

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

**ESTUDO PALINOLÓGICO DAS FORMAÇÕES SERRA ALTA,
TERESINA E RIO DO RASTO NOS FUROS DE SONDAGEM SP-23-PR E
SP-58-PR, CENTRO-NORTE DO PARANÁ
(PERMIANO, BACIA DO PARANÁ)**

Rodrigo Neregato

Orientadora: **Profa. Dra. Rosemarie Rohn Davies**

Co-orientador: **Prof. Dr. Paulo Alves de Souza (DGS/UFRGS)**

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Geociências - Área
de concentração em Geologia Regional para
obtenção do Título de Mestre em Geologia Regional

Rio Claro (SP)
2007

Não está na natureza das coisas que o homem realize um descobrimento súbito e inesperado, a ciência avança passo a passo e cada homem depende do trabalho de seus predecessores.

Ernest Rutherford

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Rosemarie Rohn Davies

Prof^a. Dr^a. Frésia Soledad Torres Ricardi-Branco

Prof^a. Dr^a. Mary Elisabeth Cerruti Bernardes-de-Oliveira

Rio Claro, 14 de setembro de 2007.

Resultado: Aprovado

Para meu pai,
Minha mãe,
E minha irmã.
E para Rose.

Agradecimentos

Aos meus pais Leonor e Benedito e minha irmã Patrícia, pelo incondicional apoio em todos esses meus anos de estudo e busca pelo conhecimento.

À orientadora e amiga Rosemarie Rohn Davies pelo convite, apoio e confiança nesses anos. Sem você este trabalho não teria acontecido.

Ao co-orientador e amigo Paulo Alves de Souza pela incansável ajuda durante todos os momentos árduos desta pesquisa.

Aos participantes da Comissão Julgadora do Mestrado - a Dra. Mary E. C. Bernardes de Oliveira e a Dra. Fresia Ricardi-Branco - pelas valiosas sugestões apresentadas.

À Márcia Emília Longhim, por toda ajuda no início deste trabalho e pelas literaturas "herdadas".

Ao Dr. Joel Carneiro de Castro pela contribuição nas interpretações estratigráficas.

À Leila Maria Vasconcellos de Almeida pela atenta revisão da dissertação.

Ao Olavo, Cíntia e Iarinha pela calorosa acolhida em Porto Alegre.

Aos meus amigos Tatiane Tavares e Adolfo, Luís, Tatu, Robison, Arnaldo, Thiago e Jacqueline, pelos campos e conversas na tentativa de compreender a vida pretérita.

Aos irmãos Ricardo Dantas, Fernando Aquinoga, Leandro Tessari, Tubarão, Jerry, Chewbaka, Mateo, Maurício e Emílio, pelo convívio e amizade durante todos esses anos de república.

Às amigas Sara, Mariane, Juliana, Júlia, Yara, e Tuti pelos carinhosos papos.

Aos amigos Marcel Novaes, David Lapola e Lucinha, que mesmo longe sempre torceram e acreditaram em mim.

Aos amigos são-carlenses Ricardo Trindade, Nelsinho, Vitor, Roger, Nana, Paulina, Berilo e Sandro pela amizade e ombro durante esses anos.

À minha família neste último ano, Verena, minha namorada, e Tucum, nosso filhote, por justificarem minha volta pra casa todos os dias.

À CPRM e ao DNPM pelo fornecimento das amostras dos furos de sondagem.

Ao CNPq pela bolsa de Mestrado e à FAPESP pelo apoio financeiro através do Auxílio à Pesquisa outorgado à orientadora (05/55027-4).

Resumo

São apresentados os resultados de análises palinológicas realizadas em 37 amostras de testemunhos dos furos de sondagem no sul do Município de Congonhinhas (PR), nas formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto (somente no Membro Serrinha), abrangendo uma extensão vertical de aproximadamente 600 m. A primeira formação revelou-se estéril. Entre as 32 espécies descritas, três provavelmente são novas, cinco foram previamente registradas em níveis estratigráficos mais baixos da Bacia do Paraná e 7 espécies eram apenas conhecidas em outros países. As assembléias palinológicas coadunam com a idade aproximadamente mesopermiana previamente interpretada para os depósitos. A priori, todo o intervalo estudado faz parte da Zona *Lueckisporites virkkiae* e as novas espécies registradas para a bacia apresentam potencial para futuros refinamentos bioestratigráficos. Diferenças na abundância relativa de espécies de esporos permitiram visualizar dois possíveis intervalos, um com predominância de *Laevigatosporites vulgaris*, a grosso modo na Formação Teresina, e o outro dominado por *Thymospora*, no Membro Serrinha. Os esporos com afinidade a filicíneas predominam largamente em relação aos de outros grupos e também são bem mais abundantes que grãos de pólen. Este resultado dá margem a muitas interpretações, tendo em vista que o quadro florístico sugerido pelos macrofitofósseis é distinto e que as condições deposicionais dos folhelhos estudados provavelmente não foram proximais.

Palavras-chave: Palinologia, Permiano, Bacia do Paraná, Grupo Passa Dois, Formação Teresina, Formação Rio do Rasto.

Abstract

Palynological analyses of 37 core samples of two boreholes in Congonhinhas Municipality (PR) from the Serra Alta, Teresina and lower Rio do Rasto formations (total thickness= ~600 m) are presented. The first formation did not provide fertile samples. From the 32 described species, three probably are new, five were previously recorded at lower stratigraphic levels of the Paraná Basin and 7 species were only known in other countries. The microfloristic assemblages are consistent with the approximately Mid Permian age anteriorly interpreted for the succession. A priori, the whole studied interval belongs to the *Lueckisporites virkkiae* Zone and the species now recorded in the Paraná Basin bear potential for a possible future biostratigraphic improvement. Two intervals were recognized in the studied succession according to the relative abundance of some spore species: one interval (roughly coincident with the range of the Teresina Formation) is characterized by the predominance of *Laevigatosporites vulgaris*, and the second (in the Serrinha Member, lower Rio do Rasto Formation) is dominated by *Thymospora*. Spores with affinities to ferns are predominant in relation to other groups and are also more abundant than pollen grains. This result is not easily interpreted because the macroflora is relatively distinct and the dark shales used for the palynological analyses probably were not originated in very proximal depositional environments.

Key-words: Palynology, Permian, Paraná Basin, Passa Dois Group, Teresina Formation, Rio do Rasto Formation.

Lista de tabelas

Tabela 1. quadro com os níveis escolhidos do furo de sondagem SP-23-PR para a realização das laminas palinológicas.....	46
Tabela 2. quadro com os níveis escolhidos do furo de sondagem SP-58-PR para a realização das laminas palinológicas.....	47
Tabela 3. quadro comparativo com as características das espécies do Gênero <i>Thymospora</i>	58
Tabela 4. afinidades botânicas dos gêneros encontrados no presente estudo.....	77
Tabela 5. amplitudes cronoestratigráficas das espécies conhecidas encontradas neste estudo.....	83

Lista de figuras

Figura 1. mapa de localização da Bacia do Paraná.....	14
Figura 2. subdivisões litoestratigráficas do Paleozóico Superior na Bacia do Paraná.....	16
Figura 3. quadro palinoestratigráfico do Paleozóico Superior da Bacia do Paraná.....	28
Figura 4. faixa de afloramento do Grupo Passa Dois na borda da Bacia do Bacia do Paraná e localização dos dois furos de sondagem estudados ..	42
Figura 5. quadro com os perfis litológicos dos furos SP-23-PR e SP-58-PR e setas indicando os níveis escolhidos para as laminas palinológicas.....	45
Figura 6. quadro com as amplitudes estratigráficas das espécies encontradas.....	72
Figura 7. quadro litoestratigráfico com a proposição de dois intervalos informais de acordo com os dados obtidos no presente trabalho.....	76

Sumário

CAPÍTULO 1. ASPECTOS GERAIS

1.1. Introdução.....	11
1.2. Objetivos.....	12

CAPÍTULO 2. INFORMAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

2.1. A Bacia do Paraná.....	13
2.2. A sucessão palinoestratigráfica do Permo-Carbonífero na Bacia do Paraná.....	15
2.3. Palinologia: aspectos gerais.....	20
2.4. Revisão palinoestratigráfica do Paleozóico Superior da Bacia do Paraná.....	24
2.5. Dados sobre macrofitofósseis das Formações Serra Alta, Teresina, Corumbataí e Ro do Rasto.....	29
2.6. Contexto paleoclimático com base no registro de macrofitofósseis durante o Permo-Carbonífero na Bacia do Paraná.....	35
2.7. Síntese das questões cronoestratigráficas e paleoambientais do Grupo Passa Dois.....	39

CAPÍTULO 3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Procedência do material estudado.....	41
3.2. Preparação das lâminas palinológicas.....	43
3.3. Análise das lâminas palinológicas.....	44

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Sistemática palinológica.....	48
4.2. Listagem dos táxons.....	49
4.3. Descrições palinológicas.....	50

CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. Alterações das amplitudes estratigráficas de algumas espécies.....	70
5.2. Implicações bioestratigráficas.....	73

5.3. Reconhecimento de intervalos informais nos furos estudados.....	74
5.4. Comparações entre os registros micro- e macroflorísticos.....	77
5.5. Considerações ambientais	79
5.6. Considerações sobre as idades.....	82
6. CONCLUSÕES.....	85
7. ESTAMPAS.....	88
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93

CAPÍTULO 1. ASPECTOS GERAIS

1.1. Introdução

Os palinomorfos, geralmente bem preservados e abundantes em sedimentos e rochas sedimentares, constituem poderosa ferramenta nas datações relativas nos depósitos onde ocorrem. Tais datações são realizadas por correlações estratigráficas, comparando-se assembléias palinológicas de determinadas regiões. Adicionalmente, estudos palinológicos possibilitam inferências a respeito da paleogeografia, do paleoambiente e da paleoflora de uma região (DAEMON et al., 1996; GRIGORIEV & UTTING, 1998).

Diversos estudos palinológicos foram realizados no intervalo Pensilvaniano/Permiano da Bacia do Paraná, que compreende os grupos Itararé, Guatá e Passa Dois. A maior parte destes trabalhos concentrou-se nos dois grupos inferiores, o primeiro com depósitos glaciais e o segundo com diversas ocorrências de carvão. Poucos estudos palinológicos foram realizados no Grupo Passa Dois, que registra a passagem de ambientes deposicionais marinhos para continentais na bacia. Entre estes, quase todos se referem à unidade basal (Formação Irati) e praticamente nenhum às unidades sobrejacentes, que compreendem as formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto. Embora haja trabalhos com outros grupos fósseis nessa unidade, diversas questões ainda persistem sobre sua abrangência cronoestratigráfica e seus ambientes deposicionais.

O presente estudo inicia um levantamento das associações palinológicas numa extensão vertical de aproximadamente 600 metros do Grupo Passa Dois,

abrangendo as formações Serra Alta, Teresina e a parte inferior da Formação Rio do Rasto (Membro Serrinha). O estudo foi viabilizado pela disponibilidade de testemunhos de dois furos de sondagem do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) praticamente contínuos e localizados no centro-norte do Estado do Paraná (município de Congonhinhas).

1.2. Objetivos

Como objetivo principal procurou-se estudar o conteúdo palinológico das formações Serra Alta, Teresina e parte inferior da Formação Rio do Rasto visando:

- identificar e descrever os palinomorfos em vários níveis das formações Serra Alta, Teresina e parte inferior da Formação Rio do Rasto (Membro Serrinha) dos testemunhos dos furos de sondagem SP-23-PR e SP-58-PR localizados no município de Congonhinhas, centro-norte do Paraná;
- estabelecer um arcabouço detalhado das amplitudes estratigráficas dos palinomorfos encontrados visando aprimoramentos bioestratigráficos;
- avaliar o potencial dos palinomorfos encontrados nas interpretações cronoestratigráficas;
- avaliar o significado dos palinomorfos em termos paleoambientais e paleoclimáticos;
- obter informações paleofitogeográficas.

CAPÍTULO 2. INFORMAÇÕES BIBLIOGRÁFICAS

2.1. A Bacia do Paraná

Considerações gerais

A Bacia do Paraná desenvolveu-se na porção sudoeste do Gondwana. Constitui-se de uma região sedimentar situada sobre a Plataforma Sul-americana, entre os paralelos 15° e 34° S e entre os meridianos 47° e 58° W (ALMEIDA, 1969). Possui área de aproximadamente 1.700.000 km², dos quais 1.100.000 km² na porção meridional do território brasileiro, 100.000 km² na porção leste do Paraguai, 100.000 km² no norte do Uruguai e 400.000 km² no nordeste da Argentina (ZALÁN et al., 1987). No Brasil, cobre parte dos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Figura 1).

Como unidade de subsidência-sedimentação-magmatismo, a bacia perdurou do Neo-Ordoviciano (450 Ma) até o final do Cretáceo (65 Ma) (ALMEIDA, 1969), registrando em seus pacotes sedimentares as várias oscilações do nível relativo do mar e os processos de subsidência/soerguimento, caracterizando-se como uma bacia de registro policíclico.

A Bacia do Paraná exibe formato elíptico no sentido NNE-SSW com 1.750 km de comprimento e 900 km de largura com 2/3 de sua superfície coberta por derrames basálticos de idade mesozóica (MILANI & THOMAZ FILHO, 2000). É classificada como uma bacia de interior cratônico (SCHNEIDER et al., 1974; BOPP,

1987; MILANI et al., 1994): área relativamente afastada das margens das placas, circundada por rochas do embasamento cristalino e preenchida por depósitos continentais e marinhos. No entanto, nem sempre a bacia teve esse caráter. Durante o intervalo siluro-devoniano, águas oceânicas invadiram o interior da placa e a bacia teria se “... comportado mais como um golfo do Paraná” (MILANI, 1997). A partir do Neopermiano, instalou-se uma irreversível continentalização dos sistemas deposicionais, “... fechando a bacia e isolando-a no interior do Pangea, assumindo daí em diante o caráter de bacia intracratônica” (MILANI, 1997).

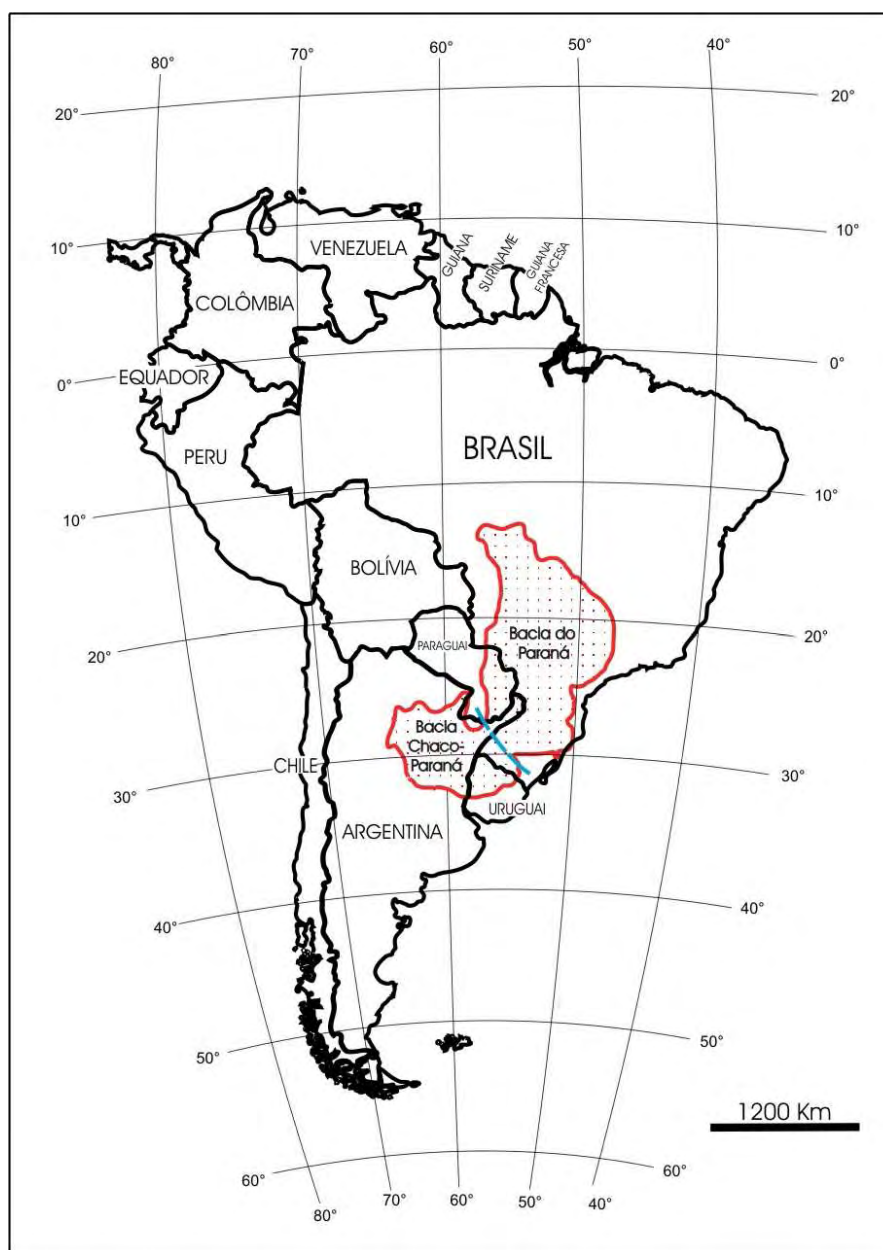


Figura 1: mapa de localização da Bacia do Paraná (ZALÁN et al., 1987).

Como limites, a borda nordeste da bacia situa-se entre a zona de falha Guapiara e o Arco de Goiânia/Alto Paranaíba. O limite noroeste é o cinturão de dobramentos do Paraguai/Araguaia, que agiu como barreira topográfica à sedimentação. A borda leste da bacia corresponde a uma região que foi profundamente afetada pelo rifteamento do Atlântico sul e abertura do oceano. Soerguimentos e erosão desde o eo-Cretáceo foram responsáveis pela remoção de grandes quantidades de sedimentos nesta área. O Arco de Assunção delimita a borda oeste da bacia. Para sul, os estratos da bacia contornam o embasamento cristalino pré-Cambriano e o Arco do Rio Grande delimita a Bacia do Paraná da Bacia Chaco-Paraná (ZALÁN et al., 1987, 1990; MILANI & THOMAZ-FILHO, 2000).

2.2. A sucessão litoestratigráfica do Permo-Carbonífero na Bacia do Paraná

A sucessão sedimentar da Bacia do Paraná subdivide-se em seis super seqüências (MILANI et al., 1994; MILANI, 1997): Rio Ivaí, que corresponde ao Grupo Rio Ivaí, de idade neordoviciana a eosiluriana; Paraná, que corresponde ao Grupo Paraná, de idade eo a mesodevoniana; Gondwana I, que corresponde aos grupos Tubarão e Passa Dois, de idade neocarbonífera ao neopermiano; Gondwana II, que corresponde à Formação Santa Maria, de idade meso a eotriássica; Gondwana III, que corresponde ao Grupo São Bento, de idade neojurássica a eocretácea, e Bauru, que corresponde ao Grupo Bauru, de idade eo a neocretácea. As três primeiras correspondem a ciclos transgressivo-regressivos e as três últimas são pacotes sedimentares continentais.

A sucessão permo-carbonífera, que compreende os grupos Itararé, Guatá e Passa Dois (Figura 2) é o pacote mais volumoso da bacia, com espessuras de até 2.500m. Sua heterogeneidade e complexidade sedimentar registram as diversas mudanças paleoambientais que ocorreram no Gondwana.

Diversos palinomorfos identificados no Grupo Passa Dois ocorrem desde as unidades permo-carboníferas sobrejacentes. Por isso, são apresentadas as principais informações sobre tais unidades.

O **Grupo Itararé**, dividido nas formações Campo do Tenente (basal), Mafra (intermediária) e Rio do Sul (superior) na área de afloramentos (SCHNEIDER et al., 1974), caracteriza-se pela presença de diamictitos, ritmitos com seixos caídos, arenitos fluviais e costeiros e folhelhos marinhos, incluindo diversas feições que indicam sua deposição em contexto glacial. Em alguns níveis do Estado de São Paulo os macrofitofósseis provavelmente foram depositados durante intervalos interglaciais (BERNARDES-DE-OLIVEIRA et al., 2005).

O **Grupo Guatá** é constituído pelas formações Rio Bonito (basal) e Palermo (superior) nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e pela Formação Tatuí no Estado de São Paulo. A Formação Rio Bonito apresenta depósitos de origem costeira e marinha, arenitos a folhelhos, incluindo diversos níveis com carvão e macrofitofósseis típicos da Flora de *Glossopteris*. A Formação Palermo é predominantemente pelítica e originou-se em condições marinhas mais distais (SCHNEIDER et al., 1974).

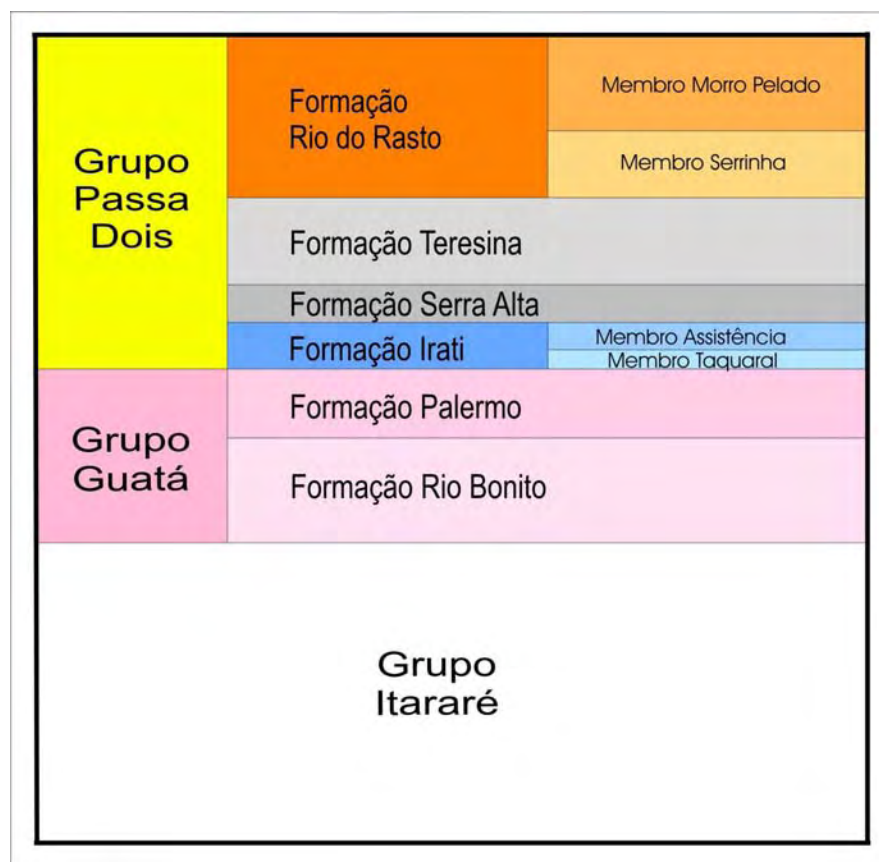


Figura 2: subdivisões litoestratigráficas do Permo-Carbonífero na Bacia do Paraná.

O **Grupo Passa Dois**, objeto do presente estudo, compreende os últimos depósitos paleozóicos da Bacia do Paraná e subdivide-se nas formações Irati (basal), Serra Alta (intermediário inferior), Teresina (intermediário superior) e Rio do Rasto (superior) (GORDON JR., 1947; SCHNEIDER et al., 1974). No norte da bacia as formações Serra Alta e Teresina são freqüentemente agrupadas sob a denominação de Formação Corumbataí. Na maior parte da bacia o Grupo Passa Dois é sobreposto pelo Grupo São Bento (com exceção do Rio Grande do Sul, onde os depósitos sobrejacentes pertencem ao Grupo Rosário do Sul, SCHNEIDER et al., 1974) e sotoposto pelo Grupo Guatá.

A idade da porção basal do Grupo São Bento (Formação Pirambóia) e a natureza do seu contato com o Grupo Passa Dois são assuntos de discussão, aceitando-se tradicionalmente a idade triássica e o contato inferior discordante, especialmente na porção nordeste da bacia (SCHNEIDER et al., 1974; ROHN, 1994, 2001).

A Formação Irati

A Formação Irati é dividida nos membros Taquaral (basal) e Assistência (superior).

O Membro Taquaral é litologicamente homogêneo, constituído de folhelhos síltico-argilosos acinzentados não betuminosos. Pode atingir de 5 a 10 metros de espessura na borda e até 300 metros na parte central da bacia.

O Membro Assistência é composto por calcilutitos dolomitizados com intercalações de folhelhos pretos betuminosos na base e por folhelhos betuminosos com intercalações de carbonato na parte superior. Pode atingir de 10 a 20 metros de espessura na borda e até 40 metros na parte central.

O contato da Formação Irati com a Formação Palermo, sotoposta, em geral é concordante (MILANI et al., 1994).

A Formação Irati desenvolveu-se durante o Artinskiano, ou seja, na porção média superior do Eopermiano (SANTOS et al. 2006) pelo engolfamento sofrido pelo mar no interior do Gondwana devido ao basculamento provocado pela Orogenia Sanrafaélica na porção sudoeste da placa sulamericana. Ali, o ambiente de sedimentação adquiriu características anóxicas: onde o aporte de sedimentos

terrígenos foi constante, formaram-se folhelhos betuminosos; onde esse aporte foi pequeno, formaram-se camadas carbonáticas. Assim, a sedimentação da Formação Irati se deu em plataforma marinha rasa, intracontinental e coberta por um mar euxínico, favorável à preservação da matéria orgânica (HACHIRO, 1996). Lages (2004) e outros autores encontraram raros acritarcos que devem evidenciar alguma conexão, ainda que muito restrita, entre as águas da Bacia do Paraná e o oceano.

A Formação Serra Alta

A Formação Serra Alta é caracterizada por folhelhos cinza escuros com algumas intercalações muito delgadas de *bone beds* de peixes e carbonatos.

O ambiente deposicional foi de águas relativamente calmas e distantes da costa, provavelmente com fundo pouco oxigenado, pois icnofósseis estão quase ausentes. Somente próximo à base da formação, onde ocorrem bivalves da Zona *Barbosaia angulata*, os depósitos evidenciam águas um pouco mais rasas e condições de fundo oxidantes. Ainda falta assegurar a possível origem marinha desta formação (ROHN, 2001; MEGLHIORATTI, 2006).

A Formação Teresina

A Formação Teresina é caracterizada por folhelhos escuros e arenitos muito finos interlaminados, com acamamento lenticular, *wavy* e *flaser*, normalmente bastante bioturbados. Tais rochas quase sempre estão organizadas em sucessões cíclicas granocrescentes de alguns metros, começando com folhelhos, passando a rochas heterolíticas e terminando com arenitos que apresentam estruturas indicativas da ação de ondas (ROHN, 2001; LOURENÇO, 2002; ROHN et al., 2003; MEGLHIORATTI, 2005, 2006). Na parte superior das sucessões cíclicas ou entre as sucessões há intercalações submétricas de carbonatos, depositados em condições de águas calmas (biomicritos) ou agitadas (oobiosparitos). Em diversos níveis ocorrem gretas de contração, tanto nos siliciclastos quanto nos carbonatos. Delgadas brechas carbonáticas também são marcantes em alguns níveis. Outras

litologias são coquinas centimétricas e *bone-beds* milimétricos (ROHN, 2001; LOURENÇO, 2002; ROHN et al., 2003; MEGLHIORATTI, 2005, 2006).

As rochas heterolíticas com acamamento *wavy* da Formação Teresina levaram diversos autores a supor que o ambiente deposicional corresponderia a planícies de marés (e.g., SCHNEIDER et al, 1974; SOUZA et al., 1991), porém parece haver maior relação a um corpo de água muito raso, com fundo quase plano e sujeito a ondas de tempestade, onde pequenos abaixamentos do nível da água causavam exposição de grandes áreas (ROHN, 1994, 2001; LOURENÇO, 2002; ROHN et al., 2003; MEGLHIORATTI, 2005, 2006).

Os animais fósseis são pouco diversificados e correspondem principalmente a bivalves. Segundo Ghilardi & Simões (2002), os bivalves não são típicos de água doce, devendo ter ancestrais marinhos. Contudo, também não é possível utilizá-los para correlações estratigráficas nem para interpretações seguras das condições de salinidade. Foram estabelecidas duas biozonas de bivalves (MENDES, 1952; ROHN, 1994): Zona *Pinzonella illusa* e Zona *Pinzonella neotropica*, havendo muitas espécies em comum entre as duas. São comuns escamas e dentes de peixes, ocorrendo de forma dispersa ou em *bone beds*. Estromatólitos foram registrados em diversos níveis (ROHN & FAIRCHILD, 1986; ROHN, 1994, 2001; LOURENÇO, 2002; ROHN et al., 2003; MEGLHIORATTI, 2005, 2006). Os macrofitofósseis mais abundantes são caules de licófitas.

