

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS**

**PALINOLOGIA DE UM PERFIL AFLORANTE DA FORMAÇÃO
ITAITUBA (PENSILVANIANO SUPERIOR, BACIA DO
AMAZONAS) EM ITAITUBA, PARÁ, BRASIL**

LARISSA PALUDO SMANIOTTO

ORIENTADOR – Prof. Dr. Paulo Alves de Souza

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Norma Maria da Costa Cruz – Companhia de Pesquisas de Recursos
Minerais

Prof^ª. Dr^ª. Ángeles Beri - Facultad de Ciencias – Montevideo – Uruguai

Prof^ª. Dr^ª. Fresia Ricardi-Branco – Instituto de Geociências – Universidade
Estadual de Campinas

Dissertação de Mestrado apresentada
como requisito parcial para a obtenção
do Título de Mestre em Geociências.

Porto Alegre – 2010

Smaniotto, Larissa Paludo

Palinologia de um perfil aflorante da Formação Itaituba (Pensilvaniano Superior, Bacia do Amazonas) em Itaituba, Pará, Brasil. / Larissa Paludo Smaniotto. - Porto Alegre : IGEO/UFRGS, 2010.

[73 f.] il.

Dissertação (Mestrado). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2010.

Orientação: Prof. Dr. Prof. Dr. Paulo Alves de Souza

1. Palinologia. 2. Bioestratigrafia. 3. Carbonífero Superior. 4. Formação Itaituba. 5. Bacia do Amazonas. I. Título.

Catálogo na Publicação

Biblioteca Geociências - UFRGS
Renata Cristina Grun CRB 10/1113

*“Mais do que aprender a cantar no tom como os pássaros,
é saber que somos desafinados.
Mais do que querer rolar montanha abaixo como pedras,
é saber que somos humanos.
Mais do que sonhar com o futuro como homens poderosos,
é saber que somos células.
Mais do que querer estar no topo,
é saber ter os pés no chão e curvar-se perante a natureza
como meros espectadores.”*

(Rodrigo Cancelli)

Aos meus pais e às minhas irmãs.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer ao Programa de Pós-graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGGEO/UFRGS) pela oportunidade e infra-estrutura concedida para realização deste trabalho.

Ao CNPq pelo suporte financeiro através da bolsa de mestrado.

Ao Prof. Dr. Paulo Alves de Souza, meu orientador, pela dedicação, pela paciência, pelo incentivo, pelo apoio científico e, acima de tudo, por ter se tornado um grande amigo.

À Prof. Dr^a. Valesca Brasil Lemos e à Sara Nascimento pela disponibilização do material estudado nessa dissertação e pelas valiosas discussões.

A todos os professores do IG/UFRGS.

À Ana Luisa Outa Mori pelo seu conhecimento do Corel me ajudando com as figuras.

Às minhas colegas do Laboratório de Palinologia, Cristina, Marla, Ana, Omaira e Natália pelas conversas sérias e engraçadas, risadas, piadas, e-mails, chás, chocolates, devaneios, desabafos, confissões... tornando esta etapa mais divertida.

A todos os meninos que fizeram e fazem parte do Laboratório de Palinologia, Tiago, Eduardo, Wagner, André, Guilherme, Lucas, Cássio, Rodrigo, Renato, Jonatas e Bruno, pelas piadas, pelos cafés-debate e por sempre estarem prontos a ajudar.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Paleobotânica e do Laboratório de Conodontes pelas conversas, cafés, e pelo auxílio laboratorial.

Agradeço ao fotógrafo de departamento de Paleontologia, Luis Flávio Lopes por me ajudar com as fotos dos megásporos.

Aos examinadores desta dissertação de Mestrado, Prof^a. Dr^a. Norma Maria da Costa Cruz, Prof^a. Dr^a. Ángeles Beri, Prof^a. Dr^a. Fresia Ricardi-Branco, Prof. Dr^a. Valesca Brasil Lemos e ao Prof. Dr. Roberto Iannuzzi pelo trabalho de revisão e avaliação.

À minha grande família da Biologia, meus colegas e amigos de curso, os quais quero sempre por perto, Bobs, Déa, Ari, Isa, Bi, Mi, Anne, Eve, Carol, Dani, Gral e Rodrigo, pela amizade, pelo carinho, pelas risadas, pelos choros, pelos conselhos, pelas jantãs, pelos cafés, pelas festas, enfim, por sempre estarem ao meu lado independente da situação.

À minha grande amiga de infância, Cíntia, por sempre estar perto. Encerramos juntas mais uma etapa de nossa formação profissional e que muitas outras venham pela frente.

Não posso deixar de agradecer aos meus gatos, principalmente à Kity, minha companheirinha desde que era criança, por ser motivo de alegria nesses 16 anos, por ter ficado acordada (ou não!) durante as noites que trabalhei até tarde, por, de certa forma, compreender a minha ausência e por sempre me receber com um miado carinhoso.

Um muito obrigada a toda minha família, avós, tios, dindos, primos... que sempre me apoiaram e me incentivaram.

À minha irmã Natália por ter me ajudado em várias etapas deste trabalho, nas mais chatas e trabalhosas, sem ela não teria conseguido fazer muita coisa, agradeço também à minha irmã Carolina por simplesmente ser minha mana e me apoiar.

Obrigada aos meus pais pelo amor incondicional, por me incentivarem sempre a estudar e por ter me ensinado a lutar pelos meus ideais.

RESUMO

Estudos palinológicos na Bacia do Amazonas são restritos a amostras de subsuperfície. Este trabalho apresenta os resultados palinológicos obtidos a partir de amostras coletadas de um afloramento da Formação Itaituba na cidade de Itaituba, Estado do Pará, na porção sul desta bacia. Os depósitos aflorantes consistem, de forma geral, em arenitos intercalados com camadas de siltitos ricos em matéria orgânica, incluindo níveis de carvão, nos quais fragmentos de plantas fósseis atribuídos a *Lepidodendron* e palinomorfos foram registrados. Megásporos são estudados pela primeira vez nessa unidade, representados por oito espécies relacionadas a três gêneros: *Lagenicula*, *Sublagenicula* e *Calamospora*. Dentre os micrósporos, foram identificadas 13 espécies de esporos, 21 espécies de grãos de pólen e uma espécie de alga. A associação palinológica é relativamente diversificada, com dominância de esporos triletes apiculados (*Cyclogranisporites*) e esporos monopseudosacados (*Spelaeotriletes triangulus*); com relação aos grãos de pólen, as formas monossacadas não teniadas são as mais freqüentes, vinculadas aos gêneros *Cannanoropollis* e *Plicatipollenites*. Em termos de novidades taxonômicas, diversos espécimes de micrósporos atribuídos ao gênero *Cyclogranisporites* e megásporos dos gêneros *Lagenicula* e *Sublagenicula* são distintos de todas as espécies conhecidas na literatura, devendo corresponder a novos táxons; além disso, *Spelaeotriletes arenaceus* é aqui considerado sinônimo júnior de *S. triangulus*. A identificação de espécies índices, tais como, *Costatascyclus crenatus*, *Protohaploxypinus amplus*, *Meristocarpus explicatus*, *Striomonosaccites incrassatus* e *Meristocarpus* sp. B permitiu a correlação do material estudado com a Zona *Striomonosaccites incrassatus*, de idade Atokana atribuída a porção médio-inferior da Formação Itaituba. Este resultado está de acordo com dados derivados de conodontes encontrados em níveis adjacentes no mesmo afloramento. O perfil estudado apresenta características de ambiente transicional, com níveis palinologicamente continentais com intercalação mais significativa de horizontes marinhos caracterizados pela presença de conodontes.

ABSTRACT

Palynomorphs are known from the Amazonas Basin only on the basis of subsurface material. This work presents results of the palynological study carried out in outcropping samples from the Itaituba Formation, Itaituba City, southern portion of this basin. The deposits consist of sandstones interbedded with siltstones rich in organic matter, including levels of coals, in which fossil plant remains attributed to *Lepidodendron* and palynomorphs were recorded. Megaspores were found for the first time in this unit, represented by eight species related to three genera: *Lagenicula*, *Sublagenicula* and *Calamospora*. Among the miospores, 13 species of spores and 21 of pollen grains were recognized, as well as one specie of Algae. The palynological assemblage is relatively diversified, with dominance of apiculate (*Cyclogranisporites*) and pseudosaccate spores (*Spelaeotriletes triangulus*); among pollen grains, radial monosaccate not taeniate ones are more frequent (*Cannanoropollis* and *Plicatipollenites*). Several specimens of microspores attributed to the genus *Cyclogranisporites* and specimens of megaspores from *Lagenicula* and *Sublagenicula* are distinct from all other species known in the literature, so they should correspond to new taxa; besides, *Spelaeotriletes arenaceus* is considered herein as sinonimous of *S. triangulus*. Certain index palynofossils previously established to the basin, such as *Costatascyclus crenatus*, *Protohaploxypinus amplus*, *Meristocarpus explicatus*, *Striomonosaccites incrassatus* and *Meristocarpus* sp. B, allowed to correlate the outcrop with the *Striomonosaccites incrassatus* Zone of Atokan age, attributed to the middle-lower portion of the Itaituba Formation. These results are in agreement with data derived from fossil conodonts found from related levels in the same outcrop. The palaeoenvironmental was characterized like a shallow delta-front. The outline studied herein represents a transicional environment, with levels containing palynomorphs that indicate a continental environment interbedded by marine horizons characterized by the presence of conodonts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área estudada.....	2
Figura 2 – Fotos da área de estudo.	3
Figura 3 – Perfil estratigráfico da seção estudada.....	4
Figura 4 – Carta estratigráfica do Grupo Tapajós da Bacia do Amazonas	8
Figura 5 – Megásporo em que a marca trilete termina junto da área de contato.....	17
Figura 6 – Megásporo em que a marca trilete termina junto ao equador do grão	17
Figura 7 – Três condições da marca de contato em megásporos.....	18
Figura 8 – Fragmento de um caule carbonificado coletado do nível P3C6 atribuído a <i>Lepidodendron</i> sp.	21
Figura 9 – Ilustração dos megásporos <i>Calamospora</i> sp., <i>Sublagenicula nuda</i> e <i>Sublagenicula hirsutoidea</i>	26
Figura 10 – Ilustração dos megásporos <i>Sublagenicula</i> sp. em MEV	27
Figura 11 – Ilustração dos megásporos <i>Lagenicula</i> sp. 1. em lâmina palinológica	28
Figura 12 – Ilustração dos megásporos <i>Lagenicula</i> sp. 1. em MEV	29
Figura 13 – Ilustração dos megásporos <i>Lagenicula</i> sp. 2, <i>Lagenicula</i> sp. 3 e <i>Lagenicula</i> sp. 4. em MEV.....	30
Figura 14 – Ilustração de esporos e alguns grãos de pólen	31
Figura 15 – Ilustração de <i>Cyclogranisporites minutus</i> e <i>Cyclogranisporites</i> sp	32
Figura 16 – Ilustração de <i>Spelaeotriletes triangulus</i>	33
Figura 17 – Ilustração dos grãos de pólen	34
Figura 18 – Ilustração dos grãos de pólen	35
Figura 19 – Posicionamento do perfil estudado	50

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Correlação dos zoneamentos propostos para a Bacia do Amazonas por Daemon & Contreiras (1971) e Playford & Dino (2000b) 14
- Tabela 2** – Lista de táxons apresentando a quantidade de cada espécie identificada. ... 46

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii

CAPÍTULO 1 – *Introdução*. Apresenta as considerações gerais sobre a Bacia do Amazonas e a utilização da palinologia como ferramenta de estudo; detalha o objetivo e a justificativa dessa dissertação; e, além disso, detalha os materiais e métodos utilizados nesse trabalho. **1**

1.1 Considerações gerais.....	1
1.2 Objetivos e justificativas	1
1.3 Materiais	2
1.4 Métodos.....	5

CAPÍTULO 2 – *Contexto estratigráfico e paleontológico*. Breve história geológica da Bacia do Amazonas, com foco principal na Sequência Pensilvaniana/Permiana (Grupo Tapajós). Apresenta uma revisão dos trabalhos mais importantes sobre os três grupos de microfósseis mais estudados na Bacia: conodontes, foraminíferos e palinomorfos. ... **7**

2.1 Estratigrafia.....	7
2.2 Paleontologia	9
2.2.1 Conodontes	9
2.2.2 Foraminíferos	10
2.2.3 Palinologia	11

CAPÍTULO 3 – *Megásporos*. Trata de forma breve e objetiva a esporogênese dos megásporos e detalha suas principais estruturas morfológicas utilizadas na identificação taxonômica. **15**

3.1 Considerações gerais.....	15
3.2 Características morfológicas importantes para taxonomia	16
CAPÍTULO 4 – Resultados palinológicos. Apresenta o conteúdo palinológico recuperado, listagem dos táxons identificados, descrição taxonômica dos táxons de megásporos e micrósporos com nomenclatura aberta e reavaliação taxonômica dos táxons de esporos monopseudossacados <i>Spelaeotriletes triangulus</i> e <i>S. arenaceus</i> . Além disso, apresenta o resultado da análise quantitativa.....	20
4.1 Conteúdo palinológico	20
4.2 Descrições taxonômicas.....	36
4.2.1 Megásporos.....	37
4.2.2 Esporos triletes	41
4.3 Distribuição quantitativa.....	45
CAPÍTULO 5 – Discussão dos resultados. Compara os resultados obtidos com dados existentes na literatura fazendo a análise da idade e correlação estratigráfica da amostra estudada, assim como, sua interpretação paleoambiental	47
5.1 Idade e correlação.....	47
5.2 Significado paleoambiental.....	51
CAPÍTULO 6 – Considerações finais. Síntese dos resultados que serviram de base para as conclusões.....	53
CAPÍTULO 7 – Referências Bibliográficas. Listagem das referências citadas	55
ANEXO A. Base de táxons	64

1. Introdução

1.1 Considerações gerais

De modo geral, a palinologia trata do estudo dos microfósseis de parede orgânica recuperada de sedimentos e rochas, reunindo partes e fragmentos de organismos de natureza biológica diversa. Esporos (relacionados à reprodução das briófitas e pteridófitas), grãos de pólen (reprodução das gimnospermas e angiospermas), protistas (dinoflagelados, clorófitas, prasinófitas, determinados tipos de foraminíferos) e fitoclastos (fragmentos vegetais), além de grupos de organismos de afinidade biológica desconhecida (quitinozoários, acritarcos) e matéria orgânica amorfa, são os principais elementos constituintes do estudo palinológico, incluindo ainda escolocodontes e fragmentos de fungos (Traverse, 1988).

A Palinologia tem sido utilizada como ferramenta em trabalhos de cunho bioestratigráfico e taxonômico em bacias intracratônicas brasileiras, dada a abundância e distribuição estratigráfica dos palinofósseis. A Bacia do Amazonas representa uma das mais importantes bacias brasileiras, sendo amplamente discutido seu conteúdo geológico e fóssil, distribuídos ao longo do Siluriano-Permiano. Devido à escassez de área aflorantes nessa região, a maioria dos trabalhos realizados nessa bacia provém de amostras de subsuperfície e tratam sobre microfósseis.

Com base na palinologia, alguns zoneamentos foram propostos, abrangendo depósitos de idade desde o Siluriano até o Cretáceo, tais como, Daemon & Contreiras (1971), Picarelli *et al.* (1991) e Playford & Dino (2000 a,b).

1.2 Objetivos e justificativas

Este trabalho objetiva o estudo palinológico detalhado de um afloramento da Formação Itaituba na Bacia do Amazonas, através da identificação taxonômica dos palinomorfos (micrósporos e megásporos) recuperados na localidade, assim como a análise de seu significado biocronoestratigráfico e paleoambiental. Dessa forma, visa ampliar a lista de microfósseis para a unidade, incluindo novas interpretações e novidades palinotaxonômicas, descrever espécies de megásporos, inéditos para a

Formação Itaituba, e comparar os resultados bioestratigráficos com dados advindos de outros grupos micropaleontológicos (conodontes).

Anteriormente, nenhum trabalho foi realizado na bacia integrando, de uma mesma localidade aflorante, dados de palinomorfos com outros grupos de microfósseis. A tentativa preliminar de Nascimento *et al.* (2009) resultou em avanço nesse sentido e é desenvolvida de forma mais completa neste trabalho, com descrições e novas interpretações, principalmente do ponto de vista taxonômico. Além disso, os megásporos recuperados representam material inédito para a unidade, com carência de estudos para a bacia e para esta região do Gondwana.

1.3 Materiais

O afloramento estudado localiza-se na Bacia do Amazonas, região Norte do Brasil, na área de exploração de calcário da empresa ITACIMPASA (antiga CAIMA – Companhia Agro-Industrial Monte Alegre), às margens do Rio Tapajós, distando aproximadamente 4 km da cidade de Itaituba, Estado do Pará (Figs. 1 e 2).

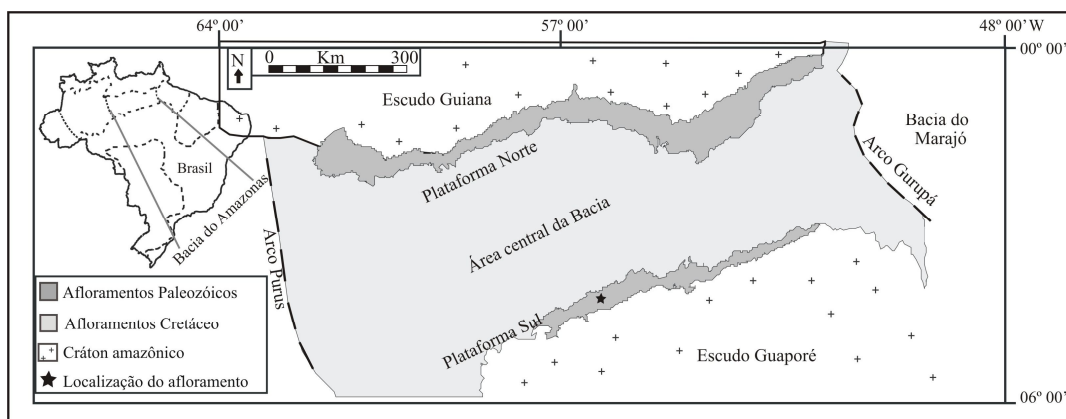


Figura 1. Localização da área de estudo, mostrando a área de coleta das amostras (modificado de Scomazzon, 2004).

Nascimento *et al.* (2009) registraram espécies de conodontes em diversos níveis estratigráficos deste afloramento, operacionalmente designado como “P3” (Pedreira 3) pelos autores, tendo em vista as demais ocorrências daqueles microfósseis ao longo do Rio Tapajós.



Figura 2. Pedreira 3, área de exploração de calcário da empresa ITACIMPASA, local de amostras em destaque.

Um total de oito amostras foram selecionadas para processamento e análise palinológica, referente a distintos níveis estratigráficos, envolvendo carvões, siltitos e carbonatos, conforme ilustrado na figura 3. Esta localidade foi posicionada na porção inferior a média da Formação Itaituba (Nascimento *et al.*, 2009), referente à margem aflorante sul dos depósitos paleozóicos da bacia.

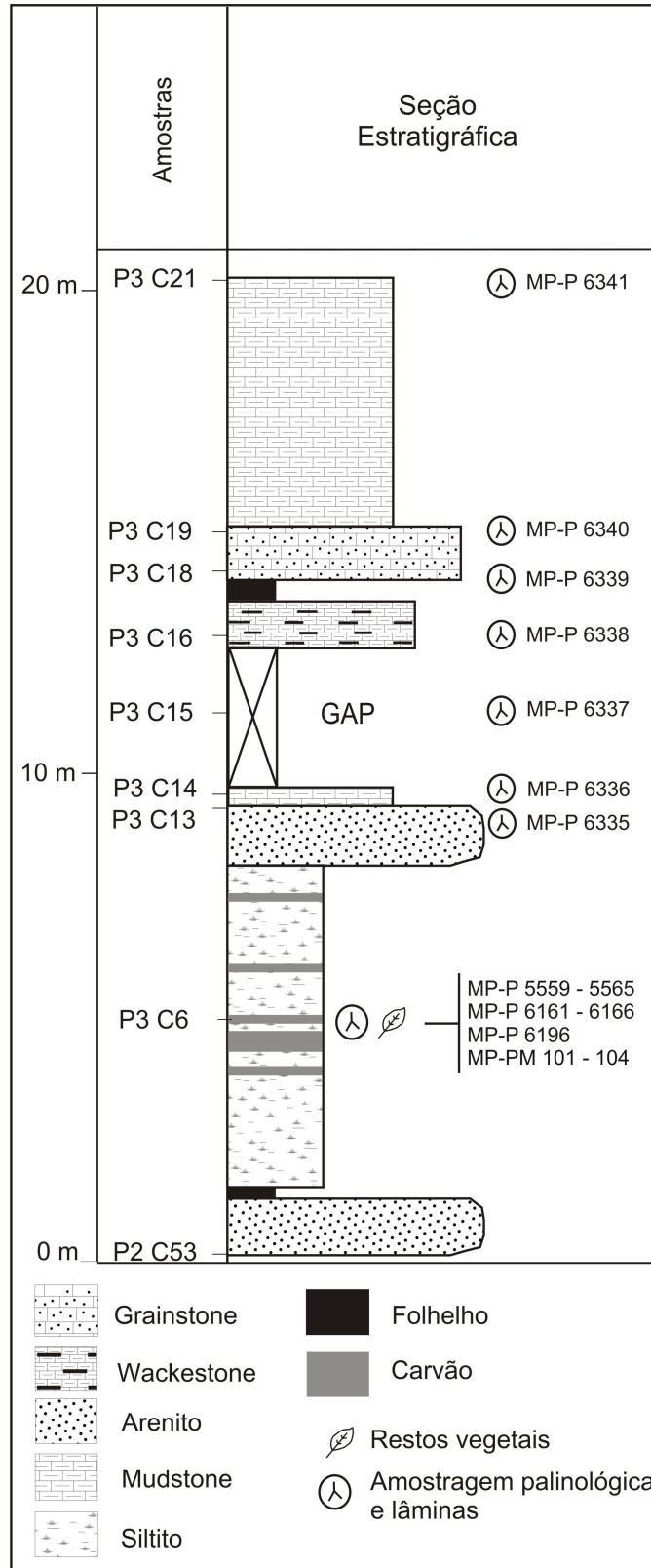


Figura 3. Perfil estratigráfico do afloramento estudado (P3), evidenciando a numeração das lâminas palinológicas por nível de coleta (modificado de Nascimento *et al.*, 2009).

