of *Mauritiidites franciscoi*, *P. crassoexinatus*, *R. irregularis*, *Malvacipolloides maristellae* and *Zonocostites ramonae* in the outcrop in Salinópolis/PA, suggests lower Miocene age to the top of this unit, interpreted as a lagoon bordered palaeoenvironment by mangrove vegetation.

Keywords: Palynology. Pirabas Formation. Upper Oligocene. Lower Miocene. Salinópolis-PA. Primavera-PA. Pará.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Perfis Litoestratigráficos utilizados nos estudos. Perfil A proveniente da Mina de calcário da Empresa Votorantim, localizada no Município de Primavera/PA. Perfil B proveniente da praia do Atalaia, localizada no Município de Salinópolis/PA6
- Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo7
- Figura 3 - Mapa do contexto tectônico regional da região estudada9
- Figura 4 - Coluna Cronolitoestratigráfica dos depósitos miocênicos da Plataforma Bragantina. Destaque na cor azul para a Formação Pirabas10
- Figura 5 - Perfil e Diagrama polínico do Testemunho de Sondagem FPR-160 mostrando a percentagem (%) das espécies encontradas15
- Figura 6 - Perfil e Diagrama polínico do Afloramento ATL da praia do Atalaia mostrando percentagem (%) das espécies encontradas16
- Figura 7 - Análise estatística do Testemunho de Sondagem FPR-160 mostrando a tendência de formação de 4 grupos de co-ocorrência das espécies encontradas18
- Figura 8 - Análise estatística do Afloramento ATL da praia do Atalaia mostrando a tendência de formação de 4 grupos de co-ocorrência das espécies encontradas19
- Figura 9 - Distribuição temporal das espécies encontradas baseado na distribuição temporal proposta em Jaramillo *et al.* (2001) juntamente com espécies encontradas na Formação Pirabas por Leite *et al.* (1997a, b) e Antonioli *et al.* (2015).....20
- Figura 10 - Palinomorfos da Formação Pirabas. 1, *Polypodiisporites* sp. 01; 2, *Polypodiisporites* sp. 02; 3-4, *Polypodiisporites usmensis*; 5, *Deltoidospora adriennis*; 6-7, *Deltoidospora* sp. 01; 8-9, *Polypodiaceoisporites tumulatus*; 10-11, *Polypodiaceoisporites* sp. 01; 12, *Arecipites* sp. 01; 13, *Arecipites* sp. 02; 14, *Arecipites* sp. 03; 15, *Mauritiidites franciscoi* var. *minutes*; 16, *Monoporopollenites annulatus*; 17, *Monoporopollenites* sp. 01; 18, *Retitricolpites* sp. 01; 19, *Striatopollis semistriatus*; 20, *Striatopollis* sp. 01; 21, *Tricolpites* sp. 01; 22, *Malvacipolloides maristellae*38
- Figura 11 - Palinomorfos da Formação Pirabas. 1-2, *Psilatricolporites crassoexinatus*; 3, *Psilatricolporites* sp. 01; 4, *Psilatricolporites* sp. 02; 5, *Psilatricolporites* sp. 03; 6-11, *Retibrevitricolporites grandis*; 12, *Retibrevitricolporites* sp. 01; 13-14, *Retibrevitricolporites* sp. 02; 15, *Retitrescolpites ? irregularis*; 16, *Retitricolporites medius*; 17, *Retitricolporites* sp. 01; 18, *Retitricolporites* sp. 02; 19, *Retitricolporites* sp. 03; 20-21, *Retitricolporites* sp. 04; 22, *Retitricolporites* sp. 05; 23, *Retitricolporites* sp. 06; 24, *Retitricolporites* sp. 07; 25, *Zonocostites ramonae*; 26, *Zonocostites minor*; 27, *Proteacidites isopogiformis*; 28, *Psilasyncolporites* sp. 01; 29, *Heterocolpites* sp. 01.....39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela demonstrativa das principais datações estabelecidas para o gênero <i>Orthaulax</i>	12
Tabela 2 - Palinomorfos de Cunha (2013) e Palinomorfos do presente trabalho juntamente com reavaliação da sistemática de Cunha (2013)	14

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vii
LISTA DE TABELAS	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
3 MATERIAIS E MÉTODOS	5
3.1 AMOSTRAGEM E PALINOLOGIA.....	5
4 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	7
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
5.1 GEOLOGIA REGIONAL.....	8
5.2 GEOLOGIA LOCAL – FORMAÇÃO PIRABAS	9
6 RESULTADOS	13
6.1 COMPOSIÇÃO PALINOLÓGICA.....	13
6.2 CRONOESTRATIGRAFIA	17
6.3 SISTEMÁTICA PALINOLÓGICA	21
6.3.1 Pteridófitas (Smith <i>et al.</i> 2006).....	21
6.3.2 Angiospermas (Lindley 1830).....	24
7 INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL E PALINOFLORÍSTICA	40
8 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICES	54
APÊNDICE A - TABELA DE CONTAGEM DOS PALINOMORFOS DA FORMAÇÃO PIRABAS	55

1 INTRODUÇÃO

Durante a transição Paleogeno - Neógeno, a costa Norte do Brasil na região da Amazônia ocidental apresentava taxas muito baixas de sedimentação e baixo influxo de sedimentos siliciclásticos supridos por uma antiga bacia hidrográfica, que permitiu a formação de um extenso e espesso depósito carbonático (Figueiredo *et al.* 2009, Aguilera *et al.* 2013). Com o desenvolvimento do leque do Rio Amazonas no Mioceno superior, estes depósitos têm sido considerados como o último estágio de desenvolvimento de plataforma carbonática de origem biogênica em ambientes transicionais do litoral amazônico (Brandão & Feijó 1994, Figueiredo *et al.* 2009).

A Formação Pirabas foi principalmente estudada com base em estudos de Paleoestratigrafia por Rossetti *et al.* (1989, 1990), Goés *et al.* (1990), Rossetti e Góes (2004), Ramos *et al.* (2004) e Távora *et al.* (2004), que sugeriram a ocorrência de plataformas carbonáticas, lagunas costeiras e estuários. Maury (1925), Ferreira (1967), Fernandes (1988), Fernandes e Távora (1990) e Távora e Fernandes (1999) identificaram fósseis guias do gênero *Globigerinoides* Cushman, 1927 que conjuntamente à identificação do gastrópode *Orthaulax pugnax* (Heilprin) Dall (Ferreira 1967, Távora *et al.* 2004) permitiram a definição dos limites temporais desta formação do Oligoceno Superior ao Mioceno inferior. Dall (1915), em seus estudos sobre a fauna da zona *O. pugnax* em Tampa, Flórida, utiliza este fóssil como um dos marcadores para o Oligoceno superior.

Baseados na palinoflora e palinoestratigrafia da Formação Pirabas, Leite *et al.* (1997a, b) identificaram a presença de vegetação de mangue com base em porcentagens relativamente altas de *Zonocostites ramonae* (Germeraad *et al.* 1968). Adicionalmente, a ocorrência de *Crototricolpites annemariae* (Leidelmeyer 1966), *Crototricolpites americanus* (?), *Echitricolporites maristellae* (Muller *et al.* 1987), *Polypodiaceoisporites potonieii* (Kedves 1961), *Psilastephanoporites tesseroporus* (Regali *et al.* 1974), seguido pela ausência de *Crassoretitriteles vanraadshoovenii* (Germeraad *et al.* 1968), corresponde a zona concorrente *Psiladiporites-Crototricolpites* de (Hoorn 1993), intervalo do Mioceno inferior-médio.

Leite (2004), apresenta em seu trabalho a sistemática completa não apresentada em Leite *et al.* (1997b). Estes estudos sustentam a presença da espécie *C. annemariae* como um biomarcador para a idade Mioceno médio, porém os limites temporais desta espécie são maiores, vão desde o Eoceno inferior até o Mioceno médio (Jaramillo *et al.* 2011). Além disso, o morfotipo descrito por Leite (2004) é dito como inaperturado, que não pode ser relacionado com o gênero *Crototricolpites*. Assim, possivelmente esta espécie está associada

com o gênero *Crotonoidaepollenites* (Rao & Ramanujam 1982), que acomoda grãos inaperturados com padrão crotono (Jansonius & Hills 1976). *C. americanus* (?) não é um nome válido. *E. maristellae* pertencia ao gênero *Echitricolporites* van der Hammen 1956a, porém isto foi invalidado por Silva-Caminha *et al.* (2010). Adicionalmente, sua ocorrência se estende até o Pleistoceno superior (Jaramillo *et al.* 2011). *P. potonieii* ocorre desde o Cretáceo Superior até o Pleistoceno (Muller *et al.* 1987) e *P. tesseroporus* pode ser observado no Mioceno médio ao superior (Jaramillo *et al.* 2011).

Além disso, a baixa resolução da amostragem também pode dificultar o desenvolvimento de estudo de diversidade palinoflorística e correlação com outras formações temporalmente correlatas na costa Sul Americana. Desta forma, a utilização destas espécies como biomarcadores temporais e ausência de um tratamento bioestratigráfico quantitativo nestes dados, pode ter comprometido a datação relativa da Formação Pirabas.

Antonioli *et al.* (2015), descrevem a ocorrência das espécies *Malvacipolloides maristellae* (Muller *et al.* 1987) Silva-Caminha *et al.* (2010), *C. annemariae*, *Z. ramonae*, *Pachydermites diderixii* Germeraad *et al.* (1968) e *Lanagiopollis crassa* van der Hammen e Wymstra (1964), atribuindo idade do Mioceno inferior para a unidade. Entretanto, segundo Jaramillo (2011), o intervalo temporal destas espécies abrange um intervalo maior, que pode alcançar o Mioceno médio, devido à ocorrência de *C. annemariae*.

Estes autores atribuem a ausência das espécies-guia *Grimsdalea magnaclavata* Germeraad *et al.* (1968), *Fenestrites spinosus* (van der Hammen ex Germeraad *et al.* 1968), *Echitricolporites spinosus*, e *Crassoretitriletes vanraadshovenii* como um dos fatores bioestratigráficos para definição da idade. Contudo, pequena resolução de amostragem, em um total de 15 amostras somente 04 produtivas para estudos palinológicos, sendo 02 delas concreções carbonáticas pode implicar diretamente na variedade de espécies encontradas, o que por sua vez pode mascarar o real conteúdo palinológico representativo da unidade e dificultar o desenvolvimento de estudo de diversidade palinoflorística, correlação com outras formações temporalmente correlatas e até a datação relativa.

A partir de dados de feições diagenéticas, estes autores sugerem que a formação das concreções carbonáticas passou por alguns estágios sequenciais tais como: dissolução, recristalização, fosfatização, silicificação e compressão. Contudo, segundo Traverse (2007), durante a formação dos depósitos sedimentares, fatores sin- e pós-deposicionais podem contribuir para a degradação da esporopolenina, dentre eles estão o processo de recristalização dos minerais presentes nos sedimentos. A partir do estudo em dezenas de amostras dolomíticas este autor tem observado que estes tipos de amostras na maioria das vezes não

contêm palinóforos, muito provavelmente devido tratar-se de um ambiente de formação de natureza alcalina. Além disso, o autor não generaliza escassez de palinóforos às rochas carbonáticas, pelo contrário, ressalta a existência de trabalhos (Blome & Albert 1985) com excelentes resultados com estudos de palinóforos muito bem preservados nestes tipos de rochas. Assim, ele conclui que o que torna rochas carbonáticas por vezes estéreis para este tipo de abordagem, seria o processo de conversão (recristalização) de Carbonato (CaCO_3) para Dolomita (CaMgCO_3) que destrói os palinóforos. Além disso, a ausência de espécies-guia deveria ser utilizada somente em seções verticalmente contínuas, com amostragens realizadas em alta resolução e grande percentual de amostras produtivas.

2 OBJETIVOS

Este trabalho visa contribuir com novos dados palinológicos da Formação Pirabas incluindo sistemática de grãos de pólen e esporos, definição da idade relativa e interpretação paleoecológica e diversidade palinoflorística da plataforma carbonática Amazônica Ocidental (Norte do Brasil), durante o Neógeno.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 AMOSTRAGEM E PALINOLOGIA

Em um primeiro momento o estudo foi feito a partir da análise palinológica de dezesseis amostras de margas levemente laminadas e calcários finos cinza, por vezes fossilíferos, provenientes dos furos de sondagem FPR-160 (Figura 1, perfil A) e FPR-192 (Furo estéril para palinologia), com 45 m de espessura, cedidos pela empresa Votorantim procedentes do Município de Primavera-PA (nordeste do Estado do Pará; Coord. E: 266655.608 e Coord. N: 9895148.872). Das 16 amostras, apenas sete foram produtivas para análise palinológica, e todas do Furo-160.

As amostras dos furos de sondagens foram tratadas segundo os métodos propostos por Uesugui (1979), onde cerca de 20g foram submetidas aos ácidos clorídrico, para a remoção da porção carbonática do material, fluorídrico, para a remoção de material siliciclástico, e por último tratadas à base de peróxido de hidrogênio (10%), para remoção da matéria orgânica. O resíduo final foi montado em lâminas com Entelan.

Em um segundo momento foi feita a reavaliação e compilação dos dados palinológicos contidos no Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “Palinologia e Paleobotânica da Formação Pirabas, Praia do Atalaia, Salinópolis - Pará” de Cunha (2013), utilizados na análise palinológica da Formação Pirabas (Figura 1, perfil B), para um total de 08 amostras produtivas.

Manuais de morfologia e terminologia palinológica foram consultados (Travesse 2008, Hesse *et al.* 2008). Os palinomorfos foram descritos utilizando terminologias propostas por Punt *et al.* (2007), e classificados pelo sistema de Iversen e Troels-Smith (1950) e então comparados com grãos de pólen, esporos e palinozonas já estudadas e descritas na América do Sul (van der Hammen 1956a, b, van der Hammen & Wijmstra 1964, Gemeraad *et al.* 1968, Dueñas 1980, Lorente 1986, Muller *et al.* 1987, Hoorn 1993, 1994a, b, Jaramillo & Dilcher 2001, Silva-Caminha *et al.* 2010, Aguilera & Aguilera 2003, Nogueira *et al.* 2003, Guimarães *et al.* 2015).

Os dados foram representados em diagramas polínicos em valores percentuais com o auxílio dos softwares *Tilia* e *Tilia Graph*, juntamente com a utilização da técnica de bioestratigrafia estatística proposta por Edwards (1982) para estimar a idade da Formação Pirabas.

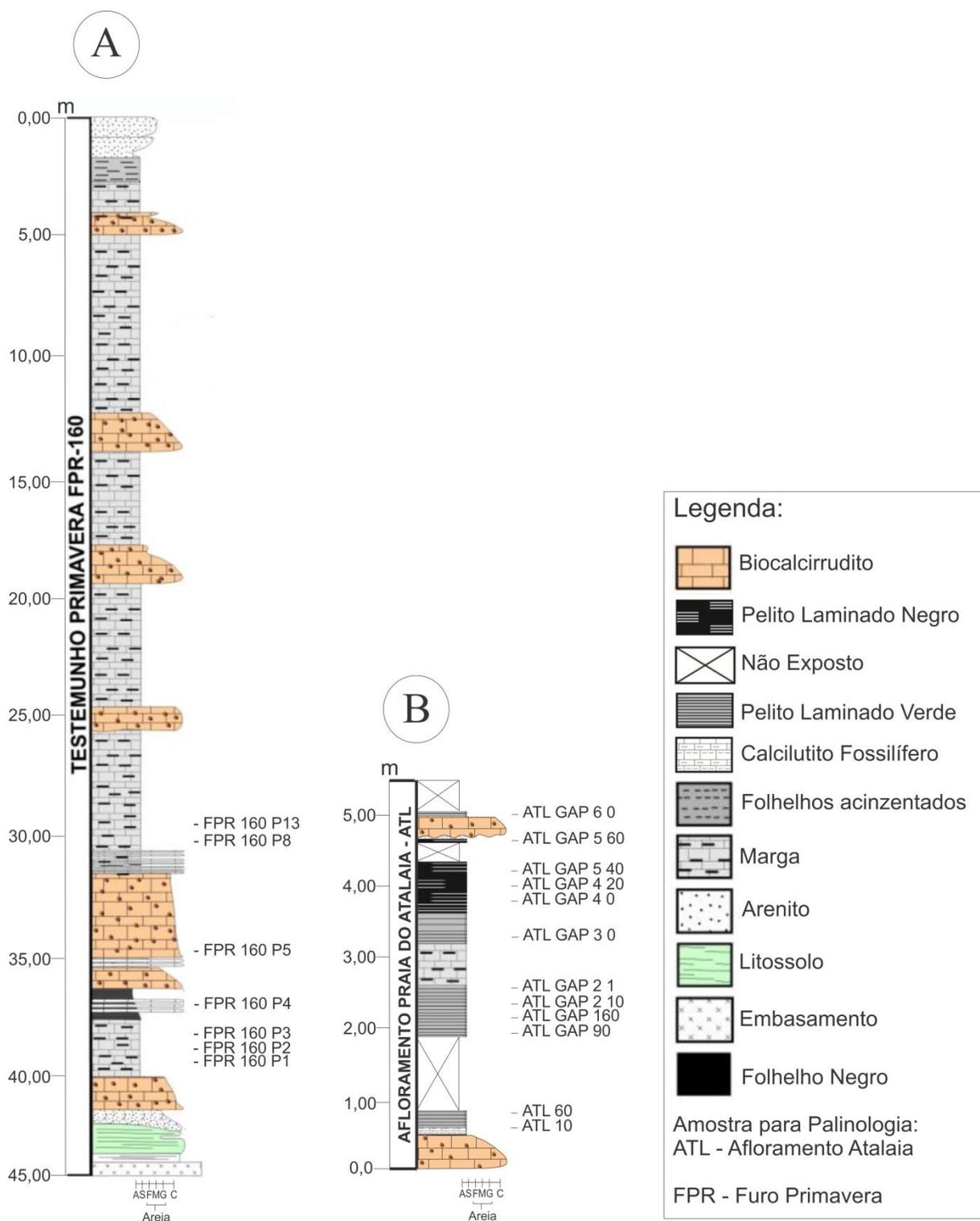


Figura 1 – Seções Litoestratigráficas utilizados nos estudos. Perfil A proveniente da Mina de calcário da Empresa Votorantim, localizada no Município de Primavera/PA. Perfil B proveniente da praia do Atalaia, localizada no Município de Salinópolis/PA.

Fonte: Perfil A (Nogueira 2015) e Perfil B (Modificado de Cunha 2013).

