



**UFAM**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**CRONOESTRATIGRAFIA E INTERPRETAÇÃO  
PALEOAMBIENTAL DE DEPÓSITOS MIOCENOS DA  
FORMAÇÃO SOLIMÕES, REGIÃO DE COARI, AM.**

**ROSEMERY ROCHA DA SILVEIRA**

Manaus  
2005

ROSEMERY ROCHA DA SILVEIRA

**CRONOESTRATIGRAFIA E INTERPRETAÇÃO  
PALEOAMBIENTAL DE DEPÓSITOS MIOCENOS DA  
FORMAÇÃO SOLIMÕES, REGIÃO DE COARI, AM.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Regional.

Orientador: Prof. AFONSO CÉSAR RODRIGUES NOGUEIRA, Dr.  
Co-Orientador: MITSURU ARAI, Dr.

Manaus  
2005

ROSEMERY ROCHA DA SILVEIRA

**CRONOESTRATIGRAFIA E INTERPRETAÇÃO  
PALEOAMBIENTAL DE DEPÓSITOS MIOCENOS DA  
FORMAÇÃO SOLIMÕES, REGIÃO DE COARI, AM.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Regional.

Dissertação Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Afonso César Rodrigues Nogueira, Dr. - Orientador  
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

José Ricardo Maizatto, Dr.  
Centro de Pesquisa da Petrobrás - CENPES/RJ

Maria Lúcia Absy, Dra.  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Manaus  
2005

À minha família, pelo constante incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Reservo esta página para externar meus mais sinceros agradecimentos a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

- A doutor Afonso César Rodrigues Nogueira a realização deste, cujo apoio e questionamentos sempre embasados cientificamente estimularam e preconizaram a inserção de novos conhecimentos;
- A Mitsuru Arai por sua co-orientação, presteza na correção e por suas valiosas sugestões;
- Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Amazonas, pela infraestrutura e apoio externado;
- A Prof. Adriana Horbe pelo apoio principalmente através do projeto coordenado por ela (CTPETRO-CNPq, 460223/01-1);
- As doutoras Maria Lúcia Absy e José Ricardo Maizatto por colaborarem na composição da banca de defesa desta;
- A FAPEAM que me apoiou financeiramente durante parte desta jornada;
- Aos geólogos Cecília Lana, Elizabete Pedrão e José Henrique G. Melo, pelo profissionalismo e ajuda incondicional;
- A Igor Augusto Almeida e Sérgio Caixão, Renatinho, Eduardo e Simoninha, pela ajuda e carinho dispensados.
- E aos meus amigos José Bandeira, Joelson Lima Soares, Humberto Dias Abinader, Mônica Elizeth Freitas e Maria Custódia pela ajuda e apoio. Aos colegas pelo companheirismo e desprendimento;
- Em particular à Fabio Fernandes, por sua ajuda, sugestões, paciência e carinho em todo o decorrer dessa jornada.

Universidade Federal do Amazonas  
Cronoestratigrafia e Interpretação Ambiental dos Depósitos  
Miocênicos da Formação Solimões, região de Coari, AM. / Manaus,  
2005.

111 p. ilustr.

1. Cronoestratigrafia e Interpretação Ambiental - Coari 2.  
Depósitos Miocênicos da Formação Solimões - Região de Coari, AM  
I. Título.

Ficha catalográfica elaborada por:

“Estudai a natureza e, mesmo o que não  
puderdes compreender, admirai.  
Em todo o universo há beleza e harmonia”.

**Ieda Graci**

## SUMÁRIO

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| RESUMO .....                                                | ix |
| ABSTRACT .....                                              | x  |
| PARTE 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....                      | 11 |
| CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....                               | 11 |
| 1.1. Apresentação .....                                     | 11 |
| 1.2. Objetivo .....                                         | 12 |
| 1.3. Área de Estudo e Base de Dados .....                   | 12 |
| CAPÍTULO 2 - MATERIAIS E MÉTODOS .....                      | 14 |
| 2.1. Coleta Sistemática de Amostras .....                   | 14 |
| 2.2. Técnica de Preparação das Amostras .....               | 14 |
| 2.3. Análise Palinológica .....                             | 16 |
| 2.4. Análise Sedimentológica .....                          | 17 |
| CAPÍTULO 3 - A BACIA DO SOLIMÕES .....                      | 19 |
| 3.1. Geologia Regional .....                                | 19 |
| 3.2. Formação Solimões .....                                | 22 |
| 3.2.1. Estratigrafia e Paleoambiente .....                  | 22 |
| 3.2.2. Paleontologia .....                                  | 23 |
| 3.2.3. Idade com Base em Palinomorfos .....                 | 24 |
| PARTE 2 - RESULTADOS .....                                  | 25 |
| CAPÍTULO 4 - A FORMAÇÃO SOLIMÕES NA REGIÃO DE COARI .....   | 25 |
| 4.1. Aspectos Faciológicos e Estratigráficos .....          | 25 |
| 4.2. Interpretação Paleoambiental .....                     | 27 |
| CAPÍTULO 5 - PALINOMORFOS .....                             | 30 |
| 5.1. Introdução .....                                       | 30 |
| 5.2. Descrição Sistemática .....                            | 31 |
| 5.2.1. FUNGI .....                                          | 31 |
| 5.2.2. ALGAE .....                                          | 33 |
| 5.2.3. ACRITARCHA .....                                     | 33 |
| 5.2.4. SPORITES .....                                       | 34 |
| Classe MONOLETES IBRAHIM, 1933 .....                        | 34 |
| Classe TRILETES REINSCH emend. DETTMANN, 1963 .....         | 37 |
| 5.2.5. POLLENITES .....                                     | 45 |
| Classe INAPERTURATAE IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950 .....     | 45 |
| Classe FENESTRATAE VAN DER HAMMEN, 1956b .....              | 46 |
| Classe MONOCOLPATAE IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950 .....      | 48 |
| Classe MONOPORATAE IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950 .....       | 51 |
| Classe DIPOCOLPATAE IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950 .....      | 52 |
| Classe TRICOLPATAE IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950 .....       | 53 |
| Classe TRIPORATAE IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950 .....        | 54 |
| Classe TRICOLPORATAE IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950 .....     | 57 |
| Classe STHEPHANOCOLPATAE IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950 ..... | 61 |
| Classe STHEPHACOLPORATAE IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950 ..... | 62 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Classe PERIPORATAE IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950 .....                                         | 62 |
| Classe POLYADEAE IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950 .....                                           | 65 |
| 5.2.6. SACCITES .....                                                                         | 65 |
| 5.3. Análise Bioestratigráfica .....                                                          | 68 |
| 5.4. Análise Cronoestratigráfica.....                                                         | 70 |
| PARTE 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                                                          | 71 |
| CAPÍTULO 6 - DISCUSSÕES E INTERPRETAÇÕES .....                                                | 71 |
| 6.1. Aspectos Paleoambientais da Formação Solimões com Base no Conteúdo<br>Palinológico ..... | 71 |
| 6.2. Eventos erosivos na sucessão Solimões.....                                               | 79 |
| 6.3. Correlação com outras unidades do Mioceno da Amazônia.....                               | 80 |
| CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES .....                                                                 | 81 |
| CAPÍTULO 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                  | 83 |
| ANEXOS .....                                                                                  | 92 |

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

- QUADRO 1** - CLASSIFICAÇÃO HIERÁRQUICA DOS SUBAMBIENTES EM RIOS MEANDRANTES PROPOSTA POR SHANSTER (1951) E ALLEN (1965) (IN: SELLEY, 1988).....28
- QUADRO 2** - ZONEAMENTOS PALINOESTRATIGRÁFICOS DO NORTE DA AMÉRICA DO SUL (MODIFICADO DE LEITE, 1997).....70
- TABELA 1.** REPRESENTAÇÃO DAS UNIDADES BIOESTRATIGRÁFICAS E CRONOESTRATIGRÁFICAS IDENTIFICADAS NA REGIÃO DE COARI (PERFIS SIMPLIFICADOS).....71
- TABELA 2** - PALINOMORFOS DA UNIDADE INFERIOR DA FORMAÇÃO SOLIMÕES. ABREVIATURAS: P01, P02, P03, P09, P12 E P13 = PERFIS ANALISADOS, E = ESPORO, P = GRÃO DE PÓLEN, A = ALGA, F = FUNGO, X = ACRITARCA, R = RETRABALHAMENTO E CONT = CONTAMINANTES.....79

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1 - Mapa geológico e de localização dos pontos de estudo, região de Coari, Amazonas.....                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 13 |
| FIGURA 2 - Mapa de localização da Bacia do Solimões (Modificado de BARROSO, 2001).....                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 19 |
| FIGURA 3 - Carta Estratigráfica da Bacia do Solimões (Modificado de EIRAS <i>et. al</i> , 1994).....                                                                                                                                                                                                                                                                             | 21 |
| FIGURA 4 - (A) Unidades da Formação Solimões aflorantes na margem direita do Rio Solimões, região de Coari, afloramento 2. O contato entre as associações 1 (pelito) e 2 (arenito - pelito); notar base do canal com estratificação inclinada heterolítica. B) Base do canal marcada por fragmentos de madeira. C) Detalhe da estratificação inclinada cruzada heterolítica..... | 27 |
| FIGURA 5 - Distribuição vertical dos palinórfos encontrados em afloramentos as margens do Rio Solimões, região de Coari, Bacia do Solimões, AM.....                                                                                                                                                                                                                              | 67 |
| FIGURA 6 - Representação gráfica quantitativa (porcentagem) dos principais palinórfos encontrados no ponto 02, a margem direita do Rio Solimões, região de Coari, Amazonas (300 grãos contados por amostra).....                                                                                                                                                                 | 73 |
| FIGURA 7 - Representação gráfica quantitativa (porcentagem) dos principais palinórfos encontrados no ponto 09, a margem direita do Rio Solimões, região de Coari, Amazonas (300 grãos contados por amostra).....                                                                                                                                                                 | 74 |

|                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 8 - Representação gráfica quantitativa (porcentagem) dos principais palinórfos encontrados no ponto 11, a margem esquerda do Rio Solimões, região de Coari, Amazonas (300 grãos contados por amostra)..... | 75 |
| FIGURA 9 - Representação gráfica quantitativa (porcentagem) dos principais palinórfos encontrados no ponto 12, a margem direita do Rio Solimões, região de Coari, Amazonas (300 grãos contados por amostra).....  | 76 |
| FIGURA 10 - Representação gráfica quantitativa (porcentagem) dos principais palinórfos encontrados no ponto 13, a margem direita do Rio Solimões, região de Coari, Amazonas (300 grãos contados por amostra)..... | 77 |
| FIGURA 11 - Mapa Gravimétrico Bourguer da Bacia do Amazonas, em vermelho isópacos (Modificado de WANDERLEY FILHO, 1991).....                                                                                      | 81 |

## RESUMO

O Mioceno representa um dos períodos da evolução da Terra caracterizado por pronunciadas mudanças climáticas e bioevolutivas associadas a expressivas transgressões marinhas. Na América do Sul, estes eventos foram concomitantes com o contínuo soerguimento da Cordilheira dos Andes causando significativas modificações paleogeográficas e paleoambientais no continente. Na região centro-ocidental da Amazônia, o estudo palinológico e estratigráfico de depósitos miocenos na Formação Solimões, identificou duas associações de fácies, recobertas discordantemente por depósitos pleistocenos da Formação Içá: 1) Associação 1- *pelito laminado*, caracterizada por pelitos cinza ricos em matéria orgânica, relacionada a um ambiente lacustre; e 2) Associação 2- *arenito e pelito com estratificação inclinada heterolítica* representativa de um sistema fluvial meandrante. O influxo continental é indicado pela ocorrência de fitoclastos e esporos de algas de água doce (*Ovoidites*). A idade neomiocena para a Formação Solimões na região de Coari é indicada pela ocorrência de *Echitricolporites spinosus* (Superzone X *sensu* Muller *et al.*, 1987) e presença de *Echiperiporites akanthos*, que não atinge o Plioceno. Palinomorfos transportados como *Crassoretitriletes vanraadshoovenii* e *Grimsdalea magnaclavata*, formas comumente encontradas no Mesomioceno, confirmam a idade neomiocena e o evento erosivo durante o Mesomioceno. Além disso, a erosão concomitante de rochas paleozóicas da borda oeste da Bacia do Amazonas é indicada pela abundância de acritarcos neodevonianos retrabalhados.

## ABSTRACT

The Miocene is one of the periods of Earth characterized by pronounced climatic and bioevolutive changes associates to the expressive marine transgressions. In the South America, these events were concomitant with the progressive uplift of Andes cordillera causing significant paleogeographical and paleoenvironmental modifications. In the center-western region of the Amazônia, the palynologic and stratigraphic studies of Miocene Solimões Formation identified two *facies associations*, unconformably overlain by Pleistocene siliciclastic deposits of Içá Formation: 1) The Association 1- *laminated pelite*, characterized by grey pelites with concentration of organic matter, related to an lacustrine environment; and 2) Association 2 – sandstone and pelite with heterolithic inclined stratification representative of a meandering fluvial system. The continental inflow is indicated by abundance of phytoclast and fresh water algae (*Ovoidites*). The Neomiocene age for the Solimoes Formation on the Coari region is indicated by occurrence of *Echitricolporites spinosus* (Superzone X *sensu* Muller *et al.*, 1997) and confirmed by the presence of *Echiperiporites akanthos*, it doesn't reach the Pliocene epoch. Reworked palynomorphs as *Crassoretitriletes vanraadshoovenii* and *Grimsdalea magnaclavata*, forms commonly found in the Mesomiocene, confirm the Neomiocene age and the erosive event during Mesomiocene. Additionally, the concomitant erosion of Paleozoic rocks of western border of Amazonas basin is indicated by abundant Neodevonian acritarchs.

## PARTE 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

#### 1.1. Apresentação

A partir da década de 70, intensas pesquisas de cunho geológico foram desencadeadas nas bacias sedimentares do Brasil, devido a grande demanda por recursos energéticos, particularmente hidrocarbonetos.

As investigações enfocavam, em especial, os estratos paleozóicos ou cretáceos, devido a maior concentração de hidrocarbonetos, enquanto que os depósitos neógenos eram pouco estudados e careciam interpretações paleoambientais e bioestratigráficas. A partir de estudos realizados, na década de 80, no extremo oeste e parte Ocidental da Amazônia, o Neógeno começou a ser melhor compreendido, em particular o Mioceno. Este período é de particular interesse geo-histórico, visto que se processaram significativas mudanças paleogeográficas globais, aliadas as grandes variações climáticas na história da Terra, o que resultou em oscilações globais do nível do mar (SALGADO-LABOURIAU, 1994; HOLBOURN *et al*, 2004).

A Bacia do Solimões é representada, dentre as bacias paleozóicas, um dos maiores pólos petrolífero do Brasil, e a mais produtiva em área continental, e devido a sua importância, há a necessidade de melhor compreensão sobre a sua história evolutiva e posicionar as unidades estratigráficas. Embora a bioestratigrafia em subsuperfície de unidades fanerozóicas esteja bem estabelecida, ainda é deficiente o estudo cronoestratigráfico de afloramentos, em particular no que concerne à análise micropaleontológica. Além disso, ainda existem poucos estudos sobre o Neógeno da Amazônia enfocando a análise dos ambientes deposicionais/sedimentologia/estratigrafia, o que prejudica o entendimento sobre a evolução paleoambiental da parte centro-leste da Amazônia.

## **1.2. Objetivo**

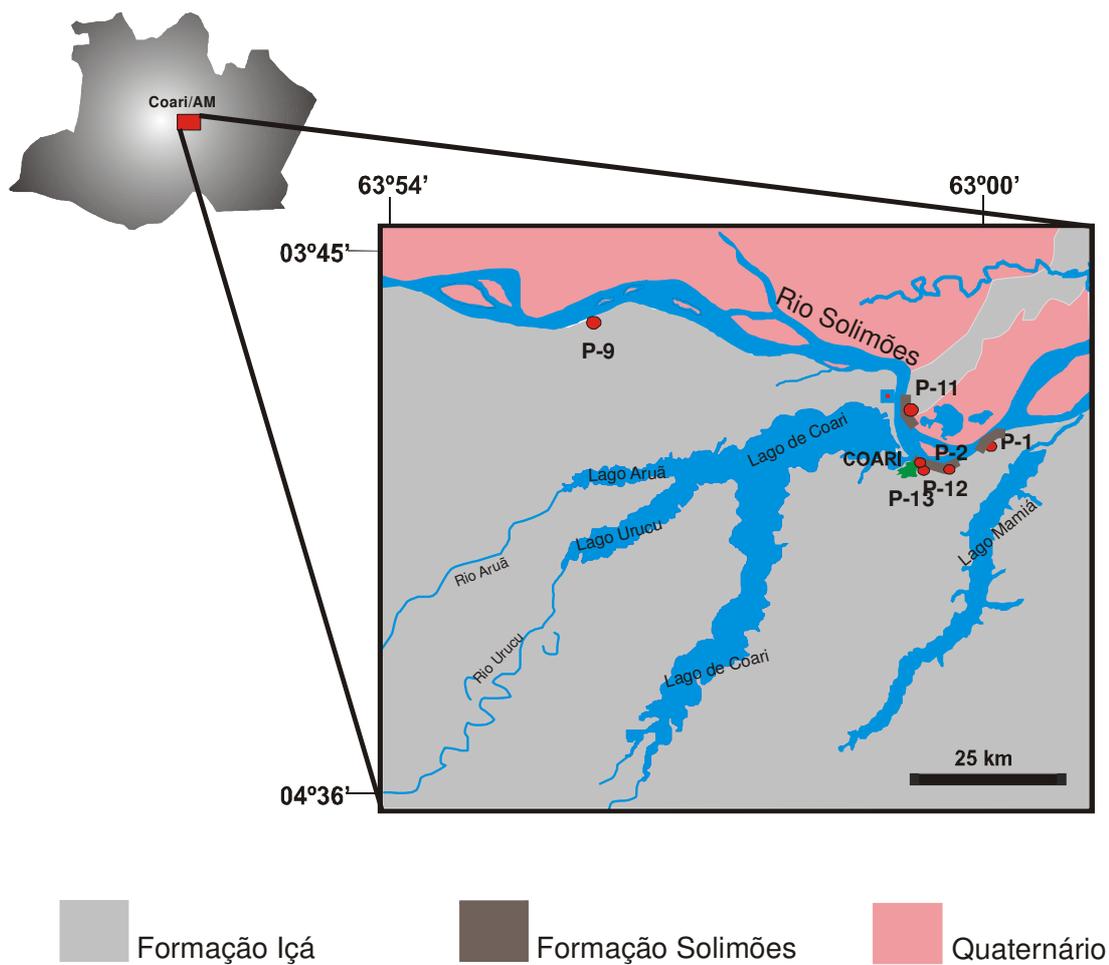
O escopo deste trabalho é a determinação das associações palinológicas, análise de ambientes deposicionais (sedimentologia/estratigrafia) e correlacionar os palinomorfos encontrados da porção centro-leste da Bacia do Solimões, aos zoneamentos estabelecidos para região norte da América do Sul

Os objetivos específicos visam estabelecer a quantificação, identificação e frequência dos taxa nos depósitos da região de Coari, para auxiliar as interpretações paleoclimáticas e paleoambientais.

A determinação de biozonas permitirá a datação relativa da Formação Solimões. A integração destes dados fornecerá subsídios para o conhecimento do conteúdo paleoflorísticos dos depósitos Neógenos e esboçar parte da evolução geológica da região centro-leste da Amazônia.

## **1.3. Área de Estudo e Base de Dados**

O estudo bioestratigráfico e sedimentológicos dos depósitos sedimentares da Formação Solimões na porção centro-leste da Bacia do Solimões se concentrou em afloramentos localizados nas adjacências da cidade de Coari, estado do Amazonas (Figura 1). Estes depósitos apresentam melhor exposição nas escarpas fluviais restritas as calhas principais do Rio Solimões e seus tributários. Foi possível realizar investigação estratigráfica contínua na escala de afloramento, durante o período de vazante, nos meses de outubro e novembro. Em geral, em terra firme estes depósitos estão recobertos por horizontes de solo e densa vegetação. Dos treze pontos visitados, sete mostraram-se mais promissores para a análise palinológica por conter maior espessura de litotipos de coloração cinza escura, ricos em matéria orgânica.



**FIGURA 1** - Mapa geológico e de localização dos pontos de estudo, região de Coari, Amazonas.

## **CAPÍTULO 2 - MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Coleta Sistemática de Amostras**

O material de estudo abrangeu 66 amostras coletadas em seis afloramentos, designados como P1, P2, P9, P11, P12 e P13 (Figura 1).

A coleta consistiu em retirada ascendente de material em intervalos de 20 cm, em amostras de superfície, sendo selecionados os níveis de afloramentos com cores cinza escuras, indicadoras de ambiente redutor, favorável a preservação de matéria orgânica. As amostras foram acondicionadas em sacos de plástico, com dados concernentes a localidade, numeração do ponto, número do perfil e número da amostra.

### **2.2. Técnica de Preparação das Amostras**

O material coletado foi encaminhado para o Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Amazonas, onde foram pesadas em alíquotas de 30 g, para que seguissem as etapas de tratamento químico, realizado no Centro de Pesquisa da PETROBRÁS - CENPES/RJ.

As etapas desenvolvidas no CENPES seguem estágios sucessivos e dependentes, que neste trabalho serão vistas em separado, como segue abaixo:

- *Tratamento Químico*

As amostras foram colocadas em béquers de polipropileno de 1000 ml. Adicionou-se lentamente HCl a 32% controlando a reação com álcool. O ataque com esta solução foi efetuado por no mínimo 2 (duas) horas. Para a lavagem descartou-se um pouco do ácido e adicionou-se água. A solução restante foi deixada para decantar repetindo-se o procedimento por mais três vezes. Posteriormente, adicionou-se à amostra tratada com HCl, cerca de 200 ml de HF (ácido fluorídrico) 40% a frio, para eliminar os silicatos, deixando-se a reação se processar por no mínimo 12 horas. Para se obter um melhor ataque, foi necessário de 4 a 5 dias, até que a reação se completasse. Caso necessário, controla-se a reação com água.

O sobrenadante formado da reação com o silicato foi eliminado por descarte, e ao béquer foi adicionada água. Deixou-se decantar por aproximadas três horas. Repetiu-se a lavagem da amostra por três vezes.

O material retido foi descartado e o resíduo que passou por essa peneira foi transferido para um tubo de 250 ml e deixado para decantar por três horas e se eliminou as partículas sobrenadante.

Adicionou-se 50 ml de ácido clorídrico por amostra, para eliminar novamente os fluorsilicatos. Deixou-se reagir por no mínimo uma hora. Lavou-se três vezes com água quente, de maneira a manter os fluorsilicatos em solução, para serem eliminados no descarte de material, o material decantado foi retido.

A amostra foi transferida para tubos de 50 ml, cujo volume foi completado com água. Leva-se para centrífugar por cinco minutos, a velocidade 1800 rpm (rotação por minuto). O material ficou concentrado no fundo do tubo, e a água foi descartada.

Adicionou-se ao tubo  $ZnCl_2$  (cloreto de zinco), submetendo-o novamente à centrífuga por mais 20 minutos, a fim de separar, por densidade, a amostra.

A matéria orgânica mantém-se flutuante, formando um anel sobrenadante, o qual foi transferido para outro tubo de 50 ml, posteriormente foi adicionada a solução de  $ZnCl_2$  (cloreto de zinco) e novamente centrifugada por mais 20 minutos.

O novo sobrenadante formado foi transferido para peneira com malha de 10  $\mu m$ , onde foi adicionado o HCl diluído (1:1). Lavou-se a amostra no mínimo três vezes. Eliminou-se a matéria orgânica húmica solúvel com KOH (hidróxido de potássio) a 10%, para que ocorresse a concentração dos palinomorfos. O critério

usado para definir o tempo de ataque por hidróxido de potássio foi até o momento da amostra atingir a coloração chá. Após esta etapa, lava-se a amostra por mais três vezes, no mínimo, repetindo o processo caso não tenha obtido este padrão de coloração. O material retido na peneira foi transferido para tubos de 10 ml.

#### ▪ *Confecção de Lâmina para Análise Palinológica*

Para confecção da lâmina foram necessários: lamínula, lâmina, chapa aquecedora, goma de acácia, água, resíduo tratado, bandejas, etelan, canudos e palitos descartáveis.

Foi utilizada chapa aquecedora a uma temperatura em torno de 60°C, fixou-se a lamínula sobre a chapa com uma gota d'água. Adicionaram-se gotas de água e goma de acácia sobre a lamínula, misturando-as. Após este procedimento, o resíduo, previamente concentrado, foi espalhado de modo homogêneo até obter a secagem do material.

A colagem das lamínulas sobre as lâminas foi realizada na capela utilizando etelan. Para minimizar a formação de bolhas de ar durante esta etapa diminuiu-se ao máximo o ângulo de projeção da lamínula sobre a lâmina. Deixou-se secar por dois dias, para que a lâmina estivesse pronta para observação.

### **2.3. Análise Palinológica**

No presente estudo, utilizou-se os microscópios da marca Zeiss, com ocular de 10X e objetivas de 10X, 40X e 100 X. Os palinomorfos foram fotografados no microscópio, fazendo-se uso de máquina fotográfica digital. Todas as formas foram fotografadas em aumento de 400 X, posto que a objetiva de 100 X não favoreceu uma boa visualização dos palinomorfos.

Para cada estampa foi confeccionada legenda, que consta do nome da espécie, localidade encontrada, número da amostra e coordenadas do microscópio. As notações pertinentes às coordenadas nem sempre foram possíveis de serem anotadas, já que não existiu durante todo o decorrer do tempo de trabalho a disponibilidade de *chariot*. Algumas notações ainda foram dadas em função do emprego de *England Finder*, quando no período de visita técnica ao CENPES.

A análise qualitativa visou classificação taxonômica dos palinomorfos encontrados, para auxiliar a identificação de formas-guias utilizadas nos trabalhos de REGALI *et al.* (1974 a e b), GERMERAAD *et al.* (1968) e MULLER *et al.* (1987). A análise qualitativa foi realizada com microscópio com aumentos de até 400X para permitir a identificação dos taxa.

A análise quantitativa foi utilizada para fornecer subsídio à interpretação paleoambiental. Para tal foram quantificados os palinomorfos pertencentes aos grupos: angiospermas, gimnospermas, pteridófitas, briófitas, algas, fungos e acritarcas. O estabelecimento paleoambiental foi realizado a partir de informações referentes a afinidades botânicas e paleoecológicas, para tanto se utilizou os trabalhos de LEITE (1997), HOORN (1994) e YAMAMOTO (1995). Neste trabalho foi realizado a contagem de 300 palinomorfos por lâmina, tal como sugerido por HOORN (1993) como amostragem confiável, porém GERMERAAD *et al.*, (1968), admitem ser suficiente utilizar em lâminas pouco representativas a contagem de 70 a 100 palinomorfos por amostra.