1.4 Métodos

Coleta das amostras

As amostras foram coletadas pela equipe do Laboratório de Conodontes do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do IG/UFRGS, inicialmente para obtenção de conodontes, sendo posteriormente cedidas para a análise palinológica, uma vez que, em estudo prévio, demonstraram conter megásporos e fragmentos vegetais. Os níveis estudados correspondem a depósitos da Formação Itaituba, com arenitos na base, sobrepostos por siltitos ricos em matéria orgânica, com intercalações de depósitos centimétricos de carvão, contendo raros macrofósseis vegetais (impressões). Os siltitos são recobertos por arenitos e, após um intervalo sem informações (encoberto), ocorrem carbonatos e outros estratos siliciclásticos (Fig. 3).

Processamento laboratorial e identificação dos palinomorfos

As amostras foram processadas conforme procedimento padrão para materiais do Paleozóico no Laboratório de Palinologia “Marleni Marques-Toigo” do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LP/IG/UFRGS). A técnica aplicada consiste na desagregação física das amostras com a utilização de um martelo e posterior peneiramento para obter fragmentos de aproximadamente 2 cm de diâmetro. Os carbonatos foram eliminados com a utilização de ácido clorídrico (HCl), até dissolução completa. Os silicatos foram removidos com ácido fluorídrico (HF), em reação por 24 h. Após a aplicação de cada ácido foram realizadas lavagens com água destilada, até atingir pH próximo da neutralidade.

O resíduo obtido foi concentrado em duas frações distintas com a utilização de peneiras, visando a recuperação dos micrósporos (peneiramento entre 20 e 250 μm), e megásporos (maior que 250 μm). Parte do resíduo contendo a fração entre 20 e 250 μm foi submetido ao KOH, a fim de eliminar o excesso de matéria orgânica presente na amostra e facilitar a identificação dos palinomorfos. Após a oxidação, o resíduo foi lavado novamente com água destilada para remoção do reagente.

Lâminas palinológicas foram confeccionadas com o uso de pequenas gotas do resíduo final (fração menor), fixadas em lamínulas com Celosize. Estas últimas foram aquecidas em chapa térmica até secagem, sendo coladas em lâminas com Entelan. As lâminas confeccionadas foram depositadas na palinoteca do laboratório citado sob codificação MP-P 5559-5565, 6161-6166, 6196, 6335-6341. Os micrósporos recuperados nas lâminas foram estudados utilizando-se microscópio óptico Olympus BX51, sob os aumentos de 100 a 1000x.

A fração maior que 250 μm foi acondicionada em béquer de vidro, com secagem em estufa (30-40°C). O resíduo seco obtido foi analisado em lupa binocular Carl Zeiss para observação dos megásporos, os quais foram separados e acondicionados em células próprias para identificação e fotodocumentação (Olympus C7070 WZ). Todos os preparados contendo os megásporos estão depositados no laboratório citado, sob codificação MP-PM 101-103. Adicionalmente, parte do material foi selecionado para análise e obtenção de imagens em microscópio eletrônico de varredura (MEV) no Centro de Microscopia Eletrônica da UFRGS (CME/UFRGS).

O conteúdo palinológico de ambos os resíduos foi analisado visando a identificação taxonômica, através de consulta aos trabalhos de palinologia do Paleozóico. Comparações e informações mais detalhadas desta etapa de identificação e análise são descritas detalhadamente nos itens que seguem.

Análise quantitativa

Os micrósporos foram caracterizados quantitativamente através da contagem de pelo menos 200 espécimes por nível, em aumento de 200 vezes. A contagem foi realizada em nível específico, com hierarquização através dos morfogrupos de esporomorfos (p. ex., esporos triletos lisos, esporos triletos apiculados), e outros elementos (algas). Os espécimes de megásporos foram identificados e contabilizados obtendo número absoluto para cada espécie identificada.

2. Contexto estratigráfico e paleontológico

2.1 Estratigrafia

A história deposicional da Bacia do Amazonas está intimamente relacionada com a evolução do Gondwana, uma vez que ocupou áreas de sua porção mais noroeste, testemunhando eventos sedimentares correlacionáveis às demais bacias do Gondwana Ocidental, tais como as bacias do Solimões e Parnaíba.

Até a década de 80, as bacias distribuídas entre os estados do Amazonas e Pará eram conhecidas como bacias do Alto Amazonas, Médio Amazonas e Baixo Amazonas. Contudo, com o desenvolvimento das pesquisas relativas à sua evolução tectônica e sedimentar, foi observado que a Bacia do Alto Amazonas registra uma história geológica distinta daquelas denominadas como Médio e Baixo Amazonas. Dessa forma, a Bacia do Alto Amazonas é hoje denominada Bacia do Solimões, enquanto as demais passaram a ser denominadas Bacia do Amazonas, por compartilharem uma história geológica comum (Cordani *et al.*, 1984).

A Bacia do Amazonas desenvolveu-se sobre o Cráton Sul-Americano, tendo como embasamento rochas metamórficas meta-vulcânicas e metassedimentares da Província Maroni-Itacaiúnas (faixa móvel no Proterozóico inferior) e pela Província Amazônica Central (área cratônica), composta por rochas graníticas e seqüências vulcano-sedimentares relacionadas ao Proterozóico inferior) (Cordani *et al.*, 1984). Sua área é de aproximadamente 500.000 Km², nos estados do Amazonas e Pará, separando-se a leste da Bacia do Marajó através do Arco de Gurupá, e a oeste, da Bacia do Solimões, pelo Arco de Purus (Caputo, 1984; Cunha *et al.*, 1994).

De acordo com Cunha *et al.* (2007), trata-se de uma bacia do tipo intracratônica, com seqüências e unidades sedimentares posicionadas entre o Neoproterozóico/Eopaleozóico (Grupo Purus), Ordoviciano/Devoniano (Grupo Trombetas), Eo a Mesodevoniano (Grupo Urupadí), Mesodovoniano/Eo-mississipiano (Grupo Curuá), Neoviseano (Formação Faro), Pensilvaniano/Permiano (Grupo Tapajós) e Cretáceo/Cenozóico (Grupo Javari).

A maior parte dos estudos da bacia é proveniente de poços profundos, realizados, principalmente, pela PETROBRAS S.A. A zona de afloramentos dos depósitos paleozóicos localiza-se nas bordas norte e sul da bacia, sendo a primeira mais

larga e extensa que a segundo, o que indica um maior basculamento para o sul durante a tectônica do início do Cenozóico (Cunha *et al.* 1994).

De acordo com os dados mais recentes sobre a bacia publicados por Cunha *et al.* (2007), a Seqüência Pensilvaniana/Permiana (Grupo Tapajós) possui uma espessura total de aproximadamente 2.800 m e é constituída, em ordem estratigráfica ascendente, por quatro unidades litoestratigráficas: formações Monte Alegre, Itaituba, Nova Olinda e Andirá (Figura 4). Essas unidades representam um grande ciclo transgressivo-regressivo desenvolvido na bacia entre o Pensilvaniano e o Permiano.

A Formação Itaituba varia em espessura, entre 110 m, na região aflorante da plataforma sul, e 420 m, na porção central da bacia, sendo constituída por intercalações de carbonatos e evaporitos, com folhelhos, siltitos e arenitos que representam depósitos transgressivos-regressivos de moderada energia em ambiente marinho raso de infra e intermaré (Caputo, 1984). O limite superior da unidade com a Formação Nova Olinda é gradacional. Playford & Dino (2000a, b) sugerem que o limite entre estas duas formações está em uma camada de areia de 25 a 35 m de espessura que recobre camadas de anidrita da Formação Itaituba.

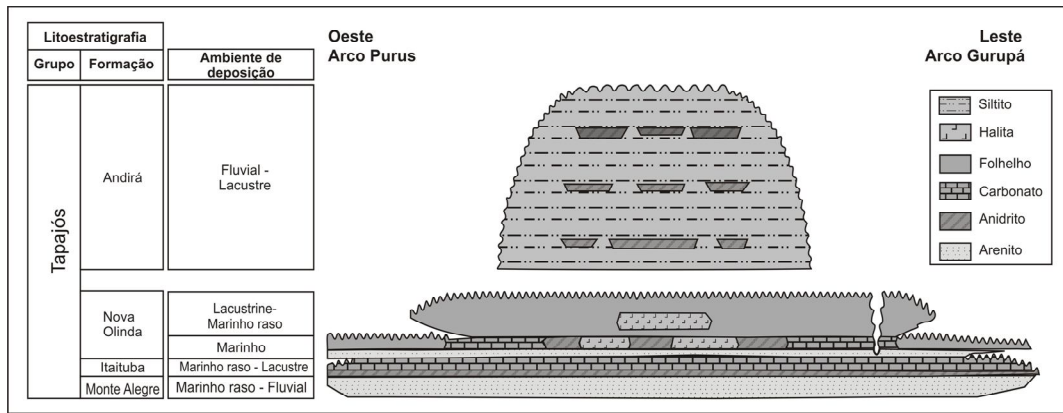


Figura 4. Seqüência estratigráfica do Grupo Tapajós com sua distribuição lateral desde o Arco Gurupá, ao leste, até o Arco Purus, no Oeste (modificado de Cunha *et al.*, 2007).

2.2 Paleontologia

Considerações gerais

Os primeiros registros fossilíferos da Bacia do Amazonas foram divulgados por Derby (1874), Rathbun (1878) e Derby (1894). Estes trabalhos objetivaram a organização e classificação taxonômica de braquiópodos, trilobitas e moluscos do Devoniano e fauna do Carbonífero Superior.

Já no século XX, vários autores publicaram trabalhos principalmente relacionados ao Carbonífero. Mendes (1956) estudou braquiópodos, Lane (1964) apresenta um estudo de rochas com fósseis crinóides, Barbosa (1967) pesquisou briozoários carboníferos, Pinto (1966, 1967) e Vasconcellos (1992) descreveram corais carboníferos. Além destes, Purper (1979) faz uma abordagem sobre ostracodes cenozóicos e Moutinho (2006) estudou a assinatura tafonômica dos invertebrados da Formação Itaituba.

Considerando que no afloramento estudado foram registrados conodontes, os próximos itens detalham as informações sobre estes microfósseis e sobre os palinórfos, tema central deste trabalho. Além disso, foraminíferos fusulinídeos também foram notificados em material de subsuperfície (Altiner & Savini, 1995), conforme será apresentado.

2.2.1 Conodontes

Em relação ao estudo de conodontes, a Bacia do Amazonas é, dentre as bacias Paleozóicas brasileiras, a mais estudada. O maior enfoque é dado às Formações Monte Alegre, Itaituba e Nova Olinda (Scomazzon, 1999).

O primeiro trabalho sobre conodontes no Brasil foi publicado por Fúlfaro (1965) que datou rochas sedimentares da Bacia do Amazonas como carboníferas com base no registro de *Idiognathodus* cf. *acutus*. Posteriormente, uma série de outros artigos foi publicada com o objetivo de identificação taxonômica e datação relativa dos depósitos associados: Araújo & Rocha-Campos (1969), Tengan *et al.* (1976), Rocha-Campos & Archangelsky (1986), Lemos & Medeiros (1989), além de um estudo sobre índice de alteração de cor em conodontes (Rocha-Campos *et al.*, 1988).

Com relação aos estudos bioestratigráficos de conodontes em depósitos marinhos do Pensilvaniano da Bacia do Amazonas, merecem destaque Lemos (1990a, b), Neis (1996), Lemos & Medeiros (1996), Scomazzon (1999), Lemos & Scomazzon (2001), Scomazzon (2004), Scomazzon & Lemos (2005), Nascimento *et al.* (2005) e Nascimento *et al.* (2009). As biozonas estabelecidas auxiliaram no reconhecimento dos andares neomorrowano, atokano e eodesmoinesiano na bacia, possibilitando correlações com os estratos dos coevos do continente norte-americano.

Para a região em estudo, Nascimento *et al.* (2005) propuseram um zoneamento a partir da análise de conodontes nas pedreiras 1 e 2, as quais correspondem a porção inferior da Formação Itaituba. Os autores propuseram a Zona de amplitude de táxon denominada *Idiognathoides sinuatus* e a Subzona *Neognathodus roundyi*. A Zona *Idiognathoides sinuatus* se estende desde o início da pedreira 1 até a porção superior da pedreira 2 e se caracteriza pela ocorrência de *I. sinuatus*, atribuindo idade morrowano- atokano para este intervalo. A Subzona *Neognathodus roundyi* é reconhecida pela ocorrência pontual dessa espécie na porção basal da pedreira 2, posicionando este intervalo no atokano.

Nascimento *et al.* (2009) apresentam o estudo integrado de dados bioestratigráficos de conodontes e de palinórfos recuperados de amostras provenientes da Pedreira 3, a qual tem seu estudo palinológico detalhado nesta dissertação. De acordo com os autores, a análise de conodontes identificou a zona de amplitude de táxon *Diplognathodus orfanus* (proposta ainda inédita de Sara Nascimento e colaboradores). A análise dos palinórfos resultou na identificação da Zona *Striomonosaccites incrassatus* de Playford & Dino (2000b). A associação desses dados posiciona o intervalo no Westphaliano C (Atokano superior).

2.2.2 Foraminíferos

Altiner & Savini (1995) estabeleceram dois zoneamentos bioestratigráficos paralelos para as bacias do Amazonas e do Solimões, um baseado em fusulinídeos e outro em pequenos foraminíferos, a partir de amostras de subsuperfície. Ambos os zoneamentos cobrem o intervalo litoestratigráfico da Formação Monte Alegre até a porção média da Formação Nova Olinda. Segundo os autores, o zoneamento a partir de foraminíferos fusulinídeos (FF) dividiu o intervalo estudado em quatro zonas bioestratigráficas: FF-I, FF-II, FF-III, FF-IV. Já o zoneamento realizado a

partir de pequenos foraminíferos (PF) resultou em duas zonas bioestratigráficas, cada uma dividida em duas subzonas: PF-I (PF-Ia e PF-Ib) e PF-II (PF-IIa e PF-IIb).

A porção inferior da zona FF-I e à porção médio-inferior da subzona PF-I correspondem a Formação Monte Alegre, e, devido a presença de *Planoendothyra*, *Palaeonubecularia* e *Monotaxinoides transitorius*, idade Morrowana foi atribuída para este intervalo.

As zonas FF-I (porção média e superior), FF-II, PF-Ia (porção superior), PF-Ib e PF-IIa (porção inferior) compreendem a Formação Itaituba. A ocorrência de *Hemigordius harltoni* associado com *Plectostaffella jakhensis* posiciona a porção inferior dessa unidade no Morrowano superior. *Profusulinella* ocorre nos níveis mais altos da Formação Itaituba e marca idade Atokana média. Portanto, a Formação Itaituba é posicionada no intervalo Morrowano superior – Atokano médio.

As zonas FF-II, FF-III e PF-II, as quais correspondem a Formação Nova Olinda, foram posicionadas no intervalo Atokano superior – Desmoinesiano devido à ocorrência de *Biseriella parva*, *Monotaxinoides transitorius*, *Turrispiroides multivolutus*, *Wedekindellina*, *Syzrania bella*, *Pseudobradyna pulchra* e *Spireitlina conspecta*.

2.2.3 Palinologia

Miósporos, quitinozoários e acritarcos são comumente registrados nas unidades paleozóicas da maioria das bacias intracratônicas brasileiras, fornecendo subsídios para a formulação de zoneamentos bioestratigráficos (e.g., Daemon & Quadros, 1970; Melo & Loboziak, 2003; Grahn *et al.*, 2006; Quadros, 2002). Para a seção pensilvaniano/permiana da Bacia do Amazonas, dispõe-se dos trabalhos de Daemon & Contreiras (1971) e Playford & Dino (2000a/b). A contribuição de Picarelli *et al.* (1991) é relativa a relatório interno da PETROBRAS, de divulgação limitada.

Daemon & Contreiras (1971) reconheceram quatro intervalos palinoestratigráficos para o intervalo em referência, nomeados como XIII, XIV, XV e XVI, em ordem estratigráfica ascendente (Tabela 1). O intervalo XIII, que compreende a Formação Monte Alegre e a porção inferior da Formação Itaituba, é caracterizado pela co-ocorrência de 10 espécies de grãos de pólen, incluindo espécies atribuídas aos gêneros *Striomonosaccites*, *Potonieisporites* e *Protohaploxypinus*, os quais tem seu

primeiro registro neste intervalo. Este intervalo foi posicionado no Westphaliano D, com base na presença de *Fusulinella silvai*. O intervalo XVI foi reconhecido na maior porção da Formação Itaituba e na porção inferior da Formação Nova Olinda, sendo definido pela associação de 17 espécies de esporos e grãos de pólen, posicionado entre o Westphaliano D e o Stephaniano, pela presença do fusulinídeo *Millerella cf. marblensis* Thompson 1942. O intervalo XV foi caracterizado pela presença de seis espécies de grãos de pólen, com correspondência com a porção média e superior da Formação Nova Olinda e a porção basal da Formação Andirá. Correlacionando com a Zona J da Bacia do Parnaíba de Müller (1962), este intervalo foi datado como Permiano inferior a médio. O intervalo XVI foi descrito para a porção superior da Formação Nova Olinda e para a Formação Andirá, caracterizado por cinco espécies, de idade permiana superior, com base na correlação com os intervalos K e L da Bacia do Paraná (Daemon & Quadros, 1970).

O zoneamento palinológico proposto por Playford & Dino (2000a/b) constitui a contribuição bioestratigráfica mais significativa para o intervalo em questão da Bacia do Amazonas, considerando sua relevância taxonômica, abrangência e detalhamento bioestratigráfico. Os autores registraram sete biozonas nas unidades do Grupo Tapajós (Tabela 1), nomeadas, em ordem estratigráfica ascendente: zonas *Spelaeotriletes triangulus*, *Striomonosaccites incrassatus*, *Illinites unicus*, *Striatosporites heyleri*, *Raistrickia cephalata*, *Vittatina costabilis* e *Tornopollenites toreutos*, as quais são sintetizadas a seguir de acordo com as informações originais.

A Zona *Spelaeotriletes triangulus* compreende os horizontes marinhos da Formação Monte Alegre e a porção inferior da Formação Itaituba, é reconhecida pela abundância da espécie epônima, *Spelaeotriletes arenaceus*, e por espécies confinadas estratigraficamente: *Lophotriletes lentiginosus*, *Waltzispora polita* e *Potonieisporites marleniae*. A zona tem alta representatividade quantitativa de grãos de pólen de simetria radial e bilateral, menor representação de grãos de pólen teniados e baixa frequência de esporos monoletes. Este intervalo foi posicionado no Westphaliano A-B baseado em fusulinídeos evidenciados por Loboziak *et al.* (1997).

A Zona *Striomonosaccites incrassatus* corresponde às porções inferior e média da Formação Itaituba e é marcada pela introdução de várias espécies de grãos de pólen, tais como, *Illinites unicus*, *Striomonosaccites incrassatus*, *Mabuitasaccites crucistriatus* e *Meristocarpus explicatus*. O limite superior desta zona é manifestado pelo desaparecimento de *Costatacyclus crenatus* e *Potonieisporites seorsus*. A zona

mostra altas frequências de *Spelaeotriletes triangulus* e *S. arenaceus*, assim como aumento quantitativo de grãos de pólen monossacados teniados, enquanto grãos de pólen bissacados teniados se tornam menos significativos. Baseado na associação dos dados de conodontes, de fusulinídeos e dos palinomorfos *Illinites unicus* (abundante), *Protohaploxypinus amplus*, *Cannanoropollis janakii*, *Striomonosaccites ovatus*, *Costatacyclus crenatus*, *Spelaeotriletes arenaceus* e *S. triangulus*, esta zona foi interpretada como relativa ao Westphaliano C.