Condições verdadeiramente marinhas ainda não puderam ser comprovadas, embora as características dos icnofósseis *Thalassinoides* em sua porção média sejam mais marinhas do que continentais (ROHN et al., 2004). Almeida & Do Carmo (2005) admitiram a ocorrência de ostracodes marinhos no norte da bacia.

A Formação Rio do Rasto

A Formação Rio do Rasto é dividida nos membros Serrinha (basal) e Morro Pelado (superior). O Membro Serrinha é composto por siltitos arroxeados e esverdeados, com intercalações de argilitos, arenitos finos e calcários. O Membro Morro Pelado é constituído por argilitos e siltitos vermelhos, com intercalações de lentes de arenitos finos.

O furo de sondagem SP-23-PR no centro-norte do Estado do Paraná é o único que registra a passagem entre a Formação Teresina e a Formação Rio do Rasto, mostrando aparecimento abrupto de corpos mais arenosos com grânulos na base, desaparecimento dos carbonatos mais grossos (oobiosparitos), porém ainda ocorrendo carbonatos finos (micritos) e coquinas (LOURENÇO, 2002; ROHN et al., 2003). Em afloramentos há dificuldades para apontar a posição exata do contato (MEGLHIORATTI, 2005). Neste furo, os pelitos continuam cinza, porém os respectivos afloramentos já passam a exibir cores mais avermelhadas (ROHN, 1994; MEGLHIORATTI, 2005). No Membro Serrinha ainda ocorrem rochas heterolíticas com acamamento wavy, porém passam a predominar siltitos mais maciços, tabulares e submétricos. Um pouco acima do contato, nota-se o aparecimento de assembléias de bivalves bem distintas (Zona *Leinzia similis* e possivelmente outra biozona; ROHN, 1994; MEGLHIORATTI, 2005), abundância bem maior de *Glossopteris* e de outros vegetais, desaparecimento das licófitas e as primeiras ocorrências de conchostráceos - crustáceos indicadores de água doce (ROHN, 1987, 1994). Um pouco mais acima os afloramentos começam a mostrar corpos com geometria de lóbos, às vezes com laminações cavalgantes. De forma generalizada, pode-se interpretar o Membro Serrinha como depositado em condições lacustres, às vezes com depósitos de desembocadura de rios.

O Membro Morro Pelado, observado em afloramentos e em raros testemunhos de poços da Petrobrás (ROHN, 1994) é caracterizado pela intercalação dos lamitos avermelhados e por inúmeros lóbos e sigmóides de arenitos finos gerados por fluxos hiperpicnais e lentes de arenitos finos com estratificações cruzadas tabulares/tangenciais de grande porte. Os últimos são típicos de dunas eólicas. Os macrofitofósseis e os bivalves tornam-se menos diversificados, ao contrário dos conchostráceos, os quais atingem sua máxima abundância e diversificação. As litologias e os fósseis sugerem gradual desertificação, ainda com alguns períodos mais úmidos (ROHN, 1994).

2.3. Palinologia: aspectos gerais

A palavra Palinologia deriva dos radicais gregos παλη (farinha seca) e παλυνω (espalhar, difundir farinha), que deram origem à palavra latina *pollen*.

Na concepção de Hyde & Willians (1944 apud SALGADO-LABORIAU, 1970), a Palinologia compreende o estudo morfológico dos esporos e grãos de pólen, suas aplicações e modos de dispersão.

Com o emprego cada vez maior dos microfósseis para fins de datação dos sedimentos visando sua exploração (SOUZA, 2000), o domínio da Palinologia se ampliou e passou a ser o estudo da matéria orgânica microscópica que persiste após a dissolução química de uma rocha. Esse material resultante é constituído, além dos esporos e grãos de pólen (descritos a seguir), por fitoclastos, acritarcos, dinoflagelados, quitinozoários, algas, escolecodontes e foraminíferos quitinosos. Considerando que este estudo é baseado na presença de esporos e grãos de pólen, faz-se, a seguir, uma breve síntese de seu significado biológico.

Esporo: célula haplóide produzida pelo corpo esporofítico e que se desenvolve como plantas gametofíticas nas briófitas, licófitas, esfenófitas e pteridófitas. Os esporos constituem-se de uma parede celular de esporopolenina, a exina, e sua morfologia é descrita de acordo com seu formato, tamanho, natureza da abertura e ornamentação. Em geral, sua dispersão é pelo vento ou pela água, favorecida pelo pequeno tamanho, baixo peso específico e por uma alta razão área superficial/volume (BRASIER, 1980). Esporos fornecem informações com maior confiabilidade em âmbito local e existem do Eossiluriano ao Recente.

Grão de pólen: gametófito (duas ou três células) produzido pelos órgãos masculinos nas gimnospermas e pelas anteras das flores nas angiospermas. A morfologia dos grãos de pólen é descrita como nos esporos, porém sua diversidade morfológica é maior devido ao maior número de agentes dispersores (ARMSTRONG & BRASIER, 2005). Grãos de pólen dispersos pelo vento são pequenos (20-40 μm), ovais, possuem exina lisa e fina e sacos aéreos para aumentar a capacidade de deslocamento em longas distâncias, como ocorre nas gimnospermas (BRASIER, 1980; ARMSTRONG & BRASIER, 2005). Grãos de pólen dispersos por animais, principalmente insetos, tendem a ter exina grossa e alguma ornamentação protuberante para melhor aderência ao corpo do agente dispersor. Podem ser grandes (50-200 μm) ou pequenos (5-16 μm), como nas angiospermas (BRASIER, 1980). Em relação às informações paleoambientais, grãos de pólen fornecem

informações com maior confiabilidade no âmbito regional e existem do Neodevoniano ao Recente.

2.4. Revisão palinoestratigráfica do Paleozóico Superior da Bacia do Paraná

Para o Paleozóico Superior da Bacia do Paraná, biozoneamentos com base em palinomorfos foram elaborados por Daemon (1966), Daemon & Quadros (1970), Arai (1980), Marques-Toigo (1988, 1991), Souza & Marques-Toigo (2001, 2003, 2005) e Souza (2000, 2006). Alguns destes trabalhos são abordados abaixo e as sínteses de suas biozonas são apresentadas na Figura 3.

O zoneamento proposto por Daemon & Quadros (1970), com base nos grãos de pólen sacados, colpados e esporos monoletes é o mais completo, incluindo estratos desde o estado de Mato Grosso até o Rio Grande do Sul. Os autores propuseram um zoneamento informal para a bacia, dividindo-a em seis biozonas de intervalo, denominadas de G, H (subdividido em H₁, H₂, H₃), I (subdividido em I₁, I₂+I₃+I₄), J, K e L (subdividido em L₁, L₂ e L₃).

- Intervalos G/H₁: grãos de pólen monossacados dominam este intervalo, incluindo os gêneros *Potonieisporites*, *Plicatipollenites*, *Cannanoropolis* e *Caheniasaccites*.

- Intervalos H₂/H₃: nos intervalos G, H₁ e H₂, os bissacados estriados são raros, sendo o gênero *Protohaploxypinus* a forma mais abundante. No entanto, no Intervalo H₃ essas formas estriadas tornam-se freqüentes e diversificadas, em especial os gêneros *Protohaploxypinus*, *Vittatina* e *Illinites*.

- Intervalos I₁, I₂+I₃+I₄, J: formas bissacadas estriadas aparecem com a mesma freqüência que os monossacados. O gênero *Vittatina* torna-se muito comum. Na parte superior do Intervalo J inicia-se o desaparecimento do gênero *Plicatipollenites*. Ainda há registros do gênero *Limitisporites*.

- Intervalos K/L: a partir do intervalo J, os bissacados estriados passam a dominar, principalmente os gêneros *Lueckisporites* (*Lueckisporites virkkiae* é muito comum) e *Vittatina*. A partir do Intervalo K, raros monossacados são encontrados.

Gêneros do Kunguriano como *Marsupipollenites*, *Crustaesporites* e *Alisporites* ainda são comuns.

Arai (1980) estudando grãos de pólen bissacados e teniados, propôs uma divisão informal com base na evolução das formas para o Paleozóico Superior da bacia:

- Fase Pré-Striatiti: predomínio de grãos de pólen monossacados, em especial dos gêneros *Potonieisporites* e *Vestigisporites*, e de esporos triletes do gênero *Valatisporites*. Pela ausência de grãos de pólen estriados, essa fase equivale aos intervalos G/H₁ de Daemon & Quadros (1970);

- Fase *Protohaploxypinus*: presença de grãos de pólen estriados, principalmente do gênero *Protohaploxypinus*, mas em menor quantidade que os triletes e monossacados da fase anterior. Esta fase equivale aos intervalos H₂/H₃ de Daemon & Quadros (1970);

- Fase *Vittatina* I: aparecimento do gênero *Vittatina* e equilíbrio entre grãos de pólen estriados e monossacados da fase anterior. O surgimento do gênero *Vittatina* marca o limite de duas zonas palinológicas, equivalendo ao limite H/I₁ de Daemon & Quadros (1970);

- Fase *Vittatina* II: porcentagem do gênero *Vittatina* maior que 50% em relação os grãos de pólen estriados. A Fase *Vittatina* II equivale aos subintervalos I₂+I₃+I₄ de Daemon & Quadros (1970) devido à semelhança com os raros grãos de pólen *Striomonosaccites*;

- Fase Striatiti Superior: porcentagem entre *Vittatina* e grãos de pólen estriados é igual à fase anterior. Por isso, esta fase é reconhecida pela grande participação de grãos de pólen estriados de contorno diploxilonóide com *saccus* bem desenvolvidos, como os gêneros *Taeniaesporites*, *Striatopodocarpites* e *Striatoabietites*. Esta fase equivale aos Intervalos K/L₁ de Daemon & Quadros (1970);

- Fase *Lueckisporites*: predominância absoluta de grãos de pólen estriados. Aparecem alguns grãos de pólen bissacados e monossacados e os esporos tornam-se raros. O gênero *Lueckisporites* define esta fase, que equivale ao Intervalo L₂/L₃ de Daemon & Quadros (1970).

Marques-Toigo (1988, 1991) formulou o primeiro biozoneamento formal para a bacia, baseando-se em grãos de pólen em estratos do Grupo Itararé à Formação Irati para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Propôs duas zonas de intervalo: *Cannanoropolis korbaensis* (com três subzonas) e *Lueckisporites virkkiae*:

- Zona *Cannanoropolis korbaensis*: definida pela amplitude de *Cannanoropolis korbaensis* ou *Potonieisporites simplex* ou pela extinção de *Limitisporites vesiculosus* e *Hamiapollenites karrooensis*. Subdivide-se em três subzonas de intervalo:

- Subzona *Protohaploxypinus goraiensis*: definida pela amplitude de *Protohaploxypinus goraiensis* ou *Plicatipollenites indicus*;

- Subzona *Caheniasaccites ovatus*: definida pela extinção de *Caheniasaccites ovatus* e *Protohaploxypinus goraiensis*;

- Subzona *Hamiapollenites karrooensis*: definida pela amplitude de *Hamiapollenites karrooensis* e pela extinção de *Potonieisporites simplex*.

- Zona *Lueckisporites*: definida pela amplitude de *Lueckisporites virkkiae* ou, na sua ausência, por *Marsupipollenites trirradiatus*, *Staurosaccites cordubensis*, *Striatopodocarpites pantii*, *Lunatisporites variesectus* e *Protohaploxypinus perfectus*.

Na Zona *Cannanoropolis korbaensis*, em sua porção inferior, há predomínio de gêneros monossacados como *Cannanoropolis*, *Plicatipollenites*, *Caheniasaccites*, *Potonieisporites* e *Striomonosaccites* em relação aos bissacados não estriados dos gêneros *Scheuringipollenites*, *Limitisporites* e *Vesicaspora*. Em menor proporção há bissacados estriados dos gêneros *Protohaploxypinus*, *Vittatina* e *Striatoabietites*.

A porção intermediária desta zona apresenta o mesmo tipo de associação da parte inferior, porém com uma diminuição na quantidade de sacados em relação aos esporos, que chegam a 90% nesta associação. Os gêneros de esporos mais comuns nesta porção são: *Punctatisporites*, *Leiotriletes*, *Horriditriletes*, *Hamiapollenites*, *Apiculatisporis*, *Granulatisporites*, *Cyclogranisporites*, *Lundbladispota*, *Cristatisporites*, *Vallatisporites* e *Anguisporites*. Associados aos esporos triletes ocorrem formas aletas, como *Portalites*, *Pilasporites*, *Quadrissporites* e *Tetraporina*, provavelmente com afinidade a algas.

A parte superior desta zona define-se pela menor proporção das formas triletes e aletas em relação aos bissacados estriados.

Na Zona *Lueckisporites virkkiae* há predomínio dos bissacados estriados em relação aos bissacados não estriados e aos monossacados, além de uma diminuição dos esporos triletes e das formas aletes. A associação caracteriza-se pelos gêneros *Lueckisporites*, *Striatopodocarpites*, *Marsupipollenites*, *Staurosaccites*, *Protohaploxypinus*, *Hamiapollenites*, *Vittatina* e *Lunatisporites*. Em menor proporção aparecem os monossacados dos gêneros *Cannanoropolis* e *Potonieisporites* e os bissacados não estriados *Scheuringipollenites*, *Vesicaspora* e *Alisporites*. Os esporos triletes diminuem tanto em número de espécies como em abundância.

A Zona *Cannanoropolis korbaensis*, em sua porção inferior, equivale ao limite entre os Intervalos H₂/H₃ de Daemon & Quadros (1970) pelo predomínio e semelhança com as formas monossacadas, como *Plicatipollenites*, *Cannanoropolis*, *Caheniasaccites*, entre outros. A parte superior desta zona equivale à parte superior do Intervalo J pelo aumento dos grãos de pólen bissacados estriados e extinção de monossacados, como *Caheniasaccites ovatus*, *Potonieisporites simplex* e do gênero *Cannanoropolis*. A Subzona *Protohaploxypinus goraiensis* equivale ao Intervalo H₃ de Daemon & Quadros (1970) pelo predomínio dos bissacados *Plicatipollenites*, *Potonieisporites*, *Caheniasaccites*, *Protohaploxypinus* e *Vittatina*. A Subzona *Caheniasaccites ovatus* equivale ao Intervalo I de Daemon & Quadros (1970) pela semelhança de espécies como *Limitisporites rectus*, *Plicatipollenites gondwanensis*, *Striomonosaccites cancelatus*, entre outras. Por fim, a Subzona *Hamiapollenites karrooensis*, assim como o Intervalo J de Daemon & Quadros (1970), caracteriza-se pela extinção de algumas espécies de grãos de pólen monossacados e pelo aumento em riqueza e em abundância de grãos de pólen bissacados estriados.

A Zona *Lueckisporites virkkiae* equivale em sua porção inferior com a parte inferior do Intervalo K de Daemon & Quadros (1970) pelo aparecimento de *Lueckisporites virkkiae*, aumento de grãos de pólen estriados, presença dos gêneros *Marsupipollentites* e *Striatopodocarpites*, além dos esporos dos gêneros *Laevigatosporites*, *Punctatosporites* e *Thymospora*.

Souza & Marques-Toigo (2001) propuseram a substituição do nome da Zona *Cannanoropolis korbaensis* de Marques-Toigo (1988, 1991) para Zona *Vittatina*, assim como da espécie que a define. Segundo os autores, é difícil distinguir o

gênero *Cannanoropolis*, cuja amplitude local definiria a zona acima, do gênero *Parasaccites*. Além disso, Foster (1975) sinonimizou ao gênero *Cannanoropolis* os gêneros *Parasaccites* e *Virkkipollenites*, o que aumentaria a amplitude do gênero que define a zona. Por outro lado, espécies do gênero *Vittatina* são de fácil reconhecimento. Assim, renomearam a Zona *Cannanoropolis korbaensis* para Zona *Vittatina*. As três subzonas definidas por Marques-Toigo (1988, 1991) foram mantidas.

Souza & Marques-Toigo (2003, 2005) propuseram a substituição do nome da Zona *Vittatina* de Souza & Marques-Toigo (2001) para Zona *Vittatina costabilis* e da incorporação da Subzona *Caheniasaccites ovatus* (considerada neste como uma ecofácies, não mais uma subzona) na Subzona *Protohaploxypinus goraiensis*.

Souza (2006) analisando novos dados palinológicos, propôs a inclusão de duas zonas formais para o Carbonífero da bacia (em ordem ascendente):

- Zona *Ahrensisporites cristatus*: limite inferior marcado pelo aparecimento de esporos dos gêneros *Granulatisporites*, *Brevitriletes*, *Raistrickia*, *Convolutispora*, *Ahrensisporites* e *Cristatisporites* e de grãos de pólen dos gêneros *Plicatipollenites*, *Cannanoropolis*, *Potonieisporites*, *Caheniasaccites*, *Limitisporites* e *Protohaploxypinus*. O limite superior é marcado pelo desaparecimento de algumas espécies restritas a esta zona, como *Cristatisporites inconstans*, *Vallatisporites ciliaris*, *Vallatisporites vallatus*, *Punctatisporites gretensis*, *Calamospora liquida*, entre outros, e pelo aparecimento de *Crusisaccites monoletus* e *Scheuringipollenites maximus*;

- Zona *Crusisaccites monoletus*: limite inferior definido pelo desaparecimento de esporos restritos à Zona *Ahrensisporites cristatus*, como as espécies dos gêneros *Vallatisporites*, *Punctatisporites*, *Calamospora*, entre outros, e pelo primeiro aparecimento das espécies *Crusisaccites monoletus* e *Scheuringipollenites maximus*. O limite superior é marcado pelo aparecimento de *Illinites unicus* e também pelo aparecimento da primeira espécie do gênero *Vittatina*.

Além disso, com base nos dados geocronológicos da Formação Irati apresentados por Santos et al. (2006), reinterpreto as idades das biozonas

anteriormente propostas. Assim, o Grupo Passa Dois corresponderia ao intervalo Artinskiano-Wuchiapingiano. Neste esquema, a Zona *Lueckisporites virkkiae* de Marques-Toigo (1988, 1991) se estenderia até o topo da Formação Rio do Rasto.

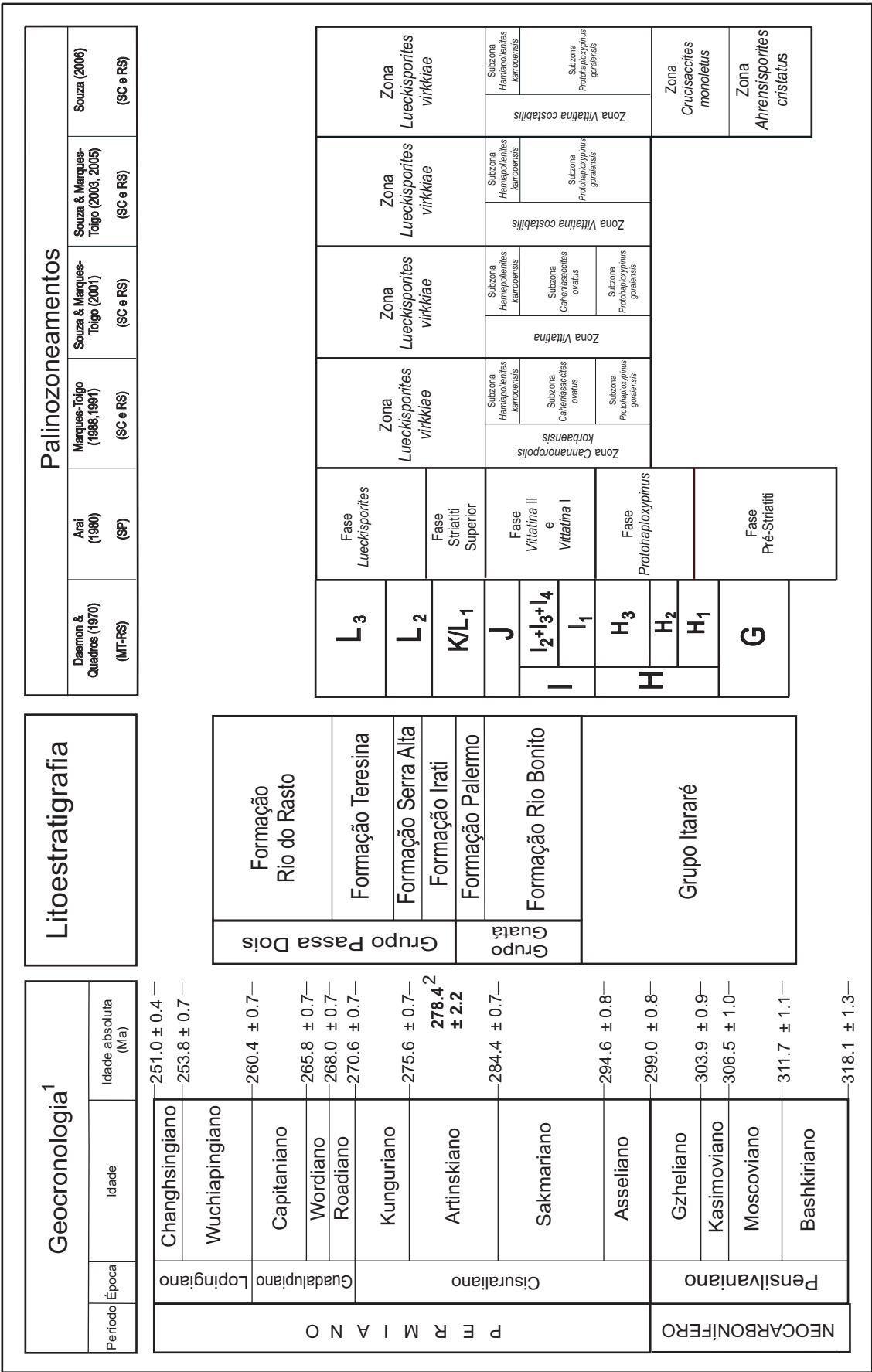


Figura 3: quadro palinoestratigráfico do Paleozóico Superior da Bacia do Paraná. 1- Geocronologia segundo Gradstein et al. (2004). 2- Datação absoluta da Formação Irati segundo Santos et al. (2006).

2.5. Dados sobre macrofitofósseis das formações Serra Alta, Teresina, Corumbataí e Rio do Rasto

É apresentada uma compilação das informações bibliográficas sobre macrofitofósseis, visando substanciar discussões sobre o conteúdo palinológico das formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto e as possíveis características das respectivas paleofloras. Na Formação Serra Alta, até o momento, não foram encontrados macrofitofósseis, exceto dois caules em depósitos do Rio Grande do Sul atribuídos por Merlotti (2000) a esta unidade.

As classificações dos macrofitofósseis das formações Teresina e Rio do Rasto ao nível taxonômico de ordem e classe obedecem aos critérios usados pelos autores dos respectivos trabalhos. Cabe ressaltar, no entanto, que as classificações variam substancialmente na literatura paleobotânica, havendo algumas grandes diferenças em relação àquelas de Azcuy (1978) e Balme (1995) adotadas para indicar as afinidades botânicas dos esporos e grãos de pólen.

Formação Teresina (e Formação Corumbataí)

São conhecidos os seguintes macrofitofósseis nas formações Teresina e Corumbataí:

- Carófitas: *Leonardosia langei* Sommer, encontradas em relativamente poucos afloramentos do centro-sul do Estado do Paraná ao centro do Estado de São Paulo (SOMMER, 1954; RAGONHA & SOARES, 1974; RÖSLER, 1982; RÖSLER et al., 1985; MARANHÃO & PETRI, 1996; ROHN et al., 1997b);
- Briófitas: encontradas próximo a Rio Preto, PR (RÖSLER, 1982; RÖSLER et al., 1985; ROHN et al., 1997b);
- Licófitas (Lepidodendrales): *Lycopodiopsis derbyi* Renault, *Lycopodiopsis* sp., caules de licófitas indeterminados e microfílos indeterminados; encontrados em diversas localidades do Rio Grande do Sul a São Paulo (OLIVEIRA, 1927; MAACK, 1947; MENDES, 1954; KRÄUSEL, 1961; RIGBY, 1968; CUNHA, 1976; RÖSLER, 1982; OLIVEIRA-BABINSKI & RÖSLER, 1984; PERINOTTO & RÖSLER, 1984; RÖSLER et al., 1985; ROHN, 1994; ROHN et al., 1997a, b, c; ALARCON, 1998);

- Esfenófitas (Equisetales): *Paracalamites australis* Rigby e caules de esfenófitas indeterminadas; são relativamente raros e foram encontrados entre o sul do Estado do Paraná e centro do Estado de São Paulo (MENDES, 1954; RIGBY, 1968; RÖSLER, 1982; OLIVEIRA-BABINSKI & RÖSLER, 1984; PERINOTTO & RÖSLER, 1984; RÖSLER et al., 1985; ROHN et al., 1997b);
- Filicíneas (Marattiales ou Psaroniales): *Astherotheca feruglioi* Frenguelli encontrado em Laras, SP (RIGBY, 1968); *Tietea singularis* Solms-Laubach, *Psaronius* sp. e mantos radiculares, encontrados em nove localidades no Estado de São Paulo (SOLMS-LAUBACH, 1913; TAVARES, 2007) e em três no Estado do Paraná (MAACK, 1947; MANIERO, 1954; NELHS, 2004);
- Pteridófitas: *Pecopteris taguaiensis* Rohn & Rösler e *Pecopteris* spp. são folhas estéreis que poderiam corresponder a filicíneas ou a pteridospermas; foram encontradas em três localidades do Estado de São Paulo (RIGBY, 1968; ROHN & RÖSLER, 1986c; TAVARES, 2007);
- Glossopterídeas (Glossopteridales): *Glossopteris* cf. *G. angustifolia* Brongniart, *Glossopteris* cf. *G. occidentalis* White, *Glossopteris* cf. *G. taeniopteroides* Feistmantel, *Glossopteris* cf. *G. indica* Schimper, *Glossopteris* indet., *Illexoidephyllum permicum* Rohn & Rösler; as ocorrências são relativamente raras, entre o sul do Estado do Paraná e o centro-sul do Estado de São Paulo, havendo uma ocorrência no Rio Grande do Sul (RIGBY, 1968; CUNHA, 1976; RÖSLER, 1982; OLIVEIRA-BABINSKI & RÖSLER, 1984; PERINOTTO & RÖSLER, 1984, 1985; RÖSLER et al., 1985; ROHN et al., 1997b);
- Coníferas (Coniferales): *Kräuselcladus canoinhensis* Yoshida encontrada somente em Canoimhas, SC (YOSHIDA, 1970; ROHN et al., 1997a; FANTON et al., 2006);
- Madeiras (gimnospermas relacionadas a Glossopteridales, Coniferales e Cordaitales), encontradas entre o sul do Estado do Paraná e o centro do Estado de São Paulo, havendo duas localidades no Rio Grande do Sul (OLIVEIRA, 1927; MENDES, 1954; MUSSA, 1982; MUSSA & COIMBRA, 1984; MERLOTTI, 2000); Obs.: Merlotti (2000) considerou que as madeiras fósseis do Rio Grande do Sul são da Formação Serra Alta.

Os caules de licófitas são os vegetais fósseis mais freqüentes nas formações Teresina e Corumbataí. Eles freqüentemente ocorrem fragmentados e bastante dispersos. A capacidade de flutuação dos caules provavelmente permitiu o seu transporte para áreas distantes do seu ambiente de vida. Os microfilos, registrados muito raramente, devem indicar áreas de sedimentação mais próximas à comunidade original.

Na área aflorante da Formação Teresina na região de Sapopema e São Jerônimo da Serra (PR), próximo aos furos de sondagem SP-23-PR e SP-58-PR (Figura 4), há registro de somente uma licófitas. Nos próprios furos de sondagem foram encontrados microfilos de licófitas (furo SP-23-PR, profundidade 409 m), glossopterídeas e pecopterídeas (furo SP-58-PR, profundidade 204 m) e dois níveis com carófitas (furo SP-23-PR, profundidades 324,5 m e 298 m) (MEGLHIORATTI, 2005). Não há carvão nem horizontes carbonosos.

O registro escasso de macrovegetais na região de Sapopema não necessariamente significa que a vegetação original tenha sido ainda mais pobre do que em outras áreas. Deve-se ponderar também que quase todos os outros macrovegetais conhecidos da Formação Teresina, em áreas situadas mais a sul, foram encontrados em pedreiras, onde a coleta de fósseis é muito mais fácil. Na região de Sapopema-Congonhinhas não há pedreiras para explorar rochas da Formação Teresina. Em termos litológicos não parecem existir grandes diferenças em relação às regiões meridionais, de modo que o potencial para a ocorrência de macrofitofósseis deve ser similar.