A análise biocronoestratigráfica foi realizada com apoio dos trabalhos desenvolvidos no Neógeno das bacias brasileiras (REGALI *et al.*, 1974 a e b; MULLER *et al.* 1987; CRUZ, 1984 e HOORN, 1993. O trabalho de REGALI *et al.* (1974 a e b) tem como base o nível de extinção de palinomorfos, enquanto MULLER *et al.* (1987), HOORN (1994) utilizaram em seus zoneamentos na porção Ocidental da Amazônia a caracterização de zonas de concorrência, zona de amplitude e zona de associação.

#### **2.4. Análise Sedimentológica**

O método adotado para a análise sedimentológica foi o modelo descritivo para classificação de fácies, que é considerado por SELLEY (1988) o mais apropriado, pois trata da descrição sem apresentar conotações genéticas.

O termo fácies foi definido por MOORE (1949) como sendo parte de uma unidade estratigráfica que apresenta características significativamente particulares de outras partes da unidade, e são, portanto, o registro direto de uma ambiente deposicional específico (WALKER, 1984; MATTHEWS, 1984).

De acordo com SELLEY (1970 in SELLEY 1988), pode-se definir uma fácies com base nos seguintes parâmetros: geometria, paleontologia, estruturas sedimentares e padrão de paleocorrentes.

Na região de Coari foi possível utilizar, com base na a identificação de fácies, em particular os parâmetros litológicos e paleontológicos.

## CAPÍTULO 3 - A BACIA DO SOLIMÕES

### 3.1. Geologia Regional

A extensa área sedimentar da Região Norte do Brasil recebeu, a princípio, o termo Bacia do Amazonas. Por motivos operacionais esta bacia foi desmembrada, sendo reconhecidas como Bacias do Alto, Médio e Baixo Amazonas. A Bacia do Alto Amazonas, por apresentar evolução geológica diferenciada, foi nomeada como Bacia do Solimões. (CAPUTO *et. al.*, 1971).

A Bacia Paleozóica do Solimões estende-se por aproximados 400.000 km<sup>2</sup>. Seu limite ao sul se dá com o escudo Brasileiro, ao norte com o escudo das Guianas. O Arco de Purus a separa a leste da Bacia do Amazonas, e a oeste seu limite com a Bacia do Acre se dá pelo Arco de Iquitos (Figura 2).

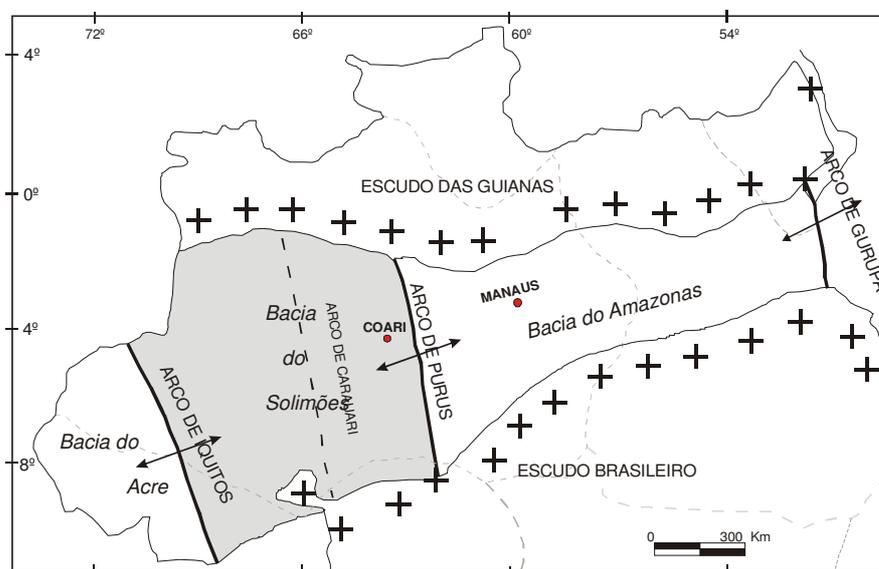


FIGURA 2 - Mapa de localização da Bacia do Solimões (Modificado de BARROSO, 2001).

A Bacia do Solimões foi implantada em rochas cristalinas e sedimentares proterozóicas da Província Amazônia Central, subdividida em sub-bacia de Jandiatuba e sub-bacia do Juruá, separadas pelo alto intra-bacial conhecido como Alto de Carauari. A primeira sub-bacia mencionada sobrepõem-se ao Cinturão Rondoniense, de orientação E-W, e tem substrato constituído por rochas de natureza ígnea e metamórfica. A sub-bacia do Juruá tem o substrato proterozóico de natureza ígnea, metamórfica e sedimentar e seu eixo deposicional está na direção NE-SW. O Alto de Carauari já mencionado é uma feição que exerceu forte controle na sedimentação paleozóica da Bacia do Solimões, em particular nos períodos Ordoviciano, Devoniano e em menor intensidade no permo-carbonífero.

Do ponto de vista estratigráfico tem-se que as coberturas de plataforma pré-cambrianas são pouco conhecidas, e são representadas pelas formações Prosperança e Acari do Grupo Purus e Formação Prainha, definidas principalmente a partir de investigações de subsuperfície, realizadas pela PETROBRÁS.

A sucessão sedimentar da Bacia do Solimões é formada por cinco superseqüências que foram depositadas do Ordoviciano ao Quaternário, e inclui as cinco superseqüências deposicionais (SD) (EIRAS *et al.* 1994). A SD Siluriana-Devoniana é constituída de folhelhos e arenitos marinhos que onlapam o arco de Carauari. A SD devoniana-carbonífera é representada por folhelhos, diamictitos e arenitos de origem marinha raso com tendência progradante. Esta SD é encontrada nas bacias do Amazonas e Solimões, devido ao comportamento subsidente do Arco de Purus que durante o Devoniano favorecia a conexão entre as duas bacias. A SD carbonífera-permiana consiste em depósitos evaporíticos, siliciclástico e carbonatos formados em ambiente áridos, principalmente eólico, fluvial e lacustre. A SD cretácea está representada pela Formação Alter do Chão e a SD cenozóica pelas formações Solimões e Içá. (EIRAS *et al.* 1994, ROSSETTI *et al.*, 2005). Durante o cretáceo ainda existia a conexão entre as duas bacias sedimentares acima mencionadas. Posteriormente, no início do Cenozóico, o Arco de Purus já se comportara como um alto estrutural entre as bacias. Assim, na bacia do Solimões a SD Neógena-quaternária está representada por duas seqüências deposicionais. A primeira de idade neógena representada pelos depósitos predominantemente pelítica da Formação Solimões e a segunda seqüência que inclui os arenitos e conglomerados da Formação Içá (Figura 3). Os processos relacionados ao soerguimento dos Andes

propiciaram uma nova conexão entre as bacias Solimões e Amazonas, influenciando em gerar a sedimentação quaternária disposta nas calhas dos grandes rios amazônicos.

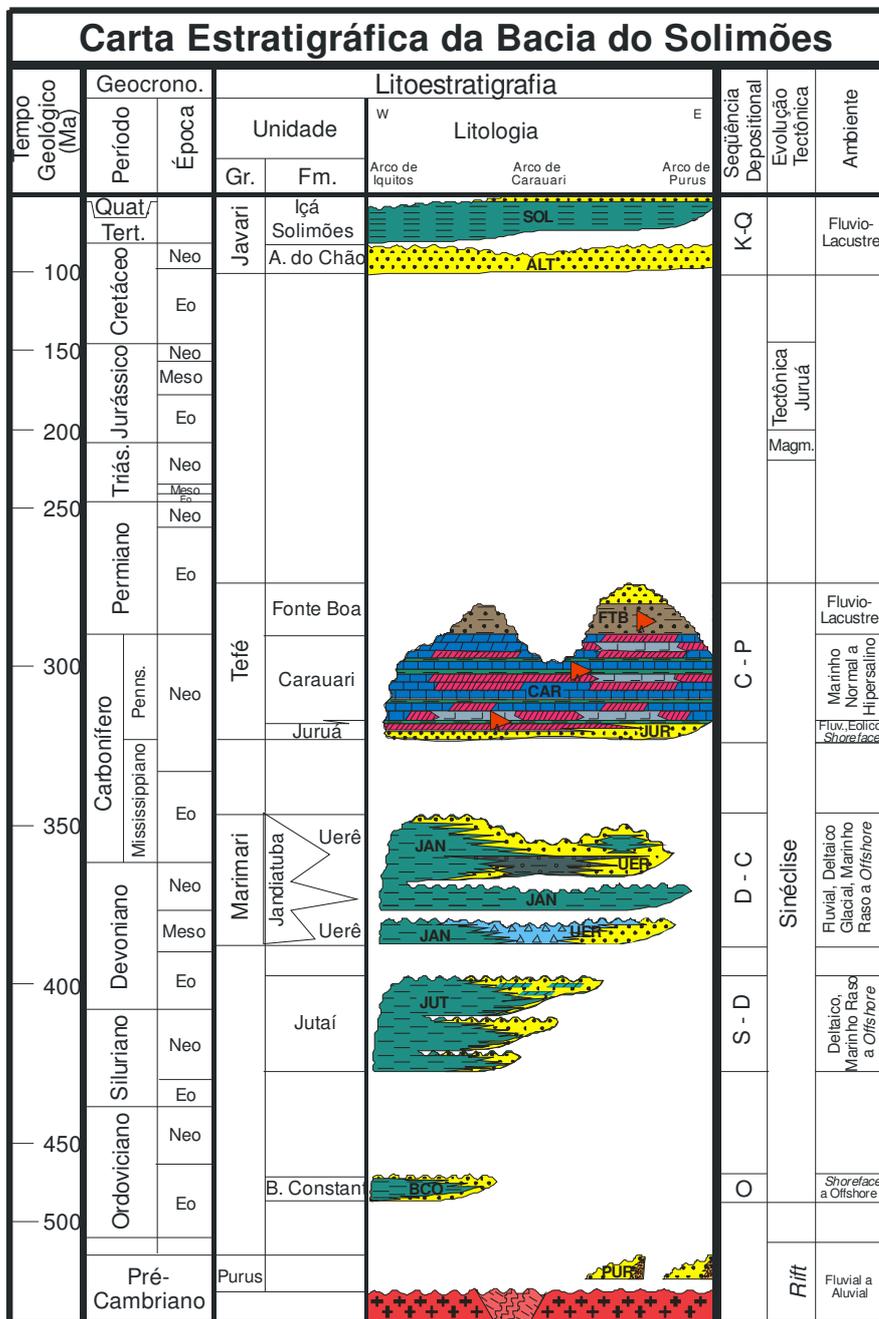


FIGURA 3 - Carta Estratigráfica da Bacia do Solimões (Modificado de EIRAS *et. al.*, 1994).

### 3.2. Formação Solimões

Na região noroeste da América do Sul, a Formação Solimões, como é conhecida no Brasil, em particular Amazonas e Acre, apresenta outras denominações. Na Colômbia é denominada de “Terciário Amazônico”, confinada a bacia de Caquetá-Putumaya, enquanto no Peru recebe o termo Formação Pebas, preenchendo as bacias de Pastaza e Ucayali. Os limites exatos ainda são desconhecidos, em virtude da sua grande área de exposição, e o conhecimento científico ainda é incipiente.

#### 3.2.1. Estratigrafia e Paleoambiente

Os modelos deposicionais propostos para o Neógeno Amazônico são ainda alvos de controvérsia. Essas discrepâncias devem-se, em parte, a grande extensão da área, geralmente recoberta por florestas e a escassez de exposições, geralmente nas margens de rios e com acesso limitado. Estas condições de investigação têm influenciado na imprecisão das propostas estratigráficas para a região. Tal como GAVIS *et al.* (1977), na Colômbia, a identificação, descrição litológica e de estruturas sedimentares realizadas por foi também utilizado por muitos autores em território brasileiro (CAPUTO *et al.* 1971; BRASIL, 1977; MAIA *et al.*, 1977; LATRUBESSE *et al.* 1997).

Os modelos deposicionais propostos para a Formação Solimões incluem o ambiente flúvio-lacustre e o marinho. Para o modelo deposicional lacustre, os sedimentos aflorantes da Formação Solimões estão divididos em duas seqüências: de baixa e alta energia. Os depósitos de baixa energia seriam compostos por sedimentos verde a verde-acinzentado e estratificação planar a maciça. Os sedimentos de alta energia seriam constituídos por argilitos, argilitos sílticos a arenosos e níveis arenosos de granulometria fina à média; vermelhos amarronzados a marrom contendo estratificação cruzada. (CAPUTO, *et al.* 1971; MAIA *et al.* 1977; LATRUBESSE *et al.*, 1997; SILVA, 2004). O contexto flúvio-lacustre tem sido defendido, do ponto de vista sedimentológico, pela ocorrência de veios de gipsita e material carbonático na Formação Solimões, que segundo muitos autores ( *e.g.* BRASIL, 1977; MONSCH, 1998), indica clima tropical, depositados em ambiente

continental. CAPUTO (1971) sugeriu um ambiente deposicional fluvial meandrante fino e lagos formados por canais abandonados.

Nos últimos anos o contexto marinho que foi estabelecido (HOORN, 1994) para a parte mais ocidental, tem sido corroborado pelos trabalhos de natureza estratigráfica realizados em depósitos Neógenos do Peru, Colômbia e Bolívia (RÄNSÄNEN *et al.* 1995, 1998; REBATA *et al.*, 2000; HOMIKOSKI, 2002; GINGRAS *et al.* 2000 e 2002). No Brasil a interpretação ambiente continental (CAPUTO *et al.*, 1971; BRASIL, 1977; MAIA, 1977, LATRUBESSE,1992; ROSSETTI, *et al.* 2005) é proposta, bem como a de ambiente marinho aliados aos dados icnológicos (GINGRAS *et al.*, 2000, NOGUEIRA *et al.*, 2003).

A descrição acima sugere que existem duas linhas de pensamentos. 1) ambiente flúvio-lacustre, 2) ambiente marinho. Um consenso entre as duas correntes diz respeito o reconhecimento de duas unidades sedimentares para a Formação Solimões: uma mais pelítica e outra mais arenosa, indicando deposição menos ou mais energética. Para os defensores da entrada de um mar na área, as duas unidades encontradas são denominadas inferior e superior. A interpretação da influência marinha apóia-se em dados faciológicos, que assumem a ação da entrada do mar, pelos numerosos achados de estratos com influência de maré (bandeamento de maré), reconhecidos de forma sistemática no estado do Acre (RÄNSÄNEN *et al.* 1995; HOMIKOSKI, 2002). REBATA *et al.* (2000) e de forma discreta em território brasileiro (GINGRAS *et al.*, 2002; NOGUEIRA *et al.* 2003).

### **3.2.2. Paleontologia**

Desde o reconhecimento de depósitos terciários no final do século XIX, as ocorrências de fósseis animais e vegetais tem sido bastante documentadas na Formação Solimões, em áreas do Brasil, Peru, Colômbia e Venezuela. (*e.g.* BRASIL, 1977; COSTA, 1979; SILVA, 2004).

Fósseis de mamíferos, aves e répteis tem sido sistematicamente documentados como pertencentes à Formação Solimões A associação faunística dos macrofósseis vertebrados é representada pela ocorrência de ictiólitos (PINTO & PURPER, 1984; MACHADO, 1989, RAMOS *et al.*, 2001), e outros fragmentos de peixes (MALABARBA *et al.* 1998; MONSH, 1998, RAMOS *et al.*, 2001;

SILVEIRA, 2002), fragmentos de répteis como crocodylomorfos, quelônios e serpentes (RAMOS *et al.*, 2001; SILVEIRA, 2002), fragmento de aves (PEREIRA & BOCQUENTIN, 1989; RAMOS *et al.*, 2001; SILVEIRA, 2002), vários grupos de mamíferos terrestres tais como roedores, primatas, tatus, mamíferos aquáticos e semi-aquáticos, como capivaras e cetáceos como odontocetos e peixes-bois (RANCY, 2000; CAMPBELL, *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 1991).

Na Formação Solimões ocorrem bivalves, gastrópodes (COSTA, 1979; VONHOF *et al.*, 1998), e microfósseis de composição calcária como foraminíferos e ostracodes e fragmento de caranguejos (PURPER, 1977 e 1979; SHEPPARD & BATE, 1980; PURPER & PINTO, 1983; MUNHOZ-TORRES *et al.* 1998; PURPER & ORNELLAS, 1991; RAMOS *et al.*, 2001; SILVEIRA, 2002).

Iconofósseis do tipo *Ophiomorpha*, *Scolicia*, *Chondrites*, *Thalassinoides* e *Arenicolites* tem sido mencionados somente há pouco tempo nestes depósitos (GINGRAS *et al.*, 2000; GINGRAS *et al.*, 2002, HONIKOSKI, 2002; NOGUEIRA *et al.*, 2003). Troncos permineralizados e/ou piritizados, linhito e palinomorfos (REGALI *et al.*, 1974; CRUZ, 1984; MULLER *et al.*, 1987; HOORN, 1993, 1994a e 1994b.; SILVA, 2004).

### 3.2.3. Idade com Base em Palinomorfos

A primeira referência à idade dos depósitos do Neógeno amazônico foi feita por DAEMON & CONTREIRAS (1971) que estabeleceram a idade entre Paleoceno e Pleistoceno. Mais tarde o Serviço Geológico do Brasil, através do Projeto Carvão do Alto Amazonas, admitiu idades do Eomioceno ao Plioceno (CRUZ, 1984). O mais recente zoneamento palinológico realizado em depósitos do Neógeno amazônico, compreende idades entre o Eomiceno a Meso-Neomiceno (HOORN, 1994). Contudo, trabalho mais recente realizado em território brasileiro, próximo à área de trabalho de HOORN (1994), encontrou-se uma idade Neomicena (SILVA, 2004).

Para GERMERAAD *et al.* (1968), o Neomiceno é estabelecido a partir da zona de Concorrência de *Echitricolporites spinosus*. Este se encontra associado com *Pisladiporites minimus*, *Cyatheacidites annulatus*, *Bombacacidites ciriloensis*, bem como há a extinção de *G. magnaclava* e *C. vanraadshooveni*. Essa associação é também registrada por MULLER *et al.*, (1987) e REGALI *et al.*, (1974 a e b).

## PARTE 2 - RESULTADOS

### CAPÍTULO 4 - A FORMAÇÃO SOLIMÕES NA REGIÃO DE COARI

#### 4.1. Aspectos Faciológicos e Estratigráficos

A análise de fácies foi baseada na descrição de sete afloramentos localizados na bacia do Solimões (ver item 1.3.). A apresentação das fácies segue o modelo descritivo sugerido por SELLEY (1988).

Na região de Coari a Formação Solimões alcança espessura mínima de 20 m, sendo constituída, predominantemente por pelitos e arenitos finos. As análises de faciológicas e estratigráficas permitiram a individualização de uma unidade sedimentar para a Formação Solimões e duas fácies foram identificadas:

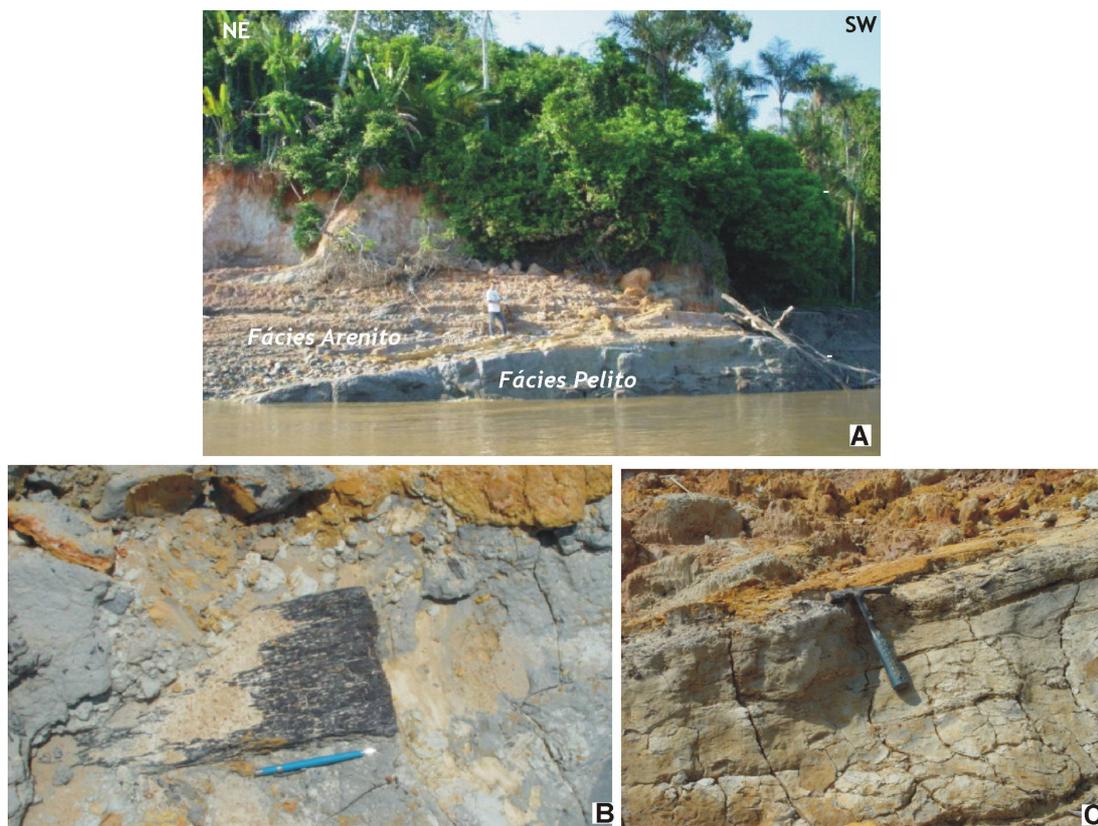
- 1) *Associação 1 - pelito* – consiste de camadas que variam de 50 cm a 2 metros de espessura de pelito cinza escuro, que internamente apresentam estruturas como laminação planar paralela em camadas de 2 mm a 1 cm de espessura, porém o mais freqüente é ocorrência maciça. Em alguns afloramentos o pelito cinza se alterna com lâminas de areia muito fina ou camadas que não excedem 5 cm de espessura, e formam laminação paralela, e laminação cruzada planar e cavalgante, porém é menos comum areia/silte com laminação cruzada cavalgante, e ocorrem raras bioturbações. Fragmentos vegetais, em particular folhas e palinomorfos preservados na laminação plana dos pelitos (Figura 4B).
- 2) *Associação 2 - arenito e pelito com estratificação inclinada heterolítica* - camadas de pelito e arenito formando pares em estratificação inclinada heterolítica (Figura 4A, B e C). Camadas com mergulhos de 30° para NE próximo ao flanco do canal, diminuindo na lateral para 10°, que trunca ou passa, de forma gradual ou erosiva, para os pelitos laminados

(Associação 1). Ciclos granodécrescente ascendente formados por duas fácies:

2.1. *Fácies conglomerado*: composta por conglomerados com clastos de argilas e matriz de areia fina a média, com detritos orgânicos e poucos troncos de até 40 cm;

2.2. *Fácies arenito/argilito*: ritmitos de argila cinza/areia fina a média com detritos orgânicos (sementes, folhas, galhos, dentes de peixes) e intensa bioturbação. Próximo ao contato com a Formação Içá ocorrem marcas de raízes e estruturas de deformação.

Estas unidades são recobertas pelos depósitos da Formação Içá, caracterizada por conglomerados, arenitos médios e pelitos subordinados (Figura 4). Lateralmente estes arenitos passam para uma sucessão de arenitos finos a médios com estratificação cruzada, intercalado com pelitos. As estratificações cruzadas exibem muitas vezes recobrimentos argilosos e superfícies de reativação. Clastos de pelitos acompanham os planos cruzados e ocorrem na base dos *sets* de estrutura cruzada.



**FIGURA 4** - (A) Unidades da Formação Solimões aflorantes na margem direita do Rio Solimões, região de Coari, afloramento 2. O contato entre as associações 1 (pelito) e 2 (arenito - pelito); notar base de canal com estratificação inclinada heterolítica. B) Base do canal marcada por fragmentos de madeira. C) Detalhe da estratificação inclinada heterolítica.

#### 4.2. Interpretação Paleoambiental

A interpretação paleoambiental para os depósitos da Formação Solimões aflorantes na parte central da Amazônia é considerada em território brasileiro como flúvio-lacustre (BRASIL, 1977; MAIA, *et al.*, 1977; EIRAS *et al.*, 1994, ROSSETTI *et al.*, 2005). Com base na presença de um cisto de dinoflagelado e estratificação cruzada heterolítica, NOGUEIRA *et al.* (2003) inferiram influência marinha para estes depósitos na região de Coari. Embora a ocorrência de dinoflagelados seja um incontestável indicador de influência marinha, estes indivíduos não foram registrados novamente nos atuais estudos paleoambientais da Formação Solimões.

Da mesma forma, a estratificação cruzada heterolítica não é determinante de ambientes costeiros, podendo ser registrada também em ambiente fluvial (THOMAS *et al.* 1987). O caráter heterolítico em barras em pontais é normalmente registrado em depósitos de canais meandrantés, seja em ambiente de maré ou fluvial. Entretanto, nos depósitos de maré, a contagem de pares de pelitos ou acamamento de maré (VISSER, 1980) é uma característica que pode ser investigada nos acamamentos heterolíticos.

Com base na descrição de fácies, pode-se afirmar que a Formação Solimões é constituída, basicamente, por areias finas a médias e argilas. A expressiva ocorrência de sedimentos finos é muito comum em depósitos de rios meandrantés do que em rios em padrão *braided*, cujos componentes principais são as areias e os conglomerados (SELLEY, 1988; EINSELE, 1992). A classificação hierárquica dos ambientes presentes em sistemas de rios meandrantés foi estabelecida por SHANSTER (1951) e ALLEN (1965) (*in*: SELLEY 1988), quadro 1.

**QUADRO 1** - CLASSIFICAÇÃO HIERÁRQUICA DOS SUBAMBIENTES EM RIOS MEANDRANTES PROPOSTA POR SHANSTER (1951) E ALLEN (1965) (*In*: SELLEY, 1988)

|                        |                       |                 |
|------------------------|-----------------------|-----------------|
| Depósitos de Canal     | Ativo                 | Fundo de canal  |
|                        |                       | Barra de canal  |
|                        |                       | Barra de pontal |
| Canal abandonado       |                       |                 |
| Depósitos de Inundação | Diques                |                 |
|                        | <i>Crevasse splay</i> |                 |
|                        | Bacia de inundação    | Lagoas de cheia |
|                        |                       | Pântanos        |

Embora sejam muitos semelhantes os depósitos de meandro abandonado e os de planície de inundação, estes podem ser distintos por sua geometria, que no primeiro caso apresentam uma forma de canal e ocorrência de conglomerados na base. Em depósitos de planície de inundação, todavia, há predomínio de silte, argila e areia fina, que podem atingir poucos centímetros de espessura. Laminações cruzadas podem ocorrer em depósitos dessa natureza.