4 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

As áreas estudadas localizam-se nos Municípios de Primavera e Salinópolis, ambos no Nordeste do Estado do Pará, Brasil. Fazem parte da carta Salinópolis (SA-23-V-A-V; esc. 1:100.000). A chegada até o Município de Primavera pode ser feita por via terrestre saindo de Belém (capital do Estado) pela rodovia BR-316 até o Município de Capanema, onde então se segue pela rodovia PA-124 e depois pela rodovia PA-446 até o Município de Primavera. Enquanto que para o Município de Salinópolis deve-se seguir pela PA-124, trajetos indicados na Figura 2.

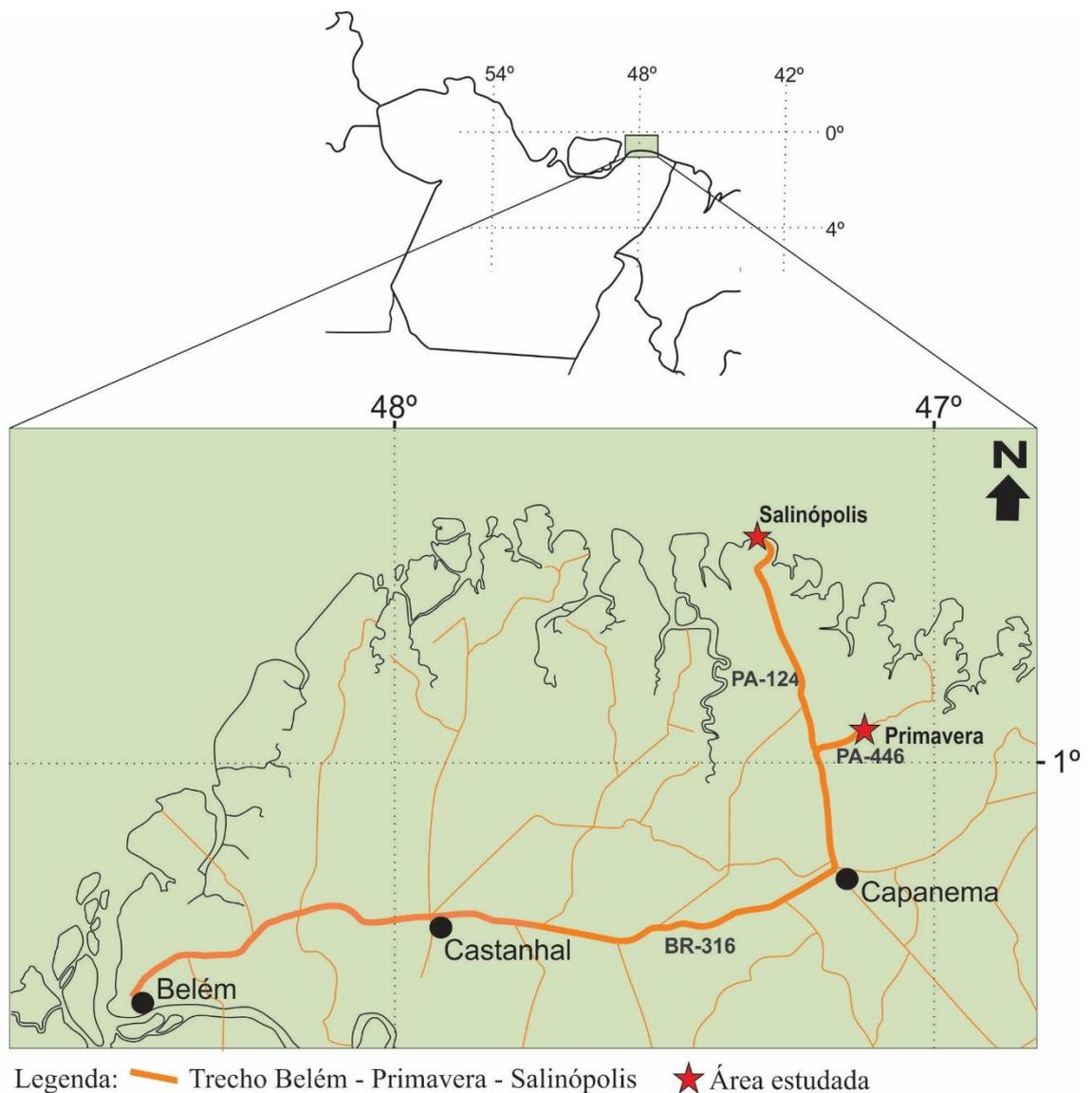


Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 GEOLOGIA REGIONAL

A margem Atlântica Equatorial da América do Sul formou-se a partir de três estágios de rifteamento relacionados à desagregação do grande continente Pangea, que deram origem às bacias sedimentares localizadas ao longo da região norte do Brasil, desenvolvidas desde o Neotriássico até o Eocretáceo (Albiano).

A gênese destas bacias se iniciaram após o fim da interação existente entre as placas da América do Sul e da África, onde foi implantado um regime tectônico intraplaca marcado por evento estrutural transcorrente (E-W) acompanhado por falhamentos normais (NW-SE). A atuação combinada entre estes dois processos estruturais resultou na formação de um sistema de grábens, semigrábens e bacias sedimentares da margem atlântica equatorial (Figura 3).

A primeira fase distensiva no Neotriássico, resultou na formação da Bacia da Foz do Amazonas. A segunda fase distensiva, no Berriasiano, formou a Bacia do Marajó, uma nova fase de rifteamento desenvolveu-se na Bacia da Foz do Amazonas no Valanginiano, e formaram-se as Bacias de Bragança-Viseu, São Luís, Ilha Nova e Barreirinhas no Aptiano. A terceira fase envolveu as bacias de Barreirinhas, Pará-Maranhão e formou um novo rifteamento na Bacia da Foz do Amazonas entre o Aptiano e o Albiano evoluindo para fragmentação continental (Soares Júnior 2007).

A sedimentação da Formação Pirabas ocorreu durante o desenvolvimento deste contexto tectônico de margem distensiva, caracterizada pela deposição de sedimentos carbonáticos desenvolvidos em cima e ao longo do sistema de grábens e plataformas, durante o surgimento do oceano Atlântico. Esta unidade encontra-se inserida na Plataforma Bragantina, nordeste do Pará (Figura 3).

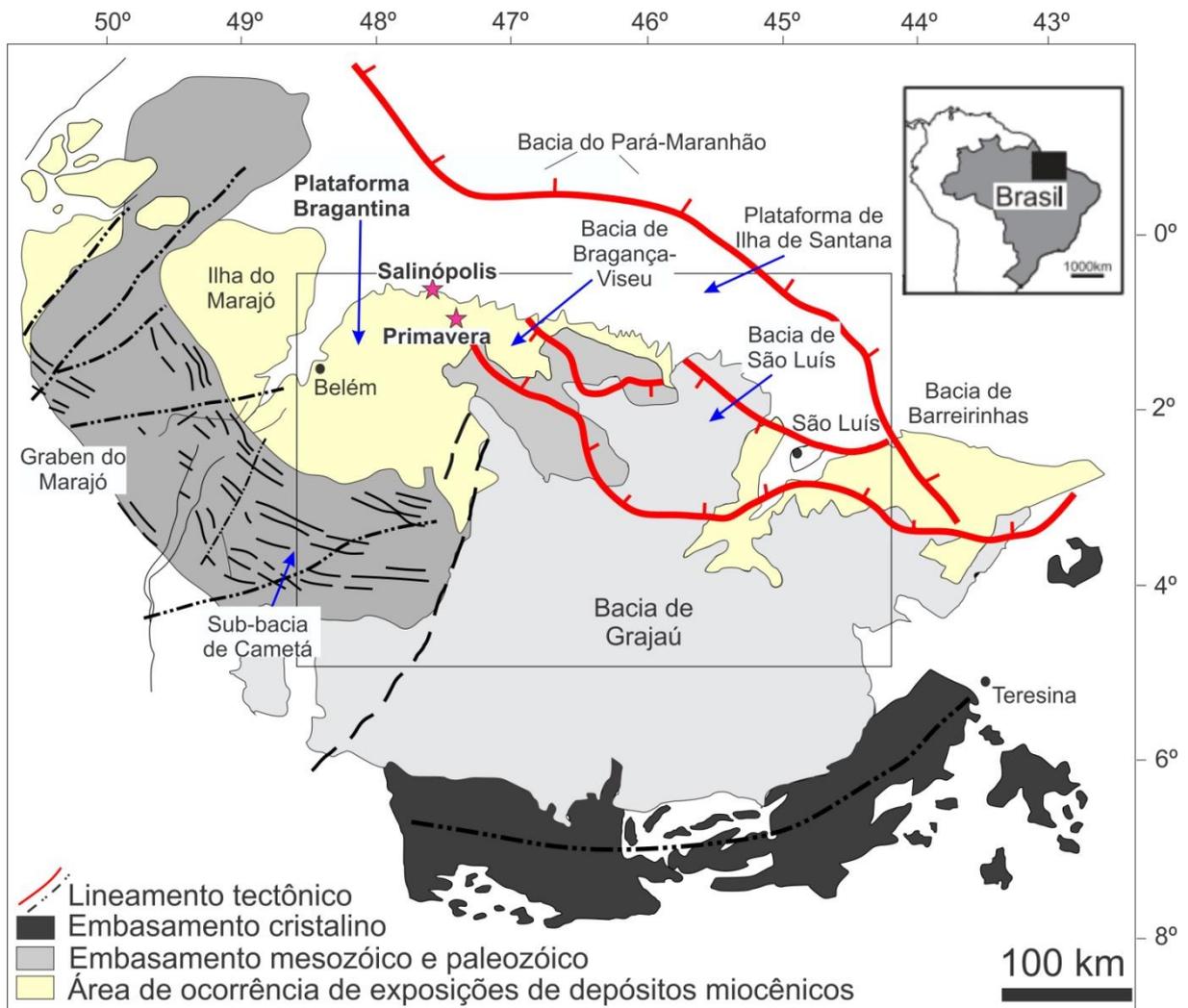


Figura 3 - Mapa do contexto tectônico regional da região estudada.
 Fonte: Modificado de Soares Junior *et al.* (2008) e Rosseti (2006).

5.2 GEOLOGIA LOCAL – FORMAÇÃO PIRABAS

Os achados iniciais de depósitos da Formação Pirabas registrados na literatura foram na Ilha de Fortaleza, nordeste do Pará (Ferreira Penna 1876, Derby 1877, White 1887, Katzer 1933), enquanto que descrições geológicas e coleta de amostras destes calcários foram primeiramente realizadas por Kraatz-Koschlau e Huber (1900). Posteriormente em 1925, Maury propôs o nome da unidade, e suas pesquisas representaram para a comunidade científica os primeiros passos para trabalhos paleontológicos futuros desta unidade (Figura 4).

Segundo esta autora, a Formação Pirabas ocorre de maneira descontínua nos estados do Pará, Maranhão e Piauí. Neste trabalho foi descrita detalhadamente a paleofauna dos calcários aflorantes na foz do Rio Pirabas e proposta a idade Mioceno inferior, bem como a correlação destes com unidades litoestratigráficas do Caribe.

O padrão deposicional da Formação Pirabas é constituído de uma superposição de fácies de plataforma aberta associados à ilhas-barreiras passando gradativamente para depósitos flúvio-estuarinos da Formação Barreiras num padrão geral progradacional (Góes *et al.* 1990). Estes autores também reconheceram um sistema deposicional relacionado a vales estuarinos incisos influenciados por maré. Estes vales incisos são caracterizados por litologias com gradações laterais e verticais, geneticamente relacionadas a delta de maré, baía/laguna estuarina, planície de maré e mangue (Rossetti & Góes 2004).

IDADE	SEQUÊNCIA DEPOSICIONAL	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	DESCRIÇÃO	PROFUNDIDADE (m)
PLIO- PLEISTOCENO	C	Pós-Barreiras	Arenito de coloração amarelada, bem selecionado de granulação fina, maciço.	5
MIOCENO	SUPERIOR	Inconformidade 3 (solo laterítico)		
		B	Barreiras Fm. médio/superior	Argilito de coloração variegada com acamamento plano-paralelo, lenticular e wavy-flaser; arenito maciço com estratificação cruzada, com superfície de reativação apresentando mud couplet na superfície, atribuído à ciclos de maré.
	INFERIOR	A	Barreiras Fm. Inferior Pirabas Fm.	Carbonato terrígeno, argilito carbonático negro e calcário amarelado interdigitado com arenito e argilitos de colorações variegadas apresentando acamamento plano-paralelo, lenticular, wavy-flaser, bem como estratificação cruzada, superfícies de reativação e mud drapes associados à ciclos de maré.
OLIGOCENO SUPERIOR		Inconformidade 1 (solo laterítico/bauxítico)		
CRETÁCEO		Grupo Itapecuru		

Figura 4 - Coluna Cronolitoestratigráfica dos depósitos miocênicos da Plataforma Bragantina. Destaque na cor azul para a Formação Pirabas.
Fonte: Rossetti (2001).

Estes depósitos também possuem um abundante e diverso conteúdo fóssilífero dos principais filos animais. Ferreira (1966, 1980, 1982, 1977), Ferreira e Cassab (1985) e Ferreira e Francisco (1988), propuseram para a Formação Pirabas três fácies ecológicas dispostas em um empilhamento da base para o topo na seguinte ordem. A fácies Castelo, interpretada como um paleoambiente de mar aberto, a fácies Baunilha Grande associada a manguezal e a fácies Capanema como laguna.

A ecofácies Castelo é formada por biohermitos, micritos e dolomicritos, com mergulho em direção à Plataforma Continental do Pará, afinando na porção sul (Ferreira 1982). Estas fácies equivalem a um ambiente marinho nerítico, de águas quentes, rasas e salinidade normal ou hipersalina (Petri 1957, Ferreira 1966, 1980, 1982, Ferreira & Cassab 1985, Ferreira & Francisco 1988).

A ecofácies Baunilha Grande é composta por calcários de coloração cinza escura, finamente estratificados, argilas negras, com nódulos de calcário escuro possuindo crustáceos braquiúres (carcinólitos) e vegetais piritizados provavelmente depositados em um ambiente redutor, relacionado à ocorrência de mangues.

A ecofácies Capanema possui margas, micritos, bioclasitos, folhelhos rítmicos e arenitos calcífilos depositados em ambiente lagunar (Ackermann 1969, 1976, Almaraz 1977, Ferreira 1966, 1980, 1982, Ferreira & Cassab 1985, Ferreira & Francisco 1988).

A partir da interpretação faciológica e paleontológica, Góes *et al.* (1990) e Távora *et al.* (2005a) individualizaram sete fácies nesta unidade, que são: calcarenitos não estratificados ou com estratificação cruzada incipiente com algumas ocorrências fósseis, biocalcirrudito com vasta variedade faunística; calcarenito estratificado com fósseis fragmentados; margas com fósseis vegetais e de peixes; biohermitos (corais); folhelhos verdes com fósseis vegetais; e calcilitos com fósseis esparsos. Assim, a ecofácies Castelo foi interpretada como depositada em uma plataforma influenciada por ondas, as ecofácies Baunilha Grande e Capanema interpretadas como ambiente litorâneo influenciado por oscilações no nível relativo do mar.

A datação da Formação Pirabas foi feita com base na identificação de fósseis guias, tais como espécies de foraminíferos plantônicos do gênero *Globigerinoides* (Maury 1925, Ferreira 1967, Fernandes 1988, Fernandes & Távora 1990, Távora & Fernandes 1999) e a partir do gastrópode *O. pugnax* que provavelmente surgiram no Oligoceno superior e desapareceram no Mioceno inferior (Ferreira 1967, Távora *et al.* 2004).

Dez diferentes espécies do gênero *Orthaulax* já foram utilizadas por vários pesquisadores nas regiões da América Tropical, Flórida, Golfo do México e Caribe na datação de unidades, são elas: *O. conoides* (Woodring 1923), *O. aguadillensis* (Maury 1920), *O. atilis* (Vokes & Vokes 1968), *O. bermudezi* (Clench & Aguayo 1939), *O. brasiliensis* (Maury 1925), *O. caepa* (Cooke 1921), *O. hernandoensis* (Mansfield 1937), *Orthaulax gabbi* (Dall 1890), e *O. pugnax* (Heilprin 1887). A variação da distribuição litoestratigráfica encontrada por estes autores para estas espécies está compreendida no intervalo Oligoceno – Mioceno médio, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela demonstrativa das principais datações estabelecidas para o gênero *Orthaulax*.

Espécie/Autor	Idade	Ocorrência
Orthaulax conoides Woodring (1923)	Oligoceno	Porto Rico
Orthaulax aguadillensis Maury (1920)	Oligoceno à Mioceno médio	Haiti, República Dominicana, Panamá, Cuba e Porto Rico
Orthaulax inornatus altilis Pilsbry (1922) Orthaulax altilis Vokes and Vokes (1968)	Mioceno Inferior	República Dominicana (Formação Baitoa)
Orthaulax bermudezi Clench and Aguayo (1939)	Mioceno Inferior	Cuba (Formação Paso Real)
Orthaulax brasiliensis Maury (1925)	Mioceno Inferior	Brasil (Formação Pirabas)
Orthaulax caepa Cooke (1921)	Mioceno Inferior	Cuba (Formação Paso Real)
Orthaulax pugnax hernandoensis Mansfield (1937) Orthaulax hernandoensis Vokes and Vokes (1968)	Oligoceno inferior	Estados Unidos (Flórida e Geórgia)
Orthaulax gabbi Dall (1890)	Mioceno Inferior	Panamá e Estados Unidos (Flórida)
Wagneria pugnax Heilprin (1887) Orthaulax pugnax Dall (1890), Cooke (1919) and Vokes and Vokes (1968)	Oligoceno inferior ao Aquitanian	Jamaica, México (Tamaulipas), Panamá, Estados Unidos (Flórida), Brasil (Pará e Maranhão)

Estudos feitos por Belúcio (2001), neste mesmo gênero, na ecofácies Capanema, utilizando-se o método de razão isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para determinação de datação e correlação de fósseis e rochas carbonáticas, quando comparados com as curvas de DePaolo e Ingram (1985) e Harris *et. al.* (2000) para o Terciário, apontaram idade entre 15 Ma e 19 Ma (Mioceno inferior e médio), que pode corroborar então com a idade proposta para a Formação Pirabas por Leite *et al.*, (1997a,b). Contudo, esta técnica não foi satisfatória quando aplicada à ecofácies Castelo, devido possível interação de água do mar atual com as amostras, o que pode ter distorcido os resultados. Assim, a idade mínima da unidade não pôde ser determinada.