Os macrofitofósseis das formações Irati, Teresina e Corumbataí foram considerados como equivalentes à Tafoflora D de Rösler (1978). Segundo Rohn & Rösler (2000), os depósitos da Formação Teresina equivalem à Zona *Lycopodiopsis derbyi*. O limite superior da biozona coincide relativamente bem com o topo da Formação Teresina.

Formação Rio do Rasto – Membro Serrinha

A lista de macrofitofósseis abaixo se refere somente ao Membro Serrinha, pois os testemunhos dos furos de sondagem estudados não abrangem o Membro Morro Pelado. Ainda assim, é necessário ressaltar que diversas espécies foram observadas em ambos os membros (ROHN, 1994).

- Esfenófitas – Ordem Sphenophyllales: *Sphenophyllum paranaense* Rösler & Rohn, *Sphenophyllum* cf. *S. thonii* Mahr; encontradas em oito localidades entre o norte de Santa Catarina e o centro do Estado do Paraná (RÖSLER, 1978; RÖSLER & ROHN, 1984; ROHN, 1994; ROHN et al., 1997a, b);
- Esfenófitas – Ordem Equisetales?: *Paracalamites* sp.2, *Paracalamites* sp.3, *Paracalamites* sp. 4, *Paracalamites* spp., *Schizoneura gondwanensis* Feistmantel, *Dichophyllites?* sp.; os caules são muito comuns e foram encontrados entre o centro do Estado de Santa Catarina e o centro-norte do Estado do Paraná (ROHN & RÖSLER, 1986a, b; ROHN et al., 1997a, b, c);
- Filicíneas (Marattiales ou Psaroniales): *Dizeugotheca?* *bortoluzzii* Cazzulo-Klepzig (ou *Asterotheca* sp.3 segundo VIEIRA, 2004), *Dizeugotheca?* (ou *Asterotheca* segundo VIEIRA, 2004); encontrada na região de Dorizon, PR (RÖSLER, 1978; ROHN & RÖSLER, 1986c; ROHN et al., 1997b); *Dizeugotheca?* spp. (ou *Asterotheca* spp. segundo Vieira, 2004), relativamente comum entre o norte de Santa Catarina e o norte do Estado do Paraná (ROHN & RÖSLER, 1986c; OLIVEIRA, 1994; ROHN, 1994; ROHN et al., 1997a, b, c);
- Pteridófilas: *Pecopteris dolianitii* Rohn & Rösler, *Pecopteris esperancensis* Rohn & Rösler, *Pecopteris bracingaensis* Rohn & Rösler, *Pecopteris* spp. (pelo menos três morfotipos), *Sphenopteris* sp.; *Pecopteris* é um morfotipo bastante freqüente encontrado entre o norte do Estado de Santa Catarina e o norte do Estado do Paraná (MENDES, 1954; RÖSLER, 1978; ROHN & RÖSLER, 1986c; ROHN et al., 1997a, b, c); *Sphenopteris* é mais raro, encontrado entre o centro de Santa Catarina e o centro-sul do Estado do Paraná (ROHN et al., 1997a, b);
- Glossopterídeas (Glossopteridales): *Glossopteris riorastensis* Rohn et al., *Glossopteris dorizonensis* Rohn et al., *Glossopteris* cf. *G. indica* Schimper, *Glossopteris grafi* Rohn & Rösler, *Glossopteris singenervis* Rohn et al., *Glossopteris* aff. *G. angustifolia* Brongniart, *Glossopteris* aff. *G. stricta* Bunbury, *Glossopteris* cf. *G. surangei* Chandra & Prasad, *Glossopteris decipiens* Feistmantel, *Glossopteris leptoneura* Bunbury, *Glossopteris* aff. *G. longicaulis* Feistmantel, *Glossopteris margiondulata* Rohn et al., *Glossopteris spathulato-emarginata* Rohn et al., *Glossopteris* cf. *G. formosa* Feistmantel,

Glossopteris farturensis Rohn, *Glossopteris* cf. *G. damudica* Feistmantel, *Glossopteris* sp.1, *Glossopteris* sp. 2, *Glossopteris* sp. 3, *Glossopteris* sp. 4, *Glossopteris* spp., *Ilexoidephyllum permicum* Rohn & Rösler; foram encontradas entre o Norte de Santa Catarina e o sul do Estado de São Paulo, sendo mais abundantes no centro-sul do Estado do Paraná (MENDES, 1954; ROHN et al., 1984; ROHN & RÖSLER, 1989a, b; ROHN, 1994; ROHN et al., 1997a, b, c); há uma ocorrência no Rio Grande do Sul (GUERRA-SOMMER et al., 1993);

Quase todos os afloramentos fossilíferos da Formação Rio do Rasto foram descobertos durante um levantamento sistemático de perfis ao longo de diversas estradas entre o centro-sul de Santa Catarina e o norte do Estado do Paraná realizado por Rohn (1994). O número de localidades com fósseis vegetais é muito maior no Membro Serrinha da Formação rio do Rasto que na Formação Teresina, ainda que o número total de afloramentos (fossilíferos + afossilíferos) seja aproximadamente similar.

As pteridófilas, que incluem *Pecopteris* e *Sphenopteris* reúnem morfo-gêneros que poderiam ser atribuídos a filicíneas ou a pteridospermas. Considerando-se que não há registro de pteridospermas na Formação Rio do Rasto, mas de folhas pecopteróides férteis (*Dizeugotheca* ou *Asterotheca*), é provável que todas as pteridófilas estejam relacionadas a filicíneas. *Sphenopteris* é um morfogênero registrado somente na Formação Rio Bonito, além da Formação Rio do Rasto.

No Permiano da Bacia do Paraná todas as filicíneas eusporangiadas podem ser atribuídas à Ordem Psaroniales, porém diversos autores consideram estas filicíneas como pertencentes à Ordem Marattiales, a qual também inclui os fetos arborescentes modernos (TAVARES, 2007). Ao contrário das formações Teresina e Corumbataí, no Membro Serrinha não há registro de caules de filicíneas. De acordo com os morfotipos de *Pecopteris* e *Sphenopteris* encontrados (embora diferentes morfotipos possam ter existido numa única fronde) e das espécies de *Dizeugotheca* ou *Asterotheca*, podem ter existido pelo menos quatro espécies naturais de Psaroniales ou Marattiales durante a deposição do Membro Serrinha.

As esfenófitas *Sphenophyllales* apresentam duas espécies bem definidas e as Equisetales, registradas principalmente através de caules, podem representar duas ou três espécies naturais. A porção vegetativa denominada *Schizoneura*

gondwanensis começa a ocorrer somente a partir das porções mais altas do Membro Serrinha, provavelmente correspondendo a níveis estratigráficos localizados acima dos níveis palinologicamente férteis do furo SP-23-PR.

De acordo com Rohn (1994) e Rohn & Rösler (2000), os vegetais da Formação Rio do Rasto começam a se tornarem abundantes a partir da porção média do Membro Serrinha. No esquema de taofloras paleozóicas da Bacia do Paraná elaborado por Rösler (1978), os macrofitofósseis da Formação Rio do Rasto fazem parte da Taoflora E. No zoneamento bioestratigráfico fundamentado em vegetais de Rohn & Rösler (2000), a maior parte do Membro Serrinha compreende a Zona *Sphenophyllum paranaense*. A parte superior deste membro e o Membro Morro Pelado equivalem à Zona *Schizoneura gondwanensis*, porém os furos de sondagem do furo SP-23-PR não devem ter abrangido tal zona.

Na região de Sapopema-São Jerônimo da Serra, onde estão os poços estudados para Palinologia, e nas áreas situadas mais ao norte do Estado do Paraná e sul do Estado de São Paulo, o número de ocorrências de vegetais fósseis é bastante restrito, havendo somente dois registros no Membro Serrinha (em Santo Antônio da Platina e em Fartura). As regiões mais ricas em vegetais fósseis, no Membro Serrinha, localizam-se no norte de Santa Catarina e no sul do Paraná, ainda com ocorrências significativas até o centro do estado. Estas áreas mais ricas coincidem com um maior número de ocorrências de corpos litológicos lobados ou sigmóides, que devem representar desembocaduras de drenagens em lagos ou outros tipos de fluxos episódicos para o interior de corpos de água parada, sob influência fluvial (ROHN, 1994; ROHN et al., 2005). Tais fluxos devem ter contribuído para o transporte de fragmentos vegetais para os ambientes de sedimentação de pelitos, onde os vegetais foram melhor preservados.

Nas áreas mais pobres em fósseis, como no centro-norte e norte do Estado do Paraná, as litologias apresentam organização geralmente tabular, sem lobos ou sigmóides, com maior proporção de rochas carbonáticas ou de rochas cimentadas por calcita (MEGLHIORATTI, 2006). Estes fatos sugerem que na região aflorante mais setentrional do Membro Serrinha, incluindo a região de Sapopema, os ambientes deposicionais provavelmente tiveram menor contribuição fluvial ou de fluxos gerados em fases chuvosas e, portanto, ocorria menor aporte de vegetais. Também deve ser lembrado que a descoberta de vegetais fósseis é muito mais difícil

em rochas compactas com cimentação por carbonato de cálcio do que em siltitos e argilitos.

2.6. Contexto paleoclimático com base no registro de macrofitofósseis durante o Permo-Carbonífero na Bacia do Paraná

O Sistema Permiano foi definido em 1841 pelo geólogo inglês Roderick Murchison para designar as camadas de margas, “xistos”, calcários, arenitos e conglomerados que recobrem o Sistema Carbonífero por todo o Grande Arco que se estende leste do Volga até os Urais e do Mar de Archangel até o sul de Orenburg. Pelos dados de Gradstein et al. (2004), compreende o intervalo de tempo de 299 a 251 milhões de anos.

No contexto global, foi o período em que o supercontinente Pangea se deslocou para o norte, o clima se tornou árido, as áreas pantanosas sofreram drástica redução, houve aumento das rochas evaporíticas e a vida na Terra sofreu o maior episódio de extinção, em que 90% das espécies marinhas e 65% das espécies terrestres desapareceram (GRADSTEIN et al., 2004).

A evolução florística do Permo-Carbonífero no Gondwana Ocidental reflete claramente as variações do clima durante esse período (RÖSLER, 1976; ARCHANGELSKY, 1986, 1990; ROHN & RÖSLER, 1987; ZIEGLER, 1990). Na Bacia do Paraná, esse registro começa durante o Neocarbonífero, momento em que ocorria a glaciação. Os macrofitofósseis preservados pertenceram às floras de intervalos interglaciais (BERNARDES-DE-OLIVEIRA et al., 2005). Após a glaciação e com o movimento do Gondwana para o norte, o aquecimento climático promoveu enriquecimento da flora e a geração de carvão (Formação Rio Bonito). Posteriormente, durante a deposição do Grupo Passa Dois ocorreram novas modificações climáticas e florísticas (RÖSLER, 1976).

A Formação Irati apresenta porções com calcários dolomíticos brechados e localmente evaporitos que devem ter sido originados sob condições bastante secas (LAGES, 2004). O registro de macrofitofósseis da Formação Irati é relativamente escasso. Caules permineralizados por sílica apresentam características xeromórficas que podem ser atribuídas à escassez de água (MUSSA, 1982). Segundo Rösler (1976), o registro paleobotânico das outras unidades do Grupo Passa Dois também

sugere aumento gradual das condições de aridez, as quais culminaram no Mesozóico durante a sedimentação das formações Pirambóia e Botucatu.

Os macrofitofósseis das formações Teresina e Corumbataí permitem realizar as seguintes interpretações paleoecológicas e paleoclimáticas:

a) as licófitas provavelmente eram hidro-higrófilas e toleravam águas ligeiramente salinas (RETALLACK, 1975; GASTALDO, 1986). As esfenófitas, que provavelmente também eram hidro-higrófilas a higrófilas, são muito mais raras na Formação Teresina. Uma possível explicação para tal fato poderia ser a menor tolerância das esfenófitas às condições salinas (ROHN, 1994);

b) as filicíneas modernas preferem os ambientes úmidos. Por outro lado, as pecopterídeas estudadas por Tavares (2007), provavelmente atribuíveis a Psaroniales, apresentam lâmina foliar grossa e encurvada para a face abaxial, evidências de pêlos e outras feições que foram interpretadas como características xeromórficas. A presença destas características pode estar relacionada a condições climáticas relativamente secas e/ou intensa incidência de raios solares por falta de árvores próximas mais altas que pudessem ter promovido sombra. Tavares (2007) também observou que os raros caules de Psaroniales encontrados na Formação Corumbataí apresentam estelos com diâmetros pequenos (provavelmente não porções apicais de caules devido à presença de manto radicular) e meristelos também pequenos, o que igualmente poderia estar relacionado a *stress* hídrico;

c) as folhas glossopterídeas, que são raras nas formações Teresina e Corumbataí, apresentam dimensões pequenas se comparadas com as espécies dos depósitos mais antigos que o Grupo Passa Dois. Pequenas áreas de limbos foliareas normalmente estão relacionadas à escassez de água (BERNARDES-DE OLIVEIRA, 1978; ROHN & RÖSLER, 1989b). As glossopterídeas provavelmente foram mais mesófilas em comparação às licófitas e às filicíneas, o que deve explicar sua menor abundância;

d) as coníferas do gênero *Krauselcladus*, seguramente encontradas apenas numa única localidade, apresentam feições que podem estar relacionadas ao xeromorfismo (FANTON et al., 2006). Em vista da raridade das coníferas, interpreta-se que elas viveram mais distantes do ambiente deposicional do que as licófitas, filicíneas e glossopterídeas. Ziegler (1990) comentou que as coníferas Voltziales teriam desenvolvido folhas aciculares e escamosas como adaptações a condições

secas. Elas seriam comumente encontradas em regiões transicionais para bacias evaporíticas em situações onde as chuvas eram marcadamente sazonais (ZIEGLER, 1990), ou ocupavam áreas de solos mais secos, nos divisores de água (SANDER, 1987);

e) troncos permineralizados por sílica da Formação Corumbataí também apresentam características xeromórficas (MUSSA, 1982).

Cabem algumas considerações a respeito das carófitas. Em geral, são indicadoras de condições límnicas, porém não obrigatoriamente de água doce. Por exemplo: existem carófitas em lagos atuais com evaporitos da Austrália, que suportam sazonalmente salinidades da ordem de 60 % (BURNE et al., 1980; De DECKKER, 1988). Desta forma, a presença de carófitas nas formações Teresina e Corumbataí não indica obrigatoriamente ambiente de água doce.

Em relação à Formação Rio do Rasto - Membro Serrinha, são importantes as seguintes considerações:

a) as licófitas desaparecem abruptamente a partir da base do Membro Serrinha. Considerando-se que estes vegetais hidro-higrófilos provavelmente habitavam margens de corpos d'água salinos durante a deposição da Formação Teresina, seu desaparecimento poderia estar relacionado com a dulcificação da água. O aparecimento de conchostráceos no Membro Serrinha – que são crustáceos de água doce – indica a modificação da salinidade da água no ambiente deposicional;

b) no caso das esfenófitas, seu potencial para extensa dispersão vegetativa permitia a colonização de substratos instáveis às margens dos lagos ou de cursos d'água (DIMICHELE et al., 1985). A dulcificação da água a partir da deposição do Membro Serrinha deve ter contribuído para substituição das licófitas pelas esfenófitas na vegetação hidro-higrófila (ROHN, 1994; ROHN & RÖSLER, 2000). *Sphenophyllum* provavelmente crescia em áreas menos freqüentemente submersas do que outras esfenófitas como *Paracalamites* (DIMICHELE et al., 1985). As paredes aparentemente espessas das células de *Schizoneura gondwanensis* podem ser evidências de clima relativamente seco (PANT et al., 1982);

c) no caso das filicíneas e psaroniales, devem valer as observações apresentadas para a Formação Corumbataí. Embora todas estejam preservadas

como impressões (e não como permineralizações), as pínulas também mostram encurvamento das lâminas para o lado abaxial e outras feições atribuíveis a xeromorfismo (ROHN & RÖSLER, 1986c). Infelizmente, não foram preservados caules;

d) em Rohn & Rösler (1989b) discutiu-se a possível utilização das glossopterídeas da Formação Rio do Rasto para interpretações paleoclimáticas. Esses elementos mesófilos deveriam refletir melhor as condições climáticas regionais que os fósseis hidro-higrófilos (SPICER & WOLFE, 1987). É necessário certo cuidado na análise da fisionomia foliar das glossopterídeas para interpretações climáticas porque o método foi desenvolvido, a priori, para as angiospermas (WOLFE & UPCHURCH, 1987). Além disso, há diversas críticas a respeito do método aplicado às próprias angiospermas porque a fisionomia foliar depende também de parâmetros não climáticos como a intensidade da luz, ventos, disponibilidade de nutrientes, pH do solo, altitude, etc (DOLPH & DILCHER, 1979; MEYEN, 1987) e porque o registro das folhas fósseis é mascarado por processos tafonômicos (GREENWOOD, 1992). Se o método for válido, diversas características poderiam ser evidências de clima relativamente seco (ROHN & RÖSLER, 1989b). As glossopterídeas mais longas e acuminadas da Formação Rio do Rasto talvez tenham pertencido a comunidades de áreas localmente mais úmidas. MAHESHWARI et al. (1991) também valorizaram a presença de glossopterídeas pequenas e com venação aberta nos depósitos do final do Permiano da Índia para evidenciar o término da fase de clima úmido.

Fatores tafonômicos mascaram a real diversidade da flora (ROHN, 1994). As condições deposicionais continentais da Formação Rio do Rasto promoveram registro fitofossilífero mais rico que na Formação Teresina. O grande número de afloramentos com vegetais supera inclusive as ocorrências nas unidades portadoras de carvão da Bacia do Paraná, supostamente originadas sob condições climáticas bem mais favoráveis ao desenvolvimento da flora. Portanto, a menor diversidade no registro paleobotânico da Formação Teresina não necessariamente indica diversidade florística original mais pobre (ROHN, 1994).

Também é necessário salientar que o provável aumento de aridez na região da Bacia do Paraná a partir da deposição do Grupo Passa Dois provavelmente apresentou oscilações e não foi totalmente gradual. As evidências de evaporitos na

Formação Irati podem ser indicativas de condições mais secas do que as reinantes durante a deposição da Formação Teresina e do Membro Serrinha. Devem ter ocorrido diversas oscilações climáticas, pois as intercalações de rochas carbonáticas, tanto da Formação Irati, como da Formação Teresina, provavelmente representam condições mais secas que as rochas siliciclásticas (ROHN, 2001; ROHN et al., 2003; LOURENÇO, 2003; LAGES, 2004; MEGLHIORATTI, 2005, 2006). Oscilações climáticas ainda devem ter ocorrido durante a deposição da Formação Rio do Rasto, pois na porção média do Membro Serrinha também há intercalações de rochas carbonáticas, especialmente na região de Sapopema e em áreas mais a norte (ROHN et al., 2003; LOURENÇO, 2003; MEGLHIORATTI, 2006). Depósitos de dunas eólicas aparecem bem desenvolvidos apenas no Membro Morro Pelado, mas nem estes indicam a instalação de condições totalmente desérticas. Praticamente até o topo da formação ainda recorrem macrofitofósseis, especialmente caules de esfenófitas, demonstrando que áreas mais úmidas ainda se expandiam durante certos intervalos de tempo (ROHN, 1994).

Na Índia, Austrália e Antártica, há depósitos de carvão e vegetais como *Phyllothea*, *Cordaitea*, *Raniganjia*, *Trizygia*, entre outros que sugerem a permanência de condições úmidas quase até o final do Permiano (PANT, 1987; ARCHANGELSKY, 1990; MAHESHWARI et al., 1991; MCLOUGHLIN, 1992). Portanto, o aumento de aridez aparentemente foi mais acentuado na porção ocidental do Gondwana.

2.7. Síntese das questões cronoestratigráficas e paleoambientais do Grupo Passa Dois

O Grupo Passa Dois foi pouco estudado através de ferramentas palinológicas e suscita discussões a respeito de sua idade. Tradicionalmente, todo o Grupo Passa Dois foi atribuído aos andares “Kazaniano” e “Tatariano” (DAEMON & QUADROS, 1970), equivalendo aproximadamente ao Permiano Médio (Guadalupiano) e parte do Permiano Superior (Lopingiano) das cartas cronoestratigráficas mais modernas (GRADSTEIN et al., 2004). Contudo, de acordo com algumas propostas a parte superior do grupo corresponderia ao Triássico (MILANI et al., 1994; FRANÇA et al., 1995). Por outro lado, Rohn & Lavina (1993) e Rohn & Stollhofen (2000)

apresentaram argumentos a favor da idade inteiramente permiana do Grupo Passa Dois, inclusive por correlações fundamentadas em bivalves da Bacia do Paraná e da Namíbia, além de datações radiométricas de cinzas vulcânicas na África (265.5 ± 2.2 Ma num nível correlacionável à parte inferior da Formação Rio do Rasto) (STOLLHOFEN et al., 2000).

Há importantes evidências sobre as idades fornecidas por vertebrados (BARBERENA et al., 1985), macrofitofósseis (ROHN & RÖSLER, 2000) e conchostráceos (ROHN, 1994). Uma datação radiométrica de cinzas vulcânicas da Formação Irati resultou na idade $278,4 \pm 2,2$ Ma (SANTOS et al., 2006), equivalendo ao Neoartinskiano, de modo que a deposição do Grupo Passa Dois teve início muito antes do que se suspeitava. O topo da Formação Rio do Rasto, na área de afloramentos, deve corresponder aproximadamente ao Wuchiapingiano (Lopingiano inferior) conforme dados recentes sobre conchostráceos (FERREIRA-OLIVEIRA & ROHN, informação verbal) e vertebrados (CISNEROS et al., 2004). Ainda há muitas dúvidas sobre as idades das formações Serra Alta e Teresina, onde ainda não foram realizadas datações radiométricas, nem há fósseis que indiquem correlações com outras bacias.

Polêmica maior refere-se aos ambientes deposicionais do Grupo Passa Dois, especialmente das formações Serra Alta e Teresina. Lages (2004) registrou raros acritarcos na Formação Irati, possivelmente evidenciando alguma conexão entre as águas da Bacia do Paraná e o oceano, ainda que muito restrita. Faltam informações sobre a possível ocorrência de acritarcos nas unidades sobrejacentes. Os principais fósseis destas unidades, como moluscos bivalves e restos de peixes, são endêmicos ou pouco diagnósticos em termos de salinidade da água. Provavelmente ocorreram oscilações da salinidade ao longo do tempo de acordo com o clima - ora mais úmido, ora mais seco (ROHN, 1994, 2001; LOURENÇO, 2002; MEGLHIORATTI, 2005, 2006). Somente na Formação Rio do Rasto há fósseis continentais, como conchostráceos e macrofitofósseis mais abundantes.

CAPÍTULO 3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Procedência do material estudado

As assembléias palinológicas estudadas provêm dos furos de sondagem SP-23-PR e SP-58-PR que se localizam na porção nordeste do Estado do Paraná, no sul do Município de Congonhinhas (Figura 4).

O furo de sondagem SP-23-PR (coordenadas UTM 7374,863 kmN / 545,384 kmE; cota de 953,64 m) abrange as formações Serra Alta (70 m), Teresina (349 m) e a parte inferior do Membro Serrinha (199 m) da Formação Rio do Rasto. Este furo é praticamente o único da Bacia do Paraná onde foi realizada testemunhagem contínua da porção inferior da Formação Rio do Rasto, apresentando pelitos cinzentos potencialmente ricos em palinomorfos.

O furo de sondagem SP-58-PR (coordenadas UTM 7373,930 kmN / 547,620 kmE; cota 814,10m) abrange as formações Serra Alta (80 m) e Teresina (345 m). Os 15 metros iniciais da Formação Serra Alta encontram-se alterados pela intrusão de magma que originou um espesso pacote de diabásio (52 m).

Os furos SP-23-PR e SP-58-PR da CPRM abarcam um intervalo de aproximadamente 600 m de espessura do Grupo Passa Dois, desde o topo da Formação Irati até a parte superior do Membro Serrinha da Formação Rio do Rasto, devendo facultar o primeiro levantamento sistemático das assembléias palinológicas mais jovens do Permiano (formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto).

Foram selecionadas 20 amostras do furo de sondagem SP-23-PR e 17 do furo SP-58-PR (Figura 5 e tabelas 1 e 2), escolhendo-se os níveis constituídos por folhelhos, argilitos ou siltitos escuros, cujo potencial de preservação dos palinomorfos é elevado pelo grau de oxidação provavelmente baixo. Selecionou-se uma amostra de cada furo para análise da parte superior da Formação Irati. Considerando-se que diversas caixas de testemunhos do furo SP-23-PR armazenadas no depósito do DNPM em São Pedro (SP) foram perdidas, a maioria das amostras das formações Serra Alta e Teresina são do furo SP-58-PR. As amostras selecionadas do furo SP-23-PR correspondem ao topo da Formação Teresina e à parte inferior da Formação Rio do Rasto (Membro Serrinha).

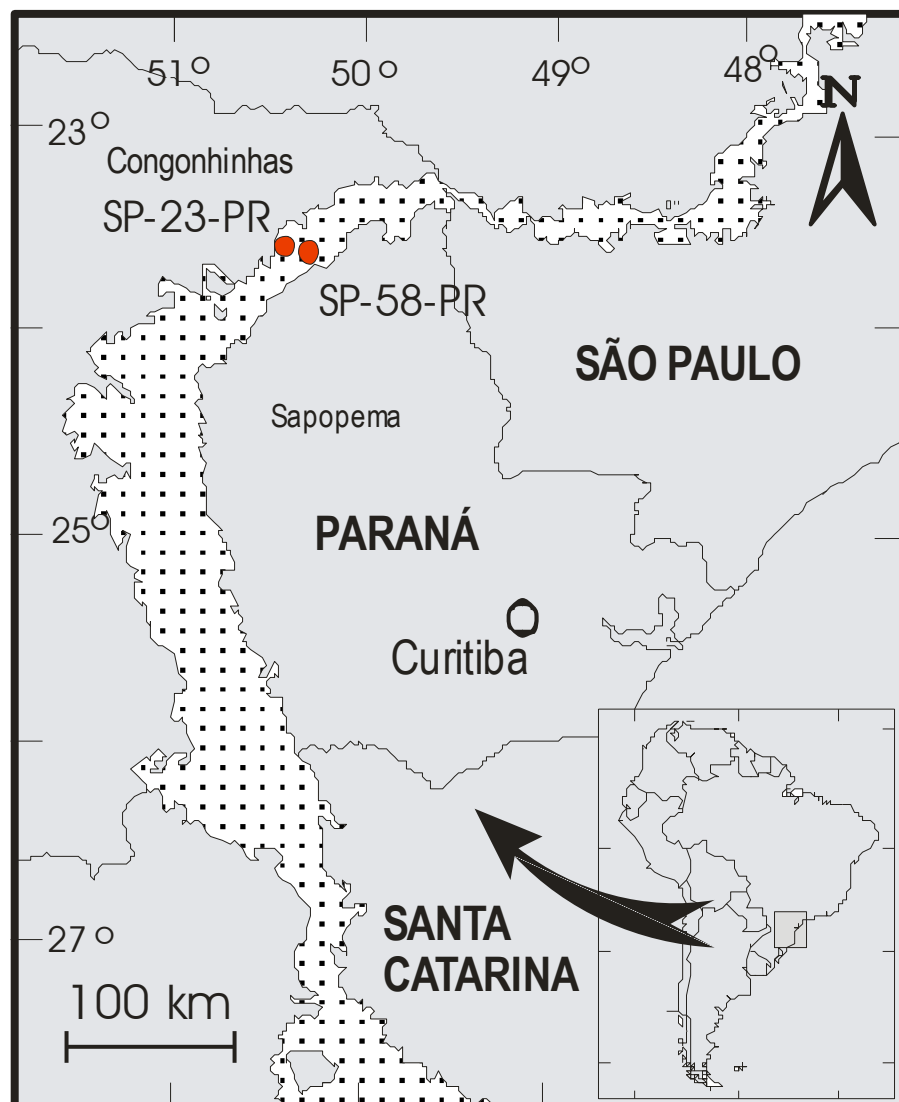


Figura 4: faixa de afloramento do Grupo Passa Dois na borda leste da Bacia do Paraná e localização dos dois furos de sondagem estudados.

3.2. Preparação das lâminas palinológicas

As lâminas palinológicas foram preparadas segundo os procedimentos descritos por Uesugui (1979) e Quadros & Mello (1987).

