

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Luiz Ricardo da Silva Lôbo do Nascimento

**PALINOESTRATIGRAFIA E PALEOECOLOGIA
DA SEQUÊNCIA LACUSTRE DO CRETÁCEO INFERIOR,
EM SERRA NEGRA-PE, BACIA SEDIMENTAR
DO JATOBÁ, NE DO BRASIL.**

**TESE DE DOUTORADO
2013**

Orientadora: Alcina Magnólia Franca Barreto

RECIFE, PE
2013

LUIZ RICARDO DA SILVA LÔBO DO NASCIMENTO

Biólogo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1996.
Mestre em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

**PALINOESTRATIGRAFIA E PALEOECOLOGIA DA
SEQUÊNCIA LACUSTRE DO CRETÁCEO INFERIOR, EM SERRA
NEGRA-PE, BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ, NE DO BRASIL**

Tese de Doutorado que apresentou ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pela professora Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto, em preenchimento parcial para obter o grau de Doutor em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental, defendida e aprovada em 02 de Setembro de 2013.

RECIFE, PE
2013

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicéa Alves, CRB-4 / 1260

N241p Nascimento, Luiz Ricardo da Silva Lôbo do.
Palinoestratigrafia e paleoecologia da sequência lacustre do cretáceo inferior,
em Serra Negra - PE, Bacia Sedimentar do Jatobá, NE do Brasil / Luiz Ricardo da
Silva Lôbo do Nascimento. - Recife: O Autor, 2013.
146folhas, Il. e Tabs.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alcina Magnólia Franca Barreto.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de
Pós-Graduação Geociências, 2013.
Inclui Referências, Estampas e Anexos.

1. Geociências. 2. Bacia do Jatobá. 3. Aptiano . 4. Bioestratigrafia. 5.
Paleoambientes. I. Barreto, Alcina Magnólia Franca. (Orientadora) II. Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.)

BCTG/2013-121

**PALINOESTRATIGRAFIA E PALEOECOLOGIA DA SEQUÊNCIA
LACUSTRE DO CRETÁCEO INFERIOR, EM SERRA NEGRA-PE, BACIA
SEDIMENTAR DO JATOBÁ, NE DO BRASIL.**

Luiz Ricardo da Silva Lôbo do Nascimento

APROVADO

Alcina Magnólia Franca Barreto

02 de setembro de 2013

Maria Judite Garcia
02 de Setembro de 2013

Virgínio Henrique de Miranda Lopes Neumann
02 de Setembro de 2013

Maria Emília Travassos Rios Tomé
02 de Setembro de 2013

Luzia Antonioli
02 de Setembro de 2013

Dedico este trabalho àqueles que são à base da minha vida. Minha mãe Iracy Lôbo, e aos meus irmãos: Lucas Evangelistas, José Otávio, Petrônio Sérgio e Ana Cláudia. Amo vocês!

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota”.

Theodore Roosevelt

AGRADECIMENTOS

Aos mentores espirituais, que sempre me conduziram no caminho da LUZ.

A minha mãe Iracy Lôbo, pelo apoio e carinho em todas as decisões da minha vida.

À professora e Orientadora Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto pela orientação deste trabalho.

Aos amigos do PALEOLAB – DEGEO-UFPE: Anderson Sobral, Bruno, David Holanda, Fabiana Marinho, Márcia Silva, Priscila Albuquerque. Pelo apoio, carinho, compreensão e pelos laços de amizade que foi estabelecido ao longo desses anos, ultrapassando o convívio profissional. Nunca me esquecerei de vocês!

Ao professor Dr. Virgínio Neumann, departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco, pela concessão das amostras para análise palinológica.

A Geóloga Dra. Emília Tomé, LAGESE-UFPE, pelas sugestões e discussões ao longo do desenvolvimento desta pesquisa;

Ao geólogo Dunaldson Rocha, CPRM por todo o apoio prestado e pelas valiosas considerações;

Ao Prof. Dr. Gerson Fauth, e os demais pesquisadores do Laboratório de Micropaleontologia da UNISINOS – RS. Pelo acolhimento durante o desenvolvimento do estágio nesta instituição.

A Alessandra Santos e ao técnico Fernando Lopes do Laboratório de Micropaleontologia da UNISINOS-RS. Pela dedicação e assistência prestada na aplicação da metodologia para a realização da pesquisa.

A Professora Dra. Maria Judite Garcia, Laboratório de Paleobotânica e Palinologia Prof. Dr. Murilo Rodolfo de Lima - Universidade Guarulhos, São Paulo, por toda assistência prestada para o aprimoramento desta pesquisa.

Aos técnicos e funcionários do Laboratório de Paleobotânica e Palinologia Prof. Dr. Murilo Rodolfo de Lima - Universidade Guarulhos, São Paulo. Por toda atenção e carinho.

A professora Dra. Luzia Antonioli da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, pelas bibliografias gentilmente cedidas.

A Coordenação de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

A coordenação do Programa de Pós-graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, por todo o apoio prestado para o desenvolvimento da pesquisa.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Muito Obrigado!

RESUMO

O presente estudo baseou-se na análise palinológica de uma sondagem com 90,50 m, denominada 2 JSN-01-PE, na Serra Negra, Ibimirim, PE, realizada pelo Projeto Rede 07 - Caracterização Geológica e Geofísica de Campos Maduros – Fase 4, Convênio 01.07.0721.00 – FINEP/UFPE. Foram analisados 122 níveis estratigráficos, onde as amostras foram submetidas ao procedimento químico para a extração dos palinomorfos, segundo o protocolo palinológico para sedimentos mesozoicos. Após a leitura das lâminas observou-se que em 58 níveis não foi possível à recuperação de palinomorfos; e que 64 níveis são portadores de bom resíduo orgânico, permitindo o reconhecimento dos palinomorfos característicos do Cretáceo Inferior. Na análise quantitativa foram contados 200 palinomorfos para cada amostra. A associação palinoflorística descrita para a Formação Crato na Bacia do Jatobá, demonstra o predomínio de elementos de origem continental, com grãos de pólen de gimnospermas e angiospermas, esporos de pteridófitas e alga *Botryococcus*. Nota-se a abundância dos tipos de clima quente como *Equisetosporites*, *Cicatricosisporites*, *Crybelosporites* e *Classopollis*, distribuídos entre 120 espécies. Observou-se a ocorrência de palinomorfos retrabalhados de idade Devoniana Superior, provavelmente dos sedimentos da Formação Inajá (*Veryachium* e *Maranhites*) que serviram de fonte de parte dos sedimentos Aptianos. A associação palinoflorística permitiu uma subdivisão da seção analisada em 4 palinozonas informais que pode, potencialmente ser aplicada a toda bacia. Através da análise palinológica atribuiu-se a Formação Crato idade aptiana, tendo correspondência com o Andar Alagoas (local). As evidências palinológicas sugerem uma deposição predominantemente continental lacustre. Devido as suas características, a associação palinoflorística pode ser inserida na província “WASA” (Oeste da África e América do Sul) por Hengreen & Chlonova (1981), atualmente denominada Província a “Pre-Albian Early Cretaceous *Dicheiropollis etruscus/Afropollis*” de Hengreen et al. (1996).

Palavras chaves: Bacia do Jatobá, Aptiano, Bioestratigrafia, Paleoambientes.

ABSTRACT

This study is based on the palynological study of a 90.5m sediment core, denominated 2 JSN-01-PE, in Serra Negra, Ibimirim, Pernambuco, Brazil. It was undertaken by the '7th Network Project' - The Geological and Geophysical Characterization of the Campos Maduros - Phase 4, Agreement 01.07.0721.00 – FINEP/UFPE. 122 stratigraphic levels were analysed, where samples were subject to chemical extraction procedures for the removal of palynomorphs, according to the palynological protocols for Mesozoic sediments. Of the 122 thin sections studied, 60 levels were not possible to recover palynomorphs, whilst 62 levels carried sufficient organic residue to permit the identification of palynomorphs characteristic of the Upper Cretaceous. In the quantitative analysis, 200 palynomorphs were collected for each sample. Palynofloristic associations described for the Crato Formation in the Jatobá Basin demonstrate the predominance of terrigenous components, with gymnosperms and angiosperms pollen grains and ferns and *Botryococcus* algae spores. The abundance of warm-climate types is notable, such as *Equisetosporites*, *Cicatricosisporites*, *Crybelosporites* and *Classopollis*, distributed amongst 120 species. We observed the occurrence of reworked palynomorphs of Upper Devonian age, sediments probably the Inajá *Veryachium* sp. (*Acritarca*) and *Maranhites* sp., which served as the source of the Aptian sediments. The palynofloristic association allows for the subdivision of four informal palinozones that can potentially be applied to the whole basin section. Using the palynological analysis, the Crato Formation is assigned to the Aptian, corresponding to the local Andar Alagoas stage. The pollen evidence suggests a predominately continental lacustrine deposition. Due to its characteristics, the palynofloristic association can be inserted in the province "WASA" (West Africa and South America) by Herngreen & Chlonova (1981), now called the Province "Pre-Early Cretaceous Albian *Dicheiropollis etruscus* / *Afropollis*" of Herngreen et al. (1996).

Keywords: Basin of Jatobá, Aptian, Biostratigraphy, Paleoenvironments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Mapa com a localização das Bacias Sedimentares de Pernambuco, em destaque a Bacia Sedimentar do Jatobá e suas principais vias de acesso. Modificado de Costa Filho et al.(2005).....	20
Figura 02 - Mapa geológico da Bacia Sedimentar do jatobá (Modificado de Costa Filho et al. 2005).....	21
Figura 03 - Limites e Arcabouço com as principais feições estruturais da Bacia do Jatobá, PE (Fonte: Costa et al.,2003).....	22
Figura 04 - Coluna estratigráfica da Bacia do Jatobá, segundo a nomenclatura adotada por Rocha (2011), em destaque o intervalo estudado. Modificado de Rocha (2011).....	23
Figura 05 - Reconstituição paleoambiental da Formação Crato na Bacia do Araripe, com base nas características ecológicas da associação palinoflorística. Modificado de Moura et al. (2006).....	29
Figura 06 - Subzoneamento do Andar Alagoas proposto por (Tomé, 2011) na Bacia do Jatobá das biozonas 011.1 e 011.2. (Modificado de Tomé, 2011).....	32
Figura 07 - Correlação dos andares locais brasileiros com os andares cronoestratigráficos internacionais, com os seus respectivos palinomorfos datadores. Em destaque o Andar Alagoas (Modificado de Regali & Viana, 1989).....	33
Figura 08 - Distribuição das zonas palinológicas no Andar Alagoas (Modificado de Regali <i>et al.</i> ,1974a; Regali & Viana,1989.....	35
Figura 09 - Mapa de localização do testemunho analisado (Modificado de Rocha, 2011).....	36
Figura 10 - Fluxograma da preparação palinológica das amostras (Modificado de Portela, 2008).....	37
Figura 11 - As associações de fácies que constituem a sequência lacustre Aptiana na Bacia do Jatobá, descritas por Rocha (2011).....	42
Figura 12 - Diagrama de distribuição dos grupos de palinomorfos na seção analisada.....	44
Figura 13 - Mapa das bacias sedimentares do Brasil, em destaque as formações das bacias cronocorrelatas com a Formação Crato, Bacia do Jatobá (PE).....	57

Figura 14 - Distribuição das províncias microflorísticas de acordo com Brenner (1976).....	62
Figura 15 - Províncias microflorísticas do Cretáceo: 1 - Boreal, 2 - WASA, 3 - Gondwana. Com bases nos dados de Herngreen & Chlonova (1981).....	63
Figura 16 - Distribuição das fitogeoprovíncias durante o Eocretáceo de acordo com Srivastava (1994). A – Neocomaniano; B – Barremiano-Albiano.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Ocorrência dos palinomorfos e constituição litológica das amostras analisadas.....	43
Tabela 02 – Ocorrência das espécies de palinomorfos identificados no testemunho 2-JSN-01. Serra Negra – PE..	47
Tabela 03 – Distribuição estratigráfica vertical dos principais palinomorfos identificados no poço 2-JSN-01. Serra Negra – PE.....	49
Tabela 04 – Correlação entre os biozoneamentos propostos para o Andar Alagoas das bacias sedimentares mesozoicas do Brasil.....	56
Tabela 05 – Correlação entre o zoneamento proposto para a Formação Crato com outros arcabouços bioestratigráficos fora do Brasil.....	59
Tabela 06 – Relação de afinidade botânica dos palinomorfos. Adaptado de Dino (1992), Antonioli (1998); Portela (2008).....	73

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO.....	16
I. 1. Objetivos.....	17
I. 1.1. Geral.....	17
I. 1.2. Específicos.....	17
I. 2. Justificativa.....	18
CAPÍTULO II. BACIA DO JATOBÁ.....	19
II. 1. Localização.....	19
II. 2. Geologia.....	19
II. 2.1. Grupo Santana.....	24
II. 2.1.1. Formação Marizal.....	24
II. 2.1.2. Formação Crato.....	25
II. 2.1.3. Formação Romualdo.....	26
II. 3. Estudos Bioestratigráficos nas Bacias do Araripe e Jatobá.....	27
CAPÍTULO III. O Andar Alagoas.....	33
III.1. O Andar Alagoas.....	33
CAPÍTULO IV. MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
IV. 1. Material.....	36
IV. 1.2. Preparação das Amostras.....	37
IV. 2. Métodos de Estudo.....	39
IV. 2.1. Observação, Registro Fotográfico e Contagem.....	39
IV. 2.2. Análise Qualitativa.....	39
IV. 2.3. Análise Quantitativa.....	40

CAPÍTULO V. RESULTADOS.....	41
V.1. Características Gerais da Seção Estudada.....	41
V.1.1. Litologia.....	41
V.1.2. Palinologia.....	41
V.1.3. Características Gerais da Associação Palinológica.....	44
V.2. Zoneamento Palinológico.....	48
V.2.1. Correlação com os depósitos cronocorrelatos brasileiros.....	53
V.2.2. Correlação com os depósitos cronocorrelatos internacionais.....	58
V.2.3. Idade.....	60
V.2.4. Interpretação Paleoambiental.....	61
V.3. Afinidades Botânicas da Associação Palinoflorística.....	67
V.3.1. Briófitas e Pteridófitas.....	67
V.3.2. Gimnospermas.....	69
V.3.3. Angiospermas.....	71
CAPÍTULO VI. CONCLUSÕES.....	74
CAPÍTULO VII. SISTEMÁTICA.....	76
SPORITES.....	78
POLLENITES.....	85
ALGAS.....	97
GRÃOS DE PÓLEN ‘ <i>INCERTAE SEDIS</i> ’.....	98
CAPÍTULO VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ESTAMPAS	
ANEXOS	

CAPÍTULO I INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os estudos palinológicos aplicados em amostras de sedimentos mesozoicos, têm contribuído para a elucidação e expansão do conhecimento dos arcabouços bioestratigráficos das bacias sedimentares marginais e interiores do Nordeste do Brasil, proporcionando uma interação entre os dados até agora obtidos. Muitos desses estudos estão direcionados ao reconhecimento dos eventos ocorridos durante a deposição sedimentar das sequências Aptianas e Albianas, que correspondem à fase deposicional Pós-rifte, onde predominou sedimentação continental, rica em matéria orgânica.

Nesse contexto, estão inseridos os depósitos carbonáticos com intercalações siliciclásticas das formações Crato e Romualdo do Grupo Santana (NEUMANN, 1999), que afloram nas Serras Negra e do Periquito, na Bacia do Jatobá caracterizado por Rocha & Leite (1999) e Rocha (2011) como correlatos ao Grupo Santana da Bacia do Araripe, e que também podem ser correlacionáveis a outros depósitos análogos. Este fato remete a importância do conhecimento detalhado deste pacote sedimentar, corroborando desta forma, com os dados disponíveis na literatura geológica para a Bacia do Jatobá, enfatizado através do estudo micropaleontológico, mais precisamente a palinologia, ciência que estuda os resíduos orgânicos, resultantes da desagregação química das rochas, em particular os grãos de pólen e esporos, que se constituem em uma importante ferramenta para estabelecer correlações, datações relativas e paleoclimas, em sequências sedimentares continentais.

O presente trabalho visa descrever, classificar, quantificar e correlacionar à associação palinoflorística dos sedimentos testemunhados, através do poço 2-JSN-01-PE, com profundidade de noventa metros e cinquenta centímetros (90,50m), perfurado na Bacia do Jatobá, Serra Negra, município de Ibimirim, PE. Constituindo-se no primeiro reconhecimento dos palinomorfos característicos do Cretáceo Inferior (Andar Alagoas) nesta bacia.

Neste trabalho será abordado à distribuição bioestratigráfica, os aspectos paleoecológicos dos palinomorfos presentes no testemunho analisado da Bacia do Jatobá, e estabelecer correlação com os trabalhos desenvolvidos na Formação Crato na Bacia do Araripe, contribuindo com novos dados concernentes à evolução do Aptiano-Albiano das bacias interiores cretáceas no Nordeste do Brasil.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Geral

Realizar o estudo palinológico e paleoambiental dos sedimentos testemunhados na Formação Crato (Cretáceo Inferior), Bacia do Jatobá, estabelecer sua idade, e correlação com a Bacia do Araripe e demais bacias do Nordeste do Brasil.

1.1.2. Específicos

- Analisar qualitativamente e quantitativamente, os palinomorfos identificados ao longo do testemunho 2JSN-01-PE, do Projeto Rede 07 - Caracterização Geológica e Geofísica de Campos Maduros – Fase 4, do Convênio 01.07.0721.00 – FINEP/UFPE;
- Correlacionar os níveis estratigráficos dos palinomorfos analisados, com os zoneamentos bioestratigráficos estabelecidos por Regali et al. (1974 a, b), Portela (2008);
- Correlacionar os eventos bioestratigráficos, paleoecológicos e paleoambientais identificados ao longo do testemunho, com os eventos paleoclimáticos e microflorísticos disponíveis na literatura para a região nordeste, e outras regiões.

1.2. JUSTIFICATIVA

A presente pesquisa justifica-se pela importância do reconhecimento da palinoflora ocorrente na Bacia do Jatobá, através do estudo palinológico das amostras do testemunho 2JSN-01-PE.

Rocha (2011) realizou estudo litofaciológico e geoquímico, no testemunho, aqui analisado, e correlacionou à sequência sedimentar com a Formação Crato da Bacia do Araripe.

Uma questão relevante, é que os dados desta pesquisa corresponde ao primeiro estudo palinológico com inferências paleoecológicas da seção Albiano/Aptiano da Formação Crato Bacia do Jatobá, que será divulgado para a comunidade científica. Assim como, corroborar com os dados Rocha (2011) e Tomé (2011). A análise palinológica permitirá a correlação com os palinomorfos da Bacia do Araripe e de outras bacias, de idade correspondente.

CAPÍTULO II BACIA DO JATOBÁ

II. 1. Localização

A Bacia Sedimentar do Jatobá está situada na zona fisiográfica do sertão do São Francisco, na região central do estado de Pernambuco, e na bacia hidrográfica do Rio Moxotó, abrangendo total ou parcialmente os municípios de Ibimirim, Inajá, Buíque, Tupanatinga, Petrolândia, Tacaratú, Manarí, Arcoverde, Itaíba e Sertânia, no estado de Pernambuco, e Mata Grande, no estado de Alagoas (Figura 01), compreendida pelas coordenadas UTM 558 a 710 KmE e 8.090 a 9.070 KmN; ou pelas coordenadas geográficas 08°20' a 09°10' de latitude S e 37° 00' a 38° 30' de longitude W (CAIXETA et al.,1994; ROCHA & LEITE, 1999; COSTA et al., 2003; COSTA FILHO, 2005; COSTA et al., 2007; MAGNAVITA & CUPERTINO,1987; MAGNAVITA et al., 2005; NEUMANN et al., 2009).

II. 2. Geologia

A origem da Bacia Sedimentar do Jatobá está relacionada aos estágios iniciais de ruptura do paleocontinente Gondwana, ocorridos durante o Cretáceo Inferior, culminado com a separação definitiva entre a América do Sul e a África, originando o Oceano Atlântico (COSTA et al., 2003; COSTA FILHO, 2005; COSTA et al., 2007). Está preenchida por sedimentos paleozoicos, mesozoicos e cenozoicos (Figura 02).

Seus principais limites estruturais são: a falha de Ibimirim, a norte, e a falha de São Francisco, a oeste, que a separa da sub-bacia de Tucano Norte. A Sul e a Leste, seu contato com o embasamento é discordante ou ocorre mediante falhas de pequeno porte (ROCHA & LEITE, 1999; COSTA et al., 2003; COSTA FILHO, 2005; COSTA et al., 2007).



Figura 01. Mapa com a localização das Bacias Sedimentares de Pernambuco, em destaque a Bacia Sedimentar do Jatobá e suas principais vias de acesso. Modificado de Costa Filho (2005).

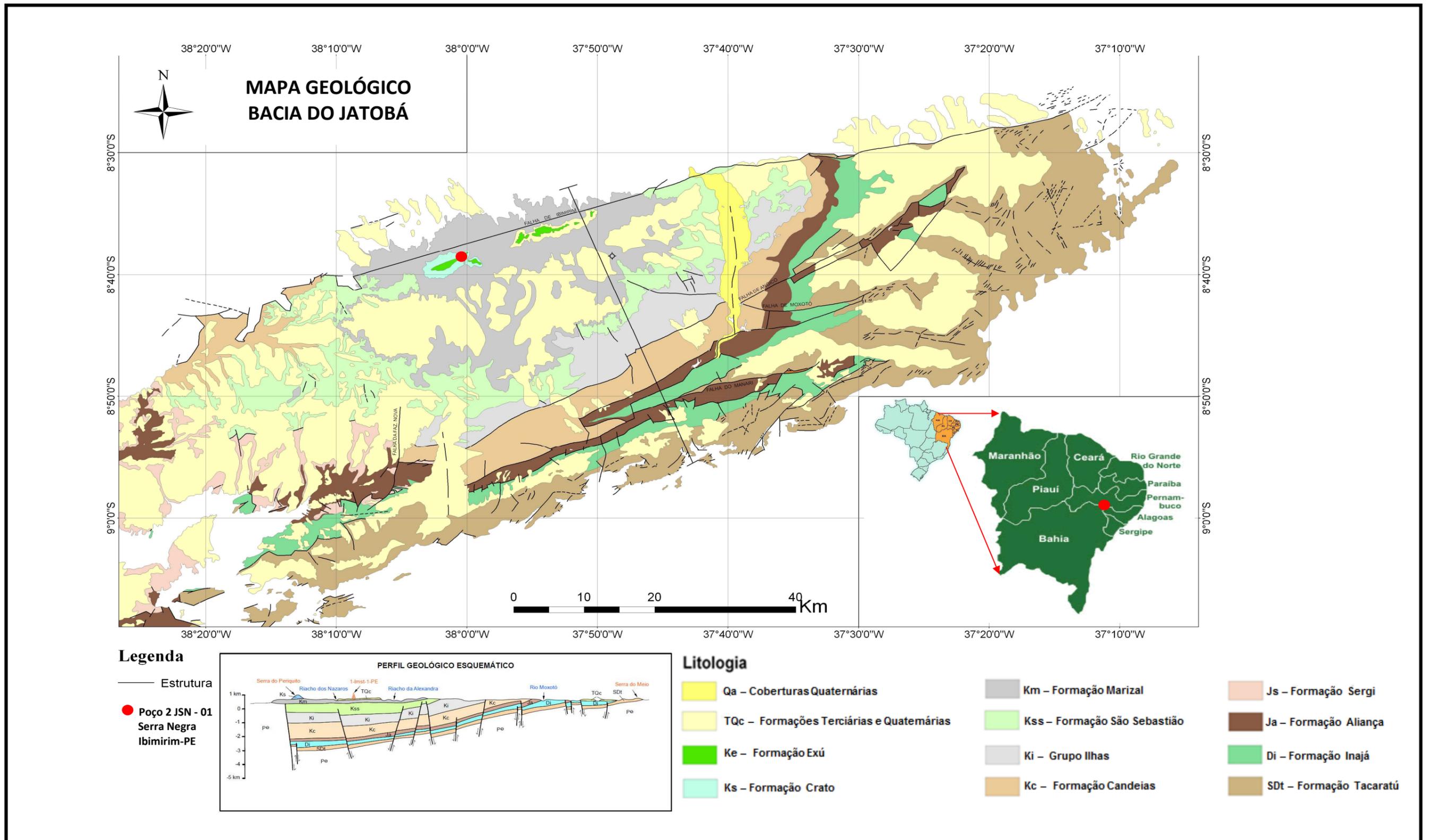


Figura 02. Mapa geológico da Bacia Sedimentar do Jatobá. Modificado de Costa Filho (2005).

Caracteriza-se como um meio graben cujo embasamento mergulha para Norte. Seu depocentro associa-se à Falha de Ibimirim (Figura 03), segmento de um extenso lineamento do Pré-Cambriano orientado na direção ENE, que apresenta um rejeito vertical cretáceo com aproximadamente 4.000 m (MILANI, 1985). Esse meio graben está constituído por blocos do embasamento rotacionados e rebaixados na direção NW, explicados através da análise sísmica e gravimétrica, e que uma tectônica transcorrente, foi responsável pela gênese e desenvolvimento da Bacia do Jatobá (PERARO, 1995).

Apresenta uma forma ovalada, com o seu maior eixo na direção NE-SW, suas bordas destacam-se pelo relevo assimétrico, acidentado ou formando platôs (FERREIRA, 1965; BARRETO, 1968; COSTA et al., 2003).

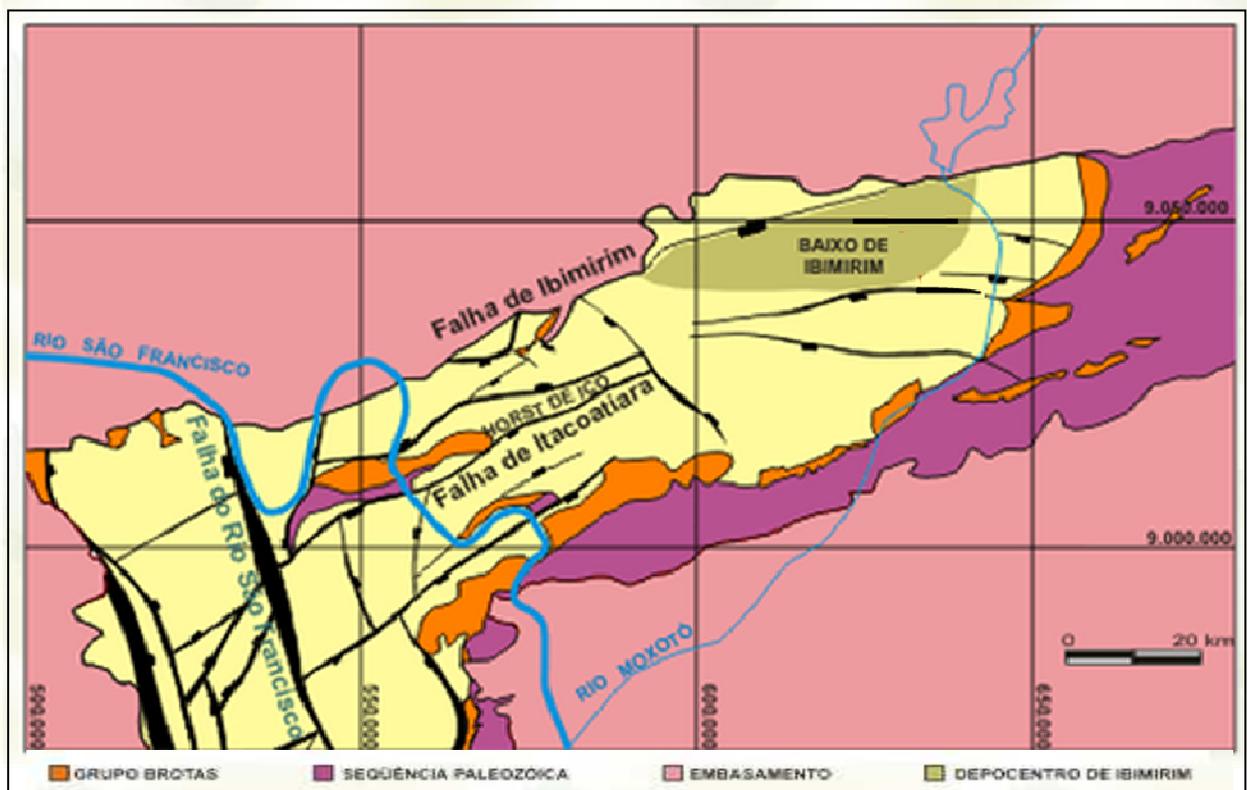


Figura 03 – Limites e arcabouço com as principais feições estruturais da Bacia do Jatobá, PE. (Fonte: COSTA et al., 2003).

Em função dos sedimentos estudados na Bacia do Jatobá serem correlacionáveis com a Bacia do Araripe, a nomenclatura litoestratigráfica adotada neste trabalho é a de Neumann & Cabrera (1999). Segundo a proposta desses autores, os membros Crato, Ipubi e Romualdo foram elevados à categoria de formação, e a Formação Santana, foi elevada para a categoria de grupo. Corresponde assim, à nomenclatura adotada por (ROCHA, 2011), que descreveu a constituição litológica e geoquímica da Formação Crato, pertencente à sequência sedimentar

lacustre, aptiana da Bacia do Jatobá, intervalo em que foi extraído o testemunho para análise palinológica (Figura 04).

GEOCRONOLOGIA			TECTÔNICA	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	AMBIENTE DEPOSICIONAL	COMPOSIÇÃO LITOLÓGICA	
PERÍODO	IDADE						
Cenozóico	Neógeno	Pleistoceno		Sedimentos Aluvionares	Fluvial	Areias, siltes, argilas e lentes conglomeráticas	
	Paleógeno	Oligoceno		Depósitos colúvio-eluviais	Cobertura detrítica residual	Cascalhos e areias	
Mesozóico	Cretáceo	Albiano/Cenomaniano		Formação Exu	Fluvial entrelaçado e meandrante	Arenitos grossos a conglomeráticos com leitos finos.	
		Aptiano	Pós-Rifte	Grupo Santana	Formação Romualdo	Lacustrino raso	Siltitos e folhelhos na base e calcários e calcário coquinóide no topo
					Formação Crato	Lacustrino raso a profundo	Calcários laminados intercalados a arenitos, margas e folhelhos
					Formação Marizal	Fluvial associado a deltas	Arenitos, siltitos e argilitos, com estruturas de sobrecarga
		Barremiano	Rifte	Grupo Ilhas	Formação São Sebastião	Fluvial de alta energia com retrabalhamento eólico	Arenitos médios a finos com níveis grossos na base
		Haute-riviano				Deltaico associado a lacustre	Alternância de arenitos médios a grossos com argilitos e siltitos creme
	Valanginiano	Formação Candeias			Flúvio-lacustre raso	Arenitos, folhelhos e siltitos argilosos intercalados com carbonatos	
	Berriano						
	Jurássico	Tithoniano	Pré-Rifte	Formação Sergi	Fluvial entrelaçado com retrabalhamento eólico	Arenitos grossos a finos esbranquiçados a avermelhados com crostas lateríticas	
				Formação Aliança	Lacustrino raso, com influência fluvial	Folhelhos e siltitos amarronzados e esverdeados com intercalações de arenitos finos, calcarenitos e níveis de gipsita	
Paleozóico	Devoniano	Sinéclise	Formação Inajá	Marinho de plataforma rasa associada a fluvial	Arenitos finos laminados, ferruginosos com intercalações de arenitos grossos e siltitos		
	Siluriano		Formação Tacaratu	Fluvial entrelaçado associado a leques aluviais	Arenitos grossos a conglomeráticos de cores cinza, rósea e vermelha com crostas lateríticas		

Figura 04. Coluna estratigráfica da Bacia do Jatobá, segundo a nomenclatura adotada por Rocha (2011), em destaque o intervalo estudado. Modificado de ROCHA (2011).

II. 2.1. Grupo Santana

Na Bacia Sedimentar do Jatobá este grupo está representado, por um pacote predominantemente carbonático, com intercalações siliciclásticas, concentrado nas Serras Negra e do Periquito, e corresponde à última fase lacustre da Bacia do Jatobá (ROCHA, 2011). Calcários, margas, siltitos e evaporitos, contendo restos de peixes, crocodilomorfos, além de valvas de ostracodes, caracterizam esse depósito (LEAL & MELO, 1983).

De acordo com Arai et al. (2001) o Grupo Santana na Bacia do Araripe, corresponde ao Andar Alagoas (Aptiano-Albiano).

Rocha & Leite (1999) caracterizaram esta sequência estratigráfica como pertencente à Formação Santana, sua correlata da Bacia do Araripe.

Na Bacia do Jatobá a sequência Aptiana é composta pelas formações Crato e Romualdo, e em associação com as formações Marizal e Exu integram a Tectonosequência Pós-rifte da Bacia do Jatobá (ROCHA & LEITE, 1999) e (ROCHA, 2011).

II. 2.1.1. Formação Marizal

A Formação Marizal corresponde à sequência estratigráfica basal da Tectonosequência Pós-rifte da Bacia do Jatobá, e é constituída por arenitos esbranquiçados de granulação que varia de médio a grosso, associados de forma subordinada a siltitos e argilitos (ROCHA, 2011). São frequentes estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a médio porte, além de estruturas de sobrecarga e fluidificação (BRUNI et al., 1976; ROCHA, 2011).

Na Bacia do Jatobá ocorre em uma faixa contínua, em sua borda norte, e em áreas restritas, no centro da bacia (BRUNI et al., 1976). Estudos bioestratigráficos datam esta formação como Cretáceo inferior (Aptiana), com base nos palinomorfos *Cicatricosisporites hallei* Delcourt & Sprumont, *Schizea certa* Bolklovitina e *Matonisorites dorogensis* Burger (BRUNI et al., 1976), é correlacionável com o Membro Carmópolis da Formação Muribeca da Bacia de Sergipe-Alagoas.