A cor preta destes pelitos, com abundância de detritos orgânicos preservados, e a escassa bioturbação, provavelmente devido a deficiência de oxigênio, coaduna com ambiente redutor, que caracteriza a parte central de um lago (cf. TALBOT & ALLEN, 1996).

Com base nos dados obtidos e comparação com os modelos propostos acima, pode-se determinar a compatibilidade com os registros de canais ativos de sistemas fluviais meandranes adjacentes ou superpostos.

## CAPÍTULO 5 - PALINOMORFOS

### 5.1. Introdução

Para realização da sistemática dos grãos de polens e esporos fósseis encontrados nesse trabalho, foram adotados os trabalhos de classificação de POTONIÉ (1956, 1958, 1960, 1966, 1979 e 1975), bem como as revisões trabalhos no que tange a classificação de Sporites (DETTMANN, 1963; KREMP, 1965; SMITH & BUTTERWORTH, 1967 e TRAVERSE, 1988). A base para classificação desses grupos citados é a identificação de feições diagnósticas como aberturas, estratificação de parede, espessamento e/ou extensão de exina e escultura de esporos e pólenes.

Desta forma, foi possível identificar 38 gêneros e 23 espécies de grãos de pólenes de angiospermas e gimnospermas, 24 gêneros e 10 espécies de esporos de pteridófitas, 7 gêneros de esporos de fungo e 2 gêneros e 2 espécies de algas.

Os trabalhos desenvolvidos em áreas adjacentes e contemporâneas, serviram de base para reconhecimento de formas encontradas, quando possível a nível específico. O trabalho de YAMAMOTO (1995) permitiu identificar formas indicadoras paleoambientais, ao passo que os trabalhos de GERMERAAD *et al.*, (1968), REGALI *et al.*, (1974 a e b), MULLER *et al.*, 1987, LEITE (1997) e SILVA (2004) favoreceram a identificação de palinomorfos marcadoras de idade.

Foi possível agrupar os palinomorfos encontrados nas seguintes categorias: esporos de fungos, algas de água-dece, acritarcas, esporos de pteridófitas e polens de gimnospermas e angiospermas. Faz-se necessário salientar que o grupo de fungos não foi estabelecido a nível específico, objetivando apenas reconhecer a informação paleoecológica que estes possam fornecer. Embora muitos acritarcas tenham sido identificados (MELO, 2005), suas descrições não constam no presente trabalho, por se tratar de palinomorfos que remontam ao paleozóico.

## 5.2. Descrição Sistemática

### 5.2.1. FUNGI

Gênero *Monoporisorites* (HAMMEN) emend. ELSIK, 1978

*Monoporisorites* spp 01.

Estampa 01, Foto 01

Descrição: esporo de fungo monoporado, unicelado, psilado, forma esférica ou subesférica. Poro com ânulo.

Dimensões: corpo 20 x 22 µm.

Afinidade botânica: fungo.

*Monoporisorites* spp 02.

Estampa 01, Foto 02

Descrição: Esporo de fungo monoporado, unicelado, psilado, forma esférica.

Dimensões: corpo 25 x 18 µm.

Afinidade botânica: fungo.

Gênero *Mediaverrusporonites* JERZEN & ELSIK, 1986

*Mediaverrusporonites* sp. 01

Estampa 01, foto 03

Descrição: esporo de fungo unicelado, simetria bilateral, elíptico. Presença de verrugas na região equatorial.

Dimensões: corpo 50 x 20 µm.

Afinidade botânica: fungo.

*Mediaverrusporonites* sp. 02

Estampa 01, foto 04

Descrição: esporo de fungo unicelado, simetria bilateral, contorno elíptico, um poro em cada um dos ápices. Presença de cinco verrugas na região equatorial. Psilado.

Dimensões: corpo 35 x 20 µm.

Afinidade botânica: fungo.

*Fusiformisporites* sp. 01

Estampa 01, foto 06

Descrição: esporo de fungo dicelado, simetria bilateral, contorno fusiforme, inaperturado. Superfície psilada.

Dimensões: corpo 24 x 15 µm.

Afinidade botânica: fungo.

Gênero *Multicellaesporites* (ELSIK) emend. SHEFFY & DILCHER, 1971

*Multicellaesporites* ssp.

Estampa 01, foto 07

Descrição: Esporo de fungo inaperturado, psilado, com três ou mais células, dois ou mais septos, forma variável.

Dimensões: corpo 45 x 20 µm.

Afinidade botânica: fungo.

*Incertae sedis*

Estampa 01, foto 05

Descrição: esporo de fungo tricelado, simetria bilateral, contorno fusiforme, inaperturado, dois septos com espessuras equidistantes. Superfície psilada.

Dimensões: corpo 25 x 20 µm.

Afinidade botânica: fungo.

### 5.2.2. ALGAE

Turma **CYSTITES** POTONIÉ & KREMP, 1954

Gênero *Pediastrum* MEYEN, 1829

Estampa 01, foto 08

Descrição: cenóbio tipo compacto, as células são inteiramente unidas umas às outras, formando anéis concêntricos. Possuem dois anéis, que formam 16 células, uma célula central, cinco no primeiro anel e 10 no segundo anel.

Dimensões: diâmetro total 40 µm, largura das células 11 e comprimento do processo 10,5- 11 µm.

Afinidade botânica: Ordem Chlorococcales, Família Hydrodictyaceae.

Gênero *Ovoidites* POTONIÉ ex KRUTZSCH, 1959

*Ovoidites* sp. 1

Estampa 01, foto 09

Descrição: esporo elíptico em vista polar e equatorial, rompido em duas partes iguais no equador. Parede psilada; 0,7 - 1,8 µm.

Dimensões: diâmetro equatorial 20- 35 µm, eixo polar 26 µm.

Afinidade botânica: segundo VAN GEEL & VAN DER HAMMEN (1978), tanto *Ovoidites* quanto *Schizosporis* representam esporos de Zygnemataceae relacionados com o gênero atual *Spirogyra*.

### 5.2.3. ACRITARCHA

Gênero *Chomotriletes* NAUMOVA ex NAUMOVA, 1953

*Chomotriletes circulus*

Estampa 01, foto 10

Descrição: formas circulares a ovais em vista polar, biconvexas em vista equatorial, inaperturados. Cada hemisfério com séries de 5 a 12 estrias ao redor da

área polar, concêntrica, formam anéis que podem ser completos, incompletos, bifurcados ou em arranjo em espiral.

Afinidade botânica: o gênero *Chomotriletes* pertence ao grupo de Acritarca segundo FENSOME *et al.* (1990).

*Chomotriletes rubinus*

Estampa 01, foto 11

Descrição: formas circulares a ovais em vista polar, biconvexas em vista equatorial, inaperturados. Cada hemisfério com séries de 10 a 15 estrias ao redor da área polar, concêntricas, formam anéis que podem ser completos, incompletos, bifurcados ou espiral.

Afinidade botânica: o gênero *Chomotriletes* pertence ao grupo de Acritarca segundo FENSOME *et al.* (1990).

#### 5.2.4. SPORITES

Divisão SPORITES POTONIÉ, 1893

Classe **MONOLETES** IBRAHIM, 1933

Gênero *Laevigatosporites* IBRAHIM, 1933

*Laevigatosporites vulgaris*

Estampa 02, foto 03

Descrição: esporo monolete, esclerina psilada, âmbito reniforme em vista equatorial.

Dimensões: diâmetro equatorial 24 µm, diâmetro polar 33,5 µm.

Afinidade botânica: Pteridophyta.

Gênero *Verrucatosporites* PFLUG & THOMPSON IN THOMPSON & PFLUG,  
1953

*Verrucatosporites usmensis*

Estampa 02, foto 04

Descrição: esporo monoete, simetria bilateral, elíptico. A ornamentação consiste de gemas e verrugas de altura máxima 2,5 µm e espaçamento variável entre elas.

Dimensões: diâmetro equatorial 20- 25µm, diâmetro polar 15-20 µm.

Afinidade botânica: a espécie assemelha-se a *Stenochlaena palustris* da Família Blechnaceae (PLAYFORD, 1982), segundo GERMERAAD *et al.* (1968).

Gênero *Perinomonoletes* KRUTZCH, 1967

*Perinomonoletes* sp.

Estampa 02, foto 07

Descrição: esporo monoete, psilado, envolto em perina com projeções ruguladas, âmbito reniforme em vista equatorial. Diâmetro polar 48 µm; diâmetro equatorial - 37 µm.

Dimensões: diâmetro equatorial 27-35 µm, diâmetro polar 20-25 µm.

Afinidade botânica: Aspleniaceae, *Asplenium* e Thelypteraceae, *Thelypteris* (LORENTE, 1986).

Monoete liso 01

Estampa 02, foto 01

Descrição: esporo monoete, psilado, com exina espessa, âmbito reniforme em vista equatorial.

Dimensões: diâmetro equatorial 50 µm, eixo polar 30 µm.

Afinidade botânica: Pteridophyta.

## Monolete liso 02

Estampa 02, foto 02

Descrição: esporo monolete, psilado, forma elíptica.

Dimensões: diâmetro equatorial 20  $\mu\text{m}$ , eixo polar 11  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridophyta.

## Monolete verrugoso 01

Estampa 02, foto 05

Descrição: esporo monolete, verrugoso, simetria bilateral. Ornamentação consiste de gemas e verrugas de altura máxima 1,0  $\mu\text{m}$  e espaçamento variável entre elas.

Dimensões: diâmetro equatorial 24  $\mu\text{m}$ , diâmetro polar 18-20  $\mu\text{m}$ , altura das verrugas 3-5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridophyta.

## Monolete verrugoso 02

Estampa 02, foto 06

Descrição: esporo monolete, verrugoso, simetria bilateral, subarredondado.

Dimensões: diâmetro equatorial 24  $\mu\text{m}$ , diâmetro polar 18-20  $\mu\text{m}$ , altura das verrugas 1-2  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridophyta.

*Incertae sedis*

Estampa 02, foto 08

Descrição: esporo monolete, espinhoso, âmbito reniforme em vista equatorial.

Dimensões: diâmetro equatorial 25  $\mu\text{m}$ , diâmetro polar 20  $\mu\text{m}$ , altura dos espinhos 2-3,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridophyta.

Classe **TRILETES** REINSCH emend. DETTMANN, 1963

Gênero *Cyathidites* COUPER, 1953

O gênero distingue-se de *Deltoispora* e *Leiotriletes* por ter âmbito triangular de lados côncavos (DETTMANN, 1963; SRIVASTAVA, 1972b).

*Cyathidites annulatus* COOKSON 1967

Estampa 02, 17

Descrição: Esporo trilete cingulado com contorno equatorial triangular a subtriangular. Laesura reta, que atinge a borda interior do cingulo. Área proximal com tubérculo ou verruga, sobreposta sobre uma protuberância subtriangular, entre a laesura e o cingulo.

Dimensões: diâmetro equatorial 40 - 66 µm e cingulo de 4 - 10 µm.

Afinidade botânica: Cyatheaceae.

*Cyathidites* sp.

Estampa 02, foto 09

Descrição: esporo trilete, radiossimétrico, âmbito triangular de lados côncavos e ângulos arredondados; laesura com aproximados  $\frac{3}{4}$  do raio do esporo. Exina psilada.

Dimensões: diâmetro equatorial 23 - 42 µm; exina 0,5 - 0,6 µm de espessura.

Afinidade botânica: desconhecida.

*Kuylisporites waterbolkii* POTONIÉ, 1956

Estampa 02, foto 10

Descrição: esporo trilete, psilado com três fissuras laterais, de aproximados 36 µm. Contorno triangular, com lados convexos e ângulos arredondados. Sem laesura aparente.

Afinidade botânica: Cyatheaceae, *Cyathea horrida* (HOORN, 1993).

Gênero *Deltoispora* MINER, 1935

O gênero distingue-se de *Leiotriletes* e *Cyathidites* por ter âmbito triangular de lados retos (DETTMANN, 1963).

*Deltoispora adriennnis* (POTONIE & GELLETICH, 1933) FREDERIKSEN, 1983  
 Estampa 02, foto 13

Descrição: esporo trilete, esclerina psilada, anisopolar, radiosimétrico, âmbito triangular de lados retos e ângulos arredondados; laesura distinta e levemente ondulada evidente.

Dimensões: Equatorial - 40 µm; Escl. - 1,5 µm; M. trilete - 17 µm.

Afinidade botânica: semelhante a *Acrostichum aureum*, Polypodiaceae. (LORENTE, 1986; HOORN, 1993).

Gênero *Leiotriletes* NAUMOVA ex ISHCENKO, 1952

O gênero *Leiotriletes* distingue-se por ter âmbito triangular de lados convexos (DETTMANN, 1963).

*Leiotriletes adriennnis* (POTONIÉ & GELLETICH) KRUTZSCH, 1959  
 Estampa 02, foto 14

Descrição: esporo trilete, radiosimétrico, âmbito subtriangular ou subcircular, de lados retos e convexos e ângulos muito arredondados; laesura  $\frac{1}{2} - \frac{4}{5}$  raio do esporo. Exina psilada ou escabrada.

Dimensões: eixo polar 35-40 µm.

Afinidade botânica: desconhecida.

*Psilatrilletes peruanus* HOORN 1994b  
 Estampa 02, foto 15

Descrição: esporo trilete, psilado, contorno triangular, lados convexos e ângulos arredondados. Laesura pouco aberta e com margem.

Dimensões: eixo polar 33-40 µm.

Afinidade botânica: Pteridaceae, *Pteris*.

*Cingulatriletes* HOORN 1994b

Estampa 02, foto 16

Descrição: grão de pólen trilete, com contorno triangular envolto em um cíngulo delgado nos vértices e espesso nas faces. Laesura que atinge a borda interior do cíngulo. Tubérculo ou verruga na área proximal.

Dimensões: eixo polar 25-30  $\mu\text{m}$ , cíngulo na maior espessura 5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Polypodiaceae.

Gênero *Psilatriletes* POTONIÉ, 1956

*Psilatriletes* sp.01

Estampa 02, foto 11

Descrição: esporo trilete, anisopolar, radiossimétrico, esclerina psilada, âmbito triangular retas e ápices arredondados.

Dimensões: eixo polar 25-30  $\mu\text{m}$ , espessura da exina 0,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridophyta.

*Psilatriletes* sp.02

Estampa 02, foto 12

Descrição: esporo trilete, anisopolar, radiossimétrico, esclerina psilada, âmbito com acentuado contorno triangular e ápices ligeiramente arredondado.

Dimensões: eixo polar 25-30  $\mu\text{m}$ , espessura da exina 0,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridophyta.

Gênero *Polypodiaceoisporites* POTONIÉ, 1951 ex POTONIÉ, 1956

*Polypodiaceoisporites* cf. *potonie*

Estampa 02, foto 18

Descrição: esporo trilete, radiossimétrico, âmbito triangular de lados retos a convexos ou côncavos e ângulos arredondados, contorno do corpo central semelhante

ao contorno do cíngulo; laesura quase atinge o cíngulo, em geral apresenta distinto margo. Corpo central com ornamentação verrugosa ou com corrugas nos lados proximal e distal; cíngulo psilado.

Dimensões: eixo polar 35-40  $\mu\text{m}$ , espessura do cíngulo 3-5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Polypodiaceae, *Pteris* (LORENTE, 1986)

*Polypodiaceoisporites* sp. 01

Estampa 02, foto 19

Descrição: esporo trilete, âmbito triangular de lados côncavos, contorno de corpo central semelhante ao contorno do cíngulo psilado. O cíngulo no ângulo é mais delgado que nos lados. Corpo central apresenta-se ornamentado por verrugas.

Dimensões: eixo polar 35-40  $\mu\text{m}$ , espessura do cíngulo 2-3,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridaceae.

*Polypodiaceoisporites* sp. 02

Estampa 03, foto 01

Descrição: esporo trilete, âmbito triangular de ângulos truncados, presença de cíngulo psilado, sendo este mais delgado nos ângulos. Corpo central apresenta-se ornamentado por verrugas.

Dimensões: eixo polar 30-35  $\mu\text{m}$ , maior espessura do cíngulo 3-5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridaceae.

*Polypodiaceoisporites* sp. 03

Estampa 03, foto 02

Descrição: esporo trilete, âmbito triangular de ângulos arredondados, cíngulo psilado. Corpo central apresenta-se ornamentado por verrugas.

Dimensões: eixo polar 35-40  $\mu\text{m}$ , espessura do cíngulo 3-5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridaceae.

*Polypodiaceoisporites* sp. 04

Estampa 03, foto 03

Descrição: esporo trilete, âmbito triangular verrugoso, de ângulos arredondados e com verruga, cíngulo verrugoso. Corpo central apresenta-se ornamentado por verrugas.

Dimensões: eixo polar 25  $\mu\text{m}$ , maior espessura do cíngulo 3-5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridaceae.

*Polypodiaceoisporites* sp. 05

Estampa 03, foto 04

Descrição: esporo trilete, âmbito triangular, de ângulos arredondados, cíngulo psilado. Corpo central apresenta-se ornamentado por verrugas e pronunciada laesura.

Dimensões: eixo polar 20-25  $\mu\text{m}$ , espessura do cíngulo 3,5-5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridaceae.

*Verrutriletes* sp. 01

Estampa 03, foto 06

Descrição: esporo trilete, verrugoso, âmbito subtriangular com lados convexos. Verrugas com altura de 1,5  $\mu\text{m}$ .

Dimensões: eixo polar 30-35  $\mu\text{m}$ , altura das verrugas 3,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridophyta.

*Verrutriletes* sp. 02

Estampa 03, foto 07

Descrição: esporo trilete, verrugoso, âmbito subtriangular com lados convexos.

Dimensões: eixo polar 40  $\mu\text{m}$ , verrugas com altura de aproximados 0,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridophyta.

Gênero *Foveotriletes* POTONIÉ, 1956

Segundo DETTMAN (1963), o gênero *Foveotriletes* distingue-se de *Foveosporites* BALME (1957) por apresentar âmbito triangular de lados côncavos. O gênero *Foveosporites* é caracterizado pela ornamentação em foveólas e âmbito circular a triangular de lados convexos.

*Foveotriletes ornatus*

Estampa 03, foto 12

Descrição: esporo trilete, corpo foveolado, esclerina psilada, âmbito triangular e lados côncavos. Radialmente simétrico, isopolar.

Dimensões: eixo polar 35-40  $\mu\text{m}$ , esclerina de aproximados 0,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Lycopodiaceae.

Gênero *Magnastriatites* GERMERAAD *et al.*, 1968

*Magnastriatites grandiosus*

Estampa 03, foto 13

Descrição: esporo esférico, trilete, anisopolar, exina grosseiramente estriada, exceto sobre a área de contato na região proximal que é circundada por uma “estria” circular.

Dimensões: Equatorial - 57,5  $\mu\text{m}$ ; estrias - 1,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

Gênero *Cicatricosisporites* POTONIÉ & GELLETICH, 1933

*Cicatricosisporites* sp. 01

Estampa 03, foto 14

Descrição: esporo trilete, anisopolar, radioassimétrico, esclerina estriada, âmbito circular a triangular, marca trilete pouco distinta. Distingue-se do *Cicatricosisporites dorogensis* pelo ultimo apresentar estrias em padrão ondulado.

Dimensões: diâmetro equatorial – 60,5  $\mu\text{m}$ ; estrias – 2,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Schizaeaceae.

*Cicatricosisporites* sp. 02

Estampa 03, foto 15

Descrição: esporo trilete, anisopolar, radiosimétrico, esclerina estriada, âmbito triangular, marca trilete bem visível, aberta e com margem.

Dimensões: diâmetro polar – 48,5 µm; estrias – 2,5 µm.

Afinidade botânica: Schizaeaceae.

*Cicatricosisporites* sp. 03

Estampa 03, foto 16

Descrição: esporo trilete, anisopolar, radiosimétrico, esclerina estriada, âmbito circular a triangular, marca trilete bem visível, fechada e sem margem.

Dimensões: diâmetro polar – 52,5 µm; estrias – 3,0 µm.

Afinidade botânica: Schizaeaceae.

Gênero *Salvinia* SEGUIER, 1754*Salvinia* spp.

Estampa 03, foto 17

Descrição: esporo trilete agrupados em tecido esponjoso. Não tem projeções periféricas, o que lhe diferencia de *Azolla*, embora esta também possa não ter gloquídios.

Dimensões: diâmetro total - 65 µm.

Afinidade botânica: Salviniaceae.

## Esporo espinhoso 01

Estampa 03, foto 08

Descrição: esporo trilete, radiosimétrico, isopolar, espinhoso, âmbito subtriangular com lados convexos.

Dimensões: diâmetro polar 23,5-25 µm; altura dos espinhos 3,0 - 5,5 µm.

Afinidade botânica: Pteridophyta.

## Esporo rugulado 01

Estampa 03, foto 05

Descrição: esporo trilete, âmbito triangular, de ângulos arredondados, cíngulo psilado. Corpo central rugulado e laesura pouco visível.

Dimensões: eixo polar 30-35  $\mu\text{m}$ , espessura do cíngulo 3,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridaceae.

## Esporo estriado 01

Estampa 03, foto 09

Descrição: esporo trilete, estriado, âmbito subtriangular com lados côncavos, radiossimétrico, isopolar.

Dimensões: eixo polar 22,5-26  $\mu\text{m}$ , altura das estrias 1,0 - 1,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridophyta.

## Esporo estriado 2

Estampa 03, foto 10

Descrição: esporo trilete, corpo estriado, âmbito subtriangular com lados côncavos, radiossimétrico.

Dimensões: eixo polar 23,5-25  $\mu\text{m}$ , altura das estrias 0,5 - 1,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridophyta.

## Esporo estriado 3

Estampa 03, foto 11

Descrição: esporo trilete, presença de cíngulo psilado envolvendo todo o corpo estriado grosso, âmbito subtriangular com lados côncavos, radialmente simétricos.

Dimensões: diâmetro polar 26,5  $\mu\text{m}$ ; altura estrias 1,0  $\mu\text{m}$ ; cíngulo 3,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pteridophyta.

### 5.2.5. POLLENITES

Divisão POLLENITES POTONIÉ, 1893

Classe **INAPERTURATAE** IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950

Pólen baculado  
Estampa 04, foto 01

Descrição: grão de pólen esférico, inaperturado, isopolar, exina baculada, âmbito circular.

Dimensões: diâmetro 23,5-25  $\mu\text{m}$ ; altura das báculas 1,5-2,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Angiospermas.

Pólen gemado  
Estampa 04, foto 02

Descrição: grão de pólen esférico, inaperturado, isopolar, exina gemada, âmbito circular.

Dimensões: diâmetro 22,5-25  $\mu\text{m}$ ; altura das verrugas 2,0-2,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Angiospermas.

Pólen indeterminado  
Estampa 04, foto 03

Descrição: grão de pólen esférico, inaperturado, isopolar, exina verrugosa, âmbito circular a subcircular.

Dimensões: diâmetro 25  $\mu\text{m}$ ; altura das verrugas 0,5-1,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Angiospermas.

Classe **FENESTRATAE** VAN DER HAMMEN, 1956bGênero *Fenestrites* VAN DER HAMMEN, 1956b*Fenestrites spinosus* VAN DER HAMMEN, 1956b

Estampa 04, foto 04

Descrição: grão de pólen simples, radialmente simétrico, isopolar, esférico. Exina tectada, reticulada, malha hexagonal. Colpos e poros indistintos, provavelmente tricolporado. Exina fenestrada formada por crista, espinhos no topo da crista.

Dimensões: 30-38  $\mu\text{m}$  (inclui crista e exclui espinhos).

Afinidade botânica: Asteraceae (Compositae).

*Fenestrites* spp. VAN DER HAMMEN, 1956b

Estampa 04, foto 05

Descrição: grão de pólen simples, radialmente simétrico, isopolar, esférico, apresenta em vista polar malha hexagonal. Colpos e poros indistintos.

Dimensões: 45  $\mu\text{m}$  (incluindo a crista).

Afinidade botânica: Angiospermas.

*Fenestrites* spp. 02

Estampa 04, foto 06

Descrição: grão de pólen simples, radialmente simétrico, isopolar, oblato. Exina tectada, reticulada, malha poligonal ou irregular. Colpos e poros indistintos

Dimensões: 18,5-23,0  $\mu\text{m}$  (incluindo a crista).

Afinidade botânica: Angiospermas.

## Pólen espinhoso 01

Estampa 04, foto 07

Descrição: grão de pólen grande, elipsoidal, abertura indistinta, isopolar. Exina contendo espinhos grossos, espessamento na base dos espinhos, espaçado de 5 - 8  $\mu\text{m}$  aproximadamente.

Dimensões: 55-60  $\mu\text{m}$  (excluindo os espinhos).

Afinidade botânica: Angiospermas.

#### Pólen espinhoso 02

Estampa 04, foto 08

Descrição: grão de pólen retangular, abertura indistinta, isopolar, superfície do grão com espinhos grossos, espessamento na base dos espinhos, com 6  $\mu\text{m}$  de altura e espaços de 5  $\mu\text{m}$  entre os espinhos.

Dimensões: 55-60  $\mu\text{m}$  (excluindo os espinhos).

Afinidade botânica: Angiospermas.

#### Pólen espinhoso 03

Estampa 04, foto 09

Descrição: grão de pólen esférico, abertura indistinta, espinhoso, com espinho de espaços aproximados 5  $\mu\text{m}$ , altura dos espinhos de 8 - 10  $\mu\text{m}$ .

Dimensões: 45  $\mu\text{m}$  (excluindo os espinhos).

Afinidade botânica: Angiospermas.

#### Pólen espinhoso 04

Estampa 04, foto 10

Descrição: grão de pólen elíptico, abertura indistinta, isopolar, espinhoso, com de espaços entre espinhos de aproximados 2,5 - 3,5  $\mu\text{m}$ , altura dos espinhos de 3,5  $\mu\text{m}$ .

Dimensões: 20  $\mu\text{m}$  (incluindo os espinhos).

Afinidade botânica: Angiospermas.

#### Pólen espinhoso 05

Estampa 04, foto 11

Descrição: grão de pólen esférico a subsférico, abertura indistinta, isopolar, espinhoso, com de espaços entre espinhos de aproximados 2,5 - 3,5  $\mu\text{m}$ , altura dos espinhos de 3,5  $\mu\text{m}$ .

Dimensões: 40 µm (excluindo os espinhos).

Afinidade botânica: Angiospermas.