Antes de iniciar a preparação foi necessário gotejar HCl-10% sobre as amostras. Quando ocorreu reação, indicando a presença de carbonato de cálcio, a amostra foi submetida ao ataque de HCl a frio até a eliminação deste carbonato. Sem esse procedimento prévio forma-se fluoreto de cálcio, de difícil remoção.

As seis etapas de preparação são descritas abaixo:

1ª etapa → desagregação mecânica da rocha: triturou-se com um martelo aproximadamente 40 gramas da amostra, de modo a obter pedaços de 4 a 5 milímetros e também frações menores. Procurou-se não pulverizar a amostra para evitar a fragmentação dos palinomorfs;

2ª etapa → primeiro ataque químico: em um béquer de poliuretano de 1000 ml, colocou-se aproximadamente 300 ml de ácido fluorídrico 40%, por cerca de 24 horas, para eliminar os silicatos da amostra. Após a decantação, a amostra foi lavada com água destilada até a retirada total do ácido;

3ª etapa → segundo ataque químico: o resíduo foi colocado em um frasco Erlenmeyer adicionando-se aproximadamente 100 ml de ácido clorídrico 65%. Esse frasco Erlenmeyer foi colocado sobre chapa aquecedora, elevando-se lentamente a temperatura até 60°C para eliminar os fluorsilicatos e a sílica-gel que se formaram na primeira etapa. Esperou-se o material decantar e em seguida repetiu-se o processo de lavagem para a retirada do ácido;

4ª etapa → métodos de separação: as amostras foram peneiradas em malhas de 0,25mm e 0,025mm, conservando-se para as lâminas o resíduo retido entre as peneiras;

5ª etapa → preparação das lamínulas: gotejou-se uma ou duas gotas do resíduo com uma ou duas gotas do fixador Cellosize sobre a lamínula, espalhando-

os com um palito. A seguir, a lamínula foi levada à chapa aquecedora para a evaporação da água do resíduo. A função do Cellosize é manter os palinomorfos espalhados quando a água do resíduo se evapora;

6ª etapa → montagem da lâmina: por fim, a lamínula foi colada à lâmina utilizando-se Entellan (marca Merck).

Posteriormente, as lâminas foram depositadas no Museu de Paleontologia e Estratigrafia “Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim”, da Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, câmpus de Rio (IGCE - Unesp - Rio Claro).

3.3. Análise das lâminas palinológicas

Para a leitura das lâminas utilizou-se um microscópio óptico Zeiss modelo Standard com aumentos de 50 até 1000 vezes. A localização dos palinomorfos encontrados nas lâminas foi determinada através da utilização da “England Finder”, uma lâmina padrão com campos microscópicos demarcados, análogos às coordenadas geográficas. Através da escala micrométrica na ocular, características dos palinomorfos foram medidas, tais como as dimensões dos eixos equatorial e polar, da marca trilete e das ornamentações, como espinhos, verrugas, báculas, etc.

Após a leitura preliminar das lâminas, foram feitas fotos digitais de todos os palinomorfos suficientemente bem preservados para identificação, utilizando-se equipamento Canon acoplado ao microscópio e conectado ao computador. As fotos auxiliam na etapa de identificação.

Os palinomorfos foram inicialmente classificados em morfotipos e posteriormente identificados ao nível de gênero e espécie através de comparações com táxons da literatura. Foi necessário organizar fichários das principais espécies de palinomorfos do Permiano, envolvendo criterioso levantamento bibliográfico.

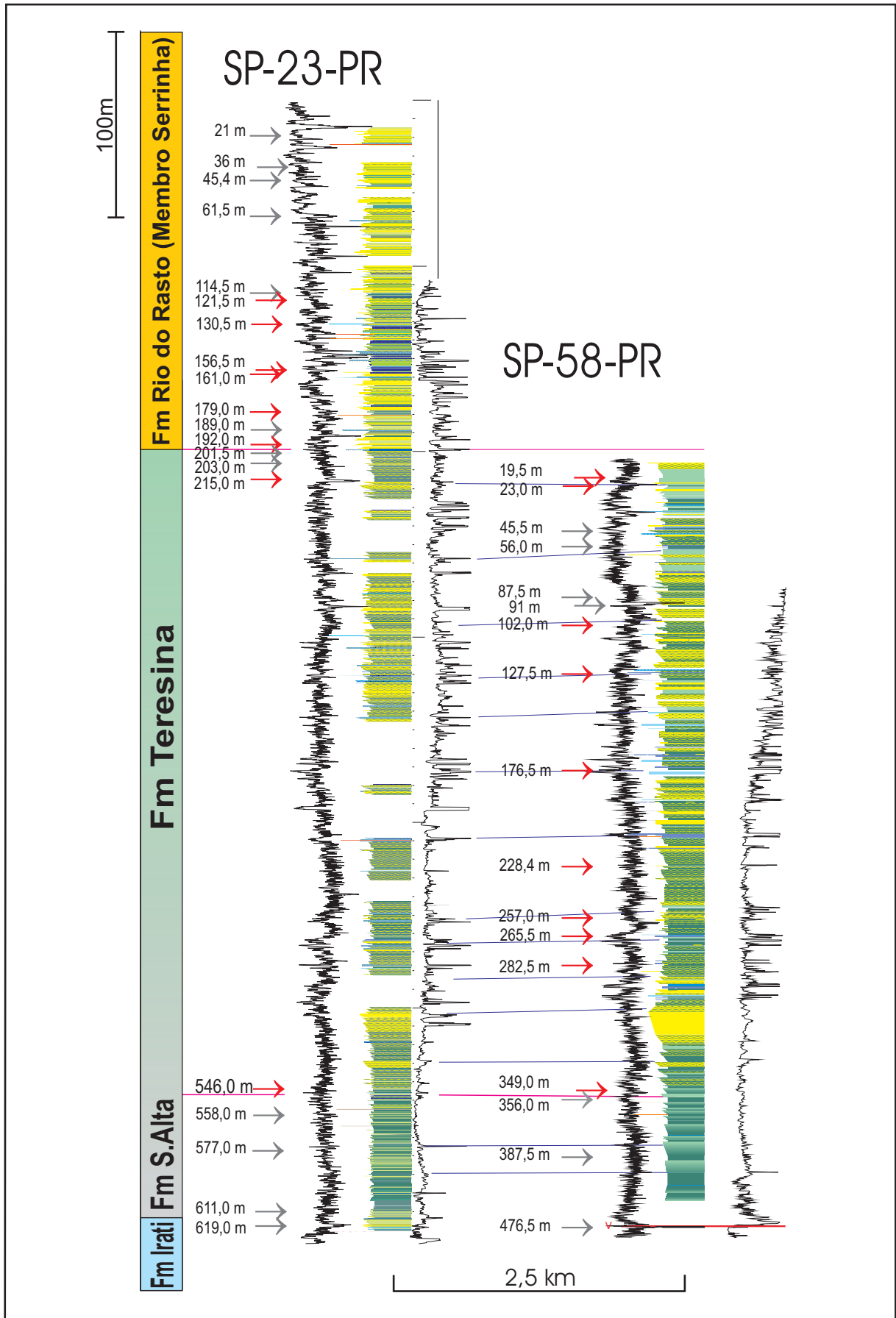


Figura 5: quadro com os perfis litológicos dos furos de sondagem SP-23-PR e SP-58-PR com curvas de raios gama (a esquerda) e resistividade (a direita). As setas indicam os níveis escolhidos para as lâminas palinológicas. Setas vermelhas indicam níveis férteis e as cinzas níveis estéreis.

Tabela 1

Quadro com os níveis escolhidos do furo de sondagem SP-23-PR para a realização das lâminas palinológicas.

SP-23-PR		
Profundidade (m)	Lâminas	Unidade litoestratigráfica
21	Estéril	Formação Rio do Rasto (Membro Serrinha)
36		
45,4		
61,5		
114,5		
121,5	Fértil	
130,5		
156,5		
161		
179		
189	Estéril	
192	Fértil	
201,5	Estéril	Formação Teresina
203		
215	Fértil	
546	Estéril	Formação Serra Alta
558		
577		
611		Formação Irati
619		

Tabela 2

Quadro com os níveis escolhidos do furo de sondagem SP-58-PR para a realização das lâminas palinológicas.

SP-58-PR		
Profundidade (m)	Lâminas	Unidade litoestratigráfica
19,5	Fértil	Formação Teresina
23		
45,5	Estéril	
56		
87,5		
91		
102		
127,5	Fértil	
176,5		
228,4		
257		
265,5		
282,5		
349		
356	Estéril	Formação Serra Alta
387,5		Formação Irati
476,5		

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Sistemática palinológica

Os esporos e grãos de pólen geralmente são encontrados nos sedimentos dissociados da planta-mãe. Devido a isso, sua classificação não pode seguir o Código Internacional de Nomenclatura Botânica, que considera para sua hierarquização as relações de parentesco entre as espécies, inviabilizando o uso das categorias Família, Ordem, Classe, etc. Assim, para sua classificação, utiliza-se um sistema artificial, baseado exclusivamente na morfologia. Apenas a separação nas categorias supragenéricas Proxigermíntes (esporos) e Variegermíntes (grãos de pólen) é natural (POTONIÉ, 1970).

O sistema de classificação utilizado neste estudo é o de Playford & Dettmann (1996), que está em uníssono com os trabalhos pioneiros de Potonié (1956, 1970), Potonié & Kremp (1954), Dettmann (1963) e Smith & Butterworth (1967).

Em relação aos palinófitos do Paleozóico, não é possível realizar filiações biológicas, apenas infere-se uma possível afinidade botânica. Neste estudo, esporos e grãos de pólen serão associados aos grupos paleobotânicos de acordo com os trabalhos de AZCUY (1978) e BALME (1995).

4.2. Listagem dos táxons

Entre as 20 amostras processadas do furo SP-23-PR, 8 são férteis e 12 são estéreis. Para o furo SP-58-PR, das 17 amostras processadas 10 são férteis e 7 são estéreis. As amostras estéreis são da parte superior da Formação Irati, toda a Formação Serra Alta e a parte superior do Membro Serrinha da Formação Rio do Rasto (Figura 5 e tabelas 1 e 2).

Em geral, as lâminas apresentam baixa abundância de palinomorfos, e a proporção de grãos de pólen é menor que a de esporos. Em determinados níveis, os esporos estão muito bem preservados.

Foram registradas 32 espécies de palinomorfos, sendo 15 de esporos (8 gêneros) e 17 grãos de pólen (10 gêneros).

Abaixo, as espécies encontradas:

Esporos

triletes	<i>Leiotrileles virkkii</i>
	<i>Lophotriletes</i> sp. 1
monoletes	<i>Spelaeotriletes</i> sp. 1
	<i>Laevigatosporites vulgaris</i>
	<i>Punctatosporites granifer</i>
	<i>Leschikisporis chacoparanaense</i>
	<i>Thymospora obscura</i>
	<i>Thymospora thiessenii</i>
	<i>Thymospora pseudothiessenii</i>
	<i>Thymospora rugulosa</i>
	<i>Thymospora criciumensis</i>
	<i>Thymospora</i> sp. nov. 1
	<i>Thymospora</i> sp. nov. 2
	<i>Thymospora</i> sp. nov. 3
	<i>Striatosporites</i> sp. 1
Grãos de pólen lisos	<i>Alisporites nuthalensis</i>
	<i>Alisporites grandis</i>
	<i>Alisporites</i> sp. 1
	<i>Vesicaspora wilsonni</i>
	<i>Vesicaspora</i> sp. 1
	<i>Striatoabietites</i> sp. 1
estriados	<i>Protohaploxypinus</i> spp.
	<i>Striatopodacarpites fusus</i>
	<i>Lueckisporites virkkiae</i>
	<i>Lueckisporites stenotaeniatus</i>

	<i>Lueckisporites nyakapendensis</i>
	<i>Staurosaccites quadrifidus</i>
	<i>Staurosaccites cordubensis</i>
plicados	<i>Vittatina vittifera</i>
	<i>Vittatina</i> spp.
	<i>Weylandites lucifer</i>
monocolpado	<i>Cycadopites glaber</i>

4.3. Descrições palinológicas

Anteturma **PROXIMEGERMINANTES** Potonié, 1970

Turma **TRILETES** (Reinsch) Dettmann, 1963

Suprasubturma **ACAVATITRILETES** Dettmann, 1963

Subturma **AZONOTRILETES** (Luber) Dettmann, 1963

Infraturma **LAEVIGATI** (Bennié & Kidston) Potonié, 1956

Gênero **LEIOTRILETES** (Naumova) Potonié & Kremp, 1954

Espécie-tipo: *Leiotriletes sphaerotriangulus* (Loose) Potonié & Kremp, 1954

Afinidade botânica: Pteridophyta-Filicopsida (Azcuy, 1978); Filicopsida (Botryopteridales, Zygopteridales), Cycadopsida/Ginkgoopsida (Balme, 1995).

Leiotriletes virkkii Tiwari, 1965

Estampa 1, Figura 1

Descrição: esporo trilete, simetria radial, isopolar, contorno equatorial triangular, lados levemente convexos e vértices arredondados. Marca trilete distinta, com raios retos alcançando 3/4 a 4/5 do raio total. Exina fina (menor que 2 µm) e lisa.

Dimensões (4 espécimes): diâmetro equatorial = 50-62 µm.

Distribuição: SP-23-PR: 215m.

SP-58-PR: 228,4m, 127,5m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Marques-Toigo (1988): Grupo Itararé e Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo); Quadros et al. (1995); Souza (2000): Grupo Itararé e Grupo Guatá (Formação Rio Bonito); Souza (2006).

Infraturma **APICULATI** (Bennié & Kidston) Potonié, 1956

Subinfraturma **NODATI** Dybová & Jachowicz, 1957

Gênero *LOPHOTRILETES* (Naumova) Potonié & Kremp, 1954

Espécie-tipo: *Lophotriletes gibbosus* (Ibrahim) Potonié & Kremp, 1954.

Afinidade botânica: Pteridophyta-Filicophyta (Azcuy, 1978); Filicopsida (Botryopteridales) (Balme, 1995).

***Lophotriletes* sp. 1**

Estampa 1, Figura 2

Descrição: esporo trilete, contorno equatorial triangular, lados levemente côncavos e vértices arredondados. Marca trilete distinta, com raios retos alcançando 3/5 do raio total. Exina fina (1 µm). Ornamentação constituída por cones de diâmetro e altura menor que 1 µm, distribuídos irregularmente e separados por distâncias de 2 a 3 µm.

Dimensões (3 espécimes): diâmetro equatorial = 48-62 µm

Observação: os espécimes acima foram colocados no gênero *Lophotriletes* devido a sua ornamentação ser predominantemente constituída por cones. O gênero *Horriditriletes* pode apresentar ornamentação composta por cones, mas o predomínio é de báculas, verrugas, clavas e espinhos (ARCHANGELSKY & GAMERRO, 1979).

Distribuição: SP-58-PR: 228,4m, 23m.

Suprasubturma **PSEUDOSACCITRILETES** Richardson, 1965

Infraturma **MONOPSEUDOSACCITI** Smith & Butterworth, 1967

Gênero *SPELAEOTRILETES* Neves & Owens, 1966

Espécie-tipo: *Spelaeotriletes triangulus* Neves & Owens, 1966

Afinidade botânica: sem referência.

***Spelaeotriletes* sp. 1**

Estampa 1, Figura 3

Descrição: esporo trilete, simetria radial, contorno equatorial circular. Raios da marca trilete retos, finos e alcançando 1/3 do diâmetro total. Exina fina (1 µm). Corpo central circular, distinto, de coloração mais escura que o pseudosaco, alcançando pouco mais da metade do diâmetro total. Ornamentação constituída por pequenos cones com diâmetro e altura menor que 1 µm.

Dimensões (1 espécime): diâmetro equatorial = 78 µm, diâmetro do corpo central = 43 µm.

Distribuição: SP-58-PR: 282,5m.

Turma **MONOLETES** (Ibrahim) Dettmann, 1963

Suprasubturma **ACAVATOMONOLETES** Dettmann, 1963

Subturma **AZONOMONOLETES** (Lüder) Dettmann, 1963

Infraturma **LAEVIGATOMONOLETI** Dybová & Jachowicz, 1957

Gênero *LAEVIGATOSPORITES* (Ibrahim) Dettmann, 1963

Espécie-tipo: *Laevigatosporites vulgaris* (Ibrahim) Alpern & Doubinger, 1973

Afinidade botânica: Pteridophyta-Sphenopsida (Azcu, 1978); Equisetopsida/ Filicopsida (Marattiales, Polypodiaceae (Balme, 1995)).

Laevigatosporites vulgaris (Ibrahim) Alpern & Doubinger, 1973

Estampa 1, Figura 4

Descrição: esporo monolete, liso, simetria bilateral, contorno equatorial elipsoidal, abertura reta ou curvada, sem lábios, medindo aproximadamente 2/3 do diâmetro equatorial. Exina fina (2-3 µm).

Dimensões (77 espécimes): eixo longitudinal = 76-100 μm , eixo transversal = 48-64 μm .

Distribuição: SP-23-PR: 23m, 215m, 192m.

Distribuição: SP-58-PR: 282,5m, 265,5m, 257m, 228,4m, 176,5m, 102m, 23m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Daemon & Quadros (1970): como as formas p. 289 e 294, encontradas no Grupo Guatá (Formação Rio Bonito) e Grupo Passa Dois (Formação Teresina); Marques-Toigo (1988): Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formação Irati); Quadros et al. (1995).

Infraturma **SCULPTATOMONOLETI** Dybová & Jachowicz, 1957

Gênero *PUNCTATOSPORITES* (Krutzsch) Alpern & Doubinger, 1973

Espécie-tipo: *Punctatosporites minutus* (Ibrahim) Alpern & Doubinger, 1973

Afinidade botânica: Filicopsida (Marattiales) (Balme, 1995).

Punctatosporites granifer (Potonié & Kremp) Alpern & Doubinger, 1973

Estampa 1, Figura 5

Descrição: esporo monolete, contorno equatorial subcircular, abertura reta e fina alcançando metade do diâmetro equatorial com lábios de aproximadamente 1,5 μm de largura. Ornamentação constituída por cones de aproximadamente 0,5 μm em altura e diâmetro. Exina fina (1 μm).

Dimensões (10 espécimes): eixo maior = 33-47 μm ; eixo menor = 30-43 μm . Razão entre o eixo menor e o maior de aproximadamente 0,90.

Distribuição: SP-23-PR: 215m.

SP-58-PR: 228,4m, 127,5m, 102m, 23m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: inédita.

Gênero *LESCHIKISPORIS* Potonié, 1958

Espécie-tipo: *Leschikisporis aduncus* (Leschik) Potonié, 1958

Afinidade botânica: Pteridophyta-Filicopsida (Bhardwaj & Singh, 1956 apud Vergel, 1990); Filicopsida (Marattiales) (Balme, 1995).

***Leschikisporis chacoparanaense* Vergel, 1990**

Estampa 1, Figura 6

Descrição: esporo monolete de contorno subcircular. A espécie pode apresentar dois raios da marca trilete formando uma linha quase reta, sem lábios e alcançando todo o diâmetro equatorial, e o terceiro raio bastante reduzido. Ornamentação formada por microgrânulos menores que 1/2 µm em diâmetro e altura e espaçamento entre 1 e 2 µm. Exina de 3 µm.

Dimensões (3 espécimes): eixo maior = 47-43 µm, eixo menor = 41-43 µm.

Distribuição: SP-58-PR: 228,4m

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: inédita.

Gênero *THYMOSPORA* (Wilson & Venkatachala) Alpern & Doubinger, 1973

Espécie-tipo: *Thymospora thiessenii* (Kosanke) Wilson & Venkatachala, 1963.

Afinidade botânica: Pteridophyta-Filicopsida (Azcuy, 1978); Filicopsida (Marattiales) (Balme, 1995).

***Thymospora obscura* (Kosanke) Wilson & Venkatachala, 1963.**

Estampa 1, Figura 7

Descrição: esporo monolete, simetria radial, isopolar, contorno equatorial subcircular. Marca monolete pode alcançar toda a extensão equatorial. Exina fina (2 a 3 µm). Ornamentação constituída por cones menores que 2 µm em diâmetro e altura e espaçamento entre 1 e 2 µm.

Dimensões (22 espécimes): eixo maior = 31-41µm; eixo menor = 24-36 µm.

Distribuição: SP-23-PR: 215m, 192m, 179m.

SP-58-PR: 265,5m, 257m, 228,4m, 176,5m, 127,5m, 102m, 23m, 19,5m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: inédita.

Thymospora thiessenii (Kosanke) Wilson & Venkatachala, 1963.

Estampa 1, Figura 8

Descrição: esporo monoete, simetria radial, isopolar, contorno equatorial subcircular. Marca monoete pode alcançar toda a extensão equatorial e apresentar um terceiro raio reduzido. Quando compactado pode apresentar formato mais elipsoidal que subcircular. Exina com 2 a 4 μm de espessura. Ornamentação constituída predominantemente por verrugas, com diâmetro basal entre 3 a 4 μm , altura de 2 a 3 μm , ápices arredondados e espaçamento menor que 2 μm .

Dimensões (21 espécimes): eixo maior = 35-48 μm ; eixo menor = 21-43 μm .

Distribuição: SP-23-PR: 215m, 179m, 161m.

SP-58-PR: 282,5m, 265,5m, 228,4m, 176,5m, 102m, 23m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: inédita.

Thymospora pseudothiessenii (Kosanke) Wilson & Venkatachala, 1963.

Estampa 2, Figura 1

Descrição: esporo monoete, simetria radial, isopolar, contorno equatorial subcircular. Marca monoete pode alcançar 4/5 do diâmetro total. Exina entre 1,5 e 2,5 μm . Ornamentação constituída por rúgulas de largura entre 3 e 4 μm e altura entre 1 e 5 μm e verrugas de altura entre 1 e 3 μm , largura entre 3 e 8 μm com topos arredondados. O topo das verrugas apresenta pequenos dentículos. Apresenta pequenos grânulos entre a ornamentação.

Dimensões (13 espécimes): eixo maior = 36-45 μm , eixo menor = 32-40 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 282,5m, 265,5m, 228,4m, 176,5m, 127,5m, 23m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: inédita.

Thymospora rugulosa Mautino, Vergel & Anzótegui, 1998

Estampa 2, Figura 2

Descrição: esporo monolete, contorno equatorial circular a levemente subcircular. Marca monolete pode alcançar 4/5 do diâmetro total. Exina fina (2 µm). Ornamentação constituída por rúgulas bastante sinuosas com altura entre 2 e 3 µm, largura entre 4 e 5 µm, espaçamento entre 1 e 2 µm e topos arredondados.

Dimensões (5 espécimes): eixo maior = 48-50 µm; eixo menor = 46-49 µm.

Distribuição: SP-58-PR: 265,5m, 228,4m, 102m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: inédita.

Thymospora criciumensis Quadros, Marques-Toigo & Cazzulo-Klepzig, 1995

Estampa 2, Figura 3

Descrição: esporo monolete, simetria bilateral, contorno equatorial subcircular. Marca monolete pode alcançar toda a extensão equatorial, com ou sem lábios. Exina grossa (5 a 7 µm). Ornamentação vermiculada, com lúminas entre 2 e 3 µm em diâmetro.

Dimensões (8 espécimes): eixo maior = 44-53µm; eixo menor = 40-47 µm.

Distribuição: SP-58-PR: 265,5m, 228,4m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Marques-Toigo (1988): Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo); Quadros et al. (1995); Souza & Marques-Toigo (2005).

Observação: a espécie *Thymospora criciumensis* foi inicialmente descrita por Leipnitz (1981) como *Thymospora catarinensis*, porém a autora não a publicou formalmente. Marques-Toigo (1988) registrou a espécie em sua tese de doutoramento. Por fim, Quadros, Marques-Toigo & Cazzulo-Klepzig (1995) publicaram formalmente a espécie, invalidando o nome dado por Leipnitz (1981).

***Thymospora* sp. nov. 1**

Estampa 2, Figura 4

Descrição: esporo monolete, contorno equatorial subcircular. Marca monolete com lábios de 5 µm, podendo alcançar toda a extensão equatorial. Exina fina (1-2 µm). Ornamentação constituída predominantemente por rúgulas de 4 µm de largura, báculas com altura entre 3 e 4 µm, diâmetro de 3 µm e ápices redondos ou

aplainados, e secundariamente por verrugas, com diâmetro de 3 μm e altura de 1-2 μm .

Dimensões (7 espécimes): eixo maior = 43-54 μm , eixo menor = 43-47 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 228,4m.

***Thymospora* sp. nov. 2**

Estampa 2, Figura 5

Descrição: esporo monolete, apresentando um terceiro raio reduzido a 1/5 do diâmetro equatorial. Marca monolete alcança aproximadamente 4/5 do diâmetro, sem lábios. Exina fina (2 μm). Ornamentação constituída predominantemente por rúgulas com altura de aproximadamente 1 μm , largura de 2 a 4 μm e espaçamento entre 1 e 2 μm , e secundariamente por raras verrugas, com diâmetro de 1 a 3 μm e altura de 1 μm .

Dimensões (8 espécimes): eixo maior = 52-34 μm , eixo menor = 31-48 μm .

Distribuição: SP-23-PR: 215m, 192m.

SP-58-PR: 228,4m.

***Thymospora* sp. nov. 3**

Estampa 2, Figura 6

Descrição: esporo monolete, contorno equatorial subcircular. Marca monolete com lábios de 5 μm , podendo alcançar 2-3 do diâmetro. Exina fina (2-3 μm). Ornamentação constituída por rúgulas de altura entre 1 e 2 e largura de 2 a 4 μm , e verrugas com ápices arredondados de diâmetro e altura 3 μm . Espaçamento entre a ornamentação de 1 a 2,5 μm .

Dimensões (11 espécimes): eixo maior = 34-52 μm , eixo menor = 31-47 μm .

Distribuição: SP-23-PR: 215m.

SP-58-PR: 228,4m.

Tabela 3

Quadro comparativo com as características das espécies do Gênero *Thymospora*.

Espécie	Ornamentação	Dimensões (µm)		
		altura	largura	diâmetro
<i>Thymospora obscura</i>	Cones	< 2		< 2
<i>Thymospora thiessenii</i>	Verrugas	2-3	3-4	
<i>Thymospora pseudothiessenii</i>	Verrugas. Grânulos entre as verrugas	1-3	3-8	
	Rúgulas com dentículos no topo. Grânulos entre as rúgulas	1-5	3-4	
<i>Thymospora rugulosa</i>	Rúgulas sinuosas	2-3	4-5	
<i>Thymospora criciumensis</i>	Rúgulas	2-3	4-5	1-2
	Lúminas			2-3
<i>Thymospora</i> sp. nov. 1	Rúgulas	< 1	4	
	Báculas	3-4	3	
	Secundariamente verrugas	1-2	3	
<i>Thymospora</i> sp. nov. 2	Rúgulas baixíssimas	1	2-4	
	Verrugas	1	1-3	
<i>Thymospora</i> sp. nov. 3	Rúgulas	1-2	2-4	
	Raras verrugas	3	3	

Gênero *STRIATOSPORITES* (Bhardwaj) Playford & Dino, 2000

Espécie-tipo: *Striatosporites major* Bhardwaj, 1954.

Afinidade botânica: Schizeaceae (Alpern & Doubinger, 1973).

***Striatosporites* sp. 1**

Estampa 2, Figura 7

Descrição: esporo monolete, simetria bilateral, contorno equatorial elipsoidal e sinuoso. Marca monolete pode alcançar 4/5 do diâmetro total, sem lábios. Exina fina (2 µm). Apresenta canais paralelos na face proximal e canais perpendiculares na face distal, espessos ou fracamente definidos.

Dimensões (12 espécimes): eixo maior = 73-82 μm ; eixo menor = 50-56 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 228,4m.

Anteturma **VARIEGERMINANTES** Potonié, 1970

Turma **SACCITES** Erdtmann, 1947

Subturma **DISACCITES** Cookson 1947

Infraturma **DISACCITRILETI** (Leschik) Potonié 1958

Gênero ALISPORITES (Daugherty) Nilsson, 1958

Espécie tipo: *Alisporites oppi* Daugherty, 1941

Afinidade botânica: Ginkgoopsida/Coniferopsida (Balme, 1995).

Alisporites nuthalensis Clarke, 1965

Estampa 2, Figura 8

Descrição: grão de pólen bissacado, simetria bilateral, elipsoidal longitudinalmente, haploxilonóide. Corpo central subcircular a elipsoidal transversalmente, com capa e cúpula bastante fina e sulco fusiforme fracamente definido na face distal. Em alguns exemplares a face proximal pode apresentar fina estria longitudinal. Sacos semicirculares, microrreticulados, de largura igual ou um pouco menor que o corpo central, unidos a este por pregas côncavas, simetricamente opostas.