6 RESULTADOS

6.1 COMPOSIÇÃO PALINOLÓGICA

Das 16 amostras provenientes do furo de sondagem FPR-160, sete foram produtivas para a palinologia, destas foram contabilizados 281 palinomorfos, onde 278 são angiospermas e 03 são pteridófitas (Apêndice 1). Dentre estes, foram observados 17 morfotipos, dos quais 14 são espécies de grão de pólen e 3 são espécies de esporos. É possível observar um maior número de exemplares das espécies *Psilatricolporites* sp. 02, *Psilatricolporites crassoexinatus* (Hoorn 1993), e *Retibrevitricolporites grandis* (Jaramillo & Dilcher 2001).

Estudos palinológicos preliminares de Cunha (2013) na Formação Pirabas foram reavaliados e atualizados, resultando em algumas mudanças de espécies, feitas a partir da observação de características morfológicas dos grãos e revisões bibliográficas. O resultado pode ser visto na tabela 2.

Sendo assim, a reavaliação foi feita englobando 2.238 grãos, dos quais 1.997 correspondem à angiospermas e 241 à pteridófitas, individualizados em 25 morfotipos, dos quais são 21 espécies de pólen e 4 de esporos. A maior frequência de ocorrência foi para as espécies *Psilatricolporites* sp. 03, *Zonocostites ramonae*, *Zonocostites minor* Jaramillo e Dilcher (2001), *Polypodiisporites usmensis*, *Deltoidospora adriennis* (Potonié & Gelletich 1933) Frederiksen 1983 e *R. grandis* (Apêndice 1).

Baseado na assembleia de palinomorfos do testemunho FPR-160 (Figura 5), foi observado nas Pteridófitas maior abundância das espécies *Deltoidospora* sp. 01 (0-34%), *Polypodiisporites* sp. 01 (0-20%) e *Polypodiisporites* sp. 02 (0-100%). Para as Angiospermas as maiores porcentagens foram encontradas nas espécies *Arecipites* sp. 01 (0-20%), *Arecipites* sp. 02 (0-100%), *Psilatricolporites* sp. 01 (0-50%), *Psilatricolporites* sp. 02 (0-50%), *Psilatricolporites crassoexinatus* (0-61%), *Retibrevitricolporites grandis* (0-12%), *Retibrevitricolporites* sp. 01 (0-33%), *Retitrescolpites irregularis* (0-20%), *Retitricolporites* sp. 01 (0-20%) e *Tricolpites* sp. 01 (0-20%).

Para o afloramento da praia do Atalaia – ATL (Figura 6) as espécies de pteridófitas com maior abundância foram *Deltoidospora adriennis* (0-14%) e *Polypodiisporites usmensis* (0-10%). Enquanto que nas Angiospermas as maiores porcentagens foram observadas para as espécies *Mauritiidites franciscoi* var. *minutes* (0-15%), *Psilatricolporites* sp. 03 (0-100%), *Retibrevitricolporites grandis* (0-10%), *Retitrescolpites irregularis* (0-13%), *Zonocostites ramonae* (0-57%), *Zonocostites minor* (0-17%), em menores proporções ocorrem

Malvacipolloides maristellae (0-5%), *Monoporopollenites annulatus* (0-3%), *Psilatricolporites crassoexinatus* (0-3%) e *Retitricolporites medius* (0-3%).

Tabela 2 – Palinomorfos de Cunha (2013) e Palinomorfos do presente trabalho juntamente com reavaliação da sistemática de Cunha (2013).

Cunha (2013) - ATL	Presente Trabalho - FPR-160	
<i>Pteridófitas</i>		
<i>Verrucatosporites usmensis</i>	<i>Polypodiisporites</i> sp. 01	
<i>Deltoidospora adriennis</i>	<i>Polypodiisporites</i> sp. 02	
<i>Magnastriatites grandiosus</i>	<i>Polypodiisporites usmensis</i>	
<i>Polypodiaceoisporites tumulatus</i>	<i>Deltoidospora adriennis</i>	
<i>Polypodiaceoisporites</i> sp. 01	<i>Deltoidospora</i> sp. 01	
	<i>Polypodiaceoisporites tumulatus</i>	
	<i>Polypodiaceoisporites</i> sp. 01	
<i>Angiospermas</i>		
<i>Arecipites regio</i>	<i>Arecipites</i> sp. 01	<i>Retitricolporites</i> sp. 05
<i>Arecipites</i> sp 01	<i>Arecipites</i> sp. 02	<i>Retitricolporites</i> sp. 06
<i>Mauritiidites franciscoi</i> var. <i>minutes</i>	<i>Arecipites</i> sp. 03	<i>Retitricolporites</i> sp. 07
<i>Mauritiidites franciscoi</i> var. <i>Franciscoi</i>	<i>Mauritiidites franciscoi</i> var. <i>Minutes</i>	<i>Zonocostites ramonae</i>
<i>Monoporopollenites annulatus</i>	<i>Monoporopollenites annulatus</i>	<i>Zonocostites minor</i>
<i>Monoporopollenites</i> sp. 01	<i>Monoporopollenites</i> sp. 01	<i>Proteacidites isopogiformis</i>
<i>Psiladiporites minimus</i>	<i>Retitricolpites</i> sp. 01	<i>Psilasyncolporites</i> sp. 01
<i>Retitricolpites</i> sp. 01	<i>Striatopollis semistriatus</i>	<i>Heterocolpites</i> sp. 01
<i>Striatopollis semistriatus</i>	<i>Striatopollis</i> sp. 01	
<i>Striatopollis</i> sp. 01	<i>Tricolpites</i> sp. 01	
<i>Psilatricolporites atalayensis</i>	<i>Malvacipolloides maristellae</i>	
<i>Psilatricolporites</i> sp. 01	<i>Psilatricolporites crassoexinatus</i>	
<i>Retibrevitricolporites amazonensis</i>	<i>Psilatricolporites</i> sp. 01	
<i>Retibrevitricolporites yavarensis</i>	<i>Psilatricolporites</i> sp. 02	
<i>Retitrescolpites irregularis</i>	<i>Psilatricolporites</i> sp. 03	
<i>Retitrescolpites</i> sp. 01	<i>Retibrevitricolporites grandis</i>	
<i>Retitricolporites</i> sp. 01	<i>Retibrevitricolporites</i> sp. 01	
<i>Retitricolporites</i> sp. 02	<i>Retibrevitricolporites</i> sp. 02	
<i>Retitricolporites</i> sp. 03	<i>Retitrescolpites irregularis</i>	
<i>Retitricolporites</i> sp. 04	<i>Retitricolporites medius</i>	
<i>Zonocostites ramonae</i>	<i>Retitricolporites</i> sp. 01	
<i>Zonocostites minor</i>	<i>Retitricolporites</i> sp. 02	
<i>Proteacidites isopogiformis</i>	<i>Retitricolporites</i> sp. 03	
<i>Psilasyncolporites</i> sp. 01	<i>Retitricolporites</i> sp. 04	

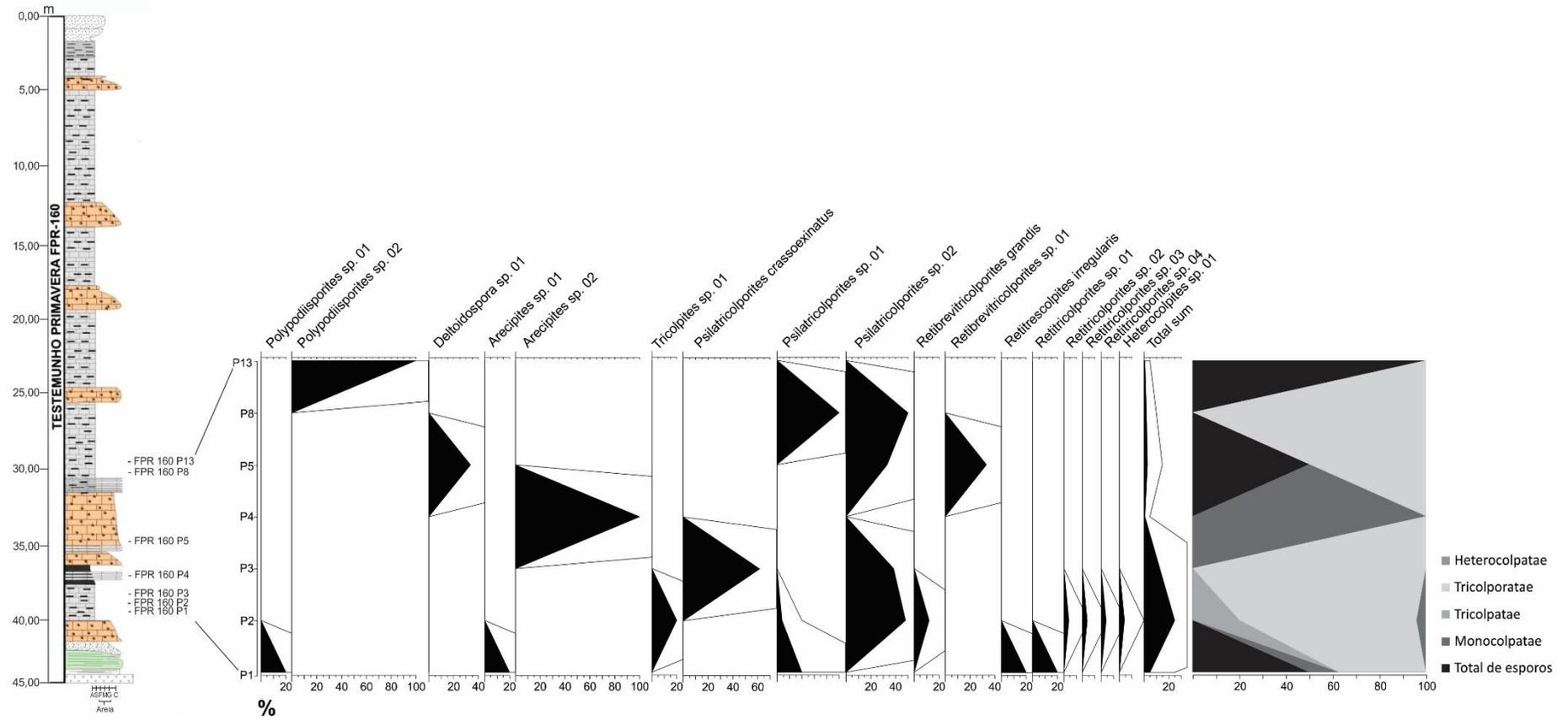


Figura 5 - Perfil e Diagrama polínico do Testemunho de Sondagem FPR-160 mostrando a percentagem (%) das espécies encontradas.

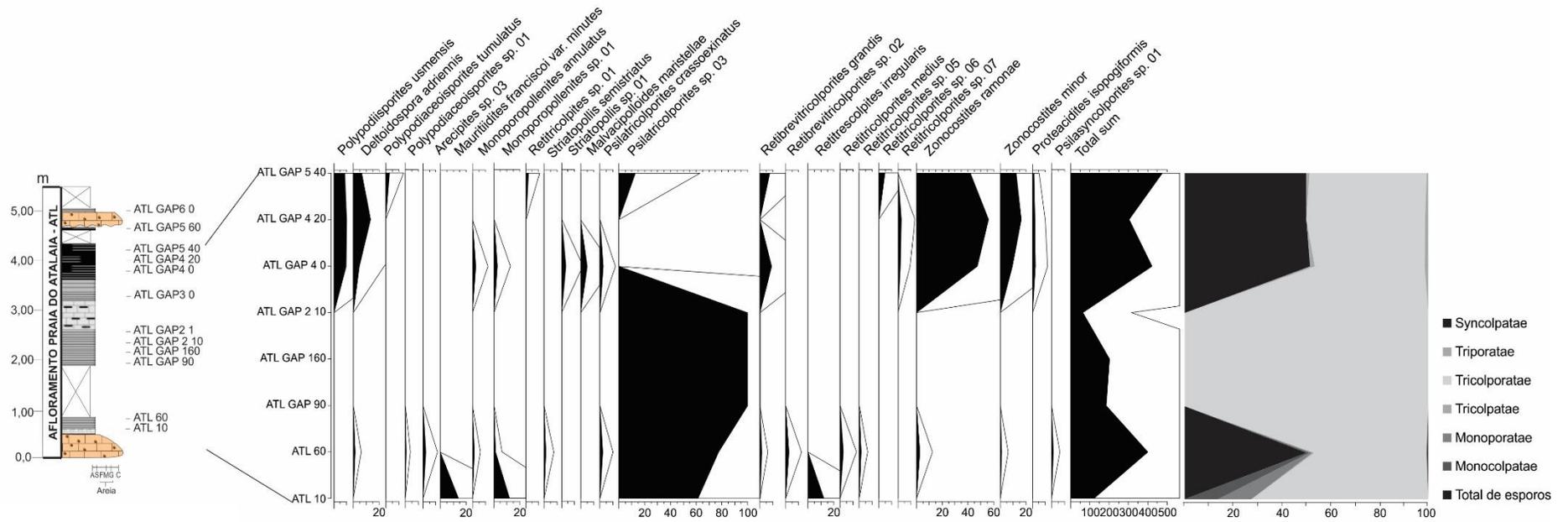


Figura 6 - Perfil e Diagrama polínico do Afloramento ATL da praia do Atalaia mostrando percentagem (%) das espécies encontradas.
Fonte: Cunha (2013).

6.2 CRONOESTRATIGRAFIA

Para a definição da idade da Formação Pirabas no presente trabalho, foi feita análise e comparação dos palinomorfos encontrados com os presentes no controle cronoestratigráfico feito por Jaramillo *et al.* (2011) na Colômbia, onde foram encontrados palinomorfos com as mesmas características morfológicas e sistemáticas desta dissertação. O trabalho destes autores une diferentes técnicas de datação, como análises palinoflorística, isótopos de carbono, magnetoestratigrafia e foraminíferos, utilizadas para fazer a zonação bioestratigráfica.

A ocorrência de *R. grandis*, na base do furo de sondagem FPR – 160, segundo o controle cronoestratigráfico de Jaramillo *et al.* (2011) para esta espécie, permite atribuir a idade máxima de Oligoceno superior para a Formação Pirabas. Vale salientar que Nogueira (2015), desenvolveu estudos no mesmo furo de sondagem (FPR – 160) para bioestratigrafia de ostracóides e os resultados encontrados para datação da Formação Pirabas apontam idade mínima de Oligoceno superior, corroborando com os dados de idade para esta dissertação.

A análise estatística utilizando *Factor Loadings* através da extração dos componentes principais demonstrou a ocorrência de 4 grupos baseados na distribuição das espécies por amostra para o testemunho de sondagem FPR-160 da mina de calcário localizada no Município de Primavera-PA (Figura 7). No Grupo 1 verifica-se a co-ocorrência das espécies *Retibrevitricolporites grandis* e *Psilatricolporites* sp. 02 nas amostras FPR - 160 P2, FPR - 160 P3, FPR - 160 P5 e FPR - 160 P8. No Grupo 2 co-ocorrência das espécies *Psilatricolporites crassoexinatus* e *Polypodiisporites* sp. 02 nas amostras FPR - 160 P3 e FPR - 160 P13. No grupo 3 ocorre apenas *Psilatricolporites* sp. 01 nas amostras FPR - 160 P1, FPR - 160 P2 e FPR - 160 P8. No Grupo 4 observou-se a co-ocorrência das espécies *Retitrescolpites irregularis* e *Retibrevitricolporites* sp. 01 nas amostras FPR - 160 P1 e FPR - 160 P5. Com base nesta análise e na identificação da espécie *Retibrevitricolporites grandis* identificadas no Grupo 1, associado à ausência de *Malvacipolloides maristellae* é possível que a idade de deposição máxima (final da deposição) do afloramento seja Oligoceno superior (Figura 9).

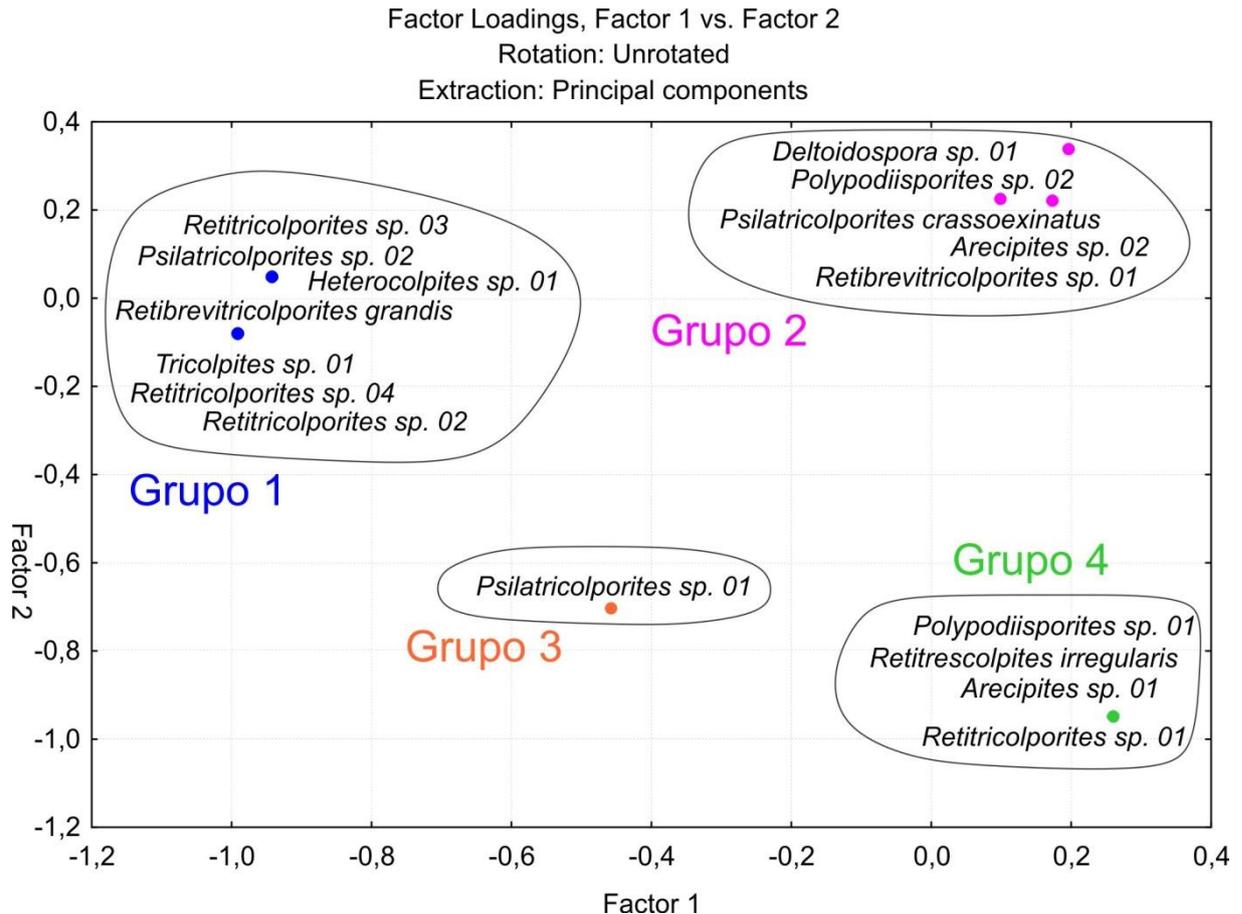


Figura 7 - Análise estatística do Testemunho de Sondagem FPR-160 mostrando a tendência de formação de 4 grupos de co-ocorrência das espécies encontradas.