II. 2.1.2. Formação Crato

A Formação Crato na Bacia do Araripe integra o Grupo Santana (NEUMANN & CABRERA, 1999), em conjunto com as formações Rio da Batateira, Ipubi, Romualdo e Arajara. Diversos autores, desde o início do século, questionam o seu posicionamento dentro da coluna litoestratigráfica (SMALL, 1913; BEURLLEN, 1962; SILVA, 1983; MARTILL & WILBY, 1993; BEURLLEN, 1971). De acordo com (NEUMANN et al., 2002, 2003) a Formação Crato na Bacia do Araripe é de constituição “lacustre-carbonática” e o topo da Formação Rio da Batateira “deltaica”, e correspondem a fase pós-rifte da Bacia do Araripe de idade Aptiano-Albiano.

Segundo Rocha (2011), a Formação Crato na Bacia do Jatobá é constituída por sedimentos psamíticos e pelíticos, que se distribuem em associações de fácies deltaica e terrígena lacustre e, sobretudo, por ritmitos argilo-carbonáticos e calcários laminados, integrantes de uma associação de fácies carbonática.

De acordo (VIANA & NEUMANN, 1999) a sua deposição ocorreu a cerca de 120 milhões de anos, é detentora de um acervo fossilífero muito rico e diversificado, constituído por fragmentos ou organismos inteiros de invertebrados (ostracodes, conchostráceos, insetos, aracnídeos, bivalvios e gastrópodes), vertebrados (actinopterígios, celacantos, pterossauros, quelônios, crocodilianos, lagartos, aves e anuros) pelos vegetais (algas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas), além da ocorrência de icnofósseis (coprólitos, pistas de invertebrados e estromatólitos) e o registro de palinomorfos.

A entomofauna e a flora constituem-se em um registro muito significativo para o estudo evolutivo das angiospermas (VIANA & NEUMANN, 1999). De acordo com Sucerquia (2006) os registros paleobotânicos desta formação, caracterizam-se em um dos mais importantes para a província paleotropical árida. Neles estão inseridos partes de caules, folhas, sementes, frutos, raízes e flores muito bem preservados. Esses registros foram amplamente divulgados, através dos estudos realizados por Duarte (1985), Barreto et al. (2000, 2001), Bernardes-de-Oliveira et al. (2000, 2002, 2003 a, 2003 b, 2006 a, 2006 b, 2006, c), Fanton et al. (2005 a, 2005 b, 2006 a, 2006 b, 2006 c, 2006 d), Mohr & Friis (2000), Mohr & Rydin (2002), Mohr & Eklund (2003), Mohr & Bernardes-de-Oliveira (2004), Mohr et al. (2004), Suquerchia (2006), Fanton (2007), Mohr et al. (2006), Pereira et al. (2009), Lima et al. (2012).

A Formação Crato, com idade Aptiana, é correlacionável à Formação Riachuelo, da Bacia SE/AL (BRAUN, 1966). A ocorrência de ostracodes muitos semelhantes aos encontrados na Formação Codó, também a torna correlacionável com a Bacia do Parnaíba (BRUNI et al., 1976; SILVA, 1976), com a Formação Alagamar (Camada Ponta do Tubarão) Bacia potiguar, entre outras.

A sua formação está associada a um ambiente essencialmente lacustre com influências flúvio-deltaica (ROCHA & LEITE, 1999; ROCHA, 2011).

II. 2.1.3. Formação Romualdo

Segundo Neumann (1999), na Bacia do Araripe, a Formação Romualdo corresponde ao antigo Membro Romualdo, designado por (BEURLLEN, 1971 e redefinido por MABESSONE & TINOCO, 1973) e também a Formação Santana proposta por Martill (1993). Está constituída por lutitos de coloração cinza a verde, ricos em ostracodes. Em alguns níveis, há ocorrência de concreções carbonáticas, que encerram os famosos ictiólitos, mundialmente conhecidos como os fósseis da Formação Santana. Essas concreções são constituídas por calcário micritico argiloso finamente laminado, concordante com o acamamento dos folhelhos nos quais estão alojados (NEUMANN, 1999). Além de outros grupos de vertebrados como dinossauros, tartarugas, crocodilos e pterossauros, e uma grande quantidade de invertebrados (NEUMANN, 1999) e Neumann et al. (2002). Afloramentos da Formação Romualdo são encontrados nos três estados pelos quais se distende a Chapada do Araripe, Ceará, Pernambuco e Piauí (KELLNER, 2002).

Nos resultados dos estudos macropaleontológicos há evidências controversas de que a sua deposição ocorreu em ambiente lagunar e marinho (NEUMANN, 1999). A evidência de uma incursão marinha nesta formação é inferida a partir da presença de equinodermos e moluscos presentes nas camadas de calcarenitos no topo da sequência, próximo às concreções com ictiólitos (NEUMANN, 1999; SILVA, 2003).

A Formação Romualdo nas serras Negra e do Periquito está constituída por calcissiltitos e calcilitosossilíferos de coloração creme a cinza claro, intercalados a arenitos e folhelhos (SANTOS et al., 2011). Segundo os autores, a litologia e a diversidade micropaleontológica representada pelos ostracodes, bivalves e gastrópodes que ocorrem nos

calcários bioclásticos da Bacia do Jatobá são análogas às descritas na Formação Romualdo da Bacia do Araripe.

Na Bacia do Jatobá a Formação Romualdo apresenta-se com uma espessura média de aproximadamente 30 metros, e está constituída na base por siltitos e folhelhos, característicos de associação de fácies terrígena lacustre, e no topo por calcários maciços bioclásticos, que se alternam com níveis de folhelhos poucos espessos (ROCHA, 2011).

II. 3. Estudos Bioestratigráficos nas Bacias do Araripe e Jatobá

Braun (1966) realizou o primeiro estudo micropaleontológico com base em ocorrência de ostracodes, e correlação entre a Bacia do Araripe (Formação Santana), e as bacias interiores (Tucano-Jatobá e Mirandiba) do Nordeste do Brasil. Neste estudo foram reconhecidas unidades correspondentes ao Andar Alagoas, estabelecida pela zona Z-7 de ostracodes.

Lima (1971) realizou a análise palinológica em amostras procedentes da perfuração GSB1, na Formação Exu, sul da Bacia do Araripe. A associação descrita permitiu um biozoneamento de 3 zonas distintas. Além das inferências paleoecológicas, paleogeográficas, paleoclimáticas e paleoflorísticas, as ocorrências de elementos com importância bioestratigráficos permitiram atribuir à idade Albiana, para toda esta seção sedimentar.

Lima (1978a) apresentou os resultados da primeira, e mais completa análise palinológica para a Formação Santana, com abordagem bioestratigráfica, sistemática e aspectos paleoclimáticos, caracterizando-se em um dos estudos mais extensos de bioestratigrafia para a Bacia do Araripe (RIOS-NETO et al., 2012). A associação palinoflorística permitiu o estabelecimento de quatro biozonas: Com base no surgimento das espécies, a Zona 1 foi subdividida em quatro subzonas (1A a 1D), Zona 2, Zona3 e Zona 4. Segundo (LIMA, 1978a), a maior parte da Formação Santana, com base na associação palinoflorística descrita, estaria correlacionada à Superzona *Inapertutopollenites microclavatus* (P-300), pela ocorrência de *Galeacornea causea* tipo B, correspondente ao Albiano. Entretanto, para Lima (1978 a), a base da seção estudada, seria um pouco mais antiga e estaria correlacionada à Zona P-280, correspondente a palinozona *Exesipollenites tumulus*.

Lima (1984) com base no estudo palinológico de amostras de sondagem dos sedimentos portadores das camadas linhíticas na Bacia do Jatobá, descreveu oitenta e sete palinomorfos, atribuindo três idades distintas para este pacote sedimentar. Segundo o autor, as camadas com as espécies *Exesipollenites tumulus*, *Reyrea polymorphus*, *Inaperturopollenites turbatus* e *Sergipea variverrucata*, correspondem as Biozonas P-260/270 (REGALI et al., 1974a,b), Aptiano superior. A segunda associação palinoflorística estaria correlacionada às Biozonas P-120/P-180, com base na ocorrência de *Concavisporites* sp., *Dicheiropollis etruscus*, *Aequitriradites spinolosus*, *Leptolepidites major*, *Vitreisporistes microsaccus*. Cronoestratigraficamente, este intervalo compreenderia aos Andares Rio da Serra/Buracica. A associação apresenta grande ocorrência de formas retrabalhadas do Devoniano.

Segundo Lima & Perinoto (1984,1985), através do estudo palinológico de uma intercalação de folhelhos pirobetuminosos que ocorre na parte superior da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe, sobreposta pela Formação Santana, a presença conjunta de *Inaperturopollenites turbatus*, *Reyrea polymorphus*, e *Sergipea Variverrucata* foi associada ao intervalo das Zonas Palinológicas P-260/270 de Regali et al. (1974a), corroborada pela presença de *Cicatricosisporites microstriatus*, *Matonisporites silvai*, *Gnetaceaepollenites oreadis* e *Gnetaceaepollenites barghoornii*.

Regali (1990) analisou o conteúdo palinológico de amostras procedentes desta mesma sequência, localizada no Sítio do Fundão, município do Crato correlacionado-as a Zona Palinológica P-270. Segundo a autora, corresponde a uma fase lacustre, de águas calmas devido à frequência significativa de *Botryococcus*. Neste mesmo estudo, ainda foram analisadas amostras procedentes do lado oriental da Bacia do Araripe, correspondendo aos Membros Crato e Ipubi, e inseridas na Biozona P-270 de Regali et al. (1974a).

Regali & Santos (1999) ao analisar amostras procedentes dos poços estudados por Koutsoukos (1989), tendo como ponto de partida a Zona *Sergipea variverrucata*, define em ordem crescente intervalos na Zona *Complicatisaccus cearensis* (P-280), que foram inferidos como P-280. 1, P-280.2, P-280.3, P-280.4, P-280.5. Estes intervalos foram datados por correlação com os de foraminíferos planctônicos de Koutsoukos (1989), correspondendo ao neoptiano. De acordo com Regali (2001), após avaliar os dados palinológicos descritos por Lima (1978a), a autora inferiu que a Formação Santana está inserida nos intervalos palinoestratigráficos P-280. 1 e P-280.2. Neste intervalo, também foram enquadrados os linhitos e a sequência sedimentar das Serras Negras e do Tonã da Bacia do Jatobá (REGALI, 1995).

Neumann (1999) e Neumann et al. (2003), através dos resultados obtidos da análise palinológica e macrorrestos vegetais da Formação Crato na Bacia do Araripe, sugerem um ambiente deposicional deltaico-lacustre, constituído por quatro fases distintas: 1- Um lago salino, com uma haloclina variável e a porção mais marginal formada por água doce, que variava em função do aporte de sedimento e água; 2 - A porção lacustre marginal, com períodos de inundação, circundada por pântanos e bosques tropicais úmidos; 3 - Zonas elevadas, acima do nível freático, porém bem drenadas; 4-Relevo constituído por colinas.

(LIMA 1978a e b; NEUMANN, 1999 e NEUMANN et al., 2003), a partir das características paleoecológicas dos palinomorfos da Formação Crato inferiram condições climáticas de aridez e semi-aridez, expondo uma inconstância dos recursos hídricos, com estações de seca e outras de água abundante. Os dados qualitativos da palinoflora existente nas sequências sedimentares da Formação Crato, sugerem uma vegetação muito diversificada, composta por plantas aquáticas, arbustivas e arbóreas, nas proximidades da zona lacustre marginal, com períodos de inundação, contornada por pântanos e bosques tropicais úmidos (Figura 05).

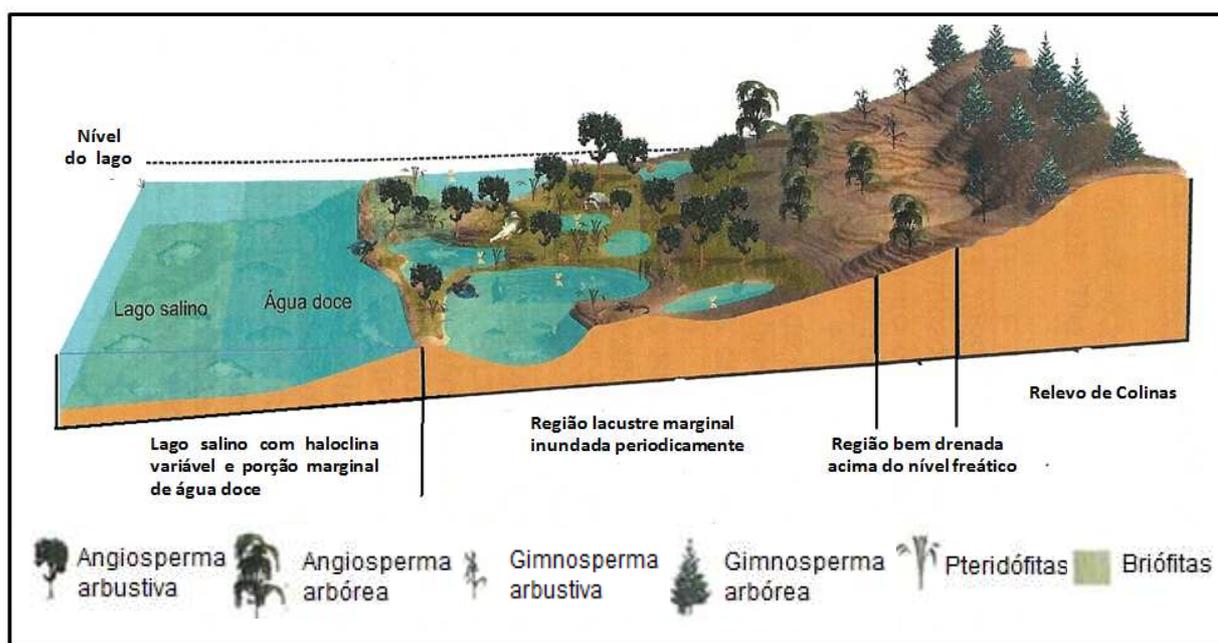


Figura 05. Reconstituição paleoambiental da Formação Crato na Bacia do Araripe, com base nas características ecológicas da associação palinoflorística. Modificado de Moura et al. (2007).

O biozoneamento mais recente para a Formação Santana na Bacia do Araripe, foi desenvolvido por Portela (2008). Neste, a autora definiu quatro palinozonas: As palinozonas A e B, com base na sua associação polínica correspondem à biozona P-270, e as palinozonas C e D à biozona P-280 de Regali et al. (1974 a, b). A palinozona A em seu limite inferior caracteriza-se pelo surgimento local da espécie *Araucariacites australis* e o seu limite

superior pelo aparecimento de *Sergipea variverrucata*. Os elementos característicos estão representados pelos esporos dos gêneros *Cicatricosisporites* e *Leptolepidites*. Entre os grãos de pólen ocorrem *Stellatopollis densioratus* e *Antulsporites* sp.; A palinozona B corresponde ao surgimento do gênero *Sergipea variverrucata* no seu limite inferior e a extinção desta espécie no seu limite superior. Segundo a autora, a espécie *Afropollis jardinus*, ocorre com frequência, associada com o grupo dos poliplicados e os inaperturados; A palinozona C é marcada pela extinção de *Sergipea variverrucata* no seu limite inferior, e o topo pelo desaparecimento das espécies *Chomotriletes almegrensis*, *Pilosisorites trichopapillosus* e *Callialasporites lucidus*. A abundância da espécie *Crybelosporites pannuceus*, assim como o surgimento das espécies *Vitreisorites* sp., *Retimonocolpites textus*, *Concavisporites* sp., *Densoisorites dettmannae* e *Reyrea polymorphus*, atribuem a esta um caráter particular; A palinozona D, tem a sua base marcada pela ocorrência das espécies *Chomotriletes almegrensis*, *Pilosisorites trichopapillosus* e *Callialasporites lucidus*. De acordo com Portela (2008), o seu limite superior foi caracterizado pelo nível de ocorrência coincidente entre a amplitude parcial de *Stellatopollis dubius* e a amplitude parcial de *Crybelosporites pannuceus*.

Rios-Netto et al. (2012) realizaram estudo bioestratigráfico com base em palinomorfos de amostras procedentes de furos de sondagens, localizados na porção nordeste da Bacia do Araripe. O intervalo estudado correspondeu ao Andar Alagoas, e abrangeu as formações Rio da Batateira (partes média e superior) e Santana (Crato, Ipubi e Romualdo). De acordo com os autores, neste intervalo estudado, apenas a subzona P-270. 2 (REGALI & SANTOS, 1999), pôde ser confirmada. Os autores observaram que o intervalo da Formação Rio da Batateira-Santana, correlaciona-se parcialmente com os estudos inferidos para a Formação Alagamar (Bacia Potiguar), Formação Codó (Bacia do Parnaíba), Formação Muribeca, parte superior e Formação Riachuelo, parte inferior (Bacia de Sergipe) e parte da Formação Codó (Bacia de Grajaú).

A Formação Santana, na Bacia do Araripe, é reconhecida mundialmente pela riqueza do seu patrimônio fossilífero, abundante e diversificado. Entre este, o grupo dos artrópodes, em especial os ostracodes, tem recebido uma atenção em particular e são largamente estudados nos depósitos não marinhos do Cretáceo Inferior das bacias sedimentares brasileiras.

Entre os estudos desenvolvidos com ostracodes na Bacia do Araripe, destacam-se os de (ARAI & COIMBRA, 1990; BÉRTHOU et al., 1990; SILVA TELLES Jr. & VIANA, 1990; BÉRTHOU et al., 1994; ARAI et al., 2000, 2001; COIMBRA et al., 2002;

SYRIO & RIOS - NETTO, 2002, 2004; DO CARMO et al., 2004, 2008; GOBBO, 2006; ANTONIETTO, 2010).

Tomé (2011) com base na análise da associação faunística de ostracodes não marinhos, ocorrentes nas amostras procedentes do mesmo testemunho aqui estudado, propôs um subzoneamento da Biozona O11. Os depósitos basais correspondentes ao Andar Alagoas na Bacia do Jatobá, foram associados às Subzonas O11. 1 e Subzona O11.2.

A subzona O11. 1 (*Theriosynoecum silvai*) foi inferida a partir das amostras da Bacia do Jatobá, e interpretado como um lago de águas salobras (Oligoalinas) quando comparado a Bacia do Araripe. Segundo a autora, esta subzona é caracterizada pela zona de abundância da espécie *Theriosynoecum silvai* que ocorre nesse intervalo, associado exclusivamente com *Alicenula leguminella*.

A subzona O11. 2 (*Cypridea araripensis*) ocorre sotoposta a subzona O11.1, e está caracterizada pela Zona de Acme da espécie *Cypridea araripensis*, ocorrendo de forma abundante. A associação com outras espécies que foram descritas na amplitude deste mesmo intervalo, tornou possível o estabelecimento de um refinamento maior.

De acordo com a autora, a base da subzona (O11. 2a) seria estabelecida pela Abundância do *Neuquenocypris berthoui*, e o topo (O11. 2b), estaria representada pela ocorrência de *Rhinocypris* spp.

De acordo com Tomé (2011), a associação faunística dos ostracodes limínicos na Bacia do Jatobá, está inserida no Andar local Alagoas Inferior, e cronologicamente correspondente ao Aptiano inferior (Figura 06).

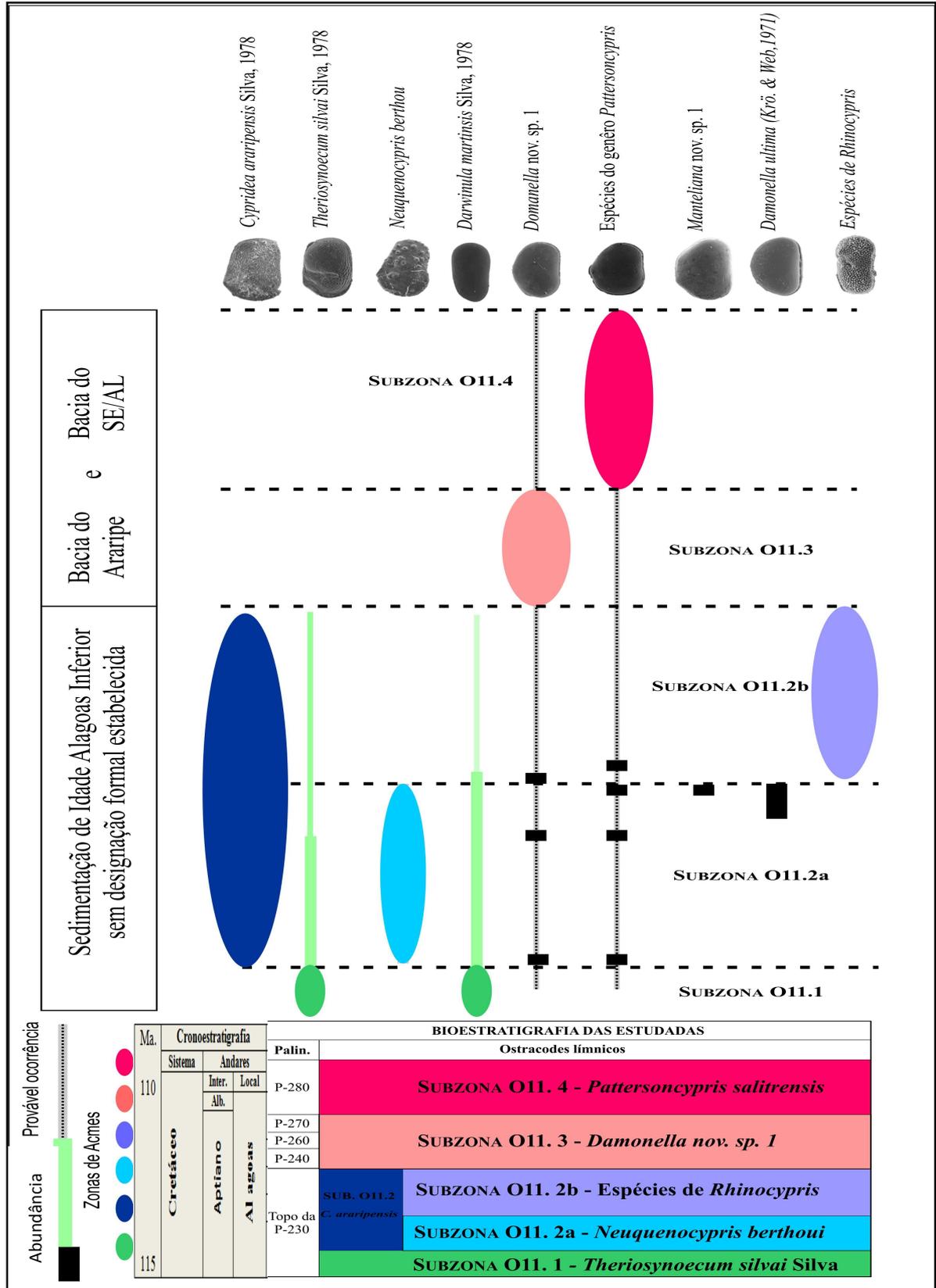


Figura 06. Subzoneamento do Andar Alagoas proposto por (TOMÉ, 2011) na Bacia do Jatobá das biozonas O11.1 e O11.2. Modificado de Tomé (2011).

CAPÍTULO III O ANDAR ALAGOAS

III. 1. O Andar Alagoas

As seqüências neojurássica-eocretáceas brasileiras, em quase sua totalidade estão constituídas por sedimentos predominantemente continentais, o que torna quase impossível a sua correlação com os andares cronoestratigráficos internacionais, devido à ausência de fósseis e palinomorfos de ambientes marinhos. Com base neste pressuposto, foram formalizados andares locais: Dom João, Rio da Serra, Aratu, Buracica, Jiquiá e o Alagoas (Figura 07).

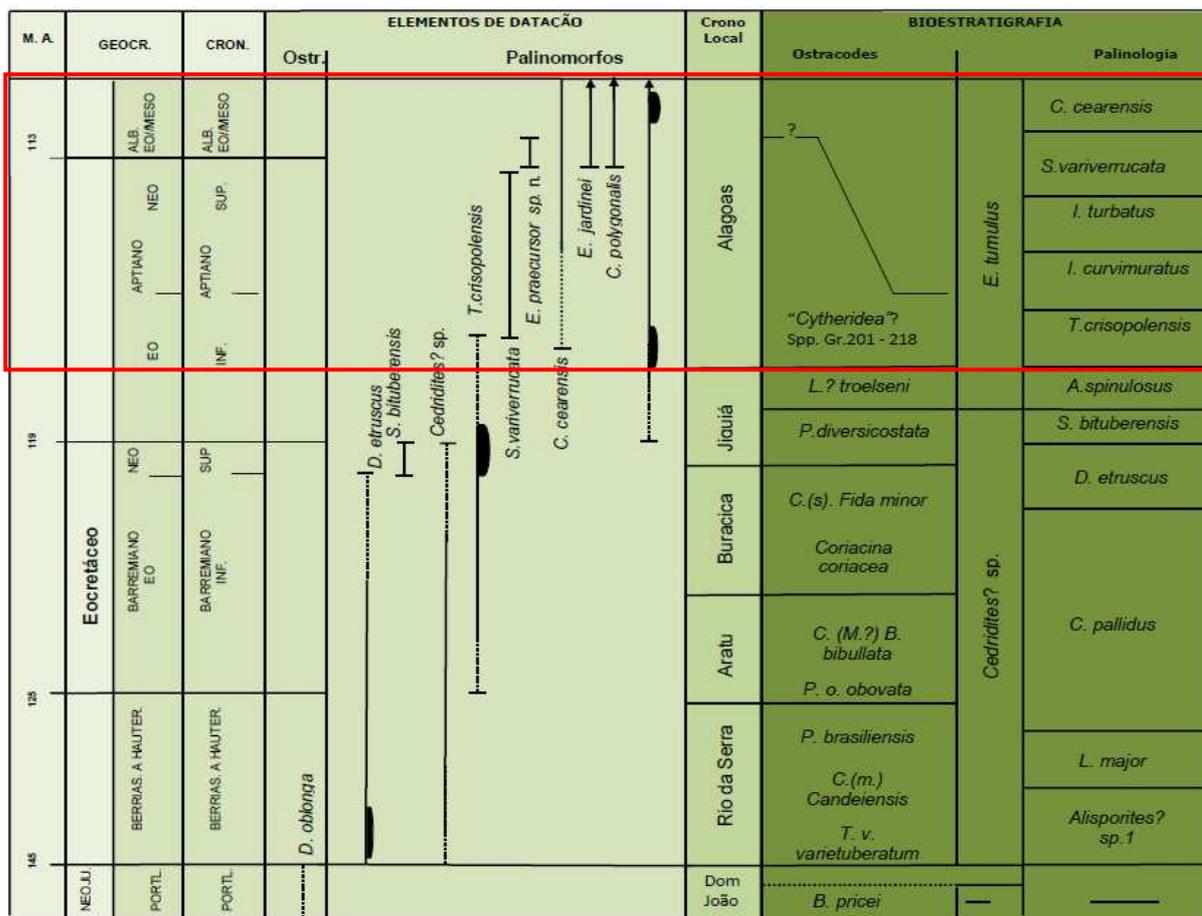


Figura 07. Correlação dos andares locais brasileiros com os andares cronoestratigráficos internacionais, com os seus respectivos palinomorfos datadores. Em destaque o Andar Alagoas. Modificado de Regali & Viana (1989).

O Andar Alagoas constitui-se na sequência cronoestratigráfica local do Cretáceo Inferior do Brasil, que nos últimos anos tem sido reconhecido em quase todas as bacias da margem atlântica brasileira, assim como nos depósitos sedimentares ocorrentes no interior do país. O holoestratotipo do Alagoas está constituído pela composição de quatro poços perfurados na Bacia Sergipe-Alagoas (DIAS-BRITO et al., 1987).

Na margem continental do Brasil, este pacote sedimentar está subdividido em dois depósitos bem marcados, quanto à sua constituição litológica. O Alagoas Inferior é assinalado por uma sedimentação predominantemente continental, com ocorrência de incursões marinhas que ocorreram durante a fase rifte. O Alagoas superior está representado por uma sedimentação transicional e marinha que aconteceu no Aptiano. Nas porções mais distais, os sedimentos predominantemente carbonáticos depositaram-se em ambiente marinho raso de um mar epicontinental (VALENÇA et al., 2003; DIAS, 2005; ANTONIETO, 2010). A fase final do Aptiano está caracterizada por um período de aridez, gerando a deposição de uma espessa sequência evaporítica, com extensa espessura. Este fenômeno foi denominado “*Evento Ibura*” (DIAS, 2005).

O Andar Alagoas sobreposto ao Andar Jiquiá e sotoposto ao Albiano, foi erigido na Bacia Sedimentar de Sergipe/Alagoas, tendo como parâmetros dados litológicos e grafoelétricos (SCHALLER, 1969) e no Recôncavo-Tucano (VIANA et al., 1971), com base na sequência bioestratigráfica dos ostracodes não marinhos (REGALI & VIANA, 1989). Neste Andar estão inseridos os sedimentos das formações Muribeca e Ponta Verde, e inclui também a porção superior da Formação Coqueiro Seco e a base da Formação Riachuelo (ARAI et al. 1989). Bioestratigraficamente este andar corresponde a biozona de ostracodes “*Cytheridea*”? spp. GR. 201/218 (NRT O11). Posteriormente, através de correlações palinológicas foram estendidos às bacias cretáceas brasileiras (VIANA et al., 1971; REGALI et al., 1974a,b; DINO, 1992).

O Andar Alagoas está balizado pela superzona *Exesipollenites tumulus* (P-200) do zoneamento de Regali et al. (1974a), e está compreendido por 06 zonas de palinomorfos, exceto a zona *Aequitriradites spinulosus* (P-220), que compreende o Andar Jiquiá. As demais *Transitoripollis crisopolensis* (REGALI et al., 1974a) emend. Dino, 1994 a, código P-230; *Inaperturopollenites curvimuratus*, código P-240; *Foveotriletes* sp. (P-250); *Inaperturopollenites turbatus* Balme, 1957, código P-260; *Sergipea variverrucata* Regali et al. 1974a emend. Regali, 1987 b, código P-270; *Complicatisaccus cearensis*, código P-280 (Figura 08). Entre estas as Zonas P-230 e a P-270, tem sido amplamente reconhecidas em outras bacias sedimentares (ARAI et al., 1989).

ANDAR LOCAL		CÓD.	SUPERZONA E ZONAS PALINOLÓGICAS	
ALAGOAS		P-200	Exesipollenites tumulus	P-280. Complicatisaccus cearensis (Caytonipollenites? sp.1)
				P-270. Sergipea variverrucata
				P-260. Inaperturopollenites turbatus
				P-250. Foveotriletes sp.
				P-240. Inaperturopollenites curvimuratus
				P-230. Transitoripollis crisopolensis (I. crisopolensis)
JIQUEIÁ				P- 220. Aequitriradites spinulosus

Figura 08. Distribuição das zonas palinológicas no Andar Alagoas. Modificado de Regali et al. (1974 a) ; Regali & Viana (1989).

CAPÍTULO IV MATERIAIS E MÉTODOS

IV. 1. Material

As amostras para as análises palinológicas foram coletadas em diferentes níveis estratigráficos de um testemunho de sondagem, denominado por 2-JSN-01-PE, com noventa metros e cinquenta centímetros (90,50 m) de profundidade, perfurado em 2010, pelo convênio 01.07.072. FINEPE (Anexo 01). Está integrado ao subprojeto: Rede 07 UFPE - Estudos sedimentológicos, estratigráficos e paleontológicos da sequencia carbonática da Serra Negra (Figura 09), Bacia do Jatobá (PE). Sob a coordenação do Professor Virgínio Neumann, Departamento de Geologia da UFPE.

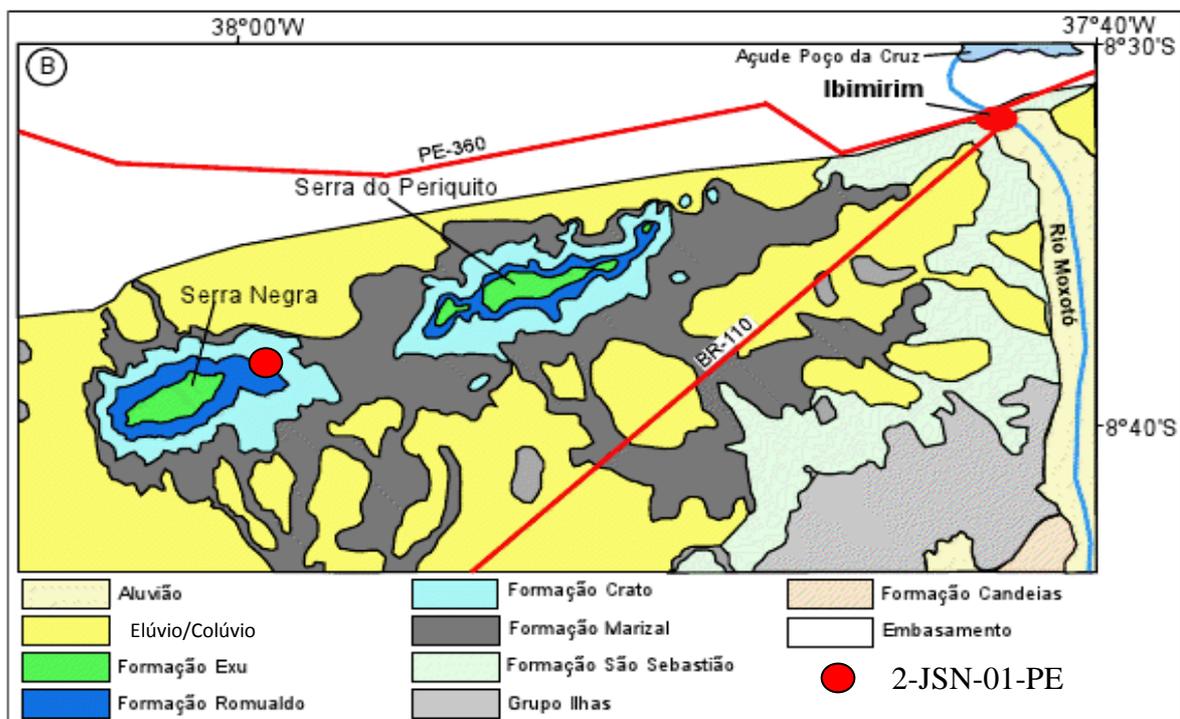


Figura 09. Mapa de localização do testemunho analisado. Modificado de Rocha (2011).