Dimensões (17 espécimes): eixo longitudinal do grão = 58-67 μm , eixo transversal do grão = 37-40 μm ; eixo maior do corpo central = 32-40 μm , eixo menor do corpo central = 32-37 μm ; comprimento dos sacos = 18-25 μm , largura dos sacos = 30-36 μm .

Distribuição: SP-23-PR: 215m, 179m, 121,5m.

SP-58-PR: 282,5m, 257m, 228,4m, 176,5m, 127,5m, 102m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Daemon & Quadros (1970): como a forma p. 331, encontrada no Subgrupo Itararé e no Grupo Passa Dois (Formação Teresina); Lages (2004): Grupo Passa Dois (Formação Irati); Souza & Marques-Toigo (2005).

***Alisporites grandis* Clarke, 1965**

Estampa 3, Figura 1

Descrição: grão de pólen bissacado, simetria bilateral, elipsoidal longitudinalmente, diploxilonóide. Corpo central circular a subcircular com sulco fusiforme fracamente definido na face distal. Sacos semicirculares, de largura igual ou ligeiramente menor que o corpo central, unidos a este por pregas levemente côncavas.

Dimensões (4 espécimes): eixo longitudinal do grão = 62-81 μm , eixo transversal do grão = 43-70 μm ; eixo maior do corpo central = 43-50 μm , eixo menor do corpo central = 35-50 μm ; comprimento dos sacos = 12-16 μm , largura dos sacos = 45-70 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 176,5 m, 102 m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: inédita.

Observações: o critério para separar os gêneros *Alisporites* e *Falcisporites* é a presença, neste último, de um sulco fusiforme claramente definido na face distal do corpo central. No entanto, verifica-se que outros autores têm interpretações diferentes (e.g., Foster, 1979), o que torna dúbia a classificação destas formas, uma vez que nem sempre é possível visualizar o sulco, seja pelo grau de preservação ou pelo fino espessamento da parede do corpo central na face distal, como observado nos sete exemplares encontrados.

***Alisporites* sp. 1**

Estampa 3, Figura 2

Descrição: grão de pólen bissacado, haploxilonóide, elipsoidal no sentido longitudinal. Corpo central elipsoidal longitudinalmente. Face proximal apresentando tênias mal preservadas de comprimento igual ao eixo maior do corpo central. Sacos semicirculares, pequenos, da largura do corpo central ou um pouco menor, unidos a este por pregas retas ou levemente côncavas e com cappa bastante significativa.

Dimensões (5 espécimes): eixo longitudinal do grão = 60-88 μm ; eixo transversal do grão = 30-48 μm ; eixo maior do corpo central = 40-55 μm , eixo menor do corpo central = 30-45 μm ; comprimento dos sacos = 20-30 μm , largura dos sacos = 30-43 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 257m, 228,4m, 102m, 23m.

Gênero *VESICASPORA* (Schemel) Wilson & Venkatachala, 1963

Espécie-tipo: *Vesicaspora wilsonii* (Schemel) Wilson & Venkatachala, 1963

Afinidade botânica: Ginkgoopsida (Balme, 1995).

***Vesicaspora wilsonii* (Schemel) Wilson & Venkatachala, 1963**

Estampa 3, Figura 3

Descrição: grão de pólen bissacado, levemente diploxilonóide, alongado longitudinalmente. Corpo central indistinto. Sacos semicirculares, pouco maiores que o corpo central, cobrindo-o parcialmente e unidos a este por pregas côncavas.

Dimensões (1 espécime): eixo longitudinal do grão = 88 μm , eixo transversal do grão = 63 μm ; comprimento dos sacos = 30 μm , largura dos sacos = 63 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 228,4m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Marques-Toigo (1988): Grupo Itararé e Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo); Quadros et al., 1995;

***Vesicaspora* sp. 1**

Estampa 3, Figura 4

Descrição: grão de pólen bissacado, contorno elipsoidal no sentido do eixo longitudinal. Corpo central indistinto. Sacos elipsoidais, menores que o corpo central, unidos a este por duas pregas retas.

Dimensões (5 espécimes): eixo longitudinal do grão = 53-64 μm , eixo transversal do grão = 30-40 μm ; eixo maior do corpo central = 30-40 μm , eixo menor do corpo central = 20-23 μm ; comprimento do saccus = 20-22 μm , largura dos sacos = 26-32 μm .

Distribuição: SP-23-PR: 179m.

SP-58-PR: 228,4m, 176,5m, 102m.

Gênero *STRIATOABIETITES* (Sedova) Hart, 1964

Espécie-tipo: *Striatoabietites brickii* Sedova, 1956 in Hart, 1964

Afinidade botânica: Gymnosperma-Coniferales (Azcuy, 1978).

***Striatoabietites* sp. 1**

Estampa 3, Figura 5

Descrição: grão de pólen bissacado, haploxilonóide, elipsoidal no sentido do eixo longitudinal. Corpo central elipsoidal longitudinalmente, escurecido em relação ao saccus, com marca monolete reta e bem definida, alcançando 2/3 do comprimento do corpo central. Sacos semicirculares, grandes, ligeiramente maiores que o corpo central, unidos a este por duas pregas retas e espessas.

Dimensões (5 espécimes): eixo longitudinal do grão = 100-110 µm, eixo transversal do grão = 42-45 µm; eixo maior do corpo central = 61-67 µm, eixo menor do corpo central = 42-45 µm; comprimento do saccus = 43 µm, largura dos sacos = 50-53 µm.

Distribuição: SP-23-PR: 215 m.

SP-58-PR: 228,4m.

Infraturma **Striatiti** Pant, 1954

Gênero *PROTOHAPLOXYPINUS* (Samoilovich) Hart, 1964

Espécie-tipo: *Protohaploxypinus latissimus* (Luber & Valts) Samoilovich, 1953 in Hart, 1964.

Afinidade botânica: Gymnosperma-Glossopteridales (Azcuy, 1978); Ginkgoopsida (Glossopteridales/Peltaspermales) (Balme, 1995).

***Protohaploxypinus* spp.**

Estampa 3, Figura 6

Descrição: grão de pólen bissacado, haploxilonóide, elipsoidal no sentido longitudinal. Corpo central circular a subcircular. Face proximal do corpo central apresentando 5 ténias longitudinais. Saccus semicirculares, de largura igual ou ligeiramente menor que o corpo central, unidos a este por pregas côncavas.

Dimensões (4 espécimes): eixo longitudinal do grão = 70-78 µm, eixo transversal do grão = 40-51 µm; eixo maior do corpo central = 40-48 µm, eixo menor

do corpo central = 32-40 μm ; comprimento dos sacos = 13-18 μm , largura dos sacos = 40-48 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 228,4m, 102m.

Gênero *STRIATOPODOCARPITES* (Sedova) Hart, 1964

Espécie-tipo: *Striatopodocarpites tojmensis* (Sedova) Hart, 1964.

Afinidade botânica: Ginkgoopsida (?Glossopteridales) (Balme, 1995)

***Striatopodocarpites fusus* (Balme & Hennelly) Potonié, 1958**

Estampa 3, Figura 7

Descrição: grão de pólen bissacado, diploxilonóide, alongado longitudinalmente. Corpo central circular. Face proximal apresentando sete ténias longitudinais levemente sinuosas. Saccus semicirculares, pouco maiores que o corpo central, cobrindo-o por 2/3 do seu diâmetro.

Dimensões (1 espécime): eixo longitudinal do grão = 73 μm , eixo transversal do grão = 50 μm ; eixo do corpo central = 40 μm ; comprimento dos sacos = 32 μm , largura dos sacos = 50 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 102 m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Daemon & Quadros (1970): como a forma p. 306, encontrada no Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (formações Irati, Serra Alta e Teresina); Marques-Toigo (1988): Grupo Guatá (Formação Palermo) e Grupo Passa Dois (Formação Irati); Quadros et al., 1995; Souza & Marques-Toigo (2001): Grupo Guatá (Formação Palermo) e Grupo Passa Dois (Formação Irati); Lages (2004): Grupo Passa Dois (Formação Irati); Souza & Marques-Toigo (2005): Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (formações Serra Alta e Teresina); Premaor et al. (2006): Grupo Passa Dois (Formação Irati).

Gênero *LUECKISPORITES* (Potonié & Klaus) Jansonius, 1962

Espécie-tipo: *Lueckisporites virkkiae* Potonié & Klaus, 1954

Afinidade botânica: Gymnosperma-Coniferales (Azcu, 1978); Coniferopsida (Balme, 1995).

***Lueckisporites virkkiae* Potonié & Klaus, 1954**

Estampa 3, Figura 8

Descrição: grão de pólen bissacado, diploxilonóide, elipsoidal longitudinalmente. Corpo central circular. Face proximal dividida ao meio por duas ténias circulares, com uma pequena área livre entre si. Sacos semicirculares, maiores que o corpo central e unidos a este por pregas retas.

Dimensões (9 espécimes): eixo longitudinal do grão = 85 µm, eixo transversal do grão = 57 µm; diâmetro do corpo central = 42 µm; comprimento dos sacos = 35 µm, largura dos sacos = 57 µm.

Distribuição: SP-23-PR: 130m.

SP-58-PR: 349m, 282,5m, 257m, 228,4m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Daemon & Quadros (1970): como a forma p. 325, encontrada no Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (formações Irati, Serra Alta e Teresina); Marques-Toigo (1988): Grupo Guatá (Formação Palermo) e Grupo Passa Dois (Formação Irati); Quadros et al. (1995); Souza & Marques-Toigo (2001): Grupo Guatá (Formação Palermo) e Grupo Passa Dois (Formação Irati); Lages (2004): Grupo Passa Dois (Formação Irati); Souza & Marques-Toigo (2005): Grupo Guatá (Formação Palermo) e Grupo Passa Dois (formações Serra Alta e Teresina); Premaor et al. (2006): Grupo Passa Dois (Formação Irati).

***Lueckisporites stenotaeniatatus* Menéndez, 1976**

Estampa 4, Figura 1

Descrição: grão de pólen bissacado, diploxilonóide, alongado longitudinalmente. Corpo central elipsoidal longitudinalmente. Face proximal apresentando duas ténias longitudinais retas, com comprimento igual ao eixo maior do corpo central e largura de aproximadamente $\frac{1}{4}$ do eixo menor e com área central

livre. Sacos semicirculares, maiores que o corpo central, unidos a este por pregas retas.

Dimensões (3 espécimes): eixo longitudinal do grão = 65 μm , eixo transversal do grão = 43 μm ; eixo maior do corpo central = 49 μm , eixo menor do corpo central = 34 μm ; comprimento dos sacos = 24 μm , largura dos sacos = 43 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 228,4m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Marques-Toigo (1988): Grupo Guatá (Formação Palermo) e Grupo Passa Dois (Formação Irati); Souza & Marques-Toigo (2001): Grupo Guatá (Formação Palermo) e Grupo Passa Dois (Formação Irati); Souza & Marques-Toigo (2005): Grupo Guatá (Formação Palermo) e Grupo Passa Dois (formações Serra Alta e Teresina); Premaor et al. (2006): Grupo Passa Dois (Formação Irati).

***Lueckisporites nyakapendensis* Hart, 1960**

Estampa 4, Figura 2

Descrição: grão de pólen bissacado, haploxilonóide a levemente diploxilonóide, elipsoidal longitudinalmente. Corpo central elipsoidal longitudinalmente. Face proximal dividida por duas ténias reniformes, com largura de 1/3 do eixo menor e comprimento igual ao do eixo maior do corpo central, e área livre entre si com largura de aproximadamente 1/3 da largura do eixo menor do corpo central. Sacos semicirculares, um pouco maiores que a largura do eixo menor do corpo central e unidos a este por pregas retas.

Dimensões (1 espécime): eixo longitudinal do grão = 90 μm , eixo transversal do grão = 50 μm ; eixo maior do corpo central = 55 μm , eixo menor do corpo central = 40 μm ; comprimento dos sacos = 35 μm , largura dos sacos = 50 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 228,4m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Premaor et al. (2006): Grupo Passa Dois (Formação Irati).

Gênero *STAUROSACCITES* Dolby, 1976

Espécie-tipo: *Staurosaccites quadrifidus* Dolby, 1976.

Afinidade botânica: sem referência.

***Staurosaccites quadrifidus* Dolby, 1976**

Estampa 4, Figura 3

Descrição: grão de pólen bissacado de contorno equatorial circular. Corpo central circular dividido ao meio por uma estreita estria longitudinal que alcança a margem. Sacos semicirculares, muito pouco inflados, de inserção distal, separados por estreita estria transversal, de modo que o grão apresenta aspecto característico de um círculo cortado por duas retas perpendiculares entre si.

Dimensões (11 espécimes): eixo longitudinal do grão = 48-55 μm , eixo transversal do grão = 43-45 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 257m, 127,5m, 102m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Daemon & Quadros (1970): como a forma p. 537, encontrada no Grupo Guatá (Formação Palermo) e no Grupo Passa Dois (Formação Teresina); Premaor et al. (2006): Grupo Passa Dois (Formação Irati).

***Staurosaccites cordubensis* Archangelsky & Gamero, 1979**

Estampa 4, Figura 4

Descrição: grão de pólen bissacado de contorno equatorial levemente subcircular. Corpo central circular dividido ao meio por uma estreita estria longitudinal que alcança a margem. Sacos semicirculares, pouco inflados, de inserção distal e separados por significativa estria transversal proximal, formando leptoma de aproximadamente 1/4 do diâmetro do corpo central.

Dimensões (4 espécimes): eixo longitudinal do grão = 65-61 μm , eixo transversal do grão = 57-60 μm .

Observações: *Staurosaccites cordubensis* se diferencia de *Staurosaccites quadrifidus* por apresentar leptoma significativamente maior.

Distribuição: SP-58-PR: 257m, 127,5m, 102m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Marques-Toigo (1988): Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formação Irati); Quadros et al., (1995); Souza & Marques-Toigo (2005): Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (formações Serra Alta e Teresina); Premaor et al. (2006): Grupo Passa Dois (Formação Irati).

Turma **PLICATES** (Naumova) Potonié, 1960

Subturma **COSTATES** Potonié, 1970

Infraturma **COSTATI** Jansonius, 1962

Gênero *VITATTINA* (Samoilovich) Jansonius, 1962

Espécie-tipo: *Vittatina subsaccata* Samoilovich, 1953 in Jansonius, 1962

Afinidade botânica: Gymnosperma-Gnetales (Azcuy, 1978); Ginkgoopsida (Balme, 1995).

Vittatina vittifera (Luber & Valts) Samoilovich, 1953 in Jansonius, 1962

Estampa 4, Figura 5

Descrição: grão de pólen com simetria bilateral, poliplicado, contorno equatorial subcircular. Face proximal apresentando 12-14 tênias.

Dimensões (2 espécimes): eixo longitudinal = 40-52 μm , eixo transversal = 33-41 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 228,4m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Marques-Toigo (1988): Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo); Quadros et al. (1995); Souza (2000): Grupo Itararé e Grupo Guatá (Formação Rio Bonito); Souza & Marques-Toigo (2001): Grupo Itararé, Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (Formação Irati); Souza & Marques-Toigo (2005): Grupo Itararé, Grupo Guatá (formações Rio Bonito e Palermo) e Grupo Passa Dois (formações Serra Alta e Teresina).

***Vittatina* spp.**

Estampa 4, Figura 6

Descrição: grão de pólen poliplicado, contorno equatorial subcircular. Face proximal apresentando tênias mal preservadas.

Dimensões (2 espécimes): eixo longitudinal = 60-65 μm , eixo transversal = 42-47 μm .

Distribuição: SP-58-PR: 228,4m, 23m.

Gênero WEYLANDITES Bhardwaj & Srivastava, 1969

Espécie-tipo: *Weylandites indicus* Bhardwaj & Srivastava, 1969.

Afinidade botânica: ?Ginkgoopsida (? Glossopteridales) (Balme, 1995).

***Weylandites lucifer* (Bhardwaj & Salujha) Foster, 1975**

Estampa 4, Figura 7

Descrição: grão de pólen poliplicado, de simetria bilateral, contorno equatorial subcircular. Face proximal apresenta ténias no sentido longitudinal e face distal ténias no sentido transversal.

Dimensões (5 espécimes): eixo longitudinal = 43-50 µm, eixo transversal = 39-47 µm.

Distribuição: SP-23-PR: 215m, 176,5m.

SP-58-PR: 228,4m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Quadros et al. (1995); Souza & Marques-Toigo (2005): Grupo Guatá (Formação Palermo) e Grupo Passa Dois (formações Serra Alta e Teresina); Premaor et al. (2006): Grupo Passa Dois (Formação Irati).

Subturma **MONOCOLPATES** (Wodehouse) Iversen & Troels-Smith, 1950

Infraturma **INTORTI** (Naumova) Potonié, 1958

Gênero CYCADOPITES (Wodehouse) Wilson & Webster, 1946

Espécie-tipo: *Cycadopites follicularis* Wilson & Webster, 1946.

Afinidade botânica: Cycadopsida/Ginkgoopsida (Balme, 1995).

***Cycadopites glaber* (Luber & Valts) Hart, 1965**

Estampa 4, Figura 8

Descrição: grão de pólen monocolpado, com contorno elipsoidal. Colpo atingindo toda a extensão do eixo longitudinal, aberto nas extremidades e mais fechado no centro. Exina fina (1 µm) e levigada.

Dimensões (2 espécimes): eixo longitudinal = 51-55 µm, eixo transversal = 48-50 µm.

Distribuição: SP-58-PR: 228,4m, 102 m.

Ocorrência prévia na Bacia do Paraná: Marques-Toigo (1988): Grupo Itararé e Grupo Guatá (Formação Rio Bonito); Quadros et al. (1995).

CAPÍTULO 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. Alterações das amplitudes estratigráficas de algumas espécies

A Figura 6 apresenta as amplitudes estratigráficas das espécies de palinomorfos identificadas nos dois furos de sondagem estudados. Comparando as espécies encontradas neste estudo com as registradas por Daemon & Quadros (1970), algumas tiveram sua amplitude vertical ampliada, principalmente em relação aos níveis superiores da Formação Teresina e à parte inferior da Formação Rio do Rasto. Tais alterações nas amplitudes podem ter importantes implicações nos zoneamentos palinoestratigráficos propostos anteriormente.

O número relativamente grande de alterações deve-se ao fato deste estudo ser o primeiro levantamento palinológico mais detalhado para a parte superior do Grupo Passa Dois. Abaixo são listadas as espécies cujas amplitudes foram modificadas:

- *Laevigatosporites ovalis*, formas p. 289 e 294 de Daemon & Quadros (1970), sinonimizada como *Laevigatosporites vulgaris*, encontrada na Formação Rio Bonito e na Formação Teresina. Estende-se até o nível 192 m do furo SP-23-PR, base da Formação Rio do Rasto;

- *Protohaploxypinus* sp., forma p. 306 de Daemon & Quadros (1970), que corresponde à espécie *Striatopodocarpites fusus*, encontrada nas formações Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta e Teresina. Estende-se até o nível 102 m do furo SP-58-PR, correspondendo ao terço superior da Formação Teresina;

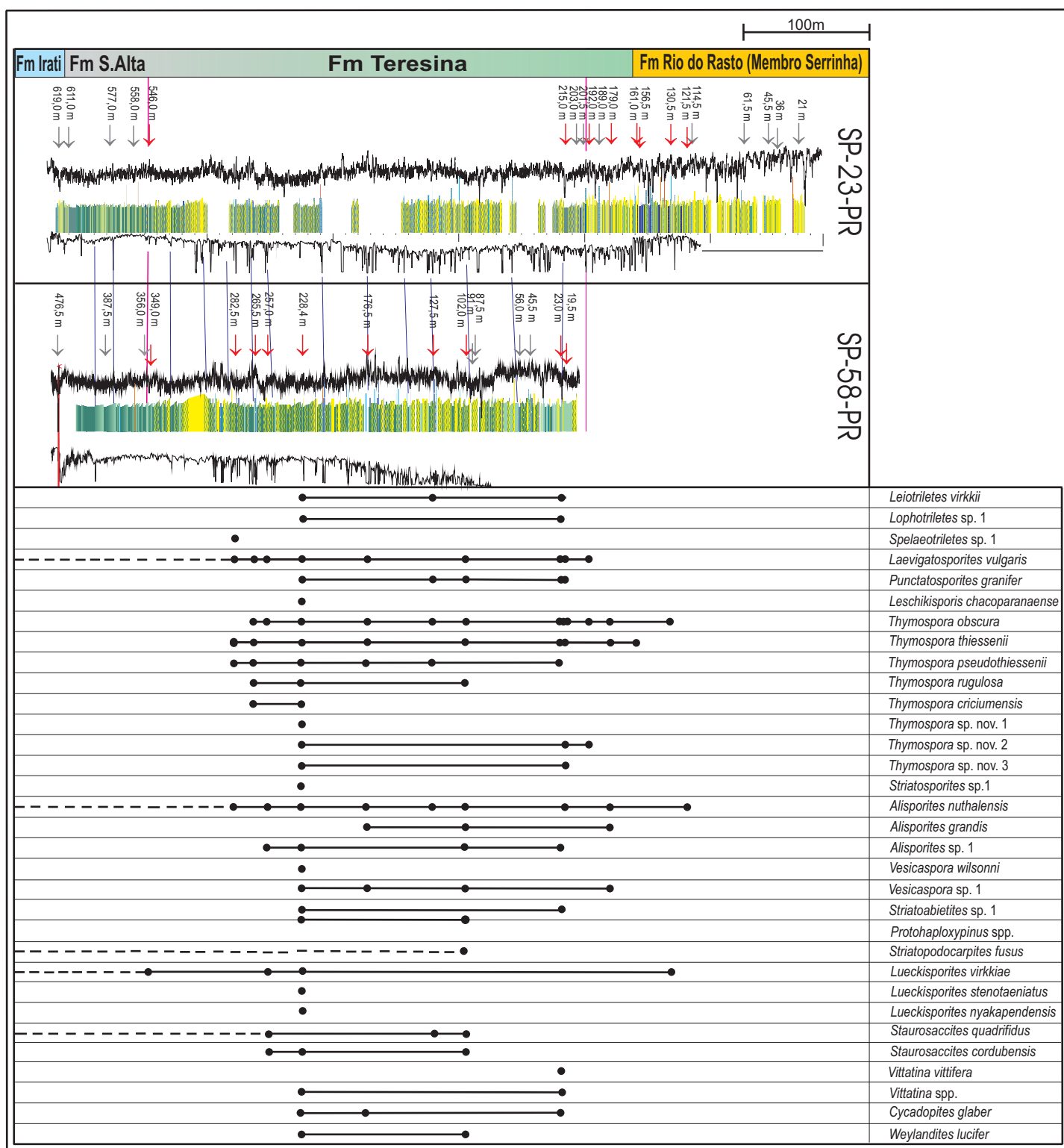
- *Lueckisporites virkkiae* forma p. 325 de Daemon & Quadros (1970), encontrada nas formações Rio Bonito, Palermo, Irati, Serra Alta e Teresina, estende-se até a o nível 228,4 m do furo SP-58-PR, correspondendo à parte média da Formação Teresina. *Corisaccites alutas*, forma p. 310, também corresponde à espécie *Lueckisporites virkkiae*;

- *Alisporites nuthalensis*, forma p. 331 de Daemon & Quadros (1970), encontrada no Subgrupo Itararé e na Formação Teresina, estende-se até o nível 121 m do furo SP-23-PR, correspondendo à parte inferior do Membro Serrinha;

- *Rimaesporites* sp, forma p. 537 de Daemon & Quadros (1970), que corresponde à espécie *Staurosaccites quadrifidus*, encontrada no topo da formação Palermo e na Formação Teresina, estende-se até o nível 102 m do furo SP-58-PR, correspondendo à parte superior da Formação Teresina.

Algumas espécies encontradas neste trabalho ocorrem em apenas um nível: *Spelaeotriletes* sp. 1, *Leschikisporis chacoparanaense*, *Thymospora* sp. nov. 1, *Striatosporites* sp. 1, *Vesicaspora wilsonni*, *Striatopodocarpites fusus*, *Lueckisporites stenotaeniatus*, *Lueckisporites nyakapendensis* e *Vittatina vittifera*. Estudos palinológicos futuros em outras áreas das formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto, devem elucidar a razão da baixa representatividade vertical das espécies.

Figura 6: quadro com as amplitudes das espécies encontradas e linhas tracejadas indicando as espécies previamente conhecidas na Bacia do Paraná, porém em níveis estratigráficos mais baixos.



5.2. Implicações bioestratigráficas

Segundo Petri et al. (1986), biozonas podem ser definidas de diversos modos, principalmente pela amplitude, associação, abundância ou pelo aparecimento-desaparecimento de táxons importantes. As biozonas são tridimensionais, pois devem abranger um intervalo estratigráfico numa determinada área conforme seu conteúdo paleontológico. A determinação da extensão espacial das biozonas depende de correlações estratigráficas, que são realizadas com o auxílio de fósseis-guias. Porém, na prática, levam em consideração também as litofácies, parâmetros geoquímicos, etc. Os limites entre biozonas são bio-horizontes que geralmente correspondem ao aparecimento ou desaparecimento de táxons.

A primeira ocorrência palinológica deste estudo se dá no nível 349 m do furo SP-58-PR, na parte inferior da Formação Teresina, e se trata da espécie *Lueckisporites virkkiae*. Logo acima, no nível 282,5 m do mesmo furo, porção média da Formação Teresina, começa o domínio dos esporos monoletes. A última ocorrência de *Lueckisporites virkkiae*, embora representada por um grão de pólen muito mal preservado, situa-se no nível 130,5 m do furo SP-23-PR, correspondendo quase ao topo do intervalo fértil estudado e praticamente à porção média do Membro Serrinha. Sendo *Lueckisporites virkkiae* a espécie que define a zona de mesmo nome de Marques-Toigo (1988, 1991), pode-se considerar que todo o intervalo estudado está contido nesta palinozona.

Nos furos estudados também foram reconhecidas as seguintes espécies diagnósticas da Zona *Lueckisporites virkkiae*: *Weylandites lucifer*, cuja amplitude se estende do nível 228,4 m até o nível 23 m do furo SP-58-PR, na Formação Teresina, e *Striatopodocarpites fusus*, que ocorre apenas no nível 102 m do furo SP-58-PR, na Formação Teresina.

Algumas espécies encontradas neste estudo ainda não haviam sido registradas para a Bacia do Paraná: *Punctatosporites granifer* (Carbonífero Superior a Permiano Superior da Europa, América do Norte, Rússia, Turquia, China e Iraque), *Leschikisporis chacoparanaense* (Permiano da Bacia Chacoparanaense da Argentina), *Thymospora obscura* (Carbonífero dos EUA), *Thymospora thiesseni* (Carbonífero dos EUA), *Thymospora pseudothiessenii* (Carbonífero dos EUA), *Thymospora rugulosa* (Formação Melo do Uruguai, correlacionável ao Grupo Passa

Dois) e *Alisporites grandis* (Permiano da Austrália). Adicionalmente, verifica-se a ocorrência de três espécies novas do gênero *Thymospora*.

Os novos táxons registrados são importantes porque provavelmente poderão substantiar uma subdivisão da Zona *Lueckisporites virkkiae* em duas partes: uma inferior, abrangendo parte da Formação Rio Bonito e a Formação Irati e outra superior, correspondendo ao intervalo aqui estudado das formações Teresina e Rio do Rasto (Membro Serrinha). No momento, nada pode ser previsto para a Formação Serra Alta.

Neste estudo, em virtude da análise palinológica ter sido realizada em apenas dois furos de sondagem e localizados próximos um do outro (2,5 Km), não é possível propor refinamento bioestratigráfico no âmbito da Zona *Lueckisporites virkkiae* de Marques-Toigo (1988). O número de dados novos ainda é insuficiente para tal finalidade.