A mesma análise foi feita para o perfil ATL da praia do Atalaia/Salinópolis-PA (Figura 8) a qual demonstrou a ocorrência de 4 grupos. No Grupo 1 verifica-se a co-ocorrência das espécies *Malvacipolloides maristellae*, *Retibrevitricolporites grandis*, *Proteacidites isopogiformis*, *Zonocostites ramonae*, *Polypodiisporites usmensis*, *Zonocostites minor* e *Deltoidospora adriennis*, *Polypodiaceoisporites tumulatus* nas amostras ATL-60, ATL GAP-4 0, ATL GAP 4 20 e ATL GAP 5 40. No Grupo 2 co-ocorrência das espécies *Psilatricolporites crassoexinatus* e *Monoporopollenites annulatus* nas amostras ATL 60 e ATL 4 0. No grupo 3 co-ocorrem as espécies *Retitricolporites medius* e *Striatopollis semistriatus* na amostra ATL 60. E no Grupo 4 co-ocorrem as espécies *Retitrescolpites irregularis* e *Mauritiidites franciscoi var. Minutes* na amostra ATL 10. Com base nesta análise e na identificação das espécies *Malvacipolloides maristellae* e *Retibrevitricolporites grandis* identificadas no Grupo 1, é provável que a idade de deposição máxima do afloramento seja Mioceno inferior (Figura 9).

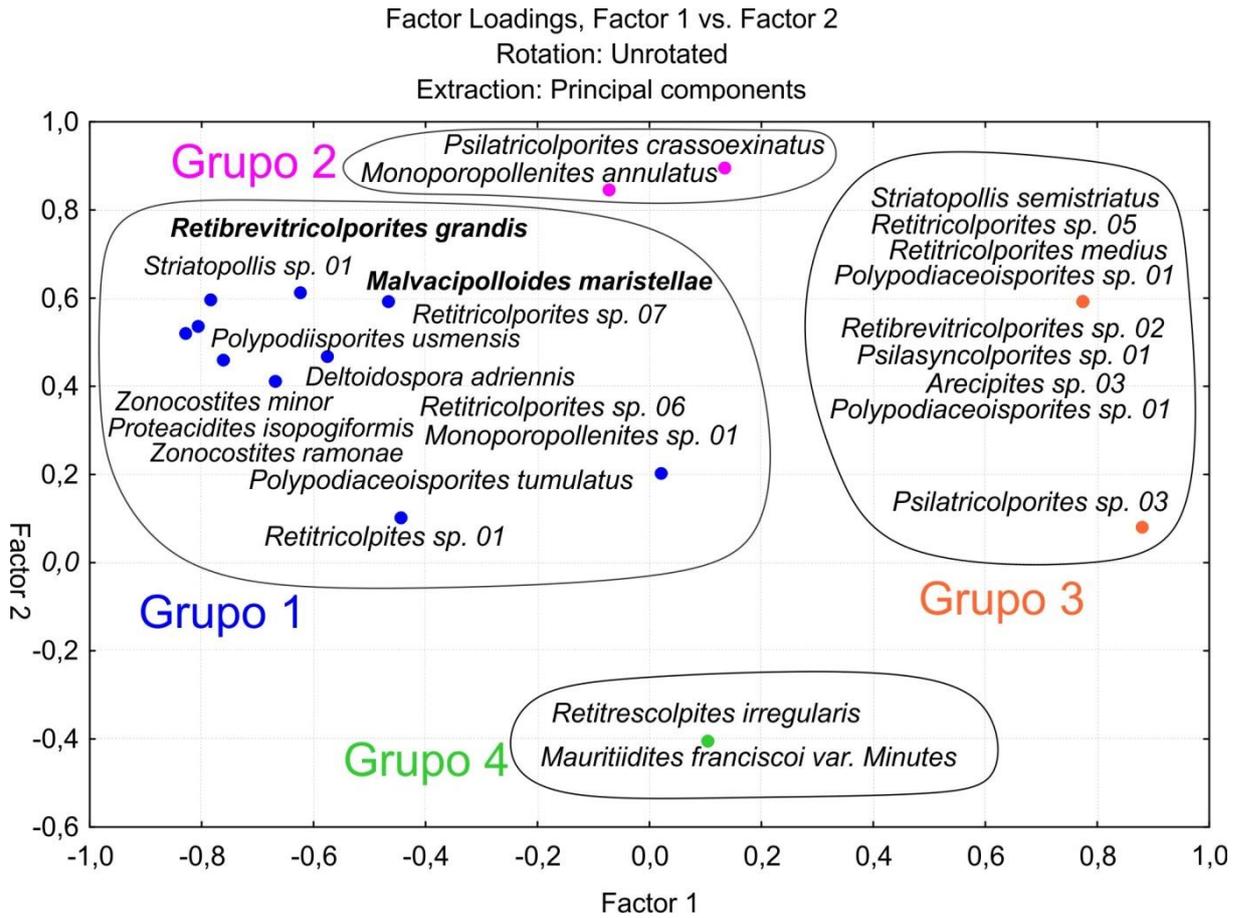


Figura 8 - Análise estatística do Afloramento ATL da praia do Atalaia mostrando a tendência de formação de 4 grupos de co-ocorrência das espécies encontradas.

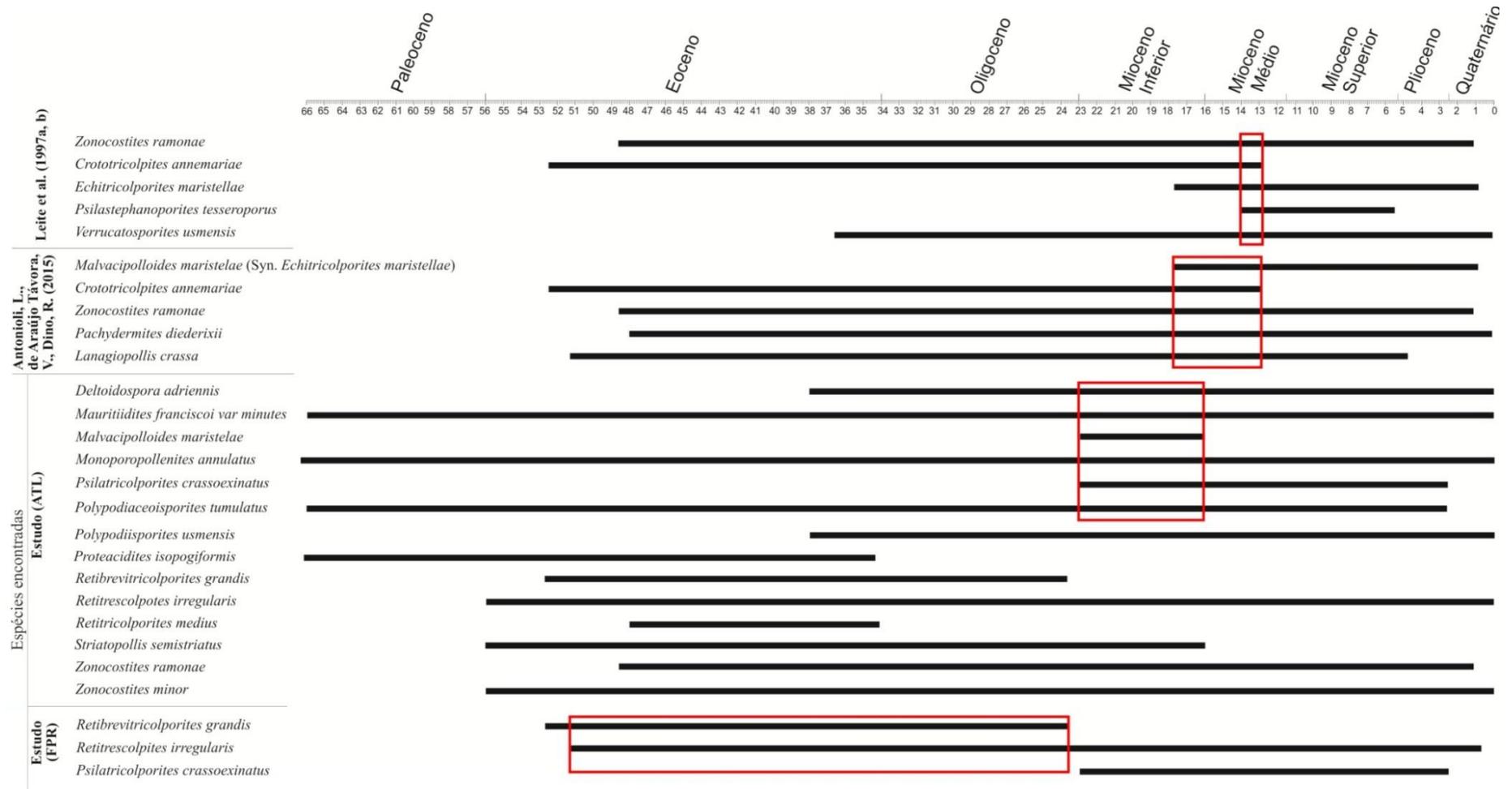


Figura 9 - Distribuição temporal das espécies encontradas baseado na distribuição temporal proposta em Jaramillo *et al.* (2001) juntamente com espécies encontradas na Formação Pirabas por Leite *et al.* (1997a,b) e Antonioli *et al.* (2015).

6.3 SISTEMÁTICA PALINOLÓGICA

6.3.1 Pteridófitas (Smith *et al.* 2006)

Classe MONOLETES (Ibrahim 1933)

Gênero *Polypodiisporites* (Potonié 1931? in Potonié & Gelletich 1933 ex Potonié 1956, emend. Khan & Martin 1971)

Espécie tipo. *Polypodiisporites alienus* (Potonié 1931? in Potonié & Gelletich 1933 ex Potonié 1956 emend. Khan & Martin 1971. Paleogeno–Neogeno, Alemanha)

Polypodiisporites sp. 01

Figura 10.1

Material Examinado: FPR 160 P1 a – A1

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, elíptico, terminações arredondadas; monolete, laesura indistinta; exina medindo 1 µm de espessura; ornamentação verrucada, verrucas distribuída irregularmente, com 3 µm de largura e 1,5 µm de altura. Diâmetro equatorial de 40 µm e diâmetro polar de 24 µm.

Observações: Esta espécie assemelha-se com *Polypodiisporites usmensis* van der Hammen (1956b) Khan e Martin (1971) que possui ornamentação verrucada homogeneamente distribuída bem como uma fina exina de 1 µm. *Polypodiisporites* aff. *inangahuensis* Couper (1953) Potonié (1956) emend. Pocknall e Mildenhall (1984), também é monolete e possui ornamentação verrucada, mas possui dimensões um pouco maiores (Diâmetro equatorial 52 µm e diâmetro polar de 39 µm).

Polypodiisporites sp. 02

Figura 10.2

Material Examinado: FPR 160 P13 c – A1

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, elíptico com bordas arredondadas; monolete, laesura indistinta; nexina 0,7 µm, sexina 1,41 µm; ornamentação verrucada, verrucas homogeneamente distribuídas na superfície do esporo, com 2,5 µm de largura, 1 µm de altura. Diâmetro polar de 36,2 µm e diâmetro equatorial de 52,7 µm.

Observações: assemelha-se a *Polypodiisporites* aff. *speciosus* (Sah 1967), este possui diâmetro equatorial menor (43 µm).

Polypodiisporites usmensis (van der Hammen 1956b) Khan e Martin (1971)

Figuras 10.3 e 10.4

Material Examinado: ATL GAP4 0.5; EF: 20L/3. ATL GAP4 0.5; EF: 19W/3.

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, elíptico com extremidades arredondadas; monolete, curvatura ausente, laesura indistinta; exina medindo 1,5-2 μm de espessura; ornamentação verrucada, irregularmente distribuída ao longo de todo o grão, verrucas com 2-3 μm de altura e 2-4 de largura. Diâmetro polar de 25-27 μm e diâmetro equatorial de 40 μm .

Observações: Esta espécie assemelha-se com *Stenochlaena palustris* de Blechnaceae (Germeraad *et al.* 1968) bem como *Polypodim* - Polypodiaceae (Lorente 1986). *Polypodiisporites speciosus* (Sah 1967) é escabrada na face proximal e tem exina mais espessa (2-3 mm). *Polypodiisporites planus* (Silva-Caminha *et al.* 2010) tem ornamentação clavada a gemada.

Classe TRILETES Reinsch emend. Dettmann, 1963

Gênero *Deltoidospora* (Miner 1935)

Espécie tipo. *Deltoidospora hallii* (Miner 1935) designação original. Cretáceo–Neogeno, Groelândia.

Deltoidospora adriennis (Potonié & Gelletich 1933) Frederiksen 1983

Figura 10.5

Material Examinado: ATL 60.4; EF: 460/2, ATL 60.5; EF: 43X.

Descrição: Monado, anisopolar, radialmente simétrico, triangular-obtuso-convexo; trilete, curvatura ausente, margo ausente, comissura reta; exina medindo 2 μm de espessura; ornamentação psilada a micropitada. Comprimento equatorial de 48-50 μm e largura equatorial de 44-46 μm .

Observações: *Deltoidospora juncta* (Kara-Murza) Singh (1964) possui diâmetro menor (32-34 μm).

Deltoidospora sp. 01

Figuras 10.6 e 10.7

Material Examinado: FPR 160 P5 d – A3

Descrição: Monado, radialmente simétrico, triangular-obtuso-reto com cantos arredondados; trilete, curvatura ausente, radii 20,21 μm , margo ausente, comissura retilínea; nexina 0,68 μm , sexina 0,87 μm , columela indistinta, intectado, ornamentação psilada. Diâmetro do esporo 36,47 μm .

Observações: *Deltoidospora adriennis* (Potonié & Gelletich 1933) Frederiksen (1983), possui ornamentação psilada e diâmetro equatorial maior (43 µm).

Gênero *Polypodiaceosporites* Potonié, 1951

Espécie tipo. *Polypodiaceosporites speciosus* (Potonié 1951)

Polypodiaceosporites tumulatus (Stover & Partridge 1973)

Figuras 10.8 e 10.9

Material examinado: ATL GAP 5 40.2; EF: 47H/3.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, triangular-obtuso-côncavo a reto, cantos arredondados; curvatura perfeita, radii quase alcança o equador, margo distinto com cerca de 1 µm de espessura; esporodermas com duas camadas com intexina medindo 1 µm de espessura; cingulado, espessura homogênea do cingulum sobre todo o grão com 3 µm de espessura; ornamentação psilada em vista proximal, ligeiramente verrucada ou clavada em vista distal. Diâmetro equatorial de 46 µm.

Observações: *Polypodiaceosporites* (Potonié 1951) acomoda esporos que têm retículo positivo ou negativo na face distal. *Polypodiaceosporites setuloso-costulata* (Huang 1978) é rugulado-fossulado em ambas as faces. *Polypodiaceosporites fossulatus* (Jaramillo e Dilcher 2001) é verrucado na face proximal.

Polypodiaceosporites sp. 01

Figuras 10.10 e 10.11

Material: ATL 60.6; EF: 23O/1.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, triangular-obtuso-convexo e com cantos arredondados; trilete, curvatura ausente, laesura distinta, radii medindo 20 µm, não atinge o equador, margo medindo 0.7-1 µm, comissura reta, pontiaguda; ornamentação microrreticulada, lumina e muri menores que 0.5 µm, uniformemente distribuída por todo o por todo o grão. Comprimento equatorial 48 µm e largura equatorial 50 µm.

Observações: *Polypodiaceosporites* (Potonié 1951) acomoda esporos que têm retículo positivo ou negativo na face distal. *Polypodiaceosporites pseudopsilatus* (Lorente 1986) tem ornamentação foveolada-fossulada-rugulada na face distal e ornamentação psilada na face proximal. *Polypodiaceosporites amazonensis* (Silva-Caminha *et al.* 2010) é fossulada na face distal e psilada na proximal.

6.3.2 Angiospermas (Lindley 1830)

Class MONOCOLPATAE (Iversen & Troels-Smith 1950)

Gênero *Arecipites* (Wodehouse 1933, emend. Nichols *et al.* 1973)

Espécie tipo. *Arecipites punctatus* (Wodehouse 1933) designação original. Eoceno, USA.

Arecipites sp. 01

Figura 10.12

Material Examinado: FPR 160 P1 a – A2

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, anisopolar, elíptico, contorno alongado; monocolpado, colpus alongado com bordas retas alcançando os pólos, levemente marginate, terminações pontiagudas à arredondadas; teto por vezes indistinto, exina 1 μm , collumelae indistinta; ornamentação aparentemente rugulada. Diâmetro polar de 51 μm e diâmetro equatorial de 21 μm .

Observações: *Arecipites regio* van der Hammen e Garcia (1966) Jaramillo e Dilcher (2001) é levemente marginate com um sulco longo que alcança os pólos. *Arecipites perfectus* Silva-Caminha *et al.* (2010) possui um maior diâmetro polar (39–46 μm) e diâmetro equatorial (25–28 μm).

Arecipites sp. 02

Figura 10.13

Material Examinado: FPR 160 P4 d – A1

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, apolar, prolato, contorno alongado, terminações pontiagudas; monocolpado, colpus alongado com bordas retas alcançando os pólos; atectado, exina medindo 0,65 μm , columela indistinta, ornamentação micropitada. Diâmetro polar de 36,41 μm e diâmetro equatorial de 18,96 μm .

Observações: *Arecipites perfectus* Silva-Caminha *et al.* (2010) tem ornamentação micropitada e possui um maior diâmetro polar (39–46 μm) e diâmetro equatorial (25–28 μm).

Arecipites sp. 03

Figura 10.14

Material Examinado: ATL 60.2; EF: 17D/1.

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, anisopolar, elíptico; monocolpado, extremidades arredondadas, marginado; tectado, exina com 1 μm , columela indistinta;

ornamentação microrreticulada/micropitada, lumina com 1 μm de largura, muri com 1 μm de largura. Diâmetro polar com 58-60 μm ; diâmetro equatorial de 18-20 μm .