IV. 1.2. Preparação das Amostras

O processo de tratamento palinológico tem por objetivo, a liberação e posterior concentração dos palinomorfos contidos nos sedimentos. O resíduo final (grãos de pólen, esporos e partículas orgânicas) é obtido através dos ataques com ácido clorídrico (HCl) e pelo ácido fluorídrico (HF). As amostras foram tratadas de acordo com o protocolo palinológico padrão descrito por Uesugui (1979).

As amostras foram preparadas no Laboratório de Paleontologia – PALEOLAB-DEGEO-UFPE. Para cada amostra pesou-se 50 g de sedimento. Em seguida as mesmas passaram por um processo de desagregação mecânica, reduzindo-as a partículas de 2 a 5 mm, que foram acondicionadas em recipientes (béquer) de polipropileno de 600 ml devidamente etiquetados, seguindo-se as etapas descritas abaixo (Figura 10).

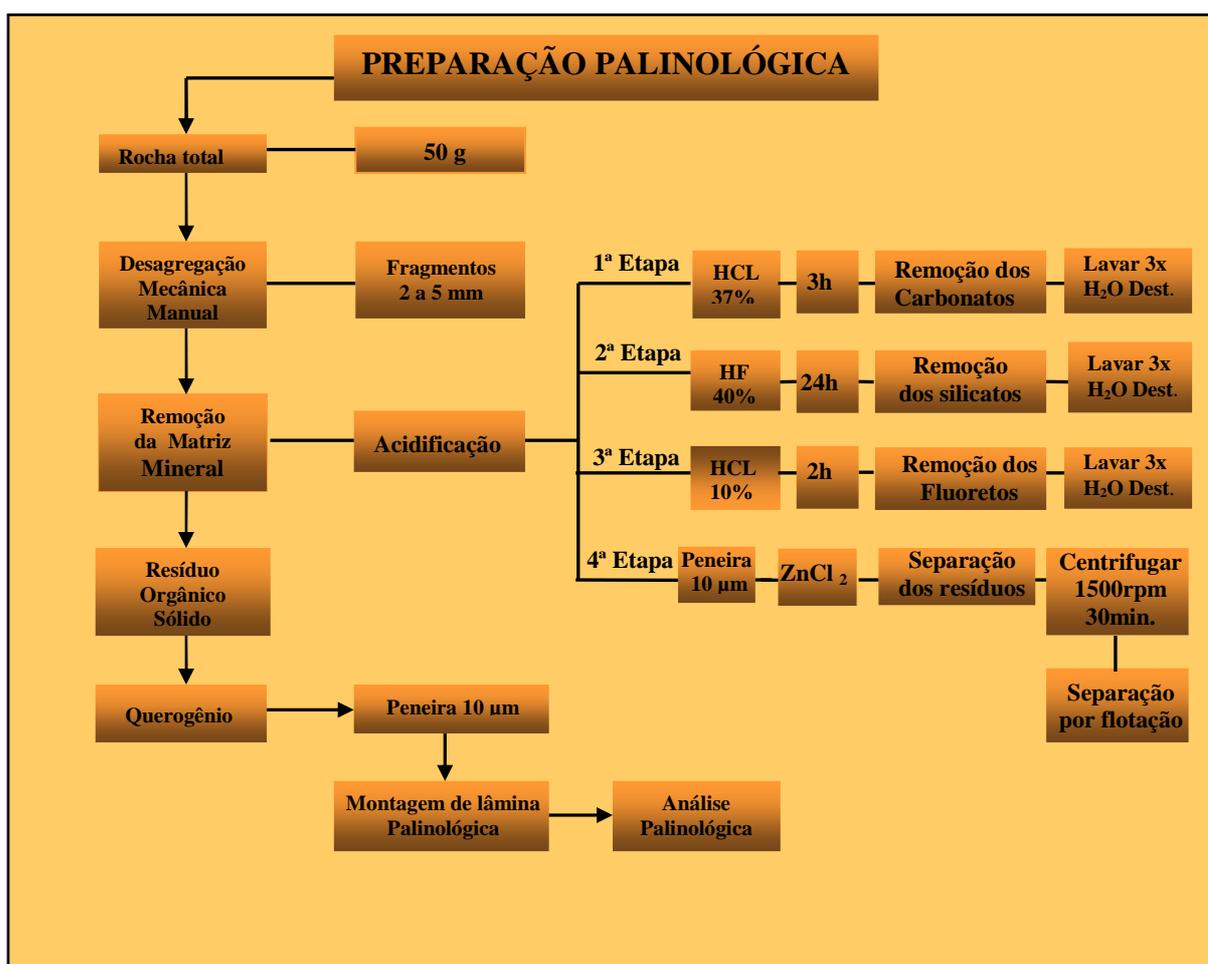


Figura 10. Fluxograma da preparação palinológica das amostras. (Modificado de Portela, 2008).

Ácido Clorídrico (HCL)

Adicionar 100 ml de ácido clorídrico (HCL) a 37%, ou uma quantidade suficiente para cobrir a amostra. Deixar reagir durante 3 horas, a fim de eliminar a fração mineral carbonática. Caso as amostras apresentem uma efervescência acentuada, adicionar algumas gotas de álcool para quebrar a tensão. Em seguida o material é neutralizado através da lavagem com água destilada. A etapa de neutralização do material consiste em adicionar água destilada no recipiente que contém a amostra, espera-se decantar e a parte sobrenadante é peneirada em uma malha de poliéster de 10 µm. O material que ficou retido na peneira retorna para o recipiente. Repete esta operação por três vezes.

Ácido Fluorídrico (HF)

Adicionar 100 ml de ácido fluorídrico (HF) a 40 %, ou uma quantidade suficiente para cobrir toda a amostra. Este procedimento é empregado para a dissolução da fração mineral dos silicatos presentes nas amostras. Deixar reagir por no mínimo 24 horas, agitando os recipientes de vez em quando, a fim de obter uma melhor destruição da fração mineral. O processo de neutralização da amostra é o mesmo empregado para a neutralização do HCL.

Eliminação dos Fluorsilicatos

Adicionar 10 ml de ácido clorídrico (HCL) a 10 %, ou uma quantidade suficiente para cobrir toda a amostra. Deixar reagir por no mínimo 2 horas. Esta etapa tem como objetivo, eliminar os fluorsilicatos que se formaram durante a adição do ácido fluorídrico (HF). O processo de neutralização da amostra foi o mesmo empregado nas etapas anteriores.

Limpeza e Concentração do Material

A limpeza dos palinomorfos consiste na eliminação das partículas sedimentares de dimensões (silte e argila). Esta fase foi realizada através da separação por flotação utilizando-se o cloreto de zinco ($ZnCl_2$), líquido de densidade ($2,0g/cm^3$) a fim de separar a fração orgânica da mineral. O objetivo deste processo foi de obter um resíduo final, concentrado com material orgânico.

A fração orgânica é transferida para tubos de centrífuga com adição de 10 ml de HCL (10%), completando-se o restante com água destilada. Centrifuga por 5 minutos e descarta-se a parte sobrenadante. Repete esta operação por três vezes.

O resíduo final é transferido para um frasco pequeno com tampa devidamente identificado.

Montagem das Lâminas

As lâminas são preparadas com o resíduo palinológico obtido através aplicação dos líquidos densos. Na montagem das lâminas palinológicas é utilizada lâmina de vidro (25,4 x 76,2 mm), lamínula (20,0 x 20,0 mm) e Entellan-Merck.

As lâminas e lamínulas devem ser limpas com papel umedecido em álcool para retirar vestígios de gordura, a qual poderá causar a formação de bolhas durante a montagem.

Sobre uma chapa aquecedora com temperatura entre 40°C e 50°C, coloca-se a lamínula, adicionar três gotas do resíduo orgânico, caso seja necessário colocar algumas gotas de água destilada para espalhar o material. Quando a lamínula que contem o resíduo estiver completamente seca, colar na lâmina com Entellan-Merck.

IV. 2. Métodos de Estudo

IV. 2.1. Observação, Registro Fotomicrográfico e Contagem.

As lâminas foram analisadas aos microscópios ópticos Zeiss, modelo Primo Star e Zeiss Axion Vision Imager A2, com câmera fotográfica acoplada, para execução de fotomicrografias, pertencentes ao Laboratório de Paleontologia – PALEOLAB do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco.

IV. 2.2. Análise Qualitativa

Para a leitura das lâminas foram utilizadas às objetivas de 20x, 40x, 63x e em alguns casos a de 100x, varrendo-as em sentido verticais consecutivos, com sobreposição de cerca de 10%, a fim de registrar e fotomicrografar os palinomorfos. A partir do registro fotográfico dos

palinomorfos, através do microscópio Zeiss Imager A2, com as objetivas de 40x, 63x e 100x, os palinomorfos foram identificados e individualizados em seus respectivos grupos.

IV. 2.3. Análise Quantitativa

A análise quantitativa foi realizada através da contagem dos 200 primeiros palinomorfos presentes nas amostras analisadas. Este procedimento tem como base as arguições de Chang (1967), na qual o autor evidencia que a contagem de 200 elementos, seria representativa da população de palinomorfos, com uma margem de erro correspondente a 5% da população presente.

Os palinomorfos identificados foram classificados em seus respectivos grupos, segundo as suas características morfológicas: Elementos de origem continental estão representados pelos grãos de pólen de angiospermas (tricolpados, triporados), gimnospermas (monossacados, bissacados, rimulados, inaperturados, poliplicados, monoclpados); Esporos de briófitas e pteridófitas (triletes lisos, triletes ornamentados, perisporados e monoletes); Esporos de algas talófitas (*Botryococcus*); esporos de fungos; elementos de origem *incertae sedis*, assim como, as prasinofíceas, os acritarcos e os escolecodontes. .

CAPÍTULO V RESULTADOS

V.1. Características Gerais da Seção Estudada

V.1.1. Litologia

A sequência lacustre Aptiana da Bacia do Jatobá está constituída por três associações de fácies, que foram descritas por Rocha (2011). A associação de Fácies Deltáica (AFD) está caracterizada por arenitos muito finos a finos, que geralmente expõe um cimento calcífero, distribuindo-se desde a base até a porção intermediária do poço; A associação de Fácies Terrígena Lacustre (AFTL) está constituída por siltitos, folhelhos, folhelhos com intercalações de arenitos finos e argilitos, frequentemente apresentando intercalações de lâminas carbonáticas e fragmentos carbonosos; a associação de Fácies Carbonática (AFC) está constituída por quatro litofácies: A primeira composta por ritmitos argilo-carbonáticos; A segunda por calcários laminados; a terceira por margas finamente laminadas; a quarta por calcários maciços bioclastos (Figura 11).

V.1.2. Palinologia

Foram analisados os resíduos orgânicos e lâminas palinológicas de 122 amostras. Após a leitura das lâminas foi observado que sessenta e quatro amostras apresentaram-se com recuperação de palinomorfos, contendo bom resíduo orgânico, permitindo o reconhecimento de palinomorfos característicos do Cretáceo Inferior, e cinquenta e oito amostras, sem recuperação de palinomorfos (Figura 11). Para cada nível amostrado foram confeccionadas quatro lâminas palinológicas. A ocorrência dos palinomorfos e a variação litológica das amostras analisadas ao longo do testemunho estão demonstradas na (Tabela 01).

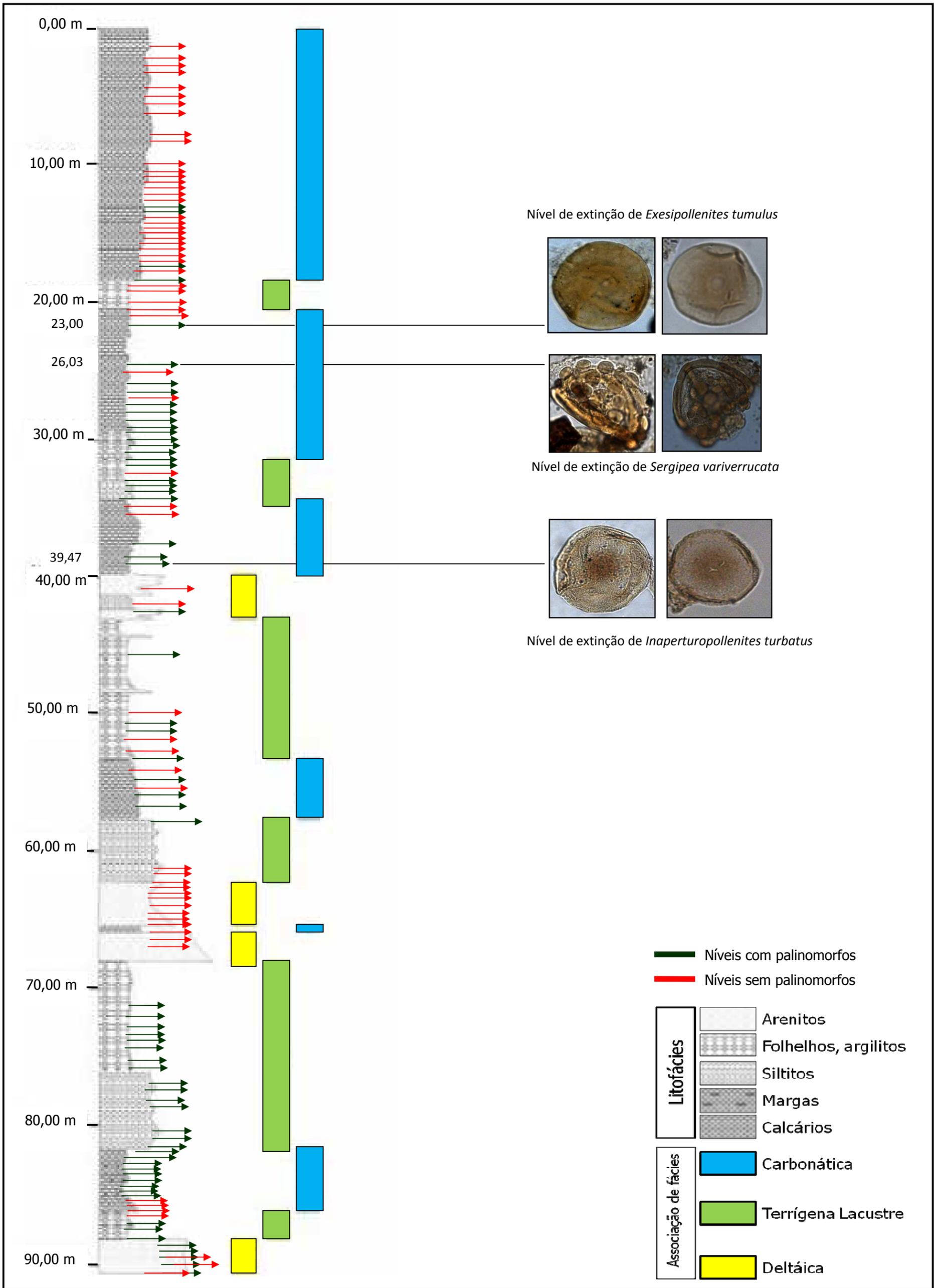


Figura 11. As associações de fácies que constituem a sequência lacustre Aptiana na Bacia do Jatobá, descritas por Rocha (2011). Em vermelho os níveis amostrados sem recuperação de palinórfos, em verde os níveis amostrados com recuperação de palinórfos.

Amostra N°	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	
Profundidade (m)	2,10	2,15	2,21	2,23	5,24	5,36	5,49	8,19	8,38	10,04	10,51	11,12	11,37	11,74	11,95	12,14	12,38	12,48	13,59	
Litologia	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	
Esporos																	X	X		
Grãos de Pólen																	X	X		
Botryococcus																				
Retrabalimento																				
Amostra N°	21	22	29	30	31	32	33	34	35	36	39	41	42	44	45	46	47	48	49	
Profundidade (m)	13,95	14,22	15,66	15,77	16,20	16,32	16,46	16,72	17,61	17,79	20,30	22,45	23,00	25,42	25,60	26,03	26,50	27,07	28,25	
Litologia	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	
Esporos							X		X				X	X		X	X		X	
Grãos de Pólen							X		X				X	X		X	X		X	
Botryococcus							X						X						X	
Retrabalimento																				
Amostra N°	50	51	52	54	55	56	57	58	59	62	67	70	73	74	75	77	79	83	86	
Profundidade (m)	28,37	28,45	28,63	28,88	29,02	29,22	29,66	29,92	30,05	31,60	32,66	33,55	33,91	34,20	34,34	34,82	35,57	36,47	37,28	
Litologia	Cal	Cal	Cal	Cal	F/Arg	F/Arg	F/Arg	F/Arg	F/Arg	F/Arg	F/Arg	F/Arg	F/Arg	F/Arg	F/Arg	F/Arg	F/Arg	Cal	Cal	Cal
Esporos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			
Grãos de Pólen		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			
Botryococcus									X		X			X						
Retrabalimento		X						X	X		X	X		X	X	X	X			
Amostra N°	91	93	94	98	99	100	104	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	
Profundidade (m)	38,72	39,30	39,47	41,82	42,12	42,62	45,52	50,02	51,07	51,88	52,22	53,54	54,07	54,59	56,70	56,76	56,94	57,88	62,34	
Litologia	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	F/Arg	Sil	Sil	Sil	Sil								
Esporos	X	X	X			X	X		X					X		X		X	X	
Grãos de Pólen	X	X	X			X	X		X					X		X		X	X	
Botryococcus		X								X										
Retrabalimento	X														X					
Amostra N°	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	142	143	144	145	146	147	148	150	
Profundidade (m)	62,09	62,34	63,06	63,42	63,80	64,19	64,39	66,58	67,21	67,57	67,87	72,78	73,75	74,41	75,02	75,72	76,00	76,55	78,00	
Litologia	F/Arg	F/Arg	F/Arg	Are	Are	Are	Are	Are	Are	F/Arg	Sil	Sil	Sil							
Esporos												X	X	X	X	X	X	X	X	
Grãos de Pólen												X	X	X	X	X	X	X	X	
Botryococcus																				
Retrabalimento																X			X	
Amostra N°	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	163	164	165	166	167	168	169	170	
Profundidade (m)	78,42	78,89	79,65	80,17	80,62	81,08	81,50	82,17	82,59	83,33	83,59	84,48	84,66	84,68	85,25	85,33	85,43	85,52	85,67	
Litologia	Sil	Sil	Sil	Sil	Sil	Sil	Sil	Sil	Sil	Sil	Mar									
Esporos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	
Grãos de Pólen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	
Botryococcus																				
Retrabalimento	X		X		X		X	X	X	X										
Amostra N°	171	172	174	175	176	177	178	179												
Profundidade (m)	85,90	86,15	88,19	88,43	89,01	89,83	90,24	90,44												
Litologia	Mar	Mar	Fol/Sil	Fol/Sil	Fol/Sil	Fol/Sil	Are	Are												
Esporos	X	X	X	X			X													
Grãos de Pólen	X	X	X	X			X													
Botryococcus																				
Retrabalimento							X													

Tabela 01. Ocorrência dos palinomorfos e constituição litológica das amostras analisadas.

Legenda

Are. – Arenitos

Cal. – Calcários

Fol./Arg. – Folhelhos/Argilitos

Fol./Sil. – Folhelhos/Siltitos

Sil. – Siltitos

Mar. – Marga

V.1.3. Características Gerais da Associação Palinológica

A Formação Crato na Bacia do Jatobá apresenta uma palinoflora rica e diversificada, constituída por elementos característicos da paleoflora gondwânica. O material analisado é composto predominantemente por elementos de origem continental: grãos de pólen, esporos, matéria orgânica particulada e amorfa, alga *Botryococcus* e os elementos de origem *Incertae sedis*. Em alguns níveis, há ocorrência de palinomorfos que foram associados ao retrabalhamento (Tabela 02).

Caracteriza-se em uma das mais expressivas para esta seção sedimentar. Com base nos dados obtidos, podem-se descrever os seguintes resultados (Figura 12):

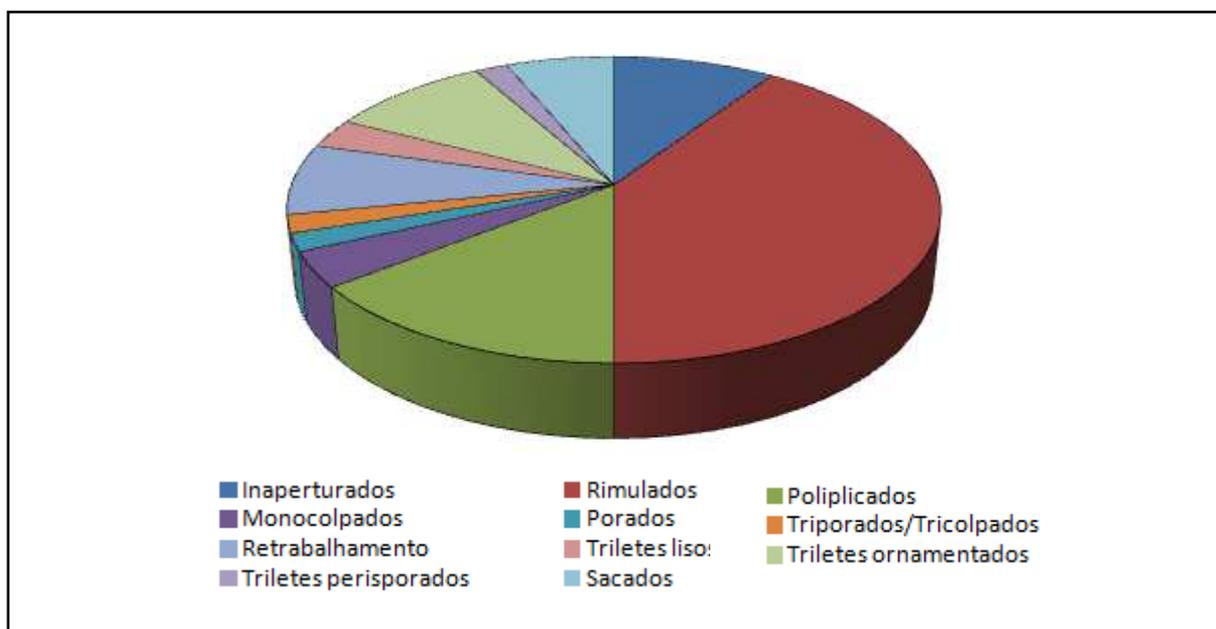


Figura 12. Diagrama de distribuição dos grupos de palinomorfos na seção analisada.

Triletes lisos - O grupo dos triletes lisos está representado por 8 gêneros e 12 espécies. Distribui-se de forma irregular, estando ausente em alguns níveis. Apresenta valores percentuais pouco expressivos em média 5%. Destacam-se os gêneros *Cyathidites* e *Deltoidospora*.

Triletes Ornamentados – Grupo considerado com boa representação, constituído por 17 gêneros e 28 espécies. Ocorre ao longo de toda a seção analisada. Muito embora a sua distribuição ocorra de forma irregular apresentando valores percentuais de 15% em média. Entre estes se destaca o gênero *Cicatricosisporites*.

Triletes Perisporados – Grupo representado por um único gênero com três espécies. Entre estas se destaca a espécie *Crybelosporites pannuceus*. Apesar do baixo valor percentual em média 3%, esta espécie ocorre de forma contínua entre o intervalo de 39,47 m até 34,20 m da seção analisada.

Sacados – Grupo representado por 4 gêneros e 8 espécies. Entre estes os monossacados *Callialasporites*, diferem dos bissacados por apresentar uma distribuição regular, exceto a espécie *Callialasporites turbatus*, que ocorre de forma esporádica ao longo da seção, assim como os bissacados. Entre estes se destaca o gênero *Vitreisporites*, com duas espécies. Em termos percentuais atingem valores inferiores a 10 %.

Inaperturados – Grupo representado por 6 gêneros e 10 espécies, com distribuição relativamente regular ao longo da seção. Em termos quantitativos considera-se esse grupo bem expressivo. Os valores percentuais chegam a atingir cerca de 15 %. Neste grupo destacam-se a espécie *Inaperturopollenites turbatus*, que tem a sua ocorrência restritamente na parte mais inferior da seção, e o gênero *Sergipea* com quatro espécies.

Rimulados – Este grupo está bem representado em termos quantitativos ao longo da seção. Em valores percentuais corresponde em média a 65%. Destacando-se o gênero *Classopollis*.

Poliplicados – Grupo bem representado com 5 gêneros e 26 espécies, que se distribuem de forma regular por toda seção. Apresenta uma diversidade na parte mais superior. Em termos percentuais, este grupo é bem significativo, com uma média em torno de 23%.

Monocolpados – Grupo representado em toda seção por 11 gêneros e 14 espécies. Entre os gêneros destacam-se *Cycadopites* e *Bennettitaepollenites*. Em termos percentuais este grupo apresenta uma média de 6% da associação.

Porados – Grupo representado apenas por um gênero com uma espécie *Exesipollenites tumulus*, distribuída de maneira irregular na seção, e com valores percentuais em torno de 3%.

Triporados/Tricolpados – Grupo inexpressivo, distribuindo-se de forma rara na seção. Ambos representados por um ou dois gêneros no máximo.

Retrabalhamento – Entre todos os grupos de fósseis, os palinomorfos são os que apresentam uma maior probabilidade de manterem-se preservados em mais de um ciclo deposicional, sem que ocorram alterações em sua morfologia e preservação (BATTEN, 1991; ANTONIOLI, 2001).

Em uma associação palinológica, um dos parâmetros para a identificação de palinomorfos retrabalhados se dá por meio de sua coloração. Em geral, estes palinomorfos apresentam uma coloração mais escura do que a do material *in situ* na amostra (ANTONIOLI, 2001), e correspondem aos microfósseis que foram erodidos, transportados e redepositados em estratos de idade mais recente.

O material incluso neste estudo no grupo de retrabalhamento do Paleozóico (Devoniano), refere-se ao acritarca do gênero de *Veryachium* sp., que ocorre na amostra (AM – 94 – Prof. 39, 47), e ao gênero *Maranhites* sp., que tem uma distribuição vertical, nos andares Eifeliano/Tournaisiano da Bacia do Maranhão (QUADROS, 1982); Frasniano-Tournaisiano da Bacia do Amazonas (DAEMON & CONTREIRAS, 1971) e Givetiano-Frasniano da Bacia do Paraná (DAEMON et al., 1976). Ocorre ainda no Frasniano da Bacia do Jatobá (REGALI, 1964; BRITO 1965a, b; 1971). Na seção analisada, corresponde a uma variação percentual em torno de 13 % no total das amostras.

O gênero *Maranhites* sp., ocorre nas amostras (AM160 – Prof.83,33, AM159 – Prof.82,59, AM158 – Prof.82,17, AM157 – Prof.81,50, AM155 – Prof. 80,62, AM153 – prof.79,65, AM151 – Prof.78,42, AM150- Prof. 78,00, AM146 – Prof. 75,72, AM– 119 – Prof. 56,70, AM94 – Prof.39,47, AM93 – Prof.39,30, AM91 –Prof.38,72, AM79 – Prof. 35,15, AM77- Prof.34,82; AM75 – 34,82, AM74 – Prof. 34,10, AM70 – 32,93, AM67 – Prof. 32,16, AM58 – Prof. 29,92, AM51 – 28,45).

Os dados aqui apresentados sugerem que os sedimentos da Formação Inajá de idade devoniana, estavam expostos durante o Aptiano. O mesmo foi descrito por Antonioli (2001), para a Formação Codó, na Bacia do Parnaíba. Ao registrar a ocorrência de palinomorfos retrabalhados do paleozoico, a autora inferiu que os sedimentos de idade devoniana, provavelmente os estratos da Formação Pimenteira, estavam expostos na bacia durante o Aptiano. Fato que corrobora com as proposições de Arai (2002). Segundo o autor, as ocorrências de palinomorfos retrabalhados em sequências aptianas, registradas sistematicamente dentro da palinozona *Sergipea variverrucata* (P-270), são provavelmente devido ao processo erosivo associado à transgressão marinha aptiana.

V.2. Zoneamento Palinológico

As bacias sedimentares em sua grande maioria encerram restos de organismos, derivados de diferentes táxons biológicos. Entretanto, como os microfósseis são mais abundantes em relação aos macrofósseis, os zoneamentos bioestratigráficos constituídos com base na ocorrência dos microfósseis apresentam uma maior resolução (ANTUNES & MELO, 2001). Isto devido ao fato dos microfósseis, em sua grande maioria apresentarem uma ampla distribuição geográfica e serem cosmopolita. Entre estes, os grãos de pólen e esporos são muito utilizados na elaboração de arcabouços bioestratigráficos.

As pesquisas palinológicas mais relevantes em sequências sedimentares do mesozoico no Brasil, foram desenvolvidas a partir de amostras coletadas pela PETROBRAS, e por Müller (1966), Lima (1972), Regali et al. (1974a,b), Hernegreen (1973,1974,1975a,b). Os resultados de Müller (1966) estão relacionados à análise de 22.000 testemunhos procedentes das bacias de São Luís, Barreirinhas, Maranhão, Sergipe-Alagoas, Recôncavo-Tucano, Espírito Santo. Regali et al. (1974a,b) constituíram o mais amplo e completo zoneamento palinológico-padrão para o Cretáceo e Terciário das bacias emersas e submersas do Brasil. As pesquisas de Lima (1972) estão restritas a Bacia de Barreirinhas, e as de Hernegrenn (1973,1974,1975a,b) as Bacias de Barreirinhas e Sergipe.

Ressalta-se que, por ser este o primeiro estudo de aplicação da palinologia na Formação Crato, Bacia do Jatobá, o estabelecimento de um zoneamento bioestratigráfico é de difícil execução, em função do intervalo de tempo geológico reduzido. De acordo com (BEURLEN, 1992; apud ANTONIOLI, 2001; PORTELA, 2008), o pacote sedimentar que engloba todo o Andar Alagoas, depositou-se num intervalo de aproximadamente 6 milhões de anos. Considerando que nesta seção foram identificadas as palinozonas (?) P-260; P-270 e parte da P-280, supõe-se que os estratos da Formação Crato, foram depositados no tempo Neo-Aptiano, e que estas zonas correspondem a um período de tempo equivalente a aproximadamente 1 milhão de anos cada uma.

A grande diversidade de táxons descritas ao longo da seção estudada indica que o intervalo de tempo envolvido é bastante reduzido. Mesmo assim, foi possível constituir uma subdivisão em 4 zonas denominadas por (A, B, C e D), com base nas características palinológicas da associação estudada, que potencialmente pode ser estendido a toda bacia (Tabela,03). As palinozonas estão caracterizadas de acordo os parâmetros estabelecidos pelo código estratigráfico americano de nomenclatura estratigráfica (N.A.C.S.N. 1983).

Palinomorfos selecionados	Palinozonas	
	P - 280	P - 270
	Prof (m)	
	12,38	
	12,48	
	16,46	
	17,61	
	23,00	
	25,42	
	26,03	
	26,30	
	28,25	
	28,45	
	28,63	
	28,88	
	29,02	
	29,22	
	29,66	
	29,92	
	30,05	
	31,60	
	32,66	
	33,55	
	34,20	
	34,34	
	34,82	
	35,57	
	38,72	
	39,30	
	39,47	
	42,62	
	45,52	
	51,07	
	51,88	
	54,07	
	56,09	
	56,94	
	57,48	
	72,78	
	73,75	
	74,41	
	75,02	
	75,72	
	76,00	
	76,55	
	78,00	
	78,42	
	78,89	
	79,65	
	80,17	
	80,62	
	81,08	
	81,50	
	82,17	
	82,59	
	83,33	
	84,68	
	85,25	
	85,33	
	85,43	
	85,52	
	85,67	
	85,90	
	86,15	
	88,19	
	88,43	
	90,24	
<i>Ocaltrosipites brevicastratus</i>		
<i>Ocaltrosipites avimelechii</i>		
<i>Cybelesporites pennuceus</i>		
<i>Callialasporites diampteri</i>		
<i>Callialasporites segmentatus</i>		
<i>Callialasporites tribolatus</i>		
<i>Inaperturopollenites turbatus</i>		
<i>Eveipollenites tumulus</i>		
<i>Inaperturopollenites simplex</i>		
<i>Araucariacites australis</i>		
<i>Classopollis classoides</i>		
<i>Classopollis alexi</i>		
<i>Circulina moyeana</i>		
<i>Cyathites australis</i>		
<i>Leptolepidites parvus</i>		
<i>Leptolepidites verrucatus</i>		
<i>Leptolepidites tumulus</i>		
<i>Ocaltrosipites microstriatus</i>		
<i>Deltospora halli</i>		
<i>Cicatricosisporites nunt</i>		
<i>Sergipea tenuiverrucata</i>		
<i>Sergipea simplex</i>		
<i>Sergipea variverrucata</i>		
<i>Sergipea naviformis</i>		
<i>Gnetaceapollenites barghoornii</i>		
<i>Gnetaceapollenites jansoni</i>		
<i>Gnetaceapollenites reticulatus</i>		
<i>Equisetosporites minutocostatus</i>		
<i>Equisetosporites luridus</i>		
<i>Equisetosporites strigatus</i>		
<i>Equisetosporites sp. cf. maculosus</i>		
<i>Equisetosporites concinns</i>		
<i>Equisetosporites subcirculans</i>		
<i>Cycadopites sp.</i>		
<i>Bennettitoidipollenites regularis</i>		
<i>Aitropollis jerdoni</i>		
<i>Aitropollis zonatus</i>		
<i>Stellatopollis arispensis</i>		
<i>Stellatopollis densicostatus</i>		
<i>Stellatopollis dubius</i>		
<i>Reyes polymorphus</i>		
<i>Sitilapollis reticulatus</i>		
<i>Penetrapis mollis</i>		
<i>Vitrisporites pustulosus</i>		
<i>Vitrisporites pallidus</i>		
<i>Podocarpites cf. P. multifidus</i>		
<i>Chomotriletes almegrensis</i>		
<i>Parvisacites mihimus</i>		
<i>Botryococcus braunii</i>		
PALINOZONAS		
	D	
	C	
	B	
	A	

Tabela 03. Distribuição estratigráfica vertical dos principais palinomorfos identificados no testemunho 2-JSN-01. Serra Negra – PE.