Classe **MONOCOLPATAE** IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950

*Psilamoncolpites* (VAN DER HAMMEN) GARCÍA DE MUTIS, 1965

*Psilamoncolpites rinconii* DUEÑAS, 1986

Estampa 04, foto 14

Descrição: grão de pólen simples, monocolpado, superfície psilada, simetria bilateral, isopolar.

Dimensões: diâmetro equatorial de aproximados 40 µm, exina 1,5-2,0 µm.

Afinidade botânica: Palmae.

*Psilamoncolpites* sp.01

Estampa 04, foto 13

Descrição: grão de pólen simples, monocolpado, isopolar, superfície do grão psilada, simetria bilateral.

Dimensões: diâmetro equatorial 20 µm, exina 0,5-0,8 µm.

Afinidade botânica: Palmae.

Gênero *Clavamoncolpites* GONZÁLEZ GUZMÁN, 1967

*Clavamoncolpites* cf. *lorentei* MULLER, DE GIACOMO & VAN ERVE, 1987.

Estampa 04, foto 15

Descrição: grão de pólen simples, monocolpado, verrugoso, simetria bilateral, clavado.

Dimensões: diâmetro 17-23 µm; clavas com altura aproximada 1 µm.

Afinidade botânica: Palmae.*Iriarte*.

Gênero *Mauritiidites* VAN HOEKEN-KLINKENBERG, 1964

*Mauritiidites franciscoi* (VAN DER HAMMEN 1956) VAN HOEKEN-KLINKENBERG, 1964

Estampa 04, foto 16

Descrição: grão de pólen monocarpado, isopolar, âmbito elíptico, espessamento na base dos espinhos, simetria bilateral.

Dimensões: diâmetro equatorial 27-48  $\mu\text{m}$ , espinho 1,5-2,5  $\mu\text{m}$  de comprimento; espessura da exina 0,8-1,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Palmae, *Mauritia*.

*Mauritiidites* sp.

Estampa 04, foto 17

Descrição: grão monocarpado, isopolar, âmbito elíptico, espinhoso e pouco espaçado, colpo visível.

Dimensões: diâmetro equatorial 32  $\mu\text{m}$ , espinho 1,0-2,0  $\mu\text{m}$  de comprimento; espessura da exina 0,8-1,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Palmae, *Mauritia* (?).

Gênero *Proxapertites* VAN DER HAMMEN, 1956

*Proxapertites tertiaria* VAN DER HAMMEN, 1956

Estampa 04, foto 18

Descrição: grão de pólen monocarpado, finamente clavado, contorno ovalado.

Dimensões: diâmetro equatorial 32  $\mu\text{m}$ , espinho 1,0-2,0  $\mu\text{m}$  de comprimento; espessura da exina 0,8-1,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Annonaceae, *Crematosperma* (VAN DER HAMMEN), 1956.

### Pólen reticulado 01

Estampa 04, foto 19

Descrição: grão monocarpado, radialmente simétrico, anisopolar. Exina reticulada; em vista polar é oval.

Dimensões: diâmetro equatorial 32-35  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

### Pólen microreticulado 01

Estampa 04, foto 20

Descrição: grão de pólen simples, monocarpado, esférico, superfície do grão microreticulada, radialmente simétrico, isopolar.

Dimensões: diâmetro equatorial 18-21  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Angiospermas.

### Pólen monocarpado espinhoso 01

Estampa 05, foto 01

Descrição: grão de pólen simples, monocarpado, isopolar, âmbito elíptico, espinhoso e com espaços de aproximados 10 - 15  $\mu\text{m}$ . Colpo visível e largo, de aproximados 10  $\mu\text{m}$  em seu maior diâmetro.

Dimensões: diâmetro equatorial 23  $\mu\text{m}$ ; altura dos espinhos 1-1,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Palmae.

### Pólen monocarpado espinhoso 02

Estampa 05, foto 02

Descrição: grão simples, monocarpado, isopolar, âmbito elíptico, microespinhoso e com espaços entre eles bastante próximos. Colpo visível e largo.

Dimensões: diâmetro 23-25  $\mu\text{m}$ ; altura dos espinhos 0,5-1,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Palmae.

## Pólen reticulado 01

Estampa 05, foto 03

Descrição: grão monocolpado, isopolar, âmbito elíptico, reticulado. Colpo visível e largo.

Dimensões: diâmetro equatorial 25  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Palmae.

## Pólen reticulado 02

Estampa 05, foto 04

Descrição: grão simples, monocolpado, superfície do grão reticulado. Colpo largo.

Dimensões: diâmetro equatorial aproximado 62  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Palmae.

## Pólen indeterminado 02

Estampa 04, foto 12

Descrição: grão de pólen subesférico, isopolar, monocolpado, baculado com espaçamento entre estes de aproximados 5  $\mu\text{m}$ .

Dimensões: aproximados 43  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Palmae.

Classe **MONOPORATAE** IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950

Gênero *Monoporites* COOKSON, 1947

*Monoporites annulatus* VAN DER HAMMEN, 1954

Estampa 05, foto 05

Descrição: grão simples, radialmente simétrico, anisopolar, esférico, monoporado, poro com ânulo, exina psilada muito delgada, em geral dobrado.

Dimensões: diâmetro equatorial 23-37  $\mu\text{m}$ ; exina 0,3-0,5  $\mu\text{m}$ , diâmetro do poro 2,0-3,5  $\mu\text{m}$ ..

Afinidade botânica: gramineae.

*Monoporites* sp. 01

Estampa 05, foto 06

Descrição: grão elíptico, monoporado, poro com ânulo, exina psilada muito delgada.

Dimensões: diâmetro equatorial 25  $\mu\text{m}$ ; exina 0,5 $\mu\text{m}$ , diâmetro do poro 3,5 $\mu\text{m}$ ..

Afinidade botânica: gramineae.

Classe **DIPOCOLPATAE** IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950

*Multimarginites vanderhammenii* GERMERAAD *et al.*, 1968

Estampa 05, foto 07

Descrição: grão de pólen dicolpado, com retículo na superfície formando “degraus”. Contorno esférico.

Dimensões: 40-53  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: *Trichantera giganteae* e *Sanchezia klugii*.

Pólen reticulado indeterminado 03

Estampa 05, foto 08

Descrição: grão de pólen dicolpado, reticulado grosso envolvendo toda a superfície do grão, formando padrão parecido com *Cróton*.

Dimensões: 27-35  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Angiosperma.

Classe **TRICOLPATAE** IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950

Gênero *Crototricolpites* LEIDELMEYER, 1966

*Crototricolpites americanus*

Estampa 05, foto 09

Descrição: grão oblato, radiossimétrico, isopolar, tricolpado, colpos bem abertos, âmbito circular, exina densamente clavada, clavas em padrão *croton*.

Dimensões: diâmetro equatorial 30,5  $\mu\text{m}$ ; exina 2,5  $\mu\text{m}$ , clavas 1  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Euphorbiaceae, *Klaineanthus*.

*Crototricolpites annemariae* LEIDELMEYER, 1966

Estampa 05, foto 10

Descrição: grão subprolato, isopolar, aparenta ser inaperturado, âmbito circular a subcircular, exina clavada, apresenta padrão *croton*.

Dimensões: diâmetro equador 48  $\mu\text{m}$ ; diâmetro equador 41  $\mu\text{m}$ ; exina (incluindo clavas) 3  $\mu\text{m}$ , clavas 11,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Euphorbiaceae, *Croton*.

*Retitricolpites* cf. *simplex* GONZÁLEZ-GUZMÁN, 1967.

Estampa 05, foto 11

Descrição: grão de pólen simples, isopolar, tricolpado. Colpo distinto, largura aproximada do colpo 7  $\mu\text{m}$ , com margo. Superfície completamente reticulada, inclusive o colpo.

Dimensões: diâmetro equador 25  $\mu\text{m}$ ; exina 1,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

Pólen tricolpado verrugoso 01

Estampa 05, foto 12

Descrição: grão de polens tricolpado, elíptico, verrugoso, isopolar.

Dimensões: diâmetro equador 41  $\mu\text{m}$ ; exina (incluindo verrugas) 0,8  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Bombacaceae.

## Pólen tricolpado espinhoso 01

Estampa 05, foto 13

Descrição: grão de polens tricolpado, colpo largo e de aproximados 20  $\mu\text{m}$ , espinhosos poucos e espaçados, âmbito subelíptico.

Dimensões: diâmetro equador 40 $\mu\text{m}$ ; exina (incluindo espinhos) 3,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Bombacaceae.

## Pólen tricolpado espinhoso 02

Estampa 05, foto 14

Descrição: grão de pólen simples, simetria radial, isopolar, tricolpado, superfície apresentando báculas. Colpos visíveis, com diâmetro aproximado 5  $\mu\text{m}$ .

Dimensões: diâmetro equador 22  $\mu\text{m}$ ; exina (excluído espinhos) 3,5  $\mu\text{m}$ ; espinhos 2,5 $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Angiosperma.

Classe **TRIPORATAE** IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950*Proteacidites* cf. *triangulatus* LORENTE 1986

Estampa 05, foto 15

Descrição: grão de pólen simples, triporado, isopolar, radialmente simétrico, superfície do grão psilada.

Dimensões: diâmetro equador 30  $\mu\text{m}$ ; exina 1,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Sapindaceae - Proteaceae.

*Corsinipollenites undulatus* GONZÁLEZ-GUZMÁN, 1981

Estampa 05, foto 16

Descrição: grão de pólen radiossimétrico, isopolar, amb subtriangular de lados convexos; em geral grãos unidos em tétrade. Triporado, poros conspícuos e ânulos bem desenvolvidos, alguns grãos com aparente vestíbulo. Sexina rugulada

(undulada) e em perfil apresenta aspecto em verrugas. Alguns grãos apresentam filamentos na face proximal.

Dimensões: diâmetro equatorial 54-69  $\mu\text{m}$ ; diâmetro do poro cerca de 6-11  $\mu\text{m}$ ; exina 2,5-3  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: gênero *Jussiaea* da Família Onagraceae (GONZÁLES-GUZMÁN, *op. cit.*)

*Corsinipollenites oculus-noctis* (THIERGART, 1940) NAKOMAN, 1965

Estampa 05, foto 17

Descrição: pólen triporado (com poros de aproximados 4  $\mu\text{m}$ ), psilado, contorno subcircular de lados convexos.

Dimensões: diâmetro equatorial 33-66  $\mu\text{m}$ ; diâmetro do poro cerca de 3,5-9  $\mu\text{m}$ ; exina 1,5-2,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: *Ludwigia* (HOORN, 1993).

*Retitriporites cf. dubiosus* GONZÁLES-GUZMÁN 1967

Estampa 05, foto 18

Descrição: pólen de pólen simples, triporado, reticulado, anisopolar.

Dimensões: diâmetro equador 60  $\mu\text{m}$ ; exina 3,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Rubiaceae (?).

*Echitricolporites spinosus* VAN DER HAMMEN, 1956b

Estampa 05, foto 19

Descrição: grão subesférico, tricolporado, aberturas indistintas, exina tectada, densamente espinhosa. Espinhos com aproximados 3,0  $\mu\text{m}$  (comprimento) e 0,5-1  $\mu\text{m}$ .

Dimensões: diâmetro equador 23  $\mu\text{m}$  (excluindo os espinhos).

Afinidade botânica: Asteraceae (Compositae).

*Echitricolporites* sp.1

Estampa 05, foto 20

Descrição: grão de pólen radiossimétrico, isopolar, âmbito subcircular. Tricolporado, colpo curto 10  $\mu\text{m}$  de profundidade. Poros indistintos, com espinhos proeminentes e nexina desenvolvida 2,5  $\mu\text{m}$  de espessura. Espinhos de altura 3 - 3,5  $\mu\text{m}$  e base 2,5  $\mu\text{m}$ , encurvados ou retos.

Dimensões: diâmetro equatorial total 53  $\mu\text{m}$ ; exina até 3  $\mu\text{m}$  na base dos espinhos.

Afinidade botânica: Angiospermas.

*Echitricolporites* sp.2

Estampa 06, foto 01

Descrição: grão de pólen esférico, abertura indistinta, isopolar, espinhoso, com espinho de espaços aproximados 1,5 - 2,5  $\mu\text{m}$ , altura dos espinhos de 3,5  $\mu\text{m}$ .

Dimensões: diâmetro equatorial total 17  $\mu\text{m}$  (excluindo os espinhos); exina até 3  $\mu\text{m}$  na base dos espinhos; altura dos espinhos 4,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Asteraceae (Compositae).

## Pólen triporado 01

Estampa 06, foto 02

Descrição: grão de pólen esférico, isopolar, radialmente simétrico, psilado ou verrucado.

Dimensões: diâmetro equador 20  $\mu\text{m}$ ; exina 0,8  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Angiosperma.

## Pólen triporado 02

Estampa 06, foto 03

Descrição: grão de pólen simples, triporado, (com poros de aproximados 5  $\mu\text{m}$ ), psilado com corpo rugulado, subcircular.

Dimensões: diâmetro equador 22  $\mu\text{m}$ ; exina 0,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Rubiaceae (?).

Classe **TRICOLPORATAE** IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950Gênero *Bombacacidites* COUPER, 1960*Bombacacidites* cf. *bellus* FREDERIKSEN, 1983

Estampa 06, foto 04

Descrição: grão oblato, isopolar, radiosimétrico, brevitricolporado, planoaperturado, colpos com margo, âmbito subtriangular, exina heterorreticulada.

Dimensões: diâmetro equador 49  $\mu\text{m}$ ; exina 1,5  $\mu\text{m}$ ; margo 2,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Bombacaceae, *pseudobombax/Bombax* (LORENTE, 1986).

*Bombacacidites* cf. *ciriloensis* MULLER, DI GIACOMO & VAN ERVE, 1987

Estampa 06, foto 05

Descrição: grão oblato, isopolar, radiosimétrico, brevitricolporado, planoaperturado, colpos curto, âmbito subtriangular, poros indistintos.

Dimensões: diâmetro equador 29  $\mu\text{m}$ ; exina 0,5-1  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Bombacaceae.

*Bombacacidites* sp. 01

Estampa 06, foto 06

Descrição: grão oblato, isopolar, radiosimétrico, brevitricolporado, planoaperturado, âmbito subtriangular, exina heterorreticulada.

Dimensões: diâmetro equador 22  $\mu\text{m}$ ; exina 0,5-0,8  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Bombacaceae.

*Bombacacidites* sp. 02

Estampa 06, foto 07

Descrição: grão oblato, isopolar, radiosimétrico, brevitricolporado, planoaperturado, âmbito subtriangular.

Dimensões: diâmetro equador 30  $\mu\text{m}$ ; exina 0,5-1,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Bombacaceae.

Gênero *Psilatricolporites* VAN DER HAMMEN, 1956*Psilatricolporites* cf. *atalayensis* HOORN, 1994

Estampa 06, foto 08

Descrição: grão de pólen oblato, tricolporado, psilado, radialmente simétrico, isopolar, poros e colpos distintos.

Dimensões: diâmetro equador 22  $\mu\text{m}$ ; exina 3,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Sapotaceae (?).

*Psilatricolporites* sp. 01

Estampa 07, foto 09

Descrição: grão de pólen simples, tricolporado, psilado, radialmente simétrico, isopolar, poros.

Dimensões: diâmetro equador 19  $\mu\text{m}$ ; exina 3,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Angiospermas.

*Psilatricolporites* sp. 02

Estampa 06, foto 10

Descrição: grão esférico, isopolar, radiosimétrico, tricolporado, colpos com margo, rugulada, com tectum liso ou verrucado.

Dimensões: diâmetro equador 45  $\mu\text{m}$ ; exina 0,8-1,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Angiospermas.

*Psilatricolporites* sp.03

Estampa 06, foto 11

Descrição: grão esférico, tricolporado, isopolar, radioossimétrico, exina psilada.

Dimensões: diâmetro equador 20  $\mu\text{m}$ ; exina 0,5-0,8  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Pelliciraceae, *Pelliciera*.

*Psilatricolporites* sp.04

Estampa 06, foto 12

Descrição: grão oblato em vista equatorial, isopolar, radioossimétrico, tricolporado, colpos com margo, exina psilada.

Dimensões: diâmetro equador 20  $\mu\text{m}$ ; exina 0,8-1,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

*Psilatricolporites* sp.05

Estampa 06, foto 13

Descrição: grão oblato em vista equatorial, isopolar, radioossimétrico, tricolporado, colpos com margo, exina psilada.

Dimensões: diâmetro equador 25  $\mu\text{m}$ ; exina 0,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

Gênero *Retitricolporites* VAN DER HAMMEN & WYMSTRA emend. HEKEL, 1972

*Retitricolporites* sp. 01

Estampa 06, foto 14

Descrição: grão de pólen simples, oblato, isopolar, tricolporado, toda a superfície finamente reticulada, colpos e poros distintos.

Dimensões: diâmetro equador 20-22  $\mu\text{m}$ ; exina 0,8-1,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Rubiaceae (?).

*Retitricolporites* sp. 02

Estampa 06, foto 15

Descrição: grão de pólen simples, oblato, isopolar, tricolporado. Superfície do grão reticulada, com colpos e poros distintos. Colpo com largura de até 3  $\mu\text{m}$ .

Dimensões: diâmetro equador 19  $\mu\text{m}$ ; exina 0,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Rhizophoraceae (?).

*Retitricolporites* sp. 03

Estampa 06, foto 16

Descrição: grão de pólen simples, oblato, isopolar, tricolporado, reticulado. Colpos de 5  $\mu\text{m}$  de largura e poros distintos.

Dimensões: diâmetro equador 21  $\mu\text{m}$ ; exina 1,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

*Retitricolporites* sp. 04

Estampa 07, foto 01

Descrição: grão de pólen simples, isopolar, tricolporado. Superfície do grão reticulada, colpos e poros distintos.

Dimensões: diâmetro equador 43  $\mu\text{m}$ ; exina 2,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

*Retitricolporites irregularis* VAN DER HAMMEN & WIJMSTRA, 1964

Estampa 07, foto 02

Descrição: grão oblato, isopolar, radiossimétrico, tricolporado, âmbito circular, exina reticulada, muri rugulado.

Dimensões: diâmetro equador 30  $\mu\text{m}$ ; exina 1,0  $\mu\text{m}$ ; muri 0,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Euphorbiaceae, *Amanoa oblongifolia*.

## Pólen tricolporado 01

Estampa 07, foto 03

Descrição: grão de pólen tricolporado, isopolar, radialmente simétrico, superfície psilada, âmbito subcircular.

Dimensões: diâmetro equador 37  $\mu\text{m}$ ; exina 1,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

Classe **STHEPHANOCOLPATAE** IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950*Retistephanocolpites* sp. 01

Estampa 07, foto 04

Descrição: grão simples, simetria radial, isopolar, esférico, estefanocolpado. Colpos curtos, em número de oito a dez. Exina com retículo baixo, uniforme, recobrimdo toda a superfície do grão.

Dimensões: diâmetro equatorial 22  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

*Retistephanocolpites* sp. 02

Estampa 07, foto 05

Descrição: grão simples, simetria radial, isopolar, subesférico, sincolpados. Colpos longos. Exina com retículo baixo, uniforme, espículos dispostos sobre toda a superfície do grão.

Dimensões: diâmetro equatorial 42  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

*Retistephanocolpites* sp. 03

Estampa 07, foto 06

Descrição: grão simples, simetria radial, isopolar, em vista polar é circular, estefanocolpado. Exina com retículo médio, uniforme, recobrimdo toda a superfície do grão. Grande área polar.

Dimensões: diâmetro equatorial 45 µm.

Afinidade botânica: desconhecida.

Classe **STHEPHACOLPORATAE** IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950

*Psilastephanocolporites* sp.

Estampa 07, foto 07

Descrição: grão simples, radialmente simétrico, isopolar, periporado, superfície psilada muito delgada. Poros distintos.

Dimensões: diâmetro equatorial 21 µm; diâmetro dos poros 6 µm.

Afinidade botânica: desconhecida.

Classe **PERIPORATAE** IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950

Pólen psilado periporado 01

Estampa 07, foto 08

Descrição: grão simples, radialmente simétrico, isopolar, periporado, superfície psilada muito delgada. Poros distintos.

Dimensões: diâmetro equatorial 21 µm; diâmetro dos poros 6 µm.

Afinidade botânica: desconhecida.

Pólen psilado periporado 02

Estampa 07, foto 09

Descrição: grão de pólen simples, radialmente simétrico, superfície psilada-rugulada, isopolar. Colpo indistinto. Poros distintos.

Dimensões: diâmetro equatorial 35 µm; diâmetro dos poros 6 µm.

Afinidade botânica: desconhecida.

Gênero *Perisyncolporites pokorny* GERMERAAD, HOPPING & MULLER, 1968

Estampa 07, foto 10

Descrição: grão de pólen isopolar, esférico, às vezes de contorno angular. Sincolporado, colpos retos ou curvos, em geral largos. Poros circulares ou ovais., localizados ou não nos colpos. Sexina psilada, alguns grãos apresentam columelas.

Dimensões: diâmetro equatorial 31  $\mu\text{m}$ ; exina 3  $\mu\text{m}$ ; diâmetro dos poros 2,5 – 4,5  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

Afinidade botânica: Malpighiaceae.

*Alnipollenites verus*

Estampa 07, foto 11

Descrição: grão de pólen simples, radialmente simétrico, isopolar, cúbico com exina psilada. Poros de 3-6  $\mu\text{m}$  de diâmetro, conectados por arco.

Dimensões: 28-31  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: de acordo com GERMERAAD há correspondência com o gênero *Alnus*.

*Echiperiporites akanthos*

Estampa 07, foto 12

Descrição: grão simples, esférico, radiosimétrico, isopolar, espinhoso, periporado. Base e extremidade aguda, espinhos muito curtos.

Dimensões: 22-37  $\mu\text{m}$ ; poros de diâmetro 1,5-2,5  $\mu\text{m}$ ; espinhos 0,5-0,8  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

*Echiperiporites* sp. 01

Estampa 07, foto 13

Descrição: grão simples, esférico, radiosimétrico, isopolar, espinhoso. Base do espinho largo e extremidade aguda.

Dimensões: 20  $\mu\text{m}$  (incluindo espinhos); espinhos 0,5-0,8  $\mu\text{m}$  de altura e base com espessura de 1,0-1,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

*Echiperiporites estelae*

Estampa 07, foto 14

Descrição: grão simples, esférico, exina tectada, tectum espinhoso, espinhos com pontas arredondadas e base intumescida.

Dimensões: 60  $\mu\text{m}$  (incluindo espinhos); espinhos 3,0  $\mu\text{m}$  de altura e base com espessura de 1,5-2,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Malvaceae, *Thespesia* ou *Hibiscus*.(GERMERAAD *et al*, 1968).

#### Pólen indeterminado 3

Estampa 08, foto 13

Descrição: grão de pólen simples, esférico, periporado, radialmente simétrico. Superfície do grão psilado.

Dimensões: 20  $\mu\text{m}$ ; poros com diâmetro 3,5 $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecido.

#### Pólen indeterminado 4

Estampa 08, foto 14

Descrição: grão de pólen simples, subesférico, radialmente simétrico, anisopolar.

Dimensões: 57-63  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

Afinidade botânica: desconhecida.

#### Pólen indeterminado 5

Estampa 08, foto 15

Descrição: grão de pólen simples, esférico-subesférico, radialmente simétrico, isopolar. Colpo indistinto ou ausente. Apêndices simples em forma de asas, envolvendo todo o grão.

Dimensões: 25-31  $\mu\text{m}$ ; apêndices de 3,5- 5,0  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

#### Pólen indeterminado 6

Estampa 08, foto 16

Descrição: grão de pólen simples, contorno triangular, radialmente simétrico, poro no centro da face do corpo. Exina com espículas em toda a superfície.

Dimensões: 17  $\mu\text{m}$ ; poros com diâmetro 0,5  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: desconhecida.

Classe **POLYADEAE** IVERSEN & TROELS-SMITH, 1950

Gênero *Polyadopollenites* THOMPSON & PFLUG, 1953

*Polyadopollenites* sp. 01

Estampa 08, foto 09

Descrição: Políade formada por quatro ou duas tétrades de grãos triporados, poros indistintos, psilados.

Dimensões: diâmetro do grão 25-37  $\mu\text{m}$ ; diâmetro da políade 62-71 $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Mimosaceae.

### 5.2.6. SACCITES

Turma SACCITES ERDTMAN, 1947

Subturma Disaccites COOKSON, 1947

Gênero *Podocarpidites* COOKSON ex COUPER, 1953

*Podocarpidites* sp. 01

Estampa 08, foto 10

Descrição: grão de pólen bissacado, contorno do corpo circular em vista polar, comprimento duas vezes maior que a largura. Zona germinal larga e as bases de inserção dos sacos seguem uma linha curva. Retículo do saco é aberto e fino; muros não passíveis de definição.

Dimensões: comprimento total do grão 45 $\mu\text{m}$ ; comprimento do corpo 18  $\mu\text{m}$ , largura do corpo 20  $\mu\text{m}$ ; comprimento do saco 20  $\mu\text{m}$ ; largura do saco 25  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: Podocarpus, Família Podocarpaceae.

*Podocarpidites* sp. 02

Estampa 08, foto 11

Descrição: grão de pólen bissacado, contorno do corpo circular em vista polar, comprimento ligeiramente maior que a largura. Zona germinal de difícil visualização. Retículo do saco é fechado e grosso.

Dimensões: comprimento total do grão 40  $\mu\text{m}$ ; comprimento do corpo 18  $\mu\text{m}$ , largura do corpo 22  $\mu\text{m}$ ; comprimento do saco 18  $\mu\text{m}$ ; largura do saco 25  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: *Podocarpus*, Família Podocarpaceae.

*Podocarpidites* sp. 03

Estampa 08, foto 12

Descrição: grão de pólen bissacado, contorno do corpo circular em vista polar, comprimento ligeiramente maior que a largura. Retículo do saco aberto e fino.

Dimensões: comprimento total do grão 43 $\mu\text{m}$ ; comprimento do corpo 20  $\mu\text{m}$ , largura do corpo 20  $\mu\text{m}$ ; comprimento do saco 20  $\mu\text{m}$ ; largura do saco 25  $\mu\text{m}$ .

Afinidade botânica: *Podocarpus*, Família Podocarpaceae.

**FIGURA 5** – Distribuição vertical dos palinomorfos encontrados em afloramentos as margens do Rio Solimões, região de Coari, Bacia do Solimões, AM

### 5.3. Análise Bioestratigráfica

A representação gráfica da distribuição vertical de grãos de pólen adquirida neste trabalho pode ser visualizada das Figuras 05, que permitem reconhecer os intervalos de ocorrência das formas, bem como sua frequência e diversidade de palinomorfos em afloramentos.

A comparação com os zoneamentos estabelecidos para o norte da América do Sul (Quadro 2), permitiu reconhecer na região de Coari, depósitos de neomicena, e sobreposto a este depósito de idade pleistocena, correspondentes a Formação Içá.