Observações: *Retimonocolpites* é inválida e foi transferida para *Arecipites*, uma vez que tem um colpus que afunila nas extremidades e uma exina tectada, psilada a finamente pitada (Jaramillo & Dilcher 2001). *Arecipites regio* van der Hammen e Garcia (1966) apresenta a mesma ornamentação do tipo micropitada, porém com diâmetros equatorial maior (25 μm) e polar menor (41 μm).

Gênero **Mauritiidites** (Van Hoeken-Klinkenberg 1964)

Espécie tipo: *Mauritiidites crassibaculatus* (Van Hoeken-Klinkenberg 1964)

Mauritiidites franciscoi var. minutes (van der Hammen & Garcia 1966)

Figuras 10.15

Material Examinado: ATL 10.3; 46L.

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, anisopolar, esferoidal; monocolpado, colpus com cerca de 26 μm ; intectado, intexina com 0,8-1,0 μm de espessura; ornamentação equinada, espinhos com 0,5-0,8 μm de comprimento e 0,5 μm de largura com pontas arredondadas a pontiagudas. Diâmetro polar com 26-28 μm de comprimento polar e 14-27 μm de largura.

Observações: *Mauritiidites franciscoi var. franciscoi* (van der Hammen 1956) Van Hoeken-Klinkenberg (1964) possui diâmetro equatorial maior (40-56 μm) espinhos mais altos (1,5-5 μm) e exina mais espessa (maior que 1 μm).

Classe MONOPORATAE (Iversen & Troels-Smith 1950)

Gênero **Monoporopollenites** (Meyer 1956)

Espécie tipo: *Monoporopollenites media* (Cookson 1947) Nakoman 1965

Monoporopollenites annulatus (van der Hammen 1954) Jaramillo e Dilcher 2001

Figura 10.16

Material Examinado: ATL 60.6; EF: 20U/1. ATL GAP4 0.5; EF: 22V/3.

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, isopolar, esferoidal; monoporado, forma similar de ectoporo e endoporo, anulado, ânulus com 3 μm de diâmetro, protuberantes, diâmetro do poro de 4 μm ; exina com 1 μm de espessura, columela indistinta; ornamentação psilada. Diâmetro Polar de 42-44 μm .

Observações: Como demonstrado por Jaramillo e Dilcher (2001), *Monoporites* (van der Hammen 1954) é inválido e sinônimo de *Chusquea* (Jansonius & Hills 1976) enquanto *Monoporopollenites* (Meyer 1956) inclui espécies monoporadas e psiladas. Esse gênero é semelhante a família Poaceae (Germeraad *et al.* 1968). *Monoporopollenites parvus* tem exina mais grossa ($> 1,5 \mu\text{m}$).

***Monoporopollenites* sp. 01**

Figura 10.17

Material Examinado: ATL 60.2; EF: 44M/4.

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, isopolar, esferoidal; monoporado, anulado, ânnulos protuberante com $1 \mu\text{m}$ de largura, diâmetro do poro $1 \mu\text{m}$; exina com $1 \mu\text{m}$ espessura; ornamentação psilada. Diâmetro polar de $18\text{-}20 \mu\text{m}$.

Observações: *Monoporopollenites annulatus* (van der Hammen 1954) tem um poro anulado mais espesso e diâmetro polar maior ($38\text{-}44 \mu\text{m}$).

Class TRICOLPATAE (Iversen & Troels-Smith 1950)

Gênero ***Retitricolpites*** (van der Hammen 1956a)

Espécie tipo: *Retitricolpites conciliatus* (González-Guzmán 1967)

***Retitricolpites* sp. 01**

Figuras 10.18

Material Examinado: ATL GAP5 40.1; EF: 19U.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, prolato; tricolpado, colpus distinto com $6 \mu\text{m}$ de largura; columelado, columela com $0,7 \mu\text{m}$, esporoderme com duas camadas, nexina com $0,8 \mu\text{m}$ de espessura; sexina com $0,8 \mu\text{m}$ de espessura, ornamentação reticulada, lumina com $0,5\text{-}0,9 \mu\text{m}$ de largura; muri com $0,4\text{-}0,7 \mu\text{m}$ de largura, heterobrochado. Comprimento polar de $30 \mu\text{m}$ e comprimento equatorial de $19 \mu\text{m}$.

Observações: *Retitricolpites* (Sah 1967) acomoda grãos tricolpados-tricolporados grosseiramente reticulados lumina, o que não é o caso desta espécie. *Ladakhpollenites? caribbiensis* (Muller *et al.* 1987) Silva-Caminha *et al.* (2010) tem ornamentação psilada. *Retitricolpites simplex* (González-Guzmán 1967) tem maior comprimento polar ($50\text{-}60 \mu\text{m}$) e equatorial ($30\text{-}40 \mu\text{m}$). *Retitricolpites antonii* (González-Guzmán 1967) possui muri simplibaculate.

Gênero *Striatopollis* (Krutzsch 1959)

Espécie tipo. *Striatopollis sarstedtensis* (Krutzsch 1959)

Striatopollis semistriatus (González-Guzmán 1967)

Figuras 10.19

Material Examinado: ATL 60.2; EF: 43E/3.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, elíptico; tricolpado, colpus distinto medindo 12µm de comprimento; exina com 1-1,2 µm de espessura, columela indistinta; ornamentação estriada, estrias 0,5-1 µm de largura, distância entre as estrias de 0,2-0,4 µm, as estrias bifurcam-se e algumas não se prolongam até os pólos, muri 0,5-1 µm de largura. Comprimento polar de 45-47 µm, comprimento equatorial de 30-32 µm.

Observações: Possui afinidade taxonômica com Anarcadiaceae. *Striatricolporites* (van der Hammen 1956b) González-Guzmán (1967) é inválido e um sinônimo depois da *Acer*. *Striatopollis* (Krutzsch 1956b) acomoda os grãos de pólen tricolpados e tectados, elípticos e estriados (Jaramillo & Dilcher 2001). *Striatricolpites saramacensis* (Wijmstra 1971) tem exina mais espessa (2-3 mm).

Striatopollis sp. 01

Figuras 10.20

Material Examinado: ATL GAP4 0.6; EF: 25H/4.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, elíptico; tricolpado, colpus distinto; exina com 1,5 µm de espessura, columela indistinta; ornamentação retiestriada, estrias com 0,7 µm de largura, longas, paralelas ao colpus, heterobrochado, lumina poligonal com 0.5 -0,8 µm de largura. Comprimento polar de 52-55 µm, e comprimento equatorial de 27-30 µm

Observações: *Striatopollis semistriatus* (González-Guzmán 1967) tem ornamentação estriada. *Striatopollis reticulatus* (Regali *et al.* 1974b) possui lumina quadrática com 2-4 µm de largura.

Gênero *Tricolpites* (Cookson ex Couper 1953)

Espécie tipo. *Tricolpites reticulatus* (Cookson) Jarzen & Dettmann 1989.

Tricolpites sp. 01

Figura 10.21

Material Examinado: FPR 160 P2 d – A2

Descrição: Monado, radialmente simétrico, subesferoidal, anguloanperturado; tricolpado, colpus largo com 8 μm de largura; nexina 0,56 μm , sexina 0,5 μm ; ornamentação microreticulada, lumina 0,6 μm , muri 0,3 μm , distribuída densamente por todo o grão. Diâmetro equatorial 21 μm .

Observações: *Tricolpites* Cookson ex Couper (1953) acomoda grãos tricolpados com reticulum homobrochate. *Tricolpites ? pseudoclarensis* n. sp. (Silva-Caminha *et al* 2010), apresenta diâmetro polar maior em torno de 36 μm . *Tricolpites clarensis* (Gonzalez 1967) Jaramillo e Dilcher (2001), possui diâmetro equatorial maior em torno de 35 μm , e ornamentação fossulada.

Class TRICOLPORATAE (Iversen & Troels-Smith 1950)

Gênero *Malvacipolloides* (Anzotegui & Garalla 1986)

Malvacipolloides maristellae (Muller *et al.* 1987 n. comb. Silva-Caminha *et al.* 2010)

Figura 10.22

Material Examinado: ATL GAP4 0.6; EF 19T/3

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, isopolar, esferoidal; tricolporado, colpus medindo 25 μm , poro medindo 1 μm ; tectado, exina 1 μm , nexina 1-2 μm , columelado, 0.5 μm de espessura; ornamentação equinada, espinhos medindo 3-3,3 μm de comprimento, 1,5 μm de largura na base e 0,3 μm no topo com terminações arredondadas, cônicos. Diâmetro equatorial 40-58 μm .

Observações: *Malvacipolloides* (Anzótegui & Garalla 1986) acomoda grãos tricolporados, tectados e echinates. *Echiperiporites estelae* (Germeraad *et al.* 1968) é periporado.

Gênero *Psilatricolporites* (van der Hammen 1956b)

Espécie tipo. *Psilatricolporites prolatus* (Pierce 1961) designação original. Early Late Cretaceous, USA.

Psilatricolporites crassoexinatus (Hoorn 1993)

Figura 11.1 e 11.2

Material Examinado: FPR 160 P3 d – A6; ATL 60.6; EF: 33X/4.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, subesferoidal; tricolporado, colpus e poros distintos, colpus medindo 3 μm de largura e 27 μm de comprimento, costado, diâmetro

do poro 1-2 μm ; exina 2.5-3 μm , nexina 1,5 μm , tectado; ornamentação psilada à microreticulada. Diâmetro polar em torno de 35 μm e diâmetro equatorial de 22-40 μm .

Observações: *Psilatricolporites atalayensis* (Hoorn 1993) possui exina mais fina em torno de 1 μm e ornamentação micro-reticulada. *Psilabrevitricolporites devriesii* (Lorente 1986) Silva-Caminha *et al.* (2010) possui poros maiores com 3 μm de diâmetro e columela distinta. *Psilatricolporites caribbiensis* (Muller *et al.* 1987) têm diâmetros polar (48-52 μm), equatorial (36-44 μm), e dos poros (8 μm), maiores. *Psilatricolporites exiguus* (Hoorn 1993) possui diâmetro equatorial menor (17,5 μm) e formato triangular-obtuso-côncavo.

Psilatricolporites sp. 01

Figura 11.3

Material Examinado: FPR 160 P1 c - A2; FPR 160 P2 a – B8; FPR 160 P8 c – A1; FPR 160 P3.

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, isopolar, subesferoidal; tricolporado, poro 2,5 μm , colpus alcança os pólos, colpus medindo 12 μm , poro costado; exina com espessura 0,5 μm , columela indistinta; ornamentação psilada. Diâmetro polar com 15 μm e diâmetro equatorial de 12 μm .

Observações: *Psilabrevitricolporites devriesii* (Lorente 1986) Silva-Caminha *et al.* (2010) possui diâmetros polar (30 μm) e equatorial (25 μm) maiores.

Psilatricolporites sp. 02

Figura 11.4

Material Examinado: FPR 160 P2 a – B25

Descrição: Monado, bilateralmente simétrico, isopolar, subesferoidal; tricolporado, poro e colpus indistintos; exina medindo 1 μm ; ornamentação psilada. Diâmetro polar 10,79 μm e diâmetro equatorial 8,24 μm .

Observações: *Psilabrevitricolporites devriesii* (Lorente 1986) Silva-Caminha *et al.* (2010) possui diâmetros maiores, polar 30 μm e equatorial 22.5 μm .

Psilatricolporites sp. 03

Figura 11.5

Material Examinado: ATL 60.2; EF: 14Y/2, 26X, 23N/4. ATL GAP 5 40.2; EF: 35M.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, suboblato; tricolporado, com poros e colpus distintos, colpus com 10 μm de comprimento, poro ligeiramente costado, costa com 0,3

µm, poro lalongado, poros com diâmetro 0,6-0,8 µm, endoaperturas; exina fina com cerca de 0,4-0,5 µm de espessura, columela indistinta; ornamentação psilada. Diâmetro polar de 14 µm e diâmetro equatorial de 16 µm.

Observações: *Psilatricolporites garzonii* (Hoorn 1993) possui dimensões menores (9-11 µm), provavelmente costa mais espessa bem como uma exina visivelmente mais espessa (1-2 µm) em relação a pequena forma do grão de pólen (Hoorn 1993). *Psilatricolporites vanus* (González-Guzmán 1967) é subesferoidal, e possui uma exina mais espessa (1 µm).

Gênero *Retibrevitricolporites* (Legoux 1978)

Espécie tipo: *Retibrevitricolporites obodoensis* (Legoux 1978)

Retibrevitricolporites grandis (Jaramillo e Dilcher 2001)

Figuras 11.6, 11.7, 11.8, 11.9, 11.10 e 11.11

Material Examinado: FPR 160 P2 a – B15; FPR 160 P2 b – E8; ATL 60.2; EF: 11R/2; ATL GAP5 40.2; EF: 44F/4.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, subesferoidal; tricolporado, colpus curto de bordas retas, colpus medindo até 20 µm, diâmetro do poro 2-3,3 µm, poro lalongado, costado, costa medindo 1-1,5 µm; tectado, exina medindo 2,36 µm, nexina 1-1,5 µm, sexina 1,3 µm, columelado, columela distinta; ornamentação microreticulada, lumina 0,7-1 µm de formato circular à poligonal muri 0,3-1 µm, distribuída densamente por toda a superfície, homobrochate. Diâmetro 32-65 µm.

Observações: *Retibrevitricolporites speciosus* Jaramillo e Dilcher (2001), é heterobrochate, com lumina angular no mesocolpium e microreticulada à foveolada na região do apocolpium, bem como possui diâmetro equatorial menor (25 µm). *Retibrevitricolporites yavarensis* (Hoorn 1993) Silva-Caminha *et al.* (2010) possui ornamentação micropitada e menores dimensões como a equatorial (20 µm). *Foveotricolporites fossulatus* Jaramillo e Dilcher (2001) possui ornamentação fossulada/foveolada as quais passam progressivamente para micropitada em direção à margem do colpus. *Foveotricolporites crassiexinatus* (van Horken-Klinkenberg 1966) possui diâmetro equatorial e polar menor (30-32 µm) e possui ornamentação foveolada. *Retibrevitricolporites matanomadhensis* (Venkatachala & Kar 1969) possui exina mais espessa (>4 µm).

Retibrevitricolporites sp. 01

Figura 11.12

Material Examinado: FPR 160 P5 d – A10

Descrição: Monado, radialmente simétrico, esferoidal; tricolporado, colpus curto com 1,89-4,71 μm de largura, marginate, angulaperturate; exina 1,53 μm , nexina 0,56 μm , sexina 0,97 μm ; ornamentação reticulada, apocolpium com reticulum largo, diminuindo para microreticulada para a região mesocolpium, heterobrochado, lumina 1,16 μm , muri 0,28 μm . Diâmetro equatorial de 29 μm .

Observações: *Retibrevitricolporites grandis* (Jaramillo & Dilcher 2001) possui diâmetro equatorial maior (32-65 μm) e possui ornamentação microreticulada. *Retibrevitricolporites speciosus* (Jaramillo & Dilcher 2001) possui endoporo costado, ornamentação reticulada, porém é angular na região de mesocolpium e finamente reticulada à foveolada na região de apocolpium.

***Retibrevitricolporites* sp. 02**

Figuras 11.13 e 11.14

Material Examinado: ATL 60.4; EF: 30E, 35J.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, esferoidal; tricolporado, poros e colpus distintos, colpus pequeno, diâmetro do poro de 1,5 μm costado, costa com 1-1,5 μm de espessura, poro alongado; sexina 1 μm de espessura e nexina 0,5 μm de espessura, columela distinta medindo 0,5 μm de comprimento; ornamentação reticulada/micropitada, homobrochate, lumina circular a poligonal com 0,5 μm de largura, muri com 0,5 μm de largura. Diâmetro equatorial de 22-24 μm .

Observações: *Psilatricolporites garzonii* (Hoorn 1993) tem dimensões menores, tais como o diâmetro equatorial (9-11 μm).

Gênero ***Retitrescolpites*** (Sah 1967)

Espécie tipo. *Retitrescolpites typicus* Sah, 1967; designação original. Neogeno Superior, Burundi.

Retitrescolpites irregularis (van der Hammen & Wymstra 1964 n. comb. Jaramillo e Dilcher 2001)

Figura 11.15

Material Examinado: FPR 160 P1 a - A4; ATL 60.1; EF: 28X.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, subesferoidal; tricolporado, colpus distinto, muri rugulado, com 0,5 μm de largura e 2 μm de comprimento, heterobrochado; lumina com tamanhos irregulares do pólo ao equador com 0,5-2 μm de largura; tectado,

ornamentação estriada-reticulada, exina 1-1,5 μm . Diâmetro polar 21-24 μm e diâmetro equatorial 18 μm .

Observações: Esta relacionado com a espécie *Amanoa oblongifolia* - Euphorbiaceae. *Retitrescolpites* Sah (1967) compreende grãos grosseiramente reticulados tricolpados-colporados. *Ilexpollenites tropicalis* (Silva-Caminha *et al.* 2010) é intectado e possui um pequeno diâmetro equatorial (18 μm). *Retitrescolpites* sp. 01 (Silva-Caminha *et al.* 2010) é homobrochado. *Retibrevitricolpites retibolus* (Leidelmeyer 1966) é brevicolpado.

Gênero *Retitricolporites* (van der Hammen, 1956) van der Hammen e Wijmstra (1964)

Espécie tipo. *Retitricolporites guianensis* van der Hammen e Wijmstra (1964) designação original. Cretaceo Superior–Neogene, Guiana.

Retitricolporites medius (González-Guzmán 1967)

Figura 11.16

Material Examinado: ATL 60.3; EF: 40R/1.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, subprolato; tricolporado, colpus distinto, poros provavelmente costados, tectado, provavelmente columelado, nexina com 0,5 μm de espessura, exinas com 1 μm de espessura; ornamentação reticulada, muri com 1 μm de largura e lumina com 0,5-0,6 μm de largura, homobrochate. Diâmetro polar de 20 μm e diâmetro equatorial de 18 μm .

Observações: *Retitricolporites caputoi* (Hoorn 1993) possui uma exina mais fina e lumina decresce em direção à região equatorial. *Psilatricolporites costatus* (Dueñas-Jiménez 1980) apresenta columella distinta e ornamentação psilada.

***Retitricolporites* sp. 01**

Figura 11.17

Material Examinado: FPR 160 P1 d – A1

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, prolato; tricolporado, colpus com terminações pontiagudas à arredondadas, colpus medindo 16 μm de comprimento; exina 1 μm de espessura, nexina com 0,6 μm de espessura, tectado, columelado, columela distinta; ornamentação microreticulada, homobrochate, lumina 0,35 μm , muri 0,15 μm . Diâmetro polar 19 μm , diâmetro equatorial 18 μm .

Observações: *Retitricolporites caputoi* (Hoorn 1993) é heterobrochado e o tamanho da lumina diminui em direção ao equador.