PALINOZONA A

Categoria: Zona de Intervalo

Definição: O seu limite inferior é caracterizado pelo surgimento local da espécie *Araucariacites australis*, e o seu limite superior é caracterizado pela extinção local de *Inaperturopollenites turbatus*.

Caracterização: Contém como elementos característicos esporos dos gêneros *Cicatricosisporites*, *Leptolepidites* e *Klukisporites*. Em relação aos grãos de pólen destaca-se a presença dos gêneros *Vitreisporites*, *Podocarpidites*, *Parvisacites minimus*, *Stellatopollis* e *Exesipollenites*. Além da presença de diversas formas poliplicadas.

Seção de Referência: Intervalo 90,24 – 39,47 metros do poço 2JSN-01.

Idade atribuída: neo - aptiana (= neo-alagoas).

Comentários: Na prática, o limite inferior da palinozona A, corresponde à parte basal da Formação Crato. Apresenta uma grande diversidade de elementos, que se tornam mais frequentes em direção ao topo. Não foi registrada a presença de nenhum representante marinho. A presença de elementos retrabalhados de idade devoniana nesta palinozona é bem marcada. O intervalo correspondente à amostra 114, profundidade de 51,88m é marcado pela ausência de esporos e grãos de pólen. Sendo registrada somente a ocorrência de algas *Botryococcus* em associação com fragmentos e cutículas vegetais.

PALINOZONA B

Categoria: Zona de intervalo

Definição: O seu limite inferior é caracterizado pela extinção local de *Inaperturopollenites turbatus* e o superior é caracterizado pela extinção de *Sergipea variverrucata*.

Caracterização: Esta palinozona é caracterizada pela extinção da espécie-guia *Sergipea variverrucata*, que marca o topo desta biozona. Além do desaparecimento de diversas formas, entre elas *Cicatricosisporites microstriatus*, *Cicatricosisporites hallei*, *Cicatricosisporites avenimelechi* e *Chomotriletes almegrensis*. Marcante nesta palinozona é a frequência relativa dos grãos de pólen dos gêneros *Callialasporites*, *Stellatopollis*, *Afropollis jardinus*, *Afropollis zonatus* e a entrada da espécie *Crybelosporites pannuceus* e *Leptolepidites verrucatus*.

Seção de referência: Intervalo 39,47 – 26,03 metros do poço 2JSN-01.

Idade atribuída: neo-aptiana (= neo-alagoas).

Comentários: Apresenta-se mais diversificada que a biozona anterior. Nela ainda ocorre retrabalhamento de formas atribuídas ao devoniano, e a presença da espécie *Reyrea polymorphus*, que é restrita a província microflorística “WASA” (Oeste da África e América do Sul) por Herngreen & Chlonova (1981), atualmente denominada Província a “Pre-Albian Early Cretaceous *Dicheiropollis etruscus/Afropollis*” de Herngreen et al. (1996). O Limite superior do intervalo é marcado pela extinção da espécie *Sergipea variverrucata*, que aqui será definido como o limite do Aptiano-Albiano na bacia.

PALINOZONA C

Categoria: Zona de intervalo.

Definição: O seu limite inferior é caracterizado pela extinção de *Sergipea variverrucata*, e o seu limite superior é marcado pela extinção local de *Exesipollenites tumulus*.

Caracterização: Contém como elementos característicos a presença dos esporos *Cicatricosisporites brevilaesuratus*, *Leptolepidites tumulosus*, *Klukisporites foveolatus*. Com relação aos grãos de pólen, destaca-se a presença de *Sergipea tenuiverrucata*, e algumas formas de poliplicados. Marcante nesta palinozona é o desaparecimento das espécies *Callialasporites trilobatus*, *Leptolepidites psarosus*, *Penetrapsis mollis* e dos gêneros *Afropollis*.

Seção de referência: Intervalo 26,03 – 23,00 metros do poço 2JSN -01.

Idade atribuída: eoalbiano.

Comentários: Nesta palinozona observa-se uma diminuição com relação à diversidade dos elementos constituintes da associação. Não foi observado nenhum elemento de forma associada ao retrabalhamento do devoniano. Porém há a ocorrência de algas *Botryococcus*.

PALINOZONA D

Categoria: Zona de intervalo

Definição: O seu limite inferior é caracterizado pela extinção local de *Exesipollenites tumulus*, e o seu limite superior é marcado pelo nível de ocorrência coincidente entre a amplitude parcial de *Gnetaceaepollenites retangularis* e *Equisetosporites maculosus*.

Caracterização: Contém como elementos característicos esporos do gênero *Cicatricosisporites* e *Apiculatisporites*. Em relação aos grãos de pólen destaca-se a presença de *Crybelosporites pannuceus*, *Sergipea simplex* e algumas formas raras de grãos poliplicados.

Idade atribuída: eoalbiano.

Seção de referência: Intervalo 23,00 – 12,33 metros do poço 2JSN-01.

Comentários: Esta palinozona corresponde à parte superior da seção estudada. Em termos quantitativos observa-se uma grande redução dos grãos de pólen e esporos. Porém, há ocorrência de alga *Botryococcus*.

V.2.1. Correlação das palinozonas com os depósitos cronocorrelatos brasileiros

Os sedimentos da Formação Crato, Bacia do Jatobá, podem ser correlacionados aos sedimentos da Megassequência transicional evaporítica descrita por Chang et al. (1988), que se depositaram durante o tempo Alagoas. Esses sedimentos são encontrados em sua quase totalidade, nas bacias sedimentares da margem leste e equatorial brasileira, assim como nas bacias interiores (DINO, 1992; ANTONIOLI, 2001). E, de modo geral, estão inseridos nas palinozonas P – 230 a P – 280 do zoneamento palinológico padrão estabelecido por Regali et al. (1974a,b), e a biozona de ostracodes O11, válida para todo o Brasil (Figura,13).

Com base na descrição das espécies presentes na associação analisada, considera-se que a palinozona **A** corresponde à palinozona P- 260 de Regali et al. (1974a,b); a palinozona **B** corresponde a P-270 de Regali et al. (1974a,b); e as palinozonas **C** e **D**, como correspondentes a parte mais inferior da P-280 de Regali et al.(1974 a,b). Os zoneamentos bioestratigráficos, com ênfase em palinologia e ostracodes desenvolvidos por (LIMA, 1978a; DINO, 1992; ANTONIOLI, 1998, 2001; PORTELA, 2008; TOMÉ, 2011), em sequencias sedimentares cronocorrelatas, podem ser aqui correlacionados (Tabela 04).

A associação palinoflorística, aqui descrita, apresenta muitas espécies em comum com a biozona **1**, Lima (1978a) para a Formação Santana da Bacia do Araripe, e pode ser correlacionada com as palinozonas **C** e **D**, uma vez que a sequencia sedimentar analisada por este autor, se encontra acima do nível de extinção de *Sergipea variverrucata*, que marca o topo da palinozona **B**.

Com relação ao zoneamento estabelecido por Dino (1992), para a Formação Alagamar da Bacia Potiguar, pode-se correlacionar de uma maneira geral, a palinozona **B** e o intervalo **B2** de Dino (1992), que corresponde à biozona *Sergipea variverrucata* (P-270) de Regali et al. (1974a,b) com a palinozona **B**, deste trabalho, pela extinção de *Sergipea variverrucata*, assim como pela diversidade dos gêneros *Callialasporites* e *Sergipea*, além das formas poliplicadas.

Antonoli (1998), através da análise palinológica da seção aptiano-albiana da Bacia do Ceará, caracterizou as palinozonas P-270 (*Sergipea variverrucata*) e P -320 (*Elateropollenites jardinei*) nas formações Paracuru e Ubarana. Apenas a palinozona **B**, aqui estabelecida, correlaciona-se com a P-270, inferida para a Formação Paracuru, Bacia do Ceará.

Antonoli (2001) em estudos palinológicos da Formação Codó, Bacia do Parnaíba, reconheceu cinco palinozonas (**I**, **II**, **III**, **IV**, **V**), da mais antiga para a mais nova. Observa-se

que as palinozonas **II**, **III**, **IV**, podem ser correlacionadas com a palinozona **B** deste estudo, em função da ocorrência da espécie *Sergipea variverrucata*, demonstrando que grande parte da Formação Codó, é cronocorrelata a Formação Crato da Bacia do Jatobá.

Portela (2008) realizou o mais completo zoneamento até agora estabelecido para a Formação Santana da Bacia do Araripe. Neste, foram reconhecidas quatro palinozonas (**A**, **B**, **C**, **D**) da mais antiga para a mais nova. Observa-se que em termos de zoneamento a Palinozona **A** (Portela, 2008), mantém certa afinidade com a palinozona **A** ora descrita, pela diversidade de formas, assim com pelo retrabalhamento de formas atribuídas ao Devoniano (*Maranhites* sp.). A palinozona **B** de Portela (2008) foi caracterizada como P-270 (*Sergipea variverrucata*) de Regali et al. (1974a,b), e correlaciona-se com a palinozona **B**, deste estudo, que também pode ser correlacionada com a como P-270 (*Sergipea variverrucata*) de Regali et al. (1974a,b). A palinozona **C** descrita por Portela (2008) foi correlacionada a palinozona **C**, por ter o seu limite inferior caracterizado pela extinção da espécie *Sergipea variverrucata* correspondendo a porção mais basal da P-280 de Regali et al. (1974a,b) fato que também foi observado no presente estudo. Entretanto, não foi possível estabelecer uma correlação entre as palinozonas **D**. A associação palinoflorística descrita para esta biozona neste estudo, difere da associação palinoflorística descrita para a palinozona **D** de Portela (2008).

Tomé (2011), a partir das análises da associação faunística dos ostracodes não marinhos, ocorrentes na Formação Crato, Bacia do Jatobá, propôs um refinamento da biozona O11, para os depósitos basais do Andar Alagoas nesta bacia.

A subzona O11. 1 (*Theriosynoecum silvai*) foi caracterizada pela Zona de abundância do *T. silvai*, ocorrendo nesse intervalo em associação exclusiva com *A. leguminella*.

A subzona O11. 2 (*Cypridea araripensis*), posicionada logo acima, caracteriza-se pela Zona de Acme da *Cypridea araripensis*, com ocorrência abundante. Segundo Tomé (2011), a associação com outras espécies, na amplitude desse intervalo, tornou possível a aplicação de um refinamento maior, no qual a base O11. 2a seria caracterizada pela abundância de *N. berthoui*, e a porção superior O11. 2b, pela ocorrência de espécies do gênero *Rhinocypris*. De acordo com a autora, na Bacia do Jatobá, esta fauna associa-se ao Alagoas inferior, sendo correlacionada ao topo da biozona P - 230 (*Transitoripollis crisopolensis*) de Regali et al. (1974a,b).

Entretanto, a descrição esporo-polinica desta mesma seção, permitiu correlacionar a associação palinoflorística no Alagoas superior, com atribuição de uma idade Aptiana, correspondendo as biozonas P-260, P-270 e P-280 do zoneamento padrão estabelecido por

Regali et al. (1974a,b), não tornando possível uma correlação entre o zoneamento de ostracodes por (Tomé, 2011), com o estabelecido para este depósito pela palinologia.

Os dados palinológicos aqui descritos, corroboram com os estudos de Rocha (2011), que através da caracterização do intervalo carbonático lacustre aptiano da Bacia do Jatobá, estabeleceu a correlação com a sequência lacustre aptiana da Bacia do Araripe, com os calcários do Membro Trairi da Formação Paracuru, da Bacia do Ceará e Formação Codó, da Bacia do Parnaíba.

ANDAR ALAGOAS	ALBIANO	REGALI et al. (1974)	LIMA 1978a Bacia do Araripe	DINO 1992 Bacia Potiguar	ANTONIOLI 1998 Bacia do Ceará	ANTONIOLI 2001 Bacia do Parnaíba	PORTELA 2008 Bacia do Araripe	PRESENTE TRABALHO
		PALINOZONAS	PALINOZONAS	PALINOZONAS	PALINOZONAS	PALINOZONAS	PALINOZONAS	PALINOZONAS
		P - 280	1	D + C	V	V	C	D + C
APTIANO	P - 270	B B2 P -270	P - 270	II III IV P -270	B P -270	B P-270		
	P - 260						A	A (?) P - 260

Tabela 04. Correlação entre os biozoneamentos propostos para o Andar Alagoas das bacias sedimentares mesozoicas do Brasil.



Fonte: ri. ogx.com. br

Figura13. Mapa das bacias sedimentares do Brasil, em destaque as formações das bacias cronocorrelatas com a Formação Crato, Bacia do Jatobá (PE).

V.2.2. Correlação com os depósitos cronocorrelatos internacionais.

De acordo com Antonioli (2001), a correlação de arcabouço bioestratigráfico, com esquemas semelhantes desenvolvidos em outros países ou continentes, deve ser realizada, com biozoneamentos estabelecidos dentro do mesmo cinturão palinoflorístico.

Fora do Brasil, os sedimentos da Formação Crato, podem ser correlacionados aos depósitos análogos das bacias exteriores, pertencentes à mesma faixa microflorística da Província “WASA” (Oeste da África e América do Sul) definida por Hernegreen & Chlonova (1981), hoje designada por Província a Pré-Albian Early Cretaceous *Dicheiropollis etruscus/Afropollis* (HERNEGREEN et al., 1996).

A associação palinoflorística descrita nesta formação, apresenta semelhança com as descritas por Doyle et al. (1982), para o continente africano; e com a descrita por Müller et al. (1987) para o continente sul-americano.

Com base no zoneamento estabelecido por Doyle et al. (1982), para a Angola e Nigéria, verifica-se que a palinozona B, descrita neste trabalho, possui uma provável correlação com as palinozonas **VIII** e **IX** desses autores, em função da idade estabelecida, assim como ocorrência de alguns gêneros, como por exemplo *Afropollis*.

Müller et al. (1987) elaboraram um zoneamento palinológico do Cretáceo ao Recente, a partir de sedimentos da Colômbia, Venezuela, Trindade, Guiana, Suriname, e Brasil. O zoneamento proposto pelos autores está subdividido em 10 superzonas e 31 zonas, sendo válido para todo o norte da América do Sul. Ao correlacionar a associação aqui descrita, verifica-se palinozona B e C deste trabalho, pode ser correlacionada com a zona 5 da superzona III pela ocorrência de *Exesipollenites tumulus* e *Reyrea polymorphus*, assim como a ocorrência do gênero *Afropollis*. O esquema de correlação destas zonas é demonstrado na tabela (05).

Doyle et al. 1982	MÜLLER et al.1987.		ESTE TRABALHO	IDADE
ANGOLA E NIGERIA	VENEZUELA + COLOMBIA			
	Superzona	Zona	D	ALBIANO
	III	5	C	
IX			B	APTIANO
VIII			A	
				Superior

Tabela 05 – Correlação entre o zoneamento proposto para a Formação Crato com outros arcabouços bioestratigráficos fora do Brasil.

V. 2.3. Idade

O estudo dos palinomorfos caracteriza-se em uma importante ferramenta de investigação, dos depósitos sedimentares em que estão contidos. Soterrados durante o processo de sedimentação, esses microrganismos (grãos de pólen e esporos), foram contemporâneos da gênese desses ambientes, o que permite o reconhecimento da flora no passado, e também, situar esses ambientes no tempo geológico. De acordo com Antonioli (2001) e Portela (2008), a atribuição de idade, a uma biozona, ou a um intervalo cronoestratigráfico equivalente, é realizada através de comparação com associações análogas, descritas na literatura internacional.

A associação palinoflorística do testemunho analisado da Formação Crato caracteriza-se, em sua grande parte, por espécies do Eocretáceo, muito similar às descritas nos depósitos cronocorrelatos por Regali et al. (1974a,b); Lima (1978a); Lima (1984); Dino (1992); Antonioli (1998, 2001); (Portela, 2008). Está constituída por elementos transicionais, com espécies representativas do Aptiano chegando a alcançar até o Albiano.

Os gêneros *Afropollis*, *Sergipea* correspondem aos elementos mais característicos quanto ao estabelecimento da idade cronológica desta sequência sedimentar. No Brasil, a ocorrência do gênero *Afropollis* surge durante o Barremiano superior Regali (1987b) e Regali & Viana (1989), com o primeiro máximo de frequência ocorrendo no Eoaptiano (DOYLE et al., 1982). O registro das ocorrências de *Afropollis* spp., na Europa e América admitem a existência de espécies próximas ao limite Barremiano-Aptiano Regali & Viana (1989). A ocorrência de *Afropollis* em associações palinológicas é uma evidência marcante durante o Aptiano (DOYLE et al., 1977,1982; HOCHULI, 1981; HUGUES & MCDUGALL, 1990). Na associação ora descrita, as espécies de *Afropollis jardinus* e *Afropollis zonatus*, ocorre com frequência nas zonas (A, B, C), ou seja, da base quase até o topo da seção.

O gênero *Sergipea*, representante do grupo das gimnospermas, é característico em depósitos continentais do Brasil e da África. Porém, a espécie *Sergipea variverrucata*, é restrita ao Aptiano no Brasil (REGALI, 1987a; REGALI & VIANA, 1989; ARAI et al., 1989; LIMA & BOLTENHAGEN,1981). No Brasil ocorre em associação com *Classopollis*, *Araucariacites*, *Inaperturopollenites turbatus*, *Afropollis jardinus*, *Afropollis operculatus*, *Afropollis zonatus*, entre outros (REGALI & VIANA, 1989). Corresponde a palinozona B, datada com Aptiano superior. O limite superior desta palinozona marca o nível de extinção de *Sergipea variverrucata*, na associação. Neste trabalho foi considerado como o limite entre o

Aptiano-Albiano dentro da Bacia do Jatobá. Corroborando com os estudos de Lima & Boltenhagen (1981). Segundo Arai et al.(1989) caracteriza-se em um evento importante para definir o topo do Andar Alagoas no Brasil.

A partir das informações acima descritas, pode-se concluir que o início da sedimentação deposicional da Formação Crato Bacia do Jatobá, aconteceu durante o Aptiano superior. A palinozona (A), foi considerada como correspondente a palinozona P-260 de Regali et al. (1974a,b), válido para todas as bacias cretáceas brasileiras. A palinozona (B) pode ser correlacionada com a palinozona P – 270, estabelecida por Regali et al. (1974a,b), sendo atribuída a idade Neo-aptiano. Para as palinozonas (C e D) atribuiu-se a idade Eoalbiano, e foram correlacionadas com a palinozona P – 280 de Regali et al. (1974a,b), por estarem acima da zona de intervalo de extinção da espécie *Sergipea variverrucata*.

V.2.4. Interpretação Paleoambiental

A natureza das mudanças climáticas globais e regionais durante o Cretáceo teve um efeito expressivo e demorado sobre o clima global. Sobretudo, por meio de seus efeitos nos padrões de circulação oceânica e atmosférica, causando impactos sobre os ecossistemas terrestres. As plantas são os primeiros e um dos mais admiráveis sensores biológicos das mudanças climáticas. Ainda que a vegetação de uma determinada área dependa de inúmeros processos, é possível se estabelecer correlações entre o clima com as características da vegetação.

O reconhecimento da paleoflora permite inferir as condições climáticas, sob a qual esta se desenvolveu. Os elementos que mais contribuem para essas evidências são os grãos de pólen e esporos. Uma vez que, determinados grupos vegetais, provavelmente mantiveram as mesmas preferências climáticas no transcurso de sua evolução.

Devido a essas características, os elementos polínicos são muito utilizados nos estudos de interpretação paleoambiental e reconstituições climáticas, a partir das exigências climáticas dos táxons atuais, por relações de afinidades com os elementos fósseis.

Segundo Lima (1978a), algumas espécies de grãos de pólen e esporos são consideradas como indicadores climáticos.

As floras constituídas durante o eocretáceo, em distintas áreas, estavam compostas por muitos gêneros e até espécies em comum (MEYEN, 1987; SUCERQUIA, 2006). Este padrão de uniformidade florística, está relacionado ao episódio dos gradientes climáticos, que no

A grande ocorrência de palinomorfos de samambaias e coníferas nas regiões da Laurásia do Norte e Gondwana Sul leva a acreditar que havia climas mais frios e úmidos (BRENNER, 1976; ZIEGLER et al., 1987).

Herngreen & Chlonova (1981) utilizando dados palinológicos obtidos através de uma extensa revisão de literatura, definiram oito províncias microflorísticas para o Período Cretáceo: Província Boreal do Hemisfério Norte, que foi redefinida por Herngreen et al. (1996), como Província *Cerebropollenites* e caracteriza-se pela ampla ocorrência e diversificação dos esporos de pteridófitas, em associação com as diversas formas de grãos de pólen bissacados. As Províncias *Normapolles* e *Aquilapollenites* são resultantes da subdivisão da Província Boreal do Hemisfério Norte, que ocorreu durante o Neocretáceo. A Província *Normapolles* caracteriza-se pela ocorrência dos grãos de *Normapolles*, grupo associado às angiospermas, e com grande significado bioestratigráfico do Cretáceo Superior de muitas palinofloras. A Província *Aquilapollenites* está assinalada pela abundância e diversidade de espécies de *Aquilapollenites*.

A Província WASA (West African-South American), ou Província *Dicheiropollis etruscus/Afropollis* (HERNGREEN et al., 1996), pré-albiana está assinalada pela grande ocorrência de grãos de pólen de gimnospermas, com elementos bem representados em termos percentuais na associação palinoflorística. Entre estes se destacam *Classopollis*, *Exesipollenites*, *Araucariacites*, *Inaperturopollenites*, *Eucomidites*. Os palinomorfos bissacados são raros (Figura 15).

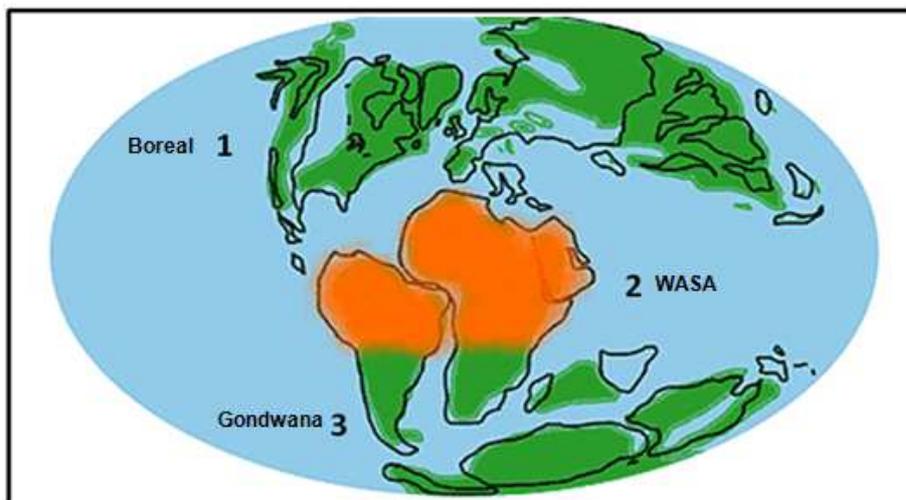


Figura 15. Províncias microflorísticas do Cretáceo: 1- Boreal, 2 - WASA, 3 – Gondwana. Com bases nos dados de Herngreen & Chlonova (1981).

Os esporos são atribuídos aos táxons psilatrilletes (*Concavisporites*, *Glecheniidites*, *Cicatricosisporites* e *Aequitriradites*). A Província American-South-African (ASA) caracteriza-se pela abundância de grãos de polens elaterados e irradiação das Angiospermas,

durante o Albiano e Cenomaniano. Hernegreen et al. (1996), propuseram o termo Província dos elaterados, em função das características morfológicas desse grupo de palinomorfos. Durante o Neocretáceo surge a Província *Palmae*, que está caracterizada por um número crescente de polens monocolpados, em ambos os lados do Atlântico.

Na Província Gondwana Sul, durante o Eomesocretáceo, as assembleias com características dessa palinoflora, se distribuía pela Austrália, Índia, Sul da África, Sul da América do Sul, e se caracterizavam pela ocorrência de grãos de pólen trissacados do gênero *Microcachyridites* e *Podocarpites*, que foram considerados como representantes exclusivos desta província. A Província *Nothofagidites* surge no Neocretáceo.

Srivastava (1994) a partir de dados palinológicos reconhece três fitogeoprovíncias para o Eocretáceo durante o Neocomiano: A Fitogeoprovíncia boreal *Cerebropollenites*; A Fitogeoprovíncia Equatorial *Dicheiropollis* e a Fitogeoprovíncia Austral *Microcachyridites* (Figura 16).

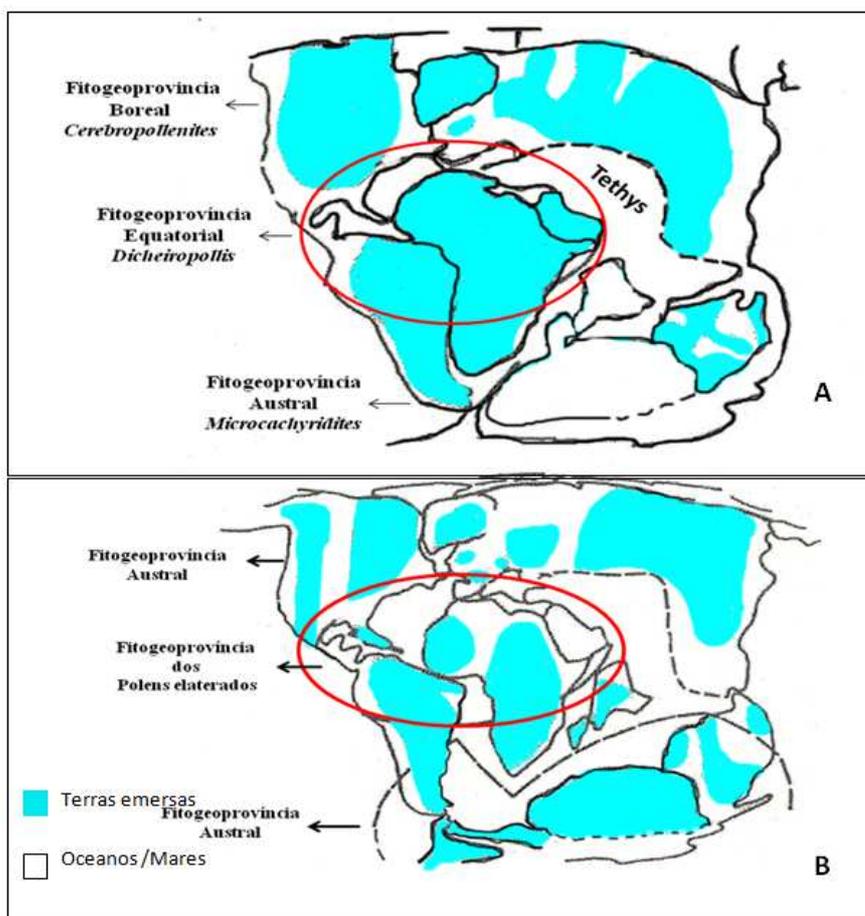


Figura 16. Distribuição das fitogeoprovíncias durante o Eocretáceo de acordo com Srivastava (1994). A – Neocomiano; B – Barremiano-Albiano.

As Fitogeoprovíncias Boreal e Austral estavam relacionadas com as altas latitudes, em ambos os hemisférios, onde predominava um clima úmido e relativamente mais frio que a Fitogeoprovíncia Equatorial *Dicheiropollis*, que ocupava uma faixa na qual predominava um

clima árido. No decorrer do Barremiano-Aptiano a Fitogeoprovíncia Equatorial de *Dicheiropollis* é substituída pela Fitogeoprovíncia de polens elaterados, em função da grande ocorrência desses palinomorfos durante este intervalo nesta Fitogeoprovíncia.

O conjunto esporo-polinico descrito para a Formação Crato, insere-se na Província Gondwana Norte - NGP de Brenner (1976) e a (WASA) “West African-South América” Hengreen & Chlonova (1981), pré-albiana, na qual predominam os grãos de pólen de gimnospermas (*Classopollis*, *Eucomidites* e *Araucariacites*), atualmente reconhecida com Província *Dicheiropollis etruscus* /*Afropollis* (HERNGREEN et al.,1996).

De acordo com Dino (1992), as províncias NGP e WASA situavam-se em uma faixa de aproximadamente 15° de latitude nos dois hemisférios do paleoequador, e são tidas, como representativas de ambientes de clima quente e seco.

Segundo Dino et al. (1994), a província WASA pré – albiana caracteriza-se por uma grande ocorrência de grãos de pólen com afinidades gimnospérmicas, presumivelmente xerofíticas. Ocorre também, um aumento gradativo na concentração e diversidade de grãos de pólen poliplicados, com variação específica, nunca descrita para outras regiões; alto percentual de polens monossacados representados pelos gêneros *Callialasporites* e *Araucariacites*; Elementos relacionados às pteridófitas com baixa frequência, embora que localmente, podem ser encontrados em abundância; ocorrência de grãos monocarpados e tricarpados relacionadas às angiospermas. A província ASA caracteriza-se pela presença frequente de diversos conjuntos exóticos (elaterados, poliporados, porotricotomosulcados); radiação de diversidade de grãos de pólen com afinidades angiospérmicas; Frequência comum de grãos de pólen dos gêneros *Hexaporotricolpites* e *Afropollis*.

Na associação palinoflorística da Formação Crato, a ocorrência de elementos xerofíticos (*Classopollis* e *Equisetosporites*) é muito acentuada. *Classopollis* chegam a atingir índices percentuais bastante consideráveis. O gênero está associado ao grupo das coníferas, representantes da extinta família *Cheirolepidiaceae*.

Este grupo apresenta uma ampla distribuição geográfica, atingindo o seu máximo desenvolvimento em regiões de clima árido. Porém, em altas latitudes é rara sua ocorrência (VAKHRAMEEV, 1970,1982; BRENNER, 1976; SRIVASTAVA, 1976; KRASSILOV, 1978). As *Cheirolepidiaceae* possuem preferências ecológicas por regiões costeiras, principalmente nas áreas elevadas (ALVIN et al.,1978; ALVIN,1982). Os sedimentos que registram uma grande quantidade do gênero *Classopollis* estão associados a uma deposição em terras altas, nas proximidades do litoral (VAKHRAMEEV, 1970, 1978, 1982, 1991; LIMA, 1976; 1978a, BATTEN, 1974).

Outro grupo que se destaca também na associação são os poliplicados, representantes Ephedrales (*Equisetosporites*), plantas características de clima árido. Segundo (Lima, 1978a), esses elementos geralmente são depositados em condições de clima quente e árido.

De acordo com Antonioli (1998), os grãos de polens afins com as famílias Ephedraceae /Gnetaceae, em função de suas características ecológicas, são associados à aridez na Província Gondwana Norte.

A grande diversidade de esporos de pteridófitas, que preferem climas quentes destacando-se a família (Schizeaceae) representada pelos *Cicatricosisporites* (LIMA, 1978a).

.Com base nesses resultados, provavelmente as condições climáticas reinante na Formação Crato, durante este período, corresponderia a um clima árido e semiárido. Segundo Chumakov et al. (1995), no decorrer do Aptiano, a região Nordeste estava inserida em uma grande faixa climática, caracterizada por condições áridas a semi-árida, denominada por ele de cinturão quente árido tropical-equatorial.

Esta inferência foi corroborada pelos dados de Rocha (2011), segundo o autor, a Formação Crato na Bacia do Jatobá se constitui principalmente por ritmitos argilo-carbonáticos e calcários laminados, compondo uma associação de fácies carbonáticas. A presença de carbonatos constitui-se em uma evidência das condições climáticas que assinalam esses depósitos. Este processo também é observado em outras formações, que correspondem ao mesmo intervalo de tempo (LIMA, 1978a; DINO, 1992, ANTONIOLI, 1998, PORTELA, 2008).

Os sedimentos da Formação Crato, Bacia do Jatobá podem ser correlacionados a Megassequencia Transicional Evaporítica, que se depositou durante o tempo Alagoas, associado aos estágios de formação do Atlântico Sul. Estes sedimentos estão caracterizados por uma sedimentação transicional entre ambientes continentais e marinhos. Litologicamente há o predomínio dos evaporitos em associação com os carbonatos, folhelhos, siltitos e arenitos.

Durante este processo, a província WASA estava constituída por uma grande diversidade de grupos polínicos, que se enquadram no domínio da flora xerófitica, o que é observado na palinoflora descrita para esta formação. Esses depósitos podem ser evidenciados em outras bacias sedimentares do Brasil, nas quais foram desenvolvidos vários trabalhos micropaleontológicos de cunho bioestratigráfico utilizando ostracodes e palinomorfos.