A porção superior da Formação Itaituba abrange a Zona *Illinites unicus*, a qual é distinguida pela associação de *Illinites unicus* (abundante), *Spelaeotriletes arenaceus*, *S. triangulus*, *Endosporites globiformis*, e esporos zonados e cingulizados, tais como espécies de *Vallatisporites* e *Cristatisporites*. Esta zona foi posicionada no Westphaliano C considerando os dados de conodontes e fusulinídeos, e na co-ocorrência de certas espécies de esporos e grãos de pólen, tais como *Illinites unicus*, *Endosporites globiformis*, *Barakarites rotatus*, *Cannanoropollis janakii*, *Florinites pellucidus*, *F. occultus*, *Striomonosaccites ovatus*, *Protohaploxypinus amplus*, *Spelaeotriletes arenaceus* e *S. triangulus*.

A Zona *Striatosporites heyleri*, relacionada à porção inferior da Formação Nova Olinda, é definida pela introdução das espécies *Striatosporites heyleri* e *Apiculatasporites daemonii*, e pelo desaparecimento de *Mabuitasaccites crucistriatus* e *Crucisaccites* sp. cf. *C. latisulcatus*. O posicionamento no Westphaliano C-D foi realizado com base em conodontes, fusulinídeos e no aparecimento da espécie *Striatosporites heyleri*.

A Zona *Raistrickia cephalata* ocorre na porção média da Formação Nova Olinda e é caracterizada como zona de amplitude de táxon, compreendendo toda a extensão vertical das espécies *Raistrickia cephalata* e *Peppersites ellipticus*. Baseado em dados de fusulinídeos e no aspecto geral da palinoflora, juntamente com a posição estratigráfica desta zona, esta zona foi posicionada no Westphaliano D (Desmoinesiano médio).

A Zona *Vittatina costabilis* foi reconhecida na porção superior da Formação Nova Olinda e porção inferior da Formação Andirá, sendo caracterizada pela co-ocorrência de *Vittatina costabilis*, *V. vittifera*, *V. subsuccata* e *V. saccata*. O aparecimento de determinadas espécies de grãos de pólen teniados (*Lueckisporites virkkiae*, *Corisaccites alutas* e *Hamiapollenites* spp.) e o desaparecimento de *Illinites unicus*, indicam idade Permiana Inferior para esta zona.

A zona mais suprajacente, Zona *Tornopollenites toreutos* ocorre nas porções média e superior da Formação Andirá. O limite basal desta unidade é marcado pela introdução de *Tornopollenites toreutos*, *Verrucosisporites insuetus*, *Thymospora obscura* e *Laevigatosporites minor*, enquanto o limite superior é incerto devido ao caráter erosivo do topo do Grupo Tapajós (Formação Andirá). Devido à origem não marinha dos estratos desta unidade, as evidências bioestratigráficas para sua idade são exclusivamente palinológicas. Portanto, para os autores proponentes, a Zona foi posicionada no Permiano Superior, com base na dominância e a diversidade de grãos de pólen bissacados teniados.

Tabela 1. Correlação dos zoneamentos propostos para a Bacia do Amazonas (modificado de Playford & Dino, 2000b).

Zoneamentos Bacia do Amazonas	
Daemon & Contreiras (1971)	Playford & Dino (2000 b)
	<i>Tornopollenites toreutos</i>
Intervalo XVI	<i>Vittatina costabilis</i> (parte superior)
Intervalo XV	<i>Vittatina costabilis</i> (parte inferior)
	<i>Raistrickia cephalata</i>
Intervalo XIV	<i>Striatosporites heyleri</i>
	<i>Illinites unicus</i>
Intervalo XII	<i>Striomonosaccites Incrassatus</i>
	<i>Spelaeotriletes triangulus</i>

3. Megásporos: esporogênese e morfologia

3.1 Considerações gerais

Tendo como base os resultados deste trabalho, que recuperou uma vasta quantidade de esporomorfos, nos quais são baseadas as interpretações, é realizada aqui uma revisão dos principais aspectos teóricos sobre os esporomorfos, com ênfase nos megásporos, sobre os quais há pouca literatura disponível uma vez que não são comumente encontrados no registro paleontológico (e.g. Taylor & Taylor, 1993; Raven *et al.*, 2001).

Durante a evolução das plantas, a conquista do ambiente terrestre exigiu uma série de adaptações morfológicas para que a reprodução em ambientes mais secos fosse bem sucedida. Os esporos são uma grande evidência dessa adaptação: sua camada externa, constituída de esporopolenina, confere grande resistência contra dissecação e proteção contra os raios UV.

As primeiras plantas vasculares produziam apenas um tipo de esporo como resultado da meiose; tais plantas são denominadas homosporadas. Na germinação, esses esporos produzem gametófitos bissexuados, os quais dão origem tanto anterídios, quanto arquegônios.

Evidências de plantas fósseis do início do Devoniano (Emsiano) indicam que as plantas estavam produzindo esporângios que formavam esporos de tamanhos diferentes. Nas plantas atuais, os dois tipos de esporos são definidos com base na função; já nas plantas fósseis, a diferenciação é com base no tamanho. O esporo de menor tamanho, denominado **micrósporo**, é precursor do gametófito masculino, e na escala evolutiva dará origem ao grão de pólen. O esporo de maior tamanho denominado **megásporo** (maior de 200 μm) é o precursor do gametófito feminino, o qual, na escala evolutiva dará origem ao óvulo. Suas dimensões muito maiores evoluíram pela necessidade de reservar nutrientes para o desenvolvimento do prótalo. Megásporos são conhecidos desde o Devoniano tardio (Maheshwari & Tewari, 1987) até a atualidade.

A heterosporia, no final do Devoniano, progride ao ponto de produzir apenas um megásporo funcional e três abortivos. É um dos grandes passos evolucionários no desenvolvimento das plantas produtoras de sementes. Tal novidade evolutiva libertou as plantas da necessidade de água para a reprodução sexual,

garantindo proteção e reserva energética para o desenvolvimento do embrião.

Compreendem plantas heterosporadas algumas licófitas (*Selaginella* e *Isoetes*) e samambaias aquáticas (Ordens *Marsileales* e *Salviniales*). De acordo com o registro de microfósseis, *Lepidodendron*, *Calamites* e *Archaeopteris* eram heterosporadas.

Durante o ciclo de uma planta heterosporada, dois tipos de esporângios – microsporângios e megasporângios – são formados no mesmo estróbilo no esporófito. Os micrósporos produzidos nos microsporângios desenvolvem-se em microgametófitos, e os megásporos produzidos nos megasporângios desenvolvem-se em megagametófitos. Os micrósporos e megásporos são dispersos próximos uns aos outros. O anterozóide precisa nadar apenas uma pequena distância para alcançar a oosfera. Em plantas heterosporadas, o desenvolvimento do gametófito inicia-se dentro do envoltório dos esporos. Como nas plantas com sementes, o esporófito jovem é envolvido pelos tecidos do megagametófito, e a maior fonte de alimento para o embrião em desenvolvimento é o material armazenado no megásporo. Tipicamente, quatro megásporos são produzidos em cada esporângio, a partir do qual são dispersos.

3.2 Características morfológicas importantes para taxonomia

Assim como os micrósporos, a classificação dos megásporos é artificial, ou seja, obedece a um esquema parataxonômico. Dessa forma, temos como categorias sistemáticas mais aceitas, as anteturmas Megasporites (Pant, 1962) para os megásporos, Proxigerminantes (Potonié, 1970) para os esporos e Variegerminantes (Potonié, 1970) para os grãos de pólen. Essas categorias são assim utilizadas neste trabalho, complementadas pelas unidades supragenéricas propostas por diversos autores.

De acordo com Bharadwaj & Tiwari (1970), as características taxonômicas mais importantes consideradas na diagnose dos megásporos são: tamanho, forma, marca trilete, área de contato, gula e ornamentação; cujos principais aspectos são descritos a seguir.

Tamanho. Geralmente entre de 200 μm a 3.000 μm , ocorrendo mais raramente formas de dimensões maiores (até pelo menos 5.000 μm).

Forma. Circular a triangular. Formas circulares geralmente variam tornando-se

subcircular ou sub-oval. Megásporos triangulares podem variar de subtriangular a círculo-triangular e apresentam lados retos a convexos, e vértices estreitos a amplamente arredondados.

Marca trilete. A natureza da marca trilete é um caráter morfológico muito importante. Há dois padrões na extensão da marca trilete em relação a marca de contato: um em que os raios terminam junto da curvatura adjacente formando uma trijunção (Figura 5); e outra em que os raios se estendem além da marca de contato e terminam junto da linha do equador (Figura 6). A marca trilete pode ser reta ou altamente sinuosa. A natureza ondular varia em escala mesmo na mesma espécie, um raio pode ser mais ondulado do que os outros dois. Raramente os três raios são retos. Outra característica importante é sua altura a partir da superfície inter-radial. Em alguns grupos de megásporos os raios são estreitos e baixos, em outros podem ser largos e bastante elevados. Algumas marcas triletes proeminentes constituem uma crista trilete. A elevação pode produzir a aparência palmada da labra. Os raios podem ser uniformemente largos em todo seu comprimento, mas na maioria dos espécimes os raios tendem a se estreitar em direção a borda. O término dos raios é obtuso, raramente pontuado, mas algumas vezes alargam antes do término. A altura do *labrum* geralmente diminui em direção às extremidades. O comprimento do raio trilete em relação ao raio do megásporo é uma característica bastante importante. Em alguns megásporos os raios são de $\frac{1}{2}$ a $\frac{2}{3}$ do raio. Em outros, os raios terminam quase junto ou junto ao equador do grão.

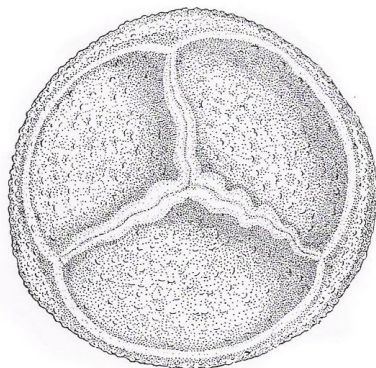


Figura 5. Megásporo em que a marca trilete termina junto da área de contato.
(Bharadwaj & Tiwari, 1970)

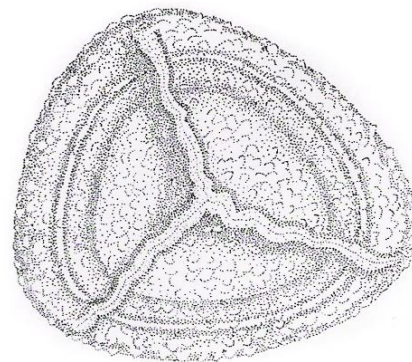


Figura 6. Megásporo em que a marca trilete termina junto ao equador do grão.
(Bharadwaj & Tiwari, 1970)

Área de contato (área inter-radial). A área de contato apresenta variação em sua demarcação, forma e tamanho. Pode ocorrer área de contato indistinta, tênue ou parcialmente visível ou área de contato com marcas arcuadas bem definidas. A curvatura pode ser visível somente no término dos raios. O lugar onde a área de contato é bem definida é delimitado por uma borda arcuada contínua bem marcada. Essas bordas são baixas e representam apenas a margem de uma área de impressão causada pelos megásporos irmãos na tétrade. Por outro lado, as bordas de contato conotam uma elevação proeminente e grossa das marcas arcuadas. A diferença entre essas duas condições não são bem definidas. A forma da área de contato é variável. A extensão da curvatura de cada crista arcuada determina a forma geral da área de contato. Os arcos pouco curvados, medianamente curvados ou altamente curvados produzem áreas de contato circulares, trilobadas ou profundamente trilobadas, respectivamente (Figura 7).

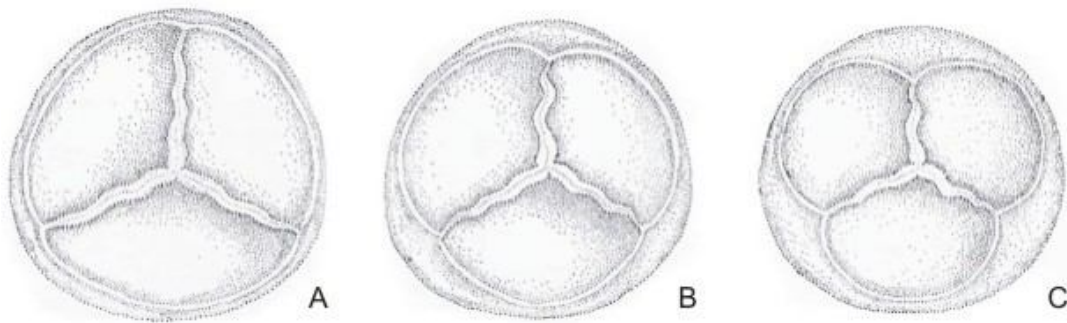


Figura 7. Três condições da marca de contato em megásporos: A – arco pouco curvado, área de contato circular; B – arco medianamente curvado, área de contato trilobada; e C – arco altamente curvado, área de contato profundamente trilobada. (Bharadwaj & Tiwari, 1970)

Gula. Constitui a elevação da marca trilete e da área de contato em forma de cone, sendo um importante caráter morfológico. Megásporos que possuem essa organização são denominados gulados. Algumas formas são geralmente encontradas achatadas lateralmente, mas são conhecidas espécimes orientadas próximo-distalmente e sub-lateralmente. A largura da base da gula e sua altura desde a face proximal apresentam grande variação. Megásporos gulados e não-gulados representam dois padrões morfológicos distintos e são facilmente distinguíveis. Contudo, uma aparente condição gulada é observada em megásporos não-gulados quando achatados lateralmente. Este resultado é devido a compressão lateral da face proximal, tanto assim que a marca trilete fica distorcida e seu contorno se estende em um sentido.

Ornamentação. A exoexina pode ser lisa transparente, lisa opaca, granulosa-verrucosa,

espinhosa-setosa, baculosa, teniada. Há muitas variações na natureza da base, do ápice, na disposição e na densidade dos elementos esculturais. O estudo da distribuição dos elementos esculturais na exoexina do megásporo é um aspecto morfológico importante e útil. Os ornamentos podem estar dispostos uniformemente ou desordenadamente na superfície do grão. O estudo dos megásporos em lâmina seca proporciona uma melhor oportunidade para esta análise morfológica uma vez que os espécimes podem ser girados manualmente e observados em qualquer vista. Os processos ornamentais podem se distribuir uniformemente por todo o corpo do megásporo incluindo a área de contato e a face distal, pode apresentar tamanho reduzido, ou ser ausente na área de contato.

4. Resultados: Conteúdo Palinológico

4.1. Conteúdo palinológico

Dos oito níveis processados para a Pedreira 3, o nível P3C6 forneceu as assembleias palinológicas mais significativas para análise, incluindo micrósporos e megásporos. Em termos gerais, os micrósporos são abundantes e diversificados, com um total de 35 espécies identificadas. Destas, 13 espécies são relativas a esporos, 21 espécies a grãos de pólen e uma espécie de alga da família Chlorococcales. Dentre os esporos, as formas apiculadas e pseudossacadas são dominantes, representadas por *Cyclogranisporites minutus*, *Cyclogranisporites* sp. e *Spelaeotriletes triangulus*. Entre os grãos de pólen, as formas monossacadas não teniadas são as mais frequentes, vinculadas aos gêneros *Cannanoropollis* e *Plicatipollenites*.

Embora muito abundantes e bem preservados, os megásporos são pouco diversificados, representados por oito espécies relacionadas a três gêneros: *Lagenicula* Bennie & Kidston, 1886 ex Zerndt, 1934, emend. Dybová - Jachowicz *et al.*, 1979, *Sublagenicula* Dybová - Jachowicz *et al.*, 1979 e *Calamospora* Schopf, Wilson & Bentall, 1944.

Impressões de restos vegetais também foram encontradas, sendo frequentes em diferentes níveis. Entretanto, estes restos de plantas não estão bem preservados dificultando a identificação taxonômica. Apenas um fragmento coletado do nível P3C6 foi identificado, de aproximadamente 8 cm em seu maior comprimento, constituindo uma impressão caulinar atribuída a *Lepidodendron* sp. (Figura 8).

Além disso, palinomorfos retrabalhados do Devoniano também foram registrados, tais como *Maranhites insulatus* Burjack & Oliveira, 1989. Geralmente espécies retrabalhadas apresentam-se fragmentadas, com coloração mais escura do que as espécies indígenas, facilitando sua identificação.



Figura 8. Fragmento de um caule carbonificado coletado do nível P3C6 atribuído a *Lepidodendron* sp.

Neste capítulo é apresentada uma lista de táxons, segundo a classificação supragenérica de Pant (1962) para os megásporos e Potonié (1970) para os esporos e grãos de pólen, complementada por autores subsequentes. Das oito espécies de megásporos registradas, seis são descritas em razão de não encontrar sede em nível específico na literatura: *Calamospora* sp., *Sublagenicula* sp. e *Lagenicula* sp. 1, sp. 2, sp. 3 e sp. 4.

Com relação aos micrósporos, é apresentada a descrição detalhada de uma espécie com nomenclatura aberta, provavelmente candidata a constituir uma nova espécie, preliminarmente designada como *Cyclogranisporites* sp., e a reavaliação taxonômica dos táxons de esporos monopseudossacados *Spelaeotriletes triangulus* e *S. arenaceus*. Considerando que os demais são amplamente conhecidos na literatura optou-se pela não apresentação de suas descrições, de modo a ressaltar aqueles com maior problemática de identificação e ausentes/desconhecidos em trabalhos anteriores, alguns dos quais podendo corresponder a novos táxons.