5.3. Reconhecimento de dois intervalos informais nos furos estudados

Em caráter preliminar, de acordo com a abundância dos esporos monoletes, principalmente das espécies *Laevigatosporites vulgaris*, *Thymospora obscura*, *Thymospora thiessenii* e *Thymospora pseudothiessenii*, foram reconhecidos dois intervalos informais nos furos de sondagem estudados (Figura 7):

- **Intervalo 1:** caracteriza-se pela grande abundância de *Laevigatosporites vulgaris*. A espécie tem seu primeiro registro no nível 282,5 m do furo SP-58 PR, que corresponde aproximadamente ao topo do primeiro terço da Formação Teresina. Seu último registro se dá no nível 192 m do furo SP-23-PR, base do Membro Serrinha da Formação Rio do Rasto. Neste intervalo, nenhum outro palinomorfo é tão abundante quanto esta espécie. Assim, o intervalo *Laevigatosporites vulgaris* ficaria delimitado por estes dois níveis. Contudo, abaixo do nível 282,5 m do furo SP-58-PR, existe apenas um nível amostrado - profundidade 349 m -, havendo um intervalo relativamente espesso sem registro. Por isso, e sabendo que a espécie existe em níveis estratigráficos mais inferiores, considerou-se que a base do intervalo corresponde ao primeiro nível fértil do furo do SP-58-PR;

- **Intervalo 2:** caracteriza-se pela grande abundância de espécies do gênero *Thymospora*. As espécies ocorrem desde o nível 282,5 m do furo SP-58-PR até a penúltima amostra fértil estudada do furo SP-23-PR, no nível 130,5 m. No entanto, é a partir do nível 192 m do furo SP-23-PR, base do Membro Serrinha, que se inicia sua maior abundância. Assim, a amplitude do intervalo estende-se do nível 192 m até o topo da porção fértil, ou seja, até a porção média do membro.

Estudos em outras áreas serão necessários para confirmar a consistência dos dois intervalos. Se forem obtidos resultados palinológicos similares, os dois intervalos poderão ter importância bioestratigráfica.

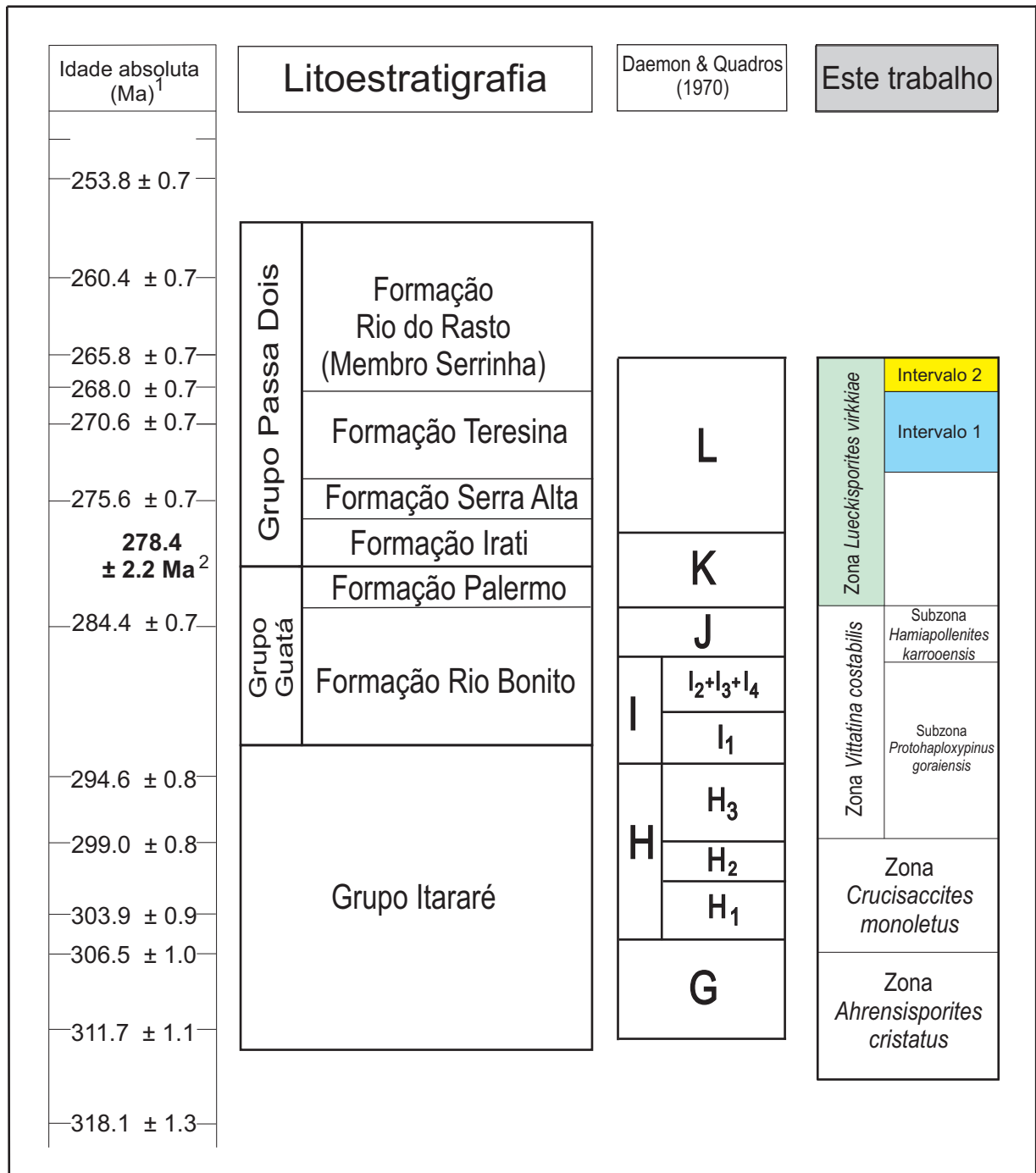


Figura 7: quadro com a proposição de dois intervalos informais de acordo com os dados obtidos neste estudo: Intervalo 1 (basal), caracterizado pela abundância de *Laevigatosporites vulgaris* e Intervalo 2 (superior), caracterizado pela abundância das espécies do Gênero *Thymospora*. 1 - Geocronologia segundo Gradstein et al. (2004). 2 - Datação absoluta da Formação Irati segundo Santos et al. (2006).

5.4. Comparações entre os registros micro- e macroflorísticos

A Tabela 2 resume as afinidades botânicas dos gêneros dos esporos e grãos de pólen identificados de acordo com os trabalhos de Azcuy (1978) e Balme (1995). Faltam informações na literatura sobre as afinidades botânicas de alguns gêneros.

Tabela 4

Afinidades botânicas dos gêneros encontrados no presente estudo.

	Gêneros Identificados	Azcuy (1978)	Balme (1995)
Esporos triletes	<i>Leiotriletes</i>	Filicopsida	Filicopsida (Botryopteridales, Zygopteridales)
	<i>Lophotriletes</i>	Filicopsida	Filicopsida (Botryopteridales)
	<i>Spelaeotriletes</i>		
Esporos monoletes	<i>Laevigatosporites</i>	Sphenopsida/ Filicopsida	Equisetopsida/ Filicopsida (Marattiales, Polypodiaceae)
	<i>Punctatosporites</i>		Filicopsida (Marattiales)
	<i>Leschikisporis</i>		Filicopsida (Marattiales)
	<i>Thymospora</i>	Filicopsida	Filicopsida (Marattiales)
	<i>Striatosporites</i> ¹		
Grãos de pólen bissacados lisos	<i>Alisporites</i>		Ginkgoopsida/ Coniferopsida
	<i>Vesicaspora</i>		Ginkgoopsida
	<i>Striatoabietites</i>	Gymnospermae- Coniferales	
Grãos de pólen bissacados estriados	<i>Protohaploxypinus</i> .	<i>Gymnospermae- Glossopteridales</i>	Ginkgoopsida (Glossopteridales/ Peltaspermales).
	<i>Striatopodacarpites</i>		Ginkgoopsida (?Glossopteridales)
	<i>Lueckisporites</i>	Gymnospermae- Coniferales	Coniferopsida
	<i>Staurosaccites</i>		
Grãos de pólen plicados	<i>Vittatina</i>	Gymnospermae- Gnetales	Ginkgoopsida
	<i>Weylandites</i>		?Ginkgoopsida (?Glossopteridales)
Grão de pólen monocarpado	<i>Cycadopites</i>		Cycadopsida/ Ginkgoopsida

1 - afinidade a Schizeaceae (Filicopsida) segundo Alpern & Doubinger (1973)

Em termos de macrofitofósseis, os representantes mais comuns das formações Teresina e Corumbataí são caules de licófitas. Causa certa estranheza a total ausência de esporos que possam ser referidos as licófitas.

Macrofósseis de esfenófitas ocorrem raramente nas formações Teresina e Corumbataí e são freqüentes no Membro Serrinha. *Laevigatosporites*, que seria o único possível gênero referível a esfenófitas (mas também a filicíneas), é abundante na Formação Teresina e, ao contrário, está praticamente ausente no Membro Serrinha.

Macrofósseis de filicíneas ocorrem nas formações Teresina e Corumbataí, mas não são muito comuns. Há pelo menos dois gêneros de caules (*Tietea* e *Psaronius*) e quatro morfotipos de folhas estéreis provavelmente atribuíveis a filicíneas (TAVARES, 2007). No Membro Serrinha não foram encontrados caules, mas as folhas parecem ser mais diversificadas e abundantes (ROHN & RÖSLER, 1986c). É necessária certa cautela para estimar o número de espécies naturais, especialmente no caso de folhas estéreis, pois determinados morfotipos podem ter correspondido a distintas partes de um único tipo de fronde. De qualquer maneira, o gênero *Thymospora*, referido a Marattiales (ou seja, Psaroniales), parece apresentar oito espécies. Pelo menos mais outros dois gêneros de esporos podem ser atribuídos a esta ordem, havendo ainda representantes de filicíneas de outras ordens. Portanto, as assembléias palinológicas sugerem que a flora apresentava proporções significativas de filicíneas.

A melhor representatividade dos caules de licófitas do que as folhas ou caules de filicíneas na Formação Teresina poderia ter causas tafonômicas: os caules de licófitas provavelmente flutuavam, podendo ser transportados por longas distâncias, sem muitos danos; os caules de filicíneas, por outro lado, necessitavam de condições especiais de fossilização (permineralização por sílica) para a preservação; as frondes, para serem preservadas, provavelmente não podiam experimentar longo transporte. Estes fatores poderiam explicar, em parte, a maior abundância de macrofósseis de licófitas do que de filicíneas. No caso do Membro Serrinha, a abundância de frondes fósseis é bem maior, provavelmente porque a deposição ocorreu em ambientes continentais (principalmente lacustres) e mais próximos, portanto, dos ambientes de vida dos vegetais.

Quanto às gimnospermas, alguns grãos de pólen teriam afinidade a coníferas. Numa única localidade da Formação Teresina há macrofósseis de coníferas

(*Krauselcladus*). A raridade destes fósseis foi atribuída ao seu caráter xeromórfico e ocupação de áreas distantes do ambiente deposicional (FANTON et al., 2006).

Alguns grãos de pólen teriam afinidade a glossopterídeas. Balme (1995) considerou as glossopterídeas como pertencentes à Ginkgoopsida. Algumas pteridospermas como Peltaspermales também estariam subordinadas a esta classe. Na maioria dos casos, Balme (1995) não detalhou a que ordem de Ginkgoopsida os grãos de pólen poderiam pertencer e suas considerações botânicas referem-se principalmente aos registros do Hemisfério Norte. É provável que um número bem maior de gêneros de grãos de pólen tenha afinidade às glossopterídeas.

Folhas glossopterídeas ocorrem de modo escasso nas formações Teresina e Corumbataí, mas são bastante significativas no Membro Serrinha. De modo similar ao que deve ter sucedido com as frondes de filicíneas, a instalação de ambientes de sedimentação continentais provavelmente favoreceu um aumento na representatividade das glossopterídeas. Até o momento, o número de espécies de folhas de glossopterídeas do Membro Serrinha (cerca de 21) é bem superior ao de espécies de grãos de pólen com afinidades a este grupo.

O gênero *Cycadopites* poderia ter afinidade a Cycadopsida ou Ginkgoopsida (BALME, 1995) e o gênero *Vittatina* seria um representante de Gnetales (AZCUY, 1978). Até o momento, não foram encontrados macrofitofósseis atribuíveis a estes grupos nas unidades estudadas.

5.5. Considerações ambientais

Nas lâminas palinológicas analisadas não foram encontrados acritarcos ou quaisquer outros elementos que possam ser atribuídos a ambientes marinhos. Os últimos acritarcos permianos registrados na Bacia do Paraná ocorrem na Formação Irati (ARAÚJO, 2001; LAGES, 2004).

Nos dois furos de sondagem analisados, as lâminas palinológicas das amostras da Formação Serra Alta resultaram estéreis. Não se deve usar a ausência de dados para realizar interpretações, porém cabe ser ressaltado que a formação é constituída quase inteiramente por folhelhos escuros, que sugerem ambientes de sedimentação muito distantes da costa. Conforme esta interpretação, os esporos talvez não tenham sido transportados da paleocosta aos sítios deposicionais.

Contudo, ao menos grãos de pólen trazidos pelo vento deveriam ter sido encontrados. Talvez tenham ocorrido problemas na fossilização, mas descarta-se uma possível oxidação, pois as lâminas palinológicas apresentam grande abundância de matéria orgânica amorfa.

Visando estudar amostras com o máximo conteúdo orgânico possível e com maior potencial de preservação de palinomorfos, todas as amostras coletadas nas formações Teresina e Rio do Rasto correspondem a folhelhos ou, no máximo, a siltitos escuros. Às vezes, os folhelhos constituem corpos espessos nas formações Teresina e Rio do Rasto, mas geralmente são camadas delgadas na base de sucessões cíclicas granocrescentes ascendentes. Tais sucessões são interpretadas como ciclos de “raseamento”, ou seja, depositadas em condições de águas que passaram de relativamente profundas para rasas (ROHN, 2001; LOURENÇO, 2003; MEGLHIORATTI, 2005, 2006). Desta forma, todas as amostras palinológicas estudadas deveriam representar condições deposicionais relativamente profundas ou distais talvez por causa dos esporos se dispersarem pelo vento.

É importante salientar que as águas nunca chegaram a ser profundas e que as oscilações do nível d'água possivelmente eram de poucos metros durante a deposição da Formação Teresina (ROHN, 2001). Considerando-se que as amostras representam condições distantes da costa, a grande abundância de esporos com afinidade botânica a filicíneas é intrigante. Os esporos são dispersos pela água (não pelo vento) e deveriam indicar, pela sua abundância, condições proximais. Por outro lado, grãos de pólen bissacados, dispersos pelo vento, são escassos nas lâminas estudadas. Em condições distais, grãos de pólen bissacados deveriam ser muito mais abundantes que os esporos.

A abundância de esporos adiciona-se a uma outra interessante questão: gretas de contração da Formação Teresina são encontradas em grandes áreas da bacia, em diversos níveis, conforme testemunhos de vários furos de sondagem (ROHN, 2001). Portanto, vastas áreas eram freqüentemente expostas. Os furos de sondagem aqui estudados também apresentam gretas de contração em diversos níveis e sua posição geográfica aparentemente é relativamente distante da borda original da bacia (LOURENÇO, 2003; MEGLHIORATTI, 2005, 2006).

De acordo com modelos de plataformas epêiricas (= plataformas muito rasas e quase planas por enormes extensões), Rohn (2001), Lourenço (2003) e Meglhioratti (2005, 2006) apresentaram a hipótese de que o substrato do corpo

d'água era influenciado por ondas de tempestades, gerando suaves ondulações com até alguns metros de desnível. Desta forma, em diversos locais da bacia podem ter sido gerados bancos arenosos que posteriormente eram retrabalhados por novas ondas de tempestade. Os bancos podem ter originado pequenas ilhas devido as exposições subaéreas nas fases menos chuvosas, talvez ao longo de vários anos (ROHN, 2001; LOURENÇO, 2003; MEGLHIORATTI, 2005, 2006).

Considerando modelo ambiental apresentado, emerge uma importante questão: as filicíneas e outros vegetais conseguiam colonizar os pequenos bancos de areia? Se a resposta for afirmativa, seria mais fácil explicar a grande abundância de esporos de filicíneas em depósitos distais. Os bancos de areia, devido ao seu caráter efêmero e possíveis condições de solo inadequadas, provavelmente não permitiam sua colonização por gimnospermas.

Outra possibilidade para explicar a grande abundância de esporos e não de grãos de pólen é considerar um longo retrabalhamento dos palinórfos junto com sedimentos finos ainda não consolidados por ação de fluxos de tempestade. Os sedimentos provavelmente alcançavam as porções mais centrais da bacia por transporte durante repetidas tempestades. A dominância de rochas heterolíticas com ondulações em diversas localidades da bacia indica a importante influência de ondas de tempestade durante quase toda a deposição da Formação Teresina (ROHN, 2001; LOURENÇO, 2003; MEGLHIORATTI, 2005, 2006). Nos sucessivos retrabalhamentos dos sedimentos os grãos de pólen podem ter sofrido maior destruição que os esporos, por serem maiores e mais frágeis. Assim, a possibilidade de transporte gradual dos esporos por ação de sucessivas tempestades não deve ser desprezada.

Fresia Ricardi-Branco (informação verbal) sugeriu que a baixa proporção de grãos de pólen poderia estar relacionada a direções de vento pouco favoráveis - os ventos talvez não tenham passado por vegetação com gimnospermas antes de chegarem à região de Congonhinhas.

Na Formação Teresina dados geoquímicos de rochas carbonáticas indicam que as águas dos ambientes deposicionais chegavam a se tornar hipersalinas e que ocorriam, portanto, fases com maior evaporação do que precipitação pluviométrica. Algumas características de pecopterídeas e coníferas sugerem adaptações xeromórficas por déficit hídrico ou por falta de áreas sombreadas. Ainda assim, a grande proporção de esporos de pteridófitas não é condizente com paleoclimas

secos. Ao menos localmente, onde elas eram mais abundantes, o clima deve ter sido relativamente úmido. As glossopterídeas e as coníferas provavelmente eram mais xeromórficas do que as pteridófitas e podiam viver mais longe dos meios aquáticos.

Considerando-se que a maioria das amostras analisadas correspondia a folhelhos escuros, estas litologias poderiam representar os intervalos de tempo em que o clima era mais úmido. São necessários estudos detalhados em sucessões granocrescentes cíclicas para verificar se a proporção entre esporos e grãos de pólen varia da base ao topo de cada sucessão.

As condições de sedimentação mais proximais do Membro Serrinha deveriam ter resultado em lâminas palinológicas mais ricas, porém apenas os macrofitofósseis se tornam mais abundantes. Todos os macrofitofósseis estão preservados como impressões ou moldes, sem películas carbonificadas. Provavelmente ocorreu oxidação dos depósitos sedimentares, tendo destruído a matéria orgânica. Desta maneira, o registro palinológico mais pobre do Membro Serrinha também pode estar relacionado à oxidação.

5.6. Considerações sobre as idades

A Tabela 3 sintetiza as amplitudes cronoestratigráficas das espécies previamente conhecidas de acordo com a literatura (ALPERN & DOUBINGER, 1973; FOSTER, 1979; MARQUES-TOIGO, 1988; MAUTINO et al., 1998; SOUZA, 2000). Cabe observar que muitas citações do Permiano Superior talvez correspondam ao Permiano Médio, pois apenas recentemente, com a nova escala de tempo geológico (GRADSTEIN et al., 2004), o Permiano “Superior” foi desmembrado em “Médio” e “Superior” (respectivamente, Guadalupiano e Lopingiano).

Tabela 5

Amplitudes cronoestratigráficas das espécies conhecidas encontradas neste estudo.

Espécies	Amplitudes cronoestratigráficas
<i>Leiotrileles virkkii</i>	Permiano (Asseliano ao Kazaniano)
<i>Laevigatosporites vulgaris</i>	Carbonífero Superior ao Permiano Superior
<i>Punctatosporites granifer</i>	Carbonífero Superior ao Permiano Superior
<i>Leschikisporis chacoparanaense</i>	Permiano Inferior
<i>Thymospora obscura</i>	Carbonífero Superior
<i>Thymospora thiessenii</i>	Carbonífero Superior
<i>Thymospora pseudothiessenii</i>	Carbonífero Superior
<i>Thymospora rugulosa</i>	Permiano Inferior/Médio
<i>Thymospora criciumensis</i>	Permiano (Kunguriano ao Tatariano)
<i>Alisporites nuthalensis</i>	Permiano Médior
<i>Alisporites grandis</i>	Permiano Médio
<i>Vesicaspora wilsonni</i>	Permiano (Sakmariano ao Wordiano Médio)
<i>Lueckisporites virkkiae</i>	Permiano Superior (Kazaniano ao Tatariano)
<i>Lueckisporites nyakapendensis</i>	Permiano Superior
<i>Lueckisporites stenotaeniatus</i>	Permiano Superior (Kazaniano ao Tatariano)
<i>Staurosaccites quadrifidus</i>	Permiano Inferior
<i>Staurosaccites cordubensis</i>	Permiano (Kunguriano ao Tatariano)
<i>Striatopodacarpites fusus</i>	Permiano (Asseliano ao Kazaniano)
<i>Vittatina vittifera</i>	Permiano (Artinskiano ao Kazaniano)
<i>Weylandites lucifer</i>	Permiano (Kunguriano ao Kazaniano)
<i>Cycadopites glaber</i>	Permiano (Asseliano ao Kazaniano)

As espécies identificadas não permitem refinar as interpretações cronoestratigráficas para as formações Teresina e Rio do Rasto, pois todas apresentam amplitudes verticais bastante grandes (Tabela 3). *Lueckisporites virkkiae*, *Lueckisporites stenotaeniatus*, *Alisporites nuthalensis*, *Alisporites grandis* e *Thymospora rugulosa* aparentemente são as espécies mais úteis para essas interpretações porque restringem a extensão do intervalo estudado ao Permiano Médio (Guadalupiano). Contudo, conforme Daemon & Quadros (1970), *Lueckisporites virkkiae* é uma espécie registrada a partir dos depósitos da Formação Rio Bonito, tendo, portanto, amplitude vertical relativamente grande.

Alguns esporos, incluindo espécies do gênero *Thymospora*, foram registrados anteriormente apenas no Carbonífero Superior, porém o presente trabalho mostra que alcançaram o Permiano Médio.

As espécies registradas anteriormente em outras bacias e inéditas na Bacia do Paraná são do Permiano Inferior ou Médio da Argentina (Bacia Chacoparanaense), do Uruguai, do Permiano Médio a Superior da Austrália e do Carbonífero dos Estados Unidos. A amplitude cronoestratigráfica de diversas espécies, portanto, também precisa ser estendida ao Permiano Médio.

Conforme já exposto no subcapítulo 2.7. do presente estudo, há diversos argumentos para posicionar o topo da Formação Rio do Rasto no Tatariano ou aproximadamente próximo ao limite entre os subsistemas Guadalupiano-Lopingiano, isto é, próximo ao limite entre os andares Capitaniano-Wuchiapigiano. Em relação ao Membro Serrinha, a informação mais segura refere-se a uma correlação com depósitos da Namíbia através da espécie de bivalve *Leinzia similis*, cujo intervalo de ocorrência é imediatamente sobreposto por cinzas vulcânicas datadas em $265,5 \pm 2,2$ Ma, o que corresponde aproximadamente ao início do Wordiano - intervalo médio do Guadalupiano (STOLLHOFEN et al., 2000).

O topo do intervalo fértil estudado nos dois furos de sondagem, que corresponde ao topo da Zona *Lueckisporites virkkiae*, deve estar contido no intervalo de abrangência dos bivalves *Leinzia similis*, podendo equivaler ao Wordiano. A Zona *Lueckisporites virkkiae* inicia-se provavelmente no Artinskiano, em depósitos da Formação Palermo. Estima-se que o intervalo palinologicamente fértil estudado, que abrange toda a Formação Teresina e cerca de metade do Membro Serrinha, deve estar entre o Kunguriano superior e o Wordiano inferior a médio, ou, conforme as classificações cronoestratigráficas mais antigas, entre o Kunguriano superior e o Kazaniano, compreendendo um intervalo de tempo entre 6 e 9 milhões de anos.

6. CONCLUSÕES

As análises palinológicas realizadas em 37 amostras de testemunhos dos furos de sondagem SP-23-PR e SP-58-PR, localizados no sul do Município de Congonhinhas (PR), no intervalo das formações Serra Alta, Teresina e do Membro Serrinha da Formação Rio do Rasto, forneceram os seguintes resultados:

a) O intervalo da Formação Serra Alta revelou-se estéril.

b) Na Formação Teresina foram identificadas as espécies: *Leiotrileles virkkii*, *Lophotriletes* sp.1, *Spelaeotriletes* sp.1, *Laevigatosporites vulgaris*, *Punctatosporites granifer*, *Leschikisporis chacoparanaense*, *Thymospora obscura*, *Thymospora thiessenii*, *Thymospora pseudothiessenii*, *Thymospora rugulosa*, *Thymospora cricumensis*, *Striatosporites* sp.1, *Alisporites nuthalensis*, *Alisporites grandis*, *Alisporites* sp.1, *Vesicaspora wilsonni*, *Vesicaspora* sp.1, *Striatoabietites* sp.1, *Protohaploxypinus* spp., *Striatopodacarpites fusus*, *Lueckisporites virkkiae*, *Lueckisporites stenotaeniatus*, *Lueckisporites nyakapendensis*, *Staurosaccites quadrifidus*, *Staurosaccites cordubensis*, *Vittatina vittifera*, *Vittatina* spp., *Weylandites lucifer* e *Cycadopites glaber*. As prováveis espécies novas são: *Thymospora* sp. nov. 1, *Thymospora* sp. nov. 2 e *Thymospora* sp. nov. 3.

c) O Membro Serrinha revelou-se estéril na porção superior a partir do nível 121,5 m do furo SP-23-PR e os táxons identificados são: *Laevigatosporites vulgaris*, *Thymospora obscura*, *Thymospora thiessenii*, *Alisporites nuthalensis*, *Alisporites*

grandis, *Vesicaspora* sp. 1, *Lueckisporites virkkiae*; assim como no furo SP-58-PR, encontrou-se a provável espécie nova *Thymospora* sp. nov. 2.

d) Em todo o intervalo fértil (Formação Teresina e porção inferior do Membro Serrinha), predominam os esporos monoletes *Laevigatosporites vulgaris*, *Thymospora obscura*, *Thymospora thiessenii* e *Thymospora pseudothiessenii*.

e) A análise palinológica permitiu estender a amplitude vertical de diversos táxons anteriormente conhecidos na Bacia do Paraná à porção média da Formação Teresina (*Striatopodocarpites fusus* e *Staurosaccites quadrifidus*), à base do Membro Serrinha (*Laevigatosporites vulgaris*) e duas espécies (*Lueckisporites virkkiae* e *Alisporites nuthalensis*) ao terço inferior do Membro Serrinha.

f) São pela primeira vez registradas as espécies *Punctatosporites granifer*, *Leschikisporis chacoparanaense*, *Thymospora obscura*, *Thymospora thiesseni*, *Thymospora pseudothiessenii*, *Thymospora rugulosa* e *Alisporites grandis* na Bacia do Paraná. As prováveis espécies novas de esporos (*Thymospora* sp. nov. 1, *Thymospora* sp. nov. 2 e *Thymospora* sp. nov. 3) sugerem que existiam vegetais endêmicos à Bacia do Paraná.

g) O intervalo fértil estudado faz parte da Zona *Lueckisporites virkkiae*. As espécies registradas pela primeira vez na Bacia do Paraná apresentam potencial para eventualmente subdividir a palinozona, porém são necessários estudos em áreas maiores das formações Teresina e Rio do Rasto para formalizar alguma proposta.

h) De acordo com a abundância de algumas espécies de esporos, o intervalo estudado pode ser subdividido em duas partes informais: 1- com predomínio de *Laevigatosporites vulgaris*, situado entre os níveis 349m do furo SP-58-PR, base da Formação Teresina, e o nível 192 m do furo SP-23-PR, base do Membro Serrinha; 2- com predomínio de espécies do gênero *Thymospora*, situado entre os níveis 192 m, base do Membro Serrinha, até o nível 130,5 m do furo SP-23-PR, ligeiramente acima do primeiro terço deste membro.

i) Os resultados palinológicos são bastante distintos dos esperados através do registro dos macrofitofósseis. As afinidades botânicas interpretadas para diversos gêneros de esporos e de grãos de pólen indicam grande abundância de esporos de filicíneas e nenhum esporo de licófitas, e talvez somente um de esfenófitas. O registro de macrofitofósseis, ao contrário, mostra relativa abundância de licófitas na Formação Teresina e de esfenófitas no Membro Serrinha. A pequena abundância de grãos de pólen no Membro Serrinha não coaduna com o registro significativo de glossopterídeas. Neste caso, a baixa diversidade pode estar relacionada a problemas de preservação causados por maior grau de oxidação.

j) Ainda que diversas evidências sedimentares e paleontológicas apontem para condições climáticas relativamente secas durante a deposição da Formação Teresina, a grande diversidade de esporos de filicíneas sugere que ao menos localmente e/ou durante certos intervalos de tempo, o clima deva ter sido relativamente úmido.

k) A grande abundância de esporos em relação a grãos de pólen nas assembléias estudadas poderia indicar que os sítios deposicionais estavam próximos aos ambientes de vida dos vegetais; contudo, todas as amostras estudadas são de folhelhos que indicariam condições não tão próximas à costa segundo estudos estratigráficos anteriormente realizados. As filicíneas talvez tenham habitado pequenos bancos de areia temporariamente expostos, formados por ação de ondas de tempestade, ou os esporos experimentaram longo retrabalhamento e transporte para áreas distantes da costa; os grãos de pólen não teriam suportado tão grande retrabalhamento.

l) Os táxons identificados coadunam com a idade permiana do intervalo estudado, porém, até o momento, não substanciam correlações cronoestratigráficas refinadas. Utilizando-se outros dados paleontológicos e geocronológicos, estima-se que a Zona *Lueckisporites virkkiae* se estenda do Artinskiano ao Wordiano e o intervalo estudado, do Kunguriano superior ao Wordiano.