V.3. Afinidades botânicas da associação palinoflorística

Na maioria das vezes os grãos de pólen e esporos fósseis, preservados em sedimentos ao longo do tempo geológico, possuem limitações para a elaboração de modelos palinoflorísticos. Isto ocorre devido às incertezas quanto as suas afinidades botânicas. O ideal é associar esses elementos a sua planta mãe (SINGH, 1964; ABBINK et al., 2001), ou através do encontro fortuito de grãos de polens *in situ*, tais como os órgãos frutíferos de vegetais fossilizados (LIMA, 1978a).

As plantas, como todos os seres vivos, possuem ancestrais. Segundo Abbink et al. (2001, 2004a,b), com base no princípio do atualismo, pode-se assumir a presença de distintos habitats limitados pelos tipos de paleocomunidades, onde cada um dos quais é caracterizado pelos táxons estritamente semelhantes, quanto às preferências ecológicas atuais dos gêneros identificados. Este tipo de paleocomunidades pode servir para um modelo conceitual.

As relações de afinidade botânicas e os dados ecológicos dos tipos polínicos aqui descritos estão em asserção, com os de (DINO, 1992; ANTONIOLI, 1998; PORTELA, 2008), o que tornou possível promover inferência quanto aos aspectos paleoecológicos e paleoambientais (Tabela 06).

V.3.1. Briófitas e Pteridófitas

Os esporos relacionados às Briófitas (musgos e hepáticas) e as Pteridófitas (samambaias) correspondem a um dos grupos bem representado na seção analisada. Estes grupos estão compreendidos pelos esporos triletes e monoletes.

Esporos triletes lisos – Correspondem em geral, as pteridófitas ou briófitas. Entre as famílias produtoras destes grãos destacam-se as Cyatheaceae, Dicksoniaceae, Gleicheniaceae, Lycopodiaceae, Matoniaceae, Osmundaceae.

Esporos triletes ornamentados – Correspondem as pteridófitas, englobando as famílias Salviniceae, Marsileaceae, Selagineaceae, Schizeaceae, que se destaca pela grande diversidade de formas e relativa abundância (triletes cicatricosos, reticulados, rugulados, verrucosos), família muito importante no Cretáceo Inferior e Médio.

Monoletes - Correspondem aos esporos de Pteridófitas, representados por formas das famílias Schizeaceae e Polypodiaceae.

Família Cyatheaceae – Nesta família está incluída a maioria das samambaias arborescentes, com ampla dispersão nos trópicos do hemisfério sul. Seus representantes fósseis são conhecidos desde o Jurássico no Mesozoico. São plantas encontradas normalmente em locais sombrios, úmidos e em ambientes de florestas vivendo como plantas epífitas. Na associação está representada pelo gênero *Cyathidites*.

Família Dycksoniaceae - Representada por samambaias arborescentes com ampla distribuição e, são encontradas na maioria das florestas tropicais úmidas em todo o mundo. Alguns representantes podem ser encontrados em regiões temperadas. Caracterizam-se em importante fonte de xaxim.

Família Gleicheniaceae – Os representantes desta família são mais diversificados na região paleotropical, e possuem preferência por ambientes secos. Corresponde a uma das samambaias mais frequente no Brasil. Muitas das espécies são colonizadores de áreas abertas ou perturbadas e são comumente vista ao longo das margens da estrada nos trópicos.

Família Lycopodiaceae - Plantas de pequeno porte, terrestre, rupícolas ou epífitas, que se desenvolvem em ambientes úmidos e sombreados. São amplamente distribuídos nas regiões temperadas e árticas, assim como nas florestas tropicais da América. No Brasil distribui-se em todas as regiões, até mesmo no Nordeste, onde o gênero (*Lycopodium*) é encontrado nas serras.

Família Matoniaceae - Correspondem as samambaias, que embora tenham se difundido nos trópicos, representantes desta família, atualmente ocorrem apenas na Malásia, habitando áreas abertas em altitudes mais elevadas, em áreas de montanhas e rochas calcárias.

Família Marseliaceae – Os representantes desta família possuem estrato herbáceo, hábito aquático ou semiaquáticos, que se desenvolve em grupos densos em lama ao longo das margens de lagoas ou rios, ou ainda se desenvolvem submersos em água rasas. Eles se desenvolvem em habitats sazonalmente úmidos, mas também sobrevivem ao inverno ou estações secas.

Família Osmundaceae – Família de ampla distribuição, com representantes no Pacífico Sul, África do sul, Austrália, Nova Zelândia. Seus representantes fósseis foram reconhecidos desde o Permiano superior no Paleozóico, com numerosos representantes. Possuem hábito terrestre e subaquático, com desenvolvimento em áreas pantanosas, margem de rios, áreas úmidas bem drenadas e outros tipos de terrenos inundados. A maior parte tem distribuição em regiões temperadas, tropicais e subtropicais.

Família Schizeaceae – Esta família compreende quatro gêneros, dos quais três são encontrados nos trópicos de todo o mundo, e o quarto ocorre somente na África. No Brasil, ocorrem *Schizea*, *Lygodium* e *Anemia*. São constituídas por estrato herbáceo, e habitam regiões tropicais e subtropicais. Seus representantes fósseis são conhecidos desde o Carbonífero Superior no Paleozóico. Na associação está representado pelos gêneros *Appendicisporites* e pelos *Cicatricosisporites*.

Família Selaginellaceae – São plantas herbáceas, com representantes fósseis que ocorre desde o Devoniano superior. Atualmente possui um único gênero *Selaginella*, que se distribui em todas as áreas tropicais, com preferência por zonas sombreadas, suavemente úmidas, taludes e paredes de terra. No Brasil, pode ser encontrada em todas as regiões, até no Nordeste, onde vivem as espécies xerófitas (*Selaginella convoluta*) na caatinga e as higrófilas nas serras.

V.3.2. Gimnospermas

O grupo das gimnospermas teve o seu ápice de desenvolvimento durante o Mesozoico (Triássico e Jurássico), e constituem um dos grupos mais bem representativo e dominante em todas as amostras analisadas.

Na associação está representada pelos grãos de pólen monossacados, que representam as famílias Podocarpaceae e Araucariaceae; os bissacados as famílias Caytoniaceae e Pinaceae; os inaperturados que correspondem às famílias Cupressaceae, Taxodiaceae e Araucariaceae; os poliplicados correspondem às famílias Gnetaceae, Ephedraceae e Welwitschiaceae; os monocolpados que correspondem ao grupo das Cicadales, Bennettitales e Ginkgoales; o grupo dos rimulados é bastante expressivo na associação, correspondem as Cheirolepidiaceae, representada pelas extintas coníferas.

Família Araucariaceae – Grupo muito bem representado na associação. Constitui-se em plantas arbóreas de grande porte, com preferências por regiões mais frias, mesmo nas áreas tropicais. É exclusivo do hemisfério sul. Na América do Sul, são encontradas na Argentina, Brasil e Chile. Além de um representante na Austrália.

Família Caytoniaceae – única família de um grupo inteiramente fóssil, que se extinguiu durante o mesozoico.

Família Cheirolepidiaceae – Grupo de coníferas composto por representantes exclusivamente fósseis, conhecidos apenas no Mesozoico. Desenvolviam-se em regiões montanhosas próximas a linha da costa e terras altas, em regiões de clima tropicais a subtropicais, muitas vezes áridos. Grupo muito expressivo na associação.

Família Cycadaceae - Corresponde a um grupo fóssil e recente de gimnospermas. Os primeiros registros de seus representantes datam do Paleozóico superior (Devoniano). Seu ápice de irradiação se deu durante o Mesozoico (Triássico e Jurássico). São plantas arborescentes, com folhas semelhantes às das palmeiras. As cicadáceas desenvolvem-se em diferentes habitats, tanto em florestas tropicais como subtropicais. Algumas espécies habitam no interior das florestas tropicais, como também nas florestas secas. Podem ainda ser encontradas em regiões áridas. As Bennettitales correspondem a um grupo de plantas exclusivamente fóssil, que se extinguiu no Mesozoico. Este grupo apresentava muitas afinidades morfológicas com as cicadáceas. As Ginkgoales correspondem a um grupo de plantas fósseis, representado por uma única espécie viva (*Ginkgo biloba*), originária da Ásia Oriental (China), atualmente cultivada em todo o mundo. As evidências fósseis indicam que

este grupo era composto por diversos gêneros, demonstrando uma grande afinidade entre as espécies extintas com a atual *Ginkgo biloba*. Motivo pelo qual é descrita como fóssil vivo.

Família Cupressaceae - Representada por plantas lenhosas de porte arbóreo ou mais raramente arbustivas. São cosmopolitas. A maior parte da diversidade dos gêneros e espécies ocorre nas áreas temperadas e frias do hemisfério norte. Apenas dois gêneros ocorrem espontaneamente nos Andes chilenos, um na África e alguns na Austrália, no hemisfério sul. Esta família não tem nenhum gênero nativo no Brasil.

Família Ephedraceae/Gnetaceae/Welwitschiaceae – Representa o grupo das gnetófitas, que está representado por plantas lenhosas, arbustivas ou semitrepadeiras. Possuem gêneros distribuídos em diversas regiões de clima árido, desértico e nos trópicos úmidos. São encontrados em montanhas, solos arenosos (*Welwitschia mirabilis*), no deserto da África.

Família Podocarpaceae – Esta família está constituída por um único gênero, com distribuição predominantemente no hemisfério sul, Brasil e África.

Família Pinaceae - Plantas arbóreas ou arbustivas lenhosas. Apresentam flores masculinas em densos estróbilos alongados; cada microsporofilo transportando dois sacos polínicos. Representa a maior família de gimnospermas vivas, com centro de dispersão no hemisfério norte.

Família Taxodiaceae - Família composta essencialmente por plantas lenhosas arbóreas, com um único gênero nativo no hemisfério sul (Tasmânia). A maioria dos gêneros está concentrada na Ásia Oriental e América do Norte.

V.3.3. Angiospermas

As angiospermas correspondem a um grupo com valores percentuais pequenos na associação. Estão representadas pelos grãos de pólen monocolpados e monosulcados, em afinidade com a família botânica Euphorbiaceae (*Stellatopollis*). Em relação ao gênero *Afropollis*, não foi possível estabelecer afinidade botânica com as famílias descritas atualmente.

Família Euphorbiaceae – São plantas constituídas por ervas, arbustos, árvores e trepadeiras. Estão distribuídas em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, principalmente na América e na África. Alguns gêneros são cultivados em regiões de clima quente (*Codiaeum*), e outros como (*Euphorbia*), possuem diversas espécies xerófilas, habitando nas regiões áridas da África, assim como na caatinga. Na associação corresponde ao gênero *Stellatopollis*.

DIVISÃO	ORDEM	FAMÍLIA	GÊNERO PALINOMORFOS	AMBIENTE
PTERIDOPHYTA	FILICALES	Cyatheaceae	<i>Cyathidites</i> <i>Deltoidospora</i>	Tropical e Subtropical
		Schizeaceae	<i>Apendicisporites</i> <i>Cicatricosisporites</i> <i>Chomotriletes</i> <i>Klukisporites</i>	Tropical e Subtropical
	OSMUNDALES	Osmundaceae	<i>Biretisporites</i> <i>Verrucosisporites</i>	Tropical e Temperado
	SELAGINELLALES	Selaginellaceae	<i>Equinatisporis</i> <i>Leptolepidites</i>	Tropical
	LICOPODIALES	Lycopodiaceae	<i>Leptolepidites</i>	Tropical e Subtropical
	MARSELIALES	Marseliaceae	<i>Foveosporites</i> <i>Crybelosporites</i> <i>Concavisporites</i>	Tropical e Subtropical
GYMNOSPERMAE	CICADALES	Cycadaceae	<i>Bennettitaepollenites</i> <i>Cycadopites</i>	Tropical e Subtropical
	CONIFERALES	Taxodiaceae, Taxaceae Gunneraceae	<i>Exesipollenites</i> <i>Inaperturopollenites</i> <i>Spheripollenites</i> <i>Uesuguipollenites</i>	Tropical e Subtropical
		Araucariaceae	<i>Araucariacites</i> <i>Callialasporites</i>	Temperado
		Podocarpaceae	<i>Callialasporites</i> <i>Inaperturopollenites</i>	Temperado
		Cheirolepidaceae	<i>Classopollis</i>	Tropical e Subtropical
	GNETALES	Ephedraceae Gnetaceae Welwitschiaceae	<i>Equisetosporites</i> <i>Eucomidites</i> <i>Gnetaceapollenites</i> <i>Regalipollenites</i> <i>Steevesipollenites</i>	Tropical
ANGIOSPERMAE	MALPIGHIALES	Euphorbiaceae	<i>Stellatopollis</i>	Tropical e Temperado
	?	?	<i>Afropollis</i>	Tropical e Subtropical (?)

Tabela 06. Relação de afinidade botânica dos palinomorfos. Adaptado de Dino (1992), Antonioli (1998) & Portela (2008).

CAPÍTULO VI CONCLUSÕES

A associação palinoflorística descrita para a Formação Crato, Bacia do Jatobá está predominantemente constituída por Gimnospermas, destacando-se o grupo dos Rimulados (*Classopollis*), em associação com os poliplicados, por representantes das angiospermas primitivas (*Afropollis* e *Stellatopollis*), por esporos de pteridófitas, destacando-se os triletes ornamentados (*Cicatricosisporites*) e alga *Botryococcus*;

A partir das análises palinológicas foi possível o estabelecimento de quatro palinozonas informais, caracterizadas como A B C e D, da mais antiga para a mais nova. As palinozonas A e B podem ser atribuídas à idade aptiana, e as palinozonas C e D a idade eoalbiana; (=Neo-Alagoas) quando correlacionadas com o zoneamento de Regali *et al.*(1974a,b);

A associação palinoflorística da Formação Crato, demonstra correlação com as associações descritas para os intervalos Aptiano-Albiano das bacias do Araripe (Grupo Santana), Ceará (Formação Paracuru), Parnaíba (Formação Codó) e Potiguar (Formação Alagamar);

O limite do Aptiano-Albiano, na Bacia do Jatobá foi estabelecido a partir do nível de extinção da espécie *Sergipea variverrucata*, que marca o limite superior da palinozona B;

A associação esporo-polínica descrita para o testemunho analisado, é característica de clima quente, demonstrando uma variação de condições ambientais de semiárido a árido, ao longo do testemunho;

A associação palinoflorística da Formação Crato está inserida nas províncias “Norte-Gondwanense” Brenner (1976), e na província Oeste-Africano-Sul-Americano “WASA” definidos por e Herngreen & Chlonova (1981) atualmente denominada Província a “Pre-Albian Early Cretaceous *Dicheiropollis etruscus/Afropollis*” de Herngreen et al.(1996);

A frequência relativa e o pico de abundância da espécie *Botryococcus braunii*, em associação com os palinomorfos e fragmentos de matéria orgânica, sugere que o ambiente deposicional da Formação Crato é predominantemente continental lacustre;

A ocorrência do gênero *Maranhites* sp., palinomorfo com idade atribuída ao Devoniano (Frasniano), sugere que os sedimentos da (Formação Inajá) sofreram erosão durante o Aptiano na Bacia do Jatobá, e que estes foram agregados aos sedimentos aptianos da Formação Crato;

CAPÍTULO VII SISTEMÁTICA

As principais dificuldades em relação à sistemática na palinologia estão correlacionadas ao grau de complexidade e variabilidade dos elementos estudados. Diante disso, são vários os sistemas de classificação propostos que evoluem de maneira paralela ou divergente entre si, com objetivos de facilitar o conhecimento da diversidade palinoflorística pretérita, e servir de base para estudos bioestratigráficos e de reconstituição paleoambiental.

De acordo com Dino (1992), o sistema de nomenclatura palinológica é baseado nos princípios, regras e recomendações do Código Internacional de Nomenclatura Botânica (C.I.N.B), abrangendo praticamente todos os grupos do reino vegetal, atuais ou fósseis. Todavia, na prática, há elementos fósseis cujas características morfológicas não se enquadram dentro das rígidas normas do sistema de classificação tradicional, sendo necessário o uso de um sistema artificial, que se baseia puramente nas características morfológicas dos espécimes analisados. Tal classificação busca resolver alguns problemas que podem surgir no material paleontológico, como a dificuldade em correlacionar os morfotipos com os grãos de pólen e esporos das plantas atuais e constituir uma afinidade botânica.

Diante dos principais sistemas de classificação adotado nos estudos da palinologia, destaca-se o Sistema Artificial proposto por Potonié (1951, 1958, 1960, 1966, 1970,1975), no qual os palinomorfos são agrupados em morfogêneros, tendo como parâmetro as suas características morfológicas.

As espécies de palinomorfos estudadas neste trabalho foram identificadas a partir da comparação com a literatura especializada: Brenner, 1963; Singh, 1964; Lima, 1971; Singh, 1971; Dejax, 1987; Burden & Hills, 1989; Dino, 1992; Sarkis, 1994; Antonioli, 1998; Antonioli, 2001; Portela, 2012.

Foram listados 75 das 120 espécies de palinomorfos identificados neste estudo, representados por 22 grãos de esporos de briófitas e pteridófitas, 35 grãos de pólen, um membro de alga, dois palinomorfos de afinidade botânica incerta, um esporo de fungo, um

escolecodonte, três palinormorfos não identificados e sete formas atribuídas ao retrabalhamento do Devoniano, não descrito neste estudo.

O processo de medição dos grãos de pólen bissacados, seguiu a terminologia proposta por Romero (1977). Xt – comprimento total; Yt – Altura total; Xc – comprimento total; Zc – Largura do corpo; Yc – Altura do corpo; Xs – Comprimento do saco; Zs – Largura do Saco; Ys – Altura lateral do saco; Is – Altura do saco; as – Diâmetro do saco; P – Espessura da parede; Is – distância entre as raízes distais do saco.

O material listado está apresentado em ordem hierárquica taxonômica, com o nome da espécie, identificação na estampa em anexo, referência da descrição taxonômica, dimensão e afinidade botânica.

SPORITES H. Potonié, 1893.

Anteturma PROXIGERMINANTES R. Potonié, 1975.

Turma TRILETES AZONALES (REINSCH, 1881) Potonié & Kremp, 1954.

Subturma AZONOTRILETES (LUBER, 1935) Dettmann, 1963.

Infraturma LAEVIGATI, QUASILAEVIGATI (BENNIE & KIDSTON, 1886).

Potonié, 1956.

Gênero *Cyathidites* Couper, 1953.

Espécie-tipo: *Cyathidites australis* Couper, 1953.

***Cyathidites australis* Couper, 1953.**

Estampa I, fig. 01

Vide Couper (1953, p.27) para sinonímia e descrição.

Descrição: Esporo trilete liso, âmbito subtriangular, lados côncavos, ápices arredondados, laesuras retas, não atingindo o equador do grão.

Dimensões: 53,47 – 75,64 µm. (14 exemplares).

Afinidade botânica: Família Cyatheaceae/Dicksoniaceae.

Gênero *Concavisporites* Pflug, 1953.

Espécie-tipo: *Concavisporites punctatus* Delcourt & Sprumont, 1955.

Estampa I, fig. 02

Vide Delcourt & Sprumont (1955, p.25, fig.8, pl.2, fig.2) para descrição geral.

Descrição: Esporo trilete, âmbito triangular, laesuras longas e retas. Lados ligeiramente côncavos, exina com cerca de 1-3µm finamente granulada.

Dimensões: 68,69 µm. (1 exemplar)

Afinidade botânica: Filicales

Gênero *Deltoidospora* (MINER, 1935) emend. Potonié, 1956.
Espécie-tipo: *Deltoidospora hallii* Miner, 1935.

***Deltoidospora hallii* Miner, 1935.**

Estampa I, fig.03

Vide Potonié (1956, p.13) para descrição geral.

Dimensões: 34,26 - 42 µm. (15 exemplares).

Afinidade botânica: Família Cyatheaceae.

***Deltoidospora juncta* (KARA-MURZA, 1956) Singh, 1964.**

Estampa I, fig. 04

Vide Singh (1964 p.81) para sinonímia e descrição.

Dimensões: 37,97µm. (5 exemplares)

Afinidade botânica: Família Cyatheaceae.

**Gênero *Biretisporites* (DELCOURT & SPRUMONT, 1955) emend. Delcourt,
Dettmann & Hugues, 1963.**

Espécie-tipo: *Biretisporites potoniaei* DELCOURT & SPRUMONT, 1955.

***Biretisporites potoniaei* Delcourt & Sprumont, 1955.**

Estampa I, fig. 05

Vide Delcourt *et al.* (1963, p.284) para sinonímia e descrição.

Comentários: De acordo com Dino (1992) esta espécie caracteriza-se por apresentar âmbito triangular a subtriangular arredondada, com exina lisa e densa, laesuras com lábios espessados e elevados.

Dimensões: 31,49 – 32,64 µm. (2 exemplares).

Afinidade botânica: Família Osmundaceae.

Infraturma APICULATI Bennie & Kidston, 1886 emend. Potonié, 1956.

Subinfraturma Verucati Dybowa & Jachowiks, 1957.

Gênero *Leptolepidites* Couper, 1953.

Espécie-tipo: *Leptolepidites verrucatus* Couper, 1953.

***Leptolepidites major* Couper, 1958.**

Estampa I, fig. 06

Vide Couper (1958, p. 114) para descrição geral.

Descrição: Esporo trilete, com âmbito triangular, subtriangular a subcircular, laesuras não visíveis. Exina ornamentada por verrugas.

Dimensões: 34,12 – 47,65 µm. (8 exemplares).

Afinidade botânica: Família Selaginellaceae.

***Leptolepidites tumulosus* (DÖRING) Srivastava, 1975.**

Estampa I fig. 07

Vide Döring (1964, p.1099-1129) para descrição genérica.

Dimensões: 42,75 – 49,51 µm. (10 exemplares).

Afinidade botânica: Família Selaginellaceae.

***Leptolepidites psarosus* Norris, 1968.**

Estampa I figs. 08 e 09

Vide Norris (1968, p.316) para descrição e comentários.

Dimensões: 32,99 – 36,21 µm. (28 exemplares).

Afinidade botânica: Família Selaginellaceae.

Gênero *Verrucosisporites* Ibraim 1933 emend Potonié & Kremp, 1955.

Espécie-tipo: *Verrucosisporites verrucosus*, Potonié & Kremp, 1955.

***Verrucosisporites dinoi* Antonioli, 2001.**

Estampa II figs. 01 e 02.

Vide Antonioli (2001 p.155) para descrição e comentários.

Comentários: Esta espécie foi registrada pela primeira vez em sedimentos cretáceos da Bacia Potiguar (Dino, 1992). Posteriormente Antonioli (2001) analisando sedimentos cretáceos de Bacia do Parnaíba identificou e descreveu esta espécie. O nome desta espécie foi dado em homenagem ao palinólogo Rodolfo Dino da UERJ – Rio de Janeiro.

Dimensões: 38,66 µm. (01 exemplar)

Afinidade botânica: Família Osmundaceae

Subinfraturma NODATI Dybowa & Jachowicz, 1957.

Gênero *Echinatisporis* Krutzsch, 1959.

Espécie-tipo: *Echinatisporis longechinus*, Krutzsch, 1959.

***Echinatisporis* sp. aff. *E.varispinosus* (POCOCK) Srivastava, 1975.**

Estampa II fig. 03.

Vide Pocock (1962, p.36) para descrição original e Srivastava (1975, p.78) para sinonímia e

Dimensões: 27,52 µm. (01 exemplar).

Afinidade botânica: Família Selaginellaceae.

Gênero *Pilosisorites* Delcourt & Sprumont, 1955.

Espécie-tipo: *Pilosisorites trichopilosus* (THIEGART) Delcourt & Sprumont, 1955.

Estampa II fig. 04

Vide Srivastava (1975, p.54-55) para descrição e comentários.

Dimensões: 83,53 µm. (01 exemplar).

Afinidade botânica: Família Schizaeaceae.

MURORNATI Potonié & Kremp, 1954.

Gênero *Cicatricosisporites* Potonié & Gelletich, 1933.

Espécie tipo: *Cicatricosisporites dorogensis* Potonié & Gelletich, 1933.

***Cicatricosisporites brevilaesuratus* Couper, 1958.**

Estampa III, figs. 01 e 02.

Vide Couper (1958, p.136) para descrição.

Descrição: Esporo trilete, com âmbito subtriangular a subcircular, laesura simples pouco visível, ambas as faces ornamentadas por costelas densas.

Dimensões: 53,59 – 65,54 μm . (35 exemplares).

Comentários: Entre os gêneros de *Cicatricosisporites*, esta espécie é a mais comum no material analisado.

Afinidade botânica: Família Schizaeaceae.

***Cicatricosisporites microstriatus* Jardiné & Magloire, 1965.**

Estampa II, figs. 05 e 06.

Vide Jardiné & Magloire (1965, p.202) para descrição.

Descrição: Esporo trilete, âmbito subtriangular, com ápices arredondados, laesura simples e curtas, exina fina, ornamentação constituída por costelas muito finas, paralelas, sem ramificações.

Comentários: Espécie que se distingue das demais do mesmo gênero, pelo padrão de ornamentação da largura das costelas serem muito finas.

Dimensões: 71,65 – 77,8 μm . (15 exemplares).

Afinidade botânica: Família Schizaeaceae.

Cicatricosisporites avnimelechi Horowitz, 1970.

Estampa II, fig. 07

Vide Horowitz (1970, p.164) para descrição.

Descrição: Esporo trilete, âmbito circular, laesura simples e reta, claramente visível. A ornamentação é composta por costelas finas.

Dimensões: 24,12 – 34,75 µm. (17 exemplares).

Afinidade botânica: Família Schizaeaceae

Cicatricosisporites nuni Horowitz, 1970.

Estampa II, fig. 08

Vide Horowitz (1970, p.164) para descrição.

Descrição: Esporo trilete, âmbito circular, laesura longa e fina, atingindo o equador do grão. Ornamentação constituída por costelas finas.

Dimensões: 32,03 – 51 µm. (20 exemplares).

Afinidade botânica: Família Schizaeaceae

Cicatricosisporites purbeckensis Norris, 1969.

Estampa II, fig. 09

Vide Norris (1969, p.588) para descrição.

Descrição: Esporo trilete, âmbito subtriangular arredondado, apresenta a área próxima ao polo proximal lisa. O restante do corpo possui ornamentação composta por costelas largamente espaçadas irregulares e sinuosas.

Dimensões: 42,97 – 53,45 µm. (05 exemplares).

Afinidade botânica: Família Schizaeaceae

Gênero *Klukisporites* Couper, 1958.

Espécie-tipo: *Klukisporites variegatus* Couper, 1958.

***Klukisporites foveolatus* Pocock, 1964.**

Estampa III figs. 03 e 04.

Vide Pocock (1964, p.194) para descrição.

Dimensões: 47,05 – 49,73 μm . (11 exemplares).

Afinidade botânica: Família Schizaeaceae.

***Klukisporites scaberis* (Cookson & Dettmann) Dettmann, 1963.**

Estampa III fig. 06.

Vide Dettman (1963, p.48) para sinonímia e descrição.

Dimensões: 36,37 – 38,01 μm . (07 exemplares).

Afinidade botânica: Família Schizaeaceae.

***Klukisporites pseudoreticulatus* Couper, 1958.**

Estampa III fig. 05.

Vide Couper (1958, p.48) para descrição.

Dimensões: 46,81 – 47,32 μm . (04 exemplares).

Afinidade botânica: Família Schizaeaceae.

Infraturma AURICULATI Schoff, 1938 *emend.* Detmann, 1963.

Gênero *Matonisorites* Couper, 1958.

Espécie-tipo: *Matonisorites phleboteroides* Couper, 1958.

***Matonisorites silvai* Lima, 1978 a.**

Estampa III fig. 07

Vide Lima (1978a, p.165,166) para diagnose e descrição.

Dimensões: 63,25 - 68,56 μm . (03 exemplares).

Afinidade botânica: Família Matoniaceae.

Infraturma PERINOTRILITI Erdtmann, 1947 emend. Dettmann, 1963.
Gênero *Densoisporites* (WEYLAND & KRIEGER, 1953) Dettmann, 1963.

***Densoisporites dettmannae* (SRIVASTAVA) Dejax, 1987.**

Estampa III fig. 08.

Vide Dejax (1987, p.53) para descrição, discussão e observações.

Dimensões: 81 µm. (01 exemplar).

Afinidade botânica: Família Selaginellaceae

Gênero *Crybelosporites* Dettmann, 1963.

Espécie-tipo: *Crybelosporites striatus* (COOKSON & DETTMANN) Dettmann, 1963.

***Crybelosporites pannuceus* (BRENNER) Srivastava, 1975.**

Estampa III fig. 09.

Vide Brenner (1963, p.66) para descrição.

Dimensões: 56,49 – 68,4 µm. (13 exemplares).

Afinidade botânica: Família Lycopodiaceae.

POLLENITES

Anteturma VARIEGERMINANTES R. Potonié, 1975.

Turma SACCITES Erdtman, 1947.

Subturma MONOSACCITES CHITALEY, 1951 emed. Potonié & Kremp, 1954.

Infraturma SACCIZONATI Bharadwaj, 1957.

Gênero *Callialasporites* Dev, 1961.

Espécie-tipo: *Callialasporites trilobatus* (BALME) Dev, 1961.

***Callialasporites trilobatus* (BALME) Dev, 1961.**

Estampa IV, fig. 01.

Vide Balme (1957, p.33) para descrição.

Descrição: Grão de pólen monossacado de âmbito triangular arredondado. Exina fina, aparentemente granulada. Corpo central nítido, onde estão inseridas três lâminas com

aparência de sacos. Na área onde ocorre a inserção dessas lâminas, a exina apresenta-se mais espessa e com uma coloração mais escura.

Dimensões: 47,78 - 63 μm (13 exemplares).

Afinidade botânica: Família Araucariaceae

***Callialasporites dampieri* (Balme) Dev, 1961.**

Estampa IV, figs. 02 e 03.

Vide Balme (1957, p.33) para descrição, diagnose e sinonímia.

Descrição: Grão de pólen monossacado, âmbito circular, saco visível na região equatorial do grão, caracteristicamente marcado por dobras que se distribuem radialmente.

Dimensões: 49,6 – 53,37 μm . (31 exemplares).

Afinidade botânica: Família Araucariaceae.

***Callialasporites segmentatus* Balme, 1957.**

Estampa IV, fig. 04.

Vide Balme (1957, p.33) para descrição.

Descrição: Grão de pólen monossacado, âmbito circular. Exina fina e lisa. O corpo central é envolvido por saco de forma anelar extremamente pregueado apresentando uma coloração mais escura.

Dimensões: 46,48 – 58,25 μm . (17 exemplares).

Afinidade botânica: Família Araucariaceae

***Callialasporites turbatus* (BALME) Schulz, 1967.**

Estampa IV, fig. 05.

Vide Schulz (1967, p.537) para diagnose e discussão.

Dimensões: 52,15 – 54,08 μm . (04 exemplares).

Afinidade botânica: Família Araucariaceae.

Subturma DISSACCITES Cookson, 1947.

Infraturma DISACIATRILETI Leschick, 1955 *emend.* Potonié, 1958.

Gênero *Vitreisporites* (LESCHICK, 1956) Jansonius, 1962.

Espécie-tipo: *Vitreisporites signatus* Leschick, 1956.

***Vitreisporites pustulosus*, Regali, 1987c.**

Estampa IV, figs. 06, 07 e 08.

Vide Regali (1987c, p.649) para descrição e comentários.

Comentários: Esta espécie surgiu no Neobarremiano. Entretanto, é no Neoaptiano que os dissacados lisos, com todas as espécies talvez restritas ao Brasil, atingem o seu ápice, com diminuição e extinção na base do Albiano (Regali, 1987c).

Dimensões: $X_t = 30,27 - 34,63\mu\text{m}$. $Y_t = 18,03 - 25,22\mu\text{m}$. $X_c = 14,27 - 20,47\mu\text{m}$. $Z_c = 14,12 - 17,75\mu\text{m}$. $Y_c = 14,9 - 18,16\mu\text{m}$. $Z_s = 8,52 - 10,63\mu\text{m}$. $Y_s = 16,5 - 19,27\mu\text{m}$. $P = 1,46 - 2,18\mu\text{m}$. (05 exemplares).

Afinidade botânica: Caytoniaceae.

***Vitreisporites pallidus* (REISSINGER) Nilsson, 1958.**

Estampa IV, figs. 10 e 11.

Vide Nilsson (1958, p.78) para descrição.

Descrição: Grão de pólen bissacado de dimensões reduzidas, diploxilonoide, corpo central suavemente granuloso, exina fina e transparente. Sacos aparentemente lisos sem ornamentações.

Dimensões: $24,92 - 30,84\mu\text{m}$. (05 exemplares).

Afinidade botânica: Caytoniaceae.

***Parvisaccites minimus* Regali, 1987.**

Estampa IV, fig. 09

Vide Regali (1987c, p.653) para descrição.

Dimensões: X_t = 34,73 µm. Y_t = 30,12 µm. X_c = 24,07µm. Z_c = 28,95µm. Y_c = 24,9 µm.
X_s = 20,79 µm. Z_s = 5,12 µm. (04 exemplares).

Afinidade botânica: Desconhecida.

.Turma ALETES, KRIPTAINAPERTURATES Ibraim, 1933.

Subturma AZONALETES (LUBER, 1935) Potonié & Kremp, 1954.

Infraturma PSILONAPITI Erdtman, 1947.

Gênero *Inaperturopollenites* (PFLUG, 1953 ex THOMSON & PFLUG, 1953, POTONIÉ, 1958) Potonié, 1966.

Espécie-tipo: *Inaperturopollenites dubius* (POTONIÉ & VENITZ) Thomson & Pflug, 1953.

***Inaperturopollenites turbatus* Balme, 1957 (*Sensu* Regali *et al.*,1974).**

Estampa V, figs. 01 e 02.