Megásporos

Anteturma Megasporites Pant 1962

Turma Triletes Reinsch emend. Potonié & Kremp 1954

Suprasubturma Azonotriletes Luber 1935

Subturma Laevigati (Bennie & Kidston) Potonié & Kremp 1954

Gênero *Calamospora* Schopf, Wilson & Bentall 1944

Calamospora sp. (Figura 9, A-B)

Suprasubturma Lagenotriletes Potonié & Kremp 1957

Subturma Gulati Bharadwaj 1957

Gênero *Sublagenicula* (Potonié & Kremp) Dybová-Jachowicz *et al.* 1979

Sublagenicula nuda (Nowak & Zerndt 1936) Dybová-Jachowicz *et al.* 1979 (Figura 9, C-D)

Sublagenicula hirsutoidea Dijkstra & Piérart 1957 (Figura 9, E-F)

Sublagenicula sp. (Figura 10, A-F)

Gênero *Lagenicula* Bennie & Kidston 1886 ex Zerndt 1934 emend. Dybová-Jachowicz *et al.* 1979

Lagenicula sp. 1 (Figura 11, A-F; Figura 12, A-F)

Lagenicula sp. 2 (Figura 13, A-B)

Lagenicula sp. 3 (Figura 13, C-D)

Lagenicula sp. 4 (Figura 13, E-F)

Micrósporos – Esporos

Anteturma Proximegerminantes R. Potonié 1970

Turma Triletes Reinsch emend. Dettmann 1963

Suprasubturma Acavatitriletes Dettmann 1963

Subturma Azonotriletes Luber emend. Dettmann 1963

Infraturma Laevigati Bennie & Kidston emend. R. Potonié 1956

Gênero *Calamospora* Schopf, Wilson & Bentall 1944

Calamospora hartungiana Schopf in Schopf, Wilson & Bentall 1944 (Figura 14, A)

Gênero *Leiotriletes* Naumova emend. Potonié & Kremp 1954

Leiotriletes virkii Tiwari 1965 (Figura 14, B)

Gênero *Punctatisporites* Ibrahim 1933 emend. Potonié & Kremp 1954

Punctatisporites gretensis Balme & Hennelly 1956 (Figura 14, C)
Infraturma Apiculati Bennie & Kidston emend. R. Potonié 1956
Subinfraturma Granulati Dybová & Jachowicz 1957
Gênero *Cyclogranisporites* Potonié & Kremp 1954
Cyclogranisporites sp. (Figura 15, A-C, G-J)
Cyclogranisporites minutus Bharadwaj 1957 (Figura 15, D-F, K-L)
Subinfraturma Nodati Dybová & Jachowicz 1957
Gênero *Apiculatasporites* Ibrahim emend. Smith & Butterworth 1967
Apiculatasporites daemonii Playford & Dino 2000 (Figura 14, D)
Gênero *Brevitriletes* Bharadwaj & Srivastava 1969
Brevitriletes levis (Balme & Hennelly) Bharadwaj & Srivastava 1969 (Figura 14, E)
Subinfraturma Baculati Dybová & Jachowicz 1957
Gênero *Raistrickia* Schopf, Wilson & Bentall 1944 emend. Potonié & Kremp 1954
Raistrickia cephalata Bharadwaj, Kar & Navale 1976 (Figura 14, F)
Suprasubturma Laminatitriletes Smith & Butterworth 1967
Subturma Zonolaminatitriletes Smith & Butterworth 1967
Infraturma Cingulicavati Smith & Butterworth 1967
Gênero *Vallatisporites* Hacquebard 1957
Vallatisporites puctatus (Marques-Toigo) Souza, Petri & Dino 2003 (Figura 14, G)
Gênero *Cristatisporites* Potonié & Kremp 1954 emend. Butterworth *et al.* 1964
Cristatisporites spinosus (Menéndez & Azcu) Playford emend. Cesari 1985 (Figura 14, H)
Gênero *Spelaeotriletes* Neves & Owens 1966
Spelaeotriletes triangulus Neves & Owens 1966 (Figura 16, A-L)
Turma Hilates Dettman 1963
Genus *Psomospora* Playford & Helby 1968
Psomospora detecta Playford & Helby 1968 (Figura 14, J)
Suprasubturma Pseudosaccitriletes Richardson 1965
Infraturma Monopseudosacciti Smith & Butterworth 1967
Turma Monoletes Ibrahim 1933
Suprasubturma Acavatomonoletes Dettmann 1963
Subturma Azonomonoletes Lubert 1935
Infraturma Sculptatomonoleti Dybová & Jachowicz 1957
Gênero *Striatosporites* Bharadwaj 1964 emend. Playford & Dino 2000

Striatosporites pepersii Playford & Dino 2000 (Figura 14, I)

Micrósporos - Grãos de pólen

Anteturma Variegerminantes R. Potonié 1970

Turma Saccites Erdtman 1947

Subturma Monosaccites Chitaley emend. R. Potonié & Kremp 1954

Infraturma Triletesacciti Leschik 1955

Gênero *Cannanoropolis* Potonié & Sah 1960

Cannanoropolis janakii R. Potonié & Sah 1960 (Figura 17, A)

Cannanoropolis densus (Lele) Bose & Maheshwari 1968 (Figura 17, B)

Cannanoropolis mehtae (Lele) Bose & Maheshwari 1968 (Figura 17, C)

Gênero *Plicatipollenites* Lele 1964

Plicatipollenites malabarensis (R. Potonié & Sah) Foster 1975 (Figura 16, K)

Plicatipollenites gondwanensis (Balme & Hennelly) Lele 1964 (Figura 16, L)

Infraturma Monopolsacciti Hart 1965

Gênero *Florinites* Schopf *et al.* 1944

Florinites occultus Habib 1966 (Figura 17, D)

Infraturma Vesiculomonoraditi Pant 1954

Gênero *Potonieisporites* Bharadwaj 1954 emend. Bharadwaj 1964

Potonieisporites magnus Lele & Karim 1971 (Figura 17, E)

Potonieisporites lelei Maheshwari, 1967 (Figura 17, G)

Potonieisporites densus Maheshwari 1967 (Figura 17, H)

Potonieisporites marleniae Playford & Dino 2000 (Figura 17, I)

Gênero *Costatascyclus* Felix & Burbridge emend. Urban 1971

Costatascyclus crenatus Felix & Burbridge emend. Urban 1971 (Figura 17, J)

Infraturma Striasacciti Bharadwaj 1962

Gênero *Striomonosaccites* (Bharadwaj) Hart 1965

Striomonosaccites incrassatus Playford & Dino 2000 (Figura 17, F)

Gênero *Meristocarpus* Playford & Dino 2000

Meristocarpus explicatus Playford & Dino 2000 (Figura 18, A)

Meristocarpus sp. B in Playford & Dino 2000b (Figura 18, B)

Subturma Disaccites Cookson 1947

Infraturma Disaccitrileti Leschik emend. Potonié 1958

Gênero *Limitisporites* Leschik 1956 emend. Schaarschmidt 1963

Limitisporites scitulus Playford & Dino 2000 (Figura 18, E)

Limitisporites amazonensis Playford & Dino 2000 (Figura 18, F)

Gênero *Scheuringipollenites* Tiwari 1973

Scheuringipollenites maximus (Hart) Tiwari 1973 (Figura 18, G)

Infraturma Striatiti Pant 1954

Gênero *Protohaploxylinus* Samoilovich 1953 emend. Morbey 1975

Protohaploxylinus amplus (Balme & Hennelly) Hart 1964 (Figura 18, C)

Gênero *Hamiapollenites* (Wilson) Tschudy & Kosanke 1966

Hamiapollenites insolitus (Bharadwaj & Saluha) Balme (Figura 18, D)

Infraturma Striatiti Pant 1954

Gênero *Illinites* Kosanke 1950 emend. Azcuy, di Pasquo & Ampuero 2002

Illinites unicus Kosanke 1950 (Figura 18, H)

Turma Plicates Naumova emend. R. Potonié 1960

Subturma Monocolpates Iverson & Troels-smith 1950

Gênero *Cycadopites* Wodehouse ex Wilson & Webster 1946

Cycadopites sp. cf. *C. follicularis* Wilson & Webster 1946 (Figura 18, I)

Alga

Divisão Chlorophyta Pascher 1914

Ordem Chlorococcales Kützing 1843

Família Botryococcaceae Wille 1909

Gênero *Botryococcus* Kützing 1849

Botryococcus braunii Kützing 1949 (Figura 18, J)

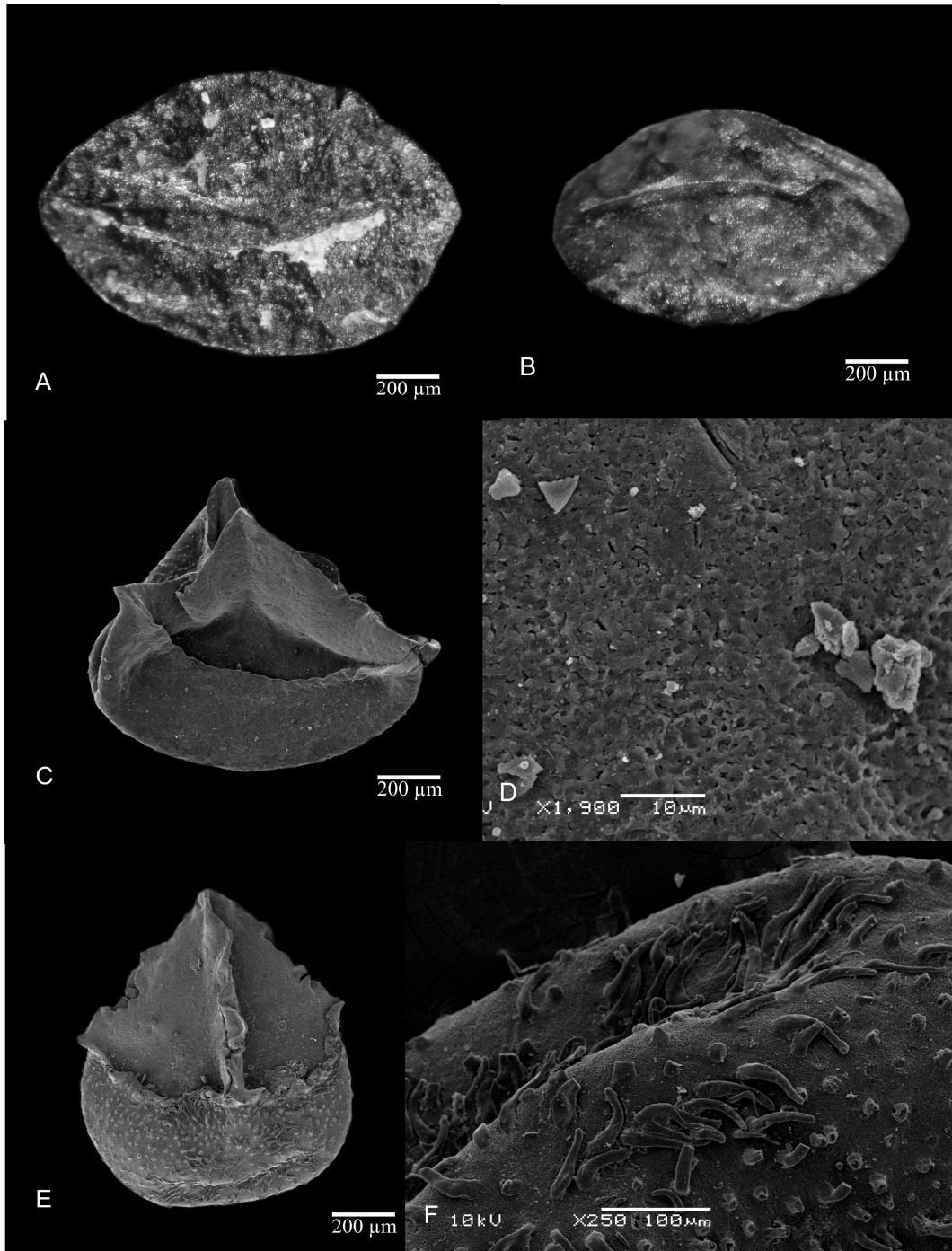


Figura 9. **A e B.** *Calamospora* sp. (MP-PM 102, n° 19 e 45 – vista da face proximal – imagem em microscópio estereoscópico); **C.** *Sublagenicula nuda* (vista equatorial); **D.** Detalhe da face distal de *Sublagenicula nuda*, mostrando a exina psilada **E.** *Sublagenicula hirsutoida* (vista equatorial); **F.** Detalhe da ornamentação da face distal de *Sublagenicula hirsutoida*. (C – F. Imagens de microscopia eletrônica de varredura).

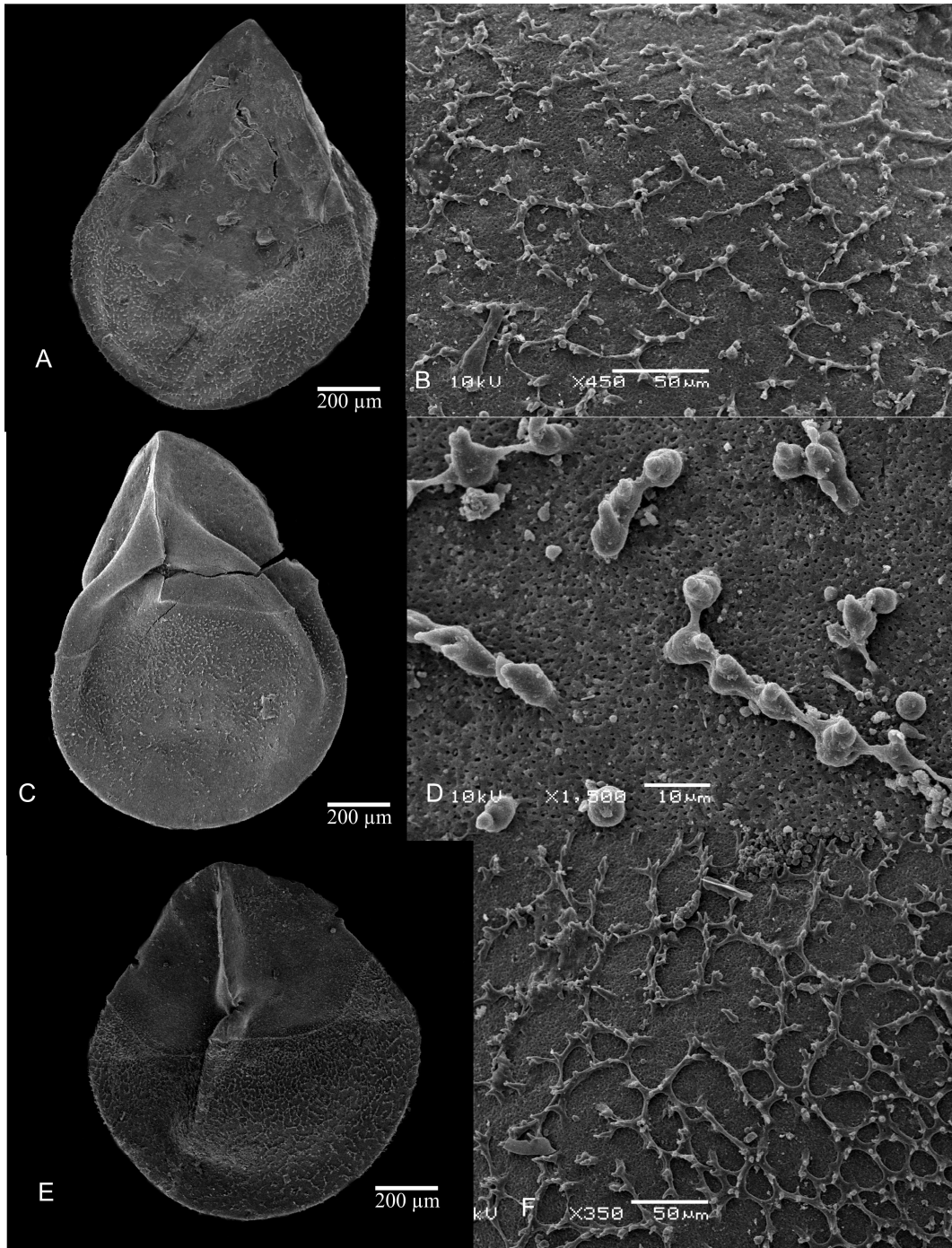


Figura 10. Imagens em microscopia eletrônica de varredura de *Sublagenicula* sp. (A, C e E: vista equatorial; B, D e F: detalhe da ornamentação da face distal).

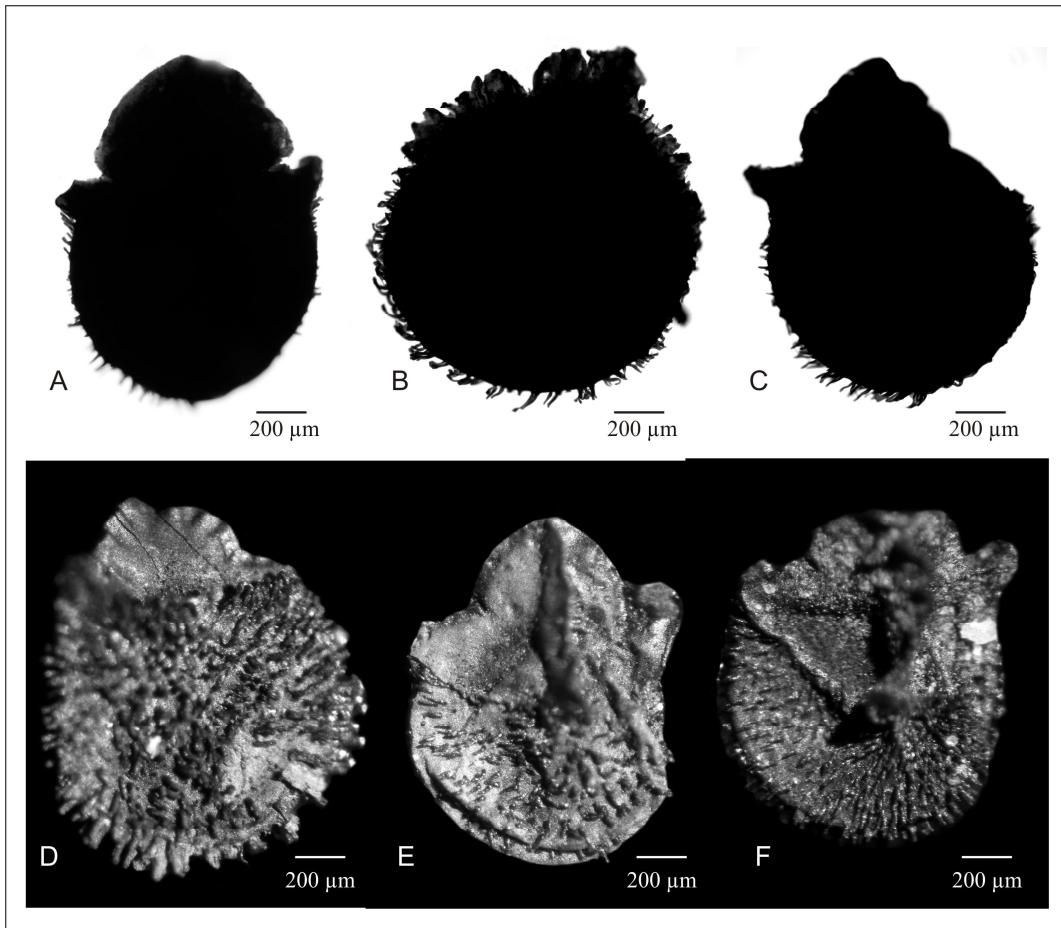


Figura 11. *Lagenicula* sp. 1 (A - C: vista equatorial em microscopia óptica, lâmina/preparado MP-PM 104, n° 1, 2 e 3, respectivamente; D - F: vista equatorial, em microscópio estereoscópico, preparado MP-PM 103, n° 3, 7 e 20, respectivamente).

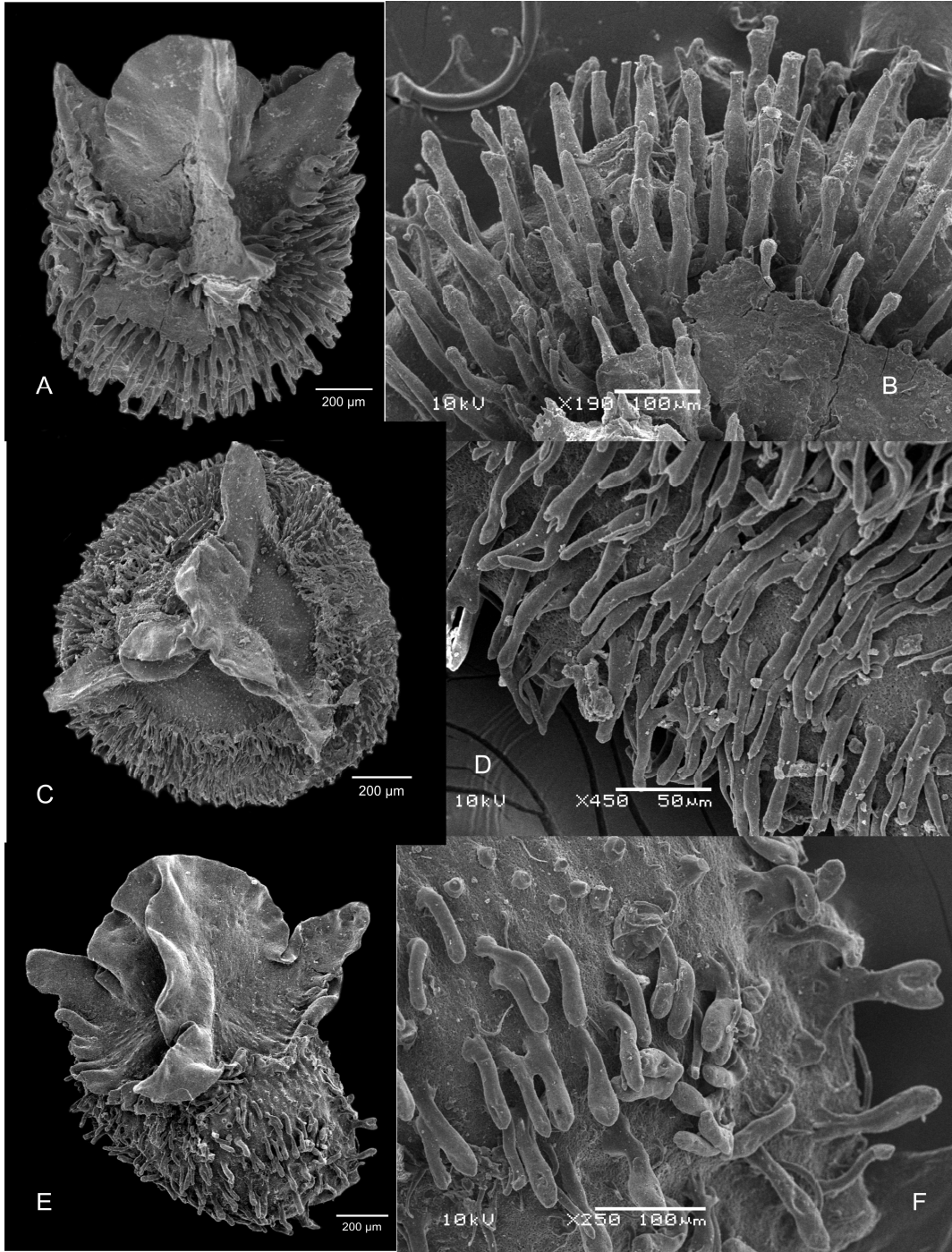


Figura 12. Imagens em microscopia de varredura de *Lagenicula* sp. 1 (A e E: vista equatorial; C: vista polar; B, D e F: detalhe da ornamentação da face distal).