A maioria dos palinomorfos encontrados ocorre desde o eomioceno, tais como: *Echiperiporites akanthos*, *Fenestrites spinosus*, *Crototricolpites annemarie*, *Mauridiitides franciscoi*, *Magnastriatites grandiosus*, *Cyathiadites annulatus*, *Polypodiaceoisporites potonie*, *Monoporites annulatus*, *Corsinipollenites undulatus*. Contudo, a presença de *Echitricolporites spinosus*, marca o Neomioceno. A presença de *Alnipollenites verus* permite conferir ao depósito sobreposto a Formação Solimões uma idade Pleistocena, de acordo a proposição de GERMERAAD *et al.*, (1968).

Em geral, é possível definir o intervalo Mioceno médio pela ocorrência de formas-guias como *Grinsdalea magnaclavata*, e por *Crassoretitriletes vanraadshoovenii*, que corresponde ao Mioceno inferior e médio. É constatada que estas formas são freqüentes nos depósitos desta idade, embora muitas vezes possam ocorrer separadamente, como constatado por LEITE (2004) e SILVA (2004). Neste trabalho a única ocorrência de um pólen de *Grinsdalea magnaclavata* apresenta feições de retrabalhamento que indica erosão de parte dos depósitos do Mioceno Médio.

A presença de *Echiperiporites akanthos*, indica que os depósitos da Formação Solimões na região de Coari não ultrapassam o Neomioceno, uma vez que esta espécie não atinge o Plioceno. Assim, é admitida a idade Neomicena para os depósitos da Formação Solimões. A idade pleistocena da Formação Içá é sugerida pela ocorrência de *Alnipollenites verus*, um pólen abundante nos depósitos pleistocenos (MULLER *et al.* 1987).

A análise dos palinomorfos encontrados na região de Coari permitiu identificar duas biozonas: *E. spinosus* (Neomioceno), em fácies pelito e estratificação

inclinada heterolítica; e *Alnipollenites verus* (Pleistoceno) em depósitos siliciclásticos da Formação Içá.

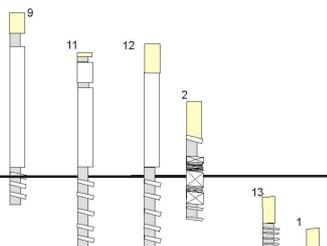
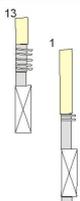
**QUADRO 2 – ZONEAMENTOS PALINOESTRATIGRÁFICOS DO NORTE DA AMÉRICA DO SUL (MODIFICADO DE LEITE, 1997).**

|                                              |                    | CARIBE<br>Germeraad <i>et al</i> 1968 | BRASIL<br>Regali <i>et al</i> ,1974        | VENEZUELA<br>Lorente, 1986                               | NORTE da AMERICA DO SUL<br>Muller <i>et al.</i> , 1987                        | AMAZÔNIA OCIDENTAL<br>Hoorn, 1983                   |
|----------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>M<br/>I<br/>O<br/>C<br/>E<br/>N<br/>O</b> | <b>PLEISTOCENO</b> | <i>Alnipollenites verus</i>           |                                            | <i>Alnipollenites</i>                                    | <i>Alnipollenites verus</i>                                                   |                                                     |
|                                              | <b>PLIOCENO</b>    | <i>Echitricolporites mcneillyi</i>    | <i>Retistephanocolpites gracilis</i>       | <i>Fenestrites longispinosus</i>                         | <i>Echitricolporites mcneillyi</i>                                            |                                                     |
|                                              | <b>NEO</b>         | <i>Pachidermites dederixii</i>        | <i>Grimsdalea magnaclavata</i>             | Asteraceae                                               | <i>Echitricolporites spinosus</i>                                             | <i>Grimsdalea</i>                                   |
|                                              | <b>MESO</b>        |                                       |                                            | <i>Grimsdalea</i>                                        | <i>Crassoretitriletes vanraadshoovenii</i>                                    |                                                     |
|                                              | <b>EO</b>          | <i>Grimsdalea magnaclavata</i>        | <i>Crassoretitriletes vanraadshoovenii</i> | <i>Psiladiporites</i>                                    | <i>Echitricolporites maristellae</i><br><i>Psiladiporites minimus</i>         | <i>Psiladiporites/</i><br><i>Crototricolporites</i> |
|                                              |                    | <i>Multimarginites vanderhammeni</i>  | <i>Psitricolporites triangularis</i>       | <i>Verrutricolporites</i>                                | <i>Verrutricolporites rotundiporus/</i><br><i>Echidiporites barbeitoensis</i> | <i>Retitricolporites</i>                            |
|                                              |                    | <i>Psiladiporites minimus</i>         |                                            | <i>Verrutricolporites/</i><br><i>Cicatricosisporites</i> |                                                                               | <i>Verrutricolporites</i>                           |

#### 5.4. Análise Cronoestratigráfica

A análise bioestratigráfica da região de Coari favoreceu a determinação de unidades bioestratigráficas. A partir desta análise foram definidos dois intervalos cronoeestratigráficos: Neomioceno e Pleistoceno (Tabela 2), correspondentes, respectivamente a Formação Solimões e Formação Içá.

**TABELA 1.** Representação das unidades bioestratigráficas e cronoeestratigráficas identificadas na região de Coari (perfis simplificados).

| BIOESTRATIGRAFIA |                                       | Afloramentos                                                                         | CRONOESTRATIGRAFIA |
|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Superzona        | Zonas                                 |                                                                                      | Época              |
| X                | <i>Alnipollenites<br/>verus</i>       |  | Pleistoceno        |
|                  | <i>Echitricolporites<br/>spinosus</i> |  | Neomioceno         |

## PARTE 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

### CAPÍTULO 6 - DISCUSSÕES E INTERPRETAÇÕES

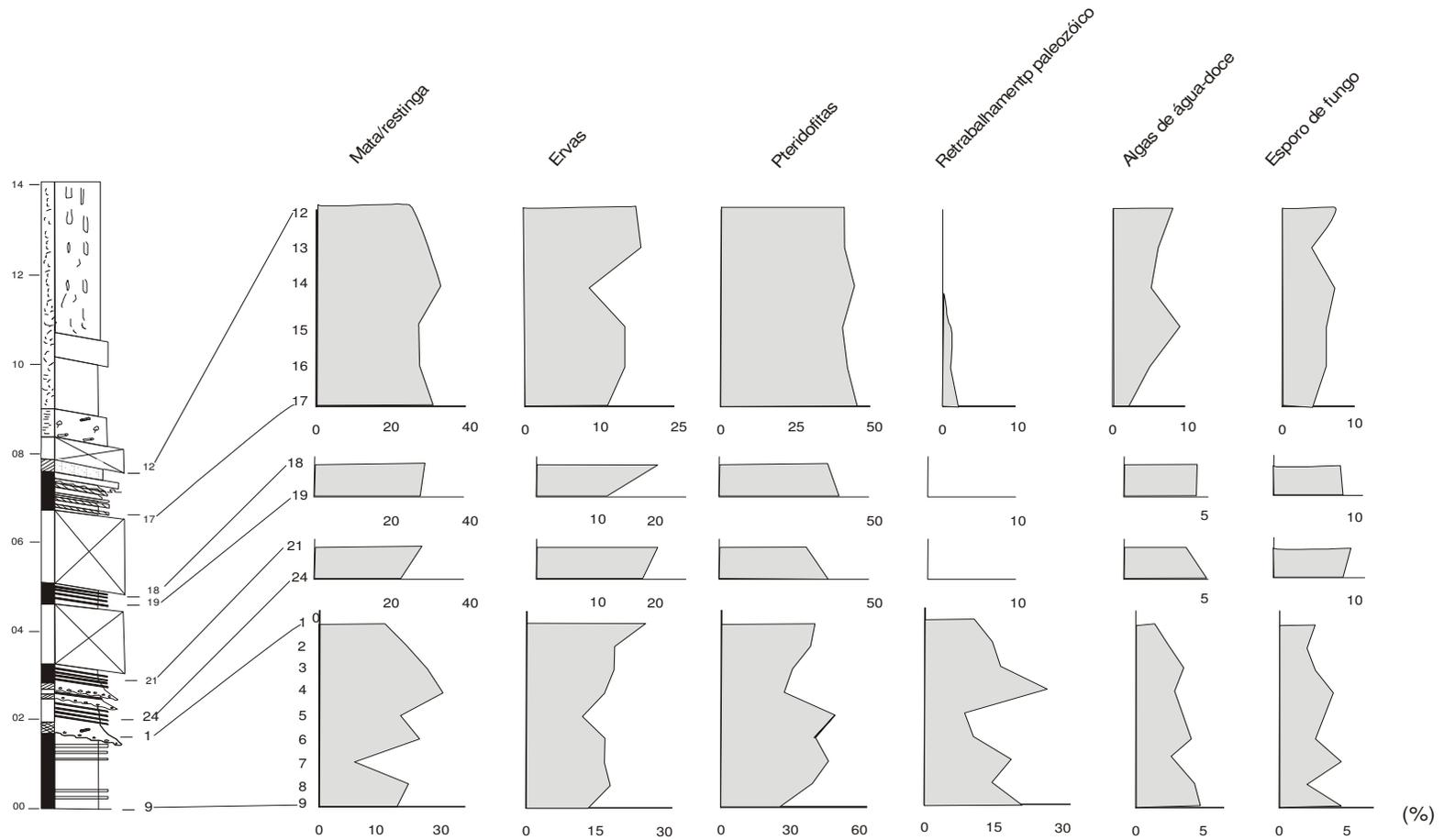
#### 6.1. Aspectos Paleoambientais da Formação Solimões com Base no Conteúdo Palinológico

Na região de Coari, a associação de palinomorfos permite identificar aporte continental (Tabela 1), que varia de lacustre a canais meandantes ativos, representados por, respectivamente, fácies pelito e arenito/pelito da Formação Solimões, em ambiente de floresta inundável, adjacente à floresta de terra firme.

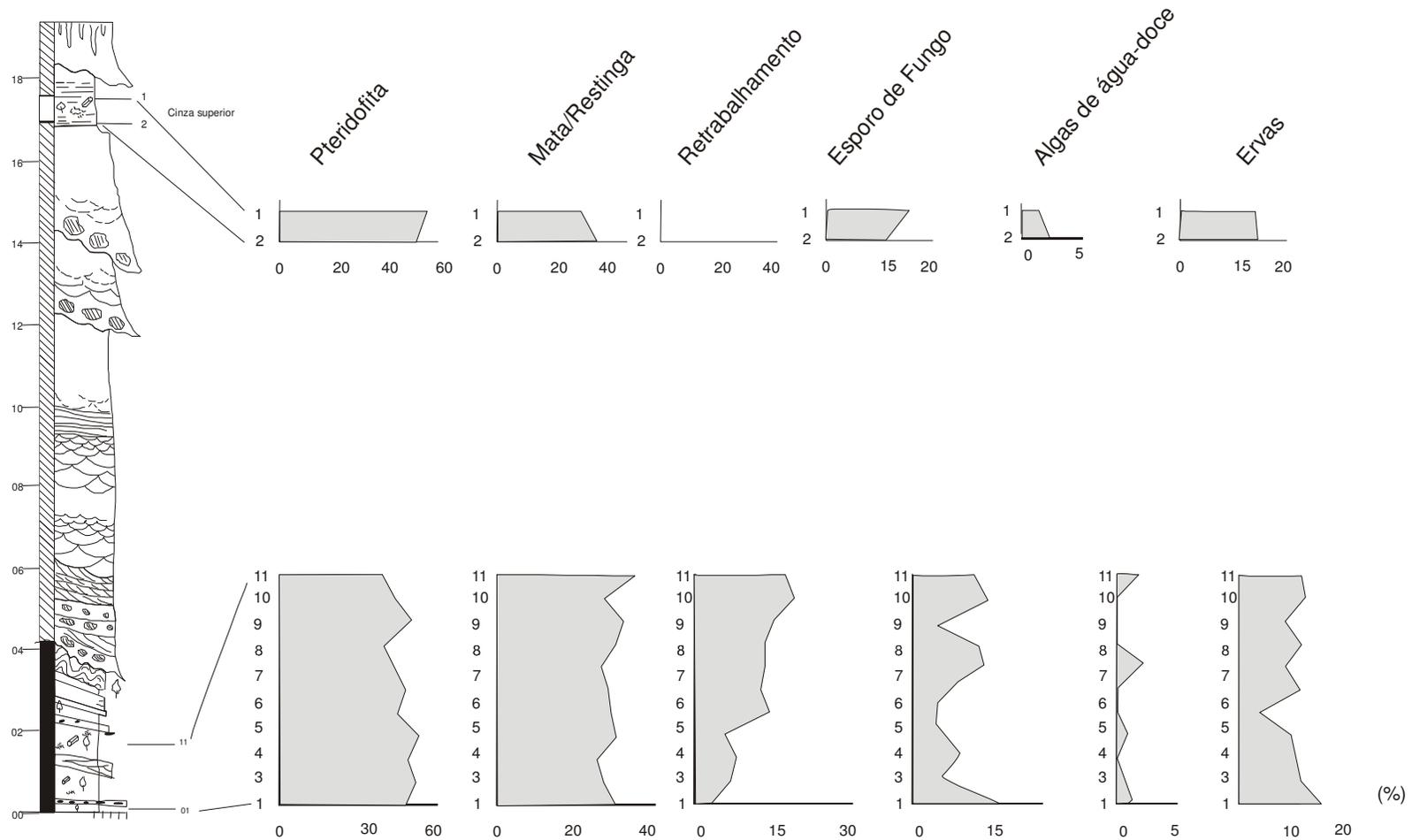
Em padrões gerais pode-se vislumbrar a presença de pólenes de angiospermas, esporos de pteridófitas, esporos de fungos, além de elementos aquáticos como mássulas de esporos atribuídos a Salviniaceae (pteridófitas de água-doce), *Chomotriletes* sp., *Magnastriatites grandiosus* e algas de água-doce, aqui representado pelo gênero *Ovoidites* e *Pediastrum*.

A associação de triletes lisos (*Deltoispora adriennis*, *Leiotriletes* sp., *Laevigatosporites* sp., *Psilatrilletes* sp. e outros), monoletes verrugosos (*Verrucatosporites usmensis*, e outros), monolete espinhoso, *Cyatheacidites*, *Magnastriatites*, *Polypodiaceoisporites* e angiospermas (*Bombacacidites*, *Monoporites annulatus*, *Mauritiidites* sp., *Perisyncolporites pokorny* e outros) e são presentes em grande parte dos intervalos de amostragem, com pequenas oscilações em abundância., associados a fitoclastos lenhosos (lenhos de plantas terrestres) e não-lenhosos (fragmentos de cutículas).

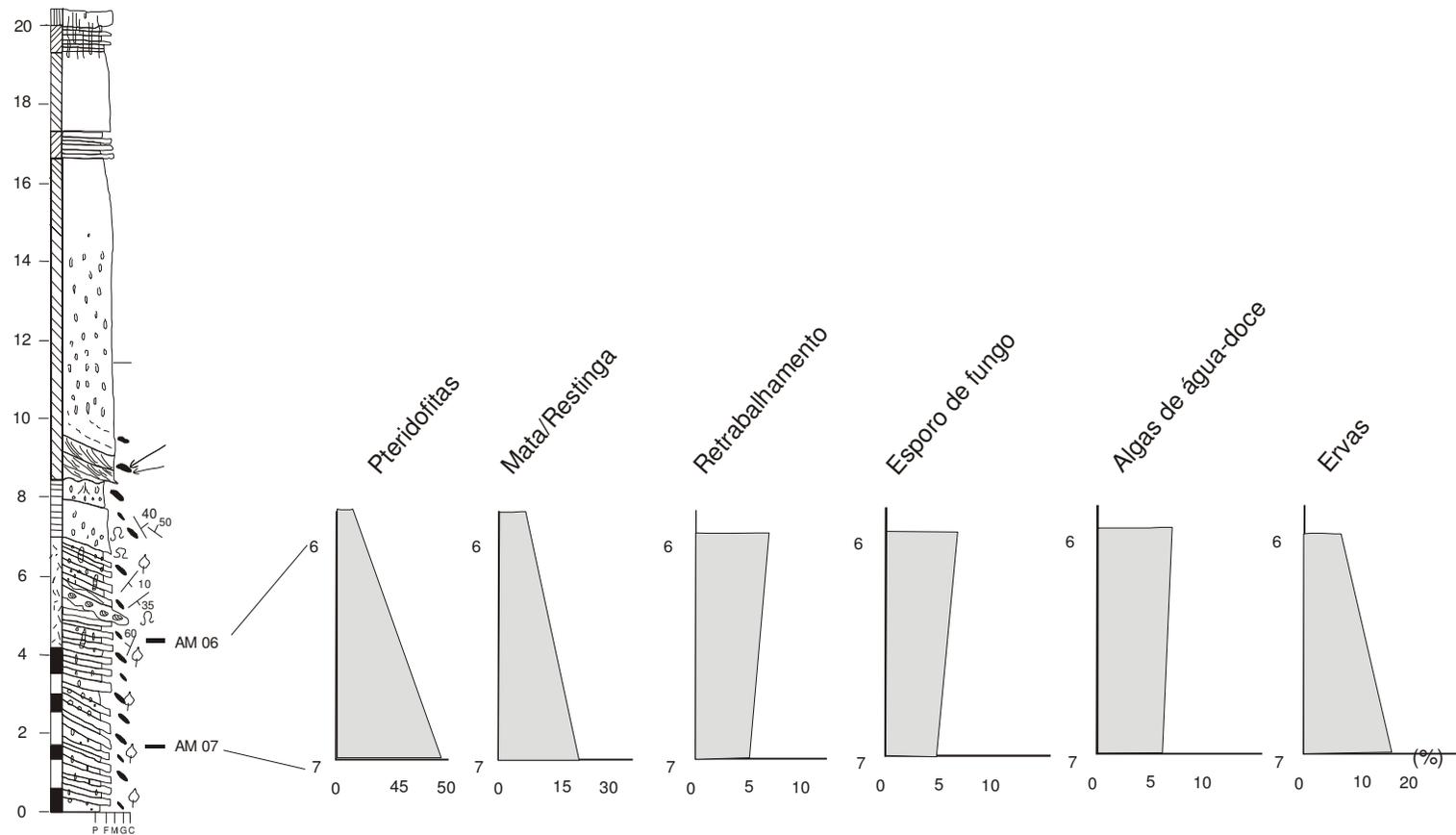
A melhor representação de palinomorfos encontra-se em depósitos de pelitos, em que há uma evidente ambiente de estagnação, marcada pela alta frequência e diversidade de formas. Nesses níveis os picos conspícuos de *Bombacacidites* e *Monoporites annulatus* mostram uma relação inversa, que marca a oscilação entre os arbóreos e arbustivos (Figura 7).



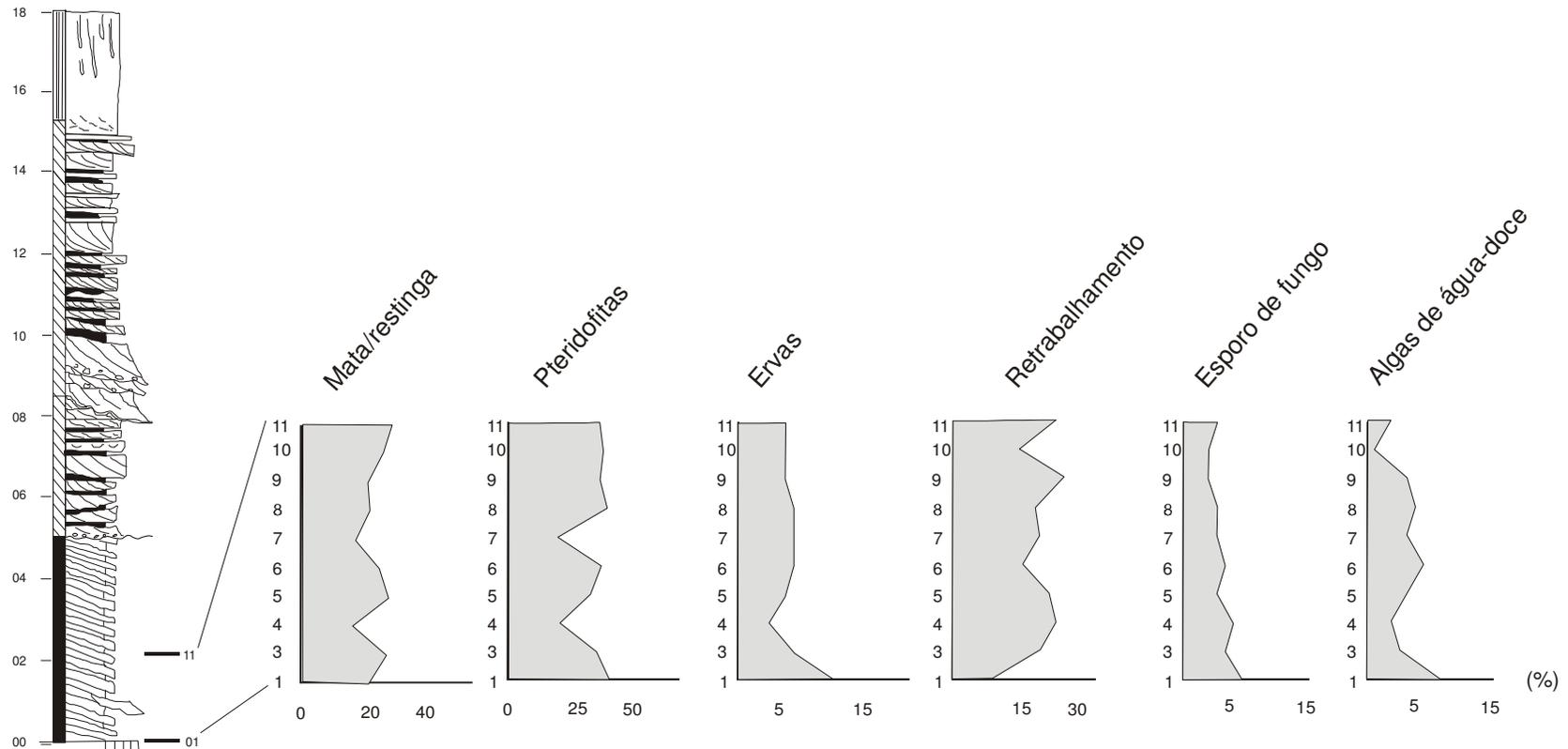
**FIGURA 6** - Representação gráfica quantitativa (porcentagem) dos principais palinórfos encontrados no ponto 02, a margem direita do Rio Solimões, região de Coari, Amazonas (300 grãos contados por amostra).



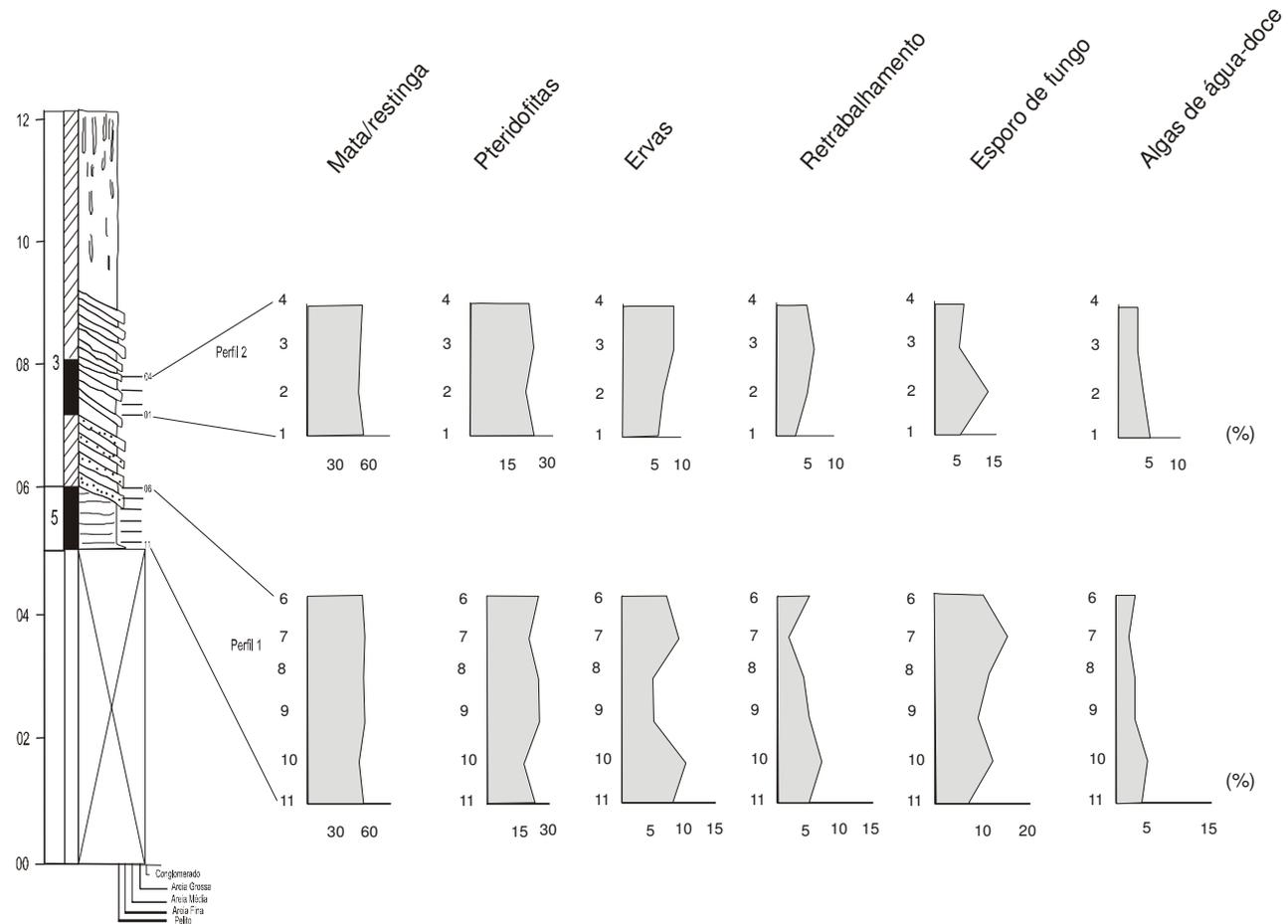
**FIGURA 7** - Representação gráfica quantitativa (porcentagem) dos principais palinomorfos encontrados no ponto 09, a margem direita do Rio Solimões, região de Coari, Amazonas (300 grãos contados por amostra).



**FIGURA 8** - Representação gráfica quantitativa (porcentagem) dos principais palinomorfos encontrados no ponto 11, a margem esquerda do Rio Solimões, região de Coari, Amazonas (300 grãos contados por amostra).