Vide Balme (1957, p.35) para descrição e Regali *et al.* (1974, estampa V, fig.1) para ilustração, e Dino (1992, p.180) para comentários gerais.

Dimensões: 53,14 – 64,73 µm. (08 exemplares).

Afinidade botânica: Taxodiaceae/Taxaceae/Cupressaceae.

***Inaperturopollenites simplex* Regali *al et.*, 1974.**

Estampa V, fig. 03.

Vide Regali *et al.* (1974, p.270) para descrição.

Dimensões: 66,63 – 70,17 µm. (11 exemplares).

Afinidade botânica: Família Taxodiaceae/Taxaceae/Cupressaceae.

Infraturma GRANULONAPITI Cookson, 1947.

Gênero *Araucariacites* Cookson, 1947 ex Couper, 1953.

Espécie-tipo: *Araucariacites australis* Cookson, 1947.

***Araucariacites australis* Cookson, 1947.**

Estampa V, fig. 04.

Vide Cookson (1947, p.130) para descrição.

Descrição: Grão de pólen inaperturado, âmbito circular com dimensões elevadas. Exina fina, suavemente escabrada, frequentemente dobrada.

Comentários: Caracteriza-se em uma das espécies mais comum no material estudado. Segundo Lima (1987a) esta espécie é bastante frequente em associações jurássicas e cretáceas do mundo.

Dimensões: 57,46 – 81,28 µm. (65 exemplares).

Afinidade botânica: Araucariaceae.

***Araucariacites limbatus* (BALME) Habib, 1969.**

Estampa V, fig. 05.

Vide Lima (1978a, p.190) para descrição.

Dimensões: 69,13 µm. (01 exemplar).

Afinidade botânica: Araucariaceae.

***Araucariacites guianensis* Van Der Hammen & Burger, 1966.**

Estampa V, fig. 06.

Vide Van Der Hammen & Burger (1966, p.178) para descrição, e comentários gerais.

Dimensões: 61,48 – 79,99 µm. (07 exemplares)

Afinidade botânica: Araucariaceae.

Gênero *Uesuguipollenites* DINO, 1994.

Espécie-tipo: *Uesuguipollenites callosus* DINO, 1994.

***Uesuguipollenites callosus* DINO, 1994.**

Estampa V, fig. 07.

Vide Dino (1994, p.258 -259) para descrição, diagnose e comparações.

Dimensões: 36,7 – 40,88 μm . C.c = 13,68 μm . (07 exemplares).

Afinidade botânica: Família Taxodiaceae/Taxaceae/Cupressaceae.

Gênero *Sergipea* (REGALI, UESUGUI & SANTOS, 1974b) Regali, 1987.

Espécie-tipo: *Sergipea naviformis*. REGALI, UESUGUI & SANTOS, 1974b.

***Sergipea naviformis* (REGALI, UESUGUI & SANTOS, 1974b) Regali, 1987b.**

Estampa V, Fig. 08.

Vide REGALI (1974b p.273) para descrições e comparações.

Dimensões: C. 86, 78 - 88,5 μm . L. 73,65 – 73,76 μm . (03 exemplares).

Afinidade botânica: Gimnosperma.

***Sergipea verrucata* Regali, Uesugui & Santos, 1974.**

Estampa VI, Figs. 01 - 05.

Vide REGALI (1987b, p.616) para descrições e comparações.

Comentários: A espécie descrita neste estudo corrobora com os dados de Regali (1987b). De acordo com a autora, as espécies surgidas durante o Neoaptiano, apresentam tamanhos elevados, com verrugas maiores, distribuídas em números reduzidos. Segundo a autora, este fato não altera a diagnose da espécie.

Dimensões: 36,63 – 42,89 μm (09 exemplares).

Afinidade botânica: Gimnosperma.

***Sergipea tenuiverrucata* REGALI, UESUGUI & SANTOS, 1974.**

Estampa VI, Fig. 06.

Vide REGALI (1987b, p.619) para descrições e comparações.

Dimensões: 40 μm . (04 exemplares).

Afinidade botânica: Gimnosperma.

***Sergipea crassiverrucata* REGALI, 1987b.**

Estampa VII, Figs. 01 - 03.

Vide REGALI (1987b, p.618) para descrições e comparações.

Dimensões: 54,66 – 71,61 μm . (11 exemplares)

Afinidade botânica: Gimnosperma.

Infraturma CIRCUMPOLLINI KLAUS, 1960.

Gênero *Classopollis* PFLUG, 1960.

Espécie-tipo: *Classopollis classoides*, PFLUG, 1960.

***Classopollis classoides* PFLUG, 1953.**

Estampa VII, fig. 04.

Vide PFLUG (1953, p. 91) para descrição.

Dimensões: 27,14 - 42 μm . (+ 6.000 exemplares).

Afinidade botânica: Cheirolepidiaceae.

***Classopollis alexi*, BURGER, 1965.**

Estampa VII, fig. 05.

Vide LIMA (1978a, p.202) para descrição.

Dimensões: 34,31 – 39,56 μm . (35 exemplares).

Afinidade botânica: Cheirolepidiaceae.

Gênero *Circulina* Malyawkina, 1949.

Espécie-tipo: *Circulina funifera* Malyawkina, 1949.

***Circulina meyeliana* Klaus, 1960.**

Estampa VII, fig. 06.

Vide KLAUS (1960, p.165) para descrição.

Dimensões: 28,75 - 35,17 μm . (11 exemplares).

Afinidade botânica: Cheirolepidiaceae

Turma PLICATES (NAUMOVA, 1937,1939) Potonié, 1960.

Subturma COSTATES Potonié, 1970.

Infraturma COSTATI, Potonié, 1970.

Gênero *Equisetosporites* (DAUGHERTY, 1941) emend. Singh, 1964.

Espécie-tipo: *Equisetosporites chinleana* Daugherty, 1941.

***Equisetosporites* sp. aff. *Equisetosporites maculosus* Dino, 1994.**

Estampa VIII, figs. 01, 04 e 05.

Vide DINO (1994, p. 259) para descrição e comentários.

Dimensões: C. = 38 – 67,22 μm . L.= 25,03 – 38,33 μm . (20 exemplares).

Afinidade botânica: Ephedraceae.

Comentários: Esta espécie apresenta semelhança com as descritas por Dino (1994). Neste estudo, as mesmas também foram encontradas na biozona *Sergipea variverrucata* de Regali et al. (1974a). Entretanto, os espécimes aqui ilustrados, apresentam dimensões um pouco maiores quando comparados com os descritos por Dino (1994).

***Equisetosporites concinnus*, Singh, 1964.**

Estampa VII, fig.07 e 08.

Vide SINGH (1964, p. 132) para descrição.

Dimensões: C. 84,92 – 87,08 µm. L. 37,58 – 38,08 µm. (04 exemplares).

Afinidade botânica: Ephedraceae/Gnetaceae/Welwitshiaceae.

***Equisetosporites subcirculares*, Lima, 1978 a.**

Estampa VIII, fig. 02.

Vide LIMA (1978a, p. 223) para descrição e comparações.

Dimensões: C.= 51,37 – L.= 35,19 µm. (10 exemplares).

Afinidade botânica: Ephedraceae/Gnetaceae/Welwitshiaceae.

Gênero *Gnetaceaepollenites* Thiergart, 1938.

Espécie-tipo: *Gnetaceaepollenites ellipticus* Thiergart, 1938.

***Gnetaceaepollenites jansonii* (POCOCK) Lima, 1978 a.**

Estampa VIII, fig. 03, 06 e 07.

Vide LIMA (1978a, p. 238) para descrição, discussão e comparações.

Dimensões: C.= 113,14 µm. L. = 63,05 µm (11exemplares).

Afinidade botânica: Ephedraceae/Gnetaceae/Welwitshiaceae.

Gênero *Steevesipollenites* Stover, 1964.

***Steevesipollenites cupuliformes* Azema & Boltenhagem, 1974.**

Estampa IX, fig. 03.

Vide AZEMA & BOLTENHAGEM (1974, p.29) para descrição e diagnose.

Dimensões: C.= 78,8 - 78,24 µm. L.= 27,94 - 28,23 µm. (08 exemplares).

Afinidade botânica: Ephedraceae/Gnetaceae/Welwitshiaceae.

Gênero *Regalipollenites* Lima, 1978 a.

**Espécie-tipo: *Regalipollenites amphoriformis* (REGALI, UESUGUI & SANTOS, 1974),
Lima, 1978 a.**

***Regalipollenites amphoriformis* (REGALI, UESUGUI & SANTOS, 1974), Lima, 1978 a.**
Estampa IX, fig. 04.

Vide LIMA (1978a, p.198) para diagnose e comentários.

Dimensões: C = 72,59 μm . L = 32,35 μm (01 exemplar).

Afinidade botânica: Ephedraceae/Gnetaceae/Welwitschiaceae

Subturma MONOCOLPATES (MONOSULCITES e ZONOCOLPATES) Potonié, 1970.

Infraturma QUAESILAVEVIGATI Potonié, 1970.

Subinfraturma ACAVATI, Lima, 1978 a.

Gênero *Bennettitaepollenites* Thiegart, 1949 emend. Potonié, 1958.

Espécie-tipo: *Bennettitaepollenites Lucifer* Thiegarth, 1949.

***Bennettitaepollenites regaliae* Dino, 1994.**

Estampa IX, figs. 01 e 02.

Vide Dino (1994, p.262) para descrição e comentários.

Dimensões: C. = 99,48 – 110,06 μm . L.= 30,23 – 37,02 μm . (10 exemplares).

Afinidade botânica: Cycadaceae.

Infraturma SCULPATI Potonié, 1970.

Gênero *Stellatopollis* Doyle, Van Campo & Lugargon, 1975.

Espécie-tipo: *Stellatopollis barghoornii* Doyle et al., 1975.

***Stellatopollis araripensis* (LIMA) Lima, 1978 a.**

Estampa X, fig. 02 e 03.

Vide Lima (1978a, p, 272, 273) para descrição, discussão e comparações.

Dimensões: C.= 44,1 – 47,63 μm . L.= 31,58 – 33,7 μm . (11 exemplares).

Afinidade botânica: Liliaceae/Euphorbiaceae.

***Stellatopollis densioratus* (LIMA) Lima 1978 a.**

Estampa X, fig. 01.

Vide Lima (1978a, p.273, 274) para descrição, discussão e comparações.

Dimensões: C.= 62,55 - 63,17 μm . – L.= 35,79 - 38,7 μm . (07 exemplares).

Afinidade botânica: Liliaceae/Euphorbiaceae.

***Stellatopollis dubius* (LIMA) Lima 1978 a.**

Estampa X, figs. 04 - 06.

Vide Lima (1978a, p. 274) para descrição, discussão e comparações.

Dimensões: C.= 61,85 – 64,38 μm . L.= 36,37 - 38,47 μm . (06 exemplares).

Afinidade botânica: Liliaceae/Euphorbiaceae.

Subinfraturma CAVATI LIMA, 1978.

Gênero *Cavamonocolpites* Lima, 1978 a.

Espécie-tipo: *Cavamonocolpites punctatus* Lima, 1978 a.

***Cavamonocolpites punctatus* Lima 1978 a.**

Estampa X, Fig. 10

Vide LIMA (1978a, p. 269, 270) para descrição, discussão e comparações.

Dimensões: C.= 35 μm . L.= 22 μm . (01 exemplar).

Afinidade botânica: Cycadaceae.

Infraururma RETICULATI Pons, 1988.

Gênero *Afropollis* Doyle, Jardiné & Doerenkamp, 1982.

Espécie-tipo: *Afropollis jardinus* (BRENNER, 1968) Doyle, Jardiné & Doerenkamp, 1982.

***Afropollis jardinus* (BRENNER, 1968) Doyle, Jardiné & Doerenkamp, 1982.**

Estampa X, figs. 07, 08 e 09.

Vide Doyle, Jardiné & Doerenkamp (1982, p.45, 46).

Dimensões: 30,78 – 33,16 µm. (250 exemplares).

Afinidade botânica: Guneraceae.

***Afropollis zonatus* (BRENNER, 1968) Doyle, Jardiné & Doerenkamp, 1982.**

Estampa XI, fig. 01.

Vide Doyle, Jardiné & Doerenkamp (1982, p.48, 49)

Dimensões: 29,49 – 31,49 µm. (310 exemplares).

Afinidade botânica: Guneraceae.

Gênero *Striatopollis* KRUTZSCH, 1959.

Espécie-tipo: *Striatopollis sarstedtensis* KRUTZSCH, 1959.

***Trisectoris reticulatus* Heimhofer & Hochuli, 2010.**

Estampa XI, Figs. 02, 03 e 04.

1974 *Striatricolpites reticulatus* (Regali, Uesugui & Santos, p. 279, pl. 8, fig. 2).

1980 *Gnetaceaepollenites perforatus* (Lima, p. 39, pl. 4, fig. 7).

1994 *Cornetipollis perforata* (Dino, p. 260, pl. 2, fig. 6–8).

1994 *Striatopollis reticulatus* (Dino, p. 264, pl. 5, fig. 4–5).

Vide Heimhofer & Hochuli (2010, p.112-113) para descrição, diagnose e comparações.

Dimensões: 49 – 52 µm. (05 exemplares).

Afinidade botânica: Solanaceae.

Turma POROSES (NAUMOVA, 1939) Potonié, 1960.
Subturma MONOPORINES (NAUMOVA, 1939), Potonié, 1960.

Gênero *Exesipollenites* Balme, 1957.
Espécie-tipo: *Exesipollenites tumulus* Balme, 1957.

***Exesipollenites tumulus* Balme, 1957.**
Estampa XI, figs. 05, 06 e 07.

Vide Dino, (1992, p. 231-234) para descrição e comentários gerais.

Dimensões: 28,18 – 33,32 µm. (13 exemplares).

Afinidade botânica: Angiosperma.

ALGAS

DIVISÃO: Chlorophycophyta.

CLASSE: Chlorophyceae.

ORDEM: Chlorococcales Marchand *emend.* Pascher, 1915.

FAMÍLIA: Botryococcaceae.

Gênero: *Botryococcus* Kutzing, 1849.
Espécie-tipo: *Botryococcus braunii* Kutzing, 1849.

***Botryococcus braunii* Kutzing, 1849.**
Estampa XII, fig. 01

Gênero *Schizosporis* Cookson & Dettmann, 1959.
Espécie-tipo: *Schizosporis reticulatus* Cookson & Dettmann, 1959.

***Schizosporis parvus* Cookson & Dettmann, 1959.**
Estampa XII, fig. 02.

Vide, COOKSON & DETTMANN (1959, p.216) para descrição.

Dimensões: C.= 107,51 µm. L.= 61 µm. (01 exemplar).

Afinidade botânica: Desconhecida.

GRÃOS DE PÓLEN “*INCERAE SEDIS*”

Gênero: *Reyrea polymorphus* Herngreen, 1973.

Espécie-tipo: *Reyrea polymorphus* Herngreen, 1973.

Reyrea polymorphus Herngreen, 1973.

Estampa XII, figs. 05 e 06.

Vide HERNGREEN (1973, p.546) para descrição.

Dimensões: C.= 40,26 µm. L.= 25,63 µm. (01 exemplar).

Afinidade botânica: Desconhecida.

Gênero: *Chomotriletes* Naumova, 1953 (HART, 1964)

Espécie-tipo: *Chomotriletes vedugensis* Naumova, 1953.

Chomotriletes almegrensis Pocock, 1962.

Estampa XII, fig. 03.

Vide POCOCK (1962, p.38) para descrição.

Dimensões: 34,67 – 34,92 µm. (05 exemplares).

Afinidade botânica: Desconhecida

Chomotriletes fragilis Pocock, 1962.

Estampa XII, fig. 04.

Vide POCOCK (1962, p.39) para descrição.

Dimensões: 30,68 – 33,4 µm. (04 exemplares).

Afinidade botânica: Desconhecida.

**CAPÍTULO
VIII
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ABBINK, O. A.; TARGARONA, J. ; BRINKHUIS,H. & VISSCHER,H.2001. Late Jurassic to earliest Cretaceous paleoclimatic evolution of the Southern North Sea. *Global and Planetary Change*, v. 30, p. 231-256.
- ABBINK, O. A.; VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT, C.J. & VAN DER ZWAN; VISSCHEER, H. 2004a. A sporomorph ecogroup model for the Northwest European Jurassic-Lower Cretaceous I: Concepts and framework. *Netherlands Journal of Geosciences*, v. 83, n.1, p. 389-404.
- ABBINK, O. A.; VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT, C.J. & VAN DER ZWAN; VISSCHEER, H. 2004b. A sporomorph ecogroup model for the Northwest European Jurassic-Lower Cretaceous II: Application to an exploration well from the Dutch North Sea. *Netherlands Journal of Geosciences*, v. 83, n.2, p. 81-92.
- ALVIN, K.L.; SPICER, R. A. & WATSON, J. 1978. A *Classopollis*-containing male cone associated with *Pseudofrenelopsis*. *Palaeontology*, v.21, p.847-856.
- ALVIN, K.L. 1982. Cheirolepidiaceae: biology, structure and paleoecology. Review of *Palaeobotany Palynology*, v. 37, p. 71 – 98.
- ANTONIOLI, L. 1998. Estudo Palinológico da Seção Aptiana-Eoalbiana da Bacia do Ceará – Nordeste do Brasil: Sistemática, Bioestratigrafia e Paleoambientes. Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Dissertação de Mestrado, 107p.
- ANTONIOLI, L. 2001. Estudo palinocronoestratigráfico da Formação Codó – Cretáceo Inferior do Nordeste Brasileiro. Rio de Janeiro – RJ. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 265p.
- ANTONIETTO, L.S. 2010. Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo Inferior, Aptiano superior), Bacia do Araripe, NE-Brasil: Taxonomia, Distribuição Estratigráfica e Paleoecologia. Brasília, Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Dissertação de Mestrado, 59p.
- ANTUNES, R. L. & MELO J.H.G. 2001. Micropaleontologia e Estratigrafia de Sequências. In: RIBEIRO, H.J.P.S. (Orgs.). *Estratigrafia de Sequências Fundamentos e Aplicações*. São Leopoldo, RS. Editora da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. p.137-217.

- ARAI, M. 2002. Ocorrência de palinomorfos paleozoicos retrabalhados em sedimentos cretáceos do Brasil: seu significado geológico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41. João Pessoa. Boletim de Resumos, p.377.
- ARAI M.; COIMBRA, J.C. 1990. Análise paleoecológica do registro das primeiras ingressões marinhas na Formação Santana (Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe), In: Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, I, *Atas*, pp. 225-239.
- ARAI M.; COIMBRA, J.C. & SILVA-TELLES, A.C.2000. Biostratigraphy of the Araripe Basin (Northeastern Brazil, South America) based on microfossils. In: international Geological Congress, 31. Abstract Volume: arquivo E_prgs_ArquivosPDF_G0202026.pdf.
- ARAI M.; COIMBRA, J.C. & SILVA-TELLES, A.C.2001. Síntese bioestratigráfica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil). In: Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste I, Crato, 1990. Comunicações do I e II Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, Crato, 109-118.
- ARAI M.; HASHIMOTO, A.T. & UESUGUI, N.1989. Significado cronoestratigráfico da associação microflorística do Cretáceo Inferior do Brasil. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, 3, (1-2): 87-103.
- AZEMA, C. & BOLTENHAGEN, E. 1974. Pollen du Crétacé Moyen du Gabon attribué aux Ephédrales. *Paleobiol. Continent. Montpellier*. v. 5, n.1, p.1-37.
- BALME, B.E. 1957. Spores and pollen grains from the Mesozoic of Western Australia. C.S.I.R.O.Aust. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Coal. Res. Sect.Reference, Melbourne,T.C. v. 25, p.1-48.
- BARRETO, A.M.F.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C. DILCHER, D.; MANDARIM-LACERDA,A.F. & VIANA,M.S.S. Fruto monacarpelar eocretáceo do Membro Crato, Formação Santana, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Universidade Guarulhos – Geociências*, v.5, p. 121-124.
- BARRETO, A.M.F.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C. DILCHER, D.; MANDARIM-LACERDA,A.F. & VIANA,M.S.S. 2001. Fruto Alado eocretáceo do Membro Crato, Formação Santana, Bacia do Araripe Nordeste do Brasil. In: XVII – Congresso Brasileiro de Paleontologia, Rio Branco – Acre. Boletim de Resumos. P.78.
- BARRETO, P.M.C. 1968. O Paleozóico da Bacia do Jatobá. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, v.17, n.1, p. 29-45.
- BATTEN, D.J. 1974. Wealden palaeocology from the distribution of plant fossils. *Proc. Geol. Assoc.* n. 85, p.433-458.

- BATTEN, D.J. 1991. Reworking of plant microfossils and sedimentary provenance. Geological Society, v.57, p.79-90.
- BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C.; BARRETO, A.M.F.; DILCHER, D.; BRANCO, F. R. & FERNANDES, M.C.C.; 2003a. Estudo Paleoflorístico do Membro Crato, Formação Santana, Eocretáceo da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. Paleontologia em destaque 44, 20p.
- BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C.; BARRETO, A. M. F.; DILCHER, D.; BRANCO, F. R. & FERNANDES, M.C.C.; 2003b. Estudo Paleoflorístico do Membro Crato, Formação Santana, Eocretáceo da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. In: Paleo 2003. Ribeirão Preto. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2003. 18, 20.
- BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C.; DILCHER, D.; BARRETO, A.M.F.; RICARDI-BRANCO, F.; MOHR, B. & FERNANDES, M.C.C. 2002. O Estado d'arte da Tafoflora do Membro Crato, formação Santana, Eocretáceo da bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. In: 6º simpósio sobre o Cretáceo do Brasil e 2º Simpósio sobre o el Cretácico de América del Sur, Anais... Rio Claro, UNESP, p.61-65.
- BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C.; DILCHER, D.; MANDARIM-LACERDA, A.F.; PONS, D. & RICARDI-BRANCO, F. 2000. GNETALEAN MACROFOSSILS OF THE Crato Member, Santana formation, late Aptian – early Albian, Chapada do Araripe, Brazil. In: 31 st International Geological Congress, 2000, Rio de Janeiro. Booth E 43. CD.
- BERNADES-DE-OLIVEIRA, M.E.C.; MOHR, B. SUQUERCIA, P.A. & FERNANDES, M.C.C. 2006 a. The Angiosperm Components of the Crato Formation lower Cretaceous, Northeastern Brazil. In: 7 Simpósio do Cretáceo do Brasil/1 simpósio do Terciário do Brasil, 2006, Serra Negra. Boletim de Resumos. Rio Claro: UNESP, p.21.
- BERNADES-DE-OLIVEIRA, M.E.C.; MOHR, B. SUQUERCIA, P.A.; FERNANDES, M.C.C. & BARRETO, A.M.F. 2006b. Avanços no estudo da Flora Eocretáceo do Membro Crato. In: 7 Simpósio do Cretáceo do Brasil /1 Simpósio do Terciário do Brasil, Serra Negra. Boletim de Resumos. Rio Claro: UNESP, p.23.
- BERNADES-DE-OLIVEIRA, M.E.C.; MOHR, PONS, D.; LOVERIDGE, R. RICARDI-BRANCO, F. & CASTRO-FERNANDES, M.C. 2006c. Schizaeacean ferns from the Early Cretaceous Crato Formation, Northeast Brazil. In: 7th European Palaeobotany-Palynology conference, Praga, 2006. Programa and abstracts, p.14.
- BÉRTHOU, P.Y.; DEPÈCHE, F.E.; COLIN, J.P.; FIGUEIRA, J.B.M. & TELES, M.S.L. 1994. New data on the ostracodes from the Crato lithologic unities (lower Member of the Santana Formation. Latest Aptian-Lower Albian) of the Araripe Basin (Northeastern Brazil). Acta Geologica Leopoldensia. v. 17, n.39, p.: 539-554.

- BÉRTHOU, P. Y.; VIANA, M. S.S. & CAMPOS, D.A. 1990. Coupe de La Formation Santana dans le secteur de La "Pedra Branca" (Santana do Cariri) (Bassin d'Araripe. Ne Du Brésil). Contribution a l'étude de La sedimentologie et dès paleoenvironnemente. *In: Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, I, Atas*, pp. 173-101.
- BEURLLEN, K. 1962. A geologia da chapada do Araripe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v. 34, n.3, p.365-370.
- BEURLLEN, K. 1971. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana, na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). *Anais Academia Brasileira de Ciências*. v. 43, p.411-415.
- BRAUN, O. P. 1966. Estratigrafia dos sedimentos da parte inferior da região Nordeste do Brasil (Bacias de Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe). *Div. Geol. Mineral. DNPM. Bol. n.236*, 75p.
- BRENNER, G. J. 1963. The spores and pollen Potomac Group of Maryland. *Bull. Mines and Watwe Resouches, Maryland, (Dep. Geol. Mines. And Natur. Resour.)*, Baltimore, n.27, p.215.
- BRENNER, G.J., 1976. Middle Cretaceous floral provinces and early migrations of angiosperms. *In: C. Beck (Editor), Origin and Early Evolution of Angiosperms. Columbia University. Press, New York*, p. 23-47.
- BRITO I. M. 1965a. Novos microfósseis devonianos de Pernambuco. *Publicação Avulsa, Escola de Geologia da Universidade da Bahia*, v.2, 4p.
- BRITO, I.M. 1965b. Nota prévia sobre os microfósseis devonianos de Pernambuco. *Publicação Avulsa, Escola de Geologia da Universidade da Bahia*, v.3, 8p.
- BRITO, I.M. 1971. Contribuição ao Conhecimento de microfósseis devonianos de Pernambuco. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.39, n.1, p. 748-756.
- BRUNI M.A.L.; CORDANI, U.G. & CAMPOS, D. DE A.1976. Carta geológica do Brasil ao milionésimo. Folha de Aracaju (SC.24). Brasília: DNPM/DGM, 226p.
- BURDEN, E.T. & HILLS, L.V. 1989. Illustrated key to genera of Lower Cretaceous terrestrial palynomorphs (excluding megaspores) of Western Canada. 1989. *America Association of Stratigraphic Palynologists Foundation contribution series*. 21, 107p.
- CAIXETA, J. M.; BUENO, G. V.; MAGNAVITA, L. V. & FEIJÓ, F. J. 1994. Bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá. *Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro*. 8 (1): 163-172.
- CARDOSO, R. N.1966. Conchostraceos do Grupo Bahia. *Boletim do Instituto de Geologia. Universidade Federal de Ouro Preto*, v.1, n.2, p. 43-89.
- CHANG, K. H.; KOSMANN, R. O. & FIGUEIREDO, A. F. 1988. New concepts of the development of East Brazilian marginal basins. *Episods, Ottawa*, n. 11, p.194-202.

- CHANG, Y.M.1967. Accuracy of fossil percentage estimation. *Journ. Paleont.* Tulsa, v.41, n.2, p. 500-502.
- CHUMAKOV, N.M., ZHARKOV, M.A., HERMAN, A.B., DOLUDENKO, M.P., KALANDADZE, N.M. LEBEDEV, E.L. & PONOMARENKO, A.G. 7 RAUTIAN, A.S 1995. Climatic belts of the mid Cretaceous time. *Stratigraphy and Geological Correlation* n.3, p. 241–260.
- COIMBRA, J. C., ARAI, M. & CARREÑO, A.L. 2002. Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe basin, northeastern Brazil. *Geobios*, v. 35, n. 6, p. 687-698.
- COOKSON, I.C. 1947. Plant microfossils from the lignites of Keuguelen Archipelago. *Science Repts., British-Australian-New Zealand Antarctic Research Expedition 1929-1931, Ser. A., Adelaide.* v.2, n.8, p. 127-142.
- COOKSON, I.C. & DETTMANN, M.E. 1959. On Schizosporis, a new form genus from Australian Cretaceous deposits. *Micropaleontology*, Columbia, n.5, p. 213-216.
- COSTA, I.P. MILHOMEM, P.S. & CARVALHO, M.S.S. 2003. Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia de Jatobá. *Boletim da Fundação Paleontológica Phoenix*, Ano 5, n.53. Disponível em: http://www.phoenix.org.br/phoenix53_Mai03.htm.
- COSTA, I.P.; BUENO, G.V.; MILHOMEM, P.S.; LIMA & SILVA, H.S.R. & KOSIN, M.D.2007. Sub-bacia de Tucano Norte e Bacia de Jatobá. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p. 445-453.
- COSTA FILHO, W.D.2005. Comportamento das bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste brasileiro. *Hidrogeologia da Bacia de Jatobá: Sistema Aquífero Tacaratu/Inajá*. In: Waldir Duarte /Costa Filho, José Geilson Alves Demétrio, Edilton Carneiro Feitosa & João Manoel Filho (coords). Recife: UFPE/CPRM/FINEP. 485p.
- CRANE, P.R. & LIDGARD, S.1989. Angiosperm diversification and paleolatitudinal gradients in Cretaceous floristic diversity. *Science*, n.246, p.675-678.
- COUPER, R.A. 1953. Upper Mesozoic and Cenozoic spores and pollen grains from New Zealand. *New Zealand. Geol.Surv. Paleont. Bull.* Lower Hutt, n.22, p.1-77.
- COUPER, R.A.1958. British mesozoic microspores and pollen grains: a systematic and stratigraphic study. *Paleontogr. Abt. B*, v.103, n.4-6, p. 75-179.
- DAEMON, R.F. & CONTREIRAS, C.J.A. 1971. Zoneamento palinológico da Bacia do Amazonas. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 25, Anais. São Paulo. 3: 79-88.
- DAEMON, R.F.; QUADROS, L.P. & SILVA, L.C. 1976. Devonian palynology and biostratigraphy of the Paraná Basin. *Boletim Paranaense de Geociências*, v.21-22, p.99 - 132.

- DEJAX, J. 1987. Une étude palynologique dans de Crétacé Inferieur du Congo. Université Paris 6, paris. Thèse de Doctorat. 87p.
- DELCOURT, A. & SPRUMONT, G. 1955. Les spores et grains de pollen du Wealdien du Hainaut. Soc. Belge Geol. Paleont. Bruxelles, sér. 4, p.73.
- DELCOURT, A.; DETTMANN, M. & HUGUES, N.F. 1963. Revision of some Lower Cretaceous microspores from Belgium. Paleontology, London, n.6, p.282-292.
- DEV, S. 1961. The fossil flora of the Jabalpur Series-3. Spores and pollen grains. The Palaeobotanis, Lucnow, v.8, n.1-2, p.43-56.
- DETTMANN, M. E. 1963. Upper Mesozoic micofloras from southeastern Australia. Proc. Royal soc. Victoria N. S. Eulborn, v. 77, n.1, p. 1- 148.
- DIAS, J.L.2005. Tectônica, estratigrafia e sedimentação do Andar Aptiano da margem leste brasileira. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v.13, n.1, p. 7 -25.
- DIAS-BRITO, D.; UESUGUI, N. & HASHIMOTO,1987. Uma Reflexão histórica em torno do andar Alagoas, importante e problemática unidade cronoestratigráfica do cretáceo Inferior do Brasil, Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p. 111-115.
- DINO, R. 1992. Palinologia, Bioestratigrafia e Paleontologia da Formação Alagamar – Cretáceo da Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil. São Paulo, Instituto de Geociências, USP. Tese de Doutorado, 300 p.
- DINO, R. 1994. Algumas espécies novas de grãos de pólen do Cretáceo Inferior do Nordeste do Brasil. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de janeiro, v.8, n. 2-4, p. 257-273.
- DINO, R.; LIMA, M.R. & SAAD, A.R.1994. Caracterização da província microflorística cretácea Afro-Sul-Americana no Brasil. In: 3º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil. Rio Claro. Boletim... UNESP, p.201-203.
- DO CARMO, D. A., RAFAEL, R. M. L.; VILHENA, R.M. & TOMASSI, H.Z. 2004. Neótipos de espécies de ostracodes do Membro Crato (Formação Santana), Cretáceo Inferior, bacia do Araripe NE-Brasil. Revista Brasileira de Paleontologia, v. 7, n.2, p.151-158.
- DO CARMO, D. A., WHATLEY, R., QUEIROZ NETO, J. V. & COIMBRA, J. C. 2008 On the validity of two Lower Cretaceous non-marine ostracode genera: biostratigraphic and paleogeographic implications. Journal Paleontology, v.82, n.4, p.790-799.
- DORING, H. 1964. Trilete Sporen aus dem oberen Jura und dem Wealden Norddeutschlands. Geologie, v.13, n.9, p.1099-1129.

- DOYLE, J. A. JARDINÉ, S. & DOERENKAMP, A. 1982. *Afropollis*, a new genus of early angiosperm pollen, with notes on the Cretaceous palynostratigraphy and palaeoenvironments of northern Gondwana. *Bulletin des Centre de Recherches Exploration-Production, Elf-Aquitaine*, n.6, p.39-117.
- DOYLE, J. A. BIENS, P. DOERENKAMP, A. & JARDINÉ, S. 1977. Angiosperm pollen from the pré-albian Lower Cretaceous of Equatorial Africa. *Bulletin des Centre de Recherches Exploration-Production, Elf-Aquitaine*, v.1, n.2, p.451-473.
- DUARTE, L., 1985. Vegetais fósseis da Chapada do Araripe. In: D. A. Campos et al. (Ed.), *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos, Série Geologia*, Brasília, p. 557-563.
- DYBOWA, S. & JACHOWITZ, A. 1957. Microspores of the Upper Silesian Coal Measures. *Inst. Geol. Warschau*. v. 23, p.1 – 328.
- FANTON, J. C. M. 2007. Novas Gimnospermas e possíveis Angiospermas da Paleoflora Crato Eocretáceo de Geociências, São Paulo, UNICAMP. Dissertação de Mestrado. P.194 p.
- FANTON, J. C. M. BRANCO, F. R. DILCHER, D. & BERNANRDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. 2006 a. Iara, A New Genus of Aquatic Angiosperm from the Crato paleoflora (Lower cretaceous, Santana formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil). In: 7 Simpósio do Cretáceo do Brasil/ 1 simpósio do Terciário do Brasil, 2006, Serra negra. *Boletim de Resumos*. Rio claro: UNESP, 2006. p.50.
- FANTON, J.C.M. BRANCO, F.R. DILCHER, D. & BERNANRDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. 2006 b. New Gymnosperm Related with Gnetales from te Crato Paleoflora (Lower cretaceous, Santana formation, Araripe Basin, Norttheastern Brazil). In: 7 Simpósio do Cretáceo do Brasil/ 1 simpósio do Terciário do Brasil, 2006, Serra negra. *Boletim de Resumos*. Rio claro: UNESP, 2006. p.51.
- FANTON, J. C. M.; BRANCO, F.R.; DILCHER, D. & BERNANRDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. 2006 c. Nova forma de habito aquático ocorrente na paleoflora eocretácea do Membro Crato, Formação Santana Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. In: IX Congresso Latinoamericano de Botânica, 2006, Santo domingo. *Libro de Resúmenes*. p.538.
- FANTON, J. C. M.; BRANCO, F.R.; DILCHER, D. & BERNANRDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. 2006 d. Aportes al conocimiento y evolución de Ephedraceae, obtenidos de una nueva espécie de la paleoflora del Miembro Crato, Formación Santana (Cuenca del Araripe), noreste del Brasil. In: IX Congresso Latinoamericano de Botânica, 2006, Santo Domingo. *Libro de Resúmenes*. p.538.