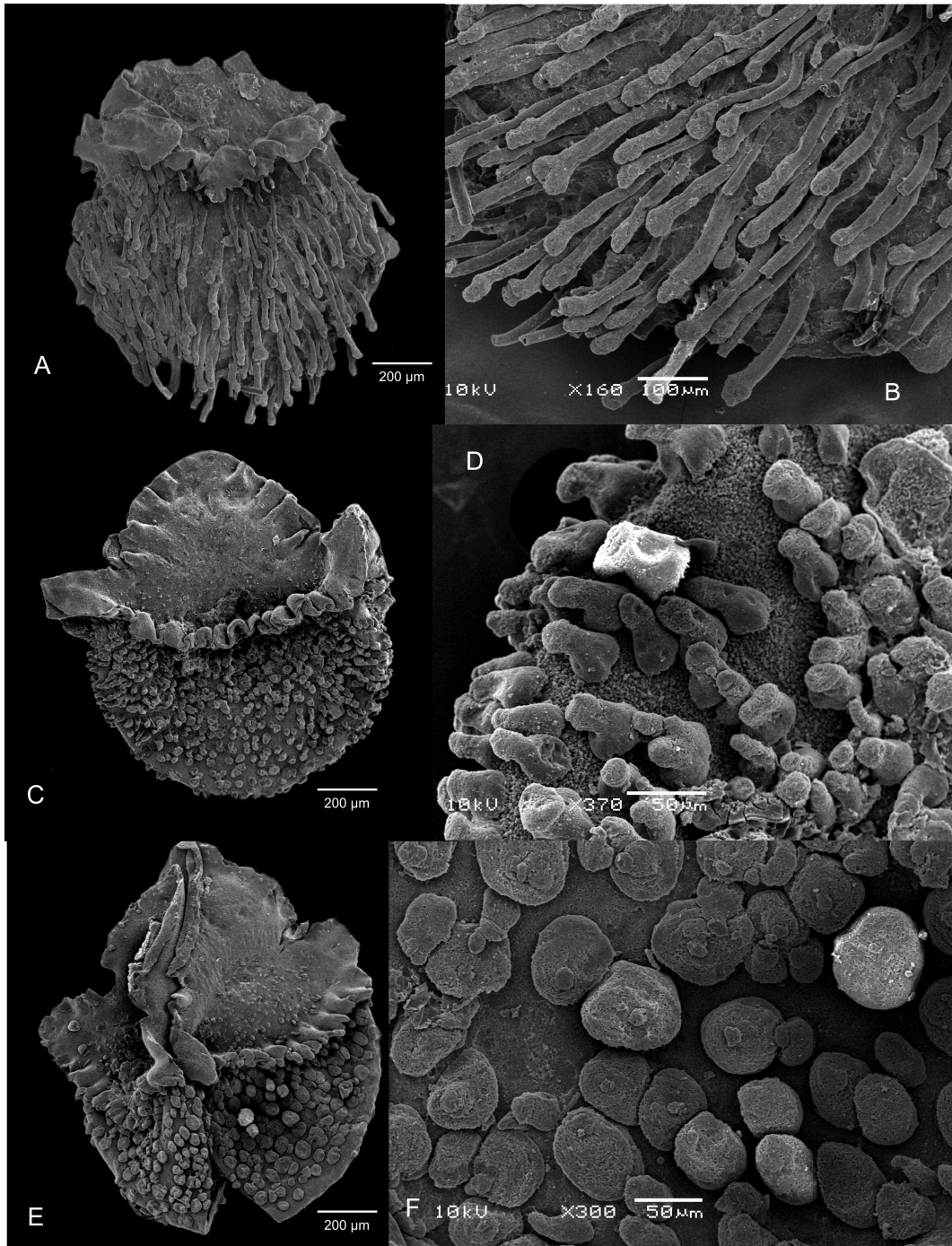


Figura 13. Imagens em microscopia eletrônica de varredura. **A.** *Lagenicula* sp. 2 (vista equatorial); **B.** Detalhe da ornamentação da face distal de *Lagenicula* sp. 2 mostrando as pila; **C.** *Lagenicula* sp. 3 (vista equatorial); **D.** Detalhe da ornamentação da face distal de *Lagenicula* sp. 3; **E.** *Lagenicula* sp. 4 (vista equatorial); **F.** Detalhe da ornamentação da face distal de *Lagenicula* sp. 4 mostrando as grandes verrugas.

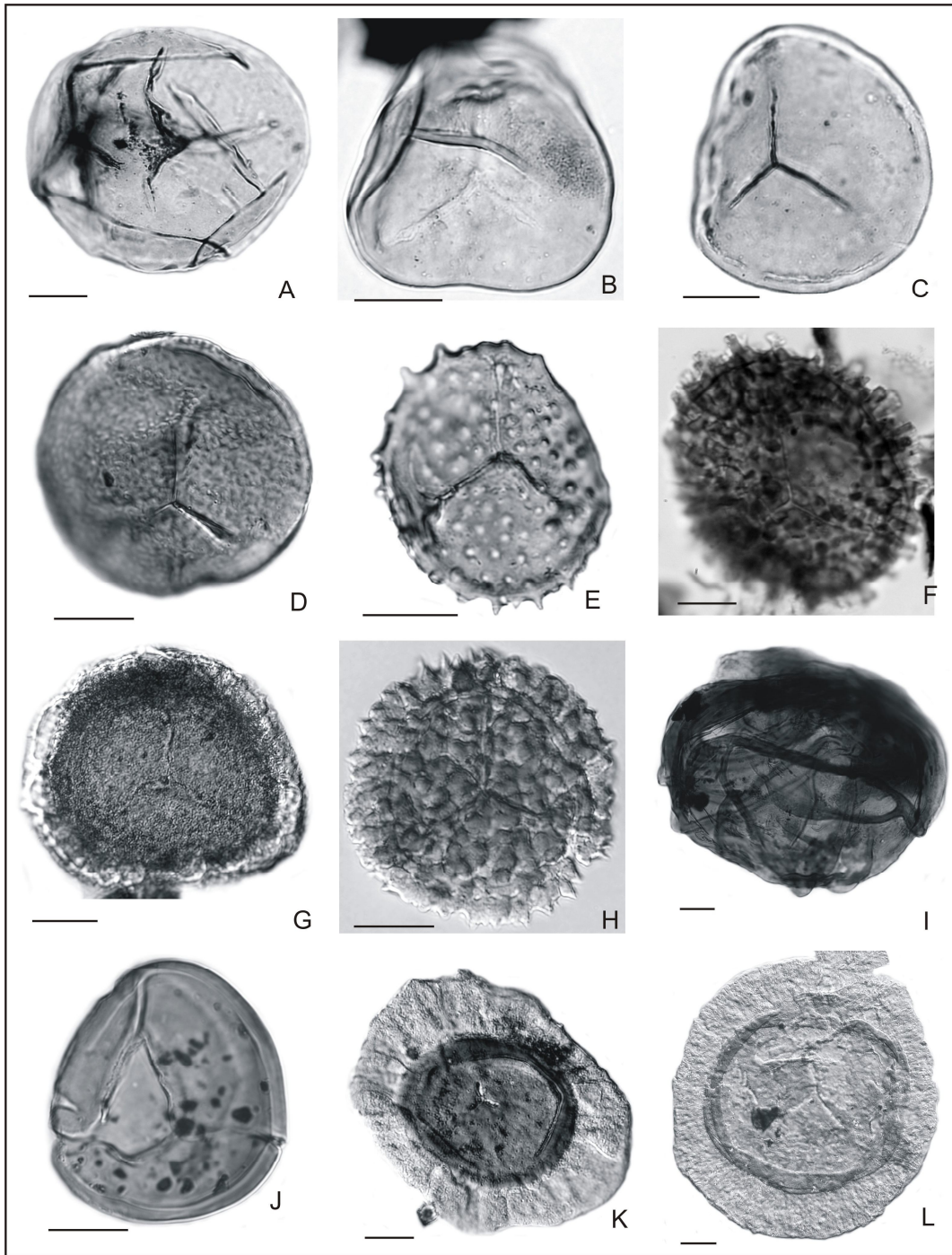


Figura 14. **A.** *Calamospora hartungiana* (Lâmina MP-P 5559, Coordenada *England finder* U48); **B.** *Leiotriletes virkii* (MP-P 5559, T58); **C.** *Punctatisporites gretensis* (MP-P 5559, F67); **D.** *Apiculatasporites daemonii* (MP-P 5963, M32-3); **E.** *Brevitriletes levis* (MP-P 6164, N40-4); **F.** *Raistrickia cephalata* (MP-P 6166, H45-4); **G.** *Vallatisporites puctatus* (MP-P 5560, M64); **H.** *Cristatisporites spinosus* (MP-P 5559, V60-4); **I.** *Striatosporites pepersii* (MP-P 5560, N71-1); **J.** *Psomospora detecta* (MP-P 5559, V56); **K.** *Plicatipollenites malabarensis* (MP-P 5559, F69-1); **L.** *Plicatipollenites gondwanensis* (MP-P 5559, R50-3). (Escala gráfica = 10 µm).

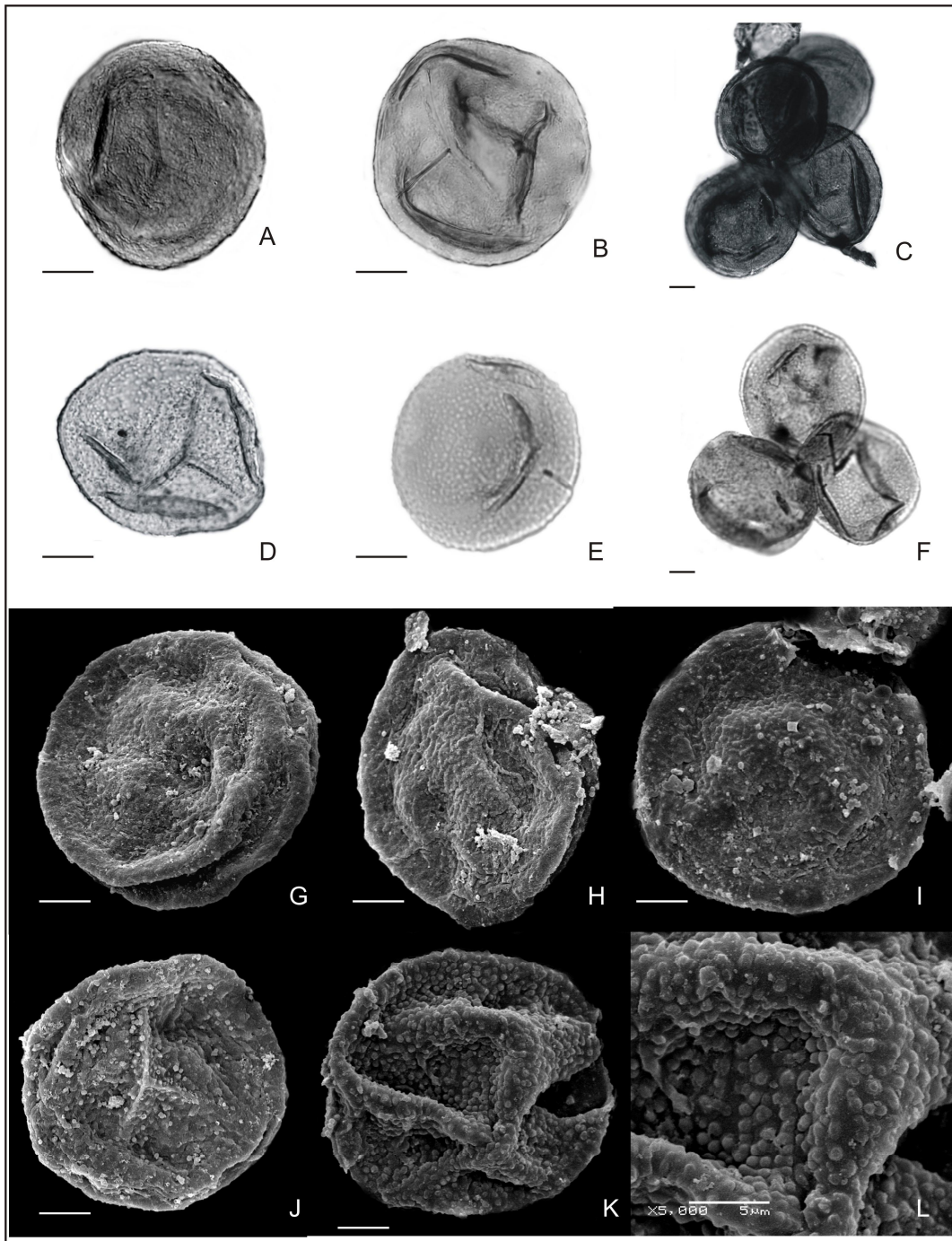


Figura 15. A – C, G – J. *Cyclogranisporites* sp. (A. MP-P 6165, R49; B. MP-P 6165, P50-1; C. MP-P 6165, N35; G – J. Imagens em MEV); D – F, K – L. *Cyclogranisporites minutus* (D. MP-P 6165, R50; E. MP-P 5559, F50-3; F. MP-P 6164, O52-3; K – L. Imagens em MEV: L. detalhe da ornamentação da exina).

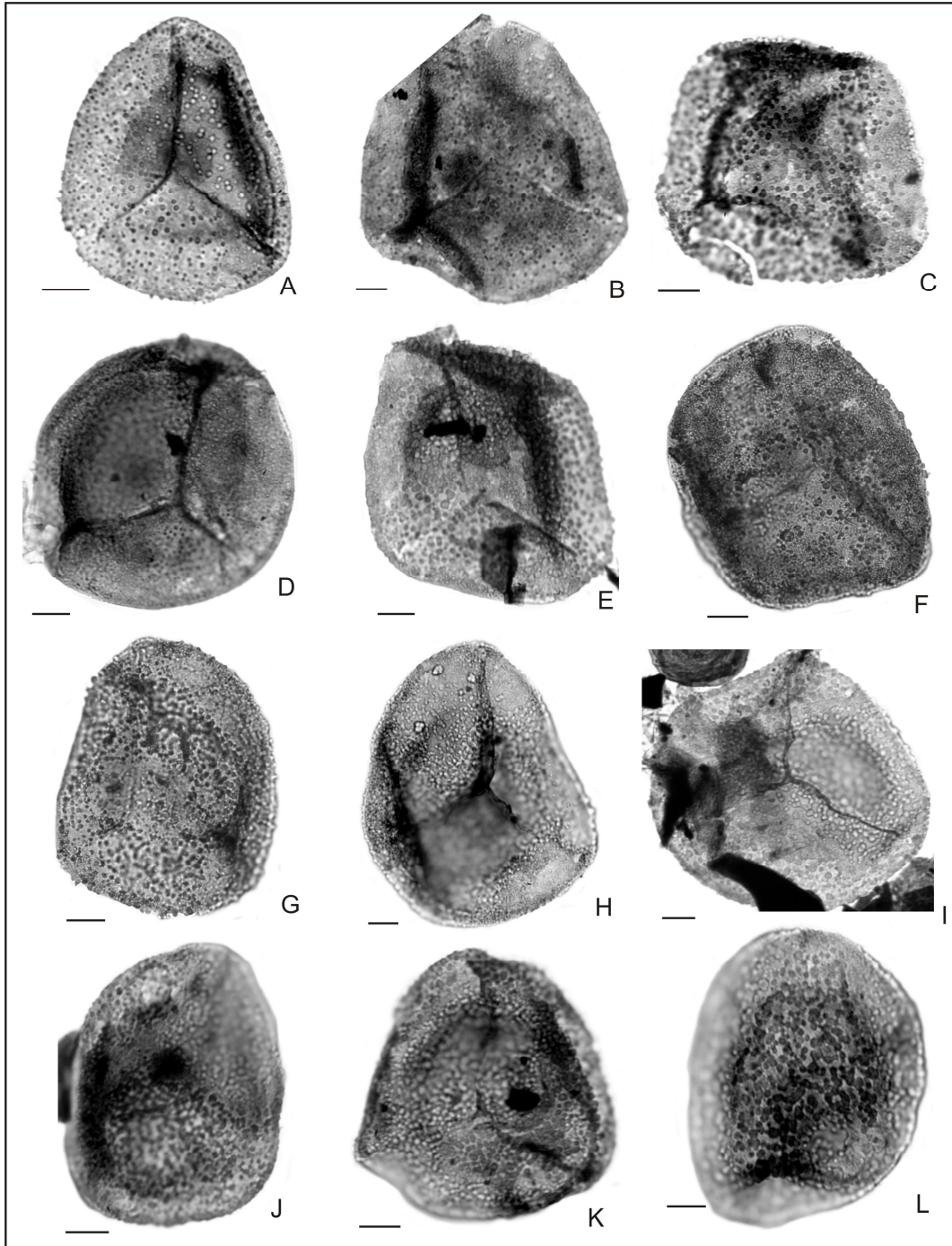


Figura 16. A – L. *Spelaeotritele triangulus*. (A. MP-P 5561, S51-2; B. MP-P 5561, P73-4; C. MP-P 6165, U31; D. MP-P 5560, H57-1; E. MP-P 5560, E53; F. MP-P 5559, S67-4; G. MP-P 6164, S22-3; H. MP-P 5560, E57-4; I. MP-P 5561, S59-4; J. MP-P 6166, U54; K. MP-P 5559, F63; L. MP-P 5559, J49-4) (Escala gráfica = 10 μ m).

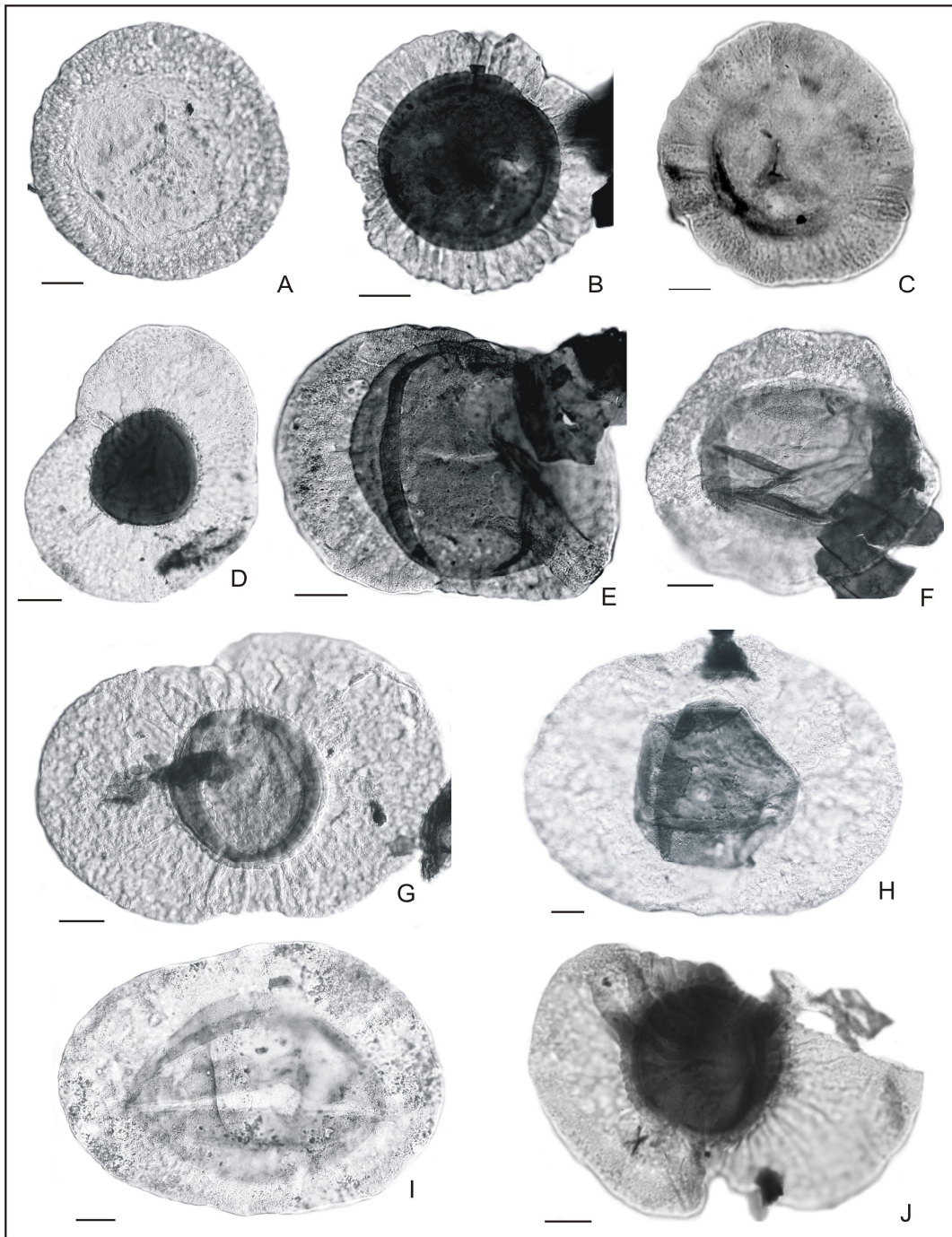


Figura 17. **A.** *Cannanoropolis janakii* (Lâmina MP-P 6164, Coordenada *England finder* L55); **B.** *Cannanoropolis densus* (MP-P 5559, L53); **C.** *Cannanoropolis mehtae* (MP-P 6166, S59); **D.** *Florinites occultus* (MP-P 6165, O46-2); **E.** *Potonieisporites magnus* (MP-P 6165, V35-3); **F.** *Striomonosaccites incrassatus* (MP-P 5559, E57); **G.** *Potonieisporites lelei* (MP-P 5559, R63-4); **H.** *Potonieisporites densus*; **I.** *Potonieisporites marleniae* (MP-P 5559, F59-1); **J.** *Costatascyclus crenatus* (MP-P 6166, K47); (Escala gráfica = 10 µm).