***Retitricolporites* sp. 02**

Figura 11.18

Material Examinado: FPR 160 P2 a – B21**Descrição:** Monado, bilateralmente simétrico, prolato, isopolar; tricolporado, poro indistinto, colpus alcançando os pólos; exina medindo 0,9 μm ; ornamentação microreticulada, lumina 0,45 μm , muri 0,18 μm . Diâmetro polar 29,5 μm e diâmetro equatorial 20 μm .**Observações:** *Siltaria media* (Gonzalez 1967), é descrita com diâmetro polar maior (35 μm). *Arecipites* sp. 02 possui terminações pontiagudas, ornamentação micropitada e diâmetro polar de 36,41 μm .***Retitricolporites* sp. 03**

Figura 11.19

Material Examinado: FPR 160 P2 a – B24**Descrição:** Monado, bilateralmente simétrico, subesferoidal; tricolporado, poro indistinto, lalongado; exina medindo 1,7 μm , nexina medindo 0,75 μm e sexina medindo 0,96 μm , ornamentação microreticulada. Diâmetro polar 29,5 μm e diâmetro equatorial 20 μm .**Observações:** *Retitricolporites caputoi* (Hoorn 1993) é heterobrochate e o tamanho da lumina diminui em direção ao equador.***Retitricolporites* sp. 04**

Figuras 11.20 e 11.21

Material Examinado: FPR 160 P2 c – A15**Descrição:** Monado, bilateralmente simétrico, prolato, isopolar; tricolporado, poro indistinto, colpus alcançando os pólos; exina medindo 0,9 μm ; ornamentação microreticulada, homobrochado, lumina 0,45 μm , muri 0,18 μm . Diâmetro polar 29,5 μm e diâmetro equatorial 20 μm .**Observações:** *Retitricolporites caputoi* (Hoorn 1993) é heterobrochate e o tamanho da lumina diminui em direção ao equador.***Retitricolporites* sp. 05**

Figura 11.22

Material Examinado: ATL 60.2; EF: 48T.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, subprolato; tricolporado, colpus distinto com 6 μm de largura, poros provavelmente costados; tectado, exina com 1,2- 1,4 μm de espessura, nexina com 0,6 μm de espessura; ornamentação reticulada, muri com 0,7-0,8 μm de largura, lumina com 0,8-0,9 μm de largura, homobrochado. Diâmetro polar de 27-28 μm e diâmetro equatorial de 18-19 μm .

Observações: *Siltaria hammenii* (Silva-Caminha *et al.* 2010) tem ornamentação micropitada e columela indistinta. *Retitricolporites medius* (González-Guzmán 1967) é semitectado, columelado e dimensões maiores (26-35 μm).

***Retitricolporites* sp. 06**

Figura 11.23

Material Examinado: ATL GAP5 40.2; EF: 15F.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, esferoidal; tricolporado, colpus distinto com 5 μm de largura, diâmetro do poro de 2 μm ; exina com 1 μm , columela indistinta; ornamentação microreticulada, lumina com 0,5 μm de largura e muri com 0,7 μm de largura, provavelmente homobrochate. Diâmetro polar 19 μm , e diâmetro equatorial de 23-24 μm .

Observações: *Siltaria hammenii* (Silva-Caminha *et al.* 2010) tem ornamentação micropitada. *Retitrescolpotes traversei* (Silva-Caminha *et al.* 2010) é marginado e grosseiramente reticulado.

***Retitricolporites* sp. 07**

Figura 11.24

Material Examinado: ATL GAP4 0.5; EF: 46N/3.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, prolato esferoidal; tricolporado, colpus distinto com 5 μm de largura, poros grandes, alongados com diâmetro de 8 μm ; nexina com 1,5 μm de espessura e sexina com 1,7 μm de espessura, columelado, columela com 1 μm de espessura; ornamentação reticulada, heterobrochate, largura da lumina diminui de 2 μm até 0,8 μm nos pólos, muri com 0,8-1,4 μm de largura. Diâmetro polar de 66 μm e diâmetro equatorial de 58 μm .

Observações: *Retitricolporites medius* González-Guzmán (1967) tem lumina estreita (1-1.5 μm) e homogênea por todo o grão. *Retitricolpotes simplex* González-Guzmán (1967) é tricolpado.

Genus ***Zonocostites*** (Gemeraad *et al.* 1968)

Espécie tipo. *Zonocostites ramonae* (Gemeraad *et al.* 1968)

Zonocostites ramonae Gemeraad *et al.* 1968

Figura 11.25

Material Examinado: ATL GAP4 0.6; EF: 15W.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, subprolato; tricolporado, poros e colpo distintos, zonorado, costado, costa com 1,5 µm de espessura, diâmetro do poro de 1,8 µm; exina com 1,8-2 µm de espessura; ornamentação reticulada, muri com 0,8-1,0 µm de largura e lumina com 1-1,2 µm de largura. Diâmetro polar de 28 µm, e diâmetro equatorial 25 µm.

Observações: *Zonocostites minor* (Jaramillo & Dilcher 2001) tem dimensões menores e é micropitado. *Zonocostites duquei* (Dueñas 1980) tem columela distinta.

Zonocostites minor (Jaramillo & Dilcher 2001)

Figura 11.26

Material Examinado: ATL 60.3; EF: 22R/4. ATL GAP4 0.6; EF: 27V/3.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, esferoidal; tricolporado, poros e colpus distintos, zonorado, diâmetro do poro de 0,5-0,6 µm, costado, costa com 0,5-0,7 µm de espessura; exina com 0,8-1 µm de espessura; ornamentação levemente reticulada a micropitada. Diâmetro polar de 13-15 µm e diâmetro equatorial de 12-13 µm.

Observações: Possui afinidade taxômica com o gênero *Rhizophora*. *Zonocostites ramonae* Gemeraad *et al.* (1968) tem características semelhantes, mas é de tamanho maior (26-19 µm) e tem uma ornamentação reticulada.

Classe TRIPORATAE (Iversen & Troels-Smith 1950)

Gênero *Proteacidites* (Cookson 1953)

Espécie tipo. *Proteacidites adenanthoides* (Cookson 1953)

Proteacidites isopogiformis (Couper 1960)

Figura 11.27

Material Examinado: ATL GAP4 0.6; EF: 28X.

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, triangular-agudo-convexo; triporado, poros distintos com 2 µm de diâmetro, poros costado, costa com 2 µm de espessura; tectado, exina medindo 3-4 µm de espessura, columelado; ornamentação foveolada em apoporia e

microreticulada em mesoporia, lumina $< 1 \mu\text{m}$. Diâmetro polar de $50 \mu\text{m}$ de largura e diâmetro equatorial de $48 \mu\text{m}$.

Observações: Provavelmente possui afinidade taxonômica com Proteaceae. *Proteacidites triangulatus* (Lorente 1986) é triangular-agudo-reto à levemente côncava e tem ornamentação psilada. *Retitriporites rotundus* (Silva-Caminha *et al.* 2010) é foveo-reticulada. *Proteacidites parvus* (Cookson 1953) tem também ornamentação finamente escabrada ou finamente reticulada. *Proteacidites subscabratus* (Couper 1960) é finamente escabrada.

Classe SYNCOLPATAE (Iversen & Troels-Smith 1950)

Gênero *Psilasyncolporites* (González-Guzmán 1967)

Espécie tipo: *Psilasyncolporites parvus* (González-Guzmán 1967)

Psilasyncolporites sp. 01

Figura 11.28

Material Examinado: ATL 60.4; EF: 36L. 67

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, esferoidal; sincolporado, poros e colpos distintos, diâmetro do poro igual a $1,5 \mu\text{m}$; nexina com $1,5 \mu\text{m}$ de espessura e sexina com $1 \mu\text{m}$ de espessura; ornamentação psilada. Apresenta diâmetro equatorial igual a $26 \mu\text{m}$.

Observações: Estreitamente relacionado com *Cupania*-Sapindaceae. Esse Gênero descreve grãos de pólen com dois ou mais colpus simples (ou composto) cujas extremidades anastomosam no pólo com ornamentação psilada. *Psilasyncolporites parvus* (González-Guzmán 1967) tem diâmetro equatorial menor ($14-18 \mu\text{m}$). *Syncolporites poricostatus* (van Hoeken-Klinkenberg 1966) tem um poro costado.

Class HETEROCOLPATAE (Iversen & Troels-Smith 1950)

Gênero *Heterocolpites* (van der Hammen & Garcia de Mutís 1966)

Espécie tipo. *Heterocolpites palaeocenica* (van der Hammen & Garcia de Mutís 1966) Paleoceno Colômbia.

Heterocolpites sp. 01

Figura 11.29

Material Examinado: FPR 160 P2 a – A61

Descrição: Monado, radialmente simétrico, isopolar, subesferoidal à esferoidal em visão polar, prolato em visão equatorial; heterocolpate (tricolporado), três colpi, três pseudocolpus,

diâmetro do poro 0,9 μm ; exina medindo 0,5 μm de espessura; ornamentação psilada. Diâmetro polar 12 μm e diâmetro equatorial de 8 μm ,

Observações: Provisoriamente inserido neste gênero pois não foram encontrados gêneros adequados para espécies com 3 colpi e 3 pseudo colpi. *Heterocolpites palaeocenica* (van der Hammen & Garcia de Mutís 1966), possui como principal característica que o diferencia do fóssil encontrado, as dimensões polar (24.5 μm) e equatorial (23 μm). *Heterocolpites incomptus* (van der Hammen 1956 ex Hoorn nov. sp.), possui ornamentação psilada-microreticulada. *Heterocolpites verrucosus* (Hoorn 1993) possui ornamentação verrucada.

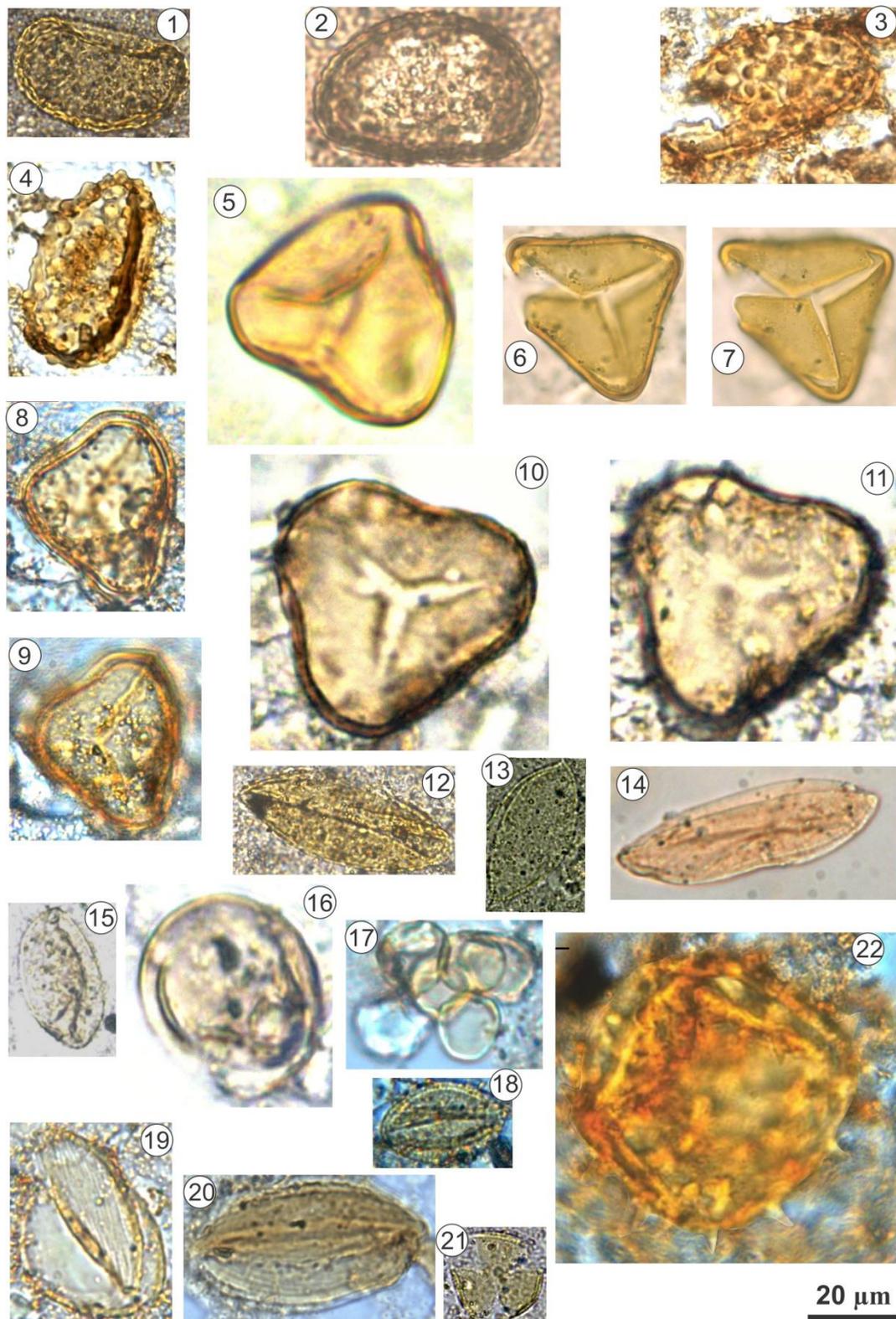


Figura 10 - Palinomorfos da Formação Pirabas. 1, *Polypodiisporites* sp. 01; 2, *Polypodiisporites* sp. 02; 3-4, *Polypodiisporites usmensis*; 5, *Deltoidospora adriennis*; 6-7, *Deltoidospora* sp. 01; 8-9, *Polypodiaceoisporites tumulatus*; 10-11, *Polypodiaceoisporites* sp. 01; 12, *Arecipites* sp. 01; 13, *Arecipites* sp. 02; 14, *Arecipites* sp. 03; 15, *Mauritiidites franciscoi* var. *minutes*; 16, *Monoporopollenites annulatus*; 17, *Monoporopollenites* sp. 01; 18, *Retitricolpites* sp. 01; 19, *Striatopollis semistriatus*; 20, *Striatopollis* sp. 01; 21, *Tricolpites* sp. 01; 22, *Malvacipolloides maristellae*.

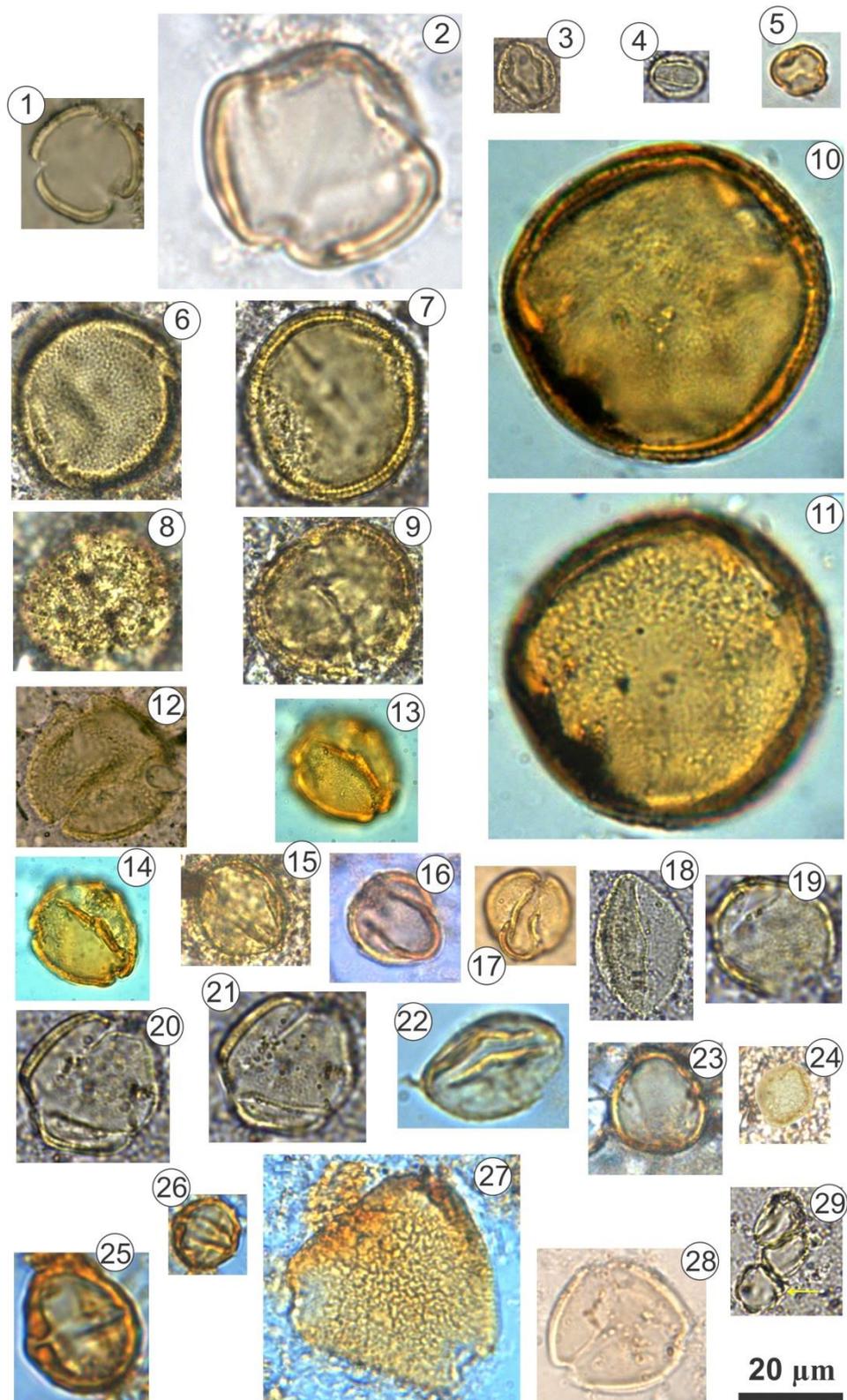


Figura 11 - Palinomorfos da Formação Pirabas. **1-2**, *Psilatricolporites crassoexinatus*; **3**, *Psilatricolporites* sp. 01; **4**, *Psilatricolporites* sp. 02; **5**, *Psilatricolporites* sp. 03; **6-11**, *Retibrevitricolporites grandis*; **12**, *Retibrevitricolporites* sp. 01; **13-14**, *Retibrevitricolporites* sp. 02; **15**, *Retitrescolpites ? irregularis*; **16**, *Retitricolporites medius*; **17**, *Retitricolporites* sp. 01; **18**, *Retitricolporites* sp. 02; **19**, *Retitricolporites* sp. 03; **20-21**, *Retitricolporites* sp. 04; **22**, *Retitricolporites* sp. 05; **23**, *Retitricolporites* sp. 06; **24**, *Retitricolporites* sp. 07; **25**, *Zonocostites ramonae*; **26**, *Zonocostites minor*; **27**, *Proteacidites isopogiformis*; **28**, *Psilasyncolporites* sp. 01; **29**, *Heterocolpites* sp. 01.