**FIGURA 9** - Representação gráfica quantitativa (porcentagem) dos principais palinomorfos encontrados no ponto 12, a margem direita do Rio Solimões, região de Coari, Amazonas (300 grãos contados por amostra).



**FIGURA 10** - Representação gráfica quantitativa (porcentagem) dos principais palinórfos encontrados no ponto 13, a margem direita do Rio Solimões, região de Coari, Amazonas (300 grãos contados por amostra).

Contudo, na associação 2 (arenito/pelito com estratificação inclinada heterolítica) há redução expressiva na quantidade de palinomorfos que desfavorece a contagem de 300 palinomorfos para serem considerados como representativos. A alta energia deste sistema é evidenciada pela ocorrência de *Pediastrum* restrito a depósitos de barra em pontal da Formação Solimões e Içá. Dentre os elementos autóctones, o *Pediastrum* é forte indicador de corpos lacustres de pouca profundidade ou rios de maior energia. Tal como na associação 1 (pelito laminado), o aporte continental é evidente pela ocorrência de fitoclastos não-lenhosos bem preservados.

A associação de pteridófitas e palmeiras indica que durante o Neomioceno indica condições climáticas tropicais, com períodos quentes e úmidos (REGALI, 1971; LIMA & CUNHA, 1986, LIMA *et al.* 1991). Outra indicação para altas temperaturas e umidade na região, é a abundância e diversidade de esporos de fungos em todos os níveis amostrados, com pequenas oscilações.

A configuração do paleoambiente continental com incursões marinhas proposta por HOORN (1994), é um modelo que pode ser aplicado principalmente para as áreas mais ocidentais da Amazônia, em rochas que remontam ao Mioceno Médio ou Mioceno Inferior, já que a autora não faz referência em seu trabalho a depósitos de idade Neomiocena. Contudo, a presença de elementos de florestas inundáveis e vegetação de restinga de planície fluvial como palmeiras, gramíneas e floresta de terra firme, condiz com a interpretação dada por HOORN (1994), que permite deduzir que a distribuição de pólenes e esporos não mudaram no decorrer do Mioceno.

Os níveis pelíticos da Formação Içá apresentam grãos de pólenes de angiospermas, pteridófitas e raras algas de água doce. Por outro lado, os níveis siliciclásticos apresentam uma redução expressiva na frequência e diversidade de formas, provavelmente reflexo de um sistema fluvial de alta energia. Além disso, a ocorrência de esporos de fungos admite permanência de condições úmidas e quentes.

**TABELA 2** - PALINOMORFOS DA UNIDADE INFERIOR DA FORMAÇÃO SOLIMÕES. ABREVIATURAS: P02, P03, P09, P12 E P13 = PERFIS ANALISADOS, E = ESPORO, P = GRÃO DE PÓLEN, A = ALGA, F = FUNGO, X = ACRITARCA, R = RETRABALHAMENTO, CONT = CONTAMINANTES.

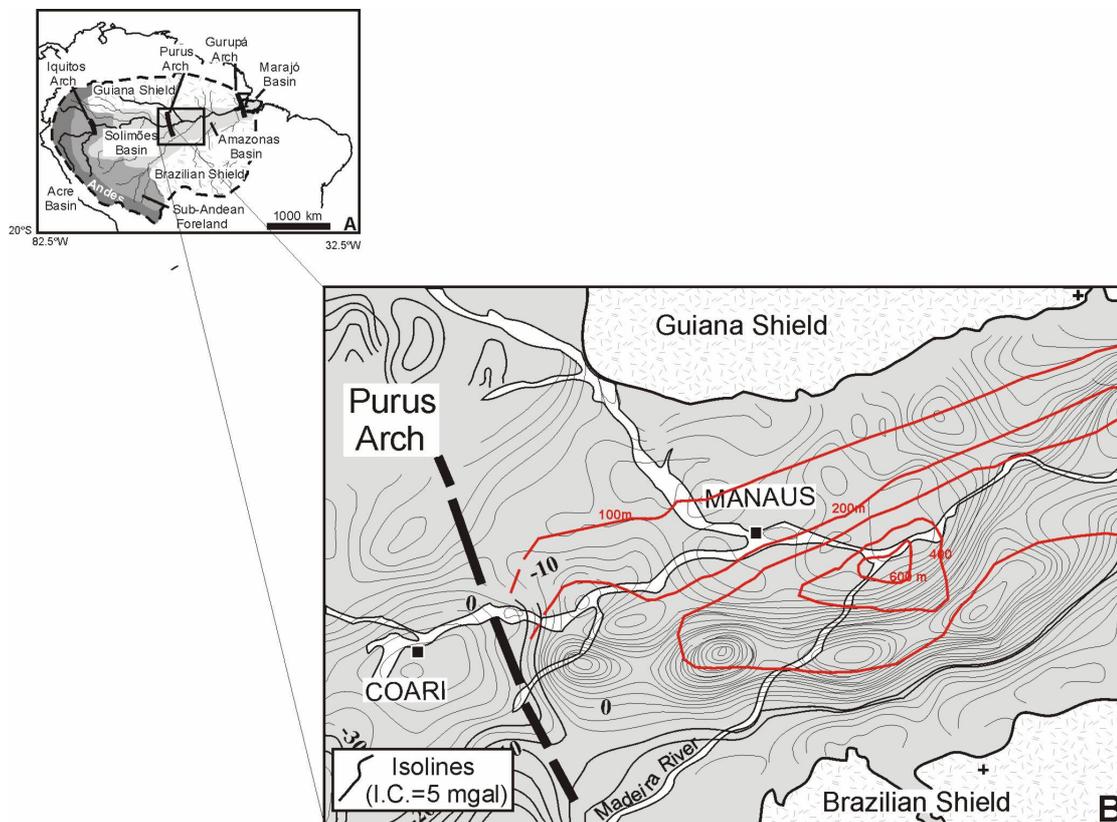
|                                              | P02 | P03 | P09 | P12 | P13 |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Acritarca (X/R)                              | X   |     | X   |     | X   |
| <i>Bombacacidites</i> sp. (P)                | X   | X   | X   | X   | X   |
| <i>Chomotriletes</i> sp. (X)                 | X   | X   | X   | X   | X   |
| <i>Cicatricosisporites</i> sp. (E)           | X   |     | X   | X   | X   |
| <i>Cyatheacidites annulatus</i> (E)          | X   |     | X   | X   | X   |
| <i>Magnastriatites grandiosus</i> (E)        | X   | X   | X   | X   | X   |
| <i>Maranhites brasiliensis</i> (X/R)         | X   |     | X   | X   | X   |
| <i>Maranhites insulatus</i> (X/R)            | X   |     | X   | X   | X   |
| Máscula de esporos (Saviniaceae?)            | X   | X   |     | X   | X   |
| <i>Mauritiidites</i> sp. (P)                 | X   |     | X   |     |     |
| Monolete liso (E)                            | X   | X   | X   | X   | X   |
| Monolete microespinhoso (E)                  |     | X   |     |     |     |
| Monolete verrugoso (E)                       | X   | X   | X   | X   | X   |
| <i>Monoporites</i> sp. (P)                   | X   | X   | X   | X   | X   |
| <i>Monosulcites</i> sp. (P)                  |     | X   |     |     |     |
| <i>Multimarginites vanderhammeni</i> (P)     |     | X   |     |     |     |
| <i>Ovoidites</i> liso (A)                    | X   | X   | X   | X   | X   |
| <i>Podocarpidites</i> sp. (P)                | X   |     | X   | X   | X   |
| Pólen c/ exina espessa                       | X   |     | X   | X   | X   |
| <i>Polypodiaceoisporites potonie</i> (E)     | X   |     | X   | X   | X   |
| <i>Polypodiaceoisporites</i> (E)             | X   |     | X   | X   | X   |
| Prasinofíceas (A)                            | X   |     | X   |     |     |
| <i>Psilatricolporites</i> sp. em tétrede (P) | X   |     |     | X   |     |
| <i>Rhizophagites</i> sp. (F/CONT)            |     | X   |     |     |     |
| <i>Tasmanites</i> liso (A/R)                 | X   |     |     |     |     |
| <i>Tasmanites</i> reticulado (A/R)           | X   |     |     |     |     |
| Trilete foveo-reticulado (E)                 |     | X   | X   | X   | X   |
| Trilete liso (E)                             | X   | X   | X   | X   | X   |
| Trilete ornamentado (E)                      |     | X   | X   | X   | X   |
| Trilete verrugoso (E)                        | X   |     | X   | X   | X   |
| Trilete zonado ornamentado (E/R)             | X   |     | X   | X   | X   |
| <i>Verrucatosporites usmensis</i> (E)        | X   |     | X   | X   | X   |

## 6.2. Eventos erosivos na sucessão Solimões

A ocorrência de palinomorfos retrabalhados na sucessão estudada indica um evento de erosão importante ocorrido no Neomioceno. Palinomorfos miocenos retrabalhados como *Cyatheacidites annulatus*, *Foveotriletes ornatu* e *Grimsdalea magnaclavata* na fácies arenito/pelito. Além disso, nos depósitos estudados ocorrem várias formas de acritarcos retrabalhados que alcançam até 25% do conteúdo de palinomorfos. Destacam-se *Maranhites brasiliensis*, *Maranhites insulatus*, *Umbellasphaeridium* sp., *Multiplisphaeridium* e muitos acantomorfos indeterminados. Os palinomorfos miocenos retrabalhados indicam a ação do sistema fluvial meandrante removendo parte dos depósitos de idade Mesomiocena da Formação Solimões. Por outro lado, os palinomorfos de idade neodevoniana têm sido interpretados como advindos dos Andes (CAMPBELL & FRAILEY, 1984; FRAILEY *et al.* 1988; HOORN, 1993; HOORN *et al.* 1995; LATRUBESSE, 1992). Entretanto, o excelente grau de preservação dos palinomorfos paleozóicos retrabalhados na área de estudo, admite áreas fontes próximas, possivelmente a borda NW da Bacia do Amazonas.

As rochas paleozóicas na borda noroeste da Bacia do Amazonas passaram por um estágio erosivo importante desde o Neocretáceo, com a implantação do sistema fluvial da Formação Alter do Chão (NOGUEIRA *et al.*, 1997; HORBE *et al.*, 1999). No Mioceno, enquanto a bacia do Amazonas se comportava como uma antéclice, a Bacia do Solimões era subsidente como indicado pela ausência de paleossolos lateríticos e a predominância de fácies subaquosas. O Arco de Purus se comportou como uma barreira geográfica importante no Mioceno, balizando o sistema lacustre-fluvial da Bacia do Solimões (Figura 11). A ocorrência de lateritas neógenas, implantadas nas rochas cretáceas da Formação Alter do Chão, indica um momento de clara exposição no Mioceno da Bacia do Amazonas (COSTA *et al.*, 1999; HORBE *et al.*, 1999). Embora as rochas paleozóicas dessa bacia estejam soterradas por mais de 1.000 m de espessura pelos depósitos cretáceos na calha principal, em suas bordas estes depósitos não alcançam 200 metros (CAPUTO *et al.*, 1971; WANDERLEY FILHO, 1991). Esta espessura reduzida favoreceu a erosão completa, durante o Néogeno, dos depósitos cretáceos e parcialmente dos paleozóicos, com intervalo mais superior restrito ao Lockhoviano (COELHO, 1994). Os depósitos com

acritarcos neodevonianos da borda oeste da Bacia do Amazonas foram as prováveis fontes para os sedimentos da Formação Solimões.



**FIGURA 11** - Mapa Gravimétrico Bourguer da Bacia do Amazonas, em vermelho as curvas de isópacas (Modificado de WANDERLEY FILHO, 1991).

### 6.3. Correlação com outras unidades do Mioceno da Amazônia

As rochas da Formação Solimões são de ampla distribuição as margens dos rios da Bacia do Solimões. Os depósitos do Mioceno Superior tendo sido assinalada por SILVA (2004) no poço 1AS-32-AM, no oeste do estado do Amazonas, bem como em superfície, mas localidade de Patos e Elizete, no Acre. A investigação executada por CRUZ (1986) no estado do Amazonas, também faz referência a depósitos de idade Neomiocena em subsuperfície.

Ainda que tenha sido reportado ocorrência de depósitos dessa idade na região do Caribe e Venezuela, estes são produtos de investigação em subsuperfície (GERMERAAD *et al.*, (1968); MULLER *et al.*, (1987).

## CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES

1. O conteúdo palinológico da Formação Solimões na região de Coari e constituído de 128 palinomorfos, destacando-se as espécies *Deltoispora adriennis*, *Leiotriletes adriennis*, *Ovoidites* sp., *Magnastriatites grandiosus*, *Cyathiadites annulatus*, *Multimarginites vanderhammeni*, *Polypodiaceoisporites potonie*, *Monoporites annulatus*, *Crototricolpites annemarie*, *Proxapertites tertiaria*, *Retitriporites dubiosus*, *Foveotriletes ornatus*, *Retistephanocolporites simplex*, *Corsinipollenites undulatus*, *Psilatricolporites crassus*, *Retitricolporites irregularis*. as formas que possuem inferências biostratigráficas e paleoecológica são: *Echiperiporites akanthos* e *Echitricolporites spinosus* e a associação de flora acima citada.
2. A análise palinológica desenvolvida na região de Coari permitiu que fosse reconhecida o intervalos de tempo Neomioceno, marcado pela biozona *Echitricolporites spinosus* (Superzone X *sensu* Muller *et al.*, 1987).
3. Na associação 2 (arenito – pelito) há diminuição numérica significativa dos palinomorfos, e a maior representação é de matéria orgânica não-lenhosa. Essa redução na quantidade e frequência dos palinomorfos aponta para um ambiente desfavorável a preservação, devido a maior energia fluvial.

4. A associação 1 (pelito), assim como a associação 2, apresenta forte influxo de palinórfos continentais (polens e esporos), associados a fitoclastos lenhosos (lenhos de plantas terrestres) e não-lenhosos (fragmentos de cutículas), que indica proximidade de exuberante vegetação com diversidade de espécimens.
5. A presença de até 25% de acritarcos neodevonianos no conteúdo palinológico da Formação Solimões, indica retrabalhamento de rochas sedimentares paleozóicas. Esta ocorrência sugere áreas próximas à região de Coari, provavelmente bordas da Bacia do Amazonas, intensamente erodidas durante o Neógeno.
6. Em alguns afloramentos é possível constatar que canal meandrante removeu parte da Formação Solimões, evidenciado pelo retrabalhamento do próprio Mioceno, como indicado pela ocorrência de retrabalhamento do pólen *Grimsdalea magnaclavata*, *Crassoretitriletes vahaandshoovenii*, *Foveotriletes ornatus*. Esta unidade é correlata à porção noroeste do estado do Amazonas e porção sul do estado do Acre (SILVA, 1994).
7. A distinção da flora encontrada na Formação Solimões comparável àquela apontada em trabalhos que tratam do Mioceno Médio-Superior pode ser decorrente do forte controle dos Arcos estruturais que funcionaram como barreiras geográficas, associadas às mudanças das condições paleoambientais e paleoclimáticas que tem condicionado as diferenças de abundância e frequência da flora Amazônica desde o Neógeno.

## CAPÍTULO 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, R. L. & MELO, J. H. G. **Micropaleontologia e Estratigrafia de Sequências**. In: Estratigrafia de Sequências - Fundamentos e Aplicações. Cap. 7. EDUNISINOS. p. 428. 2001.

ARAI, M.; NOGUEIRA, A. C. R.; SILVEIRA, R. R. HORBE, A. M. C. **Considerações Cronoestratigráficas e Paleoambientais da Formação Solimões com Base em Palinomorfos, Região de Coari, Estado do Amazonas**. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 8, Manaus, Amazonas. *Anais...*2003.

ARAI, M.; SHIMABUKURO, S. **The Tortonian Unconformity and its Relation with the Stratigraphic Framework of the Barreiras Group and Correlative Units (Neogene, Brazil)**. In: Congresso Latinoamericano de Sedimentologia, 3, Belém. *Anais...*p.263. 2003.

ARAI, M.; UESUGUI, N.; ROSSETI, D. F.; GÓES, A. M. **Considerações Sobre a Idade do Grupo Barreiras no Nordeste do Estado do Pará**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém. *Anais...* v. 2: 738 - 752. 1988.

BARROSO, M. S. **Sistemática, Paleoecologia e Bioestratigrafia dos Macrofósseis (Invertebrados) do Siluriano Sup. – Devoniano Inf. da Formação Manacapuru, Bacia do Amazonas, Brasil**. Trabalho final de Graduação. Universidade Federal do Amazonas. 107 p. 2002.

BRASIL. Folha SB. 19 Juruá - **Levantamento de Recursos naturais: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra**. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - Projeto RADAMBRASIL. v. 15. Rio de Janeiro. 1977.

CAMPBELL, K. E. & FRAILEY, C. D. **Holocene flooding and species diversity in Southwestern Amazonia**. *Quaternary Research*, v. 21, 369-375. 1984.

CAMPBELL, K. E.; HEIZLER, M.; FRAILEY, C. D.; ROMERO-PITTMAN, L. & PROTERO, D. R. **Upper Cenozoic chronostratigraphy of the southwestern Amazo Basin**. *Geology*, v. 29(7):595-598. 2001.

CAPUTO, M. V.; RODRIGUES, R. & VASCONCELOS, D. N. N. **Litoestratigrafia da bacia do rio Amazonas**. Relatório Técnico Interno. 641-A, Petrobras-Renor, Belém, p. 35-46. 1971.

CHANDLESS, W. **Notes on the River Aquiry, the principal affluent of the River Purus.** *Journal of the Royal geographical society of London*, 36: 119-128. 1866.

COELHO, L.G. 1994. **Relatório final de estágio na área de Palinologia. Projeto Palinoestratigrafia do Devoniano Médio-Carbonífero Inferior das Bacias Paleozóicas Brasileiras .** PETROBRÁS, CENPES/DIVEX/SEPIBE (Relatório Interno).

COOKSON, I. C. **Plant microfossils from the lignites of kerguelen Archipelago.** *Science Repts. British-Australian-New Zeland Antartic research expedition 2*, v. (8):127-142. 1947.

COOKSON, I. C.; CRANWELL, L. M. **Lower Tertiary microplankton, spores and pollens grains from southernmost Chile.** *Micropaleontology*, New York, 13 (2): 204-16, 1967.

COSTA, E. V. **GAstrópodes Cenozóicos do Alto Amazonas (Estado do Amazonas), Brasil.** Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre. 79p. 1979.

COSTA, M. L.; ALBUQUERQUE, C. A.; BARRIGA, V. M. F.; D'ANTONA, R. de J. G. ; SIQUEIRA, N. V. M. de. **Evidências de Lateritos Metamorfisados na Amazônia.** In: Simpósio de Geologia da Amazônia. Manaus, Am. *Boletim de Resumos Espandidos*. P. 383-386. 1999.

COUPER. R. A. **New Zeland Mesozoic and cainozoic microfossils.** *New Zelan geol. Surv. Paleont. Bull. Lower hutt*, v. 32:1-87. 1960.

COUPER, R. A. **Evidence of a Possible Gymnospermous Affinity for *Tricolpites troedssonii* Erdnman.** *New Phytologist*, 55:280-284. p.1. 1956.

COUPER. R. A. **Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zeland.** *New Zelan geol. Surv. Paleont. Bull. Lower hutt*, v. 22:1-77. 1953.

CRUZ. N. M. C. **Palinologia do Linhito do Solimões no Estado do Amazonas.** In: II Simpósio de Geologia da Amazônia. Manaus. *Anais....v. 2*, p.473-480. 1984.

DAEMON, R. F. & CONTREIRAS, C. J. A. **Zoneamento palinológico da bacia do Amazonas.** In: Congresso Brasileiro de Geologia, 25. *Anais...v. 3*:79-91. 1971.

DETMANN, M. E. **Upper Mesozoic microfloras from southeastern Austrália.** *Proc. Royal Soc. Victoria N.S., Melborne*, v. 77(1): 1-148. 1963.

EINSELE, G. **Sedimentary basins. Evolution, fácies and sediment budget.** 1<sup>st</sup> edition. Berlin. Spring-Verlag. 628p. 1992.

EIRAS, J. F.; BECKER C. R.; SOUZA, E. M.; GONZAGA, F. G.; DA SILVA, J. G. F.; DANIEL, L. M. F.; MATSUDA, N. S. & FEIJÓ, F. J. **Bacia do Solimões.** *Boletim de Geociências*, v. 8 (1):17-45. 1994.

ELSIK, W. C. **Microscopical fungal remains and Cenozoic palynostratigraphy.** *Geoscience and Man*, v. 15: 115-120. 1976.

ELSIK, W. C. **Classification and geologic history of dispersed Microthyriaceae fungi.** *In: International Palynological Conference, 4, Lucknow v.1:331-342.* 1978.

ERTMAN, G. **Pollen Morphology and Plant Taxonomy Angiosperms.** *Almqvist and Wilsell*, Stockholm, 539 p. 1952.

ERTMAN, G. **Suggestions for the classification of fossil and recent pollen grains and spores.** *Svensk Bot. Tidskr.*, v. 41:104-114. 1947.

FENSOME, R. A.; WILLIAMS, G. L.; BARSS, M. S.; FREEMAN, J. M. & HILL, J. L. **Acritarchs and fossil Prasinophytes: an Index to Genera, Species and Intraspecific taxa.** *American Association of Stratigraphic Palynologists. Contributions Series*, 25:1-771. 1990.

FREDERIKSEN, N. O. **Middle Eocene Palynomorphs from San Diego, California. Part. II.** *Angiosperm pollen and Miscellaneous*, *Am. Ass. Strat. Palyn. Contribution Series*, 12:32-154. 1983.

FREDERIKSEN, N. O. **Sporomorphs from the Jackson Group (Upper Eocene) and adjacent strata of Mississippi and western Alabama.** *U. S. Geol. Survey Prof. Paper*, 1084: 1-75. 1980.

GALVIS, J. V.; HUGUETT, A. & RUGE, P. **Geología de la Amazonia Colombiana.** *Bol. Geol. Ingeominas, Bogotá*, v.22(3):1-86. 1979.

GERMERAAD, J. H.; HOPPING, C. A & MULLER, J. **Palynology of Tertiary sediments from Tropical areas.** *Rev. Palaeob. Palynol.* v. 6: 189-348. 1968.

GINGRAS, M. K.; RÄSÄNEN, M. E. & RANZI, A. **The Significance of Bioturbated Inclined Heterolithic Stratification in the southern Part of the Miocene Solimoes Formation, Rio Acre, Amazonia Brazil.** *Palaios*, v.17. p.591-601. 2002.

GINGRAS, M. K.; RÄSÄNEN, M. E. & PEMBERTON, S. G. **Ichnological evidence for marine and marginal marine deposition in the Miocene Pebas Formation, Peru.** *International Association of Sedimentologists, Regional Meeting, Mar del Plata, Argentina, Abstracts.* 2000.

GONZALEZ, A. E. G. **A palynological study on the Upper Los Cuervos and Mirador Formations (Lower and Middle Eocene. Tibu area, Colombia).** *E.J. Brill., Leiden, PhD. Thesis, University of Amsterdam*, 68 p. 1967.

HAQ, B. V.; HARDEBOL, J. & VAIL, P. R. **Chronology of fluctuating sea levels since Triassic (250 million years ago present).** *Science*, v. 235:1156-1167. 1987.

HOLBOURN, A., KUHN, W., SIMO, J. A. T. & LI, Q. **Middle Miocene isotope stratigraphy and paleoceanographic evolution of the northwest and southwest**

**Australian margins (Wombat Plateau and Great Australian Bight).** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 208: 1-22. 2004.

**HONIKOSKI, J. Sedimentology, Ichnology and Sequence Stratigraphy of Four Outcrops from the Early-Late Miocene Pebas Formation, Western Amazonian Forelan Basin, Peru.** Tese (Doutorado), Universidade de Turku, Finlândia, 94p. 2002.

**HORBE, A. M. C.; NOGUEIRA, A. C. R.; SOUZA, V. S. da; SOARES, E. A. A. A Laterização na Evolução Morfológica da Região de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas.** In: Simpósio de Geologia da Amazônia. Manaus, Am. *Boletim de Resumos Expandidos*. P. 399-402. 1999.

**HOORN, C. GUERRERO, J.; SARMIENTO, G. A. & LORENTE, M. A. Andean Tectonics as a cause for changing drainage patterns in Miocene northern South America.** *Geology*, v. 23 (3): 237-240. 1995.

**HOORN, C. Fluvial palaeoenvironments in the intracratonic Amazonas Basin (Early Miocene – early Middle Miocene, Colombia).** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 109: 1-54. 1994a.

**HOORN, C. An environmental reconstruction of the palaeo-Amazon River system (Middle-Late Miocene, NW Amazonia).** *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 112:187-238. 1994b.

**HOORN, C. Marine incursions and the influence of Andean tectonics on the Miocene deposital history of northwestern Amazonia: results of a palynostratigraphic study.** *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*. v. 105:277-309. 1993.

**HOORN, C. Miocene Palynostratigraphy and Paleoenvironments of Northwestern Amazonia: Evidence for Marine Incursions and the Influence of Andean Tectonics.** Tese (Doutorado), Universidade de Amsterdam, 1994.

**HOPPING, C. A Palynology and the oil industry.** *Rev. Paleobotan. Palynol.*, v. 2:23-48. 1967.

**IBRAHIM, A. C. Spores formen des Ägirhorizonts des Ruhr.** Reviers. PhD. Thesis, University of Belin, 1-47p. 1933.

**IVERSEN, J. & TROELS-SMITH, J. Pollen morphological definitons and types.** Danmarks Geologiske Undersolgense, IV. Raekke. Kopenhagen, Denmark, v. 3(8):52. 1950.

**JARZEN, D. M. & ELSIK, W. C. Fungal palynomorphs recovered from Recent River Deposits, Luangwa Valley, Zambia.** *Palynology*, 10:35-60. p.1-7. 1986.

**KREMP, G. O. Morphologic encyclopedia of palynology.** Universidade of Arizona, Tucson, 185 p. 1965.

KRUTZSCH, W. **Micropaläontologische (sporenpaläontologische). Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales.** *Geologie*. 8. Beiheft v. 21-22:1-425. 1959.

IVERSEN, J. & TROELS-SMITH, J. **Pollenmorphologische Definitionen und Typen.** *Danm. Geol. Unders.*, v. 4.3(8):1-54. 1950.

LATRUBESSE, E. M. **The Cenozoic of the Purus basin in the Acre State, Brazil.** Tese de Phd, Universidade Nacional San Luis, 219p. 1992.

LATRUBESSE, E. M.; BOCQUENTIN, J.; SANTOS, J. C. R. & RAMONELL, C. G. **Paleoenvironmental model for the Late Cenozoic of Southwestern Amazonia: Paleontology e Geology.** *Acta amazonica*, v. 27(2):103-118. 1997.