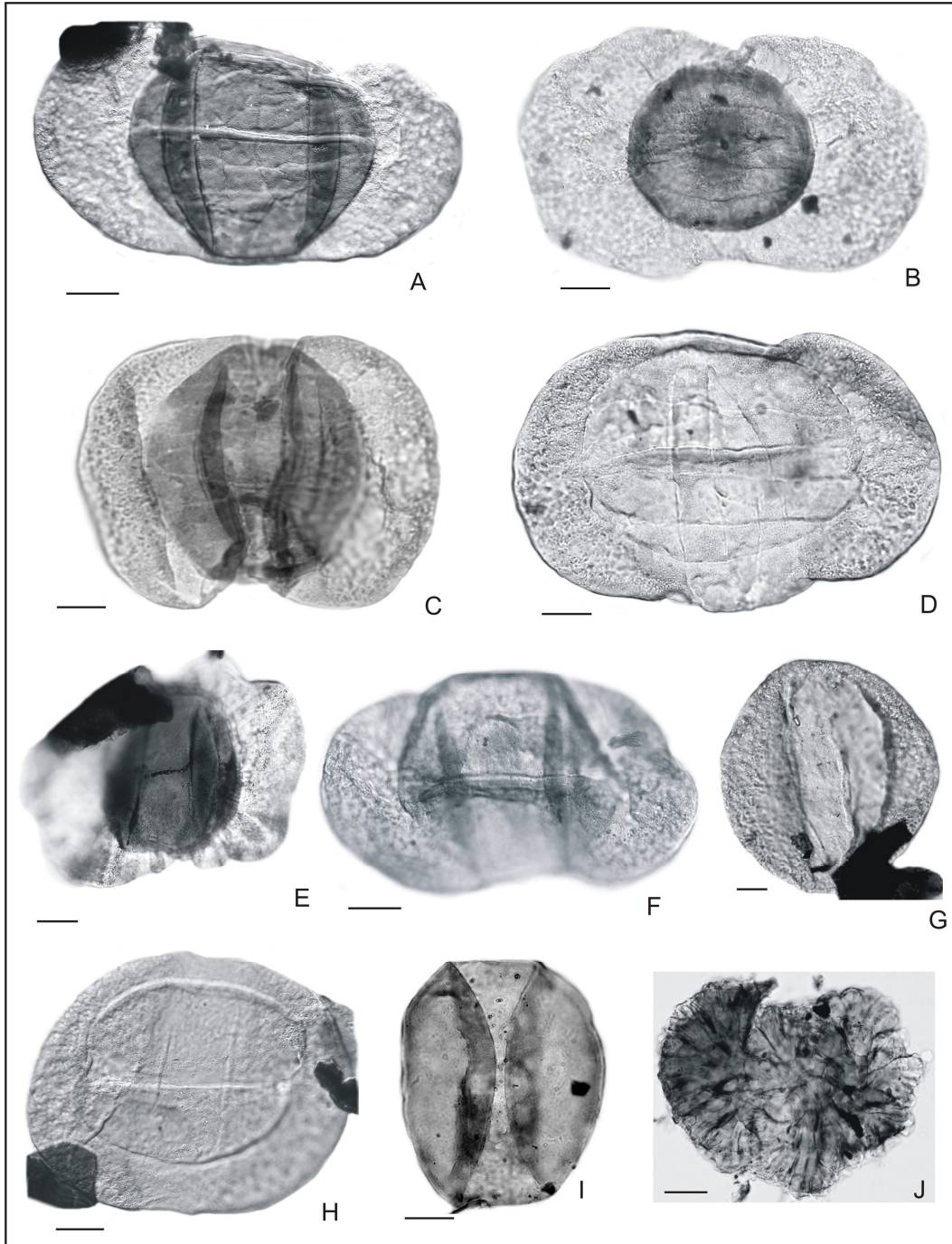


Figura 18. **A.** *Meristocarpus explicatus* (Lâmina MP-P 5561, Coordenada England finder M54-3); **B.** *Meristocarpus* sp. B (MP-P 5559, V60-4); **C.** *Protohaploxypinus amplus* (MP-P 5560, W55); **D.** *Hamiapollenites insolitus* (MP-P 5963, L39); **E.** *Limitisporites scitulus* (MP-P 5560, O66); **F.** *Limitisporites amazonensis* (MP-P 6166, H36); **G.** *Scheuringipollenites maximus* (MP-P 6166, F52-1); **H.** *Illinites unicus* (MP-P 5963, H39-2); **I.** *Cycadopites* sp. cf. *C. follicularis* (MP-P 6166, T61-3); **J.** *Botryococcus braunii* (MP-P 6165, Q48). (Escala gráfica = 10 µm).

4.2. Descrições taxonômicas

Discussão taxonômica sobre os termos *Lagenicula* e *Sublagenicula*

Alguns autores, tais como Spinner (1969), Bharadwaj & Tiwari (1970) e Arioli *et al.* (2007) discutem a aplicação do termo *Lagenicula* como um gênero de megásporo. Segundo os mesmos, o termo foi primeiramente introduzido por Bennie & Kidston (1886) e por um longo tempo foi considerado como uma subdivisão do gênero *Triletes*. Quando Potonié & Kremp (1954) selecionaram *Lagenicula horrida* Zerdnt 1934 como espécie tipo, o gênero *Lagenicula* foi validado. Entretanto, novos gêneros de megásporos foram propostos possuindo morfologia similar a *Lagenicula* – megásporos gulados – porém com tipos de ornamentação diferentes, e.g., *Lagenoisporites* Potonié & Kremp 1954 (formas lisas) e *Rostratispora* Bharadwaj & Venkatachala 1962 (formas verrugadas). Entretanto, Spinner (1969) notou que tais diferenças para diferenciação entre esses gêneros se tornaram confusa, sugerindo, então, que estas não podem servir como critério para separar gêneros distintos de megásporos “lageniculados”. O autor propôs a conservação do gênero *Lagenicula* (com *Lagenoisporites* e *Rostratispora* em sinonímia) utilizando essa diferença na ornamentação para diferenciação em nível específico.

Segundo Arioli *et al.* (2007), subsequentemente, Piérart (1978) e Dybová-Jachowicz *et al.* (1979) identificaram e definiram quatro tipos diferentes de gula: *hologula*, *subgula*, *crassigula* e *anguligula*, caracterizadas pela altura, largura e comprimento da marca trilete. Com base nisso, os mesmos autores propuseram quatro novos gêneros: *Sublagenicula*, *Auritolagenicula*, *Crassilagenicula* e *Zonolagenicula*. Alguns autores discordaram dessa proposta (e.g. Jansonius & Hills, 1979, Spinner, 1983) alegando que a diagnose dos novos gêneros são muito breve, não os distinguindo adequadamente.

Neste trabalho, as mesmas dificuldades retratadas por Spinner (1965, 1969 e 1983) para diferenciação entre os gêneros foram encontradas. Notou-se dificuldade em distinguir diferenças entre tipos de proeminência apical devido às diferentes formas de compressão polar e oblíqua dos megásporos ou quando a gula se apresentava rompida. Portanto, assim como Arioli *et al.* (2007), neste trabalho optou-se por utilizar o gênero *Lagenicula* para formas com gula diferenciada (*hologula*) e o gênero *Sublagenicula* para formas contendo uma *subgula*.

4.2.1. Megásporos

Gênero *Calamospora* Schopf, Wilson & Bentall, 1944

Calamospora sp.

(Figura 9, A-B)

Descrição. Megásporos triletes ovais em vista polar e em vista equatorial. Cristas arcuadas e raios triletes não distinguíveis. Exina psilada e fortemente plicada.

Dimensões. Vista proximal (em 7 exemplares). Comprimento 555-867 μm e largura 422-768 μm .

Discussão e comentários. Os espécimes estudados se assemelham ao gênero *Calamospora* no que se refere à exina psilada, fina, com dobras secundárias e forma oval. Assim como Trindade (1959, 1970) e Amaral & Ricardi-Branco (2004), não foi possível a determinação específica para esses espécimes. Estes autores também não puderam observar as características dos raios triletes e cristas arcuadas em seu material.

O gênero *Calamospora* foi estudado por Trindade (1970) e por Amaral & Ricardi-Branco (2004) em Monte Mor, no estado de São Paulo (Carbonífero Superior do Subgrupo Itararé). No Rio Grande do Sul, esse gênero foi reportado por Dijkstra (1955), na Mina de Candiota, e por Trindade (1959), em Charqueadas, ambas localidades pertencentes à Formação Rio Bonito de idade eopermiana. Fora do Brasil, *Calamospora* ocorre em Katanga no Zaire (Piérart & Dijkstra, 1961).

Gênero *Sublagenicula* (Potonié & Kremp) Dybová-Jachowicz *et al.* 1979

Sublagenicula sp.

(Figura 10, A-F)

Descrição. Megásporos triletes, subgulados, prolados em compressão lateral e ovais em compressão próximo-distal. Raios triletes retos. Cristas arcuadas bem definidas. Confluência dos raios triletes com as cristas arcuadas, por vezes, definidas por pequenas aurículas triangulares. Ornamentação da área de contato psilada, e área distal ornamentada por pequenos elementos tipo espinhos apresentando bases coalescentes

medindo 7,5-13,3 μm de altura e 5-7,5 μm de base. Em alguns espécimes a ornamentação da face distal apresenta sinais de abrasão evidenciados por elementos esculturais quebrados.

Dimensões: a) vista polar (em 1 exemplar). Diâmetro 1060 μm ;
b) vista lateral (em 7 exemplares). Comprimento 1246-1461 μm e largura 1000-1354 μm . Raio trilete 473,3-809 μm . Crista arcuada 569-833 μm .

Discussão e comentários. Os espécimes acima descritos não puderam ser classificados em nível específico, pois nenhuma espécie já descrita na literatura apresenta ornamentação da face distal semelhante à encontrada. Contudo *Sublagenicula brasiliensis* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz *et al.* 1979 é caracterizada por apresentar face distal psilada a escabrada. O caráter escabrado da face distal desta espécie poderia comportar a ornamentação encontrada na espécie aqui descrita. Porém, a carência de uma descrição mais detalhada de *S. brasiliensis*, limita uma comparação mais detalhada. *S. brasiliensis* é sempre registrada de forma abundante em trabalhos do Carbonífero Superior e Permiano Inferior da Bacia do Paraná (e.g. Ricardi-Branco *et al.*, 2002; Amaral & Ricardi-Branco, 2004; Mune & Bernardes de Oliveira, 2007), e nos trabalhos sobre megásporos do Permiano na Bacia do Chacoparaná (e.g. Archangelsky *et al.*, 1989; Cuneo *et al.*, 1991).

Gênero *Lagenicula* Bennie & Kidston 1886 ex Zerndt 1934 emend. Dybová-Jachowicz
et al. 1979

Lagenicula sp. 1

(Figura 11, A-F; Figura 12, A-F)

Descrição. Megásporos triletes, gulados, em compressão polar apresenta contorno arredondado a oval, e em compressão lateral, aspecto prolado. Gula piramidal com ápice agudo. Raios da marca trilete espessos e retos. Cristas arcuadas bem definidas; confluência entre os raios triletes e as cristas arcuadas marcada por uma extensa aurícula lateral. A face proximal pode ser lisa ou apresentar pequenos grânulos; a face distal é densamente ornamentada por elementos capilares de ápice simples a bifurcados,

medindo 52-144 μm de altura. Por vezes, esses elementos apresentam ápice mais largo que a base.

Dimensões: a) vista polar (em 30 exemplares). Diâmetro 976-1347 μm .

b) vista equatorial (em 76 exemplares). Comprimento 1080-1545 μm e largura 812-1145 μm . Raio trilete 580-941 μm . Crista arcuada 375-625 μm .

Discussão e comparação. Foram contabilizados um total de 687 espécimes de *Lagenicula* sp. 1. Esta espécie difere das outras espécies já descritas para o gênero por apresentar exina ornamentada por elementos capilares de ápice obtuso e bifurcado. A ornamentação observada nesses espécimes se assemelha a ornamentação diagnóstica de *Sublagenicula hirsutoidea* Dijkstra & Piérart 1957, a qual também se caracteriza por apresentar face distal ornamentada por “capilli” simples ou raramente bifurcados, de ápice arredondado podendo ser mais largo que a base. Embora a ornamentação entre essas duas espécies sejam semelhantes, as duas correspondem a gêneros diferentes devido ao caráter da gula, *Lagenicula* sp. 1 apresenta uma hologula e *S. hirsutoidea* apresenta uma subgula.

Megásporos atribuídos a *Lagenicula variabilis* (Winslow, 1962) Arioli *et al.* 2004, registrados no Devoniano Superior e Mississipiano Inferior de Ohio, EUA (Arioli *et al.*, 2004) diferenciam-se da espécie descrita por apresentar gula ornamentada por verrugas, cones e espinhos; área de contato lisa ou ornamentada por pequenas verrugas, cones e espinhos. A ornamentação da face distal consiste em grandes espinhos de base bulbosa e ápice bifurcado. Além disso, os espécimes de *L. variabilis* são menores em tamanho que os espécimes de *L. sp. 1*, medindo em vista equatorial, 475-1111 μm de comprimento e 424-737 μm de largura.

Lagenicula cervicornis (Winslow, 1962) Glasspool & Scott 2005 possui face proximal com elementos ornamentais bem distribuídos e face distal com ornamentação composta por espinhos e capilli, porém seus elementos ornamentais possuem tamanho sensivelmente mais reduzido e são relativamente menos diversos em morfologia que em *Lagenicula* sp. 1.

Lagenicula sp. 2

(Figura 13, A-B)

Descrição. Megásporos triletes, gulados, em compressão polar apresenta contorno arredondado a oval, e em compressão lateral, aspecto prolado. Gula piramidal com ápice agudo. Raios da marca trilete são espessos e retos. Cristas arcuadas bem definidas, confluência entre os raios triletes e as cristas arcuadas marcada por uma extensa aurícula lateral. A face proximal pode ser lisa ou apresentar pequenos grânulos; a face distal é densamente ornamentada por “pila” bem longos medindo de 50 a 228 μm de altura, apresentando ápice arredondado.

Dimensões: a) vista polar (em 1 espécime). Diâmetro 907 μm .

b) vista equatorial (em 2 exemplares). Comprimento 1214-1483 μm e largura 964-1083 μm . Raio trilete 583 μm . Crista arcuada 541 μm .

Lagenicula sp. 3

(Figura 13, C-D)

Descrição. Megásporos triletes, gulados, em compressão polar apresenta contorno arredondado a oval, e em compressão lateral, aspecto prolado. Gula piramidal com ápice agudo. Raios da marca trilete são espessos e retos. Cristas arcuadas bem definidas, confluência entre os raios triletes e as cristas arcuadas marcada por uma extensa aurícula lateral. Face proximal apresentando pequenos grânulos; face distal caracterizada por grandes verrugas.

Dimensões: a) vista equatorial (2 exemplares). Comprimento 1681 – 2190 μm e largura 1260 – 1650 μm . Raio trilete 1045 μm . Crista arcuada 745 μm .

Lagenicula sp. 4

(Figura 13, E-F)

Descrição. Megásporo trilete, gulado, em compressão lateral apresenta aspecto prolado. Gula piramidal com ápice agudo. Raios da marca trilete são retos. Cristas arcuadas bem definidas. Face proximal lisa; face distal densamente ornamentada por elementos de base larga (29 – 43 μm), podendo ser coalescente, o corpo do elemento escultural é mais fino e seu ápice volta a ser mais largo e arredondado, podendo ser bifurcado ou não medindo 48 – 59 μm de altura.

Dimensões: a) vista equatorial (1 espécime). Comprimento 1441 µm e largura 1208 µm. Raio trilete 691,6 µm. Crista arcuada 700 µm.

Discussão e comparação. O pequeno número de espécimes relativos a *Lagenicula* sp. 2, *L.* sp. 3 e *L.* sp. 4 (representadas respectivamente por 3, 2 e 1 exemplares) impede o aprofundamento taxonômico e comparações mais acuradas.

4.2.2. Esporos triletes

Gênero *Cyclogranisporites* Potonié & Kremp 1954

Cyclogranisporites sp.

(Figura 15, A-C, G-J)

Descrição. Esporo radial trilete; contorno circular a subcircular devido às dobras secundárias. Marca trilete aproximadamente 2/3 a 3/4 do raio do esporo, muitas vezes obscura pela ornamentação. Exina escura com coloração morrom amarelada, de espessura variando entre 2 e 3 µm; isopolar, proximal e distalmente densamente esculpura por grânulos diminutos com até 0,5 µm de altura e base coalescente.

Dimensões (76 espécimes). Diâmetro equatorial 42(45)57 µm.

Comparações e observações. Os espécimes descritos não apresentam semelhança com nenhuma espécie de esporo trilete granulada descrita ou ilustrada para o Paleozóico Superior. Esta espécie difere das outras espécies já atribuídas ao gênero *Cyclogranisporites* por apresentar exina de coloração marrom escura, densamente ornamentada por grânulos de baixa altura e base coalescente. *Cyclogranisporites flexuosus* Playford 1962 apresenta exina ornamentada por diminutos grânulos densamente distribuídos, porém a lesura é labiada, o que não foi verificado nos espécimes aqui resgistrados. *Cyclogranisporites multigranus* Smith & Butterworth (1967) se assemelha a *Cyclogranisporites* sp. por apresentar lesura simples e exina coberta por pequenos grânulos menores que 0,5 µm; porém em *C. multigranus* é possível contar mais de 100 projeções na margem do esporo, o mesmo não pode ser aplicado na identificação da espécie *Cyclogranisporites* sp. pois não é possível

individualizar as projeções nas margens devido a altura e proximidade entre os elementos.

Gênero *Spelaeotriletes* Neves & Owens 1966
Spelaeotriletes triangulus Neves & Owens 1966
(Figura 16, A-L)

- 1966 *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens, p. 345, estampa I, fig. 1-3.
- 1966 *Spelaeotriletes arenaceus* Neves & Owens, p. 346-346, estampa II, fig. 1-3.
- 1967 *Lophotriletes coniferus* Hughes & Playford 1961, Felix & Burbridge, p. 365, estampa 55, fig. 1 e 4.
- 1973 *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens 1966, em Spinner & Clayton, p. 161, estampa 6, fig. 15.
- 1977 *Spelaeotriletes arenaceus* Neves & Owens 1966, em Clayton *et al.*, estampa 14, fig.18; estampa 15, fig. 20; estampa 16, fig. 21.
- 1977 *Spelaeotriletes* cf. *triangulus* Neves & Owens 1966, em Clayton *et al.* estampa 16, fig. 20.
- 1982 *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens 1966, em Ravn & Fitzgerald, estampa 10, fig. 15-16.
- 1991 *Spelaeotriletes arenaceus* Neves & Owens 1966, em Loboziak *et al.* estampa 1, fig. 24.
- 1991 *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens 1966, em Loboziak *et al.* estampa 1, fig. 25.
- 1993 *Spelaeotriletes arenaceus* Neves & Owens 1966, em Turner & Spinner, estampa III, fig. 1.
- 1994 *Spelaeotriletes arenaceus* Neves & Owens 1966, em Turner *et al.* estampa II, fig. 2.
- 1995 *Spelaeotriletes arenaceus* Neves & Owens 1966, em Clayton, estampa I, fig.11.
- 1995 *Spelaeotriletes* sp. cf. *S. triangulus* Neves & Owens 1966, em Garcia, p. 333, estampa IV, fig. 2.
- 2000 *Spelaeotriletes arenaceus* Neves & Owens 1966, em Playford & Dino 2000a, estampa 5, fig. 1-4.
- 2000 *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens 1966, em Playford & Dino 2000a, estampa 5, fig. 6-7; estampa 6, fig. 5-6.