- FANTON, J. C. M.; DILCHER, D. BRANCO, F.R. & BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. 2005 a. Nova Planta Herbácea da Paleoflora Eocretácea do Membro Crato, Formação Santana, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. In: XIX Congresso Brasileiro de Paleontologia VI Congresso Latino Americano de Paleontologia. v.1, p.1-3, Aracaju-SE. .
- FANTON, J. C. M.; DILCHER, D. BRANCO, F.R. & BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C. 2005b. Nova Forma Aquática da Paleoflora Eocretácea do Membro Crato, Formação Santana, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. In: XIX Congresso Brasileiro de Paleontologia VI Congresso Latino Americano de Paleontologia. v.1, p.1-3, Aracaju-SE.
- FERREIRA, J. C., 1965. Hidrogeologia das bacias sedimentares de Tucano e Jatobá. Boletim. Técnico da Petrobrás, Rio de Janeiro, 8 (1): 57-75.
- GOBBO, S.R. 2006. Taxonomia, paleoecologia e bioestratigrafia de ostracodes da Formação Santana (Aptiano Superior - Albiano Inferior), bacia do Araripe, NE Brasil. Rio de Janeiro, Museu Nacional, Universidade federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, p.118p.
- HEIMHOFER, U. & HOCHULI, P. A. 2010. Early Cretaceous angiosperm pollen from a low-latitude succession (Araripe basin, NE, Brazil). Review of Palaeobotany and Palynology. v.161, n. 3-4, p. 105-126.
- HERNEGREN, G.F.W. 1973. Palynology of Albian – Cenomanian strata of borehole 1-QS-1, State Maranhão (Brazil). Pollen et spores, Paris, v.15, n.3-4, p.515-555.
- HERNEGREN, G.F.W. 1974. Middle Cretaceous palynomorphs from Northeastern Brazil. Results of a palynological study of some boreholes and comparison with Africa and Middle East. Bull. Sci. Geol. Strasbourg, v.27, n.1-2, p.101-116.
- HERNEGREN, G. F. W. 1975a. An Upper Senonian pollen assemblage of borehole 3-Pia-10-A1, State Alagoas, Brazil. Pollen et Spores, Paris, v.17, n.1, p. 93-140.
- HERNEGREN, G. F. W. 1975b. Palynology of Middle and Upper Cretaceous strata in Brazil. Meded. Rijks geol. Dienst N.S. Gravenhage, v.26, n.3, p.39-91.
- HERNEGREN, G. F. & CHLONOVA, A. F. 1981. Cretaceous microfloral provinces. Pollen et Spores, Paris, v. 23, n. 3-4, p.441-555.
- HERNEGREN, G. F. W.; KEDVES, M.; ROVNINA, L.V. & SMIRNOVA, S. B. 1996. Cretaceous palynofloral provinces: a review (In): JANSONIUS, J.; MCGREGOR, D.C. (eds.), Palynology: principles and applications; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, v.3, p. 1157-1188.
- HOCHULI, P. A. 1981. North Gondwana floral elements in Lower to Middle Cretaceous sediments of the Southern Alps 9 Southern Switzerland, Northern Italy. Review of Palaeobotany and Palynology, v. 35, n. 2- 4, p.337-358.

- HOROWITZ, A. 1970. Jurassic microflora from the northern negev, Israel. *Isr. Journ. Earth. Sci. Jerusalem*, v.19, n.3-4, p.153-182.
- HUGHES, N. F. & MCDOUGALL, A. B. 1990. Barremian-Aptian angiospermid pollen records from southern England. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 65, p.145-151.
- JARDINÉ, S. & MAGLOIRE, L. 1965. Palynologie et stratigraphie du Crétacé des bassins du Sénégal et de Côte d' Ivoire. *Mém. B.R.G.M. Orléans*, n. 32, p.187 – 245. (1^{er} Coll. Afr. Micropaléont. Dakar, 1963).
- KELLNER, A. W. A. 2002. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE – Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMOS, D. A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (eds.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 1ed. Brasília: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos (SIGEP), v.1: 121 – 130.
- KLAUS, W. 1960. Sporen der Karnischen Stufe der östalpiner Trias. *Jahrb. Geol., B.A. Wien*, v.5, p.107-183.
- KOUTSOUKOS, E. A. M. 1989. Mid to Late Cretaceous microbiostratigraphy, palaeoecology and palaeogeography of the Sergipe Basin, northeastern Brazil. Phd., 2v., 862p.
- KRASSILOV, V.A. 1978. Araucariaceae as indicative of climates and paleolatitudes. *Review of Palaeobotany and Palynology*. n. 26, p.113-124.
- KRUTZSCH, W. 1959. Mikropaläontologische (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales. I. die zu sporites gestellten Formeinheiten der Sporendispersae der mitteleozänen Braunkohle des mittleren Geiseltales (Tagebau-Neumak-West i w.s.), unter Berücksichtigung und revision weiterer Sporenformen aus der bisherigen Literatur. *Geologie*, 8 (21-22):1-425
- LEAL, J. M. & MELO J. G. 1983. Bacia sedimentar de Jatobá - PE (Estudos hidrogeológico). Série: Brasil. SUDENE. *Hidrogeologia*, v.64, p. 35-41.
- LIMA, M. R. 1971. Contribuição palinológica à estratigrafia do Cretáceo do Nordeste do Brasil: análise da perfuração GSB₁, Serra Branca, PE. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado (inédita). 74p.
- LIMA, E. C. 1972. Bioestratigrafia da Bacia de Barreirinhas. *Anais... 26º Congresso Brasileiro de Geologia*. 3: 81-92.
- LIMA, M. R. 1976. O gênero *Classopollis* e as bacias mesozoicas do Nordeste do Brasil. *Ameghiniana, Buenos Aires*, v. 13, p. 3-4.

- LIMA, M. R. 1978 a. Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil) São Paulo. Instituto de Geociências, USP. São Paulo, Tese de Doutorado, 338p.
- LIMA, M. R. 1978b. O paleoambiente deposicional da Formação Santana (Grupo Araripe) segundo evidências palinológicas. Anais... 30º Congresso Brasileiro de Geologia. 2: 970 - 974.
- LIMA, M. R. 1980. Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil). III. Descrição sistemática dos pólenes da turma Plicates (Subturma Costates). Ameghiniana Buenos Aires, v. 17, n.1, p.15-47.
- LIMA, M. R. 1984. Palinologia do limite de Jatobá (Cretáceo do nordeste do Brasil). I. Introdução, contexto estratigráfico, identificação de espécies cretáceas. Anais... 32º Congresso Brasileiro de Geologia. 536-547.
- LIMA, M. R. & BOLTENHAGEN. 1981. Estudo comparativo da evolução das microfloras afro-sul-americanas I – O Cretáceo Inferior. In: Congresso Latino-Americano de Paleontologia. 2, Porto Alegre, 1981. Anais... Porto Alegre, SBG, v.1, p. 331-341.
- LIMA M. R. & PERINOTTO, J. A. J. 1984. Palinologia de sedimentos da parte superior da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe. Geociências, v.3, p. 67-76.
- LIMA M. R. & PERINOTTO, J. A. J. 1985. Palinologia de sedimentos da parte superior da Formação Missão Velha, Cretáceo do Nordeste do Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v.57, n.1, p. 117-118.
- LIMA, F. J.; SARAIVA, A. A. F. & SAYÃO J. M. 2012. Revisão da Paleoflora das Formações Missão Velha, Crato e Romualdo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. 2012. Estudos Geológicos, Recife, v.22, n. 1, p. 99 – 115.
- MABESSONE, J. M. & TINOCO, I.M. 1973. Palaeoecology of the Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology. v.14, n.2, p. 91-118.
- MAGNAVITA, L. P. & CUPERTINO, J. A. 1987. Concepção atual sobre as bacias de Tucano e Jatobá, Nordeste do Brasil. Boletim de Geociências da Petrobras, v.1, n.2, 119-134.
- MAGNAVITA, L. P.; SILVA, R. R. & SANCHES, C. P. 2005. Guia de campo da Bacia do Reconcavo, NE do Brasil. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v.13, n.2, p. 301-334.
- MARTILL, D.M. (ed.), 1993. Fossils of the Santana and Crato formations, Brazil. Field Guides to Fossils, 5. The Palaeontological Association, London, 159 p
- MARTILL, D. M. & WILBY, P. R. 1993. Stratigraphy. In: MARTILL, D.M. (eds.), Fossils of the Santana and Crato formations, Brazil. Field Guides to fossils, 5. The Palaeontological Association, London, p. 20-50.

- MEYEN, S.V. 1987. Fundamentals of palaeobotany. Chapman and Hall, London, 432p.
- MILANI, E. J., 1985. Tectônica cisalhante na evolução do rift do Recôncavo-Tucano-Jatobá. Revista Brasileira de Geociências v.15, n.4, p.287-292.
- MINER, E. L. 1935. Palaeobotanical examination of Cretaceous and Tertiary coals from Montana. Amer. Midl. Natural. 16: 616-625.
- MOHR, B. & BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C. & PONS, D. 2006. Angiosperm diversity and biology of the lower Cretaceous crato Formation, Brazil. In: 7th European Palaeobotany-Palynology conference, Praga, 2006. Program and Abstracts, p. 95.
- MOHR, B. & BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E .C. 2004. Endressinia brasiliana, a magnolialean angiosperm from the Lower cretaceous Crato formation (Brazil). International Journal of Plant Sciences 165: 1121-1133.
- MOHR, B.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C.; BARRETO, A.M.F. & FERNANDES, M. C. 2004. Gnetophyte preservation and diversity in the Early Cretaceous Crato formation (Brazil). Seventh International Organization of Palaeobotany Conference (Bariloche, Argentina) Abstracts, p.81.
- MOHR, B. & EKLUND, H. 2003. *Araripia florifera*, a magnoliid angiosperm from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). Review of Palaeobotany and Palynology, v.126, n.3-5, p. 279-292.
- MOHR, B. & FRIIS, E.M. 2000. Early Angiosperms from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil), a preliminary report. International Journal of Plant Sciences 161, S.155- S167.
- MOHR, B. & RYDIN, C. 2002. *Trifurcatia flabellata* n. gen. n. sp., a putative monocotyledon angiosperm from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). Mitteilung aus dem Museum für Naturkunde Berlin, Geowissenschaftliche Reihe, v.5, p.335-344.
- MOURA, G. J. B.; BARRETO, A. M. F. & BÁEZ, A.M. 2006. A Biota da Formação Crato Eocretáceo da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. Olinda: Livro Rápido – Elógica.101p.
- MÜLLER, H.1966. Palynological investigations of Cretaceous sediments in northeastern Brazil. In: Van Hinte, J.E. (ed.) Coll. West African Micropaleont, 2, Ibadan, Proceeding..., Leiden, p.123-136.
- MÜLLER, J.; GIACOMO, E. & VAN ERVE, A.W. 1987. A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary, and Quaternary of South America: America Association of Stratigraphic Palynologists Foundation contribution series n. 19, p.7-76.

- N.A.C.S.N. 1983. North American Stratigraphic Code. North American Commission on Stratigraphic Nomenclature. AAPG. Bull., Tulsa, Oklahoma, v.67, n.5, p. 841-875.
- NEUMANN, V. H. 1999. Estratigrafia, sedimentologia, geoquímica y diagénesis de los sistemas lacustres aptiense-albienses de La Cuenca do Araripe (Noroeste de Brasil).. Tesis de doctoral, Universitat de Barcelona, DEP.DGPPG p.244, .
- NEUMANN, V. H. & CABRERA, L. 1999. Uma nova proposta estratigráfica para La tectonosequencia post-rifte de La Cuenca de Araripe, Noreste de Brasil. *In: Simpósio do Cretáceo Brasileiro*, 5, Serra Negra. UNESP, Boletim de Resumos, p. 279-285.
- NEUMANN, V. H.; ROCHA, D.E.G.A.; GONÇALVES, L.R. DE L.; BARBOSA, J. A.; SANTOS, A.; LIMA, R. P. DE; LIMA FILHO, M.; FAMBRINI, G. & CARVALHO, R. R. DE. 2009. Microfácies e microestruturas dos calcários laminados das Serras do Periquito e Negra, Bacia do Jatobá. *In: Congresso de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás*. UFC. Ceará. 8p.
- NEUMANN, V. H.; CABRERA, L.; MABESOONE, J. M.; VALENÇA, L. M. M. & SILVA, A.L. 2002. Ambiente sedimentar e facies da sequencia lacustre aptiana-albiana da bacia do Araripe, NE do Brasil. *In: 6º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil e 2º Simpósio sobre el Cretácico de América del Sur*, Rio Claro. *Anais*. Rio Claro, UNESP, P.37-51.
- NEUMANN, V. H.; BORREGO, A. G.; CABRERA, L. & DINO, R. 2003. Organic matter composition and distribution through the Aptian-Albian lacustrine sequences of the Araripe Basin, northeastern Brazil. *International Journal of coal Geology*, v.54, n.1-2, p. 21-40.
- NILSSON, T. 1958. Über das vorkommen eines mesozoischen Sapropelgestein in Shonen. *Lunds Univ. Arssk. Ard.* 2., v. 54, n.10, p.1-111.
- NORRIS, G. 1968. Plant microfossils from the Hawks Crag Breccias, South-west Nelson, New Zealand. *New Zeal. Journ.Geol.Geophys.*, Wellington, v.11, n.2, p. 312-344.
- NORRIS, G. 1969. Miospore from the Purbeck beds and marine Upper Jurassic of southern England. *Palaeontology*, London.v.12, n.4, p. 574-620.
- PARRISH, J. T. 1987. Global palaeogeography and palaeoclimate of the late Cretaceous and early Tertiary. *In: Friss, E. M. Chaloner, W.G. Crane, P.R. (eds.) The Origins of Angiosperms and their Biological consequences*. New York: Cambridge University Press. p. 51-73.
- PENNY, H.J. 1989. An Early Cretaceous angiosperm pollen assemblage from Egypt. *Palaeontology*, v.35, p.121-134.
- PERARO, A. A. 1995. Caracterização sísmica do tectonismo transcorrente na bacia do Jatobá. *In: SBGF, Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica*, 4, Rio de Janeiro, *Anais*, 1-3.

- PEREIRA, R., CARVALHO, I. S. & AZEVEDO, D.A. 2006. Afinidades Paleobotânicas de Âmbares Cretácicos das Bacias do Amazonas, Araripe e Recôncavo. *Geociências*, v. 25, n. 2, p. 217-224, São Paulo, UNESP.
- PFLUG, H. 1953. Zur Entstehung und Entwicklung des angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte. *Paleontog. Abt. B, Stuttgart*, v.95, n.4-6, p.60-171.
- POCOCK, S. A. J. 1962. Microfloral analysis and age determination of strata at the Jurassic-Cretaceous boundary in the Western Canada Plains. *Paleontog. Abt. B, Stuttgart*, v. 111, n.1-3, p.1-95.
- POCOCK, S. A. J. 1964. Pollen and spores of Chlamidospermaceae and Schizeaceae from Upper Manville strata of the Saskatoon area of Saskatchewan. *Grana Palynologica*, v. 5, p. 129-209.
- PONS, D. 1988. Le mésozoïque de colombie – Macroflora e Microflora. *Cahiers de Paléontologie. CNRS. Paris*, p.1-168.
- PORTELA, H. A. 2008. Estudo Palinológico e Palinofaciológico da Formação Santana, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia, Dissertação de Mestrado, p. 133.
- PORTELA, H. A. 2012. Caracterização da Matéria Orgânica Potencialmente Geradora de Petróleo e seu Posicionamento Bioestratigráfico na região de Aramari-Bacia do Recôncavo. Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia, Tese de Doutorado, p.142.
- POTONIÉ, R. 1956. Synopsis der gattungen der spora dispersae. I. Teil: Sporites. *Beih.Geol.Jahrb.*, Hannover, n. 23 p.1-103.
- POTONIÉ, R. 1958. Synopsis der Gattungen der Spora dispersae.II. Teil: Sporites (Nachträge), Saccites, Aletes, Praecolpites, Polyplicates, Monocolpites. *Beih.Geol.Jahrb.*, Hannover, n. 31 p.1-114.
- POTONIÉ, R. 1960. Synopsis der Gattungen der Spora dispersae.III. Teil: Sporites Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites mit General-register zu Teil I-II. *Beih.Geol.Jahrb*, Hannover, n.39, p.1-189.
- POTONIÉ, R. 1966. Synopsis der Gattungen der Spora dispersae.IV. Teil: Nachträge zu allen Gruppen (Turmae). *Beih.Geol.Jahrb*, Hannover, n.72, p. 1-244.
- POTONIÉ, R. 1970. Synopsis der Gattungen der Spora dispersae.V. Teil: Nachträge zu allen Gruppen (Turmae). *Beih.Geol.Jahrb.*, Hannover, n.87, p. 1-172.
- POTONIÉ, R. 1975. Synopsis der Gattungen der Spora dispersae.VII. Teil: Nachträge zu allen Gruppen (Turmae). *Beih.Geol.Jahrb*. Hannover, n.25, p. 1-189.
- POTONIÉ, R. & GELLETICH, J. 1933. Über Pteridophyten sporen einer eozanen Braunkohle aus Ungern. *S. B. Ges. Nat. Freunde*, n.33 p.517 – 528.

- POTONIÉ, R. & KREMP, G. O. W. 1954. Die Gattungen der paläozoischen Spora dispersae und ihre Stratigraphie. Beih. Geol. Jahrb. Hannover, n. 69, p. 111-194.
- QUADROS, L. P. 1982. Distribuição bioestratigráfica dos chitinozoa e acritachae na Bacia do Parnaíba. Ciência-técnica-Petróleo, 12. 79p.
- REGALI, M. S. P.1964. Resultados palinológicos de amostras paleozoicas da Bacia de Tucano-Jatobá. Boletim Técnico da Petrobras, Rio de Janeiro, 7 (2):165-180.
- REGALI, M. S. P. 1987 a. O gênero *Sergipea* e a sua estratigrafia no eocretáceo do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 10, Rio de Janeiro 1987. Anais... Rio de Janeiro, SBG, v.2, p.615-623.
- REGALI, M. S. P.1987b. O gênero *Afropollis*, Doyle, jardine *et* Doerenkamp,1982 e sua distribuição no cretáceo do Brasil. In: Congresso Brasileiro de paleontologia, 10, Rio de Janeiro 1987. Anais... Rio de Janeiro, SBG, v.2 p. 625-635.
- REGALI, M. S. P. 1987c. Palinomorfos do Barremiano/Albiano Brasileiros. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia In: Congresso Brasileiro de paleontologia, 10, Rio de Janeiro 1987. Anais... Rio de Janeiro, SBG, v.2 p. 647-645.
- REGALI, M. S. P. 1990. Biocronostratigrafia e paleoambiente do eocretáceo das bacias do Araripe (CE) e Rio do Peixe (PB) NE-PE. In: Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, 1. Atas, p.163-171.
- REGALI, M.S.P.; UESUGUI, N. & SANTOS, A.S., 1974 a. Palinologia dos sedimentos Meso-Cenozóicos do Brasil. I. Boletim Técnico Petrobras Rio de Janeiro, 17(3): 177-190.
- REGALI, M. S. P.; UESUGUI, N. & SANTOS, A.S., 1974b. Palinologia dos sedimentos Meso-Cenozóicos do Brasil. II. Boletim Técnico Petrobras, Rio de Janeiro, 17(4): 263-301.
- REGALI, M. S. P. & VIANA, C. F.1989. Sedimentos do neojurássico-eocretáceo do Brasil: idade e correlação com a escala internacional. Rio de Janeiro: Ed. Gávea. 95p.
- REGALI, M. S. P.1995. Palinostratigrafia do Neoptiano/Albiano da Bacia de Sergipe/alagoas (Brasil). Atas do XIV Congresso Brasileiro de Paleontologia. Uberaba, Minas Gerais. P.105 – 106.
- REGALI, M. S. P. & SANTOS, P. S. 1999. Palinostratigrafia e geocronologia dos sedimentos albo-aptianos das Bacias de Sergipe e Alagoas-Brasil. In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 5/Simpósio sobre El Cretácico da América Del Sur, 1, Boletim, p.411-419.
- REGALI, M. S. P.2001. Palinostratigrafia dos sedimentos cretácicos da Bacia do Araripe e das Bacias Interiores do Nordeste – Brasil. In: Simpósios Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, I e II, 1990-1997, p.101-106.

- RIOS-NETO, A. M.; REGALI, M. S. P.; CARVALHO, I.S. & FREITAS, F.I. 2012. Palinoestratigrafia do intervalo Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, v.42, n.2, p. 331-342.
- ROCHA, D. E. G. A. & LEITE, J. F. 1999. Estudo hidrogeológico da Bacia do Jatobá – PE. *Geologia. Série Hidrogeologia – Estudos e Projetos* v.2. 20p.
- ROCHA, D.E.G.A. 2011. Caracterização do intervalo carbonático do sistema lacustre aptiano da Bacia do Jatobá, NE do Brasil. Recife, universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências. Tese de Doutorado, 128p.
- ROMERO, E. J. 1977. Polen de Gimnospermas y Fagáceas de La Formacion Rio Turbio (Eoceno). Centro de Investigaciones em Recursos Geológicos (CIRGEO). Buenos Aires, Argentina. 219p.
- SARKIS, M. F. R. 1994. Palinologia (Dissacados) do Cretáceo Inferior das Bacias do Tucano e Potiguar – Implicações Taxômicas e Paleoclimáticas. 1994. Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Dissertação de Mestrado, p. 131.
- SANTOS, C. A.; NEUMANN, V.H.; MENEZES, M.R.F.; ROCHA, D.E.G.A.; & AGOSTINHO, S. 2011. Caracterização sedimentológica e micropaleontológica dos calcários bioclásticos da serra do periquito, Bacia de Jatobá. *Estudos Geológicos*, v. 21, n.1, p. 21-39.
- SCHALLER, H. 1969. Revisão estratigráfica da bacia Sergipe/Alagoas. *Boletim técnico da Petrobras*, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p. 21-86.
- SCHULZ, E. 1967. Sporenpaläontologische Untersuchungen rätoliassischer Schichten im Zentralteil des Germanischen Beckens. *Paläont. Abh. B, Berlin*, v.2, n.3, p.544-633.
- SILVA, A. L. 2003. Estratigrafia Física e Deformação do Sistema Lacustre Carbonático (Aptiano-Albiano) da Bacia do Araripe em Afloramentos Seleccionados. Pernambuco, universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia e Geociências, Dissertação de Mestrado, 108 p.
- SILVA, M. A. 1983. The Araripe Basin, Northeastern Brazil: regional geology and facies analysis of a Lower Cretaceous evaporitic depositional complex. Ph.D. Thesis, Columbia University, New York: 1-290 (unpublished).
- SILVA, M. D. 1976. Ostracodes não marinhos da Formação Santana (Cretáceo Inferior) do grupo Araripe, Nordeste do Brasil. Centro de Tecnologia e Geociências. UFPE. Tese de Doutorado, 345p.
- SILVA-TELES JR., A. C. & VIANA, M. S. S. 1990. Paleocologia dos ostracodes da Formação Santana (Bacia do Araripe): um estudo ontogenético de populações. In: *Simpósio sobre a Bacia do Araripe e bacias interiores do Nordeste*, I, Atas, p.: 309-328.

- SMALL, H. 1913. Geologia e suprimento de água subterrânea no Ceará e parte do Piauí. Rio de Janeiro. IFOCS, Ser. Geol. n.25, p.1-180.
- SINGH, C. 1964. Microflora of the Lower Cretaceous Mannville Group, east-central Alberta. Res. Council Alberta Bull. Edmonton, n.15, p. 239.
- SINGH, C. 1971. Lower Cretaceous Microfloras of the Peace River area, northwestern Alberta. Res. Council Alberta Bull. Edmonton, v.28, n.1-2, p. 540
- SYRIO, V. N. & RIOS-NETO, A. M. 2002. Ostracodes from the Rio da Batateira Formation (Lower Cretaceous, Araripe Basin): preliminary results on Systematics, Biostratigraphy and Palaeoecology. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v.74, n. 2, p.369.
- SYRIO, V. N. & RIOS-NETO, A. M. 2004. Estudo Bioestratigráfico e Paleoambiental Preliminar de Ostracodes da Formação Rio da Batateira, Bacia Sedimentar do Araripe – Brasil. In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 6º Simpósio sobre el Cretácico de América Del Sur,2. 2002. Boletim, 1: 67-70.
- SRIVASTAVA, S. K. 1975. Microspores from the Fredericksburg Group (Albian) of the southern United States. Paleobiol. Continent. Montpellier, v.6, n.2, p. 1-119.
- SRIVASTAVA, S.K. 1976. The fossil pollen genus *Classopollis*. Lethaia, v. 9, p. 437- 457.
- SRIVASTAVA S. K. 1994. Evolution of Cretaceous phytogeoprovinces continents and climates. Review Palaeobotany and Palynology n.82, p.197-224.
- SUQUERCIA, P. A. 2006. Gimnospermas Eocretáceas da Formação Crato, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, Dissertação de Mestrado. 108p.
- THIEGART, E. 1938. Die pollen flora der Niederlaussitzer braunkohle. Jb. Preub. L. A. v.58, p. 282- 351.
- TOMÉ, M. E. 2011. Estudo dos ostracodes não marinho do Andar Alagoas, nas bacias do Araripe, Cedro, Jatobá e Sergipe/Alagoas, Nordeste do Brasil. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Tese de Doutorado, 162p.
- UESUGUI, N., 1979. Palinologia: técnicas de tratamento de amostras: Boletim Técnico da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 22, p. 229-240.
- VAKHRAMEEV, V. A. 1970. Range and palaeocology of Mesozoic conifers. The Cheirolepidiaceae. Paleontology Journal, v.4, n.1, p.19-34.
- VAKHRAMEEV, V.A. 1978. Climates and the distribution of some gymnosperms in Asia during the Jurassic and Cretaceous. Review of Paleontology and Palynology, v.51, p.205-212.

- VAKHRAMEEV, V.A. 1982. *Classopollis* pollen as an indicator of Jurassic and Cretaceous climate. *International Geology Review*, v.24, n.10, p. 1190-1196.
- VAKHRAMEEV, V. A. & HUGHES, N. F. 1991. Jurassic and Cretaceous floras and climates of the earth. Cambridge, Cambridge University Press, 318p.
- VALENÇA, L. M. M.; NEUMANN, V.H. & MABESSONE, J. M. 2003. Na overview on Callovian-Cenomanian intracratonic basins of Northeast Brazil: Onshore stratigraphic Record of the opening of the sothern Atlantic. *Geologica Acta*, v.1, n.3, p. 261-275.
- VIANA, C. F; GAMA JR., E. G.; SIMÕES, I. A.; MOURA, J. A.; FONSECA, J. R. & ALVES, R. J. 1971. Revisão estratigráfica da Bacia do Recôncavo/Tucano. *Boletim Técnico da Petrobras*, Rio de Janeiro, 14 (3/4): 157-192.
- VIANA, M. S. S. & NEUMANN, V. H. L. M. 1999. O Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE – Riquíssimo registro de fauna e flora do Cretáceo. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMOS. D. A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (eds.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleontológicos (SIGEP), V.01, p.113-120.
- VAN DER HAMMEN, T. & BURGER, D. Pollen flora and age of the Takutu Formation (Guyana). *Leidse Geol. Med.*, Leiden, n. 38, p.173 – 180.
- ZIEGLER, A.M.; RAYMOND. A. GIERLOWSKI, T.C. HORRELL. M. A.; ROWLEY, D.B. & LOTTES, A.L. 1987. Coal, climate and terrestrial productivity: The Present and Early Cretaceous compared. In: Scott, A. C. (eds.) *Coal and coal-bearing strata: Recent Advances*. Geological society of London. Special Publication, n.32, p. 25-50.

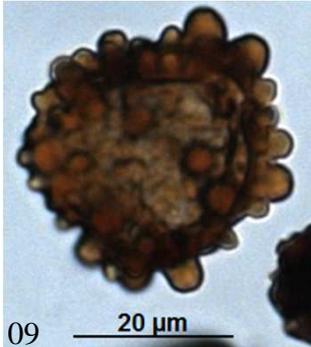
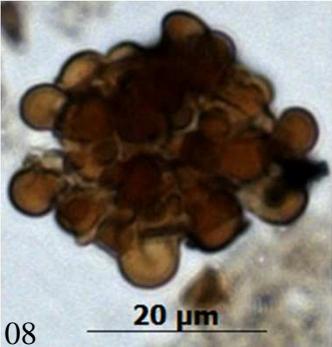
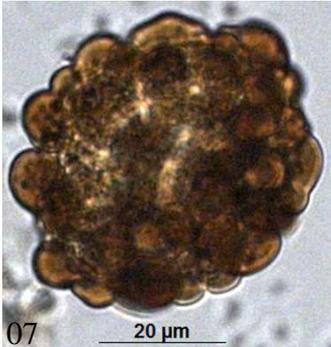
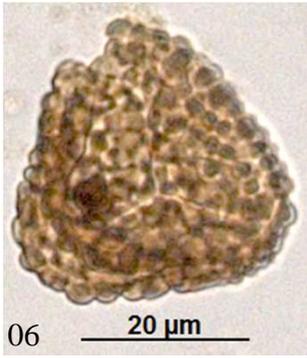
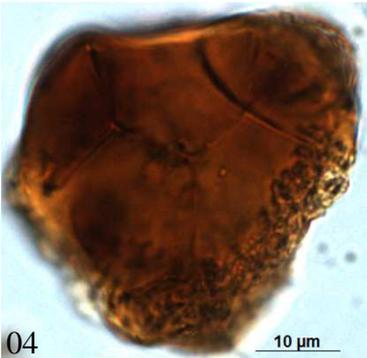
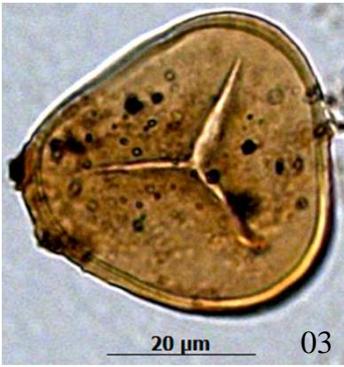
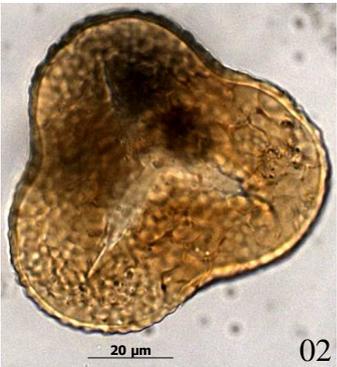
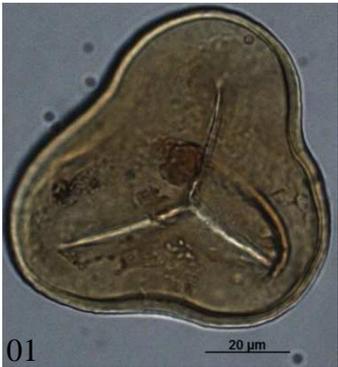
ESTAMPAS

ESTAMPA I

ESTAMPA I

- 01 - *Cyathidites australis* Couper, 1953.
- 02 - *Concavisporites punctatus* Delcourt & Sprumont, 1955.
- 03 - *Deltoidospora hallii* Miner, 1953.
- 04 - *Deltoidospora juncta* (Kara-Muerza) Singh, 1964.
- 05 - *Biretisporites potoniaei* Delcourt & Sprumont, 1955.
- 06 - *Leptolepidites major* Couper, 1958.
- 07 - *Leptolepidites tumulosus* (Döring) Srivastava, 1975.
- 08, 09 - *Leptolepidites psarosus* Norris, 1968.

ESTAMPA I



ESTAMPA II

ESTAMPA II

01, 02 - *Verrucosisporites dinoi* Antonioli, 2001.

03 - *Echinatisporis* sp. aff. *E. varispinosus* (Pocock) Srivastava, 1975.

04 - *Pilosisorites trichopapillosus* (Thiegart) Delcourt & Sprumont, 1955.