7 INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL E PALINOFLORÍSTICA

Os depósitos da Formação Pirabas foram formados em condições de baixo aporte sedimentar siliciclástico, bem como baixas taxas de sedimentação provenientes de uma antiga bacia hidrográfica com um contexto completamente diferente do atual na Amazônia, possibilitando ao longo de milhões de anos (Paleogeno - Neógeno) a formação dos depósitos carbonáticos da Formação Pirabas (Figueiredo *et al.*, 2009; Aguilera *et al.*, 2013).

Esta unidade vem sendo bastante estudada com o tempo por diversos autores, no que diz respeito ao seu rico conteúdo fossilífero bem como análises paleoambientais com base em análise de fácies. Góes *et al.* (1990); Távora, Pontes e Mesquita (2005a) e Rossetti (2001), em estudos de análise de fácies realizados na Plataforma Bragantina, estabeleceram um novo modelo deposicional. Subdividiram a unidade em sete fácies sedimentares: biocalciruditos; biocalcarenitos não estratificado; biocalcarenitos estratificado; marga; folhelho; biohermito; e calcilutito. Onde, a associação de fácies levou à individualização de quatro ambientes sedimentares: plataforma externa em parte influenciada por tempestades; plataforma restrita/lagunar; litorânea e mangue.

Os perfis FPR-160 e ATL analisados neste trabalho, apresentam padrões faciográficos e palinológicos diferenciados, refletindo ambientes deposicionais e condições palinoflorísticas diferenciadas possivelmente originadas entre o Oligoceno superior e Mioceno inferior.

A sucessão sedimentar presente no testemunho de sondagem FPR-160 (Município de Primavera/PA) envolve basicamente intercalação de fácies de biocalciruditos, margas e uma pequena lente de folhelhos negros na base, apontando um padrão da base para o topo passando de ambientes mais transicionais, representados por depósitos típicos de laguna identificados pela presença de fáceis de folhelhos negros, para ambientes marinhos plataformais rasos, representados pela intercalação das fácies de biocalciruditos e margas, onde, os biocalciruditos podem sugerir um momento de maior aporte sedimentar de sedimentos terrígenos ou até mesmo um pequeno rebaixamento do nível do mar em nível local, proporcionando a existência de corais provavelmente localizados nas bordas ou nas proximidades da laguna em um ambiente de alta energia, enquanto que os níveis de margas representariam uma elevação local no nível do mar, típicos de ambientes onde a deposição ocorre sob fluxos de baixa energia como em ambientes plataformais rasos.

Foi observado para este testemunho a predominância das espécies *Psilatricolporites* sp. 02, *Psilatricolporites crassoexinatus*, e *Retibrevitricolporites grandis*. A Presença de

Retitrescolpites irregularis, *P. crassoexinatus* e *R. grandis* juntamente com a ausência da espécie *Zonocostites ramonae* e *Deltoidospora adriennis* reflete possivelmente maior influência continental sobre os depósitos ou a ocorrência de um ambiente marinho com áreas de mangue extremamente restritas, sobre o ambiente deposicional. A ocorrência de *Retitrescolpites irregularis* indica a contribuição de uma bacia hidrográfica colonizada por vegetação arbórea e arbustiva de planícies fluviais sob condições de clima quente e úmido (Jaramillo et al. 2010)

O perfil estratigráfico do afloramento localizado na praia do Atalaia (Salinas/PA) é composto basicamente por fácies de granulometrias mais finas quando comparado ao anterior, com a ocorrência de biocalciruditos apenas na base e no topo dele. A predominância das fácies de Pelitos laminados negros e verdes, e margas, sugerem um ambiente de deposição de baixa energia, onde prevaleça a sedimentação por suspensão. O pelito laminado negro, indica um ambiente onde ocorresse a deposição considerável de matéria orgânica. Sendo assim, provavelmente este perfil representa antigos depósitos de uma laguna transional circundados por vasta vegetação, e ao mesmo tempo interconectada com o oceano explicado pelas fácies de margas.

Verificou-se para este perfil a predominância das espécies *Psilatricolporites* sp. 03, *Zonocostites ramonae*, *Zonocostites minor*, *Polypodiisporites usmensis*, *Deltoidospora adriennis* e *Retibrevitricolporites grandis*. A ocorrência de *Z. ramomae*, *Z. minor*, e *D. adriennis* relacionados com as fácies de pelito laminado negro com baixa diversidade palinológica, é um forte indicativo da ligação do ambiente deposicional com uma planície lamosa colonizada por manguezal dentro de um ambiente lagunar. Ampaiwan, Churasiri e Kunwasi (2003) associam a presença da espécie *Magnastriatites grandiosus* à ambientes lacustres, o que sugere a contribuição relativa de água doce.

8 CONCLUSÕES

- A integração de dados de interpretação de análise de fácies juntamente com análise palinológica do furo de sondagem FPR-160 da mina de Primavera/PA e do perfil estratigráfico oriundo da praia do Atalaia em Salinópolis/PA, permitiu a identificação de um paleoambiente marinho transicional, envolvendo uma laguna conectada à uma plataforma marinha rasa depositada entre o Oligoceno superior e Mioceno inferior.

- A ocorrência de *Retibrevitricolporites grandis* no testemunho de sondagem FPR – 160, em amostras retiradas da base do testemunho, logo acima de rochas cristalinas do embasamento, atribuiu uma idade máxima de Oligoceno superior para então a base da Formação Pirabas. Vale salientar que estes dados corroboram com os encontrados por Nogueira (2015), baseados em bioestratigrafia de ostracóides com idade mínima de Oligoceno para a Fm. Pirabas, realizados no mesmo furo de sondagem.

- O testemunho FPR-160, foi interpretado como de depósitos de ambientes transicionais de laguna representados por fácies de folhelhos negros na base, passando para ambiente marinho de plataforma rasa para o topo, com base na presença de intercalações de fácies de margas e biocalciruditos. A presença das espécies *Retitrescolpites irregularis*, *Psilatricolporites crassoexinatus* e *Retibrevitricolporites grandis* somado à ausência da espécie *Zonocostites ramonae* e *Deltoidospora adriennis*, nos folhelhos negros, pode indicar que houve considerável influência continental sobre os depósitos ou ocorrência de um ambiente marinho com áreas de mangue extremamente restritas.

- A ocorrência de *Mauritiidites franciscoi*, *Psilatricolporites crassoexinatus*, *Retitrescolpites irregularis*, *Malvacipolloides maristellae* e *Zonocostites ramonae* em amostras retiradas de um perfil estratigráfico feito na praia do Atalaia, sugere idade de Mioceno inferior para o topo desta unidade.

- Para o perfil da praia do Atalaia, foi interpretado um paleoambiente lagunar bordejado por vegetação de manguezal, identificado através da presença de pelitos laminados negros e verdes associadas à presença das espécies *Zonocostites ramonae* e *Deltoidospora adriennis*, além de margas intercalados com biocalciruditos, associadas à presença das espécies *Zonocostites ramonae* e *Deltoidospora adriennis*.

REFERÊNCIAS

- Ackernann F.L. 1969. *Esboço para a geologia entre as cidades de Belém-Rio Guamá e Atlântico-Rio Gurupi*. Imprensa Universitária do Pará, Belém, 83p.
- Ackernann F.L. 1976. A Formação Pirabas, sua evolução e interpretação. Imprensa Universitária do Pará, Belém, 79 p.
- Aguilera O. & Aguilera D.R. 2003. Two new otolith-based sciaenid species of the genus *Plagioscion* from South America Neogene marine sediments. *Journal of Paleontology, London*, **77**(6): 937-942.
- Aguilera O., Guimarães J. T. F., Moraes-Santos 2013. Neogene Eastern Amazon carbonate platform and the palaeoenvironmental interpretation. *Swiss Journal of Palaeontology*. **132**(2): 99-118.
- Almaraz J.S.U. 1977. *Aspectos geoquímicos e ambientais dos calcários da Formação Pirabas, Estado do Pará*. Tese Doutorado em Geociências, Curso de Pós Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 198p.
- Antonioli L., Távora V.A., Dino, R. 2015. Palynology of carinolites and limestones from the Baunilha Grande Ecofacies of the Pirabas Formation (Miocene of Pará State, northeastern Brazil), *Journal of South American Earth Sciences*, **62**:134-147. doi: 10.1016/j.jsames.2015.05.005.
- Anzótegui L.M. & Garalla S. 1986. Estudio palinológico de la Formación Paraná (Mioceno superior) (“Pozo Josefina” - Provincia de Santa Fe, Argentina). I parte-Descripciones sistemáticas. *Facena*, **6**: 101–178.
- Ampaiwan T., Churasiri P., Kunwasi C. 2003. Palynology of coal-bearing units in the Mae Ramat Basin, Tak Province, Northern Thailand: Implications for the Paleoclimate and the Paleoenvironment. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*, **3**(2):19–40.
- Arai M., Uesugui N., Rossetti D.F., Góes A.M. 1988. Considerações sobre a idade do Grupo Barreiras no nordeste do Estado do Pará. In: SBG, 35º Congresso Brasileiro de Geologia, 1988, Belém. *Anais*. p. 738-752.
- Arai M. 1997. Dinoflagelados (Dinophyceae) miocênicos do Grupo Barreiras do nordeste do Estado do Pará (Brasil). *Revista Universidade de Guarulhos*, **2**:98-106.
- Aranha L.G.F., Lima H. P., Souza J.M. P., Makino R.K., Figueiras A.J.M. 1990. Origem e evolução das bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova. In: Raja Gabaglia, G.P. & Milani, E.J. (Eds.), Origem e evolução de bacias sedimentares. Rio de Janeiro, Petrobras, p. 221-233.
- Azevedo R.P. 1991. Tectonic evolution of Brazilian equatorial continental margin basins. PhD Thesis, Imperial College, Londres. 455 p.

- Batista A.M. 1992. *Caracterização paleoambiental dos sedimentos Codó-Grajaú, Bacia de São Luís (MA)*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém. 102 p.
- Belúcio E.F. 2001. *Estudo da razão isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ em macrofósseis da Formação Pirabas, Nordeste do Estado do Pará*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 65 p.
- Blome C.D. & Albert N.R. 1985. Carbonate concretions: an ideal sedimentary host for microfossils. *Geology*, **13**(3):121–215.
- Brandão J.A.S.L. 1990. Revisão e atualização estratigráfica das bacias da Foz do Amazonas e Pará-Maranhão. Rio de Janeiro: Petrobras, 97 p.
- Brandão J.A.S.L. & Feijó F.J. 1994a. Bacia da Foz do Amazonas. *Boletim de Geociências da Petrobras* **8**(1):91-99.
- Brandão J.A.S.L. & Feijó F.J. 1994b. Bacia do Pará-Maranhão. *Boletim de Geociências da Petrobras* **8**(1):101-102.
- Carneiro, R. G. 1974. Mapeamento estrutural da área de Grajaú-Imperatriz. *Belém: Petrobras*, 45 p.
- Clench, W.J. & Aguayo C.G. 1939. Notes and descriptions of a new deep water Mollusca obtained by the Harvard-Havana Expedition off the coast of Cuba II. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural*, **13**(3):189-197.
- Cooke C.W. 1921. *Orthaulax, a tertiary guide fossil*. U. S. Geol. Survey Prof., 129p.
- Cookson I.C. 1947. Plant microfossils from the lignites of the Kerguelen archipelago: British-Australian-New Zealand Antarctic Research Expedition 1929-1931. *Science Reports, Serie A* (2):127-142.
- Cookson I.C. 1953. Difference in microspore composition of some samples from a bore at Comaum, South Australia. *Australian Journal of Botany*, **1**(3):462-473.
- Couper R.A. 1953. Upper Mesozoic and Cenozoic Spores and Pollen Grains from New Zealand. New Zealand Geological Survey. *Paleontological Bulletin*, **22**:1-77.
- Couper R.A. 1960. New Zealand Mesozoic and Cainozoic plant microfossils. New Zealand Geological Survey. *Paleontological Bulletin*, **32**:1-87.
- Cunha T.S. 2013. Palinologiae paleobotânica da Formação Pirabas, praia do Atalaia, Salinópolis - Pará. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 91p.
- Cushman J.A. 1927. An outline of a reclassification of the foraminifera. Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research, **3**:1-105.

- Dall W.H. 1890. Preliminary report on the collection of mollusca and Brachiopoda obtained in 1887-88. *Proceedings United States Natural Museum*, **12**:219-362.
- Dall W.H. 1915. A Monograph of the Molluscan Fauna of the Orthaulax Pugnax Zone of the Oligocene of Tampa, Florida. *Smithsonian Institution United States National Museum Bulletin*, Washington, Government Printing Office, **90**:1-173.
- DePaolo D.J. & Ingram B.L. 1985. High-resolution stratigraphy with strontium isotopes. *Science*, **227**(4689):938-941.
- Derby O.A. 1877. Contribuições para a Geologia da região do Baixo Amazonas. *Arquivos do Museu Nacional*, **2**:77-104.
- Detmann M.E. 1963. Upper Mesozoic microfloras from southeastern Austrália. *Proc. Royal Soc. Victoria N. S., Melbourne*, **77**(1):1-148.
- Dueñas H. 1980. Palynology of Oligocene-Miocene strata of borehole QE-22, Planeta Rica, northern Colombia. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **30**:313-328.
- Edwards L.E. 1982. Quantitative biostratigraphy: the methods should suit the data. *Quantitative stratigraphic correlation*, 45-60.
- Fernandes J.M.G. 1988. Bioestratigrafia da Formação Pirabas, Estado do Pará. *In: SBG, 35º Congresso Brasileiro de Geologia, Belém. Anais.* p. 2376- 2382.
- Fernandes J.M.G. & Távora V.A. 1990. Estudo dos foraminíferos da Formação Pirabas procedentes do furo CB-UFPa-P1(85), município de Capanema, Estado do Pará. *In: SBG, 36º Congresso Brasileiro de Geologia, Natal. Anais.* p. 470-475.
- Ferreira C.S. 1967. Contribuição à Paleontologia do Estado do Pará. O gênero *Orthaulax* Gabb, 1872 na Formação Pirabas. *In: Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica, Belém.* p. 169-181.
- Ferreira C.S. 1966. Características lito-paleontológicas da Formação Pirabas, Estado do Pará. *In: Conferência Geológica das Guianas. Avulsos da Divisão de Geologia e Mineralogia. Anais*, **6**(41):101-111.
- Ferreira C.S. 1967. Contribuição à Paleontologia do Estado do Pará. O gênero *Orthaulax* Gabb, 1872 na Formação Pirabas. *In: Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica, Belém.* p. 169-181.
- Ferreira C.S. 1980. Correlação da Formação Pirabas (Mioceno Inferior), N e NE do Brasil, com as Formações Chipola e Tampa da península da Flórida, USA. *In: APA, Atas do Congresso Latinoamericano de Paleontologia, Buenos Aires.* p. 49-55.
- Ferreira C.S. 1982. Notas Estratigráficas Sobre o Cenozóico Marinho do Estado do Pará. *In: Simpósio de Geologia da Amazônia, Belém. Anais.* **1**:84-88.
- Ferreira C.S. & Cassab R.C.T. 1985. Implicações faciológicas da família Pectinidae (Mollusca-Bivalvia) da Formação Pirabas, Oligo-Mioceno do norte e nordeste do Brasil. *In:*

Coletânea de Trabalhos Paleontológicos, MME-DNPM, Série Geologia 27, Seção Paleontologia e Estratigrafia, **2**:205-209.

Ferreira C.S. & Francisco B.H.R. 1988. As relações da Formação Pirabas (Oligoceno-Mioceno), com as formações continentais terciárias no NE do Pará. *In*: SBG, 35º Congresso Brasileiro de Geologia, Belém. *Anais*. **2**:761-764.

Ferreira-Penna D.S. 1876. Breve notícia sobre os sambaquis do Pará. *Archivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, **1**:85-89.

Fernandes J.M.G. 1988. Bioestratigrafia da Formação Pirabas, Estado do Pará. *In*: SBG, 35º Congresso Brasileiro de Geologia, Belém. *Anais*. **6**:2376-2382.

Fernandes J.M.G. & Távora, V. A. 1990. Estudo dos foraminíferos da Formação Pirabas procedentes do furo CB-UFPa-P1(85), município de Capanema, Estado do Pará. *In*: SBG, 36º Congresso Brasileiro de Geologia, Natal. *Anais*. **1**:470-475.

Figueiredo J., Hoorn, C., Van der Ven P., Soares E. 2009. Late Miocene onset of the Amazon River and the Amazon deep-sea fan: Evidence from the Foz do Amazonas Basin. *Geology*, **37**(7):619-622.

Frederiksen N.O., Carr D.R., Lowe G.D. 1983. Middle Eocene palynomorphs from San Diego, California. Part I. Introductidn, Spores and Gymnosperm pollen. AASP Contribution Series, **12**:1-31.

Germeraad J.H., Hopping C.A., Muller J. 1968. Palynology of Tertiary sediments from tropical areas. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **6**(3):189-348.

Góes A.M., Rossetti D.F., Nogueira A.C.R., Toledo P.M. 1990. Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas no nordeste do estado do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, Série Ciências da Terra, **2**:3-15.

González-Guzmán A. E. 1967. A palynological study on the Upper Los Cuervos and Mirador formations (Lower and Middle Eocene, Tibu area, Columbia). *Brill Publishers, Leiden*, **10**:84 p.

Guimarães J.T.F., Nogueira A.C.R., Silva Júnior J.B.C., Soares J.L., Alves R., Kern A.K. 2015. Palynology of the middle miocene-pleistocene Novo Remanso Formation, central Amazonia, Brazil. *Ameghiniana*, **52**(1):107-134.

Hammer O., Harper D., Ryan P. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontological Electronica*, 9 p.

Hammen T. van der 1956b. Description of some genera and species of fossil pollen and spores. *Boletín Geológico*, **4**(2-3):103-109.

Hammen T. van der 1956a. A palynological systematic nomenclature. *Bol. Geol., Bogota* **4**(2-3), 63-101. In English. *Pollen, Terminology Glossary*.