- 2001 *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens 1966, em Playford, Dino & Marques-Toigo, p. 594-596, fig. 1a.
- 2001 *Spelaeotriletes arenaceus* Neves & Owens, 1966 em Playford, Dino & Marques-Toigo, p. 596, fig. 1-b e c.
- 2002 *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens 1966, em Dino & Playford, figura 5, n.8.
- 2002 *Spelaeotriletes arenaceus* Neves & Owens 1966, em Dino & Playford, figura 5, n.9.
- 2003 *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens 1966, em Souza *et al.* p.58-59, estampa 3, fig. 9.
- 2003 *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens 1966, em Melo & Loboziak, estampa VII, fig. 9.
- 2003 *Spelaeotriletes arenaceus* Neves & Owens 1966, em Melo & Loboziak, estampa VII, fig. 10.
- 2004 *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens 1966, em Stephenson, p. 207-208, estampa 6, fig. f-g.
- 2006 *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens 1966, em Souza estampa 2, fig. 11.
- 2010 *Spelaeotriletes arenaceus* Neves & Owens 1966, em Souza *et al.*, Figura 4a.

Descrição. Esporo trilete, radial, cavado, de contorno convexamente subtriangular e ápices arredondados. Marca trilete reta distinta a visível, simples, com lábios ou dobras da exoexina que podem alcançar o equador; comprimento estendendo-se além do raio do corpo central. Exoexina com 1,1-2µm de espessura. Ornamentação variando de pequenas verrugas e cones, com algumas pilas e báculas, distribuídas irregularmente, com espessamento variável; até verrugas, espinhos, elementos “galiformes” e cones de base coalescente formando cristas as quais, localmente, podem constituir um retículo imperfeito. Os elementos esculturais individualmente variam de 1-3,5 µm de base a 0,8-3,5 µm de altura. Intexina lisa, geralmente evidenciada como corpo central escuro.

Dimensões (53 espécimes). Diâmetro equatorial total 88(96)106 µm.

Discussão: Segundo Neves & Owens (1966), a ornamentação de *Spelaeotriletes triangulus* consiste em cones e verrugas fusionados lateralmente formando pequenos grupos de pontes irregulares. Esses elementos variam de 1 a 3 µm de base e de 1 a 3 µm

de altura e são densamente distribuídos na face distal e na margem equatorial. Por outro lado, *Spelaeotriletes arenaceus* é definido por uma ornamentação de pequenas báculos, verrugas, pila e cones variando de 1 a 2,5 μm de base e de 1 a 2 μm de altura, distribuídos com densidade variável na face distal. Contudo, o critério de separação entre as duas espécies de *Spelaeotriletes* instituídas por Neves & Owens (1966) tem sido questionado por diversos autores. Spinner & Clayton (1973) registraram formas que exibiam todos os estágios de gradação dos dois tipos de ornamentação em uma associação do Namuriano A da Escócia, e afirmaram que a espécie *Spelaeotriletes arenaceus* corresponderia a sinônimo júnior de *S. triangulus*. Esta afirmação foi corroborada por Ravn & Fitzgerald (1982). Entretanto, Playford & Powis (1979), Playford *et al.* (2001) e Playford & Dino (2000a) consideraram a aplicação do critério diferencial estabelecido por Neves & Owens (1966) melhor aplicável e sugeriram que estudos adicionais examinando e descrevendo detalhadamente o material tipo e topótipo de *S. triangulus* e *S. arenaceus* deveriam ser realizados para resolver a questão.

Na assembléia estudada, observou-se a existência de espécimes intermediários que possuíam características comuns às duas espécies (Figura 16, D-I), corroborando as observações de Spinner & Clayton (1973) e Ravn & Fitzgerald (1982). Não é raro que espécimes ocorram simultaneamente nas mesmas assembléias ou nos mesmos níveis (Clayton *et al.*, 1977; Loboziak *et al.*, 1991; Playford & Dino, 2000a; Melo & Loboziak, 2003). A verificação de espécimes atribuíveis aos dois extremos, em termos de ornamentação relativos a *Spelaeotriletes triangulus* e *S. arenaceus*, leva-nos a algumas indagações com implicações taxonômicas.

Neste trabalho, a opção em considerar *Spelaeotriletes arenaceus* sinônimo júnior de *S. triangulus* (prioridade por ter sido descrito no mesmo trabalho, mas antecedendo a descrição de *S. arenaceus*) reflete a consideração das diferenças das dimensões e do espaçamento dos elementos ornamentais como um caráter intraespecífico. O alto número de espécimes e a variabilidade observada em um mesmo nível (Figura 16) justificam essas interpretações.

4.3. Distribuição quantitativa

A análise quantitativa revelou uma palinoflora bem numerosa e diversificada composta por megásporos, micrósporos e espécies relativas a alga (tabela 2). Os micrósporos constituem o grupo com maior número de exemplares, com um total de 934 esporos distribuídos em 13 espécies de 12 gêneros diferentes. *Cyclogranisporites minutus* e *Cyclogranisporites* sp. são as espécies mais abundantes representadas por 584 espécimes ao todo, seguido pelos esporos monopseudossacados atribuídos a *Spelaeotriletes triangulus* (167 espécimes).

Os megásporos são o segundo grupo mais abundante com um total de 710 espécimes distribuídos em três gêneros distintos, predominando as formas lageniculadas (gênero *Lagenicula*) com um total de 693 espécimes.

Embora quantitativamente subordinados, os grãos de pólen são o grupo mais diverso, sendo quantificados um total de 408 grãos distribuídos em 21 espécies de 13 gêneros diferentes. As formas monossacadas não teniadas, vinculadas aos gêneros *Cannanoropollis* e *Plicatipollenites* são as mais freqüentes. Apenas uma espécie de alga Chlorococcales representada por 48 colônias foi identificada (*Botryococcus braunii*).

Conforme pode ser observado, *Lagenicula* sp. e *Cyclogranisporites* sp. correspondem aos táxons mais bem representados (687 e 389 espécimes, respectivamente). Como resultado, sua análise permitiu descrições mais completas, com a utilização de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. Esses números e a sua não correspondência a táxons conhecidos na literatura indicam sua individualização em novos táxons. Os dois gêneros constituem, quantitativamente, 60,8% de toda a associação estudada.

Tabela 2. Lista de táxons apresentando o número absoluto de cada espécie identificada.

Espécies	Quantidade
Megásporos	
<i>Calamospora</i> sp.	7
<i>Sublagenicula nuda</i>	1
<i>Sublagenicula hirsutoida</i>	1
<i>Sublagenicula</i> sp.	8
<i>Lagenicula</i> sp. 1	687
<i>Lagenicula</i> sp. 2	3
<i>Lagenicula</i> sp. 3	2
<i>Lagenicula</i> sp. 4	1
Micrósporos	
<i>Calamospora hartungiana</i>	58
<i>Leiotriletes virkii</i>	12
<i>Punctatisporites gretensis</i>	26
<i>Cyclogranisporites minutus</i>	195
<i>Cyclogranisporites</i> sp.	389
<i>Apiculatasporites daemonii</i>	19
<i>Brevitriletes levis</i>	30
<i>Raistrickia cephalata</i>	2
<i>Vallatisporites punctatus</i>	15
<i>Cristatisporites spinosus</i>	13
<i>Psomospora detecta</i>	3
<i>Spelaeotriletes triangulus</i>	167
<i>Striatosporites pepersii</i>	5
Grãos de pólen	
<i>Cannanoropolis janakii</i>	127
<i>Cannanoropolis densus</i>	26
<i>Cannanoropolis mehtae</i>	5
<i>Plicatipollenites malabarensis</i>	34
<i>Plicatipollenites gondwanensis</i>	18
<i>Florinites occultus</i>	1
<i>Potonieisporites densus</i>	16
<i>Potonieisporites lelei</i>	12
<i>Potonieisporites magnus</i>	14
<i>Potonieisporites marleniae</i>	2
<i>Costatascyclus crenatus</i>	6
<i>Striomonosaccites incrassatus</i>	16
<i>Meristocarpus explicatus</i>	3
<i>Meristocarpus</i> sp. B	2
<i>Limitisporites scitulus</i>	17
<i>Limitisporites amazonensis</i>	12
<i>Scheuringipollenites maximus</i>	10
<i>Protohaploxypinus amplus</i>	28
<i>Hamiapollenites insolitus</i>	9
<i>Illinites unicus</i>	43
<i>Cycadopites</i> sp. cf. <i>C. follicularis</i>	7
Alga	
<i>Botryococcus braunii</i>	48

5. Discussão dos resultados

5.1. Idade e correlação da palinoflora

Para a análise bioestratigráfica, o zoneamento utilizado é aquele proposto por Playford & Dino (2000b), que representa a sucessão palinológica (esporomorfos) do Pensilvaniano e Permiano da Bacia do Amazonas (Grupo Tapajós) (Figura 19).

A maioria dos palinomorfos constituintes da associação identificada neste trabalho apresenta um amplo alcance estratigráfico dentro do Paleozóico superior da América do Sul, e não contribuem de forma objetiva na datação e na correlação das assembléias estudadas, tais como as espécies atribuídas aos gêneros *Punctatisporites*, *Cannanoropolis* e *Plicatipollenites*. Entretanto, certas espécies possuem uma distribuição vertical mais restrita e podem ser eficientemente aplicadas na análise bioestratigráfica, dentre as quais: *Raistrickia cephalata*, *Vallatisporites arcuatus*, *Spelaeotriletes triangulus*, *Illinites unicus* e *Meristocarpus explicatus*.

Assim como previamente publicado por Nascimento *et al.* (2009), foram registradas espécies diagnósticas da Zona *Striomonosaccites incrassatus* de Playford & Dino (2000b): *Spelaeotriletes triangulus*, *Costatacycclus crenatus*, *Protohaploxypinus amplus*, *Meristocarpus explicatus*, *Striomonosaccites incrassatus* e *Meristocarpus* sp. B. A base desta zona é caracterizada pela introdução de algumas espécies de grãos de pólen, tais como *Illinites unicus*, *Striomonosaccites incrassatus* e *Meristocarpus explicatus*, apresentando altas frequências da espécie *Spelaeotriletes triangulus*. O limite superior é marcado pelo desaparecimento de *Costatacycclus crenatus* e *Potonieisporites seorsus*. Quantitativamente, as assembléias estudadas apresentam as mesmas características, com grande participação de *Spelaeotriletes triangulus* (vide tabela 1), que constitui uma das principais características da zona.

A Zona *Striomonosaccites incrassatus* pode ser correlacionada ao Intervalo M de Müller (1962) proposto para a Bacia do Parnaíba. Neste zoneamento, o autor formula seis intervalos, nomeados em ordem estratigráfica ascendente M, L, K, J, I, e H, os quais abrangem desde o Carbonífero Superior até o Permiano dessa bacia. Segundo Playford & Dino (2000b), a Zona *Striomonosaccites incrassatus* e o Intervalo M de Müller (1962) se assemelham por apresentar altas frequências de *Spelaeotriletes triangulus* e pela presença de espécies do gênero *Potonieisporites*.

Entretanto, no material estudado foram encontrados táxons característicos de outras zonas bioestratigráficas descritas por Playford & Dino (2000b). *Vallatisporites arcuatus* e *Apiculatasporites daemonii* têm ocorrência em biozonas suprajacentes, distribuindo-se, respectivamente, entre as zonas *Illinites unicus* e *Striatosporites heylei*, e as zonas *Striatosporites heylei* e *Raistrickia cephalata*. Táxons de amplitude restrita a outras zonas também foram verificados: *Potonieisporites marleniae* (restrito à Zona *Spelaeotriletes triangulus*) e *Raistrickia cephalata* (restrito à zona epônima).

Considerando o esquema proposto por Playford & Dino (2000b), está é a primeira tentativa de posicionamento bioestratigráfico de amostras de subsuperfície do intervalo pensilvaniano/permiano da Bacia do Amazonas. Ajustes parecem ser necessários de modo a considerar amplitudes diferenciadas dos táxons diagnósticos eleitos por aqueles autores, bem como a definição de critérios complementares para a caracterização das zonas. Contudo o esquema é, de forma geral, consistente e extensivo à vizinha Bacia do Parnaíba.

Dino & Playford (2002) e Souza *et al.* (2010) tentaram utilizar o zoneamento de Playford & Dino (2000b) para posicionar bioestratigraficamente assembléias palinológicas pensilvanianas da Bacia do Parnaíba, relativas à Formação Piauí. A atribuição do material estudado pelos primeiros autores como correspondente à Zona *Illinites unicus* também não foi isenta de discrepâncias uma vez que *Striatosporites heylei* e *Raistrickia cephalata* também ocorreriam associadas. Por outro lado, o posicionamento dos níveis estudados por Souza *et al.* (2010) na Zona *Raistrickia cephalata* não apresentou, aparentemente, divergências significativas.

Além disso, a correlação entre zonas de paleolatitudes mais ou menos semelhantes parece ser mais certa. Durante o Paleozóico superior, a Bacia do Paraná ocupava áreas mais meridionais, sujeitas, durante o Pensilvaniano e o Permiano, a condições climáticas mais frias. Diversas espécies de grãos de pólen teniados, características das zonas pensilvanianas da Bacia do Parnaíba, só ocorrem, na Bacia do Paraná, em zonas de idade permiana, tais como, *Striatosporites* e *Illinites*. Essas características refletem migrações de determinados componentes da flora, de norte para sul, durante o Carbonífero, como apresentado por Iannuzzi & Roesler (2000), impondo cautela na comparação de zoneamentos para o Gondwana, conforme também exposto por Stephenson *et al.* (2003).

Trabalhos gonduânicos realizados para o Pensilvaniano, aproximadamente na mesma faixa longitudinal, são mais escassos e pontuais. Azcuy *et al.* (2002) registraram conjuntos palinológicos semelhantes na Formação Tarma, Bacia de Madre de Dios, Peru. A associação encontrada é composta predominantemente por grãos de pólen monossacados e, subordinadamente, por grãos de pólen teniados, além de escassos esporos. A alta frequência de *Illinites unicus*, bem como a presença de determinadas espécies guias, conduziram os autores a correlacionar as assembléias com a Zona *Illinites unicus*, da Bacia do Amazonas.

As associações palinológicas registradas por di Pasquo (2009) na Formação Copacabana, Bacia de Madre de Dios na Bolívia, provenientes do Poço Pando X-1, apresenta elementos comuns com as assembléias registradas por Souza *et al.* (2010) na bacia do Parnaíba. Segundo *et al.* (2010), as associações foram posicionadas entre o Bashkiriano e o Moscoviano, com base em comparações com zoneamentos da Argentina e na distribuição de determinadas espécies do zoneamento do oeste europeu (Clayton *et al.*, 1977).

Por outro lado, os trabalhos sobre fusulinídeos (Altiner & Savini, 1995) indicaram uma idade Morrowana a Atokana inferior. Segundo o zoneamento proposto pelos mesmos autores citados anteriormente, as zonas FF-I (porção média e superior), FF-II, PF-Ia (porção superior), PF-Ib e PF-IIa (porção inferior) compreendem a Formação Itaituba. A ocorrência de *Hemigordius harltoni* associado com *Plectostaffella jakhensis* posiciona a porção inferior dessa unidade no Morrowano superior. *Profusulinella* ocorre nos níveis mais altos da Formação Itaituba e marca idade Atokana média. Portanto, a Formação Itaituba é posicionada no intervalo Morrowano superior – Atokano médio.

Trabalhos abordando o estudo de conodontes (Lemos 1992a, 1992b; Lemos & Scomazzon, 2001; Scomazzon, 2004; Nascimento *et al.*, 2005; Nascimento *et al.*, 2009 e Scomazzon & Lemos, 2005) atribuíram uma idade Atokana para a Formação Itaituba. Nascimento *et al.* (2009) apresentam pela primeira vez um estudo integrando dados de palinómorfs e conodontes de amostras da pedreira 3 da Formação Itaituba na Bacia do Amazonas. De acordo com os autores, a análise de conodontes identificou a zona de amplitude de táxon *Diplognathodus orfanus* proposta ainda não publicada de Sara Nascimento e colaboradores. A integração dessas informações com os dados obtidos a partir do estudo dos palinómorfs posiciona o intervalo estudado no Westphaliano C (Atokano superior).

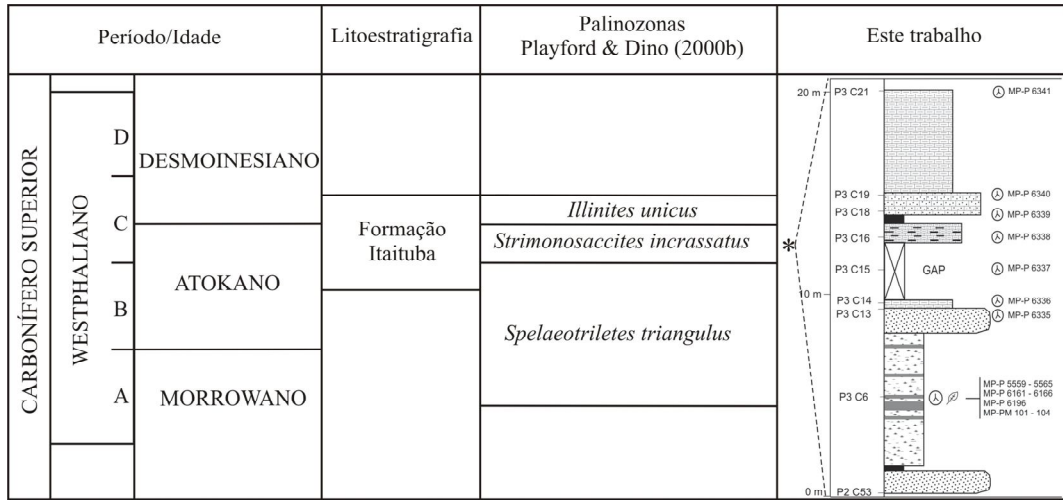


Figura 19. Posicionamento do perfil estudado.

5.2. Significado paleoambiental

A análise do conteúdo fóssil da Formação Itaituba indicam a presença de elementos que indicam condições de ambientes continentais (e.g., esporos, grãos de pólen, algas) e marinhos (e.g., conodontes, foraminíferos). A palinoflora em estudo está associada a um estrato de carvão que registra impressões de restos vegetais atribuídos a *Lepidodendron* e apresentam micrósporos e megásporos bem preservados.

Os dados quantitativos revelam uma palinoflora com o predomínio de megásporos lageniculados (33%), esporos apiculados (30,23 %) e grãos de pólen monossacados de simetria radial (10,04 %). Esporos lisos e zonados (5,90 %), grãos de pólen estriados e monocolpados (4,90 %) são subordinados. Interpretando-se a tabela 1, megásporos atribuídos a espécie *Lagenicula* sp. 1. juntamente com esporos identificados como *Cyclogranisporites* sp. representam um total de 51,23% da palinoflora. Isso indica que mais da metade dos esporomorfos é proveniente de plantas produtoras de esporos, as quais se encontravam muito próximo ao ambiente de deposição. A predominância de esporos correspondentes aos gêneros *Cyclogranisporites* e *Lagenicula* indica uma monotonia na vegetação formadora dessa camada de carvão, representada por indivíduos de Filicopsidas e Lepidocarpaceae (licófitas arborescentes), respectivamente.

A abundância de fragmentos de plantas e palinomorfos continentais, assim como a presença de *Botryococcus braunii*, sugerem influência de água doce. Além disso, foram registrados palinomorfos piritizados indicando um ambiente de águas calmas. A presença de tétrades de esporos e megásporos bem preservados indicam elementos parautóctones que sofreram pouco transporte sugerindo proximidade à planta mãe. Por outro lado, nos níveis adjacentes à camada de carvão foram registrados elementos conodontes, indicativos de ambiente marinho. A partir de dados petrográficos, geoquímicos e de descrição em campo, Matsuda *et al.* (2006) sugeriram que o ambiente deposicional do carvão da porção inferior da Formação Itaituba corresponde a um ambiente deltaico raso.

Com base nestas observações, conclui-se que a assembléia de megásporos aqui referida é interpretada como indicativa de um pântano costeiro caracterizado por licófitas predominando indivíduos atribuídos às espécies dos gêneros *Calamospora*, *Sublagenicula* e *Lagenicula*, com baixa diversidade na flora produtora de

megásporos. Essa flora deveria ocupar posições topograficamente baixas, inundadas, tal como aquelas relativas aos pântanos associados a deltas em ambientes costeiros. Nenhum elemento marinho foi constatado nos níveis de onde os micrósporos e megásporos provêm. Os conodontes ocorrem em níveis associados, denotando que essa era uma região sujeita a periódicos eventos transgressivos, em um contexto transicional, corroborando as interpretações de autores prévios.

6. Considerações Finais

Este trabalho apresenta, pela primeira vez para a Bacia do Amazonas, assembléias palinológicas compostas por megásporos e micrósoros, com relativa abundância e diversidade, incluindo espécies desconhecidas da literatura.