LEIDELMEYER, P. **The Paleocene and Lower Eocene pollen flora of Guyana.** *Leidse Geol. Meded.* v. 38:49-70. 1966.

LEITE, F. P. **Palinofloras Neógenas da Formação Pirabas e Grupo Barreiras, área litorânea do nordeste do Estado do Pará, Brasil.** Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo. 102p. 1997.

LORENTE, M. A. **Palynology and palynofacies of the Upper Tertiary in Venezuela.** *Diss. Bot.*, 99. 222p. 1986.

MACHADO, N. A. F. **Ictiólitos da Formação Pebas – Peru.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1989.

MAIA, R. G.; GODOY, H. K.; YAMAGUTI, H. S.; MOURA, P. A.; COSTA, F. S.; HOLANDA, M. A. & COSTA, J. **Projeto de carvão no alto Solimões.** Relatório Final. CPRM-DNPM, 137p. 1977.

MALABARBA, M. C. S. L.; OLIVEIRA, M. M. & CUNHA, L. F. **Some Callichthyidae e Fossil Remains (Ostariophysi: from the Solimões Formation, Acre State, Northern Brazil.** *Comum. Mus. Ciênc. Tecnol.* V. 11, p. 99-107. 1998.

MATTHEWS, R. K. **Dynamic Stratigraphy, an Introduction to Sedimentation and Stratigraphy.** 2<sup>nd</sup> ed. New Jersey, Prentice Hall, 489p. 1984.

MELO, J. H. G. **Notícias.** Mensagem pessoal. Mensagem recebida por: <[rrsilveira@ufam.edu.br](mailto:rrsilveira@ufam.edu.br)>. Acesso em: 11 fev. 2005.

MONSCH, K. A. **Miocene fish faunas from the northwestern Amazonia basin (Colombia, Peru, Brazil) with evidence of marine incursions.** *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, v. 143:31-50. 1998.

MOORE, R. C. **Meaning of fácies.** In *Sedimentary Facies in Geologic History.* *Geol. Soc. Am. Mem.*, v.39:1-34. 1949.

MORAES REGO, L. F. **Notas sobre geologia do território de Acre e da Bacia do Javari.** Manaus, Cezar, Cavalcante e Cia. 45 p. 1930.

MULLER, J.; GIACOMO, E. & VAN ERVE, A. W. **A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of Northern South America.** *Am. Ass. Stra. Palyn, contribution series*, v. 19:7-76. 1987.

MUÑOZ-TORRES, F.; WHATLEY, R.; HARTEN, VAN. D. **The Endemic Non-marine Miocene Ostracod Fauna of the Upper Amazon Basin.** *Revista Española de Micropaleontología*, v. 30(3):89-105. 1998.

NAKOMAN, E. **Contribution à l'étude palynologique des formations tertiaires der Bassin de Thrace.** *Ann. Soc. Geol. Nord. "Europe Turkey Tert Paleocene Eocene Oligocene Miocene Pliocene spore pollen"*, v. 86: 65-107. 1965.

NOGUEIRA, A. C. R.; ARAI, M., HORBE, A. M. C.; HORBE, M. AM.; SILVEIRA, R. R.; SILVA, J. S.; MOTTA, M. B. **A Influência Marinha nos Depósitos da Formação Solimões na região de Coari (AM): Registro da Transgressão Miocênica na Amazônia Ocidental.** *In: Simpósio de Geologia da Amazônia*, 8, Manaus, Amazonas. *Anais...*2003

PEREIRA, J. & BOCQUENTIN, J. ***Brasilosuchus mendesis*, n.g., n.sp., um novo representante da família gavialidae do Neogeno do Acre, Brasil.** *In: Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 11, *Anais...*,p.457-463. 1989.

PIERCE, R. L. **Lower Upper Cretaceous plant microfossils from Minnesota.** *Minnesota geol. Surv. Bull., Mineapollis*, v. 42:1-86. 1961.

PINTO, I. D. & PURPER, I. **Ictiólitos do Cenozóico da Bacia do Alto Amazonas-Brasil.** *In: Simpósio Amazônico*, 2. Manaus. *Anais...* p.473-480. 1984.

PLAYFORD., G. **Noegene palynomorphs from the Huon Peninsula, Papua New Guinea.** *Palynology*, 65:29-54. 1982.

PURPER, I. & ORNELLAS, L. P. **New Ostracodes of the Endemic Fauna of the Pebas Formation, Upper Amazon Basin, Brazil.** *Pesquisas*. V. 18 (1):25-30. 1991.

PFLUG, H. D. **Entstehung und Entwicklung des angiospermiden Pollens in der Erdgeschichte.** *Palaeontographica*, Abt. B, v. 95: 60-171. 1953.

POTONIE, R. **Synopsis der Gattungen der Sporae dispersat. VII. Teil: Nachträge zer allen Grupper (Turmae).** *Fortschritte. Geol. Rheinld. Westfalen*, Krefeld, v. (25):23- 151. 1975.

POTONIE, R. **Synopsis der Gattungen der Sporae dispersat. V. Teil: Nachträge zer allen Grupper (Turmae).** *Beih. Geol. Jahrb., Hannover*, v. (87):1-172. 1970.

POTONIE, R. **Synopsis der Gattungen der Sporae dispersat. IV. Teil: Nachträge zer allen Gruppen (Turmae).** *Beih. Geol. Jahrb., Hannover*, v. (72):1-244. 1966.

POTONIE, R. **Synopsis der Gattungen der Spora dispersat. III. Teil: Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites. Mit Generalregister zer Teil I-III.** Beih. Geol. Jahrb., Hannover, v. (39):1-189. 1960.

POTONIE, R. **Synopsis der Gattungen der Spora dispersat. II. Teil: Sporites.** Beih. Geol. Jahrb., Hannover, v. (31):1-114. 1958.

POTONIE, R. **Synopsis der Gattungen der Spora dispersat. I. Teil: Sporites.** Beih. Geol. Jahrb., Hannover, v. (23):1-103. 1956.

POTONIE, R. & KREMP, G.O.W. **Die Gattungen der paläozoischen Spora dispersae und ihre Stratigraphie.** *Geol. Jahrb.*, v. 69: 111 – 194. 1954.

POTONIE, H. & GELLETICH, J. **Über pteridophyten-sporen einer eocänen Braunkohle aus Dorog in Urgarn.** Sitz. Ber. Ges. Naturforsch. *Freunde Berlin*, p. 517-528. 1933.

POTONIE, H. **Die flora des Rotliegenden von Thirigen.** Abh. B. Geol. Landesanst. N.F. 9. Berlin. 1893.

PURPER, I. **Cenozoic Ostracodes of the Upper Amazon Basin, Brazil.** *Pesquisas*, vo. 12:209-281, 1979.

PURPER, I. **Some ostracodes from the Upper Amazon Basin, Brazil. Environment and age.** In: Aspects of Ecology and Zoography of Recent and Fossil Ostracoda, Junk, The Hague, 521 p. 1977.

PURPER, I. & PINTO, I. D. **New data and new ostracodes from the Pebas Formation – Upper Amazon basin.** *Coletânea de trabalhos paleontológicos.* Ministério de Minas e Energia. Departamento de Produção Mineral. Brasília. Paleontol. Estratigr., v. 2: 427-434. 1985.

RAMOS, M. I. F.; SILVEIRA, R. R. & COIMBRA, J. C. **Ostracodes Mixoalinos do Mioceno da Formação Solimões, Bacia do Solimões, Amazonas, Brasil.** In: Congresso Brasileiro de Paleontologia. 18, Rio Branco. *Anais...* p. 86. 2001.

RANCY, A. **Paleoecologia da Amazônia: Megafauna do Pleistoceno.** UFSC. Florianópolis. 101 p. 2000.

RÄNSÄNEN, M. E.; LINNA, A. M.; SANTOS, J. C. R., & NEGRI, F. R. **Late Miocene tidal deposits in the Amazonian foreland basin:** *Science*, v. 269, p. 386-390. 1995.

REGALI, M. S. P. **Palinologia dos Sedimentos Cenozóicos da Foz do Rio Amazonas.** Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 96p. 1971.

REGALI, M. S. P.; UESUGUI, N. & SANTOS, A. S. **Palinologia dos Sedimentos Meso-Cenozóicos do Brasil (I).** *Boletim Téc. Petrobrás*, Rio de Janeiro, v. 17(3):177-191. 1974.

REGALI, M. S. P.; UESUGUI, N. & SANTOS, A. S. **Palinologia dos Sedimentos Meso-Cenozóicos do Brasil (II)**. *Boletim Téc. Petrobrás*, Rio de Janeiro, v. 17(4):263-301.1974.

ROSSETTI, D. F.; TOLEDO, P. M., & GÓES, A. M. **New geological framework for Western Amazonia Implications for Biogeography and Evolution**. *Quaternary Research*. 63:78-79. 2005.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **História Ecológica da Terra**. In: A Era Cenozóica. São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda. Cap. 6, p. 159-196. 1994.

SANTOS, J. C. R. dos.; RANCY, A. & FERIGOLO, J. **Octodontobradynae: Nova Subfamília de Orophodontidae ( Edentata, Tardigrada )**. Descrição de Porção do Crânio e Mandíbula de *Octodontobradys puruensis*, Gen. N., SP. N., Procedente do Neógeno do Estado do Amazonas, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 12, São Paulo. *Anais...*p. 35. 1991.

SELLEY, R. C. **Applied Sedimentology**. 1<sup>st</sup> edition. London, Academic. Press Limited. 446p. 1988.

SHEFFY, M. V. & DILCHER, D. L. **Morphology and Taxonomy of fungal spores**. *Palaeontographica*, Abt. B, v. 133: 34-51. 1971.

SHEPPARD, L. M. & BATE, R. H. **Plio-Pleistocene Ostracods from the Upper Amazon of Colombia and Peru**. *Palaeontolog*, 23(1):97-124. 1980.

SMITH, A. H. V. & BUTTERWORTH, M. A. **Miospores in the coal seams of the Carboniferous of Great Britain**. *Special Papers in Palaeontology*, v. 1:1-324, pl. 1-27. 1967.

SILVA, A. F. **Palinologia do Neógeno da Amazônia Sul Ocidental, Brasil**. Dissertação (Mestrado), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA, Manaus. 105p. 2004.

SILVA, L. L. **A Estratigrafia da Formação Solimões: Uma Análise Crítica**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35, Belém. *Anais...*v. 2: 725-737. 1988.

SILVEIRA, R. R. **Estudo Sistemático e Paleoecológico dos Ostracodes Miocênicos do Município de Eirunepé, Formação Solimões, Bacia do Solimões, AM - Brasil**. Graduação em Geologia (TFG), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 43p., 2002.

SRIVASTAVA, S. K. **Upper Cretaceous Microflora (Maestrichtian) from Scollard, Alberta, Canada**. *Pollen et Spores*, 3(2): 229-352. 1972.

TALBOT, M. R. & ALLEN, P. A. **Sedimentary Environments - processes, facies and stratigraphy: Rhythmites**. Edited by. H.G. Reading. p. 100-102. 1987.

THOMAS, R. G.; SMITH, D. G.; WOOD, J. M.; VISSER, M. J.; CALVERLEY-RANGE, E. A. & KOSTER, E. H. **Inclined heterolithic stratification-terminology, description, interpretation and significance.** *Sedim. Geology*, v. 53(112):123-179. 1987.

THOMPSON, P. V. & PFLUG, H. **Pollen und sporen des mitteleuropaischen Tertiars. Gesamtubersicht uber die stratigraphisch und palaontologisch wichtigen formen.** *Palaeontog.* Abt. B. Stuttgart, v. 94(1):1.138. 1953.

TRAVERSE, A. **Paleopalynology.** Unwin Hyman, Boston, 600p. 1988.

VAN DER HAMMEN, T. H. & WYMSTRA, T. A. **A palynological study on the Tertiary and Upper Cretaceous of British Guiana.** *Leidse Geologische Mededelingen*, v. 30:183-241. 1956.

VAN DER HAMMEN, T. H. **El desarrollo de la flora Colombiana en los periodos geológicos; I. Maastrichtiano hasta Terciario mas Inferior.** *Boletim Geol. Bogotá*, 2(1):49-106. 1954.

VAN HOEKEN-KLINKENBERG, P. M. J. **Maastrichtian, Paleocene and Eocene pollen and spores from Nigeria.** *Leidse Geol. Meded.*, 38:37-48. 1966.

VISSER, M. J. **Neap spring cycles reflected in Holocene subtidal large scale bedform deposits: a preliminary note.** *Geology*, v. 8(11):543-546.

VONHOF, H. B., WESSELING, F. P. & GANSSEN, G. M. **Reconstruction of the Miocene western amazonian aquatic system using molluscan isotopic signatures.** *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, v. 141, p. 85-93. 1998.

WALKER, R. G. **Fácies Models.** 2<sup>nd</sup> edition, Toronto. Geological Association of Canada Ser 1, 317p. 1984.

WANDERLEY FILHO, J. R. **Evolução Crustal da Bacia do Amazonas e Sua Relação com o Embasamento.** Dissertação de Mestrado. Belém, UFPA. 109p.

WESSELING, F. P.; RANSANEN, M. E.; IRION, G.; VONHOF, H. B.; KAANDORP, R.; RENEMA, W.; PITTMAN, L. R. & GRINGRAS, M. **Lake Pebas: a palaeogeological reconstruction of a Miocene, long-lived lake complex in western Amazonia.** *Cainozoic Research*, v. 1(1-2): 35-81. 2001.

YAMAMOTO, I. T. **Palinologia das Bacias Tafrogênicas do Sudeste (Bacias de Taubaté, São Paulo e Resende): Análise Bioestratigráfica Integrada e Interpretação Paleoambiental.** Tese de Doudorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1995.

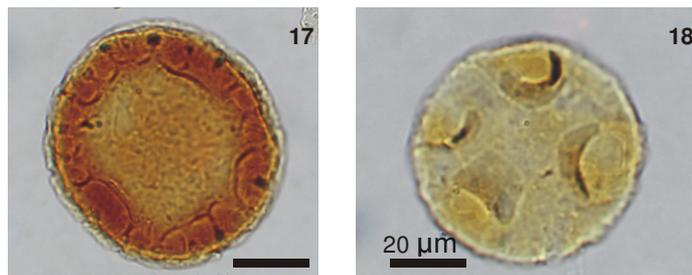
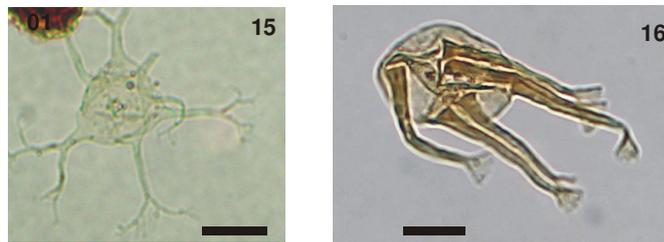
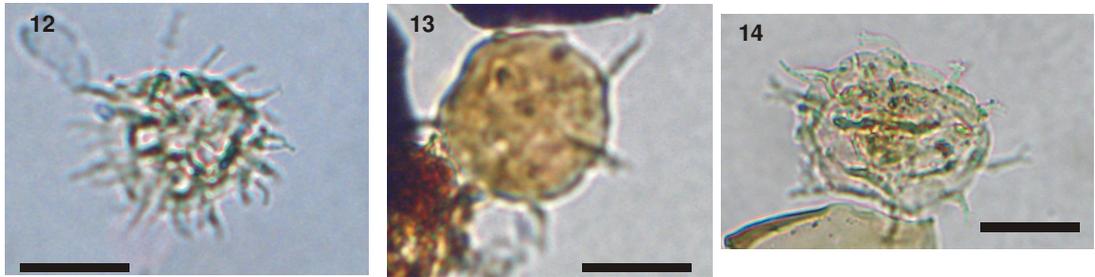
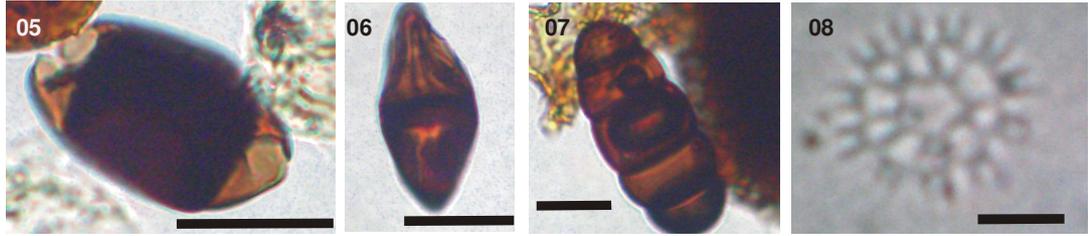
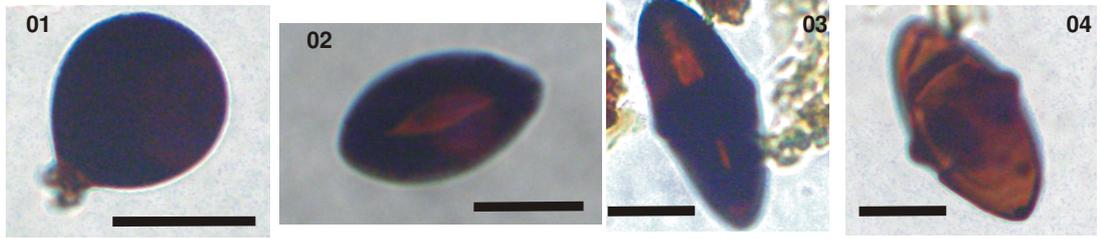
ANEXOS

## ESTAMPA 01

01. *Monoporisorites* spp 01  
Ponto 09 - Amostra 01 - cinza inferior, coordenadas 37 x 72.
02. *Monoporisorites* spp 02.  
Ponto 12 - Amostra 01 - cinza claro, coordenadas 24 x 62.
03. *Mediaverrusporonites* sp. 01  
Ponto 09 - Amostra 03 cinza inferior, coordenadas 12 x 60.
04. *Mediaverrusporonites* sp. 02  
Ponto 09 - Amostra 01 cinza inferior, coordenadas 32 x 66.
05. *Incertae sedis*  
Ponto 02 - Amostra 09, sem descrição de coordenadas.
06. *Fusiformisporites* sp. 01  
Ponto 02 - Amostra 04 cinza inferior, 12 x 59.
07. *Multicellaesporites* ssp.  
Ponto 02 - Amostra 04, coordenadas 17 x 69.
08. *Pediastrum* sp.  
Ponto 09 - amostra 02 A cinza superior, coordenadas 39 x 64.
09. *Ovoidites* sp.01  
Ponto 02 - Amostra 05, coordenadas 27 x 63.
10. *Chomotriletes circulus*  
Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 13 A, (N32/1).
11. *Chomotriletes rubinus*  
Ponto 02, Perfil 01- Amostra 04 A, 1 x 70.
12. Acantomorfo indeterminado  
Ponto 09 - Amostra 01 A cinza inferior, coordenadas 37 x 71.
13. Acantomorfo indeterminado  
Ponto 02 - Amostra 05 A, coordenadas 09 x 64.
14. *Umbellasphaeridium deflandrei*  
Ponto 02- Amostra 04, coordenadas desconhecidas.
15. *Multiplicisphaeridium* sp.  
Ponto 02 - Amostra, coordenadas desconhecidas.
16. *Umbellasphaeridium saharicum*  
Ponto 02 - Amostra 06, coordenadas desconhecidas.
17. *Maranhites brasiliensis*  
Ponto 12 - Amostra 01, cinza claro, coordenadas 42 x 73.

18. *Maranhites insulatus*  
Ponto 02 - Amostra 03 A, (S62/2).

ESTAMPA 01



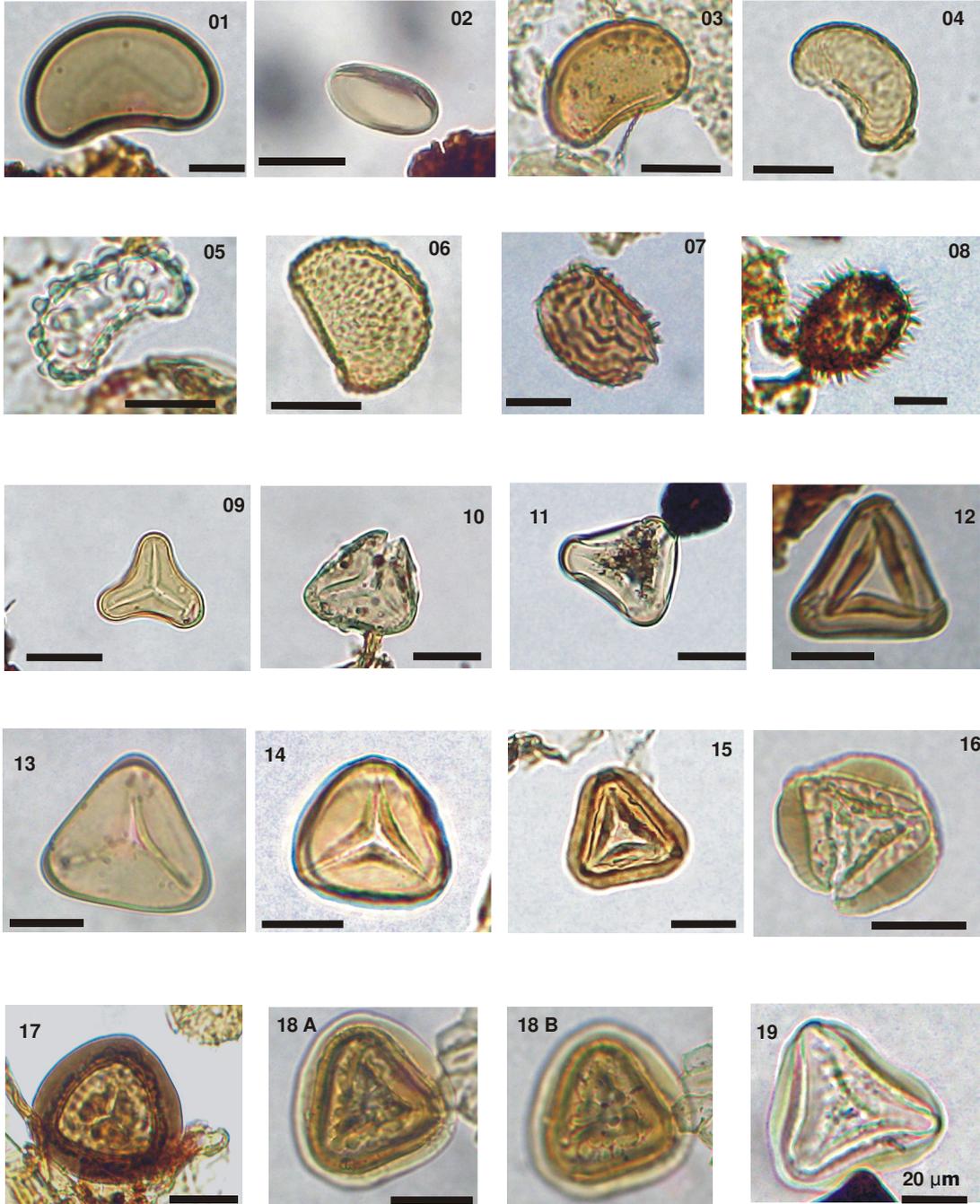
## ESTAMPA 02

01. Monolete liso 01  
Ponto 12 - Amostra 07 A, coordenadas 08 x 66.
02. Monolete liso 02  
Ponto 12 - Amostra 17 A, coordenadas 22 x 73.
03. *Laevigatosporites vulgaris*  
Ponto 11 - Amostra 06, coordenadas 11 x 63.
04. *Verrucatosporites usmensis*  
Ponto 11 - Amostra 07, coordenadas 15 x 64.
05. Monolete verrugoso 01  
Ponto 12 - Amostra 07, coordenadas 35 x 73.
06. Monolete verrugoso 02  
Ponto 11 - Amostra 07 B, coordenadas 11 x 63.
07. *Perinomonoletes* sp.  
Ponto 13, Perfil 01 - Amostra 10 C, coordenadas 07 x 66.
08. *Incertae sedis*  
Ponto 12 - Amostra 01 cinza inferior, coordenadas 18 x 68.
09. *Cyathidites* sp.  
Ponto 11 - Amostra 07 B, coordenadas 13 x 67.
10. *Kuylisporites waterbolkii*  
Ponto 02 - Amostra 05 A, coordenadas 09 x 64.
11. *Psilatriletes* sp. 01  
Ponto 12, Amostra 01 - cinza claro, coordenadas 23 x 70.
12. *Psilatriletes* sp. 02  
Ponto 02 - Amostra 05 A, coordenadas 13 x 71.
13. *Deltospora adriennnis*  
Ponto 09, Amostra 01 - cinza inferior, coordenadas 32 x 79.
14. *Leiotriletes adriennis*  
Ponto 11, Amostra 06 (topo), coordenadas 12 x 59.
15. *Psilatriletes peruanus*  
Ponto 12 - Amostra 04, coordenadas 27 x 75.
16. *Cingulatriletes* sp.  
Ponto 02 - Amostra 06 A, coordenadas 14 x 62.
17. *Cyathidites annulatus*  
Ponto 02 - Amostra 05 A, coordenadas 21 x 77.

18. A. Vista proximal de *Polypodiaceosporites* cf. *potoniei*  
18. B. Vista distal de *Polypodiaceosporites* cf. *potoniei*  
Ponto 11 - Amostra 06, coordenadas 14 x 76.

19. *Polypodiaceosporites* sp. 01  
Ponto 12 - Amostra 06, coordenadas 17 x 63.