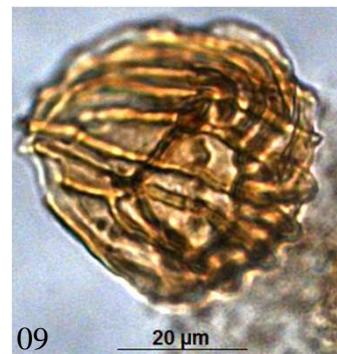
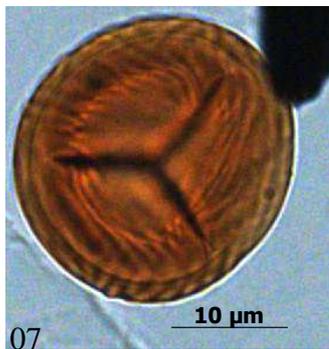
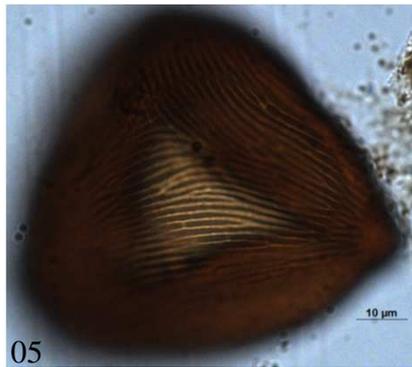
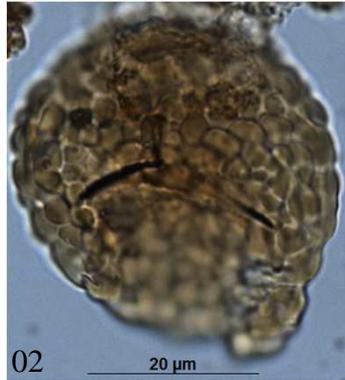
05, 06 - *Cicatricosisporites microstriatus* Jardiné & Magloire, 1965

07 - *Cicatricosisporites avnimelechi* Horowitz, 1970.

08 - *Cicatricosisporites nuni* Horowitz, 1970.

09 - *Cicatricosisporites purbeckensis* Norris, 1969.

ESTAMPA II



ESTAMPA III

ESTAMPA III

01, 02 - *Cicatricosisporites brevilaesuratus* Couper, 1958.

03, 04 - *Klukisporites foveolatus* Pocock, 1964.

05 - *Klukisporites pseudoreticulatus* Couper, 1958.

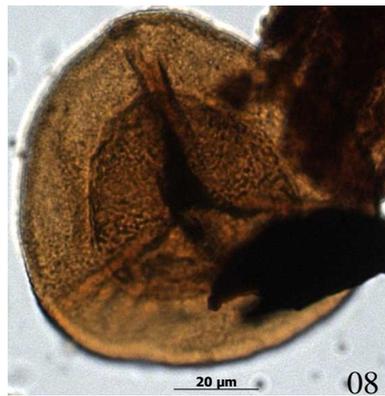
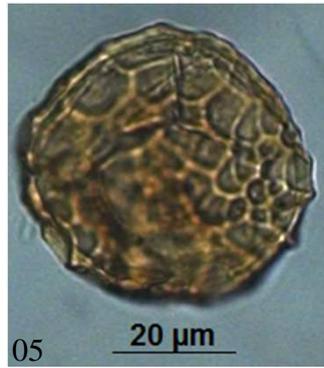
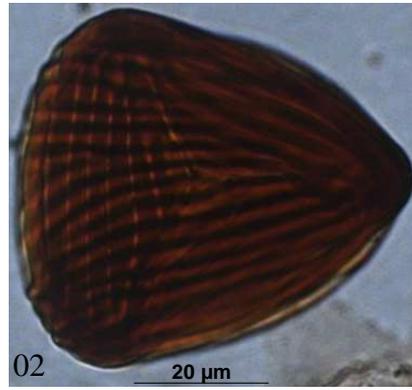
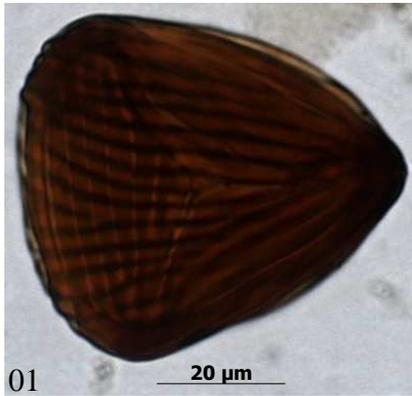
06 - *Klukisporites scaberis* Dettman, 1963.

07 - *Matonisorites silvai* Lima, 1978 a.

08 - *Densoisorites dettmannae* (Srivastava) Dejax, 1987.

09 - *Crybelosporites pannuceus* (Brenner) Srivastava, 1977.

ESTAMPA III



ESTAMPA IV

ESTAMPA IV

01 - *Callialasporites trilobatus* (Balme) Dev, 1961.

02, 03 - *Callialasporites dampieri* (Balme) Dev, 1961.

04 - *Callialasporites segmentatus* (Balme) Srivastava, 1963.

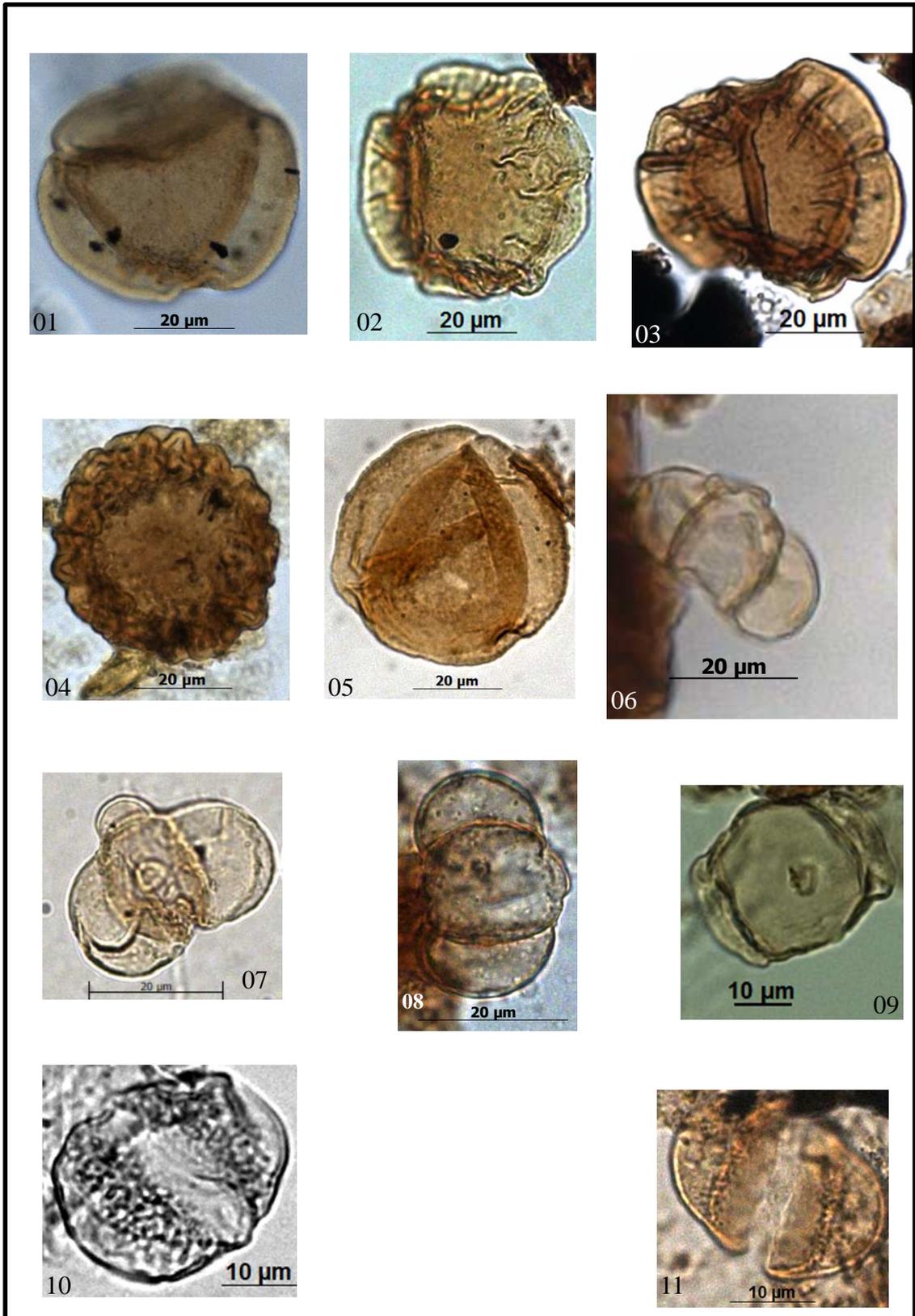
05 - *Callialasporites turbatus* (Balme) Schulz, 1967.

06, 07, 08 - *Vitreisporites pustulosus* Regali, 1987 c.

09 - *Parvisaccites minimus* Regali, 1987 c.

10, 11 - *Vitreisporites pallidus* (Reissinger) Nilsson, 1958.

ESTAMPA IV



ESTAMPA V

ESTAMPA V

01, 02 - *Inaperturopollenites turbatus* Balme, 1957.

03 - *Inaperturopollenites simplex* Regali et al. 1974.

04 - *Araucariacites australis* Cookson, 1947.

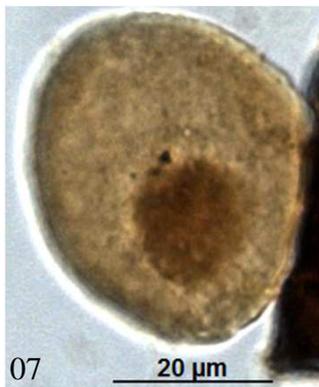
05 - *Araucariacites limbatus* Balme, 1957.

06 - *Araucariacites guianensis* Van Der Hammen & Burger, 1963.

07 - *Uesuguipollenites callosus* Dino, 1994.

08 - *Sergipea naviformis* (Regali et al.) Regali, 1987 b.

ESTAMPA V



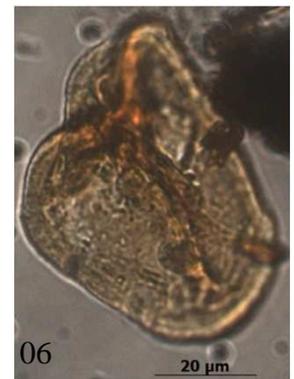
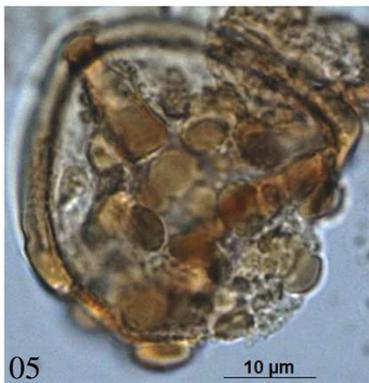
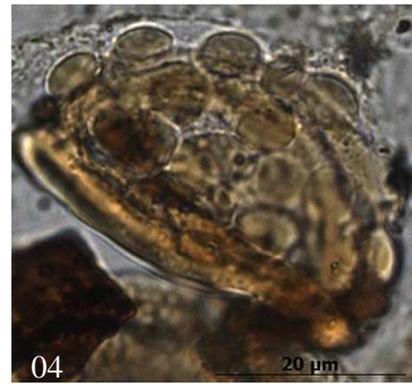
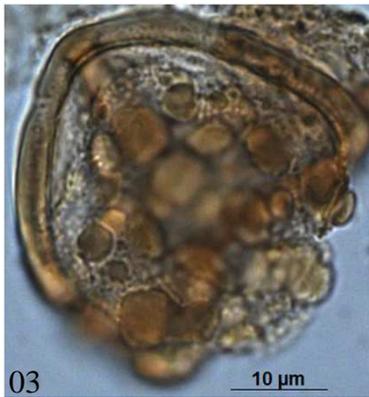
ESTAMPA VI

ESTAMPA VI

01, 02 ,03, 04, 05 - *Sergipea variverrucata* (Regali et al.) Regali 1987 b.

06 - *Sergipea simplex* (Regali et al.) Regali, 1987 b.

ESTAMPA VI



ESTAMPA VII

ESTAMPA VII

01, 02 ,03 - *Sergipea crassiverrucata* Regali, 1987 b.

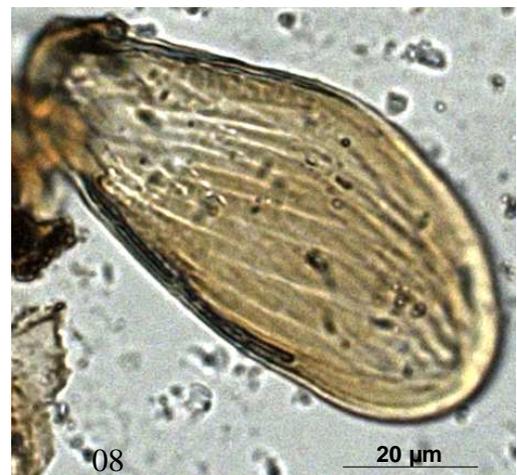
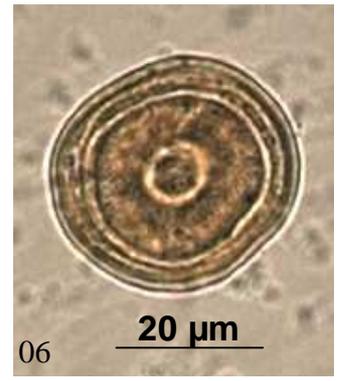
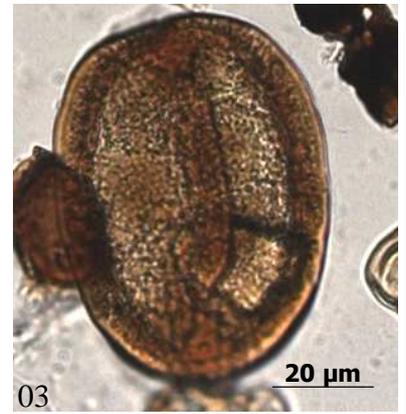
04 - *Classopollis classoides* Pflug, 1953.

05 - *Classopollis alexi* Burger, 1965.

06 - *Circulina meyelina* Klaus, 1960.

07, 08 - *Equisetosporites concinnus* Singh, 1964.

ESTAMPA VII



ESTAMPA VIII

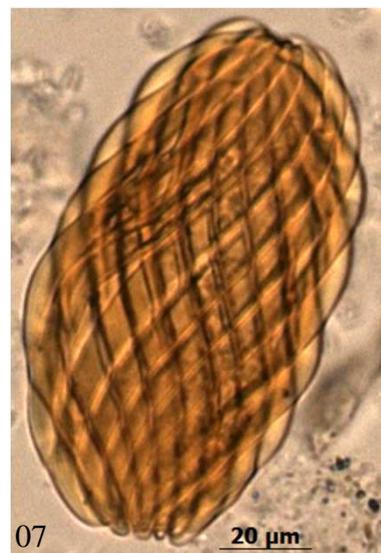
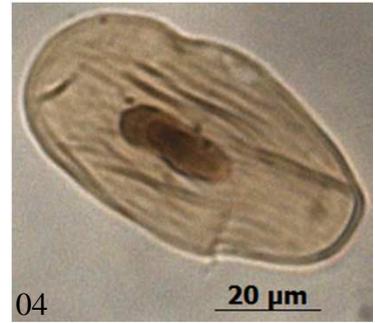
ESTAMPA VIII

01, 04, 05 - *Equisetosporites* sp. cf. *E. maculosus* Dino, 1994.

02 - *Equisetosporites subcirculares* Lima, 1978.

03, 06, 07 - *Gnetaceaepollenites jansonii* (Pocock) Lima, 1978 a.

ESTAMPA VIII



ESTAMPA IX

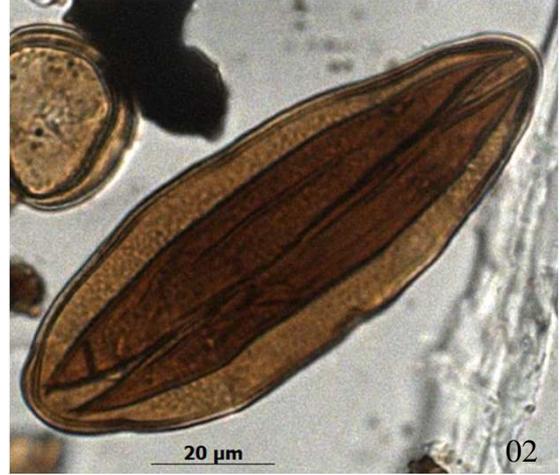
ESTAMPA IX

01, 02 – *Bennettitaepollenites regaliae* Dino, 1994.

03 - *Steevesipollenites cupuliformes* Azéma & Boltenhagen, 1974.

04 - *Regalipollenites amphoriformis* (Regali et al.,1974) Lima, 1978 a.

ESTAMPA IX



ESTAMPA X

ESTAMPA X

01 - *Stellatopollis densioratus* Lima, 1978 a.

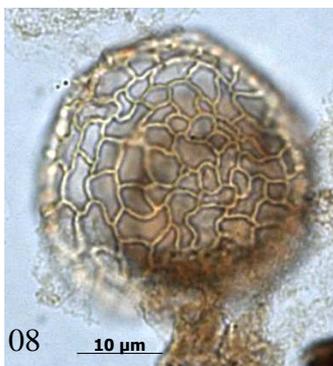
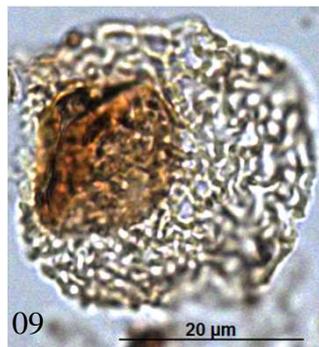
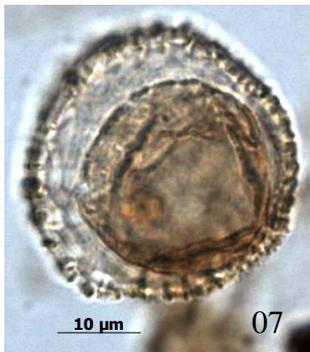
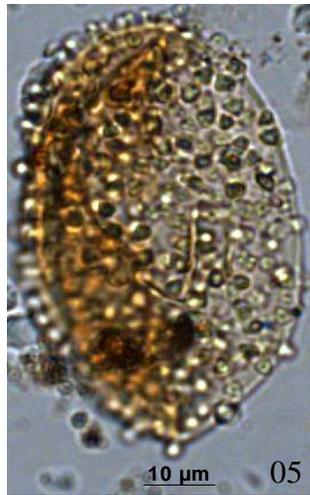
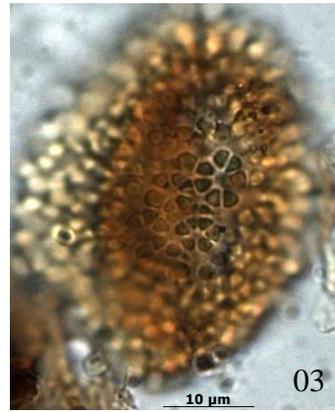
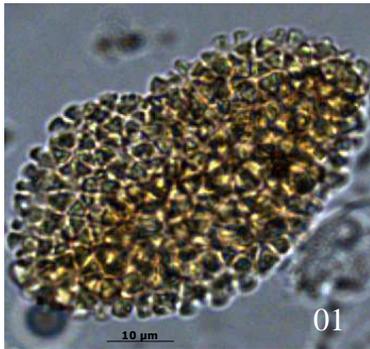
02, 03 - *Stellatopollis araripensis* Lima, 1978 a.

04, 05, 06 - *Stellatopollis dubius* Lima, 1978 a.

07, 08, 09 - *Afropollis jardinus* Doyle et al., 1982.

10 - *Cavamonoclpites punctatus* Lima, 1978 a.

ESTAMPA X



— 10 µm

ESTAMPA XI

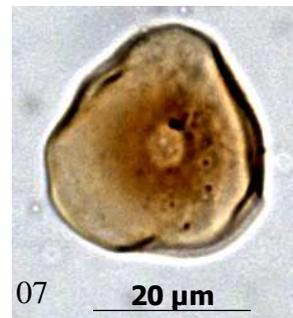
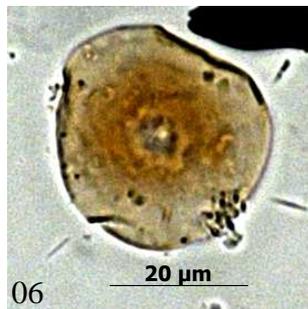
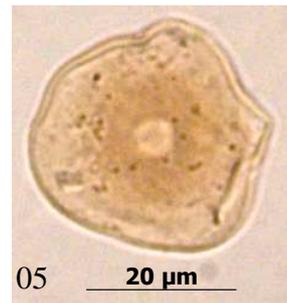
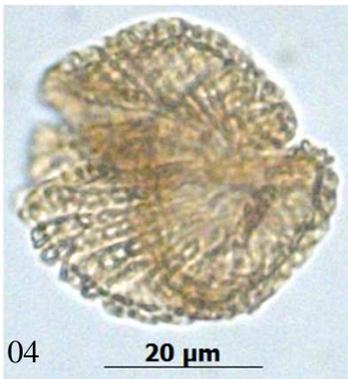
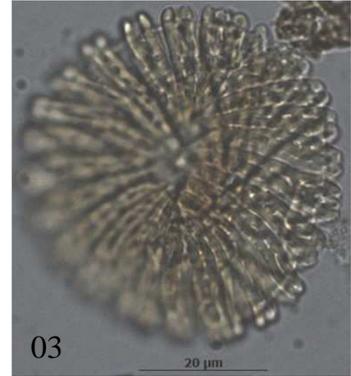
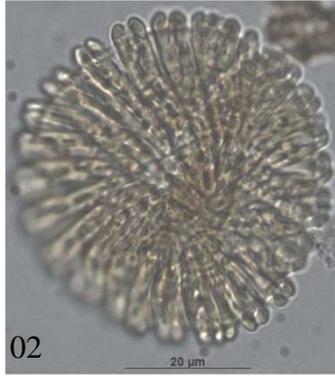
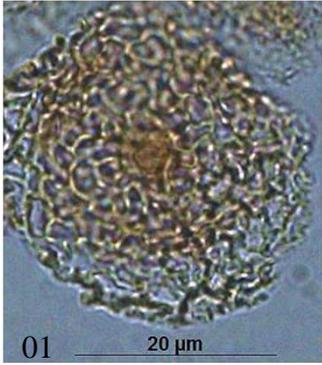
ESTAMPA XI

01 - *Afropollis zonatus* Doyle et al., 1982.

02, 03, 04 - *Trisectoris reticulatus* Heimhofer & Hochuli, 2010.

05, 06, 07 - *Exesipollenites tumulus* Balme, 1957.

ESTAMPA XI



ESTAMPA XII

ESTAMPA XII

01 - *Botryococcus brauni* Kutzing, 1849.

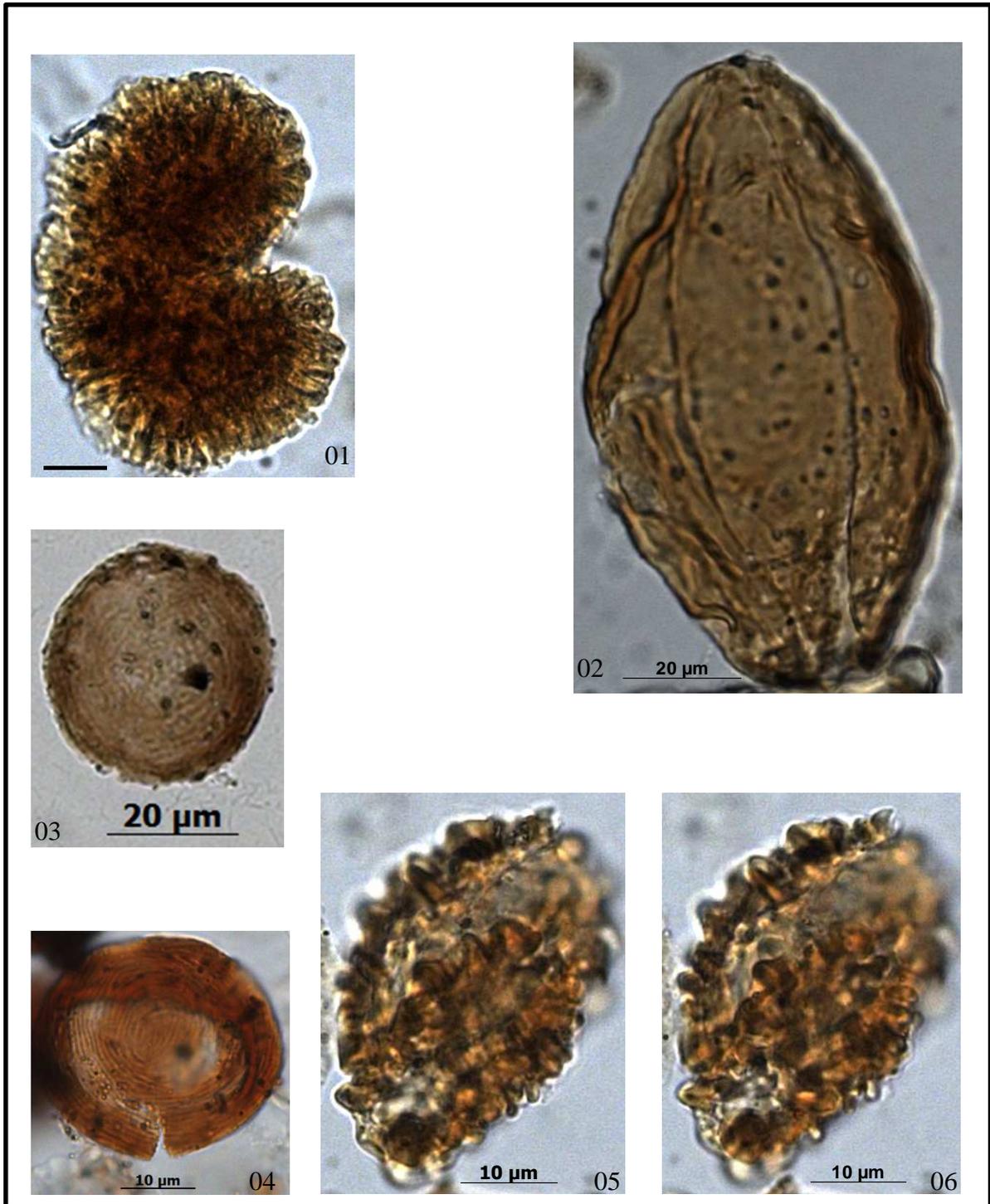
02 - *Schisosporis parvus* Cookson & Dettman, 1959.

03 - *Chomotriletes almegrensis* Pocock, 1962.

04 - *Chomotriletes fragilis* Pocock, 1962.

05, 06 - *Reyrea polymorphus* Hengreen, 1973.

ESTAMPA XII



— 20 μm

ESTAMPA XIII

ESTAMPA XIII

01,02,03 - Palinomorfos não identificados

04, 05 - *Maranhites* sp.

06 - Escolecodonte

07 - Esporo de fungo – *Callimothalus* sp.

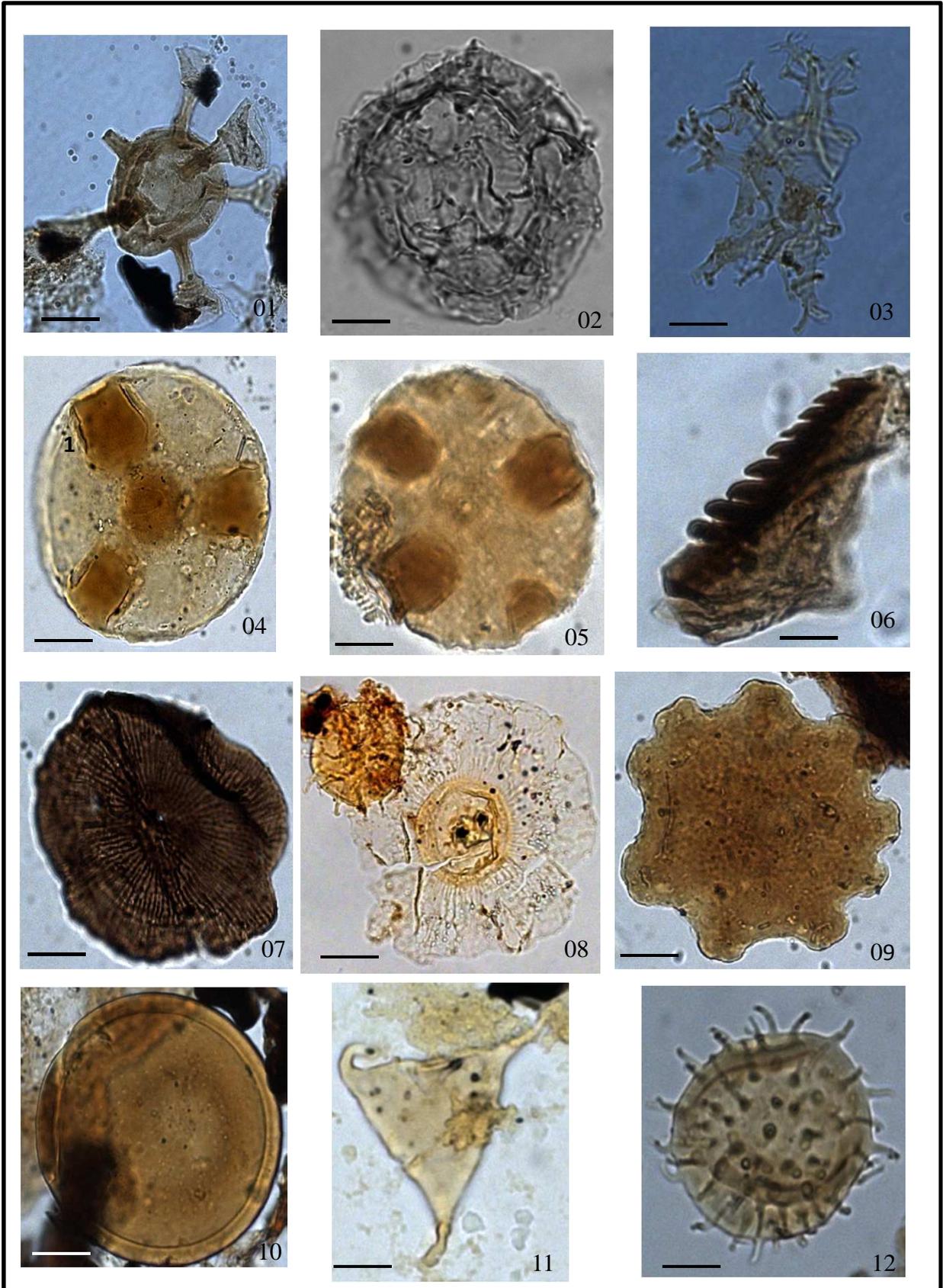
08 - *Pterospermella* sp.

09, 10 - *Tasmanites* sp.

11 - *Veryachium* sp.

12 - Acritarca

ESTAMPA XIII



— 20 μ m

ANEXOS



Caixa 01 – Prof. 0,00 – 10,63m



Caixa 05 – Prof. 28,79 – 33,30m



Caixa 02 – Prof. 11,05 - 15,82m



Caixa 06 – Prof. 33,30 – 37,68m



Caixa 03 – Prof. 16,10 - 21,90m



Caixa 07 – Prof. 38,10 – 42,61m



Caixa 04 – Prof. 21,90 – 28,79m



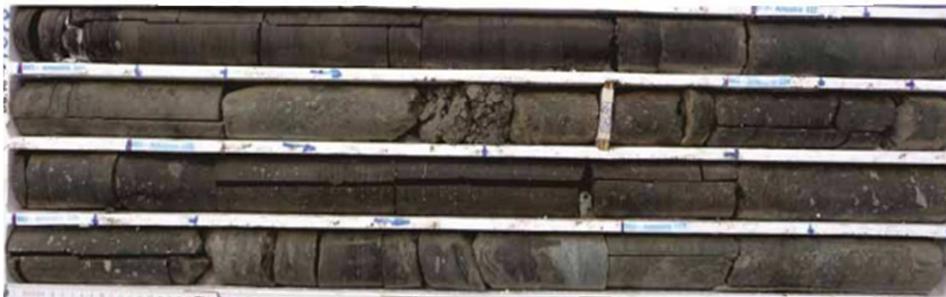
Caixa 08 – Prof. 42,70 – 47,37m



Caixa 09 – Prof. 47,67 – 52,00m



Caixa 10 – Prof. 52,45 – 56,76m



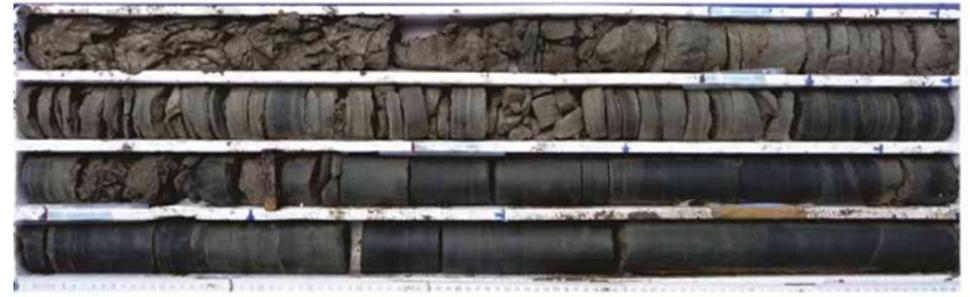
Caixa 11 – Prof. 56,76 – 61,15m



Caixa 12 – Prof. 61,15 – 65,55m



Caixa 13 – Prof. 65,55- 71,82m



Caixa 14 – Prof. 71,82 – 76,23m



Caixa 15 – Prof. 76, 23 – 79,86m



Caixa 16 – Prof. 80,05 – 84,27m



Caixa 17 – Prof. 84,35 – 88,44m



Caixa 18 – Prof. 88,44 – 90,50m