Um total de 35 espécies de micrósoros e oito espécies de megásporos foi identificado. A associação palinológica se mostrou bastante diversificada com predominância de megásporos, esporos apiculados e grãos de pólen monossacados de simetria radial. Sete espécies com nomenclatura aberta tiveram suas descrições detalhas, entre elas uma espécie de esporo apiculado (*Cyclogranisporites* sp.) e seis espécies de megásporos (*Calamospora* sp., *Sublagenicula* sp., *Lagenicula* sp. 1, *L.* sp. 2, *L.* sp. 3 e *L.* sp. 4). Adicionalmente, a identificação de formas intermediárias entre os táxons *Spelaeotriletes triangulus* e *S. arenaceus* permitiu a reavaliação taxonômica dessas duas espécies. Dessa forma *S. arenaceus* é interpretada como táxon sinônimo júnior de *S. triangulus*, corroborando autores prévios, mas sem aceitação unânime até o momento.

A identificação de espécies índices, tais como, *Costatascyclus crenatus*, *Protohaploxylinus amplus*, *Meristocarpus explicatus*, *Striomonosaccites incrassatus* e *Meristocarpus* sp. B permitiu a correlação do material estudado com a Zona *Striomonosaccites incrassatus*, de idade Atokana, atribuída à porção médio-inferior da Formação Itaituba. Este resultado está de acordo com dados derivados de conodontes encontrados em níveis adjacentes no mesmo afloramento, como *Idiognathodus incurvus* e *Diplognathodus orphanus*.

Entretanto, na amostra estudada foram encontrados táxons característicos de outras unidades bioestratigráficas do zoneamento utilizado. Portanto, ajustes parecem ser necessários de modo a considerar amplitudes diferenciadas dos táxons diagnósticos eleitos naquela proposta, bem como a definição de critérios complementares para a caracterização das zonas. Contudo o esquema é, de forma geral, consistente para a Bacia do Amazonas, podendo ser também aplicado à vizinha Bacia do Parnaíba.

Em termos paleoambientais, a predominância de *Cyclogranisporites* sp. e *Lagenicula* sp. 1, representando mais da metade da palinoflora encontrada, evidencia uma monotonia na vegetação, a qual seria composta predominantemente por filicopsidas e lepidocarpaceae. Além disso, a presença de fragmentos de plantas, de palinomorfos piritizados, de *Botryococcus braunii* e de tétrades de esporos corroboram um ambiente de água doce calmo, semelhante a um pântano para os níveis onde as

associações palinológicas foram recuperadas. Por outro lado, nos níveis adjacentes à camada de carvão foram registrados elementos conodontes indicativos de ambiente marinho.

Este trabalho representa uma contribuição para o conhecimento composição da associação palinológica afloramento da Formação Itaituba, Bacia do Amazonas, relacionado a um contexto de sedimentação deltaica, com episódios de transgressão marinha.

7. Referências Bibliográficas

- Altiner, D. & Savini, R.R. 1995. Pennsylvanian foraminifera and biostratigraphy of the Amazonas and Solimões basins (north Brazil). *Revue de Paléobiologie*, **14**:417-453.
- Amaral, P.G.C. & Ricardi-Branco, F. 2004. Ocorrência de megásporos no Carbonífero Superior (Subgrupo Itararé) na porção NE da Bacia do Paraná, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, **34**(2):253-262.
- Araújo, J.S. & Rocha-Campos, A.C. 1969. Conodonts from the Itaituba Formation (Pennsylvanian) at well PEST-2-AM Amazon Basin. *Ciência e Cultura*, **21**(2):221-228.
- Archangelsky, S; Cuneo, R. & Seoane, L.V. 1989. Estudios sobre megasporas permicas argentinas. I. *Sublagenicula brasiliensis* (Dijkstra) Dybová-Jachowicz *et al. Ameghiniana*, **26**(3-4):209-217.
- Arioli, C.; Servais, T. & Wellman, C.H. 2004. Morphology and ultrastructure of a Lower Carboniferous megaspore: *Lagenicula variabilis* (Winslow, 1962) nov. comb. *Ann. Soc. Géol. Nord.* **11**:109-111.
- Arioli, C.; Wellman, C.H.; Lugardon, B. & Servais, T. 2007. Morphology and wall ultrastructure of the megaspore *Lagenicula (Triletes) variabilis* (Winslow, 1962) Arioli, *et al.* (2004) from the Lower Carboniferous of Ohio, USA. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **144**:231-248.
- Azcuy, C.L.; Di Pasquo, M. & Ampuero, H.V. 2002. Late Carboniferous miospores from the Tarma Formation, Pongo de Mainique, Peru. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **118**:1-28.
- Barbosa, O. 1967. Tectônica na Bacia Amazônica. *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*, Belém, PA, **1**:83-86.
- Bennie, J. & Kidston, R. 1886. On the occurrence of spores in the Carboniferous Formation of Scotland. *Proc. R. Phys. Soc. Edinburgh*, **9**:82-117.

- Bharadwaj, D.C. & Tiwari, R.S. 1970. Lower Gondwana Megaspores – A Monograph. *Palaeontographica Abt. B*, **129**(1-3):1-70.
- Caputo, M.V. 1984. **Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of northern basins of Brazil**. 582p. (Ph.D. Dissertation). University of California, Santa Barbara.
- Clayton, G.; Coquel, R.; Doubinger, J.; Gueinn, K.L.; Loboziak, S. & Owens, B. 1977. Carboniferous miospores of Western Europe: illustration and zonation. *Mededelingen Rijkjs Geologische Dienst*, **29**:1-71.
- Cordani, U.G.; Brito, B.B.N.; Fuck, R.A.; Porto, R.; Thomaz Filho, A. & Cunha, F.M. 1984. Estudo Preliminar de Integração do Pré-Cambriano com os Eventos Tectônicos das Bacias Sedimentares Brasileiras. Rio de Janeiro, Petrobrás. *Série Ciência-Técnica-Petróleo*, **15**:27-34.
- Cuneo, R.; Seoane, L.V. & Archangelsky, S. 1991. Estudios sobre megasporas permicas argentinas. II. *Sublagenicula nuda* y *S. brasiliensis* de la Cuenca Chacoparanense, Argentina. *Ameghiniana*, **28**(1-2):55-62.
- Cunha, P.R.C.; Gonzaga, F.G.; Coutinho, L.F.C. & Feijó, F.J. 1994. Bacia do Amazonas. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, **8**(1):47-55.
- Cunha, P.R.C.; Melo, J.H.G. & Silva, O.B. 2007. Bacia do Amazonas. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, **15**(2):227-251.
- Daemon, R.F. & Quadros, L.P. 1970. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. *Anais XXIV Congresso Brasileiro de Geologia, Brasília*, 359-412.
- Daemon, R.F. & Contreiras, C.J.A. 1971. Zoneamento Palinológico da Bacias do Amazonas. *Anais XXV Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo*, **3**:79-88.
- Derby, O.A. 1874. On the Carboniferous brachiopods of Itaituba, Rio Tapajós, Province of Pará, Brazil. *Bulletin of Cornell University*, **1**(2):63p.

- Derby, O.A. 1894. The amazonian Upper Carboniferous fauna. *Journal of Geology*, **2**(5):480-501.
- Di Pasquo, M. 2009. The Pennsylvanian palynoflora of the Pando X-1 Borehole, northern Bolivia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **157** (3/4):266-284.
- Dijkstra, S.J. 1955. Some Brazilian megaspores, Lower Permian in age, and their comparison with Lower Gondwana spores from Índia. *Meded. Geol. Sticht*, **9**:5-10.
- Dino, R. & Playford, G. 2002. Stratigraphic and palaeoenvironmental significance of a Pennsylvanian (Upper Carboniferous) palynoflora from the Piauí Formation, Parnaíba Basin, northeastern Brazil. *Paleontological Research*, **6**(1):23-40.
- Dybová-Jachowicz, S.; Jachowicz, A.; Karczewska, J.; Lachkar, G.; Loboziak, S.; Pierart, P.; Turnau, E. & Zoldani, Z. 1979. Note préliminaire sur la revision des megaspores à gula du Carbonifère. Les principes de La classification. *Acta Palaeont. Polon.*, **24**(4):411-422.
- Fúlfaro, V.J. 1965. Conodontes do Calcário Itaituba do Carbonífero do Rio Tapajós, Estado do Pará. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, **14**(1-2): 29-40.
- Grahn, Y.; Melo, J.H.G. & Loboziak, S. 2006. Integrated middle and late Devonian miospore and chitinozoan zonation of the Parnaíba Basin, Brazil: an update. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **9**:283-294.
- Iannuzzi, R. & Rösler, O. 2000. Floristic migration in South America during the Carboniferous: phytogeographic and biostratigraphic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **161**:71-94.
- Jansonius, J., Hills, L.V., 1979. Genera File of Fossil Spores-supplement. Dept. of Geology, University of Calgary, Alberta, Canada. *Special Publication*.
- Lane, G. 1964. Inadunate crinoids from Pennsylvanian of Brazil. *Journal of Paleontology*, **55**(6):1251-1269.

- Lemos, V.B. 1990a. **Assembléia de Conodontes do Carbonífero da Bacia do Amazonas**. 259p. (Tese de Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Lemos, V.B. 1990b. Upper Carboniferous Conodonts from the Amazon and Solimões basins, Brazil. *In: RESUMENES OF LATIN AMERICAN CONODONT SYMPOSIUM*. Córdoba, Argentina, 105-106.
- Lemos, V.B. 1992a. Conodontes do Carbonífero das Bacias do Amazonas e Solimões. Taxonomia – Parte I. *Pesquisas*, **19**:75-93.
- Lemos, V.B. 1992b. Conodontes do Carbonífero das Bacias do Amazonas e Solimões. Taxonomia – Parte II. *Pesquisas*, **19**:120-131.
- Lemos, V.B. & Medeiros, R.A. 1989. Transgressões e Regressões Cíclicas e Ocorrência de Conodontes no Morrowano e Atokano na Bacia do Amazonas. *In: ANAIS DO SIMPÓSIO DE MARCOS ESTRATIGRÁFICOS*, Curitiba, PR, **2**:961-969.
- Lemos, V.B. & Medeiros, R.A. 1996a. O Limite Morrowano/Atokano na Bacia do Amazonas, Brasil, com base em conodontes. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, **10**(1-4):165-173.
- Lemos, V.B. & Medeiros, R.A. 1996b. Conodontes do Carbonífero Inferior da Bacia do Amazonas. *Boletim de Geociências da PETROBRÁS*, **10**(1-4):55-60.
- Lemos, V.B. & Scorzozza, A.K. 2001. The Carboniferous biostratigraphy of the Amazonas Basin, Brazil, based on conodonts. *In: Workshop Correlação de Sequências Paleozóicas Sul-Americanas*, Melo, J.H.G. & Terra, G.S.T. (Eds.). p. 131-138.
- Maheshwari, H.K. & Tewari, R. 1987. Megaspore biostratigraphy of the Gondwana. *Palaeobotanist*, **36**:102-105.
- Matsuda, N.S.; Oda, H.; Matsumoto, R.; Minori, A.; Moutinho, L.P.; Nascimento, S. & Scorzozza, A.K. 2006. The Occurrence of Coal Deposits in the Lower Pennsylvanian Sequence of the Intracratonic Amazonas Basin – Northern Brazil. *In: Anais do 17º Internacional Sedimentological Congress*, Fukuoka Japan.

- Melo, J.H.G. & Loboziak, S. 2003. Devonian-Early Carboniferous miospore biostratigraphy of the Amazonas Basin, Northern Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **124**(3):131-202.
- Mendes, J.C. 1956. Pennsylvanian brachiopods from the Amazonian region (Brazil). *Proceedings of the Internacional Geological Congress*, México:79-88.
- Moutinho, L. P. 2006. **Assinaturas tafonômicas das invertebrados da Formação Itaituba – Aplicação como ferramenta de análise estratigráfica e paleoecológica na seção pensilvaniana na porção sul da Bacia do Amazonas.** Porto Alegre. 325p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Müller, H. 1962. *Report on palynological results of samples examined from Wells in Maranhão.* Petrobrás/Rpba Relatório Interno, 44p.
- Mune, S.E. & Bernardes de Oliveira, M.E.C. 2007. Revisão da taoflora interglacial de Monte Mor, SP (Subgrupo Itararé), nordeste da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, **37**(3):427-444.
- Nascimento, S.; Scmazzon, A.K.; Moutinho, L.P.; Lemos, V.B. & Matsuda, N.S. 2005. Conodont Biostratigraphy of Two Calcareous Quarries – Lower Itaituba Formation, Atokan Age, Amazonas Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **8**(3):193-202.
- Nascimento, S.; Smaniotto, L.P.; Souza, P.A.; Lemos, V.B. & Scmazzon, A.K. 2009. Biostratigraphy (conodonts and palynology) from a selected strata of the Itaituba Formation (Pennsylvanian of the Amazonas Basin) at Itaituba, Pará State, Brazil. *Pesquisas em Geociências*, **36**(1):37-47.
- Neis, P.A. 1996. **Resultados Biocronoestratigráficos das Associações de Conodontes da Formação Itaituba, Carbonífero Superior (Pensilvaniano), da Bacia do Amazonas.** 138p. (Dissertação de Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Neves, R. & Owens, B. 1966. Some Namurian camerate miospores from the English Pennines. *Pollen et Spores*, **8**:337-360.

- Pant, D.D. 1962. The classification and nomenclature of fossil megaspores. *Bulletin of the Botanical Survey*, **4**(1-4):155-160.
- Picarelli, A.T.; Quadros, L.P.; Marques-Toigo, M. & Klepzig, M.C. 1991. Bioestratigrafia do Permiano e Carbonífero das bacias do Solimões, Amazonas, Acre e Parnaíba, com base em fusulinídeos, palinologia e conodontes. *Relatório Interno da Petrobrás* (Cenpes/Susep/Divex/Sebipe), Rio de Janeiro, 99p. (não publicado).
- Pièrart, P. 1978. Etat d'avancement de la systématique des mégaspores Lageniculées (Groupe Mégaspores C.I.M.P.). *Palinologia, num. extraord.*, **1**:369–373.
- Pièrart P. & Dijkstra S. J. 1961. Étude comparée des mégaspores permianes du Brésil et du Katanga. *In: Congrès de stratigraphie et de Géologie du Carbonifère*, 4. Heerlen, *Compte Rendu*, **2**:541-544.
- Pinto, I.D. 1966. Comunicação sobre corais carboníferos amazônicos. *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*, Belém, PA, **1**:15-18.
- Pinto, I.D. 1967. Corais carboníferos da Amazônia. *Pesquisas*, **8**:59-132.
- Playford, G. 1962. Lower Carboniferous microfloras of Spitsbergen. Part 1. *Palaeontology*, **5**:550–618.
- Playford G. & Powis, G.D., 1979. Taxonomy and distribution of some trilete spores in Carboniferous strata of the Canning Basin, Western Australia. *Pollen et Spores* **21**:371–394.
- Playford, G. & Dino, R. 2000a. Palynostratigraphy of upper Palaeozoic strata (Tapajós Group), Amazonas Basin, Brazil: Part one. *Paleontographica Abteilung B*, **255**:1-46.
- Playford, G. & Dino, R. 2000b. Palynostratigraphy of upper Palaeozoic strata (Tapajós Group), Amazonas Basin, Brazil: Part two. *Paleontographica Abteilung B*, **255**:87-145.

- Playford, G.; Dino, R. & Marques Toigo, M. 2001. The upper Paleozoic miospore genus *Spelaeotriletes* Neves and Owens, 1966, and constituent Gondwanan species. *Journal of South American Earth Sciences*, **14**:593-608.
- Potonié, R. & Kremp, G. 1954. Die Gattungen der Paläozoischen Sporeae dispersae und ihre Stratigraphie. *Geol. Jahrb*, **69**:111-194.
- Purper, I. 1979. **Ostracodes Cenozóicos da Amazônia Ocidental**. 215p. (Tese de Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre.
- Quadros, L. P. de. 2002. Acritarcos e Tasmanites do Permo-Carbonífero da Bacia do Paraná. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, **23**(1), 39-50.
- Rathbun, R. 1878. The Devoniano brachiopoda of the Province of Pará, Brazil. *Proceedings of the Boston Society Nacional History*, **20**:14-39.
- Raven, P. H.; Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. *Biologia Vegetal* – 6ª Ed., Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2001.
- Ricardi-Branco, F.; Arai, M. & Rösler, O. 2002. Megaspores from coals of the Triunfo Member, Rio Bonito Formation (Lower Permian), northeastern Paraná State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **74**(3):491-503.
- Rocha-Campos, A.C & Archangelsky, S. 1986. South America. *In*: Wagner, R.H.; Prins, W. & Granatos, J.F., eds. **The Carboniferous of the World II, Australia, Indian Subcontinent, South Africa, South America & North Africa**. IUGS Publication, Instituto Geológico y Marino de España, Madrid, 20:175-272.
- Rocha-Campos, A.C.; Pedrão, E. & Lemos, V.B. 1988. Índices de Alteração de Cor (IAC) de Conodontes do Carbonífero da Bacia do Amazonas. *In*: **ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA**, Rio de Janeiro, RJ, **1**:51-52.

- Scomazzon, A.K. 1999. **Refinamento Bioestratigráfico com base em Conodontes, no Pensilvaniano da Bacia do Amazonas – Região do Tapajós**. 142 p. (Dissertação de Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Scomazzon, A.K. 2004. **Estudo de conodontes em carbonatos marinhos do Grupo Tapajós, Pensilvaniano Inferior a Médio da Bacia do Amazonas com aplicação de isótopos de Sr e Nd neste intervalo**. 2004. 294p. (Tese de Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Scomazzon, A.K. & Lemos, V.B. 2005. Diplognathodus occurrence in the Itaituba Formation, Amazonas Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, **8**(3):203-208.
- Smith, A.H.V. & Butterworth, M.A. 1967. Miospores in coal seams of the Carboniferous of Great Britain. *Spec. Pap. Palaeontol.*, **1**:1–324.
- Souza, P.A.; Matzembacher, L.T.; Abelha, M. & Borghi, L. 2010. Palinologia da Formação Piauí, Pensilvaniano da Bacia do Parnaíba: Biocronoestratigrafia de intervalo selecionado do Poço 1-UM-09-PI (Caxias, MA, Brasil). *Revista Brasileira de Paleontologia*, **13**(1):57-66.
- Spinner, E. 1965. Westphalian D megaspores from the Forest of Dean Coalfield, England. *Palaeontology*, **8**:82–106.
- Spinner, E. 1969. Megaspore assemblages from Viséan deposits at Dunbar, East Lothian, Scotland. *Palaeontology*, **12**:441–458.
- Spinner, E. 1983. *Velumousspora*, a megaspore genus from the Namurian of northern England. *J. Micropalaeontol.*, **2**:67–70.
- Spinner, E. & Clayton, G. 1973. Viséan spore assemblages from Skateraw, East Lothian, Scotland. *Pollen Spores*, **15**:139–165.

- Stephenson, M.H.; Osterloff, P.L. & Filatoff, J. 2003. Palynological biozonation of the Permian of Oman and Saudi Arabia: progress and challenges. *GeoArabia*, **8**(3):467-496.
- Taylor, T.N. & Taylor, E.L. 1993. **The biology and evolution of fossil plants**. Prentice hall, Englewood cliffs, New Jersey, 982p.
- Tengan, C.; Shimabukuru, S. & Rocha-Campos, A.C. 1976. Conodontes Carboníferos do poço FB-ST-1-AM Bacia do Amazonas, Brasil. *In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, Ouro Preto, MG, P.365.
- Traverse, A. 1988. **Paleopalynology** – (Unwin Hyman), Boston, 600p.
- Trindade, N.M. 1959. Megásporos gondwânicos de Charqueadas, Rio Grande do Sul. *Boletim do DNPM*, **194**:1-35.
- Trindade, N.M. 1970. Megásporos carboníferos de Monte Mor, Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **42**:459-470.
- Vasconcellos, A.C. 1992. Corais da Formação Itaituba – Aspectos Paleoecológicos. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Série Ciências da Terra*, **4**:35-43.

Anexo A – Base de Táxons

Conodontes

- Idiognathodus incurvus* Dunn 1966
Diplognathodus orphanus Merrill 1973
Idiognathodus cf. *I. acutus* Ellison 1941
Idiognathoides sinuatus Harris & Hollingsworth 1933

Foraminíferos

- Planoendothyra* Reitlinger 1959
Palaeonubecularia Reitlinger 1950
Monotaxinoides transitorius Brazhnikova & Yartseva 1956
Hemigordius harltoni Cushman & Waters 1928
Plectostaffella jakhensis Reitlinger 1971
Profusulinella Rauser-Chernousova & Belyaev em Rauser-Chernousova, Belyaev & Reitlinger 1936
Biseriella parva Chernysheva 1948
Monotaxinoides transitorius Brazhnikova & Yartseva 1956
Turrispiroides multivolutus Reitlinger 1949
Wedekindellina Dunbar & Henbest 1933
Syzrania bella Reitlinger 1950
Pseudobradyna pulchra Reitlinger 1950
Spireitlina conspecta Reitlinger 1950
Millerella cf. *M. marblensis* Thompson 1942

Palebotânica

- Lepidodendron* Sternberg 1820