7. ESTAMPAS

ESTAMPA 1

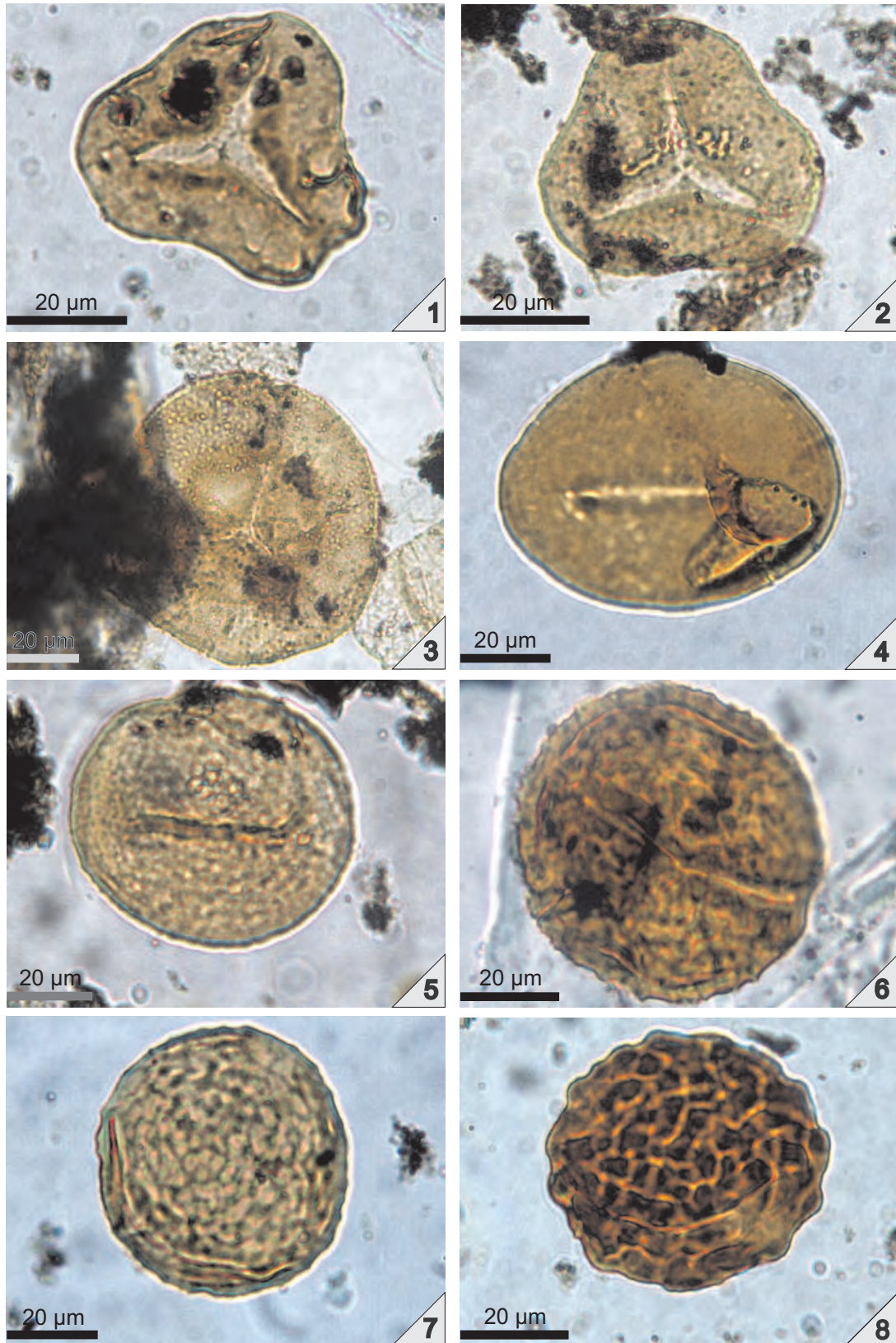


Figura 1: *Leiotriletes virkkii* (Lâmina URC PT.96a, England Finder (EF): H43); **Figura 2:** *Lophotriletes* sp. (Lâmina URC PT.92a, EF: F40); **Figura 3:** *Spelaeotriletes* sp. 1 (Lâmina URC PT.99b, EF: Q33-2); **Figura 4:** *Laevigatosporites vulgaris* (Lâmina URC PT.95b, EF: P37); **Figura 5:** *Punctatisporites granifer* (Lâmina URC PT.92b, EF: E35-2); **Figura 6:** *Leschikisporis chacoparanaense* (Lâmina URC PT.96a, EF: M29); **Figura 7:** *Thymospora obscura* (Lâmina URC PT.96a, EF: P31); **Figura 8:** *Thymospora thiessenii* (Lâmina URC PT.96a, EF: K44).

ESTAMPA 2

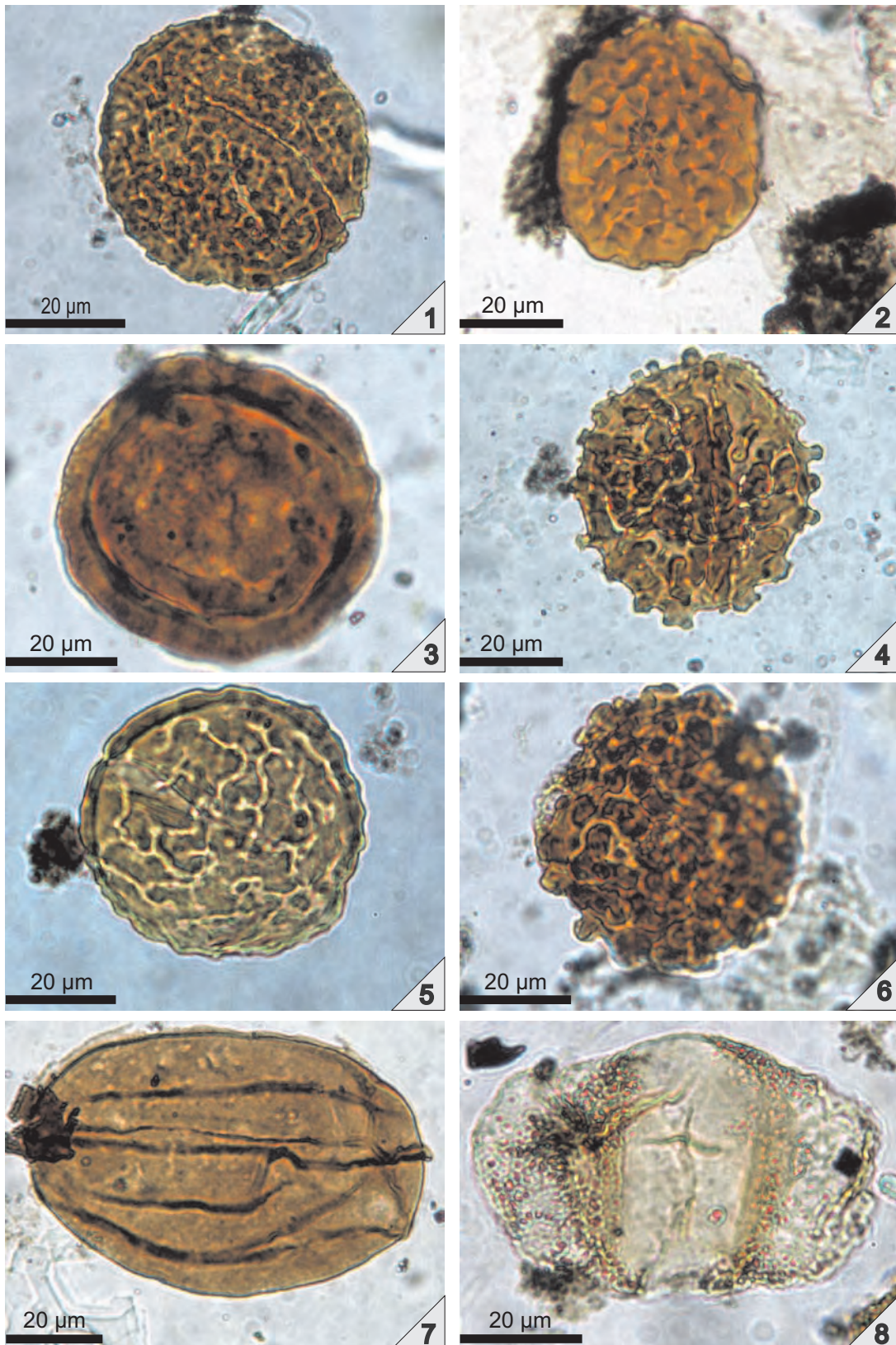
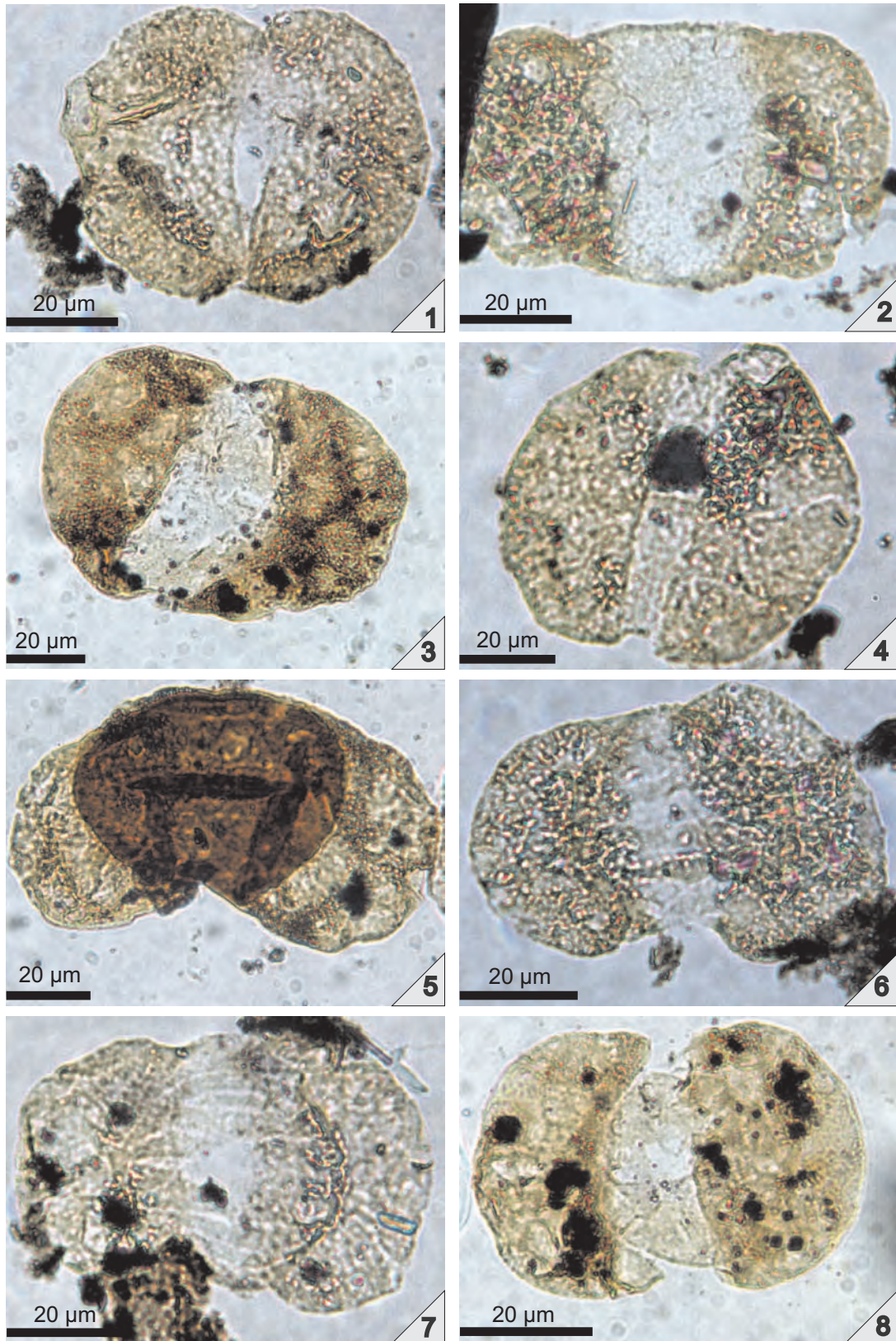


Figura 1: *Thymospora pseudothiessenii* (Lâmina URC PT. 96c, EF: B26); **Figura 2:** *Thymospora rugulosa* (Lâmina URC PT.98b, EF: Q40-3); **Figura 3:** *Thymospora criciuensis* (Lâmina URC PT.96a, EF: L44); **Figura 4:** *Thymospora* sp. nov. 1 (Lâmina URC PT.96c, EF: B38-4); **Figura 5:** *Thymospora* sp. nov. 2 (Lâmina URC PT.90a, EF: F41-1); **Figura 6:** *Thymospora* sp. nov. 3 (Lâmina URC PT.96a, EF: K44-1); **Figura 7:** *Striatosporites* sp. 1 (Lâmina URC PT.96b, EF: W30); **Figura 8:** *Alisporites nuthalensis* (Lâmina URC PT.99a, EF: P30-1/2).

ESTAMPA 3



ESTAMPA 3

Figura 1: *Alisporites grandis* (Lâmina URC PT.93c, EF: K25-2); **Figura 2:** *Alisporites* sp. 1 (Lâmina URC PT.93a, EF: P34-2); **Figura 3:** *Vesicaspora wilsonni* (Lâmina URC PT.96b, EF: U26-4); **Figura 4:** *Vesicaspora* sp. 1 (Lâmina URC PT.93c, EF: P-25); **Figura 5:** *Striatoabietites* sp. 1 (Lâmina URC PT.96b, EF: Q29-4); **Figura 6:** *Protohaploxypinus* spp. (Lâmina URC PT.96c, EF: M41-3); **Figura 7:** *Striatopodacarpites fusus* (Lâmina URC PT.93a, EF: P27); **Figura 8:** *Lueckisporites virkkiae* (Lâmina URC PT.100b, EF: R32-1).

ESTAMPA 4

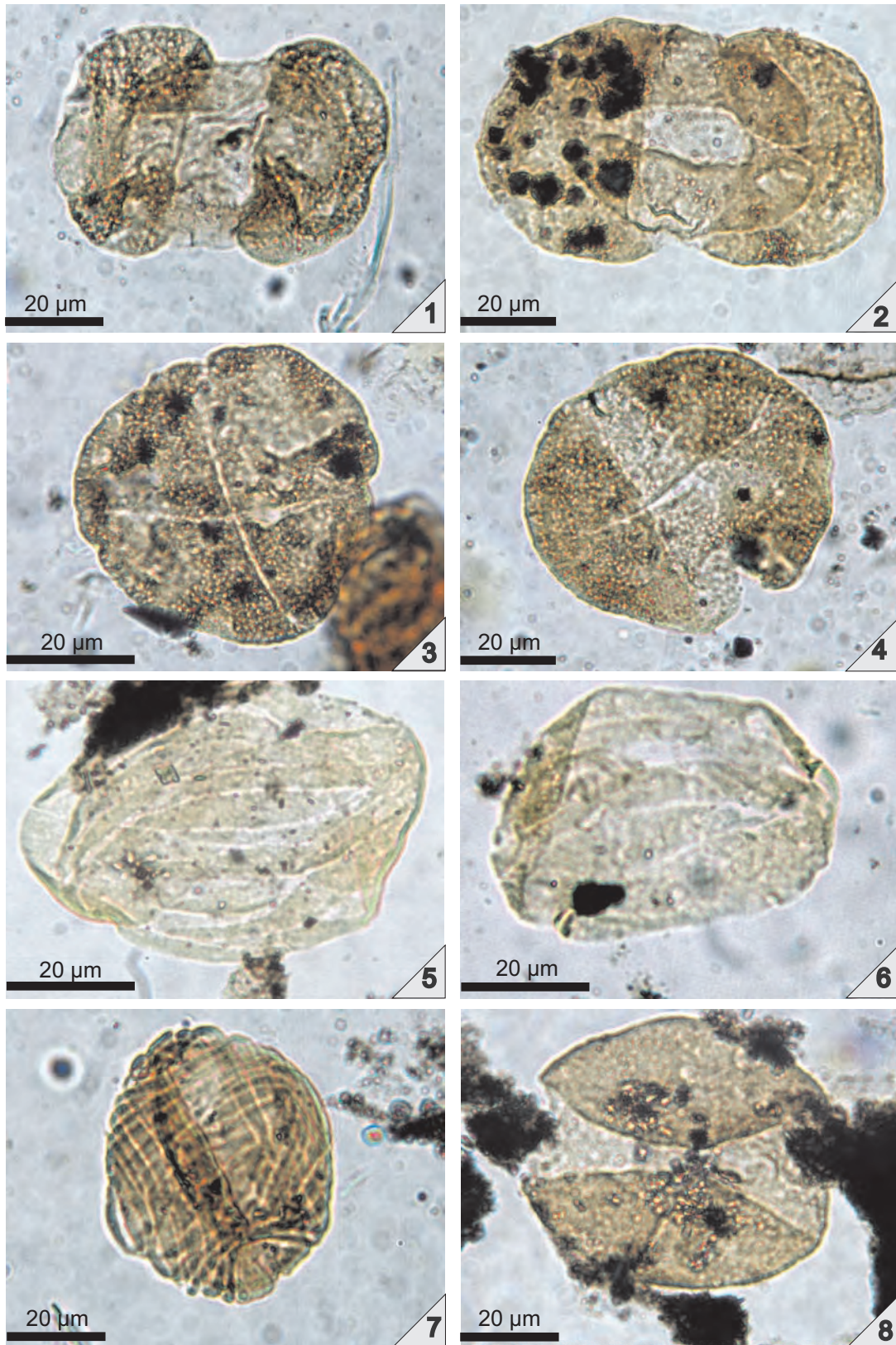


Figura 1: *Lueckisporites stenotaeniatus* (Lâmina URC PT.96c, EF: K38); **Figura 2:** *Lueckisporites nyakapendensis* (Lâmina URC PT.96d, EF: T33-1); **Figura 3:** *Staurosaccites quadrifidus* (Lâmina URC PT.96a, EF: K43-2); **Figura 4:** *Staurosaccites cordubensis* (Lâmina URC PT.96a, EF: J43-3); **Figura 5:** *Vittatina vittifera* (Lâmina URC PT.92c, EF: N31); **Figura 6:** *Vittatina* spp. (Lâmina URC PT.96c, EF: D28); **Figura 7:** *Weylandites lucifer* (Lâmina URC PT.96b, EF: L43); **Figura 8:** *Cycadopites glaber* (Lâmina URC PT.93a, EF: O37).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCON, C.M. **Licófitas da Formação Corumbataí, Grupo Passa Dois, Neopermiano, Bacia do Paraná, na região de Artemis, Município de Piracicaba, SP - Brasil.** 1998. Dissertação (Mestrado) - Instituto Biológico, Universidade Guarulhos, São Paulo. 1998.

ALMEIDA, C.M.; DO CARMO, D. A. Taxonomia e paleoecologia de ostracodes do Permiano da Bacia do Paraná, Estado de Goiás, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 19.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 6., 2005, Aracaju. **Resumos...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 2005. 1 CD.

ALMEIDA, F.F.M. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23., Salvador, 1969. **Anais...**, Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1969. v.1, p.29-46.

ALPERN, B.; DOUBINGER, J. **Microfossiles organiques du Paleozoique.** Fascículo 6: les miospores monoletes du Paleozoique. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, 1973. 94 p.

ARAI, M. Contribuição dos polens estriados na bioestratigrafia neopaleozóica da parte NE da Bacia do Paraná. **Bol. IG-USP**, São Paulo, v.11, p.125-135, 1980.

ARAÚJO, L.M. **Análise da expressão estratigráfica dos parâmetros de geoquímica orgânica e inorgânica nas seqüências Irati.** 2001. 2v. 301 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ARCHANGELSKY, S. Late Paleozoic Floras of the Southern Hemisphere: distribution, composition, paleoecology. In: GASTALDO, R.A. (org.). **Land Plants: notes for a short course.** Tennessee: Universidade do Tennessee, 1986. p.128-142.

ARCHANGELSKY, S. Plant distribution in Gondwana during the Late Paleozoic. In: TAYLOR, T.N.; TAYLOR, E.L. (orgs.). **Antarctic paleobiology, its role in the reconstruction of Gondwana.** Nova York: Springer-Verlag, 1990. p. 102-117.

ARCHANGELSKY, S.; GAMERRO, J.C. Palinología del Paleozoico Superior en el subsuelo de la Cuenca Chacoparanaense, República Argentina. I. Estudio sistemático de los palinomorfos de tres perforaciones de la Provincia de Córdoba. **Revista Española de Micropaleontología**, Madri, v.15(3), p.417-478, 1979.

ARMSTRONG, H.A.; BRASIER, M.D. **Microfossils.** 2.ed. Londres: Malden Blackwell Publising, 2005. 296 p.

AZCUY, C.L. Posible significado paleoecológico de microfloras gondwánicas del Paleozóico Superior, especialmente argentinas. **Ameghiniana**, Buenos Aires, Tomo XV(1-2), p.85-95, 1978.

BALME, B.E. Fossil in situ spores and pollen grains: an annotated catalogue. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v.87, p.81-323, 1995.

BARBERENA, M.C.; ARAÚJO, D.C.; LAVINA, E.L.; AZEVEDO, S.A.K. O estado atual do conhecimento sobre os tetrápodos permianos e triássicos do Brasil meridional. **Coletânea de Trabalhos Paleontológicos**, v.27(2), p.21-28, 1985.

BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.; ROHN, R.; RICARDI-BRANCO, F.; ZAMPIROLI, A.P.; MUNE, S.E.; AMARAL, P.G.C.; LONGHIM, M.E.; CASTRO-FERNANDES, M.C.; LAGES, L. Late Carboniferous to Early Permian glacial related paleofloras from northeastern Paraná Basin, Brazil. In: GONDWANA, 12., 2005, Mendoza. **Abstracts...**, Mendoza: Academia Nacional de Ciencias, 2005. p.70.

BHARDWAJ, D.C. Einige neue Sporengattungen des Saarkarbons. **Neus Jahrbuch fuer Geologie und Palaontologie**, Hannover, v.11, p. 512-525, 1954.

BHARDWAJ, D.C. Distribution of spores and pollen grains dispersae in the Lower Gondwana Formation of India. In: SYMPOSIUM ON FLORISTICS AND STRATIGRAPHY OF GONDWANALAND, s.n., 1964, Lucknow. **Anais...** Lucknow: Birbal Sahni Institute of Paleobotany, 1966. p.69-84.

BHARDWAJ, D.C.; SRIVASTAVA, S.C. Some news miospores from Barakar Stage, Lower Gondwana, India. **The Palaeobotanist**, Lucknow, v.12, p.220-229, 1969.

BOPP, J.H. **Introdução ao estudo de estratigrafia e da interpretação de ambientes antigos de sedimentação**. Curitiba: Scientia et Labor, 1987. 326p.

BRASIER, M.D. **Microfossils**. Londres: George Allen & Unwin Ltd, 1980. 193 p.

BURNE, R.V.; BAULD, J.; DE DECKKER, P. Saline lake charophytes and their geological significance. **Journal of Sedimentary and Petrology**, Colorado, v.50(1), p.281-293, 1980.

CISNEROS, J.C.; ABDALA, F.; MALABARBA, M.C. Pareiasaurids from the Rio do Rasto Formation, Southern Brazil: biostratigraphic implications for Permian faunas of the Paraná Basin. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v.8(1), p.13-24, 2005.

CLARKE, R.F.A. British Permian saccate and monosulcate miospores. **Palaeontology**, Londres, v.8(2), p.322-354, 1965.

COOKSON, I.C. Plant microfossils from the lignites of Kerguelen Archipelago. **Brit. Aust. N. Z. Antarct. Res. Exped. 1929-1931. Rep. Ser. A**, Adelaide, v.2, p.127-142, 1947.

CUNHA, M.C.L. Contribuição à paleontologia estratigráfica do Grupo Passa Dois no Rio Grande do Sul. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, v.1(1), p.3-49, 1976.

DAEMON, R.F. Ensaio sobre a distribuição e zoneamento dos esporomorfos do Paleozóico Superior da Bacia do Paraná. **Bol. Téc. Petrobrás**, Rio de Janeiro, v.9, p. 211-218, 1966.

DAEMON, R.F.; QUADROS, L.P. Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24., 1970, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Geologia, 1970. p. 359-412.

DAEMON, R.F.; CASALETI, P.L.; CIGUEL, J.H.G. Bioestratigrafia da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO DO SILURO-DEVONIANO, numero evento, 1996, Curitiba. Título do da publicacao... cidade: editora, 1996. 34p. **Petróleo Brasileiro S.A. (Relatório interno)**, 34p. 1996.

DAUGHERTY, L.H. The Upper Triassic flora of Arizona: contributions to paleontology. **Carnegie Institution of Washington Publication 526**, Washington DC, p.1-108, 1941.

DE DECKKER, P. Biological and sedimentary facies of Australian salt lakes. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v.62, p.237-270, 1988.

DETTMANN, M.E. Upper Mesozoic microflora from Southeastern Australia. **Proceedings of the Royal Society of Victoria**, Melbourne, v.77(1), p.1-148, 1963.

DIMICHELE, W.A.; PHILLIPS, T.L.; PEPPERS, R.A. The influence of climate and depositional environment on the distribution and evolution of Pennsylvanian coal swamp plants. In: TIFFNEY, B.H. (org.). **Geological factors and the evolution of plants**. New Haven: Yale University Press, 1985. p. 223-256.

DOLBY, J.H.; BALME, B. E. Triassic palynology of the Carnarvon Basin, Western Australia. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v.22, p.105-168, 1976.

DOLPH, G.E.; DILCHER, D.L. Foliar physiognomy as an aid in determining paleoclimate. **Palaeontographica Abt. B.**, Stuttgart, v.170, p.151-172, 1979.

DYBOVÁ, S.; JACHOWICS, A. Microspores of the Upper Silesian Coal Measures. **Instytut Geologiczny, Warszawa, Prace**, Polônia, v.23, 328p., 1957.

ERDTMANN, G. Suggestions for the classification of fossil and recent pollen grains and spores. **Svenska Bot.**, Uppsala, v.41(1), p.104-114, 1947.

FANTON, J.C.M.; RICARDI-BRANCO, F., RICARDI, M.T.; ROHN, R. Reinvestigação da conífera permiana *Krauselcladus* (Formação Teresina, Bacia do Paraná, Brasil):

novas interpretações morfológicas e anatômicas. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v.9, p. 221-234, 2006.

FRANÇA, A.B.; MILANI, E.J.; SCHNEIDER, R. L.; LÓPEZ P.O.; LÓPEZ M.J.; SUÁREZ S.R.; SANTA ANA, H.; WIENS, F.; FERREIRO, O; ROSSELLO, E. A.; BIANUCCI, H.A.; FLORES, R.F.A.; VISTALLI, M.C.; FERNANDEZ-SEVESO, F.; FUENZALIDA, R.P.; MUÑOZ, N. Phanerozoic correlation in South America, In: TANKARD, A. J.; SUÁREZ S. R.; WELSINK, H.J. (orgs.). **Petrol. basins of South América**. AAPG Memoir 62, 1995. p.129-161.

FOSTER, C.B. Permian plant microfossils from the Blair Athol Coal Measures, Central Queensland, Australia. **Palaeontographica Abt. B.**, Stuttgart, v.154(5-6), p.121-171, 1975.

FOSTER, C.B. Permian plant microfossils from the Blair Athol Coal Measures, Baralaba Coal Measures, and Basal Rewan Formation of Queensland. Brisbane: **Geological Survey of Queensland, Publication 372, Palaeontological Paper 45**, 1979. 244p.

GASTALDO, R.A. Implications on the paleoecology of autochthonous lycopods in clastic sedimentary environments of the Early Pennsylvanian of Alabama. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v.53, p.191-212, 1986.