- Hammen T. van der 1954. The development of Colombian flora throughout geologic periods: I, maestrichtian to lower tertiary. *Boletín Geológico*, **2**:49-106.
- Hammen T. van der & Garcia C. 1966. The paleocene pollen flora of Colombia. *Leidsche Geologische Mededelingen*, **35**:105-114.
- Hammen T. van der & Wijmstra T. 1964. A palynological study on the tertiary and upper cretaceous of British Guiana. *Leidse Geologische Mededelingen*, **30**(1):183-241.
- Harris W.B., Mendrick S., Fullagar P.D. 2000. Correlation of onshore – offshore Oligocene through lower Miocene strata using $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotopic ratios, north flank of Cape Fear Arch, North Caroline, USA. *Sedimentary Geology*, **134**(1):49-63.
- Heilprin A. 1887. The geographical and geological distribution of animals. New York and London. *International Scientific Series*.
- Hesse M., Halbritter H., Zetter R., Weber M., Buchner R., Frosch-Radivo A. 2008. *Pollen Terminology: An Illustrated Handbook*. New York, Springer, 264p.
- Hoeken-Klinkenberg P.M.J. van 1964. A palynological investigation of some Upper Cretaceous sediments in Nigeria. *Pollen et Spores*, **6**(1):209-231.
- Hoeken-Klinkenberg P.M.J. van 1966. Maastrichtian paleocene and eocene pollen and spores from Nigeria. *Leidse Geologische Mededelingen*, **38**(1):37-48.
- Hoorn C. 1993. Marine incursions and the influence of Andean tectonics on the Miocene depositional history of northwestern Amazonia: Results of a palynostratigraphic study. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **105**(3-4):267-309.
- Hoorn C. 1994a. An environmental reconstruction of the palaeo-Amazon River system (Middle-Late Miocene, NW Amazonia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **112**(3):187-238.
- Hoorn C. 1994b. Fluvial palaeoenvironments in the intracratonic Amazonas Basin (Early Miocene-early Middle Miocene, Colombia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **109**(1):1-54.
- Huang T.C. 1978. Miocene Palynomorphs of Taiwan I. Pteridaceae and Schizaceae. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, **19**(1):13-31.
- Ibrahim A. 1933. *Sporenformen des Aegirhorizonts des Ruhr-Reviers*. MS Dissertation, Erlangung der würde eines Doktor-Ingenieurs der Technische Hochschule zu Berlin, 46 p.
- Igreja H.L.S. 1992. *Aspectos tectono-sedimentares do Fanerozóico do nordeste do Estado do Pará e noroeste do Maranhão, Brasil*. Tese de Doutorado, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 192 p.
- Iversen J. & Troels-Smith J. 1950. Pollen morphologische funktionen und typen. *Series B - Geological Survey of Denmark*, **43**(8):1-54.

- Jansonius J. & Hills L.V. 1976. Genera file of fossil spores. Special Publication, Dept. of Geology, University of Calgary, Calgary, Canada, cards 1-3287.
- Jaramillo C.A. & Dilcher D.L. 2001. Middle paleogene palynology of Central Colombia, South America: a study of pollen and spores from tropical latitudes. *Palaeontographica Abteilung B*, **258**:87-213.
- Jaramillo C.A., Rueda M., Torres V. 2011. A palynological zonation for the Cenozoic of the Llanos and Llanos Foothills of Colombia. *Palynology*, **35**(1):46-84.
- Jarzen D.M. & Dettmann M.E. 1989. Taxonomic revision of *tricolpites reticulatus* cookson ex couper, 1953, with notes on the biogeography of *Gunnera* L. *Pollen et Spores*, **31**:97-112.
- Katzer F. 1933. Geologia do estado do Pará (Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi de História Natural e Etnografia*, Ciências Naturais, Belém, **9**:1-269.
- Khan A.M. & Martin A.R.H. 1971. A note on genus *Polypodiisporites* R. Potonié. *Pollen et Spores*, **13**:475-480.
- Kedves M. 1961. Études palynologiques dans le Bassin de Dorog – II. *Pollen et Spores*, **13**:101-153.
- Kraatz-koschlau K. & Huber J. 1900. Zwischen ocean und Guamá. Beitrag zur kenntnis des staates Pará. *Museu Paraense de História Natural e Ethnografia* (Memórias do Museu Paraense, 2), Belém, **2**:1-34.
- Krutzsch W. 1959. Einige neue Formgattugen und–arten von Sporen und Pollen aus der mitteleuropaischen Oberkreide und dem Tertiär. *Palaeontographica Abteilung B*, **105**:125-157.
- Legoux O. 1978. Quelques espèces e pollen caractéristiques du neogene du Nigeria. Bulletin Centre Recherche. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine*, **2**(2):265-317.
- Leidelmeyer P. 1966. The paleogene and lower eocene pollen flora of Guyana. *Leidse Geologische Mededelingen*, **38**:49–70.
- Leite F.P.R., Oliveira M.E.B., Oliveira P.E., Silvestre-Capelato M.S., Arai M., Truckenbrodt W. 1997a. Palinofloras miocenas da Formação Pirabas e Grupo Barreiras, na região Bragantina, estado do Pará, Brasil. *Revista da Universidade de Guarulhos (Geociências)*, **2**(especial):128-140.
- Leite F.P.R., Oliveira M.E.B., Arai M., Truckenbrodt W. 1997b. Palinoestratigrafia da Formação Pirabas e Grupo Barreiras, Mioceno do Nordeste do estado do Pará, Brasil. *Revista da Universidade de Guarulhos (Geociências)*, **2**(especial):141-147.
- Leite F.P.R. 2004. Palinologia. In: Rossetti D. de F.; Góes A. M. (Org.). *O Neógeno da Amazonia Oriental*. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, 55-90.

- Lima H.P. & Aranha L.G.F. 1993. Bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Gráben Ilha Nova: análise integrada, perspectivas e direcionamento exploratório. *Belém: Petrobras*, 87 p.
- Lima H.P., Aranha L.G.F., Feijó F.J. 1994. Bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Gráben de Ilha Nova. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **8**:111-116.
- Lindley J. 1830. *An introduction to the natural system of botany* : or, a systematic view of the organisation, natural affinities, and geographical distribution, of the whole vegetable kingdom: together with the uses of the most important species in medicine, the arts, and rural or domestic economy. Longman, Rees, Orme, Brown, and Green, London, 374 p.
- Lorente M.A. 1986. Palynology and palynofacies of the upper tertiary in Venezuela. *Dissertationes Botanicae*, Lubrecht e Cramer Ltd, Berlin-Stuttgart, **99**:222.
- Mabesoone J.M., Campos Silva A., Buerlen K. 1972. Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Geologia*, **2**:173-188.
- Mabesoone J.M. 1984. Cenozóico nordestino: sistemas e sequências deposicionais. *In: SBG do Simpósio de Geologia do Nordeste*, [S.l.]. *Atas* **11**:142-150.
- Mansfield W.C. 1937. Mollusks of the Tampa and Suwannee Limestones of Florida. Florida Geological Survey, Florida Department of Conservation, Tallahassee, *Bulletin* **15**, 334 p.
- Maury C.J. 1920. *Scientific survey of Porto Rico and the Virgin Islands*. Acad. Sci., New York, pt. 1. 4, **3**:58
- Maury C.J. 1925. *Fósseis terciários do Brasil com descrição de novas formas Cretáceas*. Dissertação de Mestrado, Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Rio de Janeiro, 665 p.
- Mesner J.C. & Wooldridge L.C.P. 1964. *The Maranhão study revision*. Belém: Petrobras, 205 p.
- Meyer B.L. 1956. Makrofloristische Untersuchungen in jungtertiären Braunkohlen im östlichen Bayern. *Geologica Bavarica*, **21**:100-128.
- Milani E.J. & Thomaz Filho. 2000. Sedimentary basins of South America. *In: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A., Campos D.A. (Eds.). Tectonic evolution of South America*. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, p. 389-449.
- Miner E.L. 1935. Paleobotanical examinations of cretaceous and tertiary coals. *American Midland Naturalist*, **16**:585-625.
- Muller J., Giacomo E., Erve A.W. van 1987. A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of Northern South America. *American Association of Stratigraphic Palynologists*, contribution series, **19**:7-76.
- Mussa D. 1958. Dicotiledôneo fóssil da Formação Barreiras, estado do Sergipe, Brasil. *Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia*, **181**:1-23.

Nakoman E. 1965. Description d'un nouveau genre de forme, Corsinipollenites. *Soc. Geol. de Nord Annales*, **85**:155-600.

Nogueira A.C.R., Arai M., Horbe A.M.C. Horbe M. A., Silveira R.R., Silva Junior J.B.C., Motta M.B. 2003. A influência marinha nos depósitos da Formação Solimões na região de Coari (AM): registros da transgressão Miocênica na Amazônia Ocidental. *In*: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 8, Manaus. *Resumos*, 1 CD-ROM.

Nogueira A.A.E. 2015. *Taxonomia, paleoecologia e bioestratigrafia (Ostracoda) do Oligo-Mioceno da Formação Pirabas (estado do Pará, Brasil)*. Tese de Doutorado, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 299 p.

Pedraõ E. 1992. Revisão bioestratigráfica da região Norte do Brasil (Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova). Rio de Janeiro: Petrobras, p. 98.

Petri S. 1957. *Foraminíferos Miocênicos da Formação Pirabas*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

Pierce R.L. 1961. Lower upper cretaceous plant microfossils from minnesota. *Bulletin of the Minnesota Geological and Natural History Survey*, **42**:1-86.

Pocknall D.T. & Mildenhall D.C. 1984. Late oligocene-early miocene spores and pollen from Southland. New Zealand. New Zealand Geological Survey, *Palaeontological Bulletin* **51**:1-66.

Potonié R. 1931. Pollenformen aus tertiären Braunkohlen. *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst.*, **52**:1-7.

Potonié R. & Gellertich J. 1933. Ueber pteridophyten-sporen einer eozänen braunkohle aus Dorog in Ungarn. *Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin, Sitzungsberichte*, **33**: 517-528.

Potonié R. 1951. Revision stratigraphisch wichtiger sporomorphen des mitteleuropaischen tertiars. *Palaeontographica Abteilung B*, **9**:131-151.

Potonié R. 1956. Synopsis der gattungen der sporae dispersae. I Teil: sporites. *Geologisches Jahrbuch*, **23**:1-103.

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**:1-81.

Ramos M.I.F., Távora V.A., Pinheiro M.P., Baia N. B. Microfósseis, 2004. *In*: Rossetti D. F.; Góes A. M. (Eds.). *O Neógeno da Amazônia Oriental*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 93-107.

Rao K.P. & Ramanujam C.G.K. 1982. Palynology of the quilon beds of kerala state in South India - II - pollen of dicotyledons and discussion. *Palaeobotanist*, **30**:68-100.

- Regali M.S.P., Uesugui, N., Santos, A.S. 1974. Palinologia dos sedimentos meso-cenozóicos do Brasil (I). *Boletim Técnico da Petrobrás*, **13**(3):177-191.
- Rossetti D.F., Truckenbrodt W., Góes A.M. 1989. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos Barreiras e Pós-Barreiras na região bragantina, nordeste do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Série Ciências da Terra)*, **1**:25-74.
- Rossetti D.F., Góes A.M., Truckenbrodt W. 1990. A influência marinha nos sedimentos Barreiras. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Série Ciências da Terra)*, **2**:17-29.
- Rossetti D.F. 2000. Influence of low amplitude/high frequency relative sea-level changes in a wave-dominated estuary (Miocene), São Luís Basin, northern Brazil. *Sedimentary Geology*, **133**(3-4):295-324.
- Rossetti D.F., Góes A. M., Souza L.S.B. 2001. Estratigrafia da sucessão sedimentar Pós-Barreiras (zona bragantina, Pará) com base em radar de penetração no solo. *Brazilian Journal of Geophysics*, **19**:113-130.
- Rossetti D.F., Santos Jr. A.E.S. 2004. Facies architecture in a tectonically-influenced estuarine incised valley fill of miocene age, Northern Brazil. *Journal of South America Earth Sciences*, **17**(4):267-284.
- Rossetti D.F. & Góes A.M. 2004. Geologia. In: Rossetti D. F. & Góes A. M. (Eds.). *O Neógeno da Amazônia Oriental*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 13-52 p. (Coleção Friederich Katzer).
- Rossetti D.F. 2006. The role of tectonics on the preservation of estuarine Valleys in areas with Low Accommodation Rates: examples from Upper Cretaceous and Miocene Successions in Northern Brazil. In: *INCISED-Valley systems in time and Space*. Tulsa, Okla: SEPM (Society for Sedimentary Geology SEPM (Special Publication, no prelo).
- Rossetti D.F., Bezerra F.H.R., Dominguez J.M.L. 2013. Late Oligocene-Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil. *Earth-Science Reviews*, **123**:87-112.
- Sah S.C.D. 1967. Palynology of an upper neogene profile from Rusizi Valley (Burundi). Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique. *Annales. Series 8*, **57**:1-173.
- Sá J.H.S. 1969. Contribuições à geologia dos sedimentos terciários e quaternários da região bragantina. *Boletim do Instituto de Geologia*, **3**:21-36.
- Silva-Caminha S.A.F., Jaramillo C.A., Absy M.L. 2010. Neogene palynology of the Solimões Basin, Brazilian Amazonia. *Palaeontographica Abteilung B: Palaeobotany-Palaeophytology*, **283**:1-67.
- Smith A.R., Pryer K.M., Schuettpelz E., Korall P., Schneider H., Wolf P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon*, **55**:705-731.
- Singh C. 1964. Microflora of the Lower cretaceous Mannville Group, east-central Alberta. *Research Council of Alberta Bulletin*, **15**:1-238.

- Soares Junior A.V. 2007. *A Fragmentação do Gondwana na região meio-norte do Brasil durante o Mesozóico*. Tese de Doutorado, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 193 p.
- Soares Junior A.V., Costa J.B.S., Hasui Y. 2008. Evolução da margem atlântica equatorial do Brasil: três fases distensivas. *Geociências*, São Paulo, **27**(4):427-437.
- Stover L.E. & Partridge A.D. 1973. Tertiary and Late Cretaceous spores and pollen from the Gippsland Basin, southeastern Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **85**(2):237-286.
- Távora V.A. & Fernandes, J.M.G. 1999. Estudio de los foraminíferos de la Formación Pirabas (Mioceno Inferior), Estado de Pará, Brasil y su correlación con faunas del Caribe. *Revista Geológica de America Central*, (22):63-74.
- Távora V.A., Imbeloni E.F.F., Cacela A.S.M., Baia N.B. 2004. Paleoinvertebrados. In: Rossetti D. F. & Góes A. M. (eds.) *O Neógeno da Amazônia Oriental*. Belém, Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi, Coleção Friederich Katzer, p. 111-131.
- Távora V.A., Pontes K.G.A., Mesquita N. 2005. Sistemática e tafonomia dos cirrípedes balanomorfos da Formação Pirabas (Eomioceno), estado do Pará, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, **63**(3):459-470.
- Távora V.A., Santos A.A.R., Neto I.L.A.N. 2010. Eventos biológicos da Formação Pirabas (Mioceno Inferior). *Revista brasileira de geociências*, São Paulo, **40**(2).
- Traverse A. 2007. *Paleopalynology*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, **28**:813 p.
- Traverse A. 2008. *Paleopalynology*. Dordrecht: Ed. Springer, 813 p.
- Uesugui N. 1979. Palinologia: técnicas de tratamento de amostras. *Boletim Técnico Petrobrás*, **22**:229-240.
- Vasquez M.L., Rosa-Costa L.T. 2008. *Mapa geológico e de recursos minerais do estado do Pará*. Projeto Geologia e Recursos Minerais do Pará – Sistema de Informações Geográficas: texto-explicativo. Mapa, col. Escala 1:1.000.000. CPRM, Belém. 1 CD-ROM.
- Venkatachala B.S. & Kar R.K. 1969. Palynology of the tertiary sediments in kutch-2 epiphyllous fungal remains from the borehole nº14. *The Palaeobotanist*, Lucknow, India, **17**:179-183.
- Villegas J.M. 1994. *Geologia estrutural da Bacia de Marajó*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, 119 p.
- Vokes H.E. & Vokes E.H. 1968. Variation in the genus *Orthaulax* (Mollusca: Gastropoda). *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, **6**(2):71-84.
- Zalán P.V. 2007. Bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, **15**(2):341-345.

White C.A. 1887. Contribuição à paleontologia do Brasil. *Archivos do Museu Nacional*, **7**:1-273.

Wijmstra T.A. 1971. *The palynology of the Guianas coastal basin*. PhD Thesis, University of Amsterdam, Amsterdam. 62 p. Unpublished.

Wodehouse R.P. 1933. Tertiary pollen-II The oil shales of the Eocene Green River formation. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, **60**(7):479-524.

Woodring W.P. 1923. Tertiary mollusks of the Genus *Orthaulax* from the Republic of Haiti, Porto Rico and Cuba. *Proceedings of the United States National Museum* **64**(Art 1):1-12, pls 1-2.

Yamamoto I.T. 1995. *Palinologia das Bacias Tafrogênicas do Sudeste (Bacias de Taubaté, São Paulo e Resende): Análise Bioestratigráfica Integrada e Interpretação Paleoambiental*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 200 p.

APÊNDICES

(Continuação)

Espécies Encontradas	Amostras do Afloramento da Praia do Atalaia - Salinópolis/PA												Furo de Sondagem FPR 160 - Primavera/PA								
	ATL 10	ATL 60	ATL GAP 90	ATL GAP 160	ATL GAP 2 10	ATL GAP 2 1	ATL GAP 3 0	ATL GAP 4 0	ATL GAP 4 20	ATL GAP 5 40	ATL GAP 5 60	ATL GAP 6 0	Total	FPR 160 P1	FPR 160 P2	FPR 160 P3	FPR 160 P4	FPR 160 P5	FPR 160 P8	FPR 160 P13	Total
<i>Monoporopollenites annulatus</i> (Van Der Hammen, 1954) Jaramillo e Dilcher (2001)	0	5	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monoporopollenites</i> sp. 01	15	5	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Psilasyncolporites</i> sp. 01	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Proteacidites isopogiformis</i> (Couper, 1960)	0	0	0	0	0	0	0	10	6	5	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Psilatricolporites</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	3
<i>Psilatricolporites</i> sp. 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	5	0	1	1	0	19
<i>Psilatricolporites</i> sp. 03	75	310	186	203	63	0	0	0	0	60	0	0	897	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Psilatricolporites crassoexinatus</i> (Hooen, 1993)	0	8	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	18	0	0	8	0	0	0	0	8
<i>Retitricolpites</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Retibrevitricolporites grandis</i> (Jaramillo and Dilcher, 2001)	0	5	0	0	0	0	0	38	0	36	0	0	79	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Retibrevitricolporites</i> sp. 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Retibrevitricolporites</i> sp. 02	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Retitrescolpites irregularis</i> (Van Der Hammen & Wymstra 1964 n. comb. Jaramillo and Dilcher, 2001)	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1	0	0	0	0	0	0	1