ESTAMPA 02

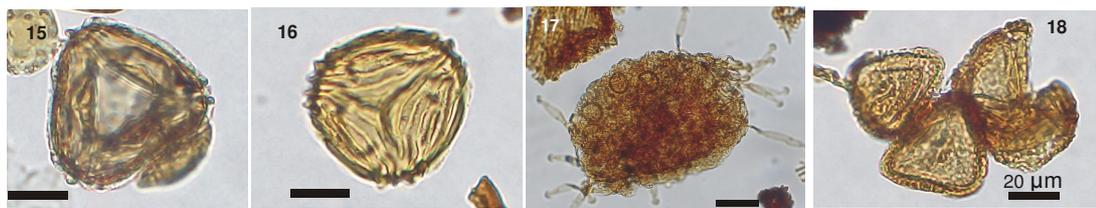
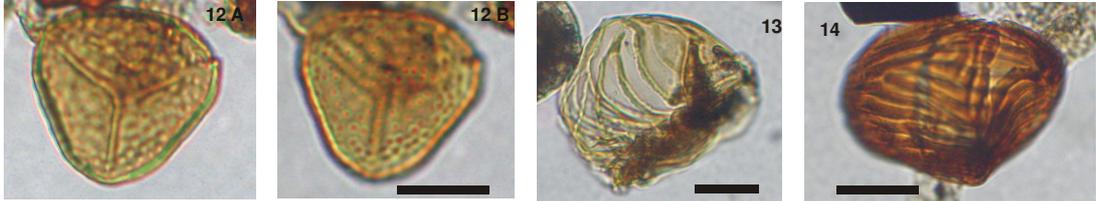
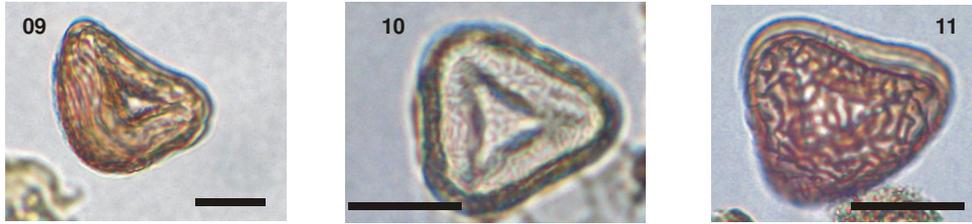
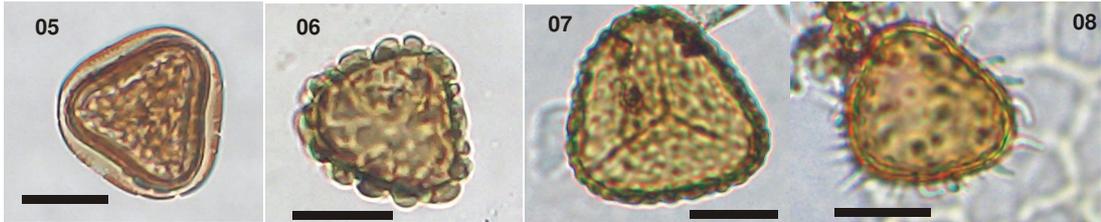


### ESTAMPA 03

01. *Polypodiaceoisorites* sp. 02  
Ponto 12 - Amostra 03 B, coordenadas 33 x 70.
02. *Polypodiaceoisorites* sp. 03  
Ponto 02 - Amostra 08 C, coordenadas 32 x 68.
03. *Polypodiaceoisorites* sp. 04  
Ponto 09 - Amostra 02 A, cinza superior, coordenadas 34 x 72.
04. *Polypodiaceoisorites* sp. 05  
Ponto 02, perfil 02 - Amostra 13 A, coordenadas 11 x 74.
05. Esporo rugulado 01  
Ponto 12 - Amostra 03 A, coordenadas 34 x 67.
06. *Verrutriteles* sp. 01  
Ponto 02 - Amostra 04 B, coordenadas 08 x 75.
07. *Verrutriteles* sp. 02  
Ponto 11 - Amostra 07 A, coordenadas 14 x 68.
08. Esporo espinhoso 01  
Ponto 12 - Amostra 03 A, coordenadas 35 x 65.
09. Esporo estriado 01  
Ponto 02 - Amostra 04 B, coordenadas 07 x 63.
10. Esporo estriado 02  
Ponto 12 - Amostra 06, coordenadas 29 x 71.
11. Esporo estriado 03  
Ponto 02, Perfil 01 - Amostra 06, coordenadas 34 x 67.
12. A. Vista Proximal de *Foveotriteles ornatus*  
12 B. Vista Distal de *Foveotriteles ornatus*  
Ponto 02, Perfil 01 - Amostra 08, coordenadas 11 x 74.
13. *Magnastriatites grandiosus*  
Ponto 02, perfil 01 - Amostra 05 A, coordenadas.
14. *Cicatricosisporites* sp. 01  
Ponto 02, Perfil 01 - Amostra 01 B, (J43/2).
15. *Cicatricosisporites* sp. 02  
Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 13, coordenadas 11 x 68.
16. *Cicatricosisporites* sp. 03  
Ponto 02, Perfil 01 - Amostra 07 A, (R65/3).
17. *Salvinia* spp.  
Ponto 02 - Amostra 03, coordenadas 16 x 75.

18. Tétrade de esporos triletes rugulados  
Ponto 02- Amostra 07 , coordenadas 17 X 72.

ESTAMPA 03



## ESTAMPA 04

1. Pólen baculado

Ponto 12 - amostra 04 B, coordenadas 15 x 67.

2. Pólen gemado

Ponto 09, Perfil 01 - Amostra 06, coordenadas 30 x 65.

3. Pólen indeterminado

Ponto 12 - Amostra 08 B, coordenadas 13 x 63.

4. *Fenestrites spinosus*

Ponto 09 - Amostra 06 cinza inferior, coordenadas 8 x 75.

5. *Fenestrites* spp.

Ponto 09, perfil 02 - Amostra 02B, coordenadas desconhecidas.

6 *Fenestrites* spp. 2

Ponto 12 - Amostra 03, coordenadas 34 x 68.

7. Pólen espinhoso 01

Ponto 12 - Amostra 05 A, coordenadas 09 x 75.

8. Pólen espinhoso 02

Ponto 11 - Amostra 07 B, coordenadas 16 x 71.

9. Pólen espinhoso 03

Ponto 11 - Amostra 07 B, coordenadas 17 x 65.

10. Pólen espinhoso 04

Ponto 02 - amostra 05 A, coordenadas 17 x 73.

11. Pólen espinhoso 05

Ponto 11 - Amostra 04 A, coordenadas 11 x 67.

12. Pólen indeterminado 02

Ponto 12 - amostra 07, coordenadas 15 x 66.

13. *Psilamonocolpites* sp.01

Ponto 12 - Amostra 01 A cinza claro, coordenadas desconhecidas.

14. *Psilamonocolpites rinconi*

Ponto 11 - Amostra 07 B, coordenadas 12 x 62.

15. *Clavamonocolpites* cf. *lorentei*

Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 15 A, coordenadas 26 x 74.

16. *Mauritiidites franciscoi*

Ponto 11 - Amostra 07 A, coordenadas 6 x 60.

17. *Mauritiidites* sp.

Ponto 11 - Amostra 06 (topo), coordenadas 15 x 62.

18. *Proxapertites tertiaria*

Ponto 12- Amostra 04<sup>a</sup>, coordenadas 29 x 76.

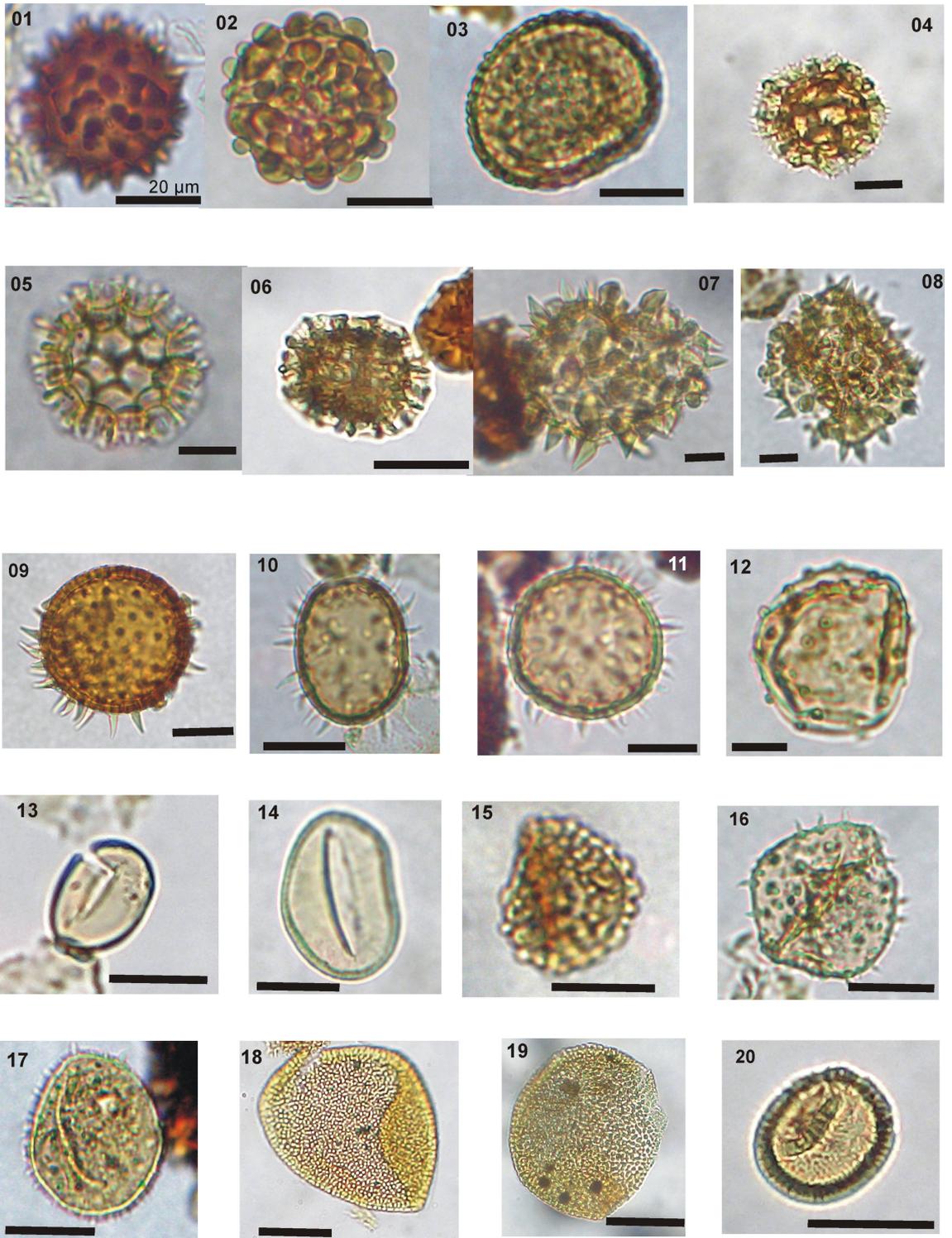
19. Pólen reticulado 01

Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 19 A, coordenadas 15 x 72.

20. Pólen microreticulado 01

Ponto 09 superior - Amostra 02 B, coordenadas 21 x 68.

ESTAMPA 04



## ESTAMPA 05

01. Pólen monocolpado espinhoso 01  
Ponto 11 - Amostra 06 (topo), coordenadas 16 x 75.
02. Pólen monocolpado espinhoso 02  
Ponto 09 inferior - Amostra 04A, coordenadas 39 x 65.
03. Pólen reticulado 01  
Ponto 12 - Amostra 03 A., coordenadas 24 x 64.
04. Pólen reticulado 02  
Ponto 11 - Amostra 07 A, coordenadas 16 x 67.
05. *Monoporites annulatus*  
Ponto 12 - Amostra 08 B, coordenadas 15 x 64.
06. *Monoporites* 01  
Ponto 09 inferior - Amostra 02 A, coordenadas 19 x 71.
07. *Multimarginites vanderhammenii*  
Ponto 12 - Amostra 03 A, coordenadas 30 x 74.
08. Pólen reticulado indeterminado 03  
Ponto 11 - Amostra 07 B, coordenadas 17 x 73.
09. *Crotocolpites americanus*  
Ponto 11 - Amostra 07B, coordenadas 01 x 63.
10. *Crotocolpites annemariae*  
Ponto 12 - Amostra 05<sup>a</sup>, coordenadas 9 x 68.
11. *Retitricolpites* cf. *simplex*  
Ponto 12 - Amostra 01, coordenadas 14 x 69.
12. Pólen tricolpado verrugoso 01  
Ponto 02, Perfil 01 - Amostra 08, coordenadas 11 x 70.
13. Pólen tricolpado espinhoso 01  
Ponto 12 - Amostra 03 A, coordenadas 35 x 65.
14. Pólen tricolpado espinhoso 02  
Ponto 12 - Amostra 01, coordenadas 23 x 69.
15. *Proteacidites* cf. *triangulatus*  
Ponto 09 - Amostra 03 A, coordenadas 04 x 73.
16. *Corsinipollenites undulatus*  
Ponto 12 - Amostra 06, coordenadas 20 x 64.
17. *Corsinipollenites oculus-noctis*  
Ponto 02 - Amostra 21, coordenadas 12 x 72.

18. *Retitriporites cf. dubiosus*

Ponto 12 - Amostra 01 cinza claro, coordenadas 25 x 73.

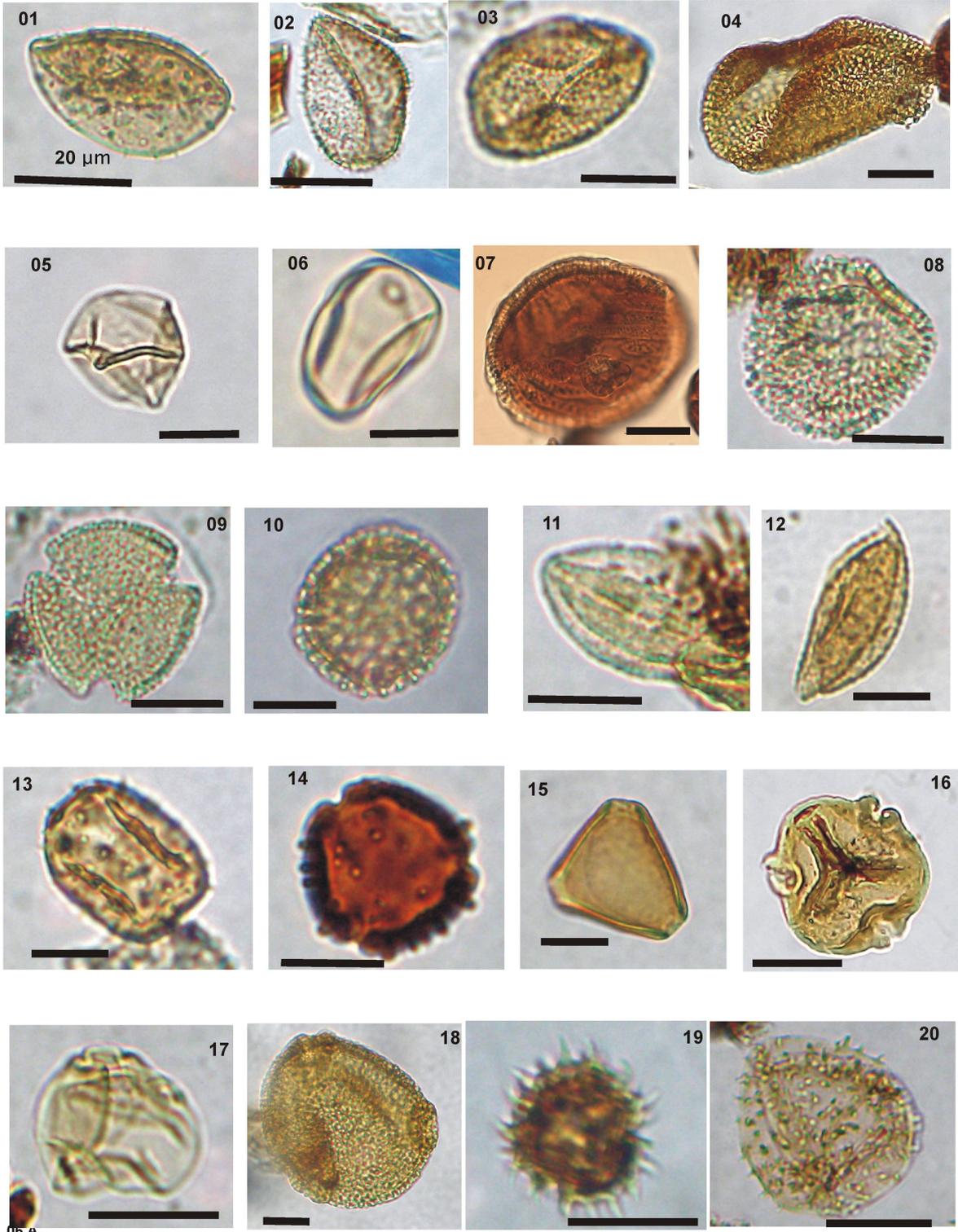
19. *Echitricolporites spinosus*

Ponto 12 - Amostra 01 cinza claro, coordenadas 15 x 76.

20. *Echitricolporites sp.1*

Ponto 12 - Amostra 01, coordenadas 28 x 68.

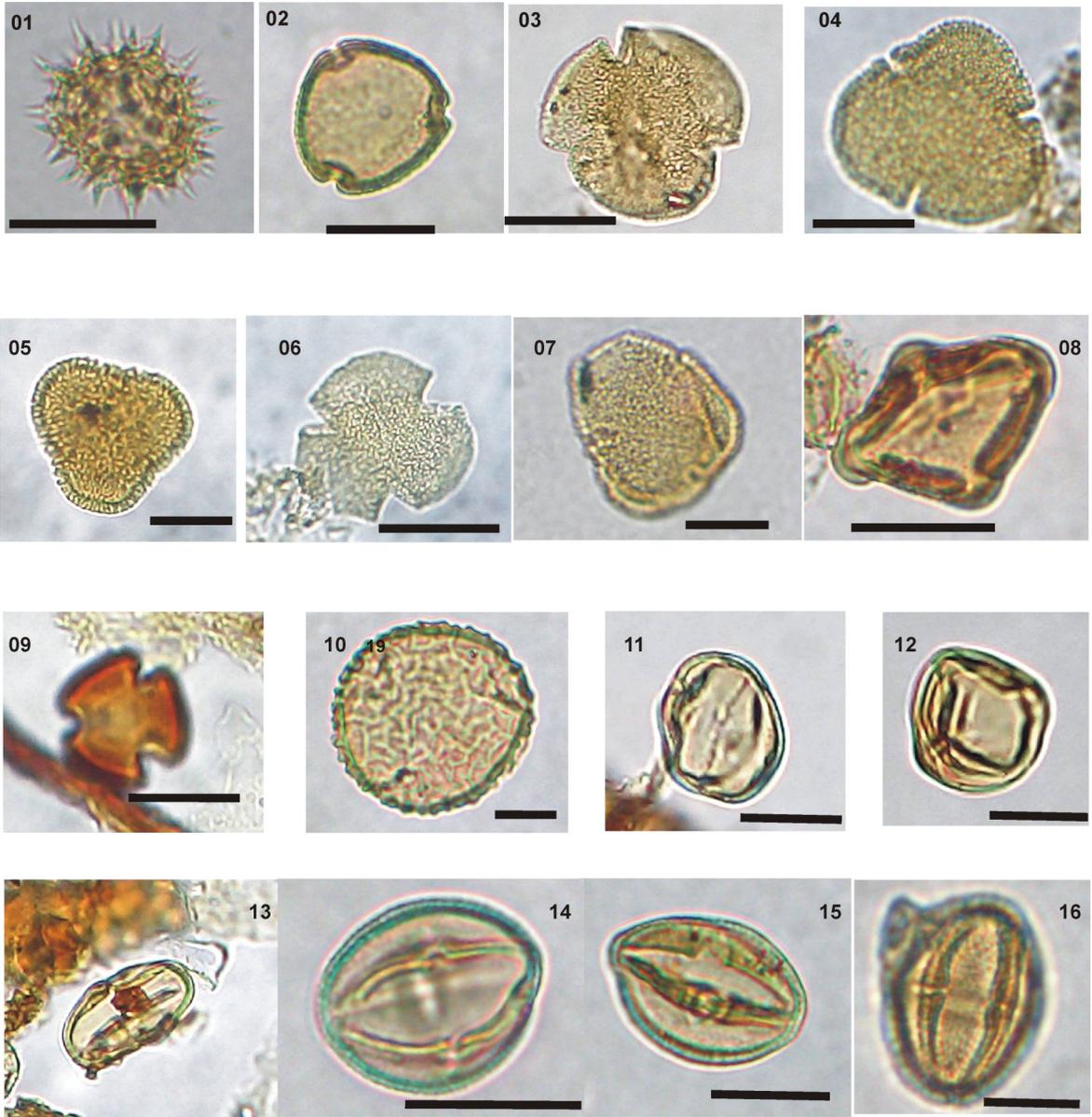
ESTAMPA 05



## ESTAMPA 06

01. *Echitricolporites* sp. 02  
Ponto 09 - Amostra 04 cinza inferior, coordenadas 15 x 72.
02. Pólen triporado 01  
Ponto 09 - Amostra 03 cinza inferior, coordenadas 13 x 61.
03. Pólen triporado 02  
Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 17, coordenadas 11 x 65.
04. *Bombacacidites* cf. *bellus*  
Ponto 02 - Amostra 06 A, coordenadas 12 x 63.
05. *Bombacacidites* *ciriloensis*  
Ponto 1, Perfil 1 - Amostra 01A, coordenadas 1 x 69.
06. *Bombacacidites* sp. 01  
Ponto 1, Perfil 1 - Amostra 05 A, coordenadas 11 x 65.
07. *Bombacacidites* sp. 02  
Ponto 02 - amostra 02 A, sem coordenadas.
08. *Psilatricolporites* cf. *atalayensis*  
Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 17 A, coordenadas 35 x 65.
09. *Psilatricolporites* sp. 01  
Ponto 12 - amostra 04, coordenadas 13 x 72.
10. *Psilatricolporites* sp. 02  
Ponto 12 - Amostra 03, coordenadas 34 x 67.
11. *Psilatricolporites* sp. 03  
Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 21, coordenadas 17 x 73.
12. *Psilatricolporites* sp. 04  
Ponto 11 - Amostra 07 A, coordenadas 14 x 70.
13. *Psilatricolporites* sp. 05  
Ponto 1, Perfil 1 - Amostra 05 A, coordenadas 14 x 72.
14. *Retitricolporites* sp. 01  
Ponto 12 - amostra 01 cinza claro, coordenadas 14 x 64.
15. *Retitricolporites* sp. 01  
Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 18, coordenadas 19 x 65.
16. *Retitricolporites* sp. 01  
Ponto 12 - Amostra 05 A, coordenadas 21 x 61.

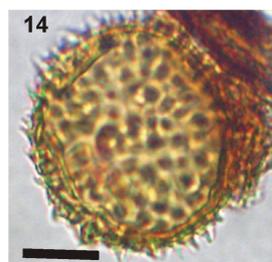
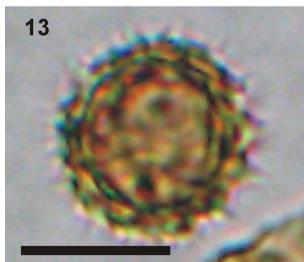
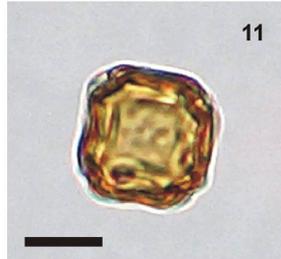
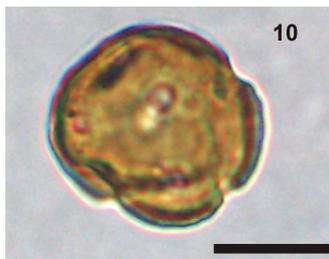
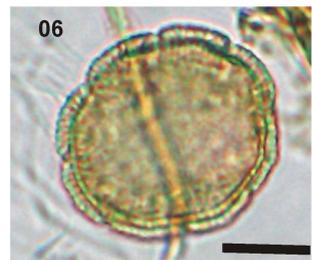
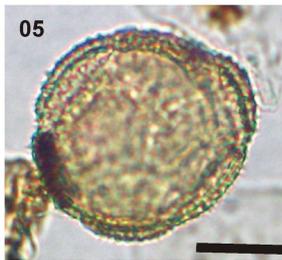
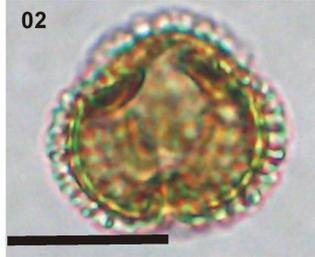
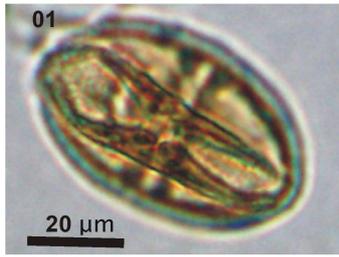
ESTAMPA 06



## ESTAMPA 07

01. *Retitricolporites* sp. 04  
Ponto 12, - Amostra 05, coordenadas 21 x 61.
02. *Retitricolporites irregularis*  
Ponto 11 - Amostra 07, coordenadas 11x 69.
03. Pólen tricolporado 01  
Ponto 12 - Amostra 07 A, coordenadas 17 x 65.
04. *Retistephanocolpites* sp. 01  
Ponto 12 - Amostra 07, coordenadas 30 x 68.
05. *Retistephanocolpites* sp. 02  
Ponto 12 - Amostra 06, coordenadas 8 x 75.
06. *Retistephanocolpites* sp. 03  
Ponto 11 - Amostra 07A, coordenadas 02 x 74.
07. *Psilastephanocolporites* sp.
08. Pólen psilado periporado 01  
Ponto 11 - Amostra 07 A, coordenadas 09 x 71.
09. Pólen psilado periporado 02  
Ponto 11 - Amostra 06, coordenadas 11 x 69.
10. *Perisyncolporites pokornyi*  
Ponto 13, Perfil 01 - Amostra 10 C, coordenadas 6 x 70.
11. *Alnipollenites verus*  
Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 16.
12. *Echiperiporites akanthos*  
Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 12, coordenadas 12 x 75.
13. *Echiperiporites* sp. 01  
Ponto 12 - Amostra 08, coordenadas 11 x 69.
14. *Echiperiporites stellae*  
Ponto 11 - Amostra 07 A, coordenadas desconhecidas.
15. *Polyadopollenites* sp. 01  
Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 15 A., coordenadas 18 x 65.

ESTAMPA 07



## ESTAMPA 08

01. *Podocarpidites* sp. 01  
Ponto 02, Perfil 02 - amostra 16.
02. *Podocarpidites* sp. 02  
Ponto 02 - amostra 07, coordenadas 27 x 69.
03. *Podocarpidites* sp. 03  
Ponto 09, Perfil 01 inferior - Amostra 04, coordenadas 12 x 71.
04. Pólen indeterminado 01  
Ponto 02, Perfil 02 - Amostra 13, coordenadas 14 x 67.
05. Pólen inderteminado 02  
Ponto 02, Perfil 01 - Amostra 2 B, coordenadas 17 x 66.
06. Pólen indeterminado 03  
Ponto 13 - Amostra 06, coordenadas 21 x 71.
07. Pólen indeterminado 04  
Ponto 12 - Amostra 08, coordenadas 12 x 75.
08. *Crassoretitriletes* cf. *vahaandshoovenii* - Retrabalhado  
Ponto 02 - Amostra 01B, coordenadas 11 x 66.
09. *Grimsdalea magnaclavata* - Retrabalhado  
Ponto 02 - Amostra 01B, coordenadas 13 x 72.

ESTAMPA 08