GHILARDI, R.P.; SIMÕES, M.G. Foram os bivalves do Grupo Passa Dois (Exclusive Formação Rio do Rasto), Neopermiano, invertebrados tipicamente dulcícolas? **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v.29(1), p.3-13, 2002.

GORDON JR., M. Classificação das formações gonduânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Brasil. **Div. Geol. Min. D.N.P.M. Not. Prel. Est.**, **38**, Rio de Janeiro, 20 p., 1947.

GRADSTEIN, F.M. et al. (+ 38 autores). **A geologic time scale 2004**. Londres: Cambridge University Press, 2004. 589p.

GREENWOOD, D.R. Taphonomic constraints on foliar physiognomic interpretations of Late Cretaceous and Tertiary palaeoclimates. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, v.71, p.149-190, 1992.

GRIGORIEV, M.; UTTING, J. Sedimentology, palynostratigraphy, palynofacies and thermal maturity of Upper Permian rocks of Kolguyev Island, Barents Sea, Russia. **Bulletin of Canadian Petroleum Geology**, Calgary, v.46, p.1-11, 1998.

GUERRA-SOMMER, M.; HOLZ, M.; SCHULZ, C.L. Primeira ocorrência de fósseis vegetais em sedimentitos do Permiano Superior (Formação Rio do Rasto) do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13., 1993, São Leopoldo. **Resumos...**, Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1993. p.102.

HACHIRO, J. 1996. **O Subgrupo Irati (Neopermiano) da Bacia do Paraná.** 1996. 196p. Tese (Doutorado) – IG, USP, São Paulo, 1996.

HART, G.F. Microflora investigations of the Lower Coal Measures (K2); Ketewaka Mchuchuma Coalfield, Tanganyika. **Bulletin Geological Survey Tanganyika**, Tanganyika, v.30, p.1-18, 1960.

HART, G.F. A review of the classification and distribution of the Permian miospore: Disaccate Striatiti. In: CONGRES INTERNATIONAL DE STRATIGRAPHIE ET GÉOLOGIE DU CARBONIFERE, 5., 1964, Paris. **Compte Rendu...Paris**, 1964. p.1171-1199.

HART, G.F. **The systematics and distribution of Permian Miospores.** Johannesburg: Witwatersrand University Press, 1965. 252p.

IVERSEN, J.; TROELS-SMITH, J. Pollenmorfologiske definitioner og typer. **Danmarks Geol. Unders. IV**, Copenhagen, v.3, p.1-53, 1950.

JANSONIUS, J. Palynology of Permian and Triassic sediments, Peace River area, western Canada. **Palaeontographica Abt. B.**, Stuttgart, v. 110, p.35-98, 1962.

KRÄUSEL, R. *Lycopodiopsis derbyi* Renault und einige andere Lycopodiales aus dem Gondwana-Schichten. **Palaeontographica Abt. B.**, Stuttgart, v.109, p.62-92, 1961.

LAGES, L. C. **A Formação Irati (Grupo Passa Dois, Permiano, Bacia do Paraná) no furo de sondagem FP-01-PR (Sapopema, PR).** 2004. 105p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp - Rio Claro, 2004.

LESCHIK, G. Die Keuper flora von Neuwelt bei Basel. II: Die Iso und Mikrosporen. **Schweizerischen Paläontologischen Abhandlungen**, Suíça, v.72, 70p., 1955.

LESCHIK, G. Sporen aus dem Saltzon des Zechsteins von Neuhoef (bei Fulda). **Palaeontographica Abt. B.**, Stuttgart, v.100, p.122-142, 1956.

LOURENÇO, A.T.A. **As formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto (Grupo Passa Dois, Bacia do Paraná, Permiano) na região de Sapopema - São Jerônimo da Serra, PR.** 2002. 87p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp - Rio Claro, 2002.

MAACK, R. *Lycopodiopsis derbyi* Renault, documento da idade paleozóica das Camadas Terezina do Brasil Meridional. **Arq. Biol. Tecnol.**, Curitiba, v.2, p.155-207, 1947.

MAHESHWARI, H.; BAJPAI, U.; TEWARI, R. Climatic reflections in the Permian vegetation of Indian Peninsula. In: INTERNATIONAL GONWANA SYMPOSIUM, 7., São Paulo, 1988. **Proceedings...São Paulo**, 1991. p.549-556.

McLOUGHLIN, S. Late Permian plant megafossil from the Bowen Basin, Queensland, Australia. **Palaeontographica Abt. B.**, Stuttgart, v.222, p.105-149, 1992.

MANIERO, J. Contribuição ao estudo de Pteridíneas do sul do Brasil. In: LANGE, F.W. (org.). **Paleontologia do Paraná**. Volume Comemorativo do 1º Centenário do Estado do Paraná. Curitiba, 1954. p.151-152.

MARANHÃO, M.S.A.S.; PETRI, S. Novas ocorrências de fósseis nas formações Corumbataí e Estrada Nova do Estado de São Paulo e considerações preliminares sobre seus significados paleontológico e estratigráfico. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v.17, p.33-54, 1996.

MARQUES-TOIGO, M. **Palinologia, bioestratigrafia e paleoecologia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Brasil**. 1988. 259p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

MARQUES-TOIGO, M. Palynobiostratigraphy of the Southern Brazilian Neopaleozoic Gondwana sequence. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7., 1988, São Paulo. **Proceedings....** São Paulo: IG-USP, 1991, p.503-515.

MAUTINO, L.R.; VERGEL, M.; ANZÓTEGUI, L.M. Palinologia de la Formación Melo (Pérmico Inferior) em Arroyo Seco, Departamento Riviera, Replubica Oriental del Uruguai. Parte III: espécies nuevas. **Revista Española de Micropaleontología**, Madri, v.30(3), p.107-110, 1998.

MEGLHIORATTI, T. **Estratigrafia do Grupo Passa Dois na região de Sapopema-Congonhinhas/PR (Permiano, Bacia do Paraná)**. 2005. 64p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, Rio Claro, 2005.

MEGLHIORATTI, T. **Estratigrafia de seqüências das formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto (Permiano, Bacia do Paraná) na porção nordeste do Paraná e centro-sul de São Paulo**. 2006. 132p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp - Rio Claro, 2006.

MENDES, J.C. A Formação Corumbataí na região do Rio Corumbataí (estratigrafia e descrição dos lamelibrânquios). **Boletim da Faculdade de Ciências, Filosofia e Letras**, 145, **Geologia** 8, São Paulo, 119 p., 1952.

MENDES, J.C. Contribuição à estratigrafia da Série Passa Dois Estado do Paraná. **Boletim da Faculdade de Ciências, Filosofia e Letras**, 175, **Geologia** 10, São Paulo, 119 p., 1954.

MENÉNDEZ, C.A. Contenido palinológico de estratos pérmicos com "Mesosaurus" de Rio Claro, São Paulo, Brasil. **Revista del Museo Argentino de Ciencias**

Naturales “Bernardino Rivadavia”, Série Paleontología, Buenos Aires, v.2, p.1-30, 1976.

MERLOTTI, S. Os lenhos fósseis das formações Irati e Serra Alta (Permiano Superior, Bacia do Paraná) do Rio Grande do Sul, Brasil - Registro de dois novos espécimes. **Revista Universidade Guarulhos**, Guarulhos, Série Geociências V (nº especial), p.37-39, 2000.

MEYEN, S.V. **Fundamentals of Palaeobotany**. Londres: Chapman & Hall Ltd, 1987. 432p.

MILANI, E.J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental**. 1997. 228p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B.; SCHNEIDER, R.L. Bacia do Paraná. **Bol. Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v.8, p.69-82, 1994.

MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A. Sedimentary basins of South America. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (orgs.). **Tectonic evolution of South América**, Rio de Janeiro, 2000. p.389-449.

MUSSA, D. **Lignitafofloras permianas da Bacia do Paraná, Brasil (Estados de São Paulo e Santa Catarina)**. 1982. 463p. Tese (Doutorado) - IG-USP, São Paulo, 1982.

MUSSA, D.; COIMBRA, A.M. Método de estudo tafonômico aplicado a lignispécimes permianos da Bacia do Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.56(1), p.85-101, 1984.

NEHLS, C. **Taxonomia de lenhos do Planalto de Canoinhas, Santa Catarina, Brasil (Permiano da Bacia do Paraná)**. 2004. 1v. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

NEVES, R.; OWENS, B. Some Namurian camerate miospores from the English Pennines. **Pollen et Spores**, Paris, v.8(2), p.22-360, 1966.

NILSSON, T. Über das Vorkommeneines mesozoischen Sapropelgesteins in Schonen. **Lunds Universitets Arsskrift 2**, Suécia, v.54, 112p.

OLIVEIRA, E.P. **Geologia e recursos minerais do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Div. Geol. Min. D.N.P.M. Monografia, 1927. 172 p.

OLIVEIRA, D. **Filicíneas férteis da Formação Rio do Rasto (Permiano Superior, Santa Catarina e Paraná)**. 1 v. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) – Instituto de Biociências, Unesp, Rio Claro, 1994.

OLIVEIRA-BABINSKI, M.E.C.B.; RÖSLER, O. Licófitas de Fluvíópolis (Permiano superior) no sul do Estado do Paraná. **Bol. IG-USP**, São Paulo, v.15, p.84-89, 1984.

PANT, D.D. Suggestions for the classification and nomenclature of fossil spores and pollen grains. **The Botanical Review**, Nova York, v.20, p.33-60, 1954.

PANT, D.D.; MISRA, L.; NAUTYAL, D.D. On the structure of stems and leaves of *Schizoneura gondwanensis*. **Palaeontographica, Abt. B.**, Stuttgart, v.183 (1-3), p.1-7, 1982.

PANT, D.D. The origin, rise and decline of *Glossopteris* Flora: with notes on its palaeogeographical northern boundary and age. **Palaeobotanist**, Lucknow, v.36, p.106-117, 1987.

PERINOTTO, J.A.J.; RÖSLER, O. Glossopterídeas de Fluvíópolis (Permiano Superior) no sul do Estado do Paraná. **Bol. IG-USP**, São Paulo, v.15, p.90-96, 1984.

PERINOTTO, J.A.J.; RÖSLER, O. Nota sobre a ocorrência de *Glossopteris* na porção superior da Formação Corumbataí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 8., 1985, Rio de Janeiro. **Sér. Geol. 27 (Paleont./Estrat. n.2)**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1985. p.619-622.

PETRI, S.; COIMBRA, A.M.; AMARAL, G.; OJEDA, H.O.; FÚLFARO, V.J.; PONÇANO, W.L. Código brasileiro de nomenclatura estratigráfica. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.16(4), p.372-415, 1986.

PLAYFORD, G.; DETTMANN, M.E. Chapter 8: Spores. In: JANSONIUS, J.; MCCGREGOR, D.C. (orgs.). **Palynology: principles and applications**. Dallas: American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1996. p.227-260.

PLAYFORD, G., DINO, R. Palynostratigraphy of upper Palaeozoic strata (Tapajós Group), Amazonas Basin, Brasil. Part One. **Palaeontographica Abt. B.**, Stuttgart, v.255(1-3), p.1-46, 2000.

POORT, R.J.; VELD, H. Aspects of Permian paleobotany e palynology. On the morphology and ultrastructure of *Potonieisporites novicus* (prepollen of Late Carboniferous/Early Permian Walchiaceae). **Acta Botanica Neerlandica**, Amsterdam, v.46, p.161-173, 1997.

POTONIÉ, R. Synopsis der gattungen der *sporae dispersae*. I. Teil: Sporites. **Beihefte zum Geologisches Jahrbuch**, Hannover, v.23, p.1-103, 1956.

POTONIÉ, R. Synopsis der Gattungen der *spora dispersae*. II. Teil: Sporites (Nachträge), Saccites, Aletes, Praecolpates, Polyplicates, Monocolpates. **Beihefte zum Geologisches Jahrbuch**, Hannover, v.31, p.1-114, 1958.

POTONIÉ, R. Synopsis der gattungen der *spora dispersae*. III. Teil: Nachträge Sporites, Fortsetzung Pollenites mit generalregister zu Teil I-III. **Beihefte zum Geologisches Jahrbuch**, Hannover, v.39, p.1-189, 1960.

POTONIÉ, R. Synopsis der *spora in situ*. Parte IV: **Beihefte zum Geologisches Jahrbuch**, Hannover, v.52, p.1-204, 1962.

POTONIÉ, R. Synopsis der gattungen der *spora dispersae*. V. Teil: Nachträge zur allen Gruppen (Turmae). **Beihefte zum Geologisches Jahrbuch**, Hannover, v.87, p.1-222, 1970.

POTONIÉ, R.; KLAUS, W. Einige Sporengattungen des alpinen Salzgebirges. **Geologisches Jahrbuch**, Hannover, v.68, p.517-546, 1954.

POTONIÉ, R.; KREMP, G. Die gattungen der palaozoischen *spora dispersae* und ihre stratigraphie. **Geologisches Jahrbuch**, Hannover, v.69, p.111-194, 1954.

POTONIÉ, R.; KREMP, G. Die *spora dispersae* des Ruhrkarbons ihre morphographie und stratigraphie mit Ausblicken auf Arten anderer Gebiete und Zeitabschnitte. Teil II. **Palaeontographica Abt. B.**, Stuttgart, v.99, p.85-191, 1956.

POTONIÉ, R.; SAH, S.C.D. *Spora dispersae* of the lignites from Cannanore Beach on the Malabar Coast of India. **The Palaeobotanist**, Lucknow, v.7, p.121-135, 1960.

PREMAOR, E.; FISHER, T.V.; SOUZA, P.A. Palinologia da Formação Irati (Permiano Inferior da Bacia do Paraná), em Montividiu, Goiás, Brasil. **Revista do Museu Argentino de Ciencias Naturales**, Buenos Aires, v.8(2), p.221-230, 2006.

QUADROS, L.P.; MARQUES-TOIGO, M.; CAZZULO KLEPZIG, M. Catálogo de esporos e pólen fósseis do Paleozóico. **Bol. Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v.9(1), p.1-15, 1995.

QUADROS, L.P.; MELLO, J.H.G. Método prático de preparação palinológica em sedimentos pré-mesozóicos. **Bol. Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v.1(2), p. 205-214, 1987.

RAGONHA, E.W.; SOARES, P.C. Ocorrência de carófitas fósseis na Formação Estrada Nova em Anhembi-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. p.271-275.

RETALLACK, G.J. The life and times of a Triassic lycopod. **Alcheringa**, Sidney, v.1, p.3-29, 1975.

RICHARDSON, J.B. Middle old Red Sandstone spore assemblages from the Orcadian basin, northeast Scotland. **Palaeontology**, Cambridge, v.7(4), p.559-605, 1965.

RIGBY, J.F. New fossil locality near Laras, State of São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22., 1968, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1968. p.201-208.

ROHN, R. Nota sobre a assembléia palinológica da localidade-tipo do Membro Serrinha, Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior). **Paleobot. Latinoamer.** (Circ. Inform. ALPP), v.8(1), p.20. 1987.

ROHN, R. Conchostráceos da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) no Estado do Paraná e no norte do Estado de Santa Catarina. **Bol. IG-USP - Sér. Cient.**, São Paulo, v.18, p.27-66, 1987.

ROHN, R. Evolução Ambiental da Bacia do Paraná durante o Neopermiano no leste de Santa Catarina e do Paraná. 1994. 2v., 386p. **Tese** (Doutorado) - IG-USP, São Paulo, 1994.

ROHN, R. A estratigrafia da Formação Teresina (Permiano, Bacia do Paraná) de acordo com furos de sondagem entre Anhembi (SP) e Ortigueira (PR). In: MELO, J.H.G.; TERRA, G.J.S. (orgs.). **Correlação de seqüências Paleozóicas Sul-Americanas, Ciência-Técnica-Petróleo, Seção Exploração de Petróleo**, v.20, p. 209-218. 2001.

ROHN, R.; ASSINE, M.L.; MEGLHIORATTI, T. A new insight on the Late Permian environmental changes in the Paraná Basin, South Brazil. In: GONDWANA 12, 2005, Mendoza. **Abstracts...** Mendoza: Academia Nacional de Ciencias, 2005. p.316.

ROHN, R.; FAIRCHILD, T.R. Estromatólitos permianos em calcário coquinóide do Grupo Passa Dois, Nordeste do Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.58, p.433-444, 1986.

ROHN, R.; LAVINA, E.L. Cronoestratigrafia do Grupo Passa Dois. In: SIMPÓSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1., 1993, Rio Claro. **Resumos...** Rio Claro: IGCE-Unesp, 1993. p.77-80.

ROHN, R.; LOURENÇO, A.T.A.Ç.; MEGLHIORATTI, T. As formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto no furo de sondagem SP-23-PR (Permiano, Grupo Passa Dois, Borda Leste da Bacia do Paraná). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P & D EM PETRÓLEO E GÁS, 2., 2003, Rio de Janeiro. **Resumos....** Rio de Janeiro, 2003. p.40.

ROHN, R.; OLIVEIRA-BABINSKI, M.E.B.; RÖSLER, O. *Glossopteris* da Formação Rio do Rasto no sul do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984. v.2, p.1047-1061.

ROHN, R.; PENNATTI, J.R.R.; IANNUZZI, R.; RÖSLER, O.; CZAJKOWSKI, S.; CAVALHEIRO, M.C.T.; MENDONÇA, E.; RICARDI-BRANCO, F.T. Ocorrências de macrofitofósseis nas formações Teresina e Rio do Rasto (Permiano Superior da Bacia do Paraná) em Santa Catarina, Brasil. **Revista Universidade Guarulhos - Geociências II (nº especial)**, Guarulhos, p.49-57, 1997a.

ROHN, R.; RÖSLER, O.; PENNATTI, J.R.R.; CZAJKOWSKI, S.; IANNUZZI, R.; MENDONÇA, E.; FERREIRA, A.R.; PEREIRA, S.C.A.; QUITÉRIO, L. Ocorrências de macrofitofósseis nas formações Teresina e Rio do Rasto (Permiano Superior da Bacia do Paraná) na porção meridional do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Universidade Guarulhos - Geociências II (nº especial)**, Guarulhos, p.58-68, 1997b.

ROHN, R.; RÖSLER, O.; PENNATTI, J.R.R.; DAVIES, H.P.K.; CAVALHEIRO, M.C.T. Ocorrências de macrofitofósseis nas formações Teresina e Rio do Rasto (Permiano Superior da Bacia do Paraná) na região de Cândido de Abreu-Reserva, Estado do Paraná, Brasil. **Revista Universidade Guarulhos - Geociências II (nº especial)**, Guarulhos, p.69-75, 1997c.

ROHN, R.; O. RÖSLER. *Schizoneura gondwanensis* Feistmantel da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) no Estado do Paraná e no norte do Estado de Santa Catarina. **Bol. IG-USP**, São Paulo, v.17, p.27-37, 1986a.

ROHN, R.; O. RÖSLER. Caules de Sphenophyta da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior). **Bol. IG-USP**, São Paulo, v.17, p.39-56, 1986b.

ROHN, R.; RÖSLER, O. Pteridófilas pecopteróides da Formação Rio do Rasto no Estado do Paraná e da Formação Estrada Nova no Estado de São Paulo (Bacia do Paraná, Permiano Superior). **Bol. IG-USP**, São Paulo, v.17, p.57-76, 1986c.

ROHN, R.; RÖSLER, O. Relações entre a flora permiana do Gondwana e as floras das províncias setentrionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10., 1987, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1987. v.2, p.885-899.

ROHN, R.; RÖSLER, O. Novas ocorrências de *Glossopteris* na Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) e seu possível significado paleoclimático. **Bol. IG-USP - Publ. Esp.**, 7, São Paulo, p.127-137, 1989a.

ROHN, R.; RÖSLER, O. Folhas denteadas da Formação Rio do Rasto (Bacia do Paraná, Permiano Superior) e seu possível significado paleoclimático. **Bol. IG-USP - Publ. Esp.**, 7, São Paulo, p.101-125, 1989b.

ROHN, R.; RÖSLER, O. Middle to Upper Permian phytostратigraphy of the Eastern Paraná Basin. **Revista Universidade Guarulhos - Geociências V (nº especial)**, Guarulhos, p.69-73, 2000.

ROHN, R.; STOLLHOFEN, H. The Permian age of the Passa Dois Group (Paraná Basin, Southern Brazil) re-affirmed. In: INTERNATIONAL GEOLOGIC CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. **Abstracts...** Rio de Janeiro, 2000. CD-ROM.

ROHN, R.; TOGNOLI, F.M.; MEGLHIORATTI, T. Icnogênero *Thalassinoides* na Formação Teresina (Grupo Passa Dois, Permiano, Bacia do Paraná), na região de Sapopema-Congonhinhas (PR). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2004, Araxá. **Anais...** Araxá: Sociedade Brasileira de Geologia, 2004. CD-ROM.

RÖSLER, O. Novas idéias sobre a evolução paleoflorística e paleoclimática no Eogondwana brasileiro. In: CONGRESO GEOLOGICO CHILENO, 1., 1976, Santiago. **Atas...** Santiago, 1976. v.3, p.83-94.

RÖSLER, O. The Brazilian Eogondwanic Floral Succession. **Bol. IG-USP**, São Paulo, v.9, p.85-91, 1978.

RÖSLER, O. Novo afloramento fossilífero (Rio Preto) da Formação Teresina (Permiano Superior) no Estado do Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.54, p.252, 1982.

RÖSLER, O.; CHRISTOPHE-DA-SILVA, J.C.; DINIZ, M.N.; TABACH, R. Coprólitos da localidade de Rio Preto, PR, em sedimentos da Formação Serra Alta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 8., 1985, Rio de Janeiro. **Sér. Geol., 27 (Paleont./ Estrat., 2)...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1985. p.123-127.

RÖSLER, O.; ROHN, R. *Sphenophyllum paranaense* nov. sp. (Sphenophyta) da Formação Rio do Rasto (Permiano Superior) de Dorizon, Estado do Paraná. **Bol. IG-USP**, São Paulo, v.15, p.97-104, 1984.

SALGADO-LABORIAU, M. L. **Contribuição à palinologia do Cerrado**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1973. 281p.

SANDER, P.M. Taphonomy of the Lower Permian Geraldine Bonebed in Archer County, Texas. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v.61, p.221-236, 1987.

SANTOS, R.V., SOUZA, P.A., ALVRENGA, C.J.S., DANTAS, E.L., PIMENTEL, M.M., OLIVEIRA, C.G., ARAÚJO, L.M. Shrimp U-Pb zircon dating and palynology of bentonitic layers from the Permian Irati Formation, Paraná Basin, Brazil. In: Gondwana Research, 9., 2006. **Anais...** 2006. p.456-463.

SCHNEIDER, R.L.; MULHMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F.; NOGUEIRA, A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974. v.1, p.41-65.

SMITH, A.V.H.; BUTTERWORTH, M.A. Miospores in the coal seams of the Carboniferous of Great Britain. **Palaeontology, Special Paper n.1**, Londres, 342p. 1967.

SOLMS-LAUBACH, H.G. *Tietea singularis*, ein neuer fossiler Pteridinenstamm aus Brasilien. **Zeitschr. Botanik**, Hannover, v.5, p.673-700, 1913.

SOMMER, F.W. Contribuição à paleofitogeografia do Paraná. In: LANGE, F. W. (org.). **Paleontologia do Paraná**. Volume Comemorativo do 1º Centenário do Estado do Paraná. Curitiba: Museu Paranaense, 1954. p.175-194.

SOUZA, P.A. **Palinobioestratigrafia do Subgrupo Itararé, Carbonífero-Permiano, na porção nordeste da Bacia do Paraná (SP/PR, Brasil)**. 2000, 299p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, USP, São Paulo, 2000.

SOUZA, P.A. Late Carboniferous palynostratigraphy of the Itararé Subgroup, northeastern Paraná Basin, Brazil. **Review of Paleobotany and Palynology**, Amsterdam, v.138, p.9-29, 2006.

SOUZA, P.A.; MARQUES-TOIGO, M. Zona Vittatina: marco palinoestratigráfico do Permiano Inferior da Bacia do Paraná. In: MELO, J.H.G.; TERRA, G.J.S. (orgs.). **Correlação de seqüências Paleozóicas Sul-Americanas, Ciência-Técnica-Petróleo, Seção Exploração de Petróleo**, v.20, p.153-159, 2001.

SOUZA, P.A.; MARQUES-TOIGO, M. An overview on the palynostratigraphy of the Upper Paleozoic strata of the Brazilian Paraná Basin. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales**, Buenos Aires, v.5, p.205-214, 2003.

SOUZA, P.A.; MARQUES-TOIGO, M. Progress on the palynostratigraphy of the Permian strata in Rio Grande do Sul State, Paraná Basin, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.77(2), p.353-365, 2005.

SOUZA, S.H.M.; SUGUIO, K.; CASTRO, J.C. Sedimentary facies of the Estrada Nova and Corumbataí Formations (Late Paleozoic of the Paraná Basin) in the State of São Paulo, Brazil. In: INTERNATIONAL GONDWANA SYMPOSIUM, 7., 1991, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: IG-USP, 1991. p.161-172.

SPICER, R.A.; WOLFE, J.A. Plant taphonomy of Late Holocene deposits in Trinity (Clair Engle) Lake, northern California. **Paleobiology**, Nova York, v.13, p.227-245, 1987.

STAPLIN, F.L.; POCKOCK, S.J.; JANSONIUS, J. Relationship among Gymnospermous pollen. **Review of Paleobotany and Palynology**, Amsterdam, v.3(1/4), p.297-310, 1967.

STOLLHOFEN, H.; STANISTREET, I.G.; ROHN, R.; HOLZFÖRSTER, F.; WANKE, A. The Gai-As lake system, northern Namibia and Brazil. In: GIERLOWSKI-KORDESCH, E.H.; KELTS, K.R. (orgs.). **Lake basins through space and time**. Oklahoma: American Association of Petroleum Geologists, AAPG Memoir 46, 2000. p.87-108.

TAVARES, T.M.V. **Filicíneas permianas permineralizadas da Formação Corumbataí, nordeste da Bacia do Paraná**. 2007. 1v. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, Rio Claro, 2007.

TIWARI, R.S. Miospore assemblage in some coals of Barakar Stage (Lower Gondwana) of India. **The Palaeobotanist**, Lucknow, v.13, p.168-214, 1965.

UESUGUI, N. Palinologia: técnicas de tratamento de amostras. **Bol. Téc. Petrobrás**, Rio de Janeiro, v.22(4), p.229-240, 1979.

VERGEL, M. *Lescikisporis chacoparanaense* sp. nov. (Espora monolet), en el Paleozoico Superior de la Cuenca Chacoparanaense, Argentina. In: Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 5., 1990, Tucumán. **Anais, Serie Correlacion Geológica 7...** Tucumán, 1990. p.195-198.

VIEIRA, C.E.L. **Taxonomia, Paleoecologia e Paleofitogeografia de frondes Pecopterídeas do Neopaleozóico da América do Sul**. 2004. 1v. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

ZALÁN, P.A.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; APPI, V.T.; ZANOTTO, O.A. Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In: Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, 3., 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba, 1987. v.1, p. 441-447.

ZALÁN, P.V.; WOLFF, S.; ASTOLFI, M.A.M.; VIEIRA, I.S.; CONCEIÇÃO, J.C.J.; APPI, V.T.; NETO, E.V.S.; CERQUEIRA, J.R.; MARQUES, A. The Paraná Basin, Brazil. In: LEIGHTON, M.W.; KOLATA, D.R.; OLTZ, D.F.; EIDEL, J.J. (orgs.). **Interior cratonic basins**. Oklahoma: American Association of Petroleum Geologists, AAPG Memoir 51, 1990. p. 681-708.

ZIEGLER, A.M. Phytogeographic patterns and continental configurations during the Permian Period. In: MCKERROW, W.S.; SCOTSESE, C.R. (orgs.). **Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography**. Londres, Geological Society Memoir Series n.12, 1990. p.363-379.

WILSON, L.R.; WEBSTER, R.M. Plant microfossils from a Fort Union coal of Montana. **American Journal of Botany**, Columbus, v.33, p.271-278, 1946.

WILSON, L.R.; VENKATACHALA, B.S. A morphologic study and emendation of *Vesicaspora* Schemel 1951. **Oklahoma Geological Survey Circular**, Oklahoma, v.23(6), p.142-149, 1963.

WOLFE, J.A.; UPCHURCH, G.R. JR. North American nonmarine climates and vegetation during the late Cretaceous. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, v.61, p.33-77, 1987.

YOSHIDA, R. Novo gênero de conífera da Formação Estrada Nova, Norte do Estado de Santa Catarina. Brasil. **Departamento Nacional de Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineração, Boletim 249**, Rio de Janeiro, 17p., 1